

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a knight on a white horse, holding a lance. Above the knight is a golden crown with a cross on top. To the left and right of the crown are two golden lions. Below the knight are two green mountains. The entire scene is set against a light blue background. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "CETERAS OBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER".

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE UN NUEVO PROCESO DE CORTE DE SEMILLA EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*), IMPLEMENTANDO EL MACHETE TIPO “BAMBA CHAPINA”, INGENIO PANTALEÓN, S.A., SIQUINALÁ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

GUATEMALA, JULIO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

INFORME FINAL DE DIAGNÓSTICO, INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS DESARROLLADO
EN LOS MUNICIPIOS DE ACATENANGO Y SAN PEDRO YEPOCAPA,
CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

PEDRO PABLO MENEGAZZO HAEUSSLER

EN EL ACCTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MA. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr. Wafer Yamani Godoy Lopez
VOCAL QUINTO	P. Agr. Cristian Alexander Méndez López
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, JULIO DE 2017

Guatemala, julio de 2017

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorable miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación de Graduación titulado como:

Evaluación de un nuevo proceso de corte de semilla en caña de azúcar (*Saccharum spp*), implementando el machete tipo “bamba chapina”, Ingenio Pantaleón, S.A., Siquinalá, Escuintla, Guatemala, C.A.

Diagnóstico y servicios desarrollados, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola, en el grado de académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Pedro Pablo Menegazzo Haeussler

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por fortalecerme en todos los momentos de mi vida y por permitirme terminar este logro, por darme esos hermosos padres que me enseñaron el camino verdadero para ser un hombre de bien. Gracias por ser mi salvador y mi padre en mi vida.

MIS PADRES

QEPD (†) Jorge Eduardo Menegazzo y Johanna Haeussler, por su amor, confianza, esfuerzo y apoyo incondicional en mi formación personal y académica. Gracias papi por ese ejemplo de un hombre trabajador, honesto y entregado a su familia, porque a pesar de que ya pasaron años de tu partida, siguen latentes tus lecciones, fuiste mi fuente de inspiración. Gracias mami por ser ese pilar en los momentos más difíciles de nuestras vidas, gracias por ser tan detallista y demostrarme ese amor incondicional, porque para ti madre no me alcanzarían las páginas de este documento para demostrarte lo agradecido que estoy contigo, y lo cuanto que te amo, agradezco a Dios por darme esa linda y hermosa mamá.

Gracias a los dos porque me enseñaron que las cosas buenas cuestan, pero con dedicación todo es posible. Este título es tuyo mami, gracias por todo te amo.

MIS HERMANOS

A mis hermanos Jorge Eduardo y Diego Armando, por ser esas dos personas que me enseñaron que se puede realizar cualquier cosa, por enseñarme todas las cosas, porque con sus enseñanzas pudieron complementar la ausencia de nuestro padre, porque aparte de ser mis hermanos son mis mejores amigos.

A mi hermana Alba Johanna Menegazzo de Zimeri por sus consejos, por compartir momentos inolvidables en nuestras vidas, por ser esa persona que se preocupaba en las horas de almuerzo, por alentarme a seguir adelante, por haberme apoyado en todo momento, gracias por brindarme momentos especiales en el hacían valer mis esfuerzos a lo largo de mi vida, la quiero, mi mejor amiga.

A MIS TIOS

Enio Pérez, Julio Drago Menegazzo, por el afecto que me han demostrado y los gratos momentos que hemos compartido con cariño.

AMIGOS

Orlando Cotto, Leopoldo Sandoval, Mynor Monroy, Adenez Esquivel, Alejandro Bustamante, Familia Tabin Vidal, Familia Sandoval Amaya, Fabio Solís, Marvin Molina, Raúl Herrera, Oswaldo Zúñiga, José Solares, Ludwing Escobar, Fernando Queche, Nehemías Serech, Oscar Luna, Claudia Marroquín, Hugo Ferres, Ing. Agra. María José Labín, por todos aquellos momentos inolvidables que muchos de ellos no pudiéramos plasmarlos en papel, y todo el cariño brindado durante mucho tiempo.

TRABAJO DE GRADUCACIÓN QUE DEDICO

A DIOS:

Por darme la sabiduría en mi vida

A GUATEMALA

Mi Patria, el país de la eterna primavera

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Mi casa de estudio, alma mater

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Por los conocimientos y formación académica.

AGRADECIMIENTOS

A:

Dr. Ezequiel López, por su valiosa asesoría y colaboración en la elaboración del presente documento.

Ing. Agr. Fernando Bracamonte, por su supervisión profesional en la ejecución del presente documento

Ingenio Pantaleon, por brindarme la oportunidad y el apoyo de realizar mi estudio profesional en tan prestigiosa empresa.

Dr. Edin Orozco, Ing. Agr. Álvaro Hernández, Ing. Agr. Manuel Martínez, Ing. Agr. M.Sc. Mirna Ayala, por su amistad y recomendaciones al transcurso de mi carrera.

Ing. Jorge Álvarez, Ing. Harold Barneond, Ing. Alex Soto, Ing. Fernando Barneond, Ing. Ligia Acan, Ing Miriam Villatoro, por su amistad y compartir momentos en el trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	viii

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS, DIVISIÓN AGRÍCOLA INGENIO PANTALEÓN SIQUINALÁ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

1.1. PRESENTACIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES	3
1.2.1. Historia	3
1.2.2. Organización	3
1.3. MARCO REFERENCIAL	7
1.3.1. Localización de la Empresa.....	7
1.3.2. Ecología	8
1.4. OBJETIVOS	10
1.4.1. Objetivo general	10
1.4.2. Objetivos específicos.....	10
1.5. METODOLOGÍA.....	11
1.5.1. Fase de gabinete.....	11
1.5.2. Fase de campo.....	11
1.5.3. Fase de gabinete final	11
1.6. RESULTADOS	12
1.6.1 Gestión de nuevos proyectos en el área agrícola dentro del Ingenio Pantaleon....	12
1.6.2. Evaluación constante del personal operativo agrícola	13
1.6.3 Capacitaciones constantes del personal operativo agrícola.....	14
1.6.4. Descripción de puestos	14

1.6.5. Análisis FODA del departamento de los recursos humanos agrícola.....	18
1.7. CONCLUSIONES.....	19
1.8. BIBLIOGRAFÍA	20

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE UN NUEVO PROCESO DE CORTE DE SEMILLA EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*), IMPLEMENTANDO EL MACHETE TIPO “BAMBA CHAPINA”, INGENIO PANTALEÓN, S.A., SIQUINALÁ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

2.1. INTRODUCCIÓN	22
2.2. MARCO TEÓRICO.....	23
2.2.1. Origen de la caña de azúcar	23
2.2.2. Clasificación taxonómica de la caña de azúcar	25
2.2.3. Morfología de la caña de azúcar	25
2.2.4. Requerimientos climáticos.....	31
2.2.5. Definición de semillero de caña de azúcar	32
2.2.6. Aspectos generales de semilleros	34
2.2.7. Siembra comercial.....	36
2.2.8. Herramientas de trabajo utilizado en el corte de caña de azúcar	36
2.3. Marco Referencial.....	40
2.3.1. Localización de la empresa	40
2.3.2. Variedad de caña de azúcar CP 72-2086.....	41
2.3.3. Localización de las áreas experimentales	45
2.3.4. Frentes de corte de semilla	46
2.4. OBJETIVOS	49
2.4.1. Objetivo General.....	49
2.4.2. Objetivos Específicos	49
2.5. HIPÓTESIS	50
2.6. METODOLOGÍA.....	51
2.6.1. Material y equipos	51

	Página
2.6.2. Descripción de los tratamientos.....	51
2.6.3. Diseño experimental.....	58
2.6.4. Unidad experimental.....	59
2.6.5. Croquis del Experimento	59
2.6.6. Variables de respuesta.....	60
2.6.7. Manejo del Experimento	60
2.6.8. Realización del corte de semilla.	62
2.7. RESULTADOS	64
2.7.1. Rendimiento expresado en paquetes/hombre/día (PHD) mediante la evaluación del nuevo proceso de corte de semilla vegetativa implementando el machete bamba chapina	64
2.7.2. Cuantificación del daño mecánico en las yemas de la semilla vegetativa utilizando los 3 tratamientos.	72
2.8. CONCLUSIONES	80
2.9. RECOMENDACIONES.....	81
2.10. BIBLIOGRAFÍA.....	82
2.11. ANEXOS.....	85

CAPÍTULO III

“ESTIMACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS TRACTORES JOHN DEERE SERIE 6155 J. Y DETERMINAR LA EFICIENCIA OPERACIONAL DEL PROCESO DE COSECHA MECANIZADA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) INGENIO PANTALEON, SIQUINALÁ, ESCUINTLA, GUATEMALA C.A.”

3.1. PRESENTACIÓN	87
3.2. SERVICIOS 1. CONOCER EL NIVEL DE CAPACIDAD DEL PERSONAL PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS TRACTORES JOHN DEERE SERIE 6155 J DE LOS OPERADORES DEL INGENIO PANTALEON.....	88
3.2.1. ANTECEDENTES	88
3.2.2. MARCO RERERENCIA.....	88

	Página
3.2.2.1. Localización.....	88
3.2.3. OBJETIVO.....	91
3.2.4. METODOLOGIA.....	91
3.2.5. RESULTADOS	93
3.2.6. EVALUACIÓN	95
3.2.7. BIBLIOGRAFÍA	96
3.2.8. ANEXOS	97
3.3. SERVIVIO 2. DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS PERDIDOS DENTRO DEL PROCESO DE COSECHA MECANIZADA COMPARANDO EL SISTEMA DE DOBLE AUTOVOLTEO EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum spp</i>) EN EL INGENIO PANTALEON.....	105
3.3.1. INTRODUCCIÓN	105
3.3.2. MARCO REFERENCIAL.....	105
3.3.2.1. Localización.....	105
3.3.3. OBJETIVOS	108
3.3.4. METODOLOGÍA.....	108
3.3.5. RESULTADOS	116
3.3.7. RECOMENDACIONES	120
3.3.8. BIBLIOGRAFÍA	122

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Análisis FODA del departamento de Recursos Humanos.	18
Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la caña de azúcar es: (USDA, 2011)	25
Cuadro 3. Estratos de altitudinales.....	41
Cuadro 4. Principales ventajas y desventajas de la variedad CP 72-2086.	45
Cuadro 5. Descripción de tratamientos.	51
Cuadro 6. Eficiencia de paquetes/hombre/día en Región Este.	64
Cuadro 7. Eficiencia de paquetes de Región Central.....	66
.Cuadro 8. Eficiencia de Paquetes Región Oeste.	68
Cuadro 9. Análisis de varianza para el rendimiento de paquetes-hombre-día	70
Cuadro 10. Prueba de tukey tratamiento para el rendimiento de paquetes/hombre/día.....	70
Cuadro 11. Porcentaje de daño de yemas en corte de semilla región Este.	72
Cuadro 12. Porcentaje de daño de yemas en corte de semilla región Central.....	74
Cuadro 13. Porcentaje de daño de yemas en corte de semilla región Oeste.....	76
Cuadro 14. Análisis de varianza de porcentaje de daño de yemas.	78
Cuadro 15. Prueba de tukey en tratamientos para el porcentaje de daño de yemas.	79
Cuadro 16. Especificaciones tractor John Deer serie 6155.....	90
Cuadro 17. Conformación de la maquinaria del frente uno (1).....	112
Cuadro 18. Conformación de la maquinaria del frente dos (2).....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Organigrama de estructura del Ingenio Pantaleon.....	5
Figura 2. Estructura del Departamento de Recursos Humanos	6
Figura 3. Ubicación Corporación Concepción-Pantaleon.....	7
Figura 4. Raíz de la Caña de Azúcar. (Netafin, 2008).....	26
Figura 5. Tallo de la Caña de Azúcar	28
Figura 6. Partes de la hoja	30
Figura 7. Machete tipo Vizcaíno	37
Figura 8. Machete tipo Bamba Chapina	38
Figura 9. Partes generales del machete tipo vizcaíno.....	39
Figura 10. Machete Tipo “Bamba Chapina”	40
Figura 11. Aspecto de la variedad CP72-2086.....	44
Figura 12. Finca California, Lote 601	46
Figura 13. Finca El Carmen, Lote 201.....	47
Figura 14. Finca Verapaz, Lote 2601	48
Figura 15. Semilla vegetativa de caña de azúcar picada y depositada en bultos.....	52
Figura 16. Elaboración de paquetes de semilla.....	53
Figura 17. Ordenamiento de la semilla de caña de azúcar entre surco dos (2) y surco tress (3).....	54
Figura 18. Tratamiento 3, representado a cada uno de caña de azúcar: surco uno (1), surco dos (2), surco Tres (3) y surco cuatro (4).	55
Figura 19. Corte manual en el surco uno (1) y surco dos (2) de caña de azúcar con machete tipo bamba chapina.....	55
Figura 20. Picado de la semilla en el surco uno (1) y surco dos (2) de caña de azúcar con el machete tipo Vizcaíno	56
Figura 21. Corte de la semilla de caña de azúcar con el machete tipo Bamba Chapina	56
Figura 22. Picado de la semilla de caña de azúcar con machete tipo Vizcaíno.	57
Figura 23. Ordenamiento de la semilla de caña de azúcar entre surco dos (2) y surco tres (3)	57

Figura 24. Colocación de la semilla de caña de azúcar en aglomerados de 10 paquetes.....	58
Figura 25. Distribución de las sub – muestras: A) finca California, lote 601, b) Finca el Carmen, lote 201, C) Finca Verapaz, 2016.....	59
Figura 26. Eficiencia de paquetes-hombre-día corte de semilla región Este.....	65
Figura 27. Eficiencia paquetes-hombre- día en corte de semilla región Centro	67
Figura 28. Eficiencia Paquete-hombre-día en corte de semilla región Oeste.....	69
Figura 29. Machete tipo bamba chapina.	71
Figura 30. Porcentaje daño de yemas en corte de semilla región Este.....	73
Figura 31. Porcentaje de daño de yemas en corte de semilla de la región Centro	75
Figura 32. Porcentaje de daño de yemas en corte de semilla de la región Oeste.....	77
Figura 33 A. Fotografía de los tratamientos: a) tratamiento uno (1), b) tratamiento dos (2), c) tratamiento tres (3).	85
Figura 34. Ubicación de la Corporación Concepcion – Pantaleon.	89
Figura 35. Tractor John Deere serie 6155.....	90
Figura 36. Resultados de evaluaciones teóricas y prácticas.....	93
Figura 37. Prueba práctica operador de tractor.....	94
Figura 38. Mapa de Finca El Para.....	106
Figura 39. Mapa de Finca Ofelia Santa Marta.....	107
Figura 40. Lote clasificación A.....	109
Figura 41. Lote clasificación B.....	110
Figura 42. Lote clasificación C.	111
Figura 43. Lote clasificación D.	111
Figura 44. Maquinaria del frente uno (1).	113
Figura 45. Maquinaria del Frente dos (2).	114
Figura 46. Tiempo de llenado de autovolteo.	117
Figura 47. Giro de cosechadora	118
Figura 48. Descarga de autovolteo	119
Figura 49. Intervalo de Auto volteos.....	120

RESUMEN

Guatemala debido a su gran variabilidad climática ha enriquecido a la producción de diversos cultivos, entre estos se encuentra la caña de azúcar que ha sido una agroindustria que se ha convertido en una de las principales fuentes de divisas para el país, a nivel de América Latina y El Caribe,

Guatemala es el segundo productor y a nivel mundial es el cuarto país exportador, así como el tercer productor por hectárea con una producción nacional que corresponde a 270,000 hectáreas (ASAZGUA, 2016). El sector de la costa representa al 31% del valor total de las exportaciones agrícolas. De esta planta se pueden obtener productos como azúcar, energía, alcohol, melaza, entre otros.

Entre los mayores productores a nivel nacional se encuentra la Corporación Pantaleón-Concepción, además representa uno de los proveedores más importantes de caña de azúcar produciendo alrededor de 30 mil toneladas de azúcar al año, en un área de 54,000 hectáreas (que corresponde a 20 % del área nacional).

Es indispensable para la Corporación Pantaleón-Concepción analizar la situación de cada uno de sus departamentos, entre estos se encuentra el de Investigación Agrícola y Agronomía donde el recurso humano es de suma importancia debido a que, si éste se siente identificado con la institución, aumenta la productividad, el desempeño y la calidad de la misma, por lo que se realizó el diagnóstico de este recurso.

Actualmente la Corporación Pantaleón-Concepción utiliza semilla vegetativa (esquejes) producidas en 1,200 hectáreas de semilleros para la obtención de esquejes. Se utiliza un método tradicional que consiste en seleccionar los esquejes de mayor desarrollo fisiológico y cortarlos con una herramienta no especializada para ello (machete tipo vizcaíno) causando 10% de pérdidas por daño mecánico de las yemas y una reducción del 10% en la eficiencia medida en función de rendimientos expresado en paquetes/hombre/día (PHD). El problema principal de este machete es su forma totalmente recta y sin ángulo, ocasionando las perdidas anteriormente mencionadas; además, requiere de una alta demanda y eficiencia de recurso humano para obtener la cantidad de esquejes requeridos.

Por tal motivo, se evaluó la implementación de un nuevo proceso para la obtención de material reproductivo en caña de azúcar, que incluye el uso del machete tipo “bamba chapina”. Esta investigación se realizó en tres fincas con similares condiciones altitudinales finca California, finca Verapaz y finca El Carmen durante el período comprendido entre febrero a abril del 2015, utilizando el diseño experimental de bloques al azar con sub muestreo, en donde se observó que el rendimiento en cuanto al número de paquetes/hombre/día (PHD), el mejor tratamiento fue la implementación del nuevo proceso de corte de semilla implementado el mache tipo bamba chapina obteniendo una eficiencia de 21.10 % de PHD en relación al proceso tradicional de corte de semilla. Además, un menor porcentaje de daño de yemas disminuyéndolo a 57.11 % de daño mecánico en comparación al método tradicional.

Los servicios que se brindaron en el departamento de Recursos Humanos Agrícola del Ingenio Pantaleon, en el Área de Maquinaria Agrícola, específicamente a los operadores de tractores y cosecha mecanizada en la Zafra 2014-2015. Como primer servicio se realizó una evaluación diagnóstica teórica para medir el nivel de conocimientos y práctica para medir las habilidades, estas pruebas se enfocaron en un total de 148 operadores de tractores John Deere serie 6155; de los cuales únicamente el 9 % de ellos aprobó ambas evaluaciones con valores mayores a 70 puntos (criterio que considera el Ingenio Pantaleon para determinar que el operador es competente para realizar sus labores), observando deficiencias en los operarios que no pasaron las pruebas o evaluaciones: del funcionamiento del motor, capacidades del tractor, punto de lastre y accionamiento de la doble del tractor por lo que se deben de capacitar para realizar una retroalimentación del personal.

El segundo servicio fue determinar la eficiencia operacional del proceso de cosecha mecanizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*); para ello se evaluaron dos frentes de corte, obteniendo mejores resultados en el frente uno que se caracterizó por contar con cuatro cosechadoras John Deere 3520, seis tractores John Deere 6155J y 12 autovolteos para la cosecha mecanizada con un tiempo total de ocho minutos con 59 segundos en realizar el llenado del autovolteo, así como en dar el giro y la descarga.



CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS, DIVISIÓN AGRÍCOLA INGENIO PANTALEÓN SIQUINALÁ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

1.1. PRESENTACIÓN

El Ingenio Pantaleon S.A. actualmente forma parte de la agroindustria azucarera de Guatemala y es una empresa dedicada principalmente al cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.), del cual obtiene productos como azúcar, energía y alcohol, melaza, entre otros.

El Ingenio Pantaleon se encuentra ubicado en la Finca Pantaleón; Siquinalá, Escuintla, en el kilómetro 86.5 de la carretera al Pacífico; Es una de los proveedores más importantes de caña de azúcar produciendo alrededor de 30 toneladas de azúcar al año, teniendo a su cargo aproximadamente un área de 52,000 hectáreas; Dividida en ocho zonas para su fácil manejo y control.

Por tal razón está conformada por varios departamentos responsables de generar, validar y promover las prácticas en el manejo del cultivo. Debido al incremento del área cultivada con caña de azúcar y en forma relativa el crecimiento desmedido de problemas en campo, se hizo necesario para la producción, delegar diferentes actividades a los departamentos y así permitir tomar decisiones para disminuir riesgos y problemas.

Cada departamento actualmente está formado de personal profesional, técnico, administrativo y operativo que cumple con ciertas funciones y obligaciones; es por el cual hace la importancia de recopilar información con el objetivo de determinar la situación actual de cada departamento, jerarquizando cada uno de los problemas encontrados. Dentro de estos se seleccionaron a los departamentos de Investigación Agrícola y Agronomía. En el presente diagnóstico se conocerá la estructura y función de los departamentos de investigación Agrícola y de Agronomía; siendo seleccionados por su relación a nuevas prácticas en el manejo del cultivo.

Dentro del Ingenio Pantaleon existe una meta de ser una de las mejores diez empresas azucareras a nivel mundial antes del 2025. Por tal razón toma una fuerte importancia el departamento de Recursos Humanos agrícola que en sus múltiples deberes vela por la gestión de nuevos proyectos en lo que respecta al área agrícola; esto es para apoyar y llevar

a cabo una mejora continua. Por este motivo el presente documento busca presentar de forma objetiva, las ventajas y los puntos de mejora que presenta el área de Recursos Humanos Agrícola, ya que se realizó un diagnóstico comprendido entre los meses de febrero a noviembre del año 2015.

El presente diagnóstico logró determinar la importancia del funcionamiento del departamento de recursos humanos agrícola que desempeña en el ingenio Pantaleon, detectando sus deberes, acciones, estructura, como también actividades relacionadas con el personal, esto abarcando desde los puestos operativos hasta las jefaturas dentro de toda la estructura dentro del ingenio.

El recurso humano es de suma importancia en una organización. Cuando éste se siente identificado con la institución, aumenta la productividad, el desempeño y la calidad de la misma.

El proceso de dotación de personal está comprendido por las etapas de planeamiento, reclutamiento, selección, contratación e inducción. Aunque todas las etapas del proceso de dotación de personal son importantes, se debe prestar especial atención a una de ellas en específico: la inducción.

La inducción de personal es el conjunto de acciones que la organización lleva a cabo, para lograr que el nuevo empleado se sienta identificado con la organización y con la labor que va a desempeñar dentro de ella. Actualmente, el ingenio azucarero realiza la inducción al personal operativo del área agrícola al inicio de la zafra; sin embargo, se presenta el inconveniente que, en el transcurso de este período, ingresa nuevo personal al área agrícola, quienes no reciben inducción.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. Historia

El 20 de agosto de 1849, don Manuel María Herrera, adquirió la finca Pantaleón. Pantaleón se diversificó, transformándose de una hacienda ganadera, a una finca de caña y productora de panela y finalmente convirtiéndose en un ingenio azucarero. En 1883 muere don Manuel María Herrera y sus herederos fundan Herrera y Compañía. Don Carlos Herrera Luna toma a cargo la empresa, y con la venta de algunas propiedades invierte en expandir la capacidad del ingenio que se convierte en el mayor productor de azúcar de Guatemala. En el año 1973 cambia el nombre de la empresa de Herrera y Compañía Limitada a Pantaleón, Sociedad Anónima.

Como productor de azúcar el Ingenio Pantaleón retomó el liderazgo de la industria azucarera de Guatemala en 1976, convirtiéndose en el ingenio de mayor volumen de producción del área centroamericana. En 1984 asumió la administración y el control de las operaciones del Ingenio Concepción, que ocupa un importante lugar en cuanto al volumen de producción de Guatemala.

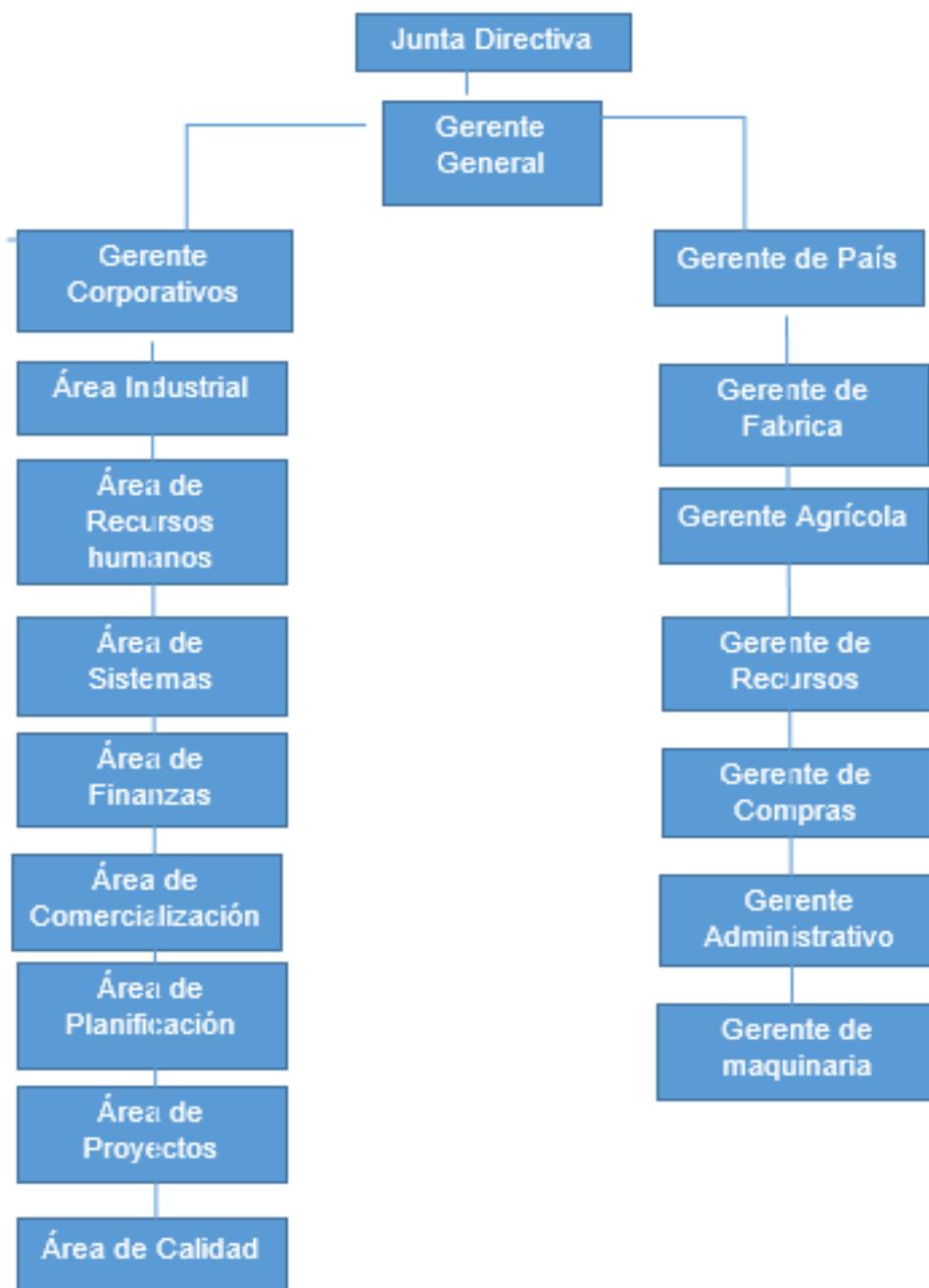
En el mes de junio de 1998, continuando con la estrategia de crecimiento y diversificación geográfica, el grupo adquirió el Ingenio Monte Rosa, localizado en la zona occidental de la República de Nicaragua. A finales del año 2000 se integran las tres empresas y deciden participar como subsidiarias de la organización conocida como “Pantaleón”.

1.2.2. Organización

Para el funcionamiento de sus actividades, la empresa está organizada de la siguiente forma figura 1.

- Junta Directiva: establece las estrategias de la organización y está conformada por los accionistas (propietarios).
- Gerencia General: establece los lineamientos y la dirección que orientan las acciones de la empresa. Es responsable de las operaciones en Guatemala y en el extranjero.
- Gerencias Corporativas: reportan a la gerencia general. Contribuyen a estandarizar las operaciones en las diferentes plantas. Esta gerencia comprende las áreas: Industrial, Agrícola, Recursos Humanos, Sistemas, Finanzas, Comercialización, Planeación, Proyectos y Calidad.
- Gerencia del país: reporta al Gerente General, dirige las acciones en Guatemala, establece lineamientos para la operación en el país y coordina a las Gerencias de línea.
- Gerencia de Fábrica: dirige el área industrial: responsable por la producción de azúcar y energía eléctrica. Existe un gerente para cada ingenio.
- Gerencia Agrícola: dirige las áreas de producción agrícola, tecnología agrícola y logística. Tiene la responsabilidad de proveer de caña de azúcar a las fábricas.
- Gerencia de Recursos Humanos: dirige las acciones relativas al desarrollo de las capacidades individuales de la organización. Se apoya en Jefes de Recursos Humanos asignados en: Área Agrícola, Fábrica y Maquinaria.
- Gerencia de Compras: responsable de adquirir todos los insumos requeridos para la operación y administración.
- Gerencia Administrativa: es responsable de los procesos contable financieros. Es quien maneja los fondos económicos para el pago al personal y a proveedores.

- Gerencia de Maquinaria: responsable por el mantenimiento de equipos, maquinaria y transporte, así como de realizar labores de mecanización agrícola.



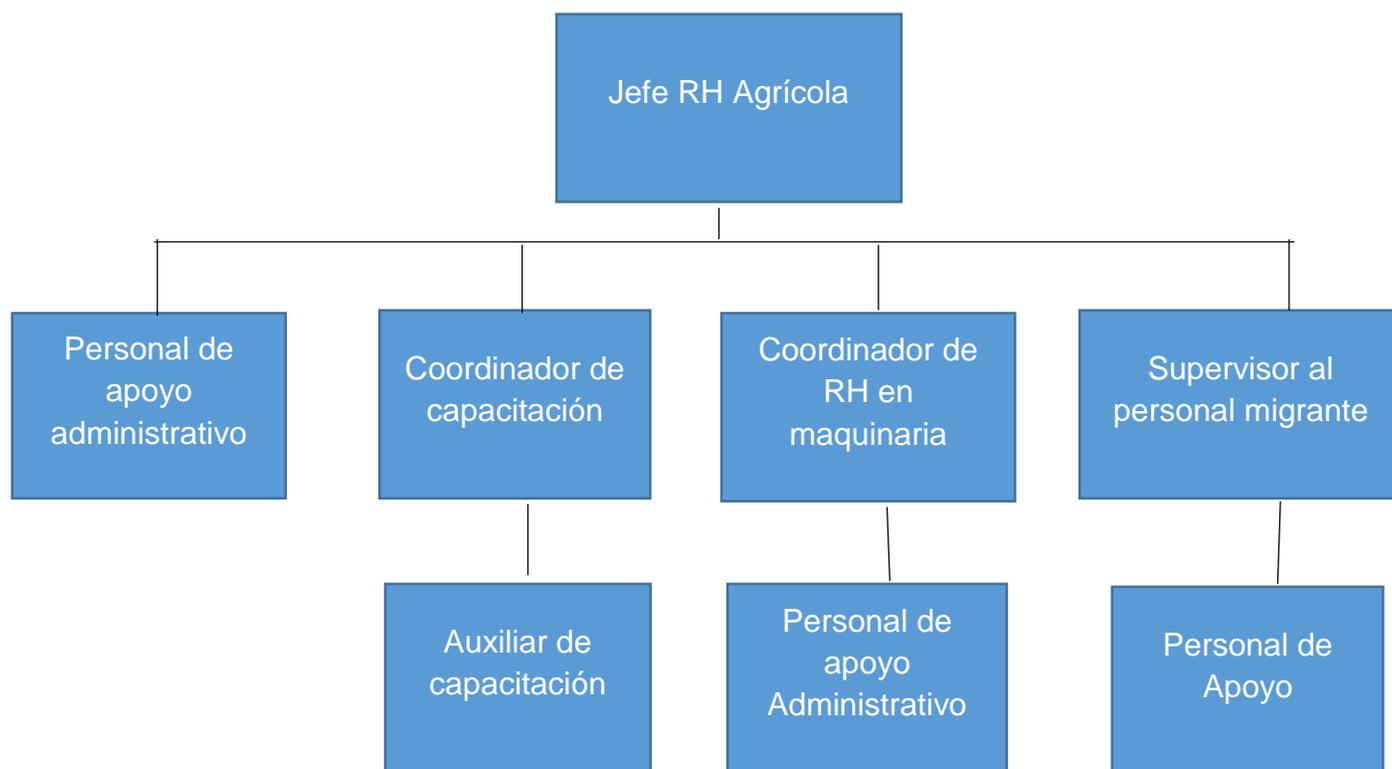
Fuente: Departamento de Recursos Humanos

Figura 1. Organigrama de estructura del Ingenio Pantaleon.

1.2.2.1. Departamento de Recursos Humanos Agrícolas

El Departamento de Recursos Humano es el encargado de dirigir las acciones relativas al desarrollo de las capacidades individuales de la organización. Se apoya en jefes de Recursos Humanos asignados en: Área Agrícola, fábrica y maquinaria figura 2.

Recursos Humanos Agrícolas realiza actividades dentro de su área como elaboración de perfiles, descriptores, referentes de puesto, contrataciones, evaluaciones para la certificación de personal por competencias laborales, logística y coordinación de temas de capacitación, con la finalidad de mantener la mejora continua dentro de cada una de las áreas.



Fuente: Departamento de Recursos Humanos

Figura 2. Estructura del Departamento de Recursos Humanos

1.3. MARCO REFERENCIAL

1.3.1. Localización de la Empresa

El Ingenio Pantaelon se encuentra ubicado en la finca Pantaleón en el kilómetro 86.5 de la carretera al pacífico, en el municipio de Siquinalá, del departamento de Escuintla. Cuenta aproximadamente con más de 42,000 hectáreas ubicadas dentro de las administraciones. El presente diagnóstico se llevó a cabo en las oficinas del departamento de recursos humanos agrícola, estas se localizan dentro de la misma finca. A 14° 19" Latitud Norte y 90° 59" Longitud Oeste, a una elevación de 420 metros sobre el nivel del mar figura 3.



Fuente: Departamento de Recursos Humanos

Figura 3. Ubicación Corporación Concepción-Pantaleon

1.3.2. Ecología

De acuerdo con la clasificación ecológica de Holdridge, 1979, la finca Pantaleón está comprendida dentro de dos zonas ecológicas bien definidas:

- Zona Tropical Húmeda
- Zona Tropical Perhúmeda

La Zona Tropical Húmeda caracterizada por una precipitación que varía entre 2,000 y 4,000 milímetros y con una biotemperatura, menor de 24 grados centígrados.

La Zona Tropical Perhúmeda caracterizada por una precipitación superior a los 4,000 milímetros y una biotemperatura menor de 24 grados centígrados.

1.3.3 Suelos

Todos los departamentos realizan sus labores en Áreas de la Corporación Pantaleón Concepción, Según Simomns, 1959, los suelos corresponden a la serie Guacalate y Siquinalá.

La serie Guacalate está desarrollada sobre un material original de ceniza volcánica, con una inclinación y drenaje interno moderado. El color es café oscuro de textura franca o franca arcillosa, el espesor aproximado es de 25 a 40 centímetros. El color del subsuelo es café y amarillento oscuro.

La serie Siquinalá está desarrollada sobre material de Toba, con relieve levemente inclinado, con drenaje rápido. Su coloración es gris oscuro y su textura franco con un espesor de 25 a 40 centímetros.

Estos suelos son muy pocos profundos y son derivados a partir de un lodo volcánico conocido técnicamente como Lahar que está zona se llama Talpetate. Este suelo tiene un pH que varía de 5 a 5.5 con fertilidad media y un alto contenido de materia orgánica.

1.3.4. Vía de acceso

El departamento se ubica dentro de la finca Pantaleón, se comunica a los municipios de Siquinalá a 4 kilómetros y a Santa Lucia Cotzumalguapa a 2 kilómetros mediante la carretera al pacífico.

Existe una red de calles empedradas, de asfalto y terracería, que funcionan para la circulación de vehículos dentro del casco de la finca.

Existen calles de terracería amplias para la comunicación vial en las fincas anexas, así como caminos y rondas para el acceso a los distintos cañales donde se realizan todas las actividades que le corresponde al departamento.

1.3.5. Condiciones Climáticas

El clima es referido a los siguientes aspectos: Cálido con temperatura promedio de 24.80 °C y su precipitación pluvial de 4,000 milímetros al año distribuidos de mayo a octubre siendo junio y septiembre los meses más lluviosos.

La humedad relativa es del 70.30% y la evaporación a la intemperie de 4.16 milímetros por día. Los vientos que por las mañanas corre en dirección Noreste y por las tardes en una dirección Suroeste. En una latitud de 14 grados 19 minutos Norte y 90 grados 59 minutos longitud Oeste, con una elevación que varía de 55 a 420 metros sobre el nivel del mar.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Conocer el funcionamiento del Departamento de Recursos Humanos Agrícola de la Corporación Pantaleón.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Realizar un análisis que indique las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) en el departamento de recursos humanos.
2. Describir las funciones que tienen cada puesto dentro del departamento de recursos humanos agrícolas.
3. Describir la función del departamento de recursos humanos agrícolas.

1.5. METODOLOGÍA

1.5.1. Fase de gabinete

Se realizará una revisión de literatura o fuentes secundarias de información (tesis, entrevistas, folletos informativos, registros de información a través de los años).

1.5.2. Fase de campo

Se realizó un reconocimiento de las aéreas destinadas para la recopilación de los datos de recursos humanos agrícolas. En las cuales se llevó a cabo de manera general una observación de las diferentes áreas que contiene el ingenio pantaleon.

También se realizó una inspección al área destinada para la realización de investigación básica a nivel de condiciones controladas, para determinar las condiciones de las mismas.

Por último, se realizó una entrevista semi estructurada por el Investigador, quien se encarga de la dirección y ejecución del departamento de recursos humanos. Con esta entrevista se recopiló información referente al funcionamiento del mismo.

1.5.3. Fase de Gabinete final

Se realizará la organización de datos para su posterior análisis, para esto se realizó un análisis que indique las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) y Finalmente se elaborará un diagnóstico.

1.6. RESULTADOS

El departamento de Recursos Humanos Agrícola se encarga de diversas actividades en sus deberes diarios, ya que es el ente que se enfoca en la mejora continua dentro del ingenio Pantaleón. Dentro de las actividades por realizar:

- 1) Gestión de nuevos proyectos en el área Agrícola dentro del Ingenio Pantaleón, como los son de siembra, fertilización, producción industrial, entre otros.
- 2) Evaluación constante del personal agrícola.
- 3) Capacitaciones constantes del personal agrícola en y el monitoreo de los proyectos
- 4) Certificación de personal conjuntamente con el INTECAP.
- 5) Reclutamiento del personal Agrícola.

1.6.1 Gestión de nuevos proyectos en el área agrícola dentro del Ingenio Pantaleon

La gestión de nuevos proyectos se realiza mediante una meta establecida en la proyección para el año siguiente. Los jefes de recursos humano junto con los jefes del área agrícola coordinan dichas investigaciones, para realizar dichas actividades en el año

Para ayudara a realizar dichos proyectos se conforma un grupo de mejora con los colaboradores esto se realiza de la siguiente manera:

1. El grupo de mejora quien realiza las reuniones para determinar, que proceso presenta deficiencia en su metodología mediante evaluaciones de rendimientos de los proyectos propuesto

2. Por consecuente se transmite la información del grupo de mejora al asesor de INTECAP, para la realización de un análisis donde se pueda determinar el tema a reforzar.
3. Esta información es trasladada al jefe del departamento para su aprobación esto con la finalidad de poder brindar los recursos necesarios.
4. Se propone a un asesor experto del tema a mejorar este debe de ser externo al ingenio Pantaleón para llevar a cabo los proyectos en el área agrícola
5. Posteriormente se ejecuta el proyecto.
6. Luego se analizan los resultados de cada proyecto propuesto, analizando los rendimientos mediante comparaciones de desempeño de eficiencias en los procesos agrícolas.
7. Por último, se analiza y se concluye sobre los beneficios que apporto el proyecto al ingenio.

1.6.2. Evaluación constante del personal operativo agrícola

La importancia de la evaluación constante del personal agrícola, enfatiza en evaluar el conocimiento teórico y práctico de sus labores diarias. Esto para poder analizar y detectar si realizan sus labores con todas las herramientas y conocimientos posibles. Esta actividad se realiza de la siguiente manera:

1. Evaluación Diagnóstico de conocimientos básicos de su labor asignada según los puestos operativos de todas las zonas agrícolas, siendo así (tractorista, operadores de riegos, operadores de cosecha, encargado de cultivo).
2. Análisis de las evaluaciones, ellos aprueban la evaluación arriba de 70 pts.

3. Recursos humanos da los resultados de las pruebas y detectando las deficiencias del personal.

1.6.3 Capacitaciones constantes del personal operativo agrícola

Las capacitaciones dentro del ingenio Pantaleón son de suma importancia ya que se cumple con el objetivo de mejorar las capacidades técnicas y conductivas de los colaboradores dentro de la empresa se realizan de la siguiente manera:

1. Posteriormente a la evaluación se determina en que área agrícola necesita apoyo y se le brindan las herramientas necesarias para un mejor desempeño dentro de su labor, brindando apoyo con las capacitaciones.
2. Se prepara la capacitación a brindar, mediante presentaciones audiovisuales, dinámicas de grupo y charlas de información teórica.
3. Se realiza una convocatoria determinando el día, fecha y lugar de la capacitación.
4. Posteriormente a la capacitación se analizan las mejoras del grupo capacitado, mediante al análisis de la eficiencia con base a los resultados obtenidos de la prueba inicial y final del tema ejecutado.

1.6.4. Descripción de puestos

1.6.4.1. Descripción del puesto de jefe de recursos humanos agrícola.

Maldonado D. 2015. Indica que es la persona encargada del departamento de recursos humanos agrícola, vela por la función de todos y así como también es el encargado de recibir las indicaciones de parte de gerencia. Sus actividades son:

1. Realizar los procesos de reclutamiento, selección y contratación en las áreas asignadas.
2. Coordinar las actividades del proceso de evaluación del desempeño que incluyen la programación, la inducción a los evaluadores
3. Diagnosticar el clima organizacional e integrar los planes de acción necesarios que permitan promover y desarrollar un ambiente laboral favorable en todo el ingenio.
4. Atender y resolver las gestiones administrativas, laborales y solucionar problemas del personal en lo que corresponde a servicios, prestaciones y relación laboral.
5. Participar y apoyar los programas enfocados al desarrollo humano del personal, por medio de programas de capacitación y entrenamiento, evaluación del desempeño, planes de carrera y sucesión, clima laboral.

1.6.4.2. Descripción del puesto de coordinación de capacitación.

Acan L. 2015. Indica que es el encargado de velar por las capacitaciones, detectando las necesidades de capacitación técnica en el personal interno de la organización (tecnología agrícola, producción agrícola y cosecha). Esto conlleva a las actividades:

1. Diseñar los planes de capacitación con base a las necesidades identificadas, del personal agrícola.
2. Preparar proyectos o perfiles de atención a las necesidades de capacitación en el área agrícola.
3. Participar en los programas enfocados al desarrollo humano del personal, por medio de programas de capacitación y entrenamiento, evaluación del desempeño, planes de carrera y sucesión, clima laboral.

4. Desarrollar el proyecto de competencias laborales en el área agrícola que permita verificar habilidades, destrezas y conocimientos en el puesto de trabajo de acuerdo a los requerimientos de la organización.

1.6.4.3. Descripción del puesto de coordinador de recursos humanos maquinaria

Dávila I. 2015. Menciona que este puesto se encarga de apoyar en el tema de recursos humanos en el área de maquinaria agrícola. Este se encarga de diferentes actividades dentro del área de maquinaria, las cuales son:

1. Llenar formulario de solicitud de certificados y cuando sea necesario realizar los mismos, así como solicitar los mismos a clínica médica.
2. Llevar un inventario de altas y bajas dadas durante el año con información completa.
3. Ingresar al sistema de RH los expedientes de nuevos trabajadores, así como los movimientos de altas y cambios del personal operativo, de Otras Áreas

1.6.4.4. Descripción del puesto de supervisor al servicio al personal migrante

Maldonado D. 2015. Indica que en esta plaza de supervisor al servicio del personal migrante dentro del departamento de recursos humanos es importante, ya que es el encargado de las personas que viajan en la temporada de zafra manual. Las actividades en el cual se desempeña son:

1. Supervisar las actividades de mantenimiento y limpieza de las instalaciones de los conjuntos habitacionales.
2. Desarrollar e implementar programas de recreación al personal de cuadrillas semanalmente durante el período de zafra.

3. Elaborar reporte semanal de estándares como raciones, sueros proporcionados al personal de corte durante la cosecha de caña de azúcar.
4. Coordinar la logística de la distribución de alimentos.

1.6.4.5. Descripción del puesto de auxiliar de capacitación

Acan L. 2015. Menciona que este puesto es el encargado de brindar ayuda directa al puesto de coordinación de capacitación, este se encarga de realizar los proyectos de las capacitaciones como también realizar actividades correspondientes a cualquier actividad de los colaboradores.

1.6.4.6. Descripción del puesto de apoyo administrativo

Dávila I. 2015. Indica que en este puesto colabora con varias actividades para el apoyo del jefe del departamento de recursos humanos. Aquí se realizan varias actividades:

1. Elaborar los contratos de trabajo al personal nuevo dentro de la institución de todo
2. Realizar el proceso de pre-reclutamiento de todo
3. Ingresar al sistema computarizado de recursos humanos, la información para tener los expedientes nuevos trabajadores, así como los movimientos de altas y cambios del personal operativo.
4. Llevar un inventario de altas y bajas dadas durante el año con información completa.

1.6.5. Análisis FODA del departamento de los recursos humanos agrícola

El análisis FODA comprendió en poder detectar tanto las fortalezas y oportunidades como también las debilidades y amenazas en cualquier circunstancia. A continuación, se muestra en análisis FODA para el Departamento de recursos Humano Agrícola cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis FODA del departamento de Recursos Humanos.

ANALISIS INTERNO		ANALISIS EXTERNO	
FORTALEZA	DEBILIDADES	OPORTUNIDAD	AMENAZAS
Excelente clima organizacional	Disponibilidad de espacio limitado	Asignación constante de nuevos proyecto	El personal es escaso para la realización de proyectos
Buena estructura de departamento de recursos humano	Disponibilidad de vehículo limitado	Diversidad de proyectos	La existencia de crisis economía a nivel nacional
La empresa cuenta con recursos humanos, materiales y financiamiento para realizar la inducción.	Los recursos humanos materiales y financiamiento no se aprovechan al 100%	Actualización de política	Que los proyectos no sean ejecutados a tiempo
Liderazgo de proyectos	La inducción de personal se realiza únicamente al inicio de la zafra	Delegación de proyecto de gerencia	Mejoramiento del proceso de inducción de personal operativo para el área agrícola

Fuente: Elaboración propia, 2015

1.7. CONCLUSIONES

1. Entre las funciones más importantes de cada uno de los puestos que conforman el departamento de recursos humanos se pueden mencionar las siguientes: el jefe del departamento es el encargado de velar por que las funciones de los demás puestos sean cumplidas y es el encargado de transmitir las instrucciones giradas por gerencia; los otros puestos son el apoyo primordial para el cumplimiento de los objetivos y metas propuestas por la junta directiva del ingenio.
2. Se analizaron los servicios y aportes que realiza el departamento de recursos humanos agrícola, entre ello se puede mencionar: la gestión de nuevos proyectos, evaluación constante del personal operativo con fines de certificación por competencias laborales, elaboración de descriptores, perfiles, referentes de puestos, capacitaciones y contratación de personal.
3. Se determinó que los principales problemas dentro del departamento de recursos humanos agrícolas fueron los siguientes: disponibilidad limitada del espacio físico, disponibilidad reducida de equipo de cómputo, escritorios y sillas; disponibilidad limitada de vehículo para salir a campo a ejecutar evaluaciones con fines de certificación por competencias labores y falta de aire acondicionado; estos problemas se priorizaron según el orden mencionado.

1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Acan, L. 2015. Descripción de puestos coordinación y auxiliar de capacitación del departamento de recursos humanos agrícolas. Siquinalá, Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleon. s.p.
2. Dávila, I. 2015. Descripción de puestos coordinación y personal de apoyo administrativo del departamento de recursos humanos agrícolas. Siquinalá, Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleon. s. p.
3. Maldonado, D. 2015. Descripción de puestos jefe recursos humanos agrícola y personal de apoyo administrativo del departamento de recursos humanos agrícolas. Siquinalá, Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleon. s.p.

..



2.1. INTRODUCCIÓN

La obtención del material reproductivo en todo proceso producto agrícola, es una actividad muy importante, que requiere de atención especializada para obtener mayores producciones, mejor resistencia a plagas y enfermedades y reducción de costos. En el caso específico del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp*), las plantas se reproducen comercialmente por esquejes, que son secciones del tallo que contienen yemas laterales, las que deben poseer un tamaño uniforme (entre 55 cm -65 cm de largo); estar libres de plagas y enfermedades, como la chiche salivoso (*Aeneolamia sp*) y muerdo rojo o pudrición roja (*Physalosporatu cumanensis*), con yemas sanas, funcionales y con buen desarrollo fisiológico (Buenaventura, 1990).

Actualmente la corporación Pantaleón-Concepción cuenta con 54,000 ha plantadas con caña de azúcar, las cuales son abastecidas de semilla vegetativa (esquejes) producida en 1200 ha de semilleros a cargo del departamento de Agronomía. Esta semilla procede de variedades introducidas y nacionales tales como Mex79-431, CP72-2086, CP88-1165, CG98-78, RB73-2577 y PGM89-968, utilizadas para varios ciclos (4 y 5 cortes), y de acuerdo a su maduración natural la cual puede ser temprana, intermedia o tardía.

En la corporación Pantaleón-Concepción para la obtención de esquejes se utiliza un método convencional o tradicional el cual consiste en seleccionar los esquejes de mayor desarrollo fisiológico, y cortarlos con una herramienta no especializada para ello (machete tipo vizcaíno) lo que causa un aproximadamente el 10 % de pérdidas por daño mecánico de las yemas y una reducción del 10% en la eficiencia medida en función de rendimientos expresado en paquetes/hombre/día (PHD).

El problema principal del machete tipo vizcaíno en su forma totalmente recta y sin ángulo, lo que da como resultado la pérdida de yemas por el corte heterogéneo de los tallos de la macolla.

Además, por ser una labor estrictamente manual, se requiere de una alta demanda y eficiencia de recurso humano para obtener la cantidad de esquejes requeridos. De acuerdo con los criterios de la empresa específicamente del Departamento de Recursos Humanos,

esto repercute en un 30 % de inversión económica para esta actividad. Por tal razón, este proceso es de importancia, ya que en la actualidad el precio en el mercado mundial de la azúcar es fluctuante, y es necesario eficientarlo.

Por tal motivo, se evalúa la implementación de un nuevo proceso para la obtención de material reproductivo en caña de azúcar, que incluye el uso del machete tipo “bamba chapina”. La investigación se realizó en tres fincas con similares condiciones altitudinales o también llamados frentes de corte ubicados en la parte Este de la finca California, Taxisco en el departamento de Santa Rosa, Oeste de la finca Verapaz en el Departamento de Escuintla Municipio de Siquinalá y región Centro de la finca El Carmen en el Departamento de Escuintla en el Municipio de Tiquisate, la investigación fue realizada durante el período comprendido febrero a abril del 2015, utilizando el diseño experimental de bloques al azar con sub muestreo. Las variables de respuestas medidas fueron: porcentaje de daño de yemas, eficiencia de paquetes por hombre/día. (Eficiencia en corte, daño realizando paquetes por eficiencia).

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. Origen de la caña de azúcar

Mientras que los orígenes de la agricultura se remontan a unos 9,000 años, el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) no es tan antiguo. En la literatura hindú, el registro más antiguo data de hace aproximadamente 3,000 años, y la obtención de azúcar crudo se desarrolló alrededor del año 400 a. de C. La literatura China tiene registros de la caña de azúcar que se remontan a 475 a. de J.C. El cultivo de la caña de azúcar se extendió muy lentamente, y llegó a Persia alrededor del año 500 d. de C. La Guerra Santa del Islam hizo que los árabes conocieran la caña de azúcar, y establecieron plantaciones y construyeron molinos de piedra, Flores, (1976).

La caña de azúcar es una gramínea originaria del Sureste Asiático. En algunos países de Asia, tales como China, antes de la era cristiana se usaban para el pago de tributos y contribuciones. Llegó a Europa 300 años antes de Cristo, gracias a Alejandro el grande, estableciéndose su cultivo hasta el siglo VI de nuestra era, Solórzano, (1998).

Cuando los árabes introdujeron la caña de azúcar en Egipto alrededor de 710 de C. después de derrotar a los egipcios; estos, un pueblo experto en la agricultura y la química, desarrollaron la clarificación, cristalización y refinación. La caña de azúcar se extendió entonces hacia el Oeste a través del Norte de África hasta Marruecos, y atravesando el Mediterráneo hasta Rodas, el Sur de España (755 d. C.) y Sicilia (950 d. C.). La ruta hacia el Oeste continuó y la caña de azúcar llegó a Madeira (1420) y las Islas Canarias, desde donde Colón la llevó hasta el Nuevo Mundo en 1493 (Chen 1991). Según Flores (1976), se le atribuye a Pedro De Alvarado la introducción de la caña de azúcar a Guatemala.

Flores (1976) y Saravia (1990), indican que Guatemala no podía quedar al margen en las pruebas de los nuevos cultivos, y es de esa manera como en San Jerónimo, Baja Verapaz, se establecieron los primeros trapiches donde se producía panela, posteriormente se extendieron con la producción de la caña de azúcar a la Costa Sur, 3 desde Antigua hasta Escuintla y Santa Rosa, donde todavía existen ruinas de las construcciones que predominaron durante la dominación española, alcanzando la explotación un incremento considerable en el año 1930, siendo a la fecha la agroindustria azucarera, una de las fuentes de producción más importantes de Guatemala (Solórzano, 1998).

La región cañera de Guatemala se localiza en la llanura costera del Océano Pacífico en las coordenadas 13° 52' 50"- 14° 33' 1.8" Latitud Norte y 90° 36' 46"- 91° 37' 59" Longitud Oeste y está comprendida en áreas con alturas que van desde el nivel del mar hasta los 800 metros sobre el nivel del mar (m snm) (CENGICAÑA, 2010).

2.2.2. Clasificación taxonómica de la caña de azúcar

Según Orozco, (2004) Es una gramínea gigante, perenne, con la característica de ser una de las mejores plantas captadoras de energía y transformadora de carbohidratos en azúcares; se ubica dentro del género *Saccharum* y está asignada a la especie *Saccharum officinarum*, cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la caña de azúcar es: (USDA, 2011)

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Superdivision	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Género	<i>Saccharum L</i>
Especies	<i>Saccharum officinarum L.</i>

Fuente: USDA, 2011.

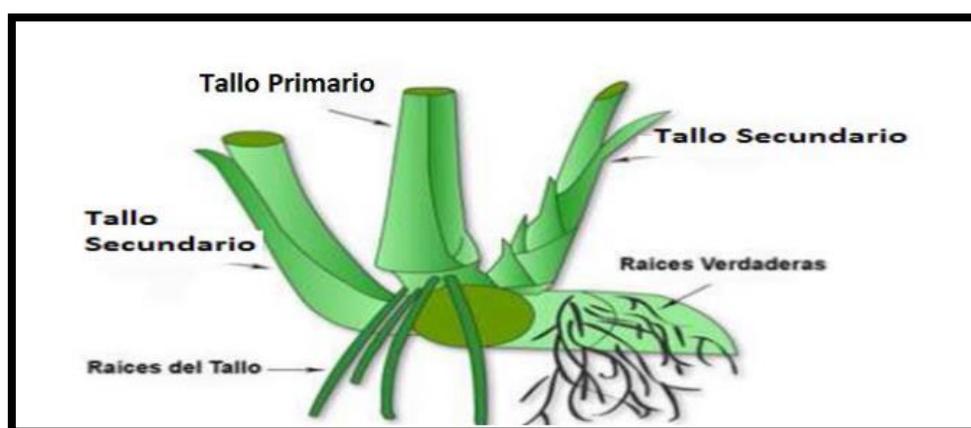
2.2.3. Morfología de la caña de azúcar

2.2.3.1. La raíz

La función principal de la raíz es absorber agua y nutrientes del suelo, proporcionar anclaje y almacenar materiales de reserva. Hay dos tipos de raíz:

La raíz primaria que está ubicada en el embrión, cuando las plantas provienen de semillas; y las raíces adventicias que se originan en el tallo, en la banda de raíces (zona cerca del entrenudo), las raíces permanentes, éstas son emitidas por la macolla y la cantidad de tiempo que dure un cañal depende de la variedad, tipo de suelo y humedad (Chávez, 1990).

Las primeras raíces en formarse son las de esqueje, que emergen como una banda de primordios radiculares sobre la cicatriz foliar de los nudos del esqueje. Las raíces de esqueje pueden emerger después de 24 horas de la plantación, aunque pueden ocurrir diferencias en la emergencia de las raíces entre variedades. Las raíces de esqueje son finas y muy ramificadas, y sustentan a la planta en crecimiento durante las primeras semanas después de la germinación. La variación genotípica de los sistemas radiculares de la caña de azúcar está bien documentada y las variedades que producen muchos retoños normalmente producen muchas raíces, porque cada nuevo retoño es una fuente de nuevas raíces de tallo figura 4, Orozco, (2004).



Fuente: Orozco, 2004.

Figura 4. Raíz de la Caña de Azúcar. (Netafin, 2008)

2.2.3.2. Tallo

El nudo es la parte por la cual la hoja se conecta al tallo y donde están las yemas y los primordios radiculares. En el nudo se observa una cicatriz foliar en el punto donde cayó la hoja. La longitud y el diámetro de los entrenudos varían considerablemente entre los diferentes cultivares y condiciones de cultivo. Los colores del tallo en la región de los entrenudos dependen de la variedad de caña en cuestión y de las condiciones ambientales figura 5, Amaya, (1996).

La exposición de los entrenudos al sol puede causar un cambio total del color. La misma variedad cultivada en diferentes climas puede mostrar distintos colores. Todos los colores del tallo se derivan de dos pigmentos principales: el rojo, proveniente de la antocianina y el verde, de la clorofila, (Amaya, (1996).

La relación entre la concentración de estos dos pigmentos produce tonos que van desde el verde al rojo violeta, rojo oscuro, casi negro. Los tallos amarillos indican una carencia relativa de estos pigmentos. Con excepción del anillo de crecimiento, la superficie del entrenudo está más o menos cubierta con cera. La cantidad de cera depende de la variedad Amaya, (1996).

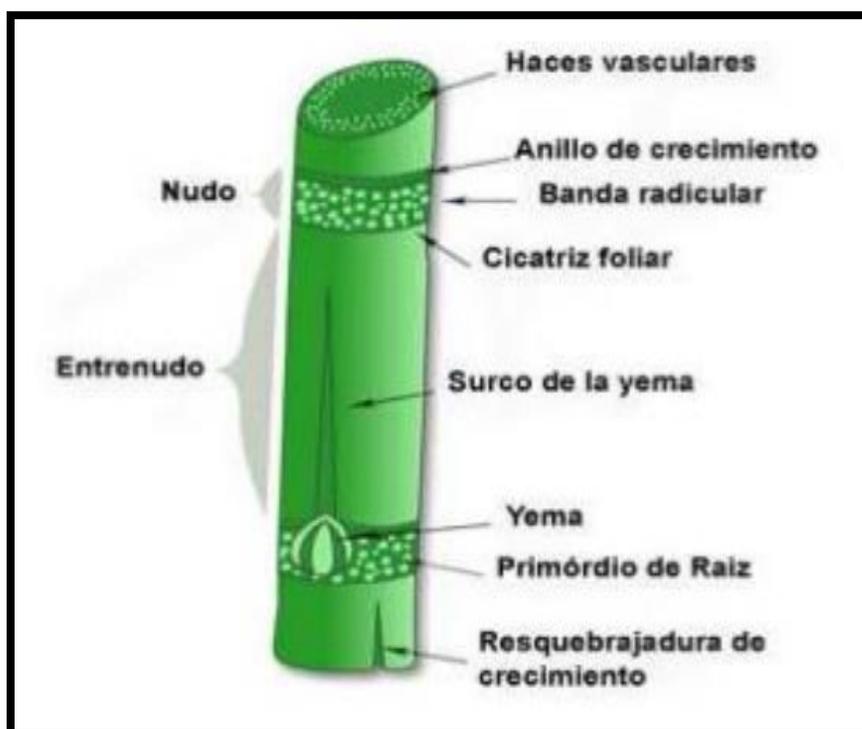
El ápice del tallo tiene un contenido relativamente bajo de sacarosa y por lo tanto, es de poco valor para la molienda. Sin embargo, el tercio superior de la planta tiene muchas yemas y recibe un buen suministro de nutrientes, que lo convierten en un material muy apreciado como semilla de caña para la plantación, Chávez (1990).

Los tubos del xilema conducen el agua y sus minerales disueltos en un flujo ascendente desde las raíces, mientras que el tejido conductor del floema transporta los nutrientes y productos sintetizados por la planta en un flujo descendente hacia las raíces (Dávila, et al, 1995).

El tallo también es conocido como “caña triturable”, constituye la parte de valor económico en la caña de azúcar, debido a que, en él, se almacenan los azúcares; son cilíndricos, más o menos erectos, de longitud y color variable. La caña forma cepas constituidas por: tallos primarios, si se originan de una yema de la semilla vegetativa, original, secundarios, se originan de una yema del tallo primario y terciario si se originan de una yema del tallo secundario, esto se puede observar en la figura 5 (Orozco, 2004).

Determinaron que, para la zona cañera de Guatemala, la primera etapa de desarrollo ocurre de 0 a 3 meses de edad del cultivo, caracterizándose por un aumento notable en el número de tallos de hasta 120,000 plantas/ha y un ritmo de crecimiento lento de 0.25 a 0.50 cm/día. La segunda etapa de desarrollo inicia a los tres meses, cuando la tasa de crecimiento aumenta hasta 2.5 10 cm/día, acompañada de una reducción drástica en la población por competencia (Juárez y Muñoz 1998).

La última fase, dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas, se da entre los 7 y 8 meses caracterizándose por la acumulación de azúcares en los tallos y puede estar manifestada por la inducción de floración.



Fuente: Orozco, 2004.

Figura 5. Tallo de la Caña de Azúcar

2.2.3.3. La hoja

La hoja es un órgano especializado cuya principal función es la de llevar a cabo la fotosíntesis, que es el proceso mediante el cual los cloroplastos convierten la energía lumínica en energía química. Las hojas también realizan los procesos de respiración celular, transpiración e intercambio gaseoso. El proceso inverso, conocido como respiración, es el gasto de la energía almacenada, que la planta utiliza para llevar a cabo diferentes procesos metabólicos, Subiros, (1995).

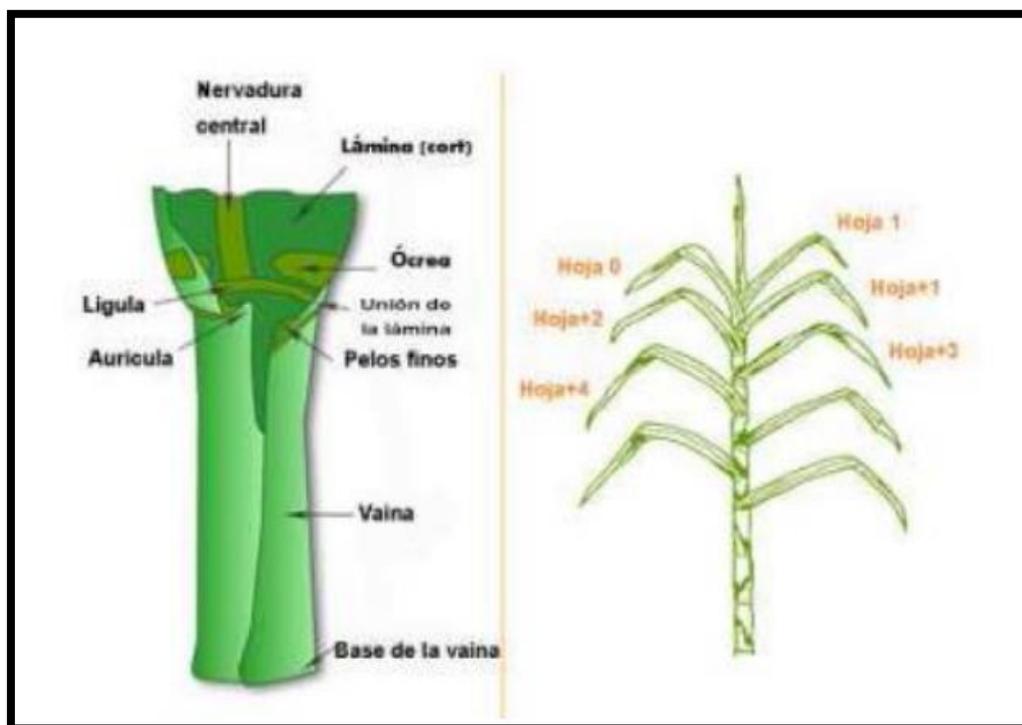
Su disposición en la planta difiere con las variedades, siendo las más comunes la péndulosa y erecta. La disposición de la lámina no determina los rendimientos en sacarosa ni la producción de caña; por lo tanto, es posible encontrar variedades con altos o bajos rendimientos que tienen distintas formas de disposición de las hojas en cualquier densidad de siembra. La lámina foliar tiene una nervadura central que la recorre en toda su longitud, y paralela a ella se encuentran las nervaduras secundarias. Los bordes presentan prominencias continuas en forma aserrada, cuyo número y 11 longitud cambian con las variedades. La hoja es la parte de la planta en donde ocurre la transformación del agua, el CO₂ y los nutrimentos en carbohidratos, en presencia de la luz solar (Dávila, et al. 1995).

Las funciones principales de la hoja son: la fotosíntesis y la translocación de nutrimentos, la respiración y la transpiración, cada uno de estos procesos implica un intercambio de gases entre el interior y el exterior de la planta, que es controlado por las estomas. Las partes más importantes de la hoja son la epidermis, los haces vasculares, el tejido fotosintético y el parénquima (Dávila, et al. 1995).

Es un órgano especializado cuya función principal es realizar la fotosíntesis, proceso mediante el cual los cloroplastos convierten la energía lumínica en energía química, en la transpiración y en el intercambio gaseoso. El proceso de respiración es el gasto de la energía almacenada, que la planta utiliza para realizar diferentes procesos metabólicos

La hoja de la caña de azúcar está formada por dos partes: la vaina y el limbo, separadas por la articulación de unión del limbo. El limbo o lámina, como su nombre indica, cubre completamente el tallo, extendiéndose casi por toda la vaina. Las hojas generalmente están dispuestas en forma alternada a lo largo de los nudos, formando así dos flancos en lados opuestos figura 6 (Subiros, 1995; Orozco y Soto, 1996).

En su parte superior una planta madura de caña de azúcar tiene una superficie foliar cercana a 0.5 m² y el número de hojas verdes por tallo es alrededor de 10, dependiendo de la variedad y de las condiciones de cultivo (Netafin, 2008).



Fuente: Netafin, 2008.

Figura 6. Partes de la hoja

2.2.3.4. La inflorescencia

La inflorescencia de la caña de azúcar, o bohordo floral, también es conocida como “flecha”. Por lo tanto, a la floración también se le conoce como “flechadura”. Cada flecha está formada por varios miles de pequeñas flores, cada una capaz de producir una semilla. Las semillas son extremadamente pequeñas, habiendo alrededor de 250 semillas por gramo o 113,500 por libra, Chávez (1990).

Cuando la planta de caña de azúcar alcanza un estado de relativa madurez en su desarrollo, el ápice de crecimiento puede, bajo ciertas condiciones de fotoperiodo y humedad del suelo, pasar del estado vegetativo al reproductivo. Esto significa que el ápice de crecimiento deja de formar primordios foliares y comienza a formar la inflorescencia, Chávez (1990).

Subiros (1995), determina que cuando se presenta una serie de condiciones fisiológicas (edad, nutrición) y ambientales (fotoperiodo, temperatura, humedad), se producen cambios

a nivel del meristemo; así se modifica el patrón de crecimiento vegetativo (producción de tallos y hojas) y reproductivo (inflorescencia). La formación de nuevo tejido vegetativo se paraliza, pero el alargamiento de los últimos entrenudos continúa. Luego aparece un tipo especial de hoja (hoja bandera), cuyas láminas son angostas y alargadas, lo que indica que la inflorescencia pronto emergerá. La inflorescencia es una panícula abierta, cuya forma, color, tamaño y ramificación depende de la variedad. Está formada por un eje o raquis principal que a su vez se divide en ejes secundarios y terciarios, Orozco, (2004).

En los ejes se ubican las espiguillas en pares, unidas por un pedicelo con una sola flor. Las flores son hermafroditas, a veces auto estériles. La inflorescencia es una panícula sedosa, posee flores hermafroditas. El proceso de floración es altamente sensitivo al ambiente Orozco, (2004).

Generalmente, un largo de día de 12.5 horas y temperaturas nocturnas de 20 °C a 25 °C desencadenarán la inducción floral. Condiciones óptimas de crecimiento durante la fase vegetativa (suelo fértil, aporte abundante de nitrógeno y agua) limitan la floración, en cuanto la ocurrencia de condiciones de estrés induce la formación de flores, Chávez, (1990).

2.2.4. Requerimientos climáticos

2.2.4.1. Temperatura

Indica que la temperatura óptima para la germinación de las yemas y el desarrollo del cultivo, se ubica entre los 27 °C y 33 °C, a valores de 20 °C el crecimiento disminuye notoriamente y si la temperatura disminuye más, el crecimiento prácticamente se paraliza. Cuando la temperatura es mayor a los 35 °C aumenta la respiración y disminuye la tasa fotosintética, lo que ocasiona una reducción en el crecimiento y, por lo tanto, una menor acumulación de materia seca. La temperatura afecta otros procesos como la floración. En zonas más calientes la floración es mucho mayor, Subiros (1995).

2.2.4.2. Precipitación

El suministro de agua es necesario durante todo el periodo de crecimiento. En promedio se requieren de 1200 mm a 1500 mm anuales, distribuidos de la mejor forma posible durante el periodo vegetativo. La demanda aumenta en relación con el crecimiento de la planta, debido a que la transpiración se incrementa, Subiros (1995).

2.2.4.3. Radiación

Menciona que la radiación solar es la principal fuente de energía de las plantas. La caña de azúcar pertenece al grupo de las plantas que posee un sistema fotosintético C4, capaz de fijar CO₂ de manera más eficiente. Cuanta mayor radiación exista, mayor será la eficiencia fotosintética, aspecto muy relacionado con la producción y acumulación de carbohidratos Subiros (1995).

2.2.4.4. Requerimientos edáficos

Determina que la caña de azúcar se cultiva con éxito en la mayoría de suelos, estos deben contener materia orgánica y presentar buen drenaje, tanto externo como interno y pH que oscile entre 5.5 a 7.8 para su óptimo desarrollo (Torres 1996).

2.2.5. Definición de semillero de caña de azúcar

La semilla o esqueje de caña de azúcar el material vegetativo de siembra, constituye un factor importante en el proceso productivo debido a que la cantidad de yemas viables presentes en el esqueje, por metro lineal sembradas puede influir directamente en la densidad poblacional, debe tener entre 7 y 9 meses de edad, generalmente se propaga en porciones de 60 cm de longitud (Buenaventura, 1990).

Existen otros sistemas de propagación como el de yemas pregerminadas o plántulas, cuyos métodos radican en la propagación bajo condiciones controladas (invernaderos).

Hay tres tipos de semilleros básicos, semi-comercial y comerciales cada uno de ellos se diferencia en la cantidad de material vegetativo a reproducir según el objetivo para lo que se les requiera (investigación, renovación de plantaciones que ya cumplieron sus 4 o 5 años de producción).

El Ingenio Pantaleón obtiene la semilla vegetativa de caña de azúcar mediante el corte de esquejes en paquetes de 30 unidades los cuales son destinados para la siembra. Es necesario que el esqueje presente una longitud promedio de 55 cm a 65 cm, con un número de 3-4 yemas por esqueje, para garantizar un buen brote, González (2015).

2.2.5.1. Dominancia apical en la semilla de caña de azúcar

El cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) presenta en el tallo nudos, entrenudo y yemas como mecanismo de propagación vegetativa. Para realizar una buena propagación vegetativa se cortan los tallos con longitudes de hasta 65 cm abarcando entre 3 y 4 yemas que serán utilizadas para la siembra.

En el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) existe un fenómeno natural llamado dominancia apical, que causa un bajo brote en campo, esto se debe a la hormona de crecimiento llamada auxina. Esta auxina es producida en el meristemo apical del tallo y se difunde hacia las otras yemas, reduciendo la concentración de auxinas en las yemas auxiliares dando como resultado un bajo o nulo brote (Buenaventura, 1990).

2.2.6. Aspectos generales de semilleros

2.2.6.1. Tipos de semillero

En el cultivo de caña la propagación se realiza por medio de semilla vegetativa. La razón por la cual se realiza esta reproducción, es porque se obtiene una nueva planta exactamente igual a la de su progenitor. Lo que permite mantener la producción y facilitar el manejo agronómico.

Dentro de la corporación Pantaleón - Concepción se cuenta con 1,200 ha para proveer semilla dentro de la empresa. Para poder contar con la disposición de semilla certificada y con la calidad requerida para óptimas producciones a futuro, se han realizado procesos en el cual la semilla ha sido estudiada, analizada y aprobada. La semilla tiene que pasar por tres procesos importantes para poder optar a realizar la siembra directa para su producción en las próximas cosechas (Calderón ,1995).

a. Semillero básico

Este semillero consta de la primera siembra de una variedad en campo, material que proviene del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña (CENGICAÑA). El semillero básico tiene que presentar condiciones específicas para realizar este proceso, ya que es de mucha importancia verificar el estado de la semilla, garantía de pureza genética de la variedad, buen manejo agronómico y calidad fisiológica de la semilla fenológicamente esta lista para ser cortada después de un periodo de tiempo entre 6 y 8 meses.

Otra actividad para la adquisición de la semilla es verificar del estado y calidad sanitaria de los semilleros, raquitismo de la caña (*Leifsonia xily sub xily*), escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans*), Ovalle y García (2006).

Previo a la siembra de la semilla esta debe de recibir un tratamiento térmico, que permite eliminar la presencia de patógenos que puedan producir una infección sistémica, Ovalle, (2010).

b. Semillero semi-comercial

El semillero semi-comercial consta de la siembra del lote que proviene del semillero Básico. El área de este lote, en general, es 10 veces mayor al respecto del semillero básico. En este lote también se requiere que cumpla los requisitos de calidad genética, sanitaria y constando de estar libre de enfermedades y plagas, Tarenti (2004).

c. Semillero comercial

El semillero comercial consta de realizar la siembra de la semilla vegetativa proveniente del lote de semi-comercial. Este semillero comercial el 10 veces mayor al semillero semi-comercial. Este semillero ya no se utiliza el tratamiento hidrotérmico hacia la semilla. El propósito de este semillero es brindar la semilla calculada hacia los lotes para una siembra netamente comercial. Por ser el último paso, se requiere de un buen corte de semilla, ya que de este dependerá la disposición de yemas para la siembra comercial para su producción a futuro (Calderón 1995).

d. Tratamiento hidrotérmico de la semilla

El tratamiento hidrotérmico trata básicamente en la inmersión de la semilla vegetativa en agua caliente a una temperatura de aproximadamente 51 °C por alrededor de 60 min, seguido por un reposo fuera del agua durante aproximadamente de 8 a 12 horas, para posteriormente finalizar el procedimiento, se realiza otra vez la inmersión en agua caliente a la misma temperatura de la primera vez. Esto con el objetivo de eliminar o disminuir la cantidad de células de el Raquitismo de las socas (*Leifsonia xyli xyli*) y Escaldadura foliar

(*Xanthomona albilineans*), hasta niveles no detectables por la prueba de serología “dotblotimmun oassay”, Ovalle *et al*, (2006).

2.2.7. Siembra comercial

El cultivo comercial de la caña de azúcar se caracteriza por producir varios años, a partir de una siembra. Esta situación hace importante considerar varios factores que intervienen en la fase inicial del cultivo, de los cuales dependerá un buen desarrollo y la obtención de una buena cosecha. Por ello es necesario considerar, además de la preparación del suelo y los semilleros, la siembra de la caña de azúcar.

La siembra incluye la obtención de la semilla de los semilleros, la fertilización, la distribución de la semilla en el surco, el tapado o cubrimiento de la semil con suelo, la aplicación de riego de germinación y la evaluación de la población (brotes) en la fase inicial (Subiros y Bakker, 1999).

2.2.8. Herramientas de trabajo utilizado en el corte de caña de azúcar

2.2.8.1. Origen del mache tipo Vizcaíno

La hoja de este machete es angosta en la empuñadura y se ensancha conforme se aproxima a la punta, la cual se forma con una curvatura del filo en dirección del lomo, mientras este último presente una leve curvatura en todo su recorrido. Suelo encontrarse en diferentes medidas, desde las 12 in a las 26 in de longitud, figura 7.

De todos los maches en Guatemala, es el más común y difundido para cualquier labor agrícola. Pensar en un machete es dibujar en la mente un vizcaíno. Llama la atención que es a este tipo al que suele vérselo en vainas ceñidas a la cintura de muchas personas. Su uso es el más general aplicado a la poda de vegetación baja o poco tupida, el corte de las ramas delgadas, recorte de césped. En la región Axil y municipios aledaños es conocido

como collín. Aunque no fue posible obtener la razón de este nombre, se presume que puede derivar de la desaparecida marca Collins, Hernández (2012).



Fuente: Hernández, 2012.

Figura 7. Machete tipo Vizcaíno

2.2.8.2. Origen del machete bamba chapina

El machete tipo bamba chapina su nombre se deriva de Bamba: Dinero o sea mayor eficiencia por parte del cortador y Chapina: Diseñada por un Chapín.

La implementación del machete tipo bamba chapina comenzó a dar inicio tras observar que la eficiencia del corte de caña de azúcar no era bueno y al implementar este machete aumentaba la eficiencia del momento de cortar semilla de caña de azúcar, en calidad de corte, daño de yemas y el bajo rendimiento hombre día, pero el uso de la bamba Chapina no es solo el uso de la herramienta si no conlleva un proceso de orden y distribución adecuada del esqueje ya cortado lo que da como consecuencia un menor daño físico de la misma producto de la disminución de tiempos y movimientos, Menegazzo (2015).

El proyecto de corte de semilla ya usando la Bamba Chapina, así como su respectiva metodología inicio en el Ingenio la Grecia Cholteca, Honduras, del Grupo Pantaleón en el año 2013 y de allí se ha expandido a todos los ingenios del grupo Pantaleon así como otros ingenios de la región que no pertenecen al grupo. Su aceptación ha sido tal que ya se está

usando para el sistema de corte manual en Verde en otros ingenios ajenos al grupo figura 8.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Figura 8. Machete tipo Bamba Chapina

2.2.8.3. Descripción de herramienta utilizada

Las herramientas de trabajo provienen de las armas blancas utilizadas en las guerras en Europa. Con el paso del tiempo evolucionó como herramientas utilizada para realizar trabajos de campo. Con este dio paso a la nueva herramienta que ayudaría al ser humano desempeñarse con mejor eficiencia a lo largo de la historia (Hernández, 2014).

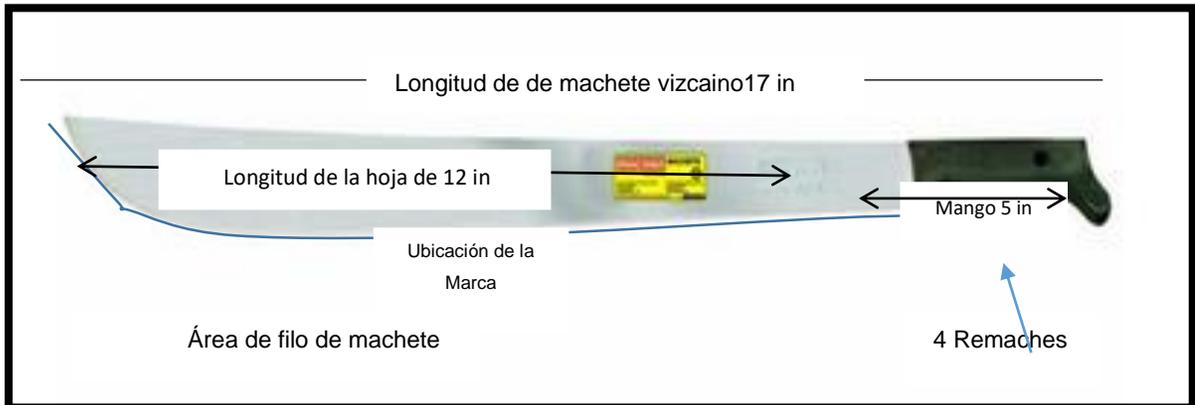
A continuación, se describirán los 2 tipos de machetes para el corte de caña de azúcar.

a) Machete tipo vizcaíno.

El machete tipo vizcaíno tiene un promedio mide 12 in de largo y pesa 0.5 kg, la hoja es angosta en la empuñadura y se ensancha conforme se aproxima a la punta, la cual forma una curvatura de filo en dirección a la base superior del mismo mientras este último presenta una leve curvatura en todo su recorrido, figura 9, siendo este fabricado en el Salvador y Guatemala (Hernández, 2014).

Partes de machete tipo vizcaíno

1. Longitud de la hoja de 12 in
2. Lomo de la hoja 5 in
3. Ubicación de la marca
4. contiene 4 Remaches
5. área de filo de machete



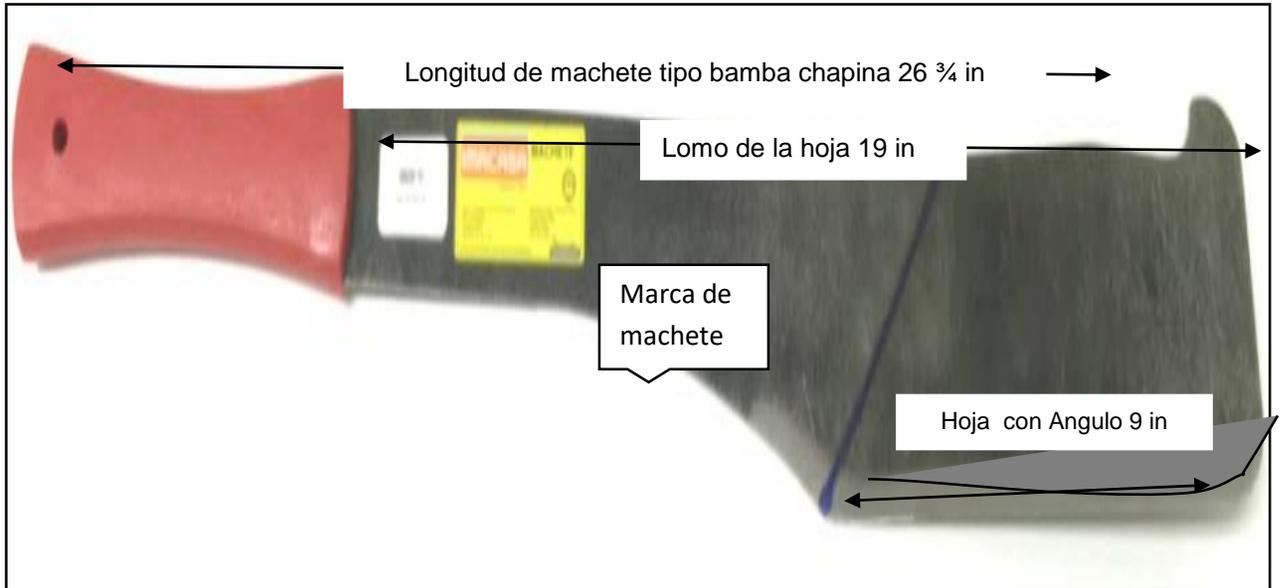
Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 9. Partes generales del machete tipo vizcaíno

b) Descripción del Machete tipo Bamba Chapina

La hoja de esta herramienta es de 50.8 cm longitud, con ligera depresión de su ángulo de 169° al final, peso de 0.54 kg, este peso se encuentra concentrado en la parte baja para reducir el esfuerzo físico en su utilización, por el ángulo que presenta los rendimientos en el corte de un material vegetativo como la caña de azúcar puede incrementarse desde 10% a 15 % según las condiciones ambientales y topográficas de la finca Figura 10.

1. Longitud de machete tipo bamba chapina $26 \frac{3}{4}$ in
2. Longitud de la hoja con ángulo 9 in
3. Lomo de la hoja 19 in
4. Ubicación de la marca
5. área de filo de machete



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 10. Machete Tipo "Bamba Chapina"

2.3. Marco Referencial

2.3.1. Localización de la empresa

La investigación se realizó en la corporación Pantaleon, con en la sede finca Pantaleon, en el km 86.5 de la carretera al Pacífico, en el municipio de Siquinalá, del departamento de Escuintla. Cuenta con una extensión territorial de aproximadamente 54,000 ha divididas en administraciones, las cuales están delimitadas en cuatro estratos altitudinales cuadro 3.

La corporación Pantaleon está formada por fincas tanto propias como en arrendamiento, esto representado por tres zonas: Oeste, Centro y Este. El presente proyecto se realizó en diferentes ubicaciones dentro del Ingenio Pantaleón, realizando muestras en daños mecánicos y rendimientos en la realización de paquetes de semilla. Estas muestras abarcaron representativamente las tres zonas

Cuadro 3. Estratos de altitudinales.

Estrato	Metros sobre el nivel del mar (m snm)
Estrato alto	mayor de 300
Estrato medio	100 a 299
Estrato bajo	menor de 99
Estrato litoral	de 0 a 50

Fuente: Elaboración propia, 2016.

La corporación Pantaleon está formada por fincas tanto propias como en arrendamiento, esto representado por tres zonas: Oeste, Centro y Este. El presente proyecto se realizó en diferentes ubicaciones dentro del Ingenio Pantaleón, realizando muestras en daños mecánicos y rendimientos en la realización de paquetes de semilla. Estas muestras abarcaron representativamente las tres zonas.

Para la obtención de la información del proyecto se realizaron los muestreos en los grupos de corte (frentes). Estos frentes son principalmente los que hacen referencia a la finca y su ubicación como también a las secciones o bloque se caña lista para para poderlos cosechar, mismos que representan a cada zona.

2.3.2. Variedad de caña de azúcar CP 72-2086

2.3.2.1. Origen

La variedad CP72-2086 fue seleccionada de una progenie proveniente del cruce entre CP62-374 x CP63-588 realizado en 1967. La variedad CP72-2086 fue desarrollada a través de la investigación cooperativa entre la USDA-ARS, la Universidad de Florida y la Liga de Cañicultores de Florida y fue liberada a la industria azucarera en 1982. CP es el lugar de origen Canal Point (Florida), 72 es el año en que fue seleccionada y 2086 el número de correlativo de selección de la variedad, Solares (2011).

Esta variedad tiene hábitos de crecimiento de tallos semi-abiertos con regular cantidad de follaje. El deshoje natural es catalogado como regular y el cogollo es largo, CENGICAÑA (2008).

2.3.2.2. Descripción botánica de la variedad CP 72-2086

A. Entrenudo y nudo

El entrenudo es curvado y ligeramente formado en zigzag, y contiene una cicatriz foliar ligeramente abultada, verde amarillento con manchas negras y cerosas. El nudo tiene forma de crecimiento cilíndrico los entrenudos están cubiertos por una moderada capa oscura en la parte que envuelve la vaina, corteza de dureza media cerosa y longitud moledera de 2.5 m a 3 m figura 11, Núñez (1993).

B. Vaina, lámina foliar, aurícula y lígula

La vaina verde con manchas rojizas, borde seco unido longitudinalmente, es de desprendimiento intermedio. La lámina foliar es de hoja ancha, verde oscuro o intenso. La aurícula posee forma lanceolada larga y corta en un lado y en el otro transicional inclinada. La lígula es deltoides con rombo CENGICAÑA, (2004).

C. Cuello

El cuello de la CP72-2086 es verde oscuro y de superficie mayormente lisa, tiene incidencia baja a escaldadura y carbón CENGICAÑA, (2004).

D. Yema

Redondeada, tocando el anillo de crecimiento, pero no la cicatriz foliar. Poro germinativo sub-apical. Posee alas membranosas sin pelos y ausencia de apéndice, la yema es redonda con protuberantes alas CENGICAÑA, (2004).

E. Hojas

De inserción semi erecta y compactas, con puntas dobladas. De lámina ancha y verde oscuro o intenso, con bordes aserrado fino y de textura suave al tacto CENGICAÑA, (2004).

F. Floración

La floración es temprana y por ello se le clasifica dentro de las variedades de duración temprana, es de abundante floración, sin embargo, dicha floración disminuye en las fincas del estrato bajo debido principalmente al fotoperiodo mientras mayor sea la intensidad lumínica menor será la floración. Dicha floración la clasifica como una variedad de maduración temprana siendo muy rendidora al inicio de la zafra.

Se recomienda cortar en noviembre, diciembre y a mediados de enero inclusive. Debido a la floración, produce corcho y en condiciones fuertes del inicio del verano y el tiempo que transcurre al corte puede deteriorar los entrenudos superiores, Victoria, (2003).

2.3.2.3. Aspectos agronómicos

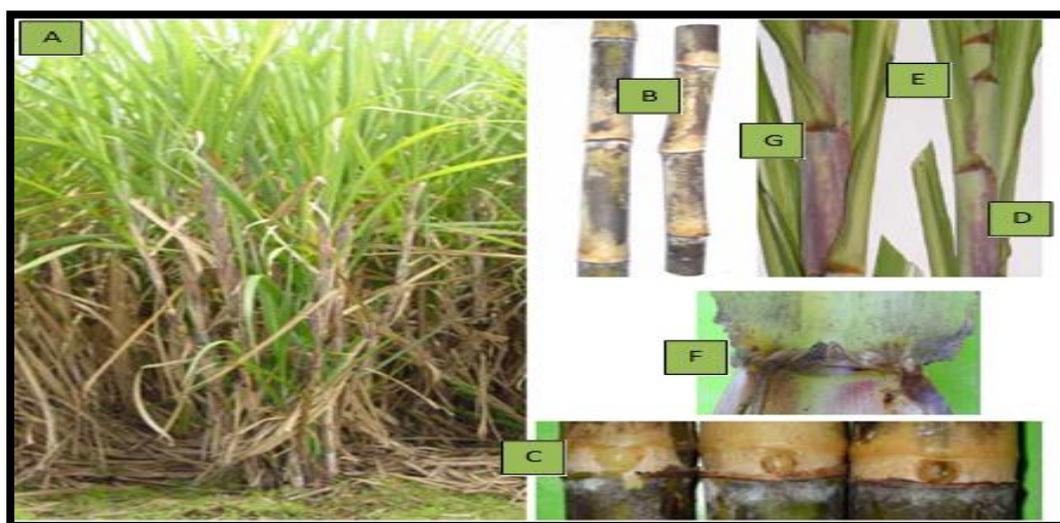
La variedad CP 72-286 fue introducida a Guatemala por el Ing. Jorge Luis Juárez, en el año 1,985 sembrándose a manera experimental en Ingenio Santa Ana, al ver las características de dicha variedad sembró en otros ingenios entre ellos Ingenio Magdalena, donde año con

año fue creciendo en un 5% hasta un 10 % actualmente ocupa el 38 % del área sembrada. Tiene la ventaja que se puede cosechar en los tres tercios de la zafra.

De buena apariencia general, germinación y encepamiento. De porte erecto no deshoja bien, de excelentes rendimientos en toneladas de caña y azúcar a inicio y al final de zafra. Su comportamiento a las enfermedades es el siguiente: Resistente a la roya, peca amarilla y moderadamente resistente al carbón, al mosaico y mancha de anillo CENGICAÑA, (2008).

Prospera bien en suelos húmedos y bajo riego a una altitud de 0 a 220 m snm, se adapta bien a suelos francos, franco limoso, franco arenoso y franco arcilloso profundos (Solares, 2011).

La CP 72-2086 al igual que la CP 72-1312 es una variedad de muy buen tonelaje y alta productora de azúcar. A un nivel comercial ha logrado alcanzar una gran preferencia debido a sus altos tonelajes en el campo y elevadas producciones de azúcar en la fábrica CENICAÑA, (2002), cuadro 4. Hay que tomar en cuenta que la variedad puede ser muy buena para producir tanto t/ha como kg de azúcar por tonelada, lo anterior va de la mano con el manejo que se le dé a la misma, hay que considerar el control de malezas, el riego, programas de fertilización y un buen control de plagas figura 11, Solares (2011).



Fuente: CENICAÑA, 2002.

Figura 11. Aspecto de la variedad CP72-2086.

Cuadro 4. Principales ventajas y desventajas de la variedad CP 72-2086.

Ventajas	Desventajas
1. Alto rendimiento de azúcar por unidad de área.	1. Susceptible a Mosaico
2. Producción estable	2. Susceptible a Raya Roja
3. Adaptable a diferentes manejos	3. Medianamente susceptible a YLS
4. Se puede cosechar en toda la zafra.	4. Medianamente susceptible a Puccinia kuehnii

Fuente: (CENGICANA, 2010).

2.3.3. Localización de las áreas experimentales

La investigación se realizó en tres distintas regiones de la Costa Sur, para la región Este se llevó a cabo en la finca California, ubicada km. 85 carretera en el Departamento de Santa Rosa en el Municipio de Taxisco. Para la región Centro en finca El Carmen ubicado en el Departamento de Escuintla en el Municipio de Siquinalá, km 86.5 y para la región Oeste en finca Verapaz en el departamento de Escuintla en municipio de Tiquisate, a km 138. Estas fincas son de importancia para el estudio ya que son las fincas donde se da principalmente la producción de semilla para abastecer las fincas en producción comercial de caña de azúcar.

2.3.4. Frentes de corte de semilla

2.3.4.1. Frente 1

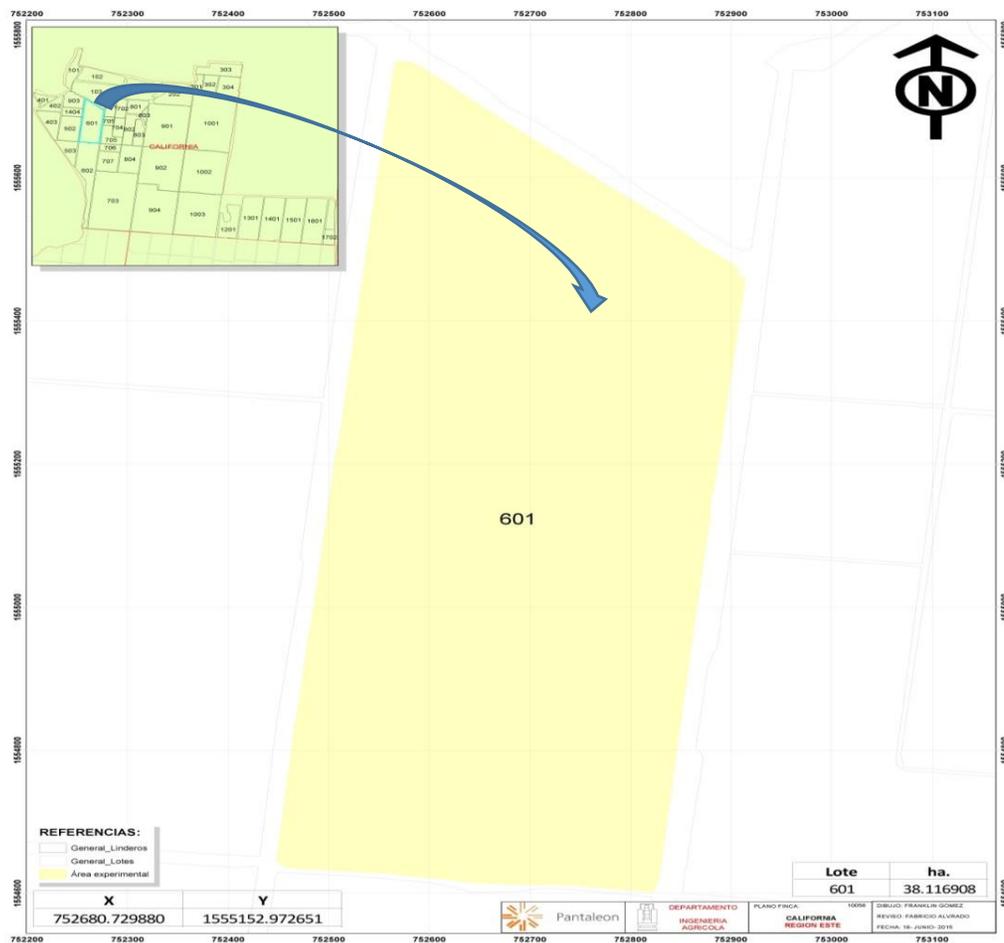
Finca: California.

Ubicación: Esta finca se encuentra en el departamento de Escuintla en el kilómetro 85 carreteras a Taxisco, figura 9.

Coordenadas: Esta finca se encuentra dentro de las coordenadas:

Longitud (X): 752680.729880

Latitud (Y): 1555152.972651



Fuente: elaboración Ingenio Pantaleón, 2015
 Figura 12. Finca California, Lote 601

2.3.4.3. Frente 3

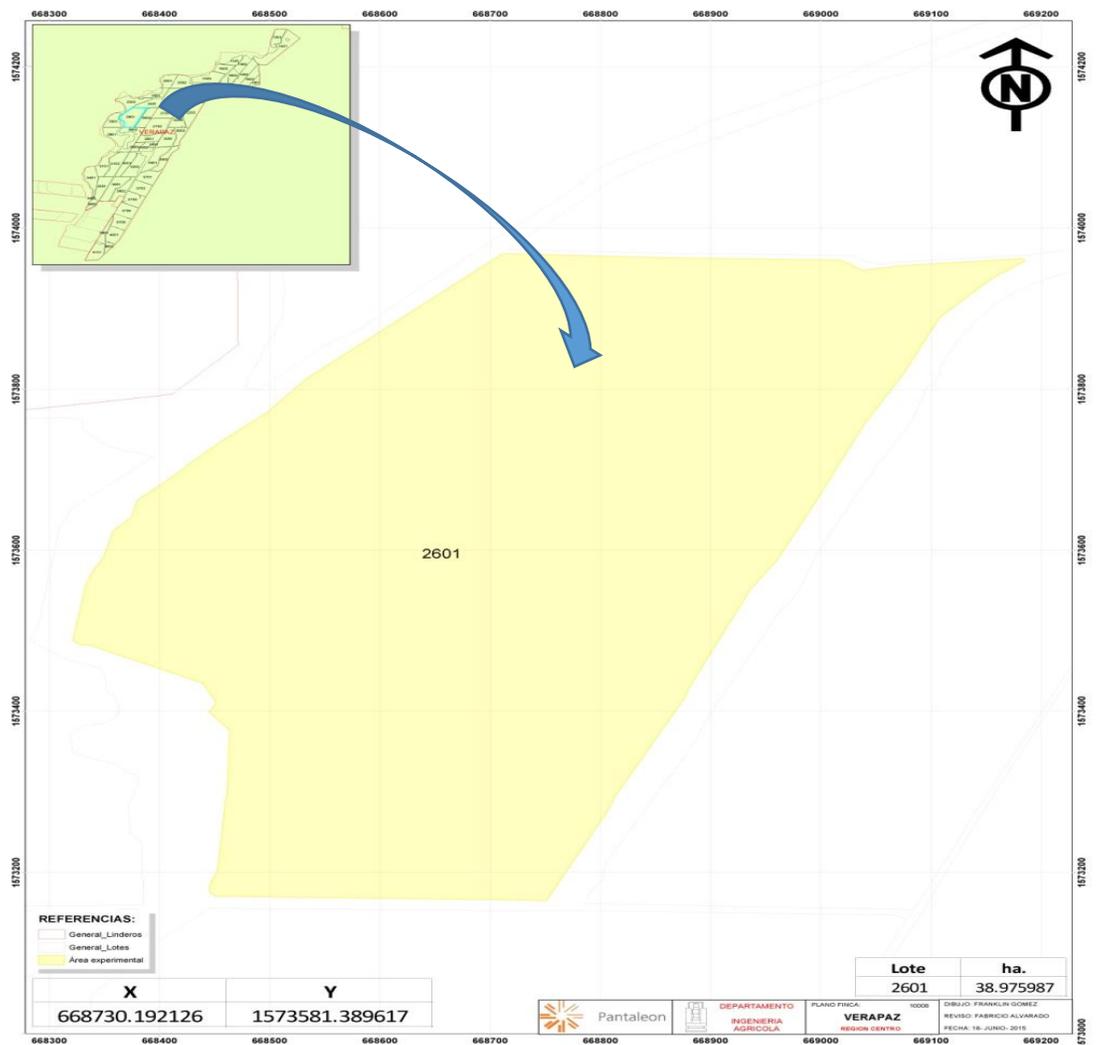
Finca: Verapaz.

Ubicación: Esta finca se encuentra en el departamento de Escuintla, en el kilómetro 138, carretera a Tiquisate, figura 11

Coordenadas: Esta finca se encuentra dentro de las coordenadas:

Longitud (X): 668730.192126

Latitud (Y): 1573581.389617



Fuente: Elaboración Ingenio Pantaleón, 2015.

Figura 14. Finca Verapaz, Lote 2601

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. Objetivo general

Evaluar la eficiencia del proceso de corte de semilla en caña de azúcar implementando el machete tipo bamba chapina.

2.4.2. Objetivos específicos

1. Determinar el rendimiento expresado en paquetes/hombre/día (PHD) mediante la evaluación del nuevo proceso de corte de semilla vegetativa implementando el machete bamba chapina.
2. Cuantificar el daño mecánico en las yemas de la semilla vegetativa ocasionado por el nuevo proceso de corte de semilla implementando el machete bamba chapina.

2.5. HIPÓTESIS

La incorporación del mache tipo bamba chapina en el proceso de corte de semilla de caña de azúcar producirá efectos significativa en el rendimiento expresando en paquetes/hombre/día en comparación con el machete tipo vizcaíno.

2.6. METODOLOGÍA

2.6.1. Material y equipos

Para la realización del presente trabajo, la metodología consistió en tres grupos de corte de caña de azúcar implementando dos tipos de machetes para el corte de semilla, utilizando la misma variedad que es CP 72-2086, en los frentes de corte.

2.6.1.1. Materiales para el corte de semilla en la variedad CP 72 -2086.

- 30 personas por frente
- Machete tipo bamba chapina
- Machete tipo Vizcaíno

A continuación, se describen los distintos tratamientos utilizados para el corte de caña de azúcar

2.6.2. Descripción de los tratamientos

En la investigación se evaluaron tres tratamientos los cuales se describen en el cuadro 5.

Cuadro 5. Descripción de tratamientos.

Tratamientos	Descripción
T ₁	Proceso tradicional de corte de semilla con machete "Vizcaíno".
T ₂	Nuevo proceso de corte de semilla con machete tipo "Vizcaíno".
T ₃	Nuevo proceso de corte de semilla implementando el machete tipo "Bamba chapina" más machete "Vizcaíno".

Fuente: elaboración propia, 2015.

A continuación, se describe cada uno de los tratamientos implementados para el corte de semilla de caña de azúcar (*Saccharum spp.*):

2.6.2.1. Tratamiento 1 (T₁) metodología tradicional del corte de semilla utilizando el machete Vizcaíno.

La metodología tradicional de corte de semilla se enfoca en un área determinada, utilizando un solo machete, el Vizcaíno. A su vez este método es un tratamiento comparativo dentro de la investigación ya que utilizado actualmente dentro del ingenio. El procedimiento consistió en lo siguiente:

1. El caporal encargado del frente de corte de semilla asigna 5 surcos de 60 m de longitud por cortador
2. El cortador designado realiza el corte y el picado de la semilla utilizando el machete tradicional
3. Corta y pica la semilla en un mismo lugar, formando agregados de esquejes llamados bultos o montañas de semilla, figura 15.
4. Luego procede a formar paquetes de semilla, conformados por 30 esquejes, figura 16.
5. Por último, se acumulan los paquetes de semilla de forma al azar.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 15. Semilla vegetativa de caña de azúcar picada y depositada en bultos



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 16. Elaboración de paquetes de semilla

2.6.2.2. Tratamiento 2 (T₂) Metodología del nuevo proceso utilizando el machete tradicional tipo vizcaíno

Este nuevo proceso de corte de semilla en caña de azúcar, mide el rendimiento paquetes realizados por hombre, en su jornada laboral (paquetes/hombre/día). El procedimiento consistió en lo siguiente:

1. El caporal encargado del frente de corte de semilla asigna 4 surcos por persona de 60 metros de largo a cada cortador.
2. El colaborador realizó el corte de la semilla en los surcos 1 y surco 2 con el machete tipo "Vizcaíno" o llamado tradicional.
3. Luego de realizar el corte como indica el paso (2) se realizó el picado de la semilla con el machete tipo "Vizcaíno" o llamado tradicional, del surco 1 y surco 2.

4. Posteriormente se realizó el corte de semilla en los surcos 3 y surco 4 con el machete “Vizcaíno”.
5. Luego realiza el picado de la semilla del surco 3 y surco 4.
6. posteriormente se colocó la semilla vegetativa ya picada entre el surco 2 y surco 3, figura 17.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 17. Ordenamiento de la semilla de caña de azúcar entre surco 2 y surco 3.

7. Por último, se elaboraron paquetes de semilla conformados por 30 esquejes, colocándolos en un aglomerado de 10 paquetes.

2.6.2.3. Descripción del tratamiento 3 (T₃) metodología del nuevo proceso de corte de semilla utilizando el machete bamba chapina más machete vizcaíno.

Este tratamiento tuvo la nueva metodología implementada juntamente con la introducción del machete bamba chapina dentro del proceso más la utilización de machete Vizcaíno. Su procedimiento consistió en lo siguiente:

- a) El caporal encargado del frente de corte de semilla asigna 4 surcos de 60 metros de longitud a cada cortador, figura 18.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 18. Tratamiento 3, representado a cada uno de caña de azúcar: surco1, surco 2, surco 3 y surco 4.

- b) Luego se realizó el corte de la semilla en los surcos 1 y surco 2 con el machete tipo “Bamba Chapina”, figura 19.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 19. Corte manual en el surco 1 y surco 2 de caña de azúcar con machete tipo bamba chapina

- c) Luego se realizó el picado de la semilla de caña de azúcar con el machete tipo “Vizcaíno” del surco 1 y surco 2, figura 20.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 20. Picado de la semilla en el surco 1 y surco 2 de caña de azúcar con el machete tipo Vizcaíno

- d) Posteriormente se realizó el corte de semilla en los surcos (3) y (4) con el machete “Bamba Chapina”, figura 21.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 21. Corte de la semilla de caña de azúcar con el machete tipo Bamba Chapina

- e) Luego se realizó el picado de la semilla de los surcos 3 y surco 4 con el machete tipo “Vizcaíno” o llamado tradicional, figura 22.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 22. Picado de la semilla de caña de azúcar con machete tipo Vizcaíno.

- f) El cortador debe de colocar la semilla vegetativa ya picada entre el surco 2 y surco 3, figura 23.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 23. Ordenamiento de la semilla de caña de azúcar entre surco 2 y surco 3



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 24. Colocación de la semilla de caña de azúcar en aglomerados de 10 paquetes

- g) Por último, se elaboraron los paquetes de semilla conformados por 30 esquejes, colocándolos en un aglomerado de 10 paquetes figura 24.

2.6.3. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó en la investigación fue el de bloques completos al azar con sub-muestreo considerando cada frente de corte como bloque, el modelo estadístico-matemático asociado a este diseño se presenta a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} + \eta_{ijk}$$

Siendo:

μ = Media general.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque frente de corte

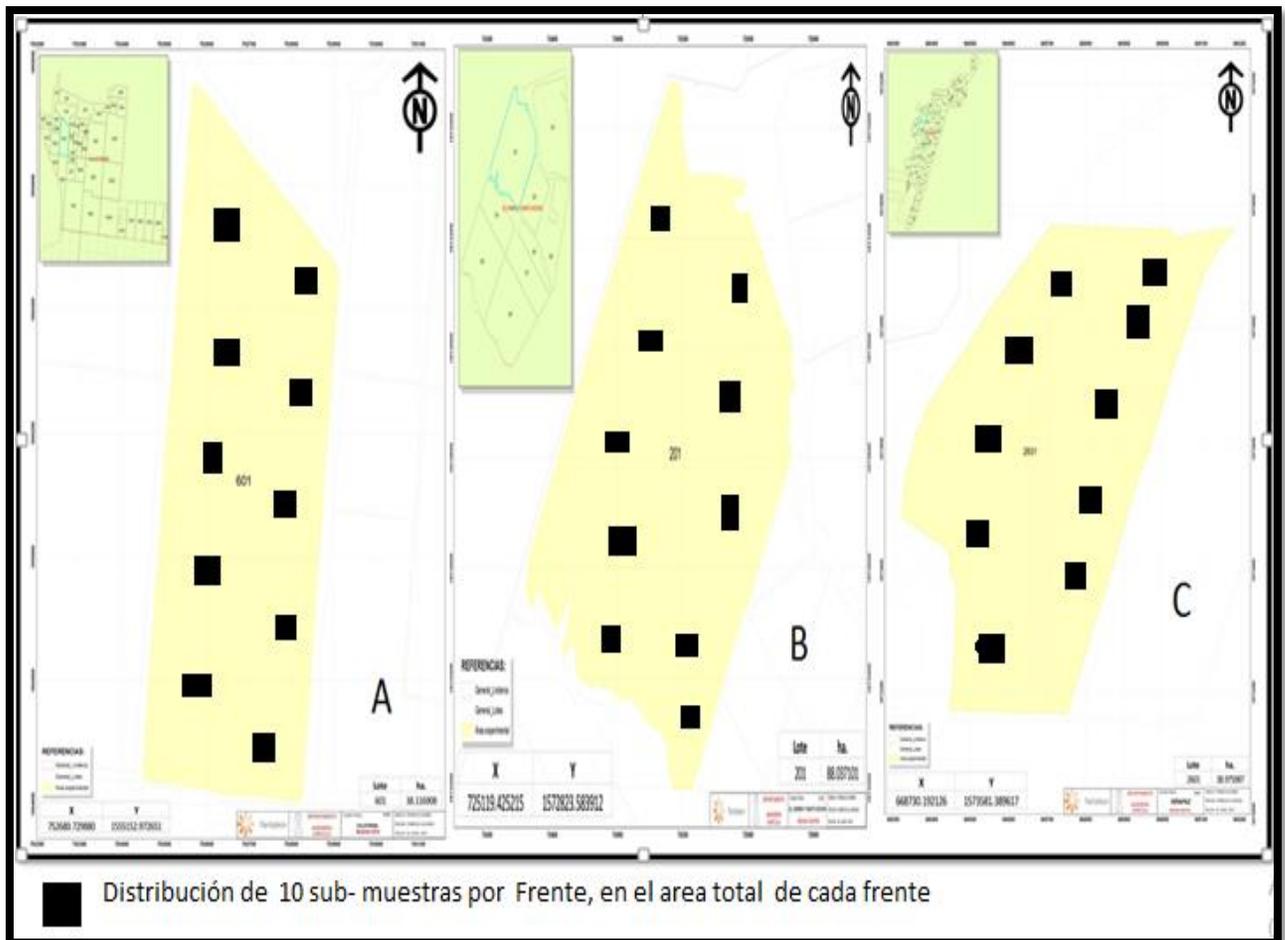
ε_{ij} = Error de experimental a la ij-ésima unidad experimental

η_{ijk} = Error del muestreo a la ij-ésima unidad experimental.

2.6.4. Unidad experimental

Cada unidad experimental estuvo conformada por 4 surcos de 1.75 metros entre cada uno, con una longitud de 60 metros y 10 sub-muestras al azar, haciendo un área total de 4200 m² por frente, utilizando 30 personas por frente para el corte de semilla en caña de azúcar, para realizar el sub- muestreo en cada frente tomaron 10 personas al azar, figura 22.

2.6.5. Croquis del Experimento



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 25. Distribución de las sub – muestras: A) finca California, lote 601, b) Finca el Carmen, lote 201, C) Finca Verapaz, 2016.

En la figura 25 se muestra cada uno de los lotes utilizados en la toma de los datos que se realizaron en los distintos tratamientos y repeticiones.

2.6.6. Variables de respuesta

2.6.6.1. Eficiencia en la elaboración de paquetes hombre día (paquetes/hombre/día)

Con esta variable se midió el impacto del machete tipo Bamba chapina en el nuevo proceso de corte de semilla. A la vez presentó dos sub-variables para poder observar el impacto minuciosamente del nuevo machete.

2.6.6.2. Daño mecánico en la semilla

Esta variable consto en analizar el daño mecánico en las yemas, causado por el corte del machete para cada uno de los tratamientos determinando estadísticamente cuál de los tratamientos presenta un menor daño a la yema. La ecuación utilizada fue:

$$\text{porcentaje de yemas dañadas} = \frac{\text{cantidad de yemas dañadas por paquete}}{\text{Total de yemas por paquete}} \times 100$$

2.6.7. Manejo del Experimento

En el nuevo proceso de corte de semilla vegetativa en caña de azúcar, se implementó el machete bamba chapina más el machete Vizcaíno y su metodología, desarrollando dos nuevos procesos para la toma de datos y análisis.

Estas nuevas metodologías abarcaron desde el principio básico del equipo de trabajo para el corte de semilla de caña de azúcar, hasta el ordenamiento de paquetes de la misma.

En el manejo del experimento se involucraron las siguientes actividades:

1. Seguridad Ocupacional.
2. Técnica de Corte.
3. Realización del corte de semilla.

4. Realización del Picado de esqueje de semilla vegetativa en caña de azúcar.
5. Elaboración y colocación de paquetes.

2.6.7.1. Seguridad ocupacional

Con el fin de evitar cualquier daño a la salud integral del colaborador de la empresa, se manifestaron todos los lineamientos necesarios para evitar cualquier percance especialmente en las labores:

- A. Afilado de Machete.
- B. Posición del cortador al momento del corte de semilla.

A. Afilado de machete.

La colocación del machete al momento del afilarlo fue de la siguiente forma:

- a) Si el cortador es derecho se coloca el machete Bamba chapina sobre la pierna izquierda, y si procede al afilado.
- b) Si el cortador es izquierdo el machete Bamba Chapina se coloca sobre la pierna derecha y se procede al afilado.

El propósito de esta técnica, fue evitar cualquier corte posible que el colaborador pudiera tener a hora de realizar dicha labor.

B. Posición del cortador al momento del corte

A la hora de realizar el movimiento de corte dentro del lote de caña de azúcar, el pie lo colocó en el lado contrario a la mano que sostiene el machete. La razón por la cual se debió de tener en cuenta esta medida, fue para minimizar el riesgo de corte en las piernas.

C. Beneficios

1. Reducción de accidentes y cortaduras en las manos al momento de afilar.
2. Menor riesgo de lesionarse en piernas o pies.
3. Reducción del agotamiento por mala posición al momento de cortar la semilla.

1. Técnica de corte

- a. Al momento de proceder al corte de caña larga se utilizó únicamente el machete Bamba Chapina, debido a que por su diseño y ergonomía aumenta la productividad agrícola del cortador así como la calidad de corte (tronco bajo).
- b. El picado de la caña se realizó únicamente con el machete tradicional Vizcaíno debidamente afilado. La posición correcta de la pica de caña debe consistió en que la misma se mantuvo apoyada al suelo y no al aire para evitar accidentes y así también lograr una calidad de corte.

D. Beneficios

- A. Reducción de pérdida de semilla en campo por efecto de un mal corte (tronco alto).
- B. Aumento de la vida útil de los semilleros por la calidad de corte (corte a ras).
- C. Corte tipo moneda en el esqueje reduciendo el daño mecánico de las yemas por efecto del corte tipo chaflán.

2.6.8. Realización del corte de semilla.

Principalmente consistió en la asignación de 4 surcos por cortar para cada uno de los colaboradores el procedimiento fue el siguiente.

1. Cortar el surco 1 y 2 con machete Bamba Chapina,

2. Proceder a picar con machete tradicional Vizcaíno surco 1 y 2.
3. Cortar el surco 3 y 4 con machete Bamba Chapina.
4. Proceder a picar con machete tradicional Vizcaíno surco 3 y 4.
5. Colocar la caña ya picada entre el surco 2 y 3
6. Elaborar paquetes y posteriormente colocarlos en paquetes de 10.

2.6.8.1. Beneficios

1. Al cortar los surcos 1 y 2 los cogollos despuntados quedan alineados en una sola dirección -lado izquierdo- facilitando la labor de desbasurado.
2. Al cortar los surcos 3 y 4 sucede lo mismo con los cogollos cortados de los surcos 1 y 2 con la diferencia que van del lado derecho.
3. La caña picada entre los surcos 2 y 3 queda ordenada facilitando la labor de paqu Coastado.
4. Menor daño de yemas por manejo ya que los esquejes son colocados y no tirados como se hace con el sistema tradicional.

2.6.8.2. Elaboración y colocación de paquetes

- a) La cantidad de esquejes que lleva un paquete es de 30 con tamaño entre 55 y 65 cm.
- b) Para facilitar la elaboración del paquete la caña debe de ir ordenada según la metodología indicada.

2.6.8.3. Beneficios

- a) Aumenta la cantidad de paquetes hombre por día.
- b) El tamaño y el ordenamiento del paquete es uniforme facilitando su siembra.
- c) Las estibas quedan ordenadas lo que facilita su cargado.

2.7. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del corte de esquejes de caña de azúcar en las regiones Este, Centro y Oeste de las fincas California, Finca el Carmen y Finca Verapaz, dichos resultados se presentan a continuación:

2.7.1. Rendimiento expresado en paquetes/hombre/día (PHD) mediante la evaluación del nuevo proceso de corte de semilla vegetativa implementando el machete bamba chapina

En el cuadro 6, se observa la eficiencia de paquetes en la región Este, finca California utilizando diferentes procesos de corte.

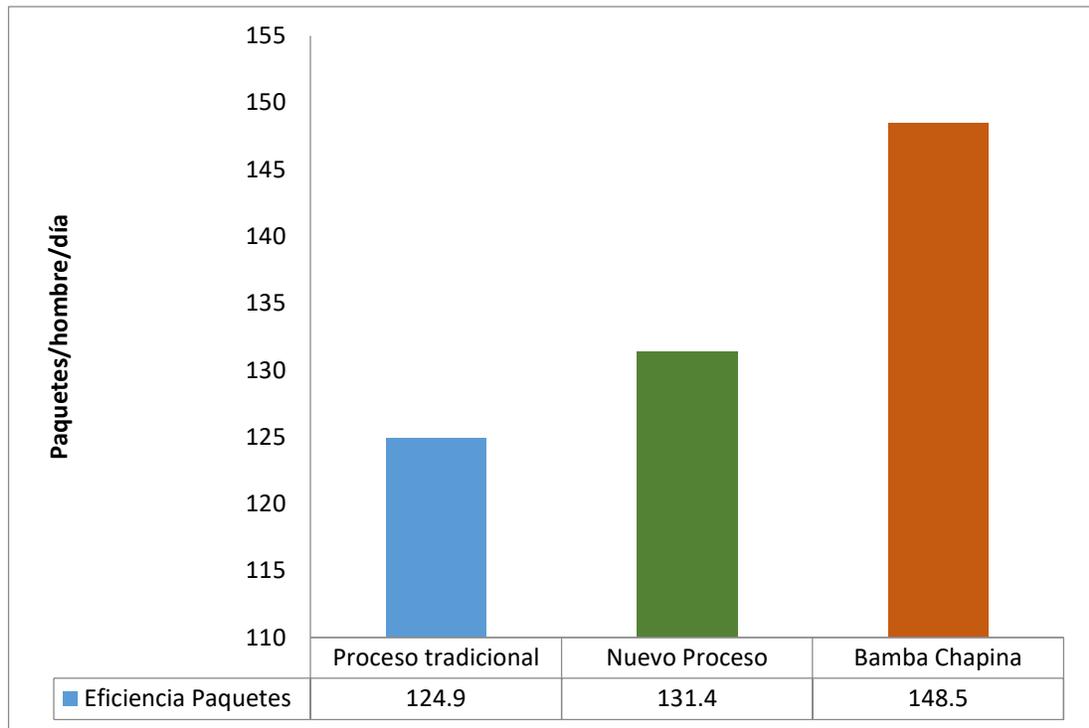
Cuadro 6. Eficiencia de paquetes/hombre/día en Región Este.

Muestreo	Machete Vizcaíno		Machete Bamba Chapina
	Proceso Tradicional	Nuevo Proceso	
1	125	130	155
2	120	135	150
3	123	128	149
4	125	129	143
5	135	131	145
6	120	134	150
7	125	138	146
8	120	131	148
9	129	129	150
10	127	129	149
Promedio	124.9	131.4	148.5

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

En el cuadro 6 se puede observar que la eficiencia de paquetes obtenidas por hombre por día, en el caso de la región Este el promedio al utilizar el proceso tradicional es de 124.9,

el nuevo proceso de 131.4 y machete Bamba Chapina de 148.5 obteniendo en el ultimo una mayor eficiencia en cuanto al número de paquetes-hombre-día.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 26. Eficiencia de paquetes-hombre-día corte de semilla región Este

En la figura 26, el rendimiento de de paquetes-hombre-día utilizando el machete Vizcaíno en el proceso Tradicional fue de 124.9, mientras que con la utilización del nuevo proceso dicha variable presento aumento con 131.4 paquetes/día por persona lo que representa un aumento de la eficiencia del cortador en un 5% esto debido a que el proceso permite una mayor fluidez del proceso de obtención de semilla vegetativa por ende un mejor aprovechamiento del recurso mano de obra, sin embargo también fue evaluado la incorporación del machete bamba chapina la cual presento un rendimiento de paquetes/día/persona de 148.5 lo cual representa un aumento del 19 % en comparación al

método tradicional utilizando machete Vizcaíno, por lo tanto es la mejor opción para mejorar el proceso para la Región Este

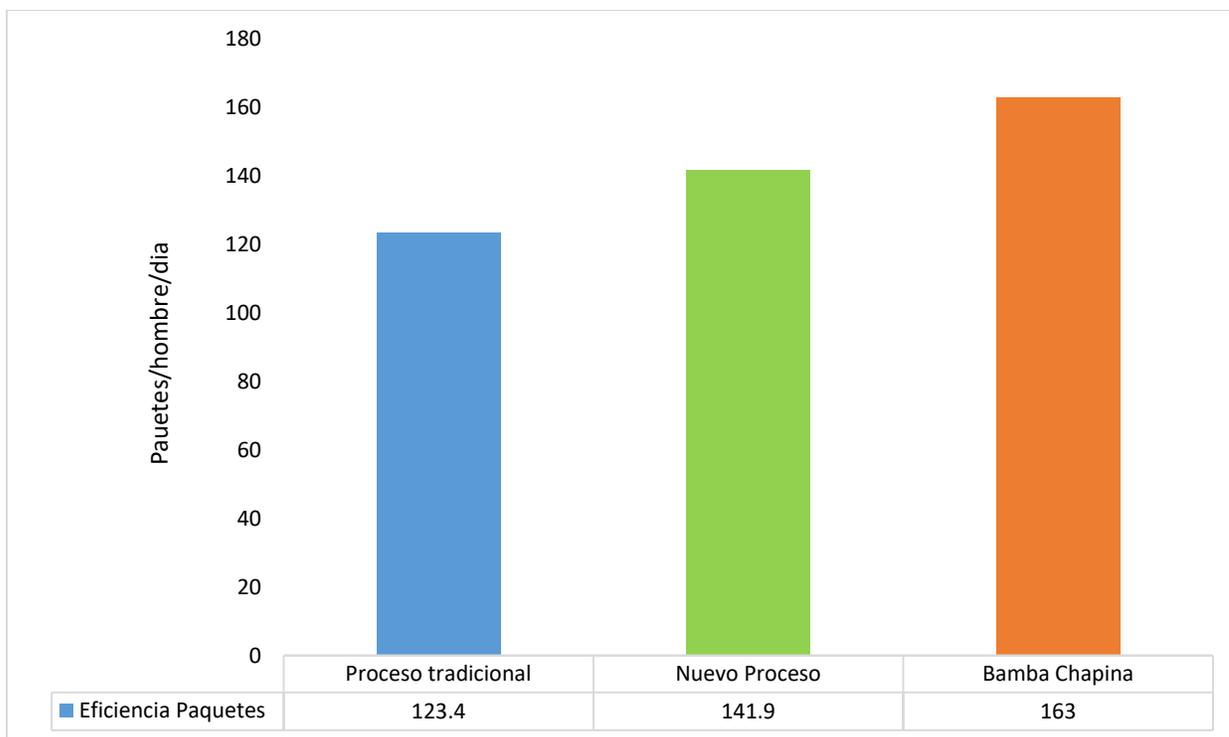
En el cuadro 7, se observa la eficiencia de paquetes en la región Central, finca el Carmen utilizando diferentes procesos de corte.

Cuadro 7. Eficiencia de paquetes de Región Central

Muestreo	Machete Vizcaíno		Machete Bamba Chapina
	Proceso Tradicional	Nuevo Proceso	
1	120	145	165
2	127	149	162
3	126	141	160
4	125	143	158
5	123	138	164
6	120	138	168
7	122	141	159
8	127	139	164
9	121	145	163
10	123	140	167
Promedio	123.4	141.9	163

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

En el cuadro 7 se puede observar que la eficiencia de paquetes obtenidas por hombre por día, en el caso de la región Central el promedio al utilizar el proceso tradicional es de 123.4, el del nuevo proceso es de 141.9 y el Machete Bamba Chapina de 163 obteniendo en el ultimo una mayor eficiencia en cuanto al número de paquete- hombre-día



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 27. Eficiencia paquetes-hombre- día en corte de semilla región Centro

En la figura 27, se observa el rendimiento de paquetes- hombre- día utilizando el machete Vizcaíno en el proceso Tradicional fue de 123.4, mientras que con la utilización del nuevo proceso dicha variable presento aumento con 141.9 paquetes/día por persona lo que representa un aumento de la eficiencia del cortador en un 14 % esto debido a que el proceso permite una mayor fluidez del proceso de obtención de semilla vegetativa por ende un mejor aprovechamiento del recurso mano de obra, sin embargo también fue evaluado la incorporación del machete bamba chapina la cual presento un rendimiento de paquetes-hombre-día de 163 lo cual representa un aumento del 32 % en comparación al método tradicional utilizando machete Vizcaíno, por lo tanto es la mejor opción para mejorar el proceso para la Región Centro

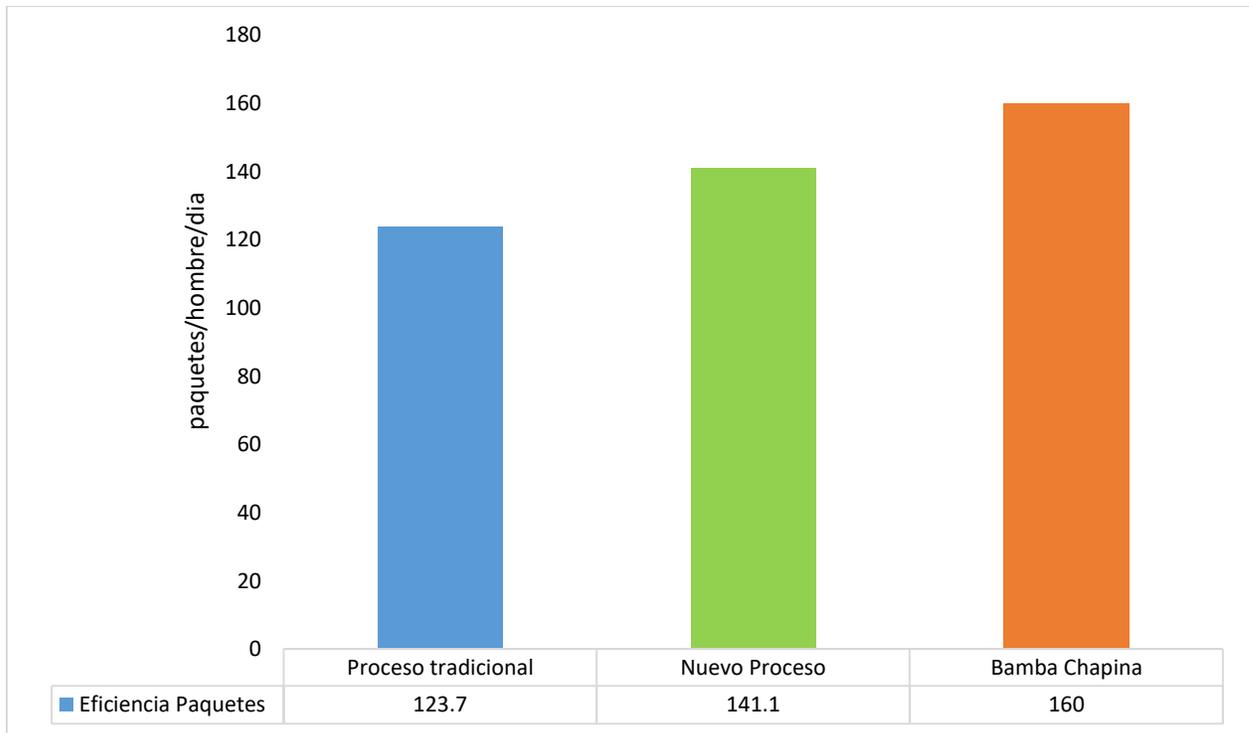
En el cuadro 8, se observa la eficiencia de paquetes en la región Oeste, finca Verapaz utilizando diferentes procesos de corte

Cuadro 8. Eficiencia de Paquetes Región Oeste.

Muestreo	Machete Vizcaíno		Machete Bamba Chapina
	Proceso Tradicional	Nuevo Proceso	
1	123	139	159
2	122	141	159
3	125	143	162
4	129	138	156
5	121	143	158
6	127	142	163
7	121	145	158
8	123	139	161
9	126	140	163
10	120	141	161
Promedio	123.7	141.1	160

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

En el cuadro 8 se puede observar que la eficiencia de paquetes obtenidas por hombre por día, en el caso de la región Oeste el promedio al utilizar el proceso tradicional es de 123.7, el del nuevo proceso es de 141.1 y el Machete Bamba Chapina de 160 obteniendo en el ultimo una mayor eficiencia en cuanto al número de paquetes-hombre-día.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 28. Eficiencia Paquete-hombre-día en corte de semilla región Oeste

En la Figura 28, el rendimiento de paquetes-hombre-día utilizando el machete Vizcaíno en el proceso Tradicional fue de 123.7, mientras que con la utilización del nuevo proceso dicha variable presento aumento con 141.1 paquetes/día por persona lo que representa un aumento de la eficiencia del cortador en un 14 % esto debido a que el proceso permite una mayor fluidez del proceso de obtención de semilla vegetativa por ende un mejor aprovechamiento del recurso mano de obra, sin embargo también fue evaluado la incorporación del machete bamba chapina la cual presento un rendimiento de paquetes-hombre-día de 160 lo cual representa un aumento del 30 % en comparación al método tradicional utilizando machete Vizcaíno, por lo tanto es la mejor opción para mejorar el proceso para la Región Oeste.

Luego se procedió a realizar un análisis de varianza usando el diseño de bloques al azar con sub- muestreos para la variable de rendimiento de paquetes-hombre-día.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el rendimiento de paquetes-hombre-día

FV	GL	SC	CM	FC	Valor de p
Bloque	2	1071.67	535.83	2.69	0.1816
Tratamiento	2	16620.47	8310.23	41.77	0.0021
Error de Muestreo	81	842.1	10.4	0.05	>0.9999
Error	4	795.87	198.97		
Total	89	19330.1			

C.V= 10.09

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Según el cuadro 9, el análisis de varianza para el rendimiento de paquetes-hombre-día se obtuvo un coeficiente de variación de 10.09 %, no hay diferencia significativa entre fincas debido a que el personal está altamente capacitado para realizar dicha proceso (bloque, con valor de p 0.1816), mientras que en el tratamiento si hay diferencia significativa con un p-valor de 0.0021 el cual es menor al nivel de significancia del 5 %, por lo que se realizó la prueba de medias únicamente para el tratamiento, por lo que se puede identificar en el cuadro 10.

Cuadro 10. Prueba de tukey tratamiento para el rendimiento de paquetes/hombre/día.

Tratamiento	Medias	Grupo de Tukey
Bamba Chapina	157.17	A
Nuevo-Proceso	138.13	B
Tradicional	124	C

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

De acuerdo a la prueba de medias de tukey en el Cuadro 10, en los tratamientos se mostró mejores resultados en el nuevo procedimiento e implementando el machete bamba chapina con una media del rendimiento de 157.17 paquetes por hombre por día, seguido del proceso nuevo utilizando el machete tradicional Vizcaíno con 138.13 y el corte tradicional con machete Vizcaíno, figura 29.



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 29. Machete tipo bamba chapina.

Al utilizar el machete tipo bamba chapina a diferencia de los otros tratamientos el picado de semilla de caña de azúcar tiene un proceso más ordenado el trabajo, en donde se invierte menos tiempo al realizar los paquetes de hombres por día a los otros tratamientos el proceso figura 30A.

2.7.2. Cuantificación del daño mecánico en las yemas de la semilla vegetativa utilizando los 3 tratamientos.

En el cuadro 11, se observa el porcentaje de daño de yemas en la región Este, finca California utilizando diferentes procesos de corte.

Cuadro 11. Porcentaje de daño de yemas en corte de semilla región Este.

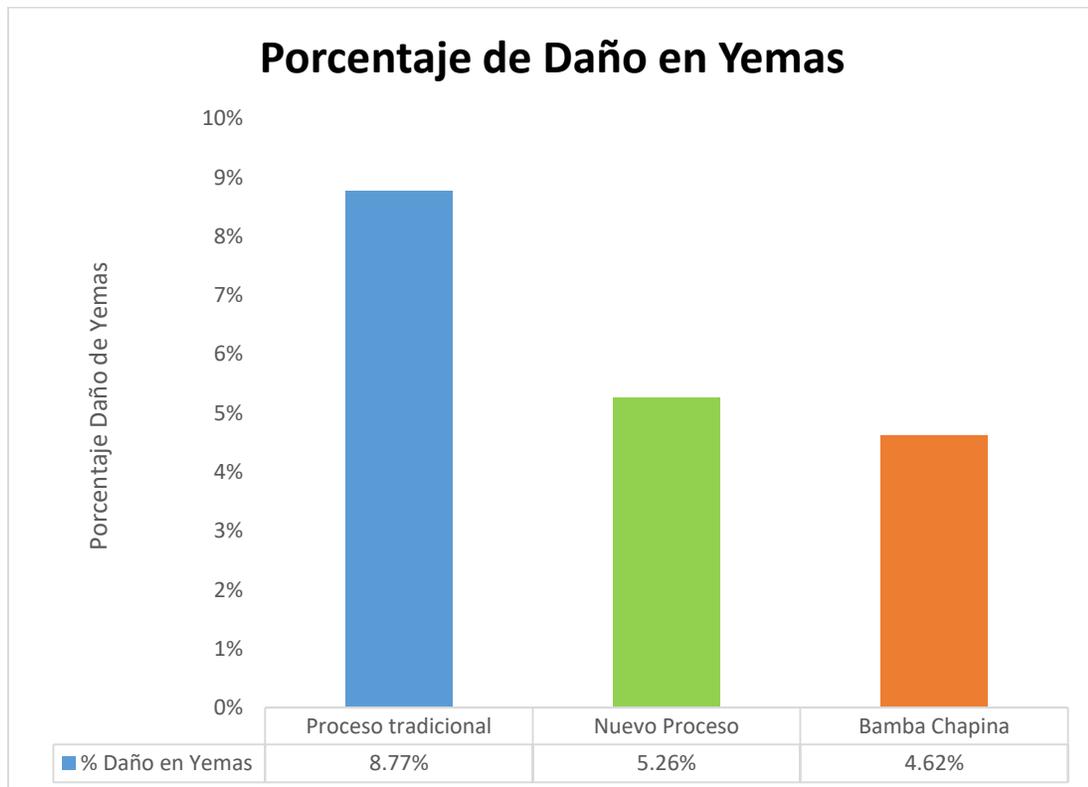
(%) PORCENTAJE DE DAÑO DE YEMAS			
Muestreo	Machete Vizcaíno		Machete Bamba Chapina
	Proceso Tradicional	Nuevo Proceso	
1	8.04	4.11	5.79
2	12.63	5.6	3.91
3	7.04	5.8	3.5
4	8.33	6.67	3.57
5	9.3	6.38	6.2
6	8.8	4.32	4.38
7	6.67	5.46	5.26
8	11.76	4.2	5.07
9	7.2	6.2	3.45
10	7.94	3.82	5.07
Promedio	8.77	5.26	4.62

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

En el cuadro 11 se puede observar el porcentaje de daño de yemas en corte de semilla de caña de azúcar, en el caso de la región Este el promedio al utilizar el proceso tradicional

es de 8.77 %, el del nuevo proceso es de 5.26 % y el Machete Bamba Chapina es de 4.62 % obteniendo en el ultimo un menor porcentaje de daño de yemas al momento del corte de la semilla.

En la figura 30, se observan los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos de la región Este de finca California:



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 30. Porcentaje daño de yemas en corte de semilla región Este

Se observa en los valores de la figura 30, que el porcentaje de daño de yemas utilizando machete Vizcaíno en el proceso Tradicional para finca California en la región Este, fue de 8.77 %, sin embargo con la utilización del nuevo proceso este valor se redujo a 5.26 %, lo que representa una disminución del 40 % del daño a yemas, lo cual demuestra que existe mejora en la cantidad de yemas viables para llevar a campo definitivo, lo que representa eficiencia en el proceso de establecimiento de plantaciones posteriores ya que es posible utilizar menor material vegetativo para obtener densidades poblacionales óptimas entre

1.40 a 1.60 m entre surcos cubriendo la semilla con una capa de suelo de entre 3 y 5 cm, además se evaluó la utilización del machete Bamba Chapina en el proceso de extracción de esquejes de caña de azúcar, el cual presentó un valor promedio de daño de yemas del 4.62 % lo que equivale a una disminución del daño de 47.3 % siendo este último la mejor opción para mejorar la calidad del esqueje.

En el cuadro 12, se observa el porcentaje de daño de yemas en la región Este, finca El Carmen utilizando diferentes procesos de corte.

Cuadro 12. Porcentaje de daño de yemas en corte de semilla región Central

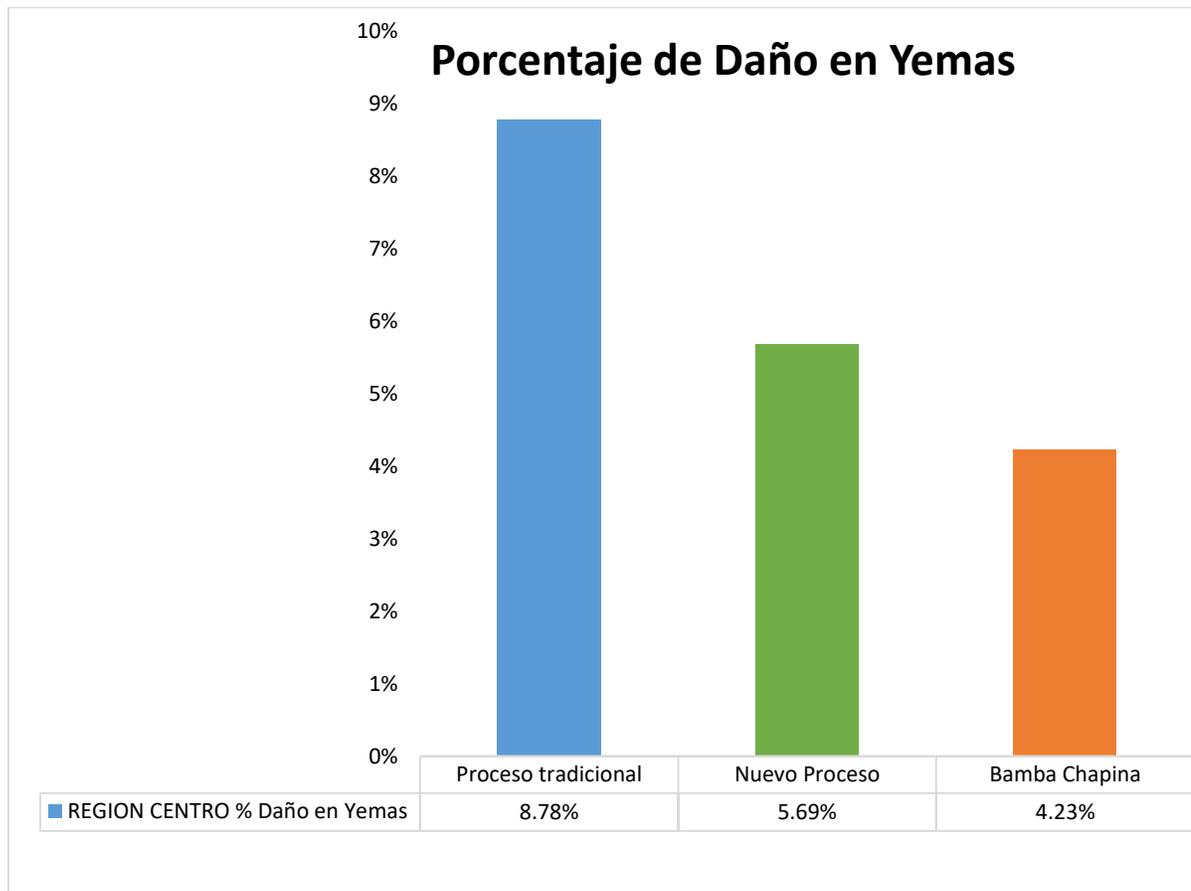
(%) PORCENTAJE DE DAÑO DE YEMAS			
Muestreo	Machete Vizcaíno		Machete Bamba Chapina
	Proceso Tradicional	Nuevo Proceso	
1	7.38%	4.96%	3.54%
2	10.44%	4.65%	6.20%
3	7.58%	6.57%	2.65%
4	8.28%	6.40%	4.73%
5	10.08%	7.25%	6.58%
6	8.66%	4.96%	5.67%
7	7.14%	6.09%	2.96%
8	11.77%	4.32%	3.57%
9	7.83%	5.93%	3.10%
10	8.62%	5.79%	3.27%
Promedio	8.78%	5.69%	4.23%

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

En el cuadro 12 se puede observar el porcentaje de daño de yemas en corte de semilla de caña de azúcar, en el caso de la región Central el promedio al utilizar el proceso tradicional es de 8.78 %, el del nuevo proceso es de 5.69 % y el machete Bamba Chapina es de 4.23

% obteniendo en el ultimo un menor porcentaje de daño de yemas al momento del corte de la semilla.

En la figura 26, se observan los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos de la región centro:



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 31. Porcentaje de daño de yemas en corte de semilla de la región Centro

Se observa en los valores de la figura 31, que el porcentaje de daño de yemas utilizando machete Vizcaíno en el proceso Tradicional para la finca San Bonifacio en la región Centro, fue de 8.78 %, sin embargo con la utilización del nuevo proceso este valor se redujo a 5.69 %, lo que representa una disminución del 35 % del daño a yemas, lo cual demuestra que existe mejora en la cantidad de yemas viables para llevar a campo definitivo, eficiencia en

el proceso de establecimiento de plantaciones posteriores ya que es posible utilizar menor material vegetativo para obtener densidades poblacionales óptimas entre 1.40 m a 1.60 m entre surcos cubriendo la semilla con una capa de suelo de entre 3 cm y 5 cm, además se evaluó la utilización del machete Bamba Chapina en el proceso de extracción de esquejes de caña de azúcar, el cual presentó un valor promedio de daño de yemas del 4.23 % lo que equivale a una disminución del daño de 51.8 % siendo este último la mejor opción para mejorar la calidad del esqueje.

En el cuadro 13, se observa el porcentaje de daño de yemas en la región Este, finca Verapaz utilizando diferentes procesos de corte.

Cuadro 13. Porcentaje de daño de yemas en corte de semilla región Oeste.

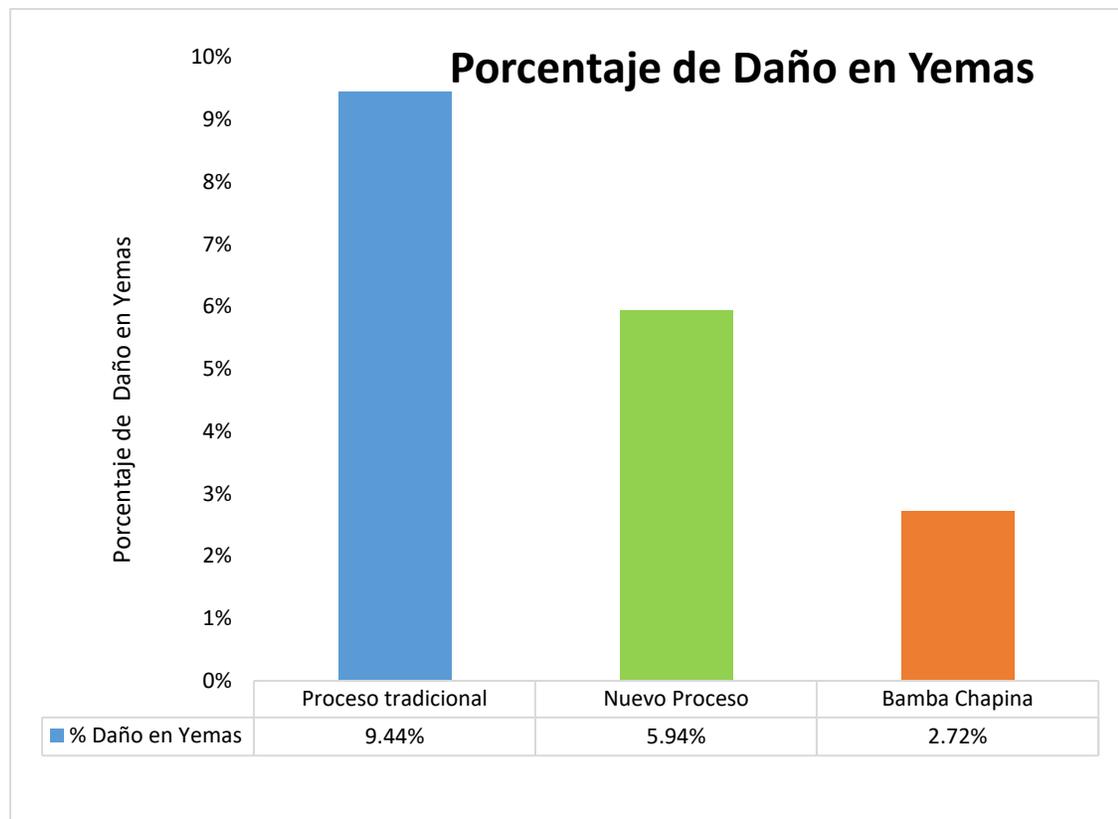
(%) PORCENTAJE DE DAÑO DE YEMAS			
Muestreo	Machete Vizcaíno		Machete Bamba Chapina
	Proceso Tradicional	Nuevo Proceso	
1	6.96%	5.97%	3.75%
2	8.89%	5.60%	2.63%
3	10.32%	7.03%	1.92%
4	8.82%	5.80%	1.99%
5	9.33%	6.98%	2.61%
6	10.39%	5.88%	2.04%
7	9.21%	5.30%	2.05%
8	8.96%	4.76%	2.65%
9	12.40%	6.15%	4.70%
10	9.09%	5.88%	2.88%
Promedio	9.44%	5.94%	2.72%

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

En el cuadro 13, se puede observar el porcentaje de daño de yemas en corte de semilla de caña de azúcar, en el caso de la región Oeste el promedio al utilizar el proceso tradicional es de 9.44 %, el del nuevo proceso es de 5.94 % y el Machete Bamba Chapina

es de 2.72 % obteniendo en el ultimo un menor porcentaje de daño de yemas al momento del corte de la semilla.

En la figura 32, se observan los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos de la región Oeste:



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Figura 32. Porcentaje de daño de yemas en corte de semilla de la región Oeste

Se observa en los valores de la figura 32, el porcentaje de daño de yemas utilizando machete Vizcaíno en el proceso Tradicional para la finca San Bonifacio en la región Oeste, fue de 9.44 %, sin embargo con la utilización del nuevo proceso este valor se redujo a 5.94 %, lo que representa una disminución del 37.1 % del daño a yemas, lo cual demuestra que existe mejora en la cantidad de yemas viables para llevar a campo definitivo, lo que representa eficiencia en el proceso de establecimiento de plantaciones posteriores ya que es posible utilizar menor material vegetativo para obtener densidades poblacionales óptimas

entre 1.40 m a 1.60 m entre surcos cubriendo la semilla con una capa de suelo de entre 3 cm y 5 cm, además se evaluó la utilización del machete Bamba Chapina en el proceso de extracción de esquejes de caña de azúcar, el cual presentó un valor promedio de daño de yemas del 2.72 % lo que equivale a una disminución del daño de 71.2 % siendo este último la mejor opción para mejorar la calidad del esqueje.

Luego se procedió a realizar un análisis de varianza usando el diseño de bloques al azar con sub- muestreos para la variable de porcentaje de daño de yemas

Cuadro 14. Análisis de varianza de porcentaje de daño de yemas.

F.V.	Gl	SC	CM	F	Valor de p
Modelo.	85	540.62	6.36	1.03	0.5704
Bloque	2	0.75	0.37	0.06	0.942
Tratamiento	2	408.88	204.44	33.22	0.0032
Error del Muestreo	81	131	1.62	0.26	0.9931
Error Experimental	4	24.62	6.15		
Total	89	565.24			

c.v = 40.28 %

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Según el cuadro 14, con un coeficiente de variación de porcentaje de daño de yemas de 40.28 %, y de acuerdo al análisis de varianza, no hay diferencia significativa en las frentes (bloques, con un valor de p 0.942), mientras que en los tratamientos si existe diferencia significativa con un valor de p 0.0032 el cual es menor a 5%, por lo que se realizó la prueba de medias de tukey únicamente para los tratamientos.

Cuadro 15. Prueba de tukey en tratamientos para el porcentaje de daño de yemas.

Tratamiento	Medias	Grupo Tukey
Bamba	3.86	A
Nuevo - Proceso	5.63	A
Tradicional	9	B

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

De acuerdo a la prueba de tukey en los tratamientos para el porcentaje de daño de yema en el cuadro 15, en los tratamientos se mostró mejores resultados en cuanto a un mínimo daño de yemas el nuevo procedimiento implementando el machete bamba chapina con una media de 3.86 % junto con el nuevo proceso con una media de 5.63 % mientras que al implementar el método tradicional se obtuvo un mayor daño mecánico de yemas de 9 %, por lo que no es eficiente.

2.8. CONCLUSIONES

1. El rendimiento obtenido en la investigación, en cuanto al número de paquetes-hombre-día (PHD), el mejor tratamiento fue la implementación del nuevo proceso de corte de semilla implementado el mache tipo bamba chapina obteniendo una eficiencia de 21.10% de PHD en relación al proceso tradicional de corte de semilla.
2. En la variable de porcentaje de daño de yemas, según el estudio se obtuvo un menor porcentaje de daño de yemas utilizando el nuevo proceso con machete Bamba chapina disminuyéndolo las pérdidas de daño de yemas a 57.11 % de daño mecánico en comparación al método tradicional.

2.9. RECOMENDACIONES

1. En base a los resultados obtenidos en cada una de las regiones para este caso región Este finca California, región Centro finca San Bonifacio y región Oeste fincas Verapaz, donde se llevó a cabo la recopilación de información y datos para la presente investigación; se recomienda utilizar para el corte de semilla de caña de azúcar el nuevo método utilizando el machete bamba chapina más el machete tipo Vizcaíno para el picado (despunte), con la finalidad minimizar el daño de las yemas germinativas y aumentar el número de paquetes hombre por día.
2. Previo a la implementación del nuevo método utilizando el machete bamba chapina más el machete tipo Vizcaíno para el picado (despunte), se debe capacitar al personal responsable de realizar el corte de semilla de caña de azúcar, en los siguientes aspectos: ángulo adecuado para el corte de semilla con machete tipo bamba chapina y su respectivo afilado. Esto con la finalidad de minimizar accidente en campo por mal manejo de machete, reducción de los costos de producción en campo definitivo e incrementar los rendimientos de paquetes hombre por día.

2.10. BIBLIOGRAFÍA

1. Amaya, A. 1986. Morfología de la caña de azúcar. *In* El cultivo de la caña azúcar. Cali, Colombia, CENICAÑA. p.132.
2. Bakker, H. 1999. Sugar cane cultivation and management. New York, US, Kluwer Academic / Plenum Publishers. s.p
3. Buenaventura, C. 1990. Semilleros y siembras de la caña de azúcar. 4 ed. Cali, Colombia, Serie tecnica. p. 45-89.
4. Calderón, E. 1995. Área establecida para la semilla vegetativa de caña de azúcar grupo Pantaleón-Concepción. Guatemala, INTECAP. p. 78.
5. Calderón, H. 1995. Establecimiento de semilleros y multiplicación de variedades. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA). p. 115-129.
6. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Guatemala). 2010. Memoria: presentación de resultados de zafra 2009-2010. Guatemala. 35 p.
7. Chávez Solera, MA. 1990. La maduración, su control y la cosecha de la caña de azúcar. Presentado en Seminario de Tecnología Moderna de la Caña de Azúcar (2., 1982, San José, Costa Rica). Memorias. San José, Costa Rica, CAFESA / ATACORI / MAG / LAICA. p. 28-40.
8. Dávila, C; Torres, J; Echeverri, C. 1995. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Colombia, CENICAÑA. 48 p.
9. Flores, S. 1976 Manual de caña de azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP). 172 p.
10. González, P. 2015. Guatemala, CEGICAÑA / Grupo Pantaleón-Concepción, Departamento de Agronomía, Área de Almacigos. 57 p.
11. Hernández, B. 2012. El machete arma, herramienta y símbolo social. *In* Encuentro patrimonio industrial Guatemala 2010. Guatemala, USAC. p. 74.
12. _____. 2014. Propagación de semilleros en campo definitivo. Guatemala, Ingenio Magdalena. Consultado 18 ago. 2014. Disponible en www.imsa.com.gt
13. Hernández, M. 2014. Arqueología industrial de un objeto común; una aproximación al estudio de los machetes de Guatemala. Tesis Lic. Hist. Guatemala, USAC 52 p.

14. NETAFIM. 2008. Caña de azúcar (en línea). Consultado 20 nov. 2016. Disponible en <http://www.sugarcane crops.com/s/Foreword/>
15. Nuñez Alvarado, CO. 1993. Diagnóstico sobre la situación actual de variedades comerciales y promisorias de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Pantaleón S.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 117 p.
16. Orozco, H. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca, morfología y productividad. Guatemala, CENGICAÑA. 25 p.
17. Orozco, H; Soto, G. 1996. Morfología de las variedades de caña de azúcar *Saccharum* spp. importantes en Guatemala y de variedades en evaluación regional grupo CGVO. Guatemala, CENGICAÑA. s.p.
18. Ovalle, E; García, S. 2006. Efecto de la enfermedad del raquitismo de las socas (*Leifsonia xyli* subs *xyli*), en el rendimiento de caña de nueve variedades. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación en Caña de Azúcar (CENGICAÑA). p. 95-99.
19. Ovalle, W. 2010. Semilleros y siembra comercial en el cultivo de la caña de azúcar. Guatemala, CENGICAÑA. p.120-130.
20. Pérez, M. 1981. Morfología de la caña de azúcar. Guatemala, CENGICAÑA. p. 45.
21. Solares, E. 2011. Variedades de caña de azúcar en Ingenio Magdalena (comunicación personal). Guatemala, CENGICAÑA, Departamento de Investigación.
22. Solórzano, H. 1998. Determinación del grado de tolerancia a nueve herbicidas y cinco variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). en la Estación Experimental Camantulul, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas. 78 p.
23. Subiros Ruiz, F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. 156 p.
24. Tarenti, O. 2004. Calidad de semilla, lo que implica y como evaluarla. Argentina, INTA. Consultado 17 ago 2014. Disponible en http://www.inta.gov.ar/sanluis/info/documentos/Semillas/cal_semillas.htm.
25. Torres A, JS; Cruz, VR; Villegas, TF. 1996. Avances técnicos para la programación y manejo del riego en caña de azúcar. Cali, Colombia, CENICAÑA. 39 p.
26. USDA, Natural Resource Conservation Service. 2011. Plants profile: *Saccharum officinarum* L. sugarcane U.S.A. (en línea). US. Consultado 4 mar. 2011. Disponible en http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=SAOF&photoID=saof_001_avd.tif

27. Victoria, JI; Calderón, H. 2014. Establecimiento de semilleros y multiplicación de variedades (en línea). Colombia, CENICAÑA. Consultado 18 ago. 2014. Disponible en http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p115-129.pdf/
28. Victoria, JI; Ververos, C; Rangel, R. 2003. Variedades de caña de azúcar para las zonas agroecológicas del valle geográfico del río Cauca. Colombia, CENICAÑA. 180 p.

2.11. ANEXOS



Figura 33 A. Fotografía de los tratamientos: a) tratamiento 1, b) tratamiento 2, c) tratamiento.



CAPÍTULO III

“ESTIMACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS TRACTORES JOHN DEERE SERIE 6155 J. Y DETERMINAR LA EFICIENCIA OPERACIONAL DEL PROCESO DE COSECHA MECANIZADA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM SPP.*) INGENIO PANTALEON, SIQUINALÁ, ESCUINTLA, GUATEMALA C.A.”

3.1 Presentación

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), el cual se realizó en de Febrero a Noviembre del 2015, se ejecutaron dos servicios los cuales brindaron apoyo al Departamento de Recursos humanos Agrícola del Ingenio Pantaleon, designados por distintas gerencias; aportando nuevos resultados e ideas en los procesos productivos, en el área de maquinaria agrícola, específicamente a los operadores de tractores y cosecha mecanizada en la zafra 2014-2015.

El primer servicio consistió en realizar una evaluación diagnóstica teórica para medir el nivel de conocimientos y práctica para medir las habilidades, pruebas que se enfocaron en un total de 148 operadores de tractores John Deer serie 6155; obteniendo como resultados que únicamente el 09 % de ellos aprobó las ambas evaluaciones con mayor a 70 puntos criterio que considera el Ingenio Pantaleon para determinar que el operador es competente para realizar sus labores.

Sin embargo, es importante mencionar que el 91 % de los operadores que reprobaron ambas pruebas con menor a 70 puntos; se deben de capacitar en los temas: funcionamiento del motor, capacidades del tractor, punto de lastre y accionamiento de la doble del tractor.

El segundo servicio fue enfocado a determinar la eficiencia operacional del proceso de cosecha mecanizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*); para ello se evaluaron dos frentes de corte, asignándoles los nombres grupo 1 y grupo 2, los resultados más significativos fueron la experiencia y las condiciones fisiológicas del cultivo (postrado de la caña); lo que permitió que le grupo 1 obtuviera mejores resultados al final del análisis de los resultados.

3.2. SERVICIOS 1. CONOCER EL NIVEL DE CAPACIDAD DEL PERSONAL PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS TRACTORES JOHN DEERE SERIE 6155 J DE LOS OPERADORES DEL INGENIO PANTALEON.

3.2.1. ANTECEDENTES

Los procesos agrícolas dentro del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*), involucra la utilización de maquinaria. Para estas labores Pantaleón cuenta con maquinaria agrícola especializada además de estas utiliza recurso humano capacitado para desempeñarse correctamente.

Para abastecer al ingenio de toda maquinaria agrícola efectiva se necesitan renovaciones de los tractores cada cierto tiempo debido a que la maquinaria sufre deterioro por el uso continuo; por tal razón es importante conocer el nivel de conocimiento y capacidad del personal tanto teórica, como prácticas para la operación y mantenimiento preventivo *de los* tractores John Deere serie 6155 J.

El presente servicio profesional se enfoca en realizar una evaluación para identificar el nivel de conocimientos de operación del tractor John Deere serie 6155 J y con base a ella plantear una capacitación, de tal forma que todos tengan los conocimientos básicos para el uso eficiente de la maquinaria.

3.2.2. MARCO RERERENCIA

3.2.2.1. Localización

La empresa se encuentra ubicada en la finca Pantaleón en el kilómetro 86.5 carretera al Pacífico, en el municipio de Siquinalá, Escuintla figura 34.

Se encuentra a 14° 19" Latitud Norte y 90° 59" Longitud Oeste, a una elevación de 420 metros sobre el nivel del mar. Estos datos sólo hacen referencia a un punto geográfico, cuando en la realidad se ocupa un área geográfica.

Se presenta una distorsión en la información, en una parte se habla de algo puntual (empresa u oficinas centrales) y luego el área de cultivo. Centrarse en describir el lugar en donde se realizó la evaluación. (Dependencia del ingenio)



Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015.

Figura 34. Ubicación de la corporación Concepcion – pantaleon.

3.2.2.2. Maquinaria utilizada

El tractor John Deere 6155 posee las características figura 35: Cabina ergonómica ComfortView cuadro 16 con una comodidad y visibilidad sobresalientes Commandarm de Generación 4 en Command Center o consola derecha Nuevo joystick electrónico y ergonómico integrado con botones reconfigurables El diseño del bastidor integral proporciona mayor comodidad de marcha, mayor capacidad de carga, reduce los esfuerzos

sobre el motor y la transmisión y facilita el montaje de una pala cargadora frontal y de un elevador frontal.

Cuadro 16. Especificaciones tractor John Deere serie 6155.

Potencia nominal (97/68CE)	114 kW (155 CV)
Potencia máx. con IPM (97/68CE)	149 kW (202 CV)
Caudal hidráulico máximo	80 L/min, opcional 114 L/min
Capacidad máx. de elevación trasera	8.100 kg

Fuente: John Deere 2015



Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015.

Figura 35. Tractor John Deere serie 6155.

3.2.3. OBJETIVO

3.2.3.1. Objetivo general

Conocer el nivel de capacidad del personal para la operación y mantenimiento preventivo de los tractores John Deere serie 6155 J de los operadores del Ingenio Pantaleon.

3.2.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el nivel de capacidad de 148 operadores de tractor John Deere serie 6155.
- Determinar el nivel de habilidades de 148 operadores de tractor John Deere serie 6155.
- Analizar los resultados de las evaluaciones diagnósticas y detectar temas de capacitación.

3.2.4. METODOLOGIA

1. Conocer al personal que opera los tractores del Ingenio Pantaleon.
2. Conocer problemas relacionados con el mal uso de los recursos, pérdida de tiempo y accidentes.
3. Realización de evaluación teórica y práctica para terminar el nivel de conocimientos y habilidades que cada uno de ellos posee.
4. Identificar las debilidades para mejorar la operación y mantenimiento preventivo de los tractores

3.2.4.1. Preparación del material teórico y práctico para la estandarización sobre el manejo y mantenimiento correcto del tractor.

Las pruebas teóricas y prácticas conformaran los aspectos: mantenimiento preventivo (revisión 360°), sistema eléctrico (corrientes en la batería, indicadores eléctricos de tablero, motor de eléctrico de arranque, alternador de corriente eléctrica y luces delanteras y traseras), suspensión (neumáticos y balancines de suspensión delantera), transmisión (bloques o paquetes de cambios de velocidades, eje cardan, diferencial, embrague, puntos de lastre y funciones básicas de indicadores en el tablero).

A. Cuantificación de los operadores de tractores

El Ingenio Pantaleon cuanta con 148 operarios los cuales participaron en prueba de nivel de capacidad del personal para la operación y mantenimiento preventivo de los tractores John Deere serie 6155 J. Colaboradores que serán la población neta para la estandarización del manejo y mantenimiento correcto de los tractores.

B. Ubicación de los operadores de tractores

Para que la actividad se realizar de la mejor manera se ubicaron a los tractoristas, determinando las fechas y horas para realizar las pruebas teóricas y prácticas, las cuales no interfieran en sus labores, por tal motivo se evaluaron 21 operadores de tractor por semana

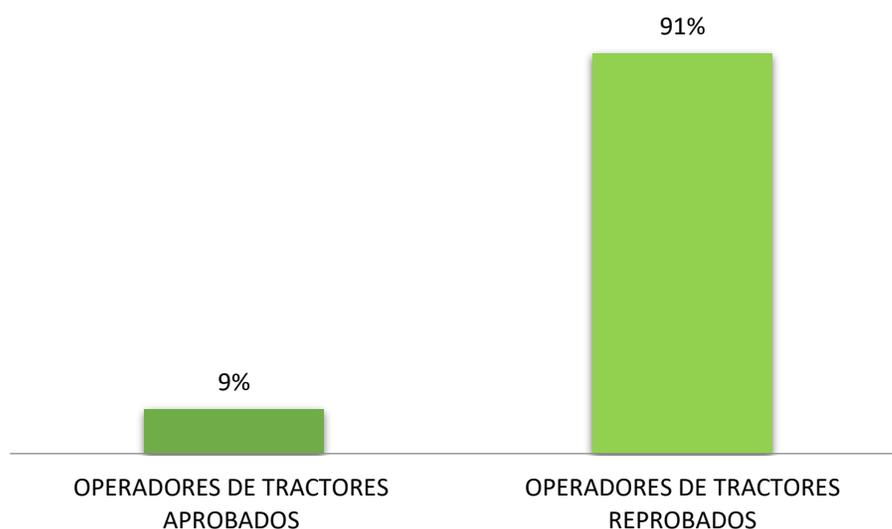
3.2.4.2. Realización de la evaluación diagnóstica para conocer las habilidades y conocimientos de los tractoristas.

Después de la planificación de los servicios, se ejecutaron todas las evaluaciones a los 148 operadores de tractores de forma programada, reuniéndolos en las oficinas que estén constituidas en cada una de las áreas de trabajo. Según criterio del Ingenio Pantaleon se consideran competentes para realizar su labor aquellos operadores que aprueben las

pruebas con un puntaje mayor a 70 puntos. En caso contrario los operadores que no cumplan con este parámetro se someterán a capacitación y nuevamente serán evaluados.

3.2.5. RESULTADOS

Se realizaron las evaluaciones teóricas y prácticas a un total de 148 operadores de tractores, sobre los temas: mantenimiento preventivo, sistema eléctrico, funcionamiento del motor, capacidades del tractor, suspensión, transmisión, diferencial, embrague, punto de lastre, funciones básicas de indicadores en el tablero y accionamiento de la doble del tractor; obteniendo los resultados que se muestran en las figuras 36.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Figura 36. Resultados de evaluaciones teóricas y prácticas.

En la figura 36 se puede observar que el 9% que corresponde a 14 operarios aprobaron la evaluación teórica como práctica obteniendo puntajes mayores de 70 puntos. Así mismo el 91% de evaluados que corresponden a 134 operarios reprobó ambas pruebas; los temas deficientes que se observaron fueron: funcionamiento del motor, capacidades del tractor,

punto de lastre y accionamiento de la doble del tractor, Examen práctico de operarios de tractor figura 37.



Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015.

Figura 37. Prueba práctica operador de tractor.

3.2.6. EVALUACIÓN

En conclusión, de que los 134 operadores que reprobaron las evaluaciones teóricas y prácticas reciban capacitación en los temas de funcionamiento del motor, capacidades del tractor, punto de lastre y accionamiento de la doble del tractor; y nuevamente sean sometidos al proceso de evaluaciones. Para que posteriormente se realicen a la estandarización de los 148 operadores, sobre el manejo y mantenimiento correcto del tractor, con la ejecución de los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación de experiencia y capacitación; en el trabajo diario de campo, con la finalidad de reducir costos, tiempo de operación y evitar accidentes.

3.2.7. BIBLIOGRAFÍA

1. Acan, L. 2015. Evaluación teórica y práctica para puesto operadores de tractores en la División Agrícola, Ingenio Pantaleón. EPSA Informe. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p.18-22.
2. Deere, US. 2015. Especificaciones de tractor John Deere serie 6155 (en línea). US. Consultado 18 set. 2015. Disponible en www.deere.com/p115-139.pdf

3.2.8. Anexos

3.2.8.1. Evaluación Teórica.



Nombre: _____

Fecha: _____

I Serie. INSTRUCCIONES:

En este cuestionario encontrará preguntas directas. Observe y analice cada caso y responda lo que se le pide.

1. ¿Cómo se debe realizar la revisión de los 360 grados en los tractores antes de iniciar labores? _____

2. ¿Indique 3 razones por que, después de la revisión física del tractor y comprobar el buen estado, se procede a poner en marcha el motor, se debe esperar un tiempo prudencial antes de salir a trabajar?

a). _____

b). _____

c). _____

3. ¿Por qué no se debe nivelar el radiador con agua de chorro o de río?:

4. ¿Por qué razón no debe rebalsarse el nivel de refrigerante en el depósito de recuperación?

5. ¿A qué sistema del motor, pertenece el termostato?:

6. A qué espacio de tiempo se realizan los servicios mayores de los tractores agrícolas:

7. ¿Al apagar el tractor, debo acelerarlo si o no y Porque?

8. ¿Por qué razón se debe dejar funcionando en bajas revoluciones un motor equipado con turbo, que ha estado funcionando a altas RPM, antes de apagarlo?

9. Qué haría usted, si al tractor que está trabajando en terreno con mucho polvo se le daña el filtro de aire? _____

10. Qué función cumple el acumulador en el sistema eléctrico del tractor

11. Qué función cumple el alternador en el sistema eléctrico del tractor

12. Mencione los tres circuitos del sistema eléctrico del tractor:

a). _____

b). _____

c). _____

13. Para activar la traba de diferencial mecánica, son obligatorias dos condiciones en el tractor:

a).

b). _____

14. ¿Cómo diferencia físicamente un PTO de 540 RPM de uno de 1000 RPM?

15. Indique los 3 puntos donde se mide la potencia de los tractores agrícolas.

a) _____

b) _____

c) _____

16. Cuando se habla de la transmisión de los tractores agrícolas, nos estamos refiriendo

a:

a). El diferencial b) la traba de diferencial, c). La caja de cambios d)

Ninguna es correcta

17. Algunos tractores cuentan con transmisión combinada: sincronizada y mecánica (gamas). En cuál de las posiciones se pueden hacer cambios con el tractor en movimiento y b). en cuál se debe parar para hacer cambios?

a) _____

b) _____

18. ¿Qué se debe hacer para usar el embrague (clutch) con el motor operando a altas RPM?

19. Indique 2 posibles consecuencias por incrementar la velocidad del tractor violentamente

a) _____

b). _____

20. ¿Qué es el lastrado del tractor?:

21. Mencione 3 tipos de lastre en tractores agrícolas:

a). _____

b). _____

c). _____

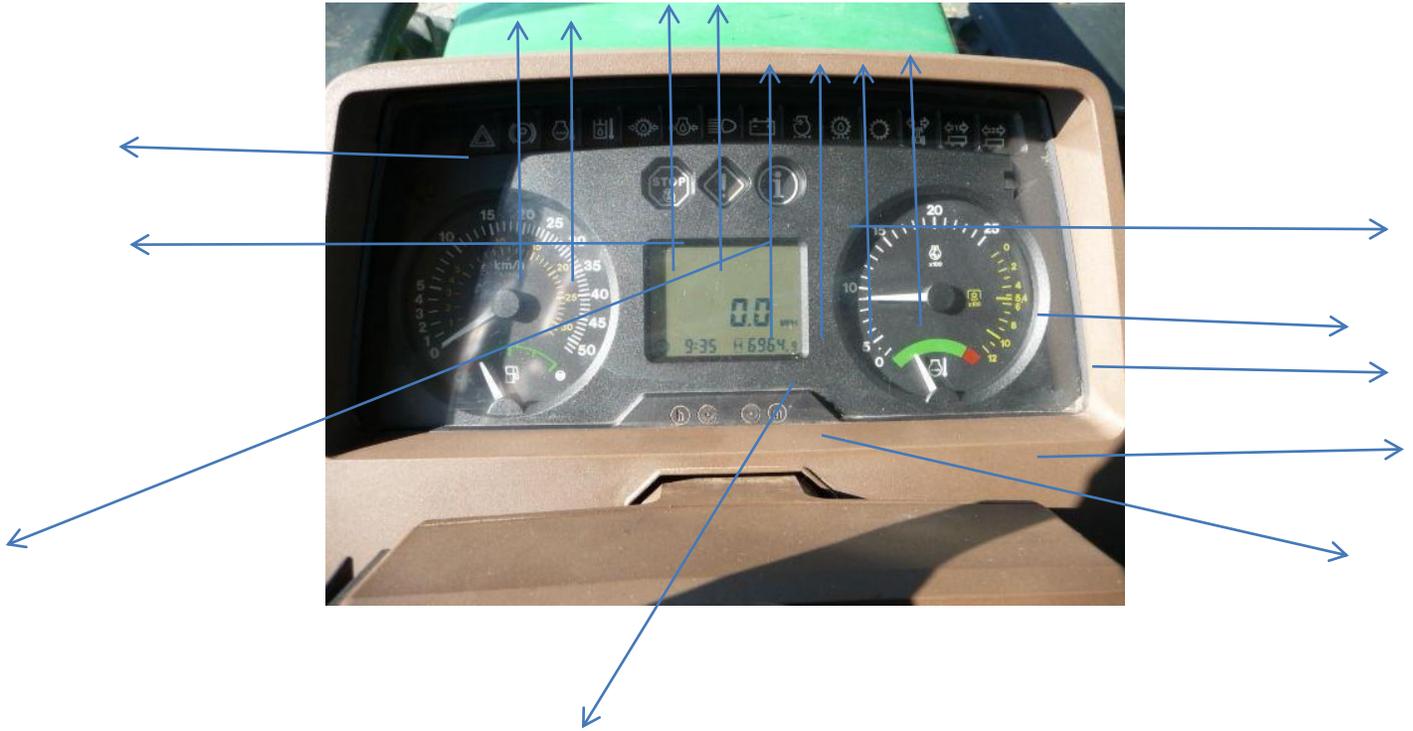
22. ¿En qué partes del tractor se puede colocar lastre?

25. ¿Cómo se determina la necesidad de lastre del tractor?

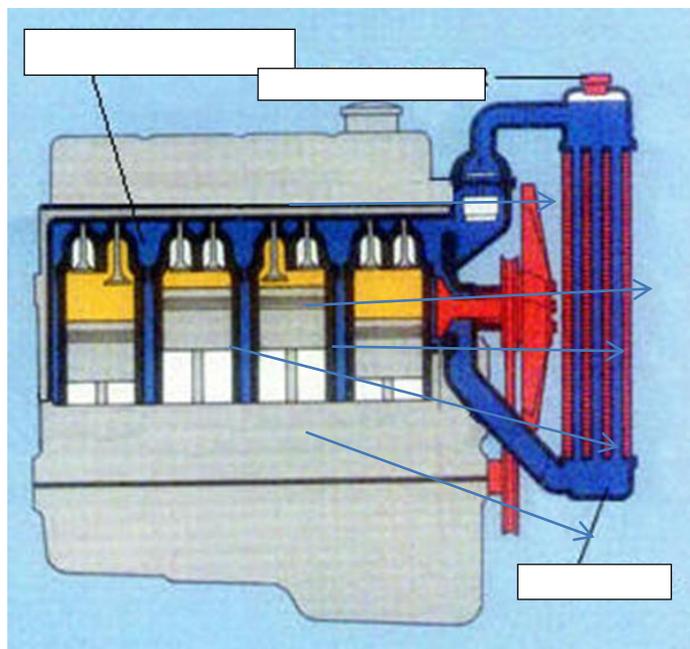
26. Mencione el nombre de los cuatro ciclos de un motor de combustión interna

II. Serie. En las figuras escriba el nombre de las partes en la línea que le corresponda.

1. Identificar las partes del tablero de instrumentos



Identificar las partes del sistema de refrigeración



3.2.8.2. Evaluación Práctica.



Pantaleon

Instrucciones: A continuación, se presentan los criterios que van a ser evaluados en el desempeño del participante mediante la observación. Marque con una **X**, aquellas actividades que hayan sido cumplidas por el participante en su desempeño. Los resultados tienen una validez de un año.

		Sí	No
1	Realizar revisión de 360` grados		
1.1	Nivel de aceite del motor		
1.2	Nivel de refrigerante		
1.3	Estado del radiador (libre de suciedad)		
1.4	Nivel de aceite de transmisión		
1.5	Indicador de filtro de aire (sí existe)		
1.6	Estado de correa del ventilador		
1.7	Tensión de correa del ventilador		
1.8	Observar ausencia de fugas de fluidos		
1.9	Revisar que escudos o guardas estén en su lugar		
1.10	Revisar presión de inflado de neumáticos		
1.11	Revisar estado de llantas		
1.12	Revisar ausencia de partes o tornillos flojos		
1.13	Asegurarse ausencia de personas debajo del tractor		
2	Revisión de tablero de instrumentos		
2.1	Asegurarse que la transmisión se encuentre en N o P		
2.2	Revisar carrera de pedal de clutch		
2.3	Revisar carrera de pedal de frenos		
2.4	Poner el switch de ignición en On		

2.5	Revisar funcionamiento de tablero de instrumentos		
2.6	Anotar horómetro inicial del tractor		
2.7	Revisar contenido/nivel de combustible		
3	Prender el motor sin acelerar		
3.1	Observar en tablero de instrumentos		
3.2	Presión de aceite del motor		
3.3	Régimen de carga del alternador		
3.4	Presión de aceite del sistema hidráulico		
3.5	Revisar funcionamiento de luces de carretera		
3.6	Revisar funcionamiento de luces direccionales (pidevías)		
3.7	Revisar luces de trabajo (luces de implemento		
3.8	Revisar funcionamiento de aire acondicionado (sí existe)		
4.0	Esperar que alcance temperatura de trabajo		
4.1	De refrigerante del motor		
4.2	De transmisión (Transmisión automática		
4.3	Utiliza el epp adecuado		

Firma Evaluador	
Nombre Evaluador	

Observaciones:

3.3.SERVICIO 2. DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS PERDIDOS DENTRO DEL PROCESO DE COSECHA MECANIZADA COMPARANDO EL SISTEMA DE DOBLE AUTOVOLTEO EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM SPP*) EN EL INGENIO PANTALEON.

3.3.1. INTRODUCCIÓN

En el presente servicio se realizó un estudio de tiempos perdidos por la utilización del sistema de doble autovolteo por tractor y su comparación con el sistema de un autovolteo por tractor dentro del ingenio Pantaleon.

Como objetivo primordial dentro de la Corporación Pantaleon es el aumento significativo en cuanto al área operacional de dicho proceso, por tal razón se requiere de generar información para maximizar sus eficiencias.

En Guatemala la cosecha de la caña de azúcar representa cerca del 33 por ciento de los costos de producción del cultivo; por lo que cualquier variación en esta labor afecta significativamente la rentabilidad del cultivo (Meneses A. 2010).

Por tal razón es de suma importancia la eficiencia de la misma, este servicio se enfoca en cuantificación de los tiempos en giros de la cosechadora y llenado de auto volteo dentro del proceso para proponer las mejoras pertinentes.

3.3.2. MARCO REFERENCIAL

3.3.2.1. Localización

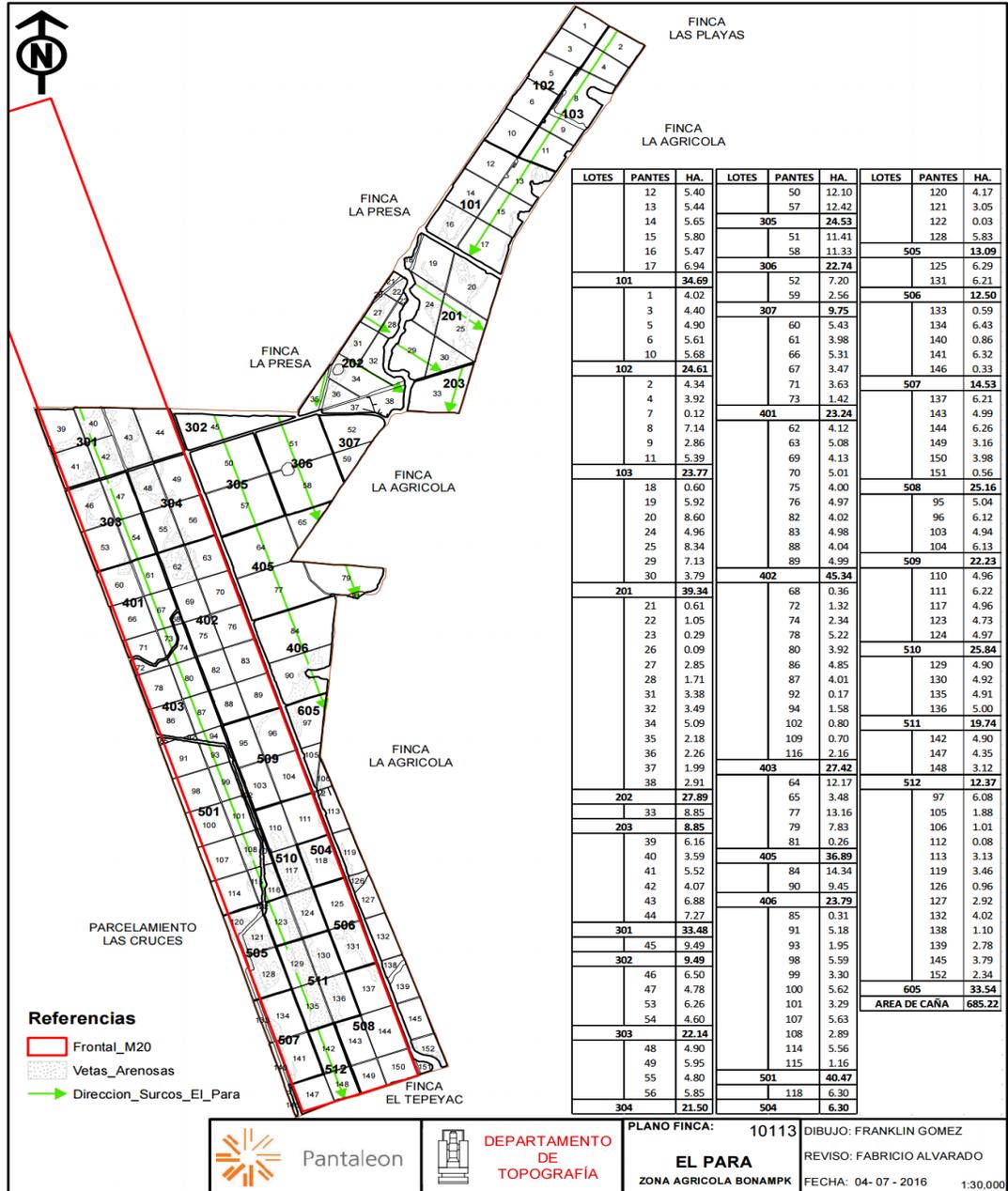
La realización del estudio se llevó a cabo en marzo y abril de 2015. En fincas con características homogéneas como temperatura, topografía y humedad relativa; para obtener resultados en igualdad de condiciones en dos frentes de cosecha mecanizada. La investigación se realizó en las fincas, figuras 38 y 39:

1. El Para.
2. Ofelia Santa Marta.

1. Finca El Para:

Ubicación: Escuintla

Clasificación de terreno: tipo B

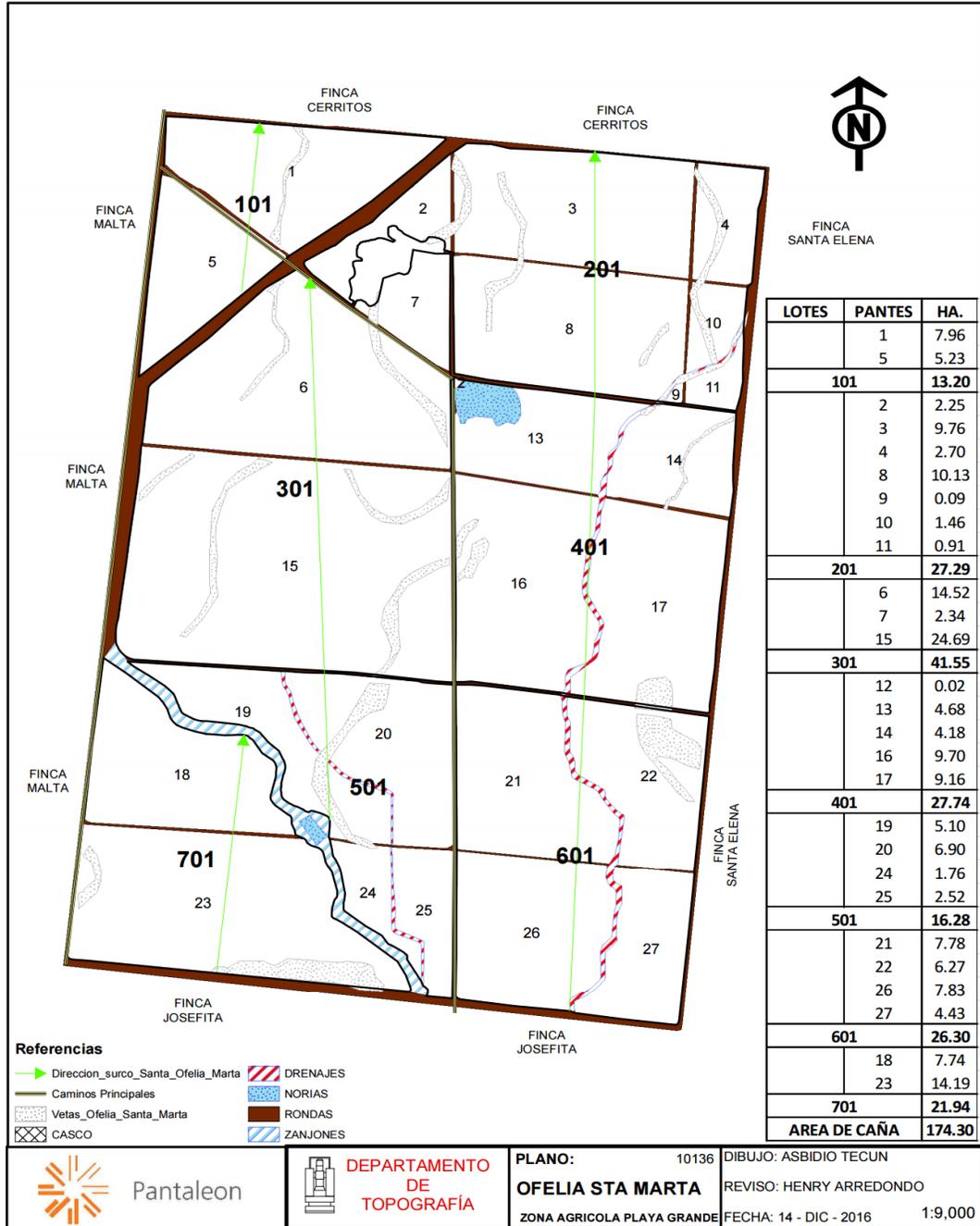


Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015.
 Figura 38. Mapa de Finca el Para.

2. Finca Ofelia Santa Marta:

Ubicación: Escuintla

Clasificación: tipo B



Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015.
 Figura 39. Mapa de Finca Ofelia Santa Marta

3.3.3. OBJETIVOS

3.3.3.1. Objetivo general

1. Comparar los tiempos de los frentes mecanizados 1 (4 cosechadoras: 6 tractores: 12 auto volteos) y frente 2 (4 cosechadoras: 8 tractores: 8 auto volteos) del Ingenio Pantaleon, durante la zafra 14-15.

3.3.3.2. Objetivos específicos

1. Comparar los tiempos perdidos por la espera de tractores con diferente combinación de auto volteos dentro del proceso de Cosecha Mecanizada frente 1 (4 cosechadoras: 6 tractores: 12 auto volteos) y frente 2 (4 cosechadoras: 8 tractores: 8 auto volteos).
2. Cuantificar los tiempos perdidos que afecten en la eficiencia durante la cosecha mecanizada.

3.3.4. METODOLOGÍA

Para la realización de este servicio se llevaron a cabo varias actividades para recabar la información requerida.

Como primer paso se realizó una matriz para registrar el tiempo de llenado del auto volteo durante el proceso de la cosecha mecanizada y se cuantificó los tiempos perdidos de la cosechadora por la espera de los tractores y sus auto volteos. Los pasos necesarios se describen a continuación para la obtención de los datos de campo:

- 1) Selección del área experimental.
- 1) Selección los frentes mecanizados.
- 2) Determinar la variable a medir.
- 3) Realizar el estudio de campo.

3.3.4.1. Selección del área experimental

En la cosecha mecanizada se tiene una clasificación de las condiciones que presentan las fincas para la cosecha mecanizada. Esta clasificación se realiza tomando en cuenta:

- 1) Topografía.
- 2) Diseño de la finca.
- 3) Largo de los surcos.
- 4) Presencia de quíneles o drenajes.
- 5) Obstáculos.

Para poder determinar las eficiencias de la cosecha mecanizada, es necesaria una clasificación de operación de los lotes determinando las cualidades del área asignada para dicho proceso. El Ingenio Pantaleon cuenta con 4 tipo de clasificaciones de lotes para el corte mecánico, los cuales los identifican como lotes clases A, B, C y D.

a) Clasificación A

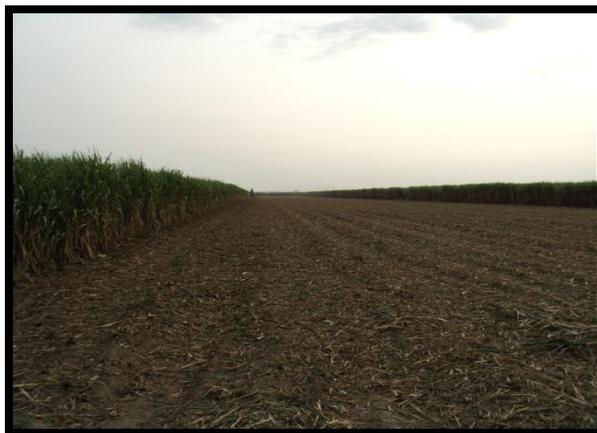
Esta clasificación consta de la presencia de rondas en los cuatro lados de un mínimo de 4 metros, figura 40.

No presenta ningún obstáculo físico (piletas, aguadas, arboles, rumas, quíneles)

Libre de presencia de piedra.

Libre de vetas arenosas.

Topografía plana



Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015.
Figura 40. Lote clasificación A.

b) Clasificación B

Esta clasificación consta de presencia de obstáculos físicos como: piletas, árboles, ramas o quineles), figura 41.

Presencia leve de obstáculos físicos (piletas, aguadas, arboles, ramas y quineles)

Presencia de piedras aisladas (no en forma de focos) y no propiamente del perfil del suelo.

Surcos cortos (menores a 500 metros de largo.)

Rondas finales angostas (menores a 4 metros de ancho.)

Presencia leve de vetas arenosas.

Se puede cosechar mecánicamente con un riesgo mínimo, afectando la eficiencia.



Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015

Figura 41. Lote clasificación B.

c) Clasificación C

Esta clasificación consta de las características de la clasificación B agregándole las características, figura 42.

Presencia abundante de zanjas y/o quineles profundos.

Suelos parcialmente arenosos.

Estos lotes se pueden cosechar mecánicamente con bajas eficiencias y altos riesgos de daño a la maquinaria.



Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015

Figura 42. Lote clasificación C.

d) Clasificación D

Esta clasificación consta de las características de la clasificación C agregándole:

Pendientes mayores al 10% y topografía irregular (cerros, quebradas, depresiones)

Presencia de fotos grandes de piedra, figura 43.

Distanciamiento de siembra (menor a 1.5 metros).

Estas áreas no son aptas para la cosecha mecanizada.



Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015

Figura 43. Lote clasificación D.

3.3.4.2. Selección de los frentes mecanizados

Para realizar el presente análisis se tomó en cuenta dos frentes de corte 1(4 cosechadoras: 6 tractores: 12 auto volteos) y frente 2 (4 cosechadoras: 8 tractores: 8 auto volteos) de caña de azúcar en forma mecanizada, estos teniendo diferente conformación en su maquinaria agrícola.

A continuación, observaremos la conformación de los frentes mecanizados de corte llamados Frente 1 y Frente 2.

A continuación, se describe la conformación de la maquinaria agrícola del frente 1 el cual es, cuadro 17.

Cuadro 17. Conformación de la maquinaria del frente 1

Frente # 1	
Maquinaria	Cantidad
Cosechadoras (John Deere 3520)	4
Tractores (John Deere 6155 J)	6
Autovolteos	12

Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015.

En el cuadro 17 se puede observar que el frente 1 se caracteriza por contar con 4 cosechadoras John Deere 3520, 6 tractores John Deere 6155J y 12 autovolteos para la cosecha mecanizada.



Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015.

Figura 44. Maquinaria del frente 1.

En la figura 44 se puede observar la maquinaria del frente 1.

A continuación, se describe la conformación de la maquinaria agrícola del frente 2 el cuadro 18.

Cuadro 18. Conformación de la maquinaria del frente 2

Frente # 2	
Maquinaria	Cantidad
Cosechadoras (Case 7700)	4
Tractores (Case Puma)	8
Autovolteos	8

Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015

En el cuadro 18 se puede observar que el frente 2 se caracteriza por contar con 4 cosechadoras Case 7700, 8 tractores Case Puma y 8 autovolteos para la cosecha mecanizada.



Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015.

Figura 45. Maquinaria del Frente 2.

En la figura 45 se puede observar la maquinaria del frente 2.

3.3.4.3. Variables a medir

Para determinar las variables a realizar en el presente estudio, se analizaron previamente las actividades más importantes que se realiza en el proceso de la cosecha mecanizada. Esto para poder determinar la eficiencia operacional dentro del ingenio Pantaleon.

Las variables que se midieron fueron las siguientes:

a) Llenado de autovolteo

Es una operación agrícola que se da en cosecha mecanizada, la cual consiste en depositar en una estructura metálica que conforma el auto volteo, toda la caña cosechada para que

posteriormente pueda ser trasegada en la jaula cañera y trasladada a fábrica para la iniciar con la extracción de jugo y conversión a azúcar.

b) Giro de la cosechadora

Esta actividad consiste en girar la cosechadora a un nuevo surco de caña para continuar la cosecha de manera mecanizada y mantener la programación de corte por área asignada.

c) Descarga de Auto volteos

A través de un sistema hidráulico, la estructura metálica que conforma el auto volteo de caña cosechada, es activada para poder trasegar la caña a la jaula cañera, para ser trasladada a fábrica.

d) Intervalo de tiempo por Autovolteo

Consiste en el tiempo que este tarda para completar su máxima capacidad con carga de caña cosechada, el traslado para el trasiego de la caña en la jaula y su retorno para iniciar nuevamente el proceso de llenado con la cosechadora mecanizada.

Luego de tener presente las variables a medir dentro del estudio, se realizó una matriz de campo para registrar todos los datos los cuales posteriormente fueron transcritos en una hoja de Excel y analizados determinando los tiempos promedios de operación, con la finalidad de obtener los mejores resultados de la cosecha mecanizada.

3.3.4.4. Realización del estudio en campo

Posteriormente que se ejecutaron las actividades descritas, se realizó una programación que incluyó horarios. Estos se utilizaron para observar, analizar y cuantificar los tiempos y giros que nos indicaron la eficiencia operacional del proceso durante una jornada de doce horas por cosechadora y auto volteos de dos turnos por día.

3.3.5. RESULTADOS

El presente servicio se realizó en las fincas El Para y Ofelia Santa Marta en jurisdicción del departamento de Escuintla; las cuales presentaron la misma clasificación que es del tipo B descrito anteriormente.

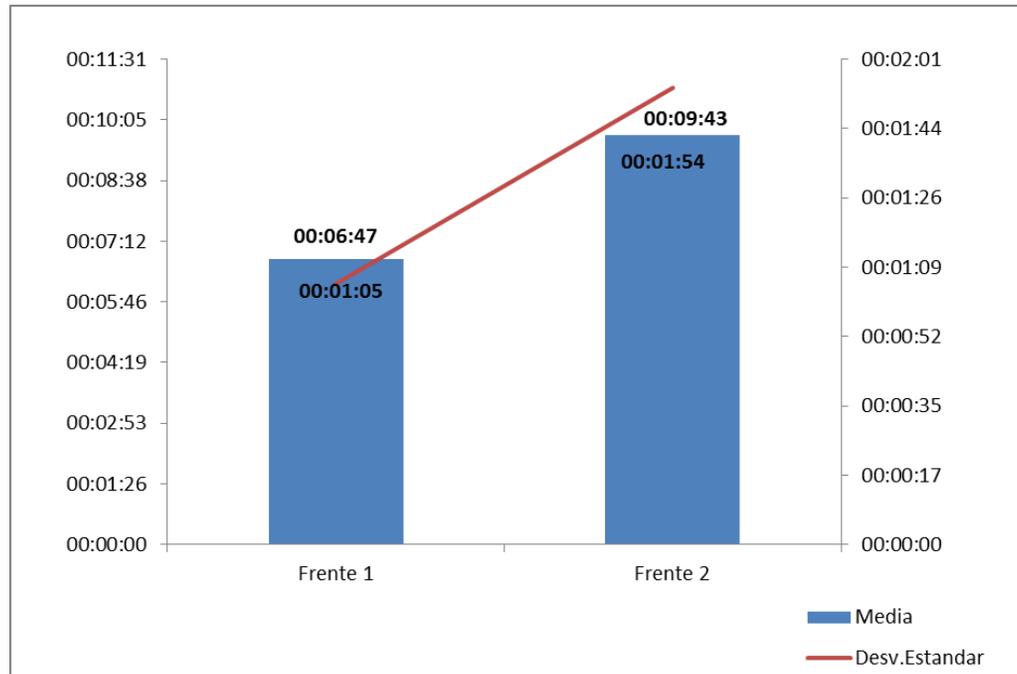
Para la determinar la eficiencia operacional del proceso de cosecha mecanizada mediante un estudio de tiempos, específicamente en la cuantificación del tiempo de llenado del auto volteo y tiempos perdidos en espera del tractor y sus auto volteos, se llevaron a cabo la medición de los mismos; obteniendo los siguientes resultados:

3.3.5.1. Llenado de Autovolteo

Los autovolteo vienen con sistemas hidráulicas para el levante y descargue, operadas a través del sistema hidráulica de los tractores, con sistemas de compensación que garantizan el sincronismo de los equipos en sus movimientos y con válvulas de secuencia que permiten la operación en tándem.

Estos equipos se diseñan de acuerdo a la logística del transporte buscando un menor impacto en el terreno y una disminución en el número de ciclos en los campos.

se obtuvieron 30 muestras de las cuales se recopiló el tiempo que tardo la cosechadora en llenar el autovolteo según el frente evaluado, por lo que se puede observar en la figura 46



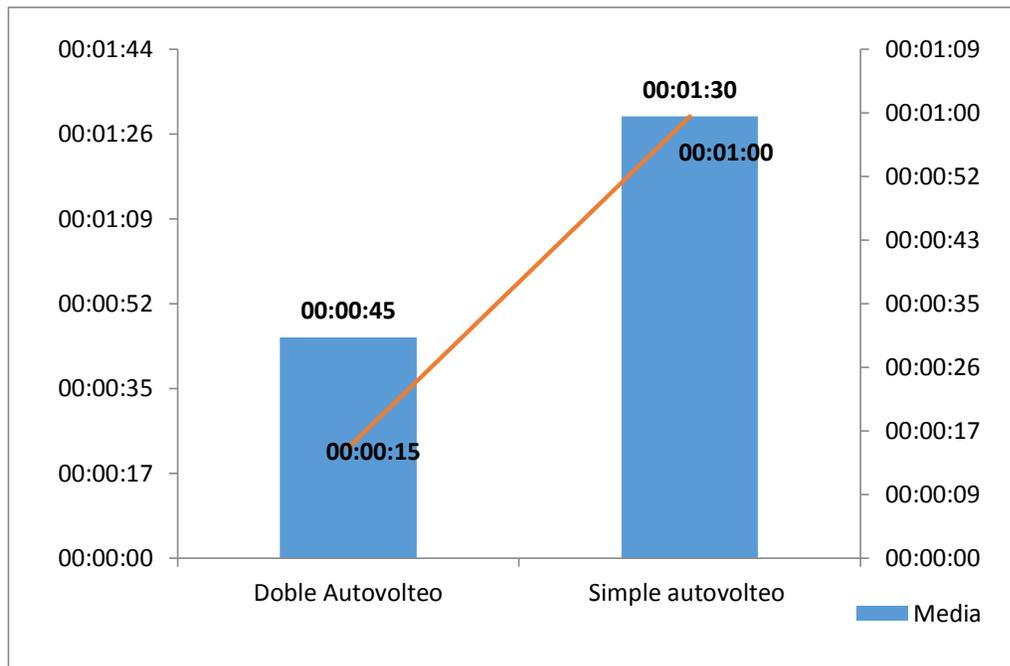
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Figura 46. Tiempo de llenado de autovolteo.

En la figura 46, se puede observar que en el frente 1 el tiempo de llenado de autovolteo de las 30 muestras en promedio fue de 6 minutos con 47 segundos siendo esta de menor valor, por lo que es más eficiente mientras que en el frente 2 se obtuvo un tiempo de 9 minutos con 43 segundos, existiendo una diferencia de 2 minutos y 56 segundos; además en el frente 1 existió mayor uniformidad debido a que la desviación estándar fue de 1 minuto con 5 segundos mientras que el frente 2 fue más variable con 1 minuto con 54 segundos

3.3.5.2. Giro de la cosechadora

Para poder determinar las eficiencias en la comparación de la relación de autovolteo, es importante determinar la eficiencia de la máquina en cuanto al giro de operación. Para obtener los presentes resultados, se obtuvieron 30 muestras determinando lo siguiente figura 47.

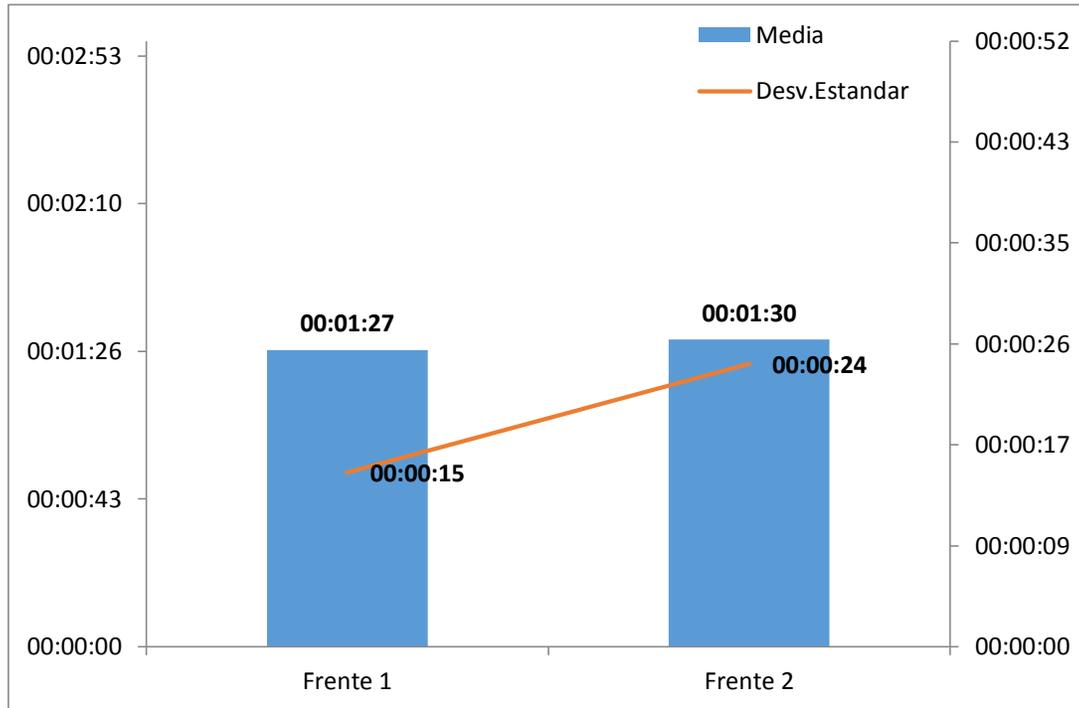


Fuente: Ingenio Pantaleón, 2015

Figura 47. Giro de cosechadora

En la figura 47 se puede observar que en el frente 1 el tiempo que tardó en dar el giro de las 30 muestras en promedio fue de 45 segundos siendo esta de menor valor, por lo que es más eficiente mientras que en el frente 2 se obtuvo un tiempo de 1 minuto con 30 segundos, existiendo una diferencia de 45 segundos; además en el frente 1 existió mayor uniformidad debido a que la desviación estándar fue de 15 segundos mientras que el frente 2 fue más variable con 1 minuto.

3.3.5.3. Descarga de autovolteo

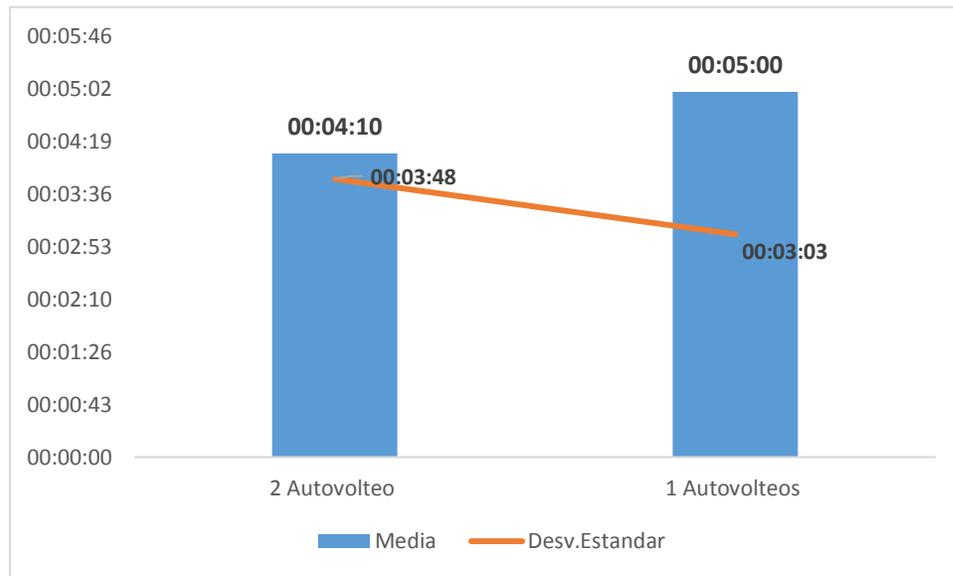


Fuente: Ingenio Pantaleón, 2015

Figura 48. Descarga de autovolteo

En la figura 48, se puede observar que en el frente 1 el tiempo de descarga del autovolteo a las jaulas de las 30 muestras en promedio fue de 1 minuto 27 segundos siendo esta de menor valor, por lo que es más eficiente mientras que en el frente 2 se obtuvo un tiempo de 1 minuto con 30 segundos, existiendo una diferencia de 3 segundos; además en el frente 1 existió mayor uniformidad debido a que la desviación estándar fue de 15 segundos mientras que el frente 2 fue más variable con 24 segundos.

3.3.5.4. Intervalo de Auto volteos



Fuente: Ingenio Pantaleon, 2015.

Figura 49. Intervalo de Auto volteos

En la figura 49, se puede observar que en el frente 1 el tiempo que pierde la cosechadora en esperar la descarga del autovolteo a las jaulas de las 30 muestras en promedio fue de 4 minutos 10 segundos siendo esta de menor valor, por lo que es más eficiente mientras que en el frente 2 se obtuvo un tiempo de 5 minutos, existiendo una diferencia de 50 segundos; además en el frente 2 existió mayor uniformidad debido a que la desviación estándar fue de 3 minutos 3 segundos mientras que el frente 2 fue más variable con 3 minutos 48 segundos.

3.3.6. EVALUACIÓN

El tiempo total en realizar el llenado del autovolteo, así como en dar el giro y la descarga del frente 1 fue de 8 minutos con 59 segundos siendo este más eficiente, mientras que el frente 2 fue de 12 minutos con 43 segundos; existiendo una diferencia de 3 minutos con 44 segundos.

3.3.7. RECOMENDACIONES

Es importante realizar nuevamente un estudio donde se cambien los pilotos de las cosechadora John Deere 3520 a las cosechadoras Case 8800, al igual que los pilotos de tractores John Deere 6155 con los tractores Cese Puma y se realice la misma evaluación bajo las mismas condiciones. Esto con el fin de determinar si verdaderamente la diferencia de tiempos se debió básicamente a la experiencia en la operación de corte mecanizado o al rendimiento de la maquinaria que se utilizó.

En cuanto a la determinación y cuantificación de los tiempos perdidos en los giros de la cosechadora mecanizada el frente 1 obtuvo un tiempo promedio de 1.06 minutos y el grupo 2 con un tiempo promedio de 1.43 minutos; con una diferencia a favor del grupo 1 de 0.37 segundos principalmente la diferencia se debió a que en el área de cosecha del frente 2 la caña se encontraba postrada (caña con inclinación hacia el suelo), en una proporción mayor el área del grupo 1.

A lo que se refiere, en la variable de espera de autovolteo, podemos analizar que el sistema de doble autovolteo, permite a la cosechadora tener un mayor tiempo de autonomía a la hora de realizar su trabajo, eso impacta principalmente en las eficiencias de operación. Por otro lado, no se puede recomendar el uso del sistema de doble autovolteo en todas las circunstancias, ya que hay que tomar en cuenta que la clasificación del lote influye directamente en cuanto a la logística de operación.

Por lo tanto, antes de realizar una logística de operación en la cosecha mecanizada hay que tomar en cuenta directamente la clasificación del lote a cosechar, ya que a mayor longitud de surco, mayor exigencia requiere de un sistema de doble autovolteo (como nos dio a conocer el presente estudio).

Pero por ser una operación altamente dinámica, la cosecha mecanizada puede encontrar situaciones que se requiera de diferente sistema de autovolteo. Por lo cual, se recomienda implementar el sistema de doble autovolteo, teniendo en consideración que se puede alternar los dos tipos de sistemas dependiendo la situación en la que labora.

3.3.8. BIBLIOGRAFÍA

Especificaciones de cosechadoras John Deer 3520. Consultado 18 de septiembre de 2015, disponible en www.deere.com/p25-28.pdf.

Meneses A. 2010. Estudio de grado. Impacto de cosecha mecanizada, grupo Pantaleón-Concepción, p 33.

No.23.2017

Trabajo de Graduación:	“EVALUACIÓN DE UN NUEVO PROCESO DE CORTE DE SEMILLA EN CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum spp.</i>), IMPLEMENTANDO EL MACHETE TIPO “BAMBA CHAPINA”, INGENIO PANTALEÓN, S.A., SIQUINALÁ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.”
Estudiante:	Pedro Pablo Menegazzo Haeussler
Carné:	201015166

“IMPRÍMASE”



Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
DECANO





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
COORDINACIÓN AREA INTEGRADA



Ref. Trabajo de Graduación 020-2017
Guatemala, 26 de mayo de 2017

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

EVALUACIÓN DE UN NUEVO PROCESO DE CORTE DE SEMILLA EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*), IMPLEMENTADO EL MACHETE TIPO "BAMBA CHAPINA", INGENIO PANTALEÓN, S.A., SIQUINALÁ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE:

PEDRO PABLO MENEGAZZO HAEUSSLER

No. CARNÉ

201015166

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

"EVALUACIÓN DE UN NUEVO PROCESO DE CORTE DE SEMILLA EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*), IMPLEMENTANDO EL MACHETE TIPO "BAMBA CHAPINA", INGENIO PANTALEÓN, S.A., SIQUINALÁ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A."

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Manuel Martínez
Dr. Ezequiel López Bautista
Ing. Fernando Rodríguez Bracamonte

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura

"ID Y ENSEÑANZA A LOS ESTUDIANTES"
DOCENTE-ASESOR
EPSA-USAC

Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte
Docente Asesor de EPS

Vo.Bo. Ing. Agr. Silverio Elías Gramajo
Coordinador Área Integrada -EPS

c.c. Control Académico, Estudiante, Archivo,



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 06/2017

LA TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE UN NUEVO PROCESO DE CORTE DE SEMILLA EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*), IMPLEMENTANDO EL MACHETE TIPO "BAMBA CHAPINA", INGENIO PANTALEÓN, S.A., SIQUINALÁ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: PEDRO PABLO MENEGAZZO HAEUSSLER

CARNE: 201015166

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Manuel Martínez
Dr. Ezequiel López Bautista
Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

Dr. Ezequiel López Bautista
A S E S O R

Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte
SUPERVISOR-ASESOR

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DIRECTOR DEL IIA



WNR/nm
c.c. Archivo