

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL



TRABAJO DE GRADUACIÓN

EXPERIENCIAS PROFESIONALES ADQUIRIDAS EN EL PROCESO DE COSECHA
DE CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum Officinarum* L., DE LA REGIÓN SUR
OCCIDENTAL DE GUATEMALA

EDGAR VINICIO PALACIOS CHAPETÓN
CARNE 8440222

Mazatenango, noviembre de 2014.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE

Autoridades

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Rector
Dr. Carlos Enrique Camey Rodas	Secretario General

Miembros del consejo directivo del CUNSUROC

Dra. Alba Ruth Maldonado de León	Presidenta
----------------------------------	------------

Representante Docentes

Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril
Vocal

Representante Graduado del CUNSUROC

Lic. Angel Estuardo López Mejia	Vocal
---------------------------------	-------

Representantes Estudiantes

Br. Cristian Ernesto Castillo Sandoval	Vocal
P.E.M. Carlos Enrique Jalel de Los Santos	Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

M. Sc. Carlos Antonio Barrera Arenales

Coordinador Carrera de Administración de Empresas

M. Sc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Coordinador Carrera de Trabajo Social

Lic. Edin Anibal Ortiz Lara

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

M. Sc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

Dr. Marco Antonio del Cid Flores

Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

M. Sc. Erick Alexander España Miranda

Encargado Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario

Licda. Tania Maria Cabrera Ovalle

Encargado Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

M. Sc. Celso González Morales

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA DEL CUNSUROC

Encargado de las Carreras de Pedagogía

Lic. Manuel Antonio Gamboa Gutiérrez

Encargada Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

M. Sc. Paola Marisol Rabanales

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Nuestro creador que me dio vida y permitió que desarrollara mis estudios en este Centro Universitario y pueda llegar a finalizar esta carrera profesional.

MIS PADRES

Humberto Palacios Arango y Francisca Chapetón Armas de Palacios, por constituirse en bastión importante para el logro que estoy alcanzando y sea para ellos una pequeña recompensa y satisfacción al sacrificio realizado

MIS HIJOS

Nestor Vinicio y Keily Mishell Francisca, que son mi inspiración y que sea este un ejemplo para ellos y en el futuro con la bendición de Dios, puedan llegar a ser profesionales útiles a su familia, la Sociedad y a Guatemala.

MIS HERMANOS

A todos, especialmente a Carlos Humberto y Silda Zulima, que sea para ellos una satisfacción y un ejemplo.

MIS SOBRINITOS

Especialmente Angie, Carlitos, Gretel y Rocio.

MI FAMILIA EN GENERAL

En especial a tía Laura Chapetón, mi cuñada Rocio, mi hermano Oscar Palacios (QEPD), mi ex suegro Nestor Cifuentes (QEPD) que Dios los tenga en su gloria.

MIS AMIGOS EN GENERAL

Especialmente al Ing. Agr. Ricardo Armando Morales Ramírez e Ing. Agr. Francisco Ibarra (Q.E.P.D.)

MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO INGENIO MAGDALENA

Una gran empresa que me ha dado la oportunidad de crecer y desarrollarme profesionalmente.

LAS PERSONAS

Que han sido parte importante en alguna etapa de mi vida, especialmente a Janeth Tello.

A TODOS LOS COLABORADORES DE LOS INGENIOS DE GUATEMALA

Quienes trabajan día a día incansablemente para alcanzar las metas de productividad especialmente durante el proceso de Producción y Cosecha de Caña de Azúcar, lo que les permite llevar el sustento y cubrir las necesidades de su familia.

AGRADECIMIENTOS

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por ser la entidad en donde obtuve mi formación estudiantil y profesional

A MIS ASESORES

Ing. Agr. M.Sc. Ricardo Armando Morales Ramirez (externo)

Ing. Agr. Nery Figueroa

A COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMIA TROPICAL Y REVISOR FINAL DE ESTE TRABAJO

M. Sc. Erick Alexander España Miranda

A LOS DOCENTES DE LA CARRERA DE AGRONOMIA TROPICAL ESPECIALMENTE A:

Dr. Mynor Raul Otzoy

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz

Ing. Agr. M.Sc. Fernando Mazariegos

Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril

Dr. Guillermo Tello

Ing. Agr. Augusto Solares

Ing. Agr. M.sc. Carlos Barrera

Ing. Agr. M.Sc. Martin Sánchez

Dr. Reynaldo Alarcón

Ing. Agr. M.Sc. Milton Chan.

A INTECAP E INGENIO MAGDALENA

Por haberme dado la oportunidad de aprender del tema desarrollado en este documento.

A GERENTE DE INVESTIGACION AGRICOLA DE INGENIO MAGDALENA

Ing. Agr. Edgar Rolando Solares por el apoyo y motivación proporcionada para la finalización de este trabajo que me permite alcanzar esta carrera profesional.

A MI HERMANO Y MIS PADRES

Que trabajando en un frente de cosecha de caña en sistema maletero hace ya mucho tiempo, me proporciono los gastos de inscripción en la Universidad y que fue el inicio de un sueño hecho realidad

A MIS AMIGOS Y VECINOS

Especialmente a: Emilio Catalan

Gustavo Barrera

Pablo Mejia.

Carlos Godinez

Jose Luis de Paz

Ricardo Morales

Raúl Mazariegos

Ángel Cabrera

Haroldo de León

Jessica de León

Sandra Cifuentes

Lisseth Loarca

Heidy Botzoc

Nuria Reyes

TABLA DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCION	1
II.	JUSTIFICACIÓN	3
III.	MARCO TEÓRICO.....	4
1.	MARCO CONCEPTUAL	4
1.1	Cultivo de <i>Saccharum officinarum</i>	4
1.1.1	Origen de la <i>Saccharum officinarum</i>	5
1.1.2	Clasificación Taxonómica de <i>Saccharum officinarum</i>	7
1.1.3	Producción Mundial de <i>Saccharum officinarum</i>	8
1.2	Cosecha de <i>Saccharum officinarum</i>	8
1.2.1	Desventajas de la quema del cañal	9
1.2.2	Desventajas de la cosecha en verde	13
1.2.3	Ventajas de la cosecha en verde	14
1.2.4	La cosecha mecanizada de la caña de azúcar	15
2	MARCO REFERENCIAL.....	22
2.1	Ubicación del área de ejecución laboral	22
2.2	Zonificación Agroecológica de la zona cañera de Guatemala.....	23
IV.	OBJETIVOS	25
1.	GENERAL:.....	25
2.	ESPECÍFICOS:	25
V.	METODOLOGÍA.....	26
VI.	RESULTADOS	28
1	ASPECTOS TÉCNICOS ADMINISTRATIVOS DE LA COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR.....	28
1.1	Elaboración del Programa de Cosecha.....	28
1.2	Aplicación de Madurantes	30
1.3	Reclutamiento, selección y contratación de personal de cosecha	32
1.3.1	Personal de Alce y Transporte	32

1.3.2	Personal de Corte de Caña.....	33
1.3.3	Reglamento o contrato de trabajo	33
1.3.4	Beneficios que ofrecen las empresas empleadoras.....	34
1.4	Capacitación a personal de cosecha.....	36
1.5	Ejecución del Corte y Alce de Caña de Azúcar	38
1.5.1	Corte de caña de azúcar	38
1.5.1.1	Corte en verde.....	38
1.5.1.2	Corte en caña quemada	39
1.5.1.3	Corte a ras.....	51
1.5.1.4	Despunte	52
1.5.1.5	Chorras continuas	55
1.5.1.6	Chorras descontínuas	56
1.5.1.7	El plano de corte	59
1.5.1.8	Control de calidad de corte de caña.....	63
1.5.2	El alce de la caña cortada manualmente	82
1.5.2.1	Maquinaria Necesaria	83
1.5.2.2	Personal Necesario	83
1.5.2.3	Funciones del Supervisor de Alce	84
1.5.2.4	Seguridad Operacional.....	88
1.6	Cosecha Mecánica.....	90
1.6.1	Corte Mecanizado en Verde	91
1.6.2	Corte mecanizado en quemado	92
1.6.3	Integración de Maquinaria para un Frente Mecanizado.....	93
1.6.4	Integración de Personal para un frente de cosecha mecanizada.....	93
1.6.5	Ciclo Operativo en un Frente de Mecanizado	94
1.6.6	Aspectos a tomar en cuenta en la revisión de fincas a cosechar..... con cosechadora mecánica	95
1.7	Transporte de caña de azúcar	96
VII.	CONCLUSIONES	99
VIII.	RECOMENDACIONES.....	100

IX. BIBLIOGRAFÍA 101

X. ANEXOS 104

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Máquina cosechadora de caña trabajando.....	16
Figura 2: Esquema de las partes de una cosechadora de caña de azúcar.	20
Figura 3: Zonificación agroecológica de la zona cañera de Guatemala	24
Figura 4: Avioneta utilizada en aplicación de madurante.	31
Figura 5: Aplicación de madurantes en un lote de caña.....	32
Figura 6: Modulo habitacional San Antonio, Ingenio Magdalena.....	35
Figura 7: Servicio de alimentación dentro del módulo habitacional.	35
Figura 8: Capacitación al personal de cosecha en el Ingenio Magdalena.....	37
Figura 9: Machete Australiano para corte de caña de azúcar.	45
Figura 10: Afilado del machete australiano.....	46
Figura 11: Corte en seis surcos colocando la caña sobre los surcos tres y cuatro.	50
Figura 12: Corte a ras del suelo, una pulgada es correcto.	52
Figura 13: Cortador realizando el despunte terrestre de caña.....	53
Figura 14: Caña cortada en chorras continuas.....	56
Figura 15: Caña cortada en chorra discontinúa o mini-chorra.....	57
Figura 16: Identificación de la agarrada de caña de un cortador con tarjeta.	59
Figura 17: Determinación de la orientación del área de corte.	62
Figura 18: Evaluando la calidad de corte de caña.....	64
Figura 19: Muestra de trash o basura.....	65
Figura 20: Muestra obtenida de caña seca.....	66
Figura 21: Pérdidas de caña por dejar tronco alto.....	75
Figura 22: Caña molible en basura.....	80
Figura 23: Ilustración del Punto de corte.	81
Figura 24: Alzadora SP 22-54 cargando jaulas con caña de azúcar.	82
Figura 25: Funciones del Supervisor de alce.....	84
Figura 26: Cosecha mecanizada en verde.	91
Figura 27: Cosecha mecanizada en caña quemada.	92
Figura 28: Diagrama del ciclo operativo de la cosecha mecanizada en..... caña quemada.	94

Figura 29: Trasiego o carga de camiones con auto volteo, Ing. Magdalena.....	95
Figura 30: Camiones transportadores de caña (jaulas).....	97
Figura 31: Metodología del llenado de jaulas.	105
Figura 32: Visita a un frente de cosecha mecanizada en Brasil.	105
Figura 33: Cabezal transportando cuatro jaulas de caña en camino de..... terracería.....	106
Figura 34: Equipo y personal utilizado en la quema de lotes de caña.....	106

RESUMEN

En Guatemala el cultivo de caña de azúcar es uno de los principales productos agroindustriales, juega un papel muy importante en la economía del país. Constituye la materia prima para la producción de azúcar, como indica Melgar et al 2012 (en su libro El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala), sus mieles se utilizan para la producción de alcohol, co-productos como biogás y derivados de la sucroquímica, el rastrojo y el bagazo al ser quemado en las calderas proporcionan un aporte importante en la generación de energía eléctrica. Es una fuente de trabajo para la costa sur y el altiplano del país, pues miles de personas se emplean tanto en el proceso de producción agrícola, cosecha, así como en el proceso industrial.

De acuerdo a información proporcionada por CENGICANÑA (2013), actualmente en Guatemala se cultivan alrededor de 263,000 has de caña de azúcar, distribuidas en su gran mayoría en los departamentos de Santa Rosa, Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu y recientemente incorporando el cultivo en Cobán e Izabal. Dicha área es cultivada en su mayoría por trece ingenios azucareros y en menor proporción por productores independientes o particulares quienes venden su cosecha a estos ingenios.

La cosecha constituye una parte vital para cerrar un ciclo de cultivo y puede favorecer o afectar los rendimientos esperados. Esta se puede efectuar cortando manualmente y cargando con máquinas alzadoras o en su defecto utilizando cosechadoras mecánicas, las cuales cortan y cargan al mismo tiempo. En la agroindustria de Guatemala se puede indicar que la cosecha de caña se realiza cortando manualmente y cargada a granel con máquinas alzadoras en un 86 %, mientras que el restante 14% es cosechado mecánicamente. (Melgar et al., 2012)

El presente trabajo incluye una revisión de literatura para cada tipo de cosecha, con sus ventajas y limitaciones. Además información obtenida en base a la experiencia del autor quien ha participado por más de cinco años en actividades del proceso de

cosecha de caña de azúcar en diferentes ingenios de Guatemala. Se hace énfasis en aspectos técnicos como aplicación de madurantes, corte manual en verde y en quemado, técnicas de corte, evaluación de pérdidas en corte y alce de caña, alce de caña cortada a granel, maquinaria y personal necesarios para conformar un frente de cosecha a granel, corte mecanizado de caña de azúcar, ventajas y desventajas del corte en verde y en quemado, importancia de la reducción del trash y reducción de horas quema, así como una pequeña descripción del transporte de caña. En cuanto a los aspectos administrativos que se incluyen se puede mencionar el proceso de reclutamiento y selección de personal, capacitaciones previas al inicio de la zafra, beneficios que proporcionan las empresas a sus colaboradores que participan en el proceso de cosecha de caña de azúcar entre otros.

Todo lo mencionado anteriormente contribuye a realizar de mejor manera dicha actividad que al final se traduce en reducción de pérdidas tanto en campo como reducción de pérdidas en el proceso industrial.

Su importancia radica en que la cosecha incluyendo el transporte, constituyen alrededor del 33% de los costos de producción del cultivo (Melgar et al., 2012). Estos costos pueden variar dependiendo la distancia de la finca al ingenio.

ABSTRACT

Sugar cane cultivation is one of the leading agro-industrial activities in Guatemala as it plays an important role in the economy of the country. Sugar cane is the raw material for the production of sugar, as indicated Melgar et al 2012 (in his book *The Culture of Sugarcane in Guatemala*). Its honey is used for the production of alcohol, co-products such as biogas and sucrochemical derivatives. Stover and bagasse are used as fuel in boilers and provide an important contribution to the generation of electricity. Sugar manufacturing is a source of employment for Guatemala's south coast and also for the highlands, as thousands of people are employed in different processes (agricultural production, cane harvesting, and sugar manufacturing).

According to information provided by CENGICAÑA (2013), in Guatemala are currently grown about 263,000 hectares of sugarcane, mostly distributed in the departments of Santa Rosa, Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu and recently incorporating Coban and Izabal. This area is cultivated mostly by thirteen sugar mills and to a lesser extent by independent producers or individuals who sell their crop to these mills.

The harvest process is vital to close a cycle of growing cane and can help or affect the expected yields. This can be done manually by cutting and collating machines carrying or otherwise using mechanical harvesters, which can cut and load the cane at the same time. In Guatemala sugar cane harvesting is done manually by 86% (cutting cane) and later sugar cane is bulk loaded with collating machines. The remaining 14% of sugar cane is mechanically harvested (Melgar et al., 2012).

This document includes a review of literature for each type of harvest, with its advantages and limitations. In addition, information obtained is based on the experience of the author who has been involved for more than five years to sugarcane harvest activities in different mills in Guatemala. Emphasis is made on technical aspects like ripener application, manual cutting of green and burnt sugar cane, cutting techniques, evaluation of cane losses at field and during loading of cane, loading cut cane in bulk, equipment and personnel needed to form a team of cane harvesting (bulk), mechanical cutting of sugarcane, advantages and disadvantages of green and burnt cane cutting,

importance of reducing trash and burning hours, and a small description of sugar cane transport. As for the administrative aspects that are covered in this document, it could be mentioned the recruitment and selection of personnel prior to the beginning of harvest training, benefits provided by companies to employees involved in the process of harvesting sugarcane, etc.

This document contributes to a better performance in the sugar cane activity that finally results in reducing losses both at field and at manufacturing process.

Together harvest and transport activities constitute about 33% of crop production costs (Melgar et al., 2012). The costs may vary depending on the distance from farm to mill.

I. INTRODUCCION

La caña de azúcar *Saccharum officinarum* L. es una planta que pertenece a la familia de las gramíneas cuyo origen se encuentra en el sureste tropical de Asia. Fue introducida al continente Americano por los españoles y portugueses, la primera caña la trajo Cristóbal Colon en su segundo viaje. (Wagner, 2007). En Guatemala comenzó a cultivarse en el año 1,536, los primeros trapiches se fundaron en el valle central y en el valle de Salamá durante el siglo XVI. Fue hasta mediado del siglo XIX que Guatemala comenzó a exportar azúcar en cantidades menores y en 1,960 los ingenios definieron su estrategia de modernización y crecimiento. (Melgar *et. al.*, 2012)

En Guatemala en el año 2010 se cultivaban alrededor de 231,000 hectáreas de caña de azúcar, de las cuales cerca de 200,000 eran administradas por los ingenios y 30,000 por proveedores particulares. (Melgar *et. al.*, 2012). Actualmente el área cosechada creció y se tienen cerca de 263,000 has.

Una de las actividades más importantes es la cosecha, ocupa gran cantidad de mano de obra, maquinaria y otros recursos, y se lleva a cabo luego de un año de cultivo. A la labor de cosecha se le llama zafra, la que se realiza entre los meses de noviembre a inicios de mayo del siguiente año.

La cosecha de caña de azúcar *Saccharum officinarum* L., se realiza principalmente quemando los cañales y en un bajo porcentaje es cosechado en verde. Además el sistema de cosecha puede variar según el tipo de corte siendo estos el corte manual y el corte con máquinas, llamándose cosecha a granel el primero y el segundo cosecha mecánica. En la cosecha a granel se utiliza machetes tipo Australiano (ver figura 9) para el corte, la carga se realiza con alzadoras y para cosecha mecánica se utilizan máquinas que cortan y cargan las jaulas o auto volteos al mismo tiempo (ver figura 1).

El sistema de cosecha a granel inicio en los años ochenta y luego tomo gran auge debido a las ventajas que proporciona, puesto que en los sistemas de cosecha utilizado anteriormente que son corte manual con machete convencional haciendo maletas y carga con grúasmecánicas (sistema maletado) o corte y carga manual en camiones

tramos, los rendimientos de los cortadores eran bastante bajos (1.5 a tres toneladas), en comparación con el nuevo sistema que en promedio es aproximadamente seis toneladas.

La mecanización del corte de la caña comenzó a mediados de la década de 1,990 y ha ido en constante aumento (Wagner, 2007).

Tanto la cosecha mecánica como la cosecha a granel tienen indicadores mínimos bajo los cuales deben operar para ser rentables dentro de los que se pueden mencionar, pérdidas por efecto de corte, alce, trash en verde, en quemado, entre otros; a fin de reducir las pérdidas y aumentar la productividad. Estos temas son abarcados más ampliamente dentro del desarrollo del presente documento.

II. JUSTIFICACIÓN

Con la preparación del suelo, siembra y manejo del cultivo de caña de azúcar, se pretende obtener el máximo rendimiento en toneladas de caña por hectárea, la cual puede ser desde 100 a 180 toneladas y en lotes excepcionales hasta 200 toneladas cortas, especialmente en el estrato litoral (menos de 40 metros sobre el nivel del mar). Todas las labores ejecutadas en su tiempo de acuerdo a la secuencia de labores y con los índices de calidad establecidos para cada labor, permiten obtener las producciones proyectadas o estimadas de acuerdo al suelo, zona altitudinal y clima.

La información es vital dentro de los recursos humanos, entre los cuales se pueden mencionar caporales, monitores, cortadores, quemadores y supervisores, todos estos participan en el proceso del corte manual; así también personal del alce con su supervisor y maquinaria para levantar la caña. En el caso de los frentes de cosecha mecanizada tienen sus supervisores por turno, operadores de cosechadora, tractoristas de movimiento interno, enganchadores, apuntadores y señalistas (también llamados banderas). Cada una de estas personas cumple una labor específica, que tienen que conocer e investigar cómo se realiza, para que la caña pueda cortarse, alzarse y transportarse al ingenio.

Este trabajo cobra importancia debido a que no existe literatura de apoyo enfocada a la realidad de la región sur occidental de Guatemala, sobre la manera adecuada de realizar cada una de las actividades que conlleva la cosecha de caña de azúcar y los procedimientos de control que permitan realizar una labor de cosecha que cumpla con los parámetros de calidad establecidos en el corte, alce y cosecha mecanizada.

Constituye una guía para quien este interesado en aprender del proceso de cosecha de caña de azúcar y cómo lo hacen en la región sur occidental, que incluye desde aspectos técnicos del corte y alce hasta aspectos administrativos de contratación y manejo de personal. Este documento estará al alcance del Ingeniero, caporales, monitores, entre otros; que busca enriquecer sus conocimientos para realizar el trabajo eficientemente.

III. MARCO TEÓRICO

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 Cultivo de *Saccharum officinarum*

La caña es un cultivo de zonas tropicales o subtropicales del mundo, requiere agua y suelos adecuados para crecer bien. Es una planta que asimila muy bien la radiación solar, teniendo una eficiencia cercana a 2% de conversión de la energía incidente en biomasa. Un cultivo eficiente puede producir 100 a 150 toneladas de caña por hectárea por año (con 14% a 17% de sacarosa, 14% a 16% de fibra y 2% de otros productos solubles).

Su propagación es mediante la plantación de trozos de caña, de cada nudo sale una planta nueva idéntica a la original; una vez plantada la planta crece y acumula azúcar en su tallo, el cual se corta cuando está maduro. La planta retoña varias veces y puede seguir siendo cosechada. Estos cortes sucesivos se llaman "socas". La planta se deteriora con el tiempo y por el uso de la maquinaria que pisa las raíces, así que en Guatemala en promedio se debe replantar cada cinco años, aunque existen algunos cañaverales de hasta 15 o más años de edad, aunque su producción en toneladas de caña por hectárea va disminuyendo.

Requiere de abundante agua, debido a ello en la zona cañera de Guatemala el riego es una actividad primordial y se desarrolla junto con la zafra (Melgar *et. al.*, 2012), la cantidad de milímetros aplicados en época seca varia pero en general se puede indicar que se aplican 500 a 600 mm en los sistemas de aspersión o mini-aspersión en la temporada, lógicamente esto adicional a la lluvia que cae en invierno o época lluviosa. Su periodo de crecimiento varía entre once y 13 meses, dependiendo de la variedad de caña y de la zona. Además, requiere de nitrógeno, fósforo, potasio y ciertos oligoelementos para su fertilización. Por otro lado, en zonas salinas se adiciona azufre para controlar el sodio.

1.1.1 Origen de la *Saccharum officinarum*

Humbert (1976) y Gómez (1983) señalan que el origen de la caña de azúcar se ubica en Asia, más exactamente en países como India, Malasia y China. Los escribas de Alejandro Magno en su invasión a la India en el año 327 antes de Cristo anotaron que los habitantes de esa zona "mascaban una caña maravillosa que producía una especie de miel sin ayuda de las abejas". Estos autores indican además, que en esta zona de Asia es donde se encuentran una gran cantidad de especies en forma natural relacionadas con la caña de azúcar, situación que no se repite en otras zonas del planeta. La caña es llevada posteriormente a otros países, tropicales y subtropicales, por colonizadores y comerciantes.

Según lo señalado por García (1976), en Venezuela se estima que alrededor del año 1520, Don Juan de Ampires introduce la caña de azúcar por la ciudad de Coro y la establece en el Tocuyo, iniciándose así la expansión de este cultivo a otras zonas del país, donde se producía azúcar y papelón. La explotación del cultivo comienza de forma artesanal, desarrollándose lentamente hasta principios del siglo XX cuando se fundan los centrales Venezuela y Tacarigua. En esa época la caña era cortada, sin ser quemada, cargada a mano y transportada en bestias. Posteriormente en las décadas del 40 y 50 se construyeron otras fábricas de azúcar (ingenios), lo cual obligó a la introducción de algunas variantes en el sistema de cosecha.

En Guatemala la caña de azúcar fue introducida por los españoles y comenzó a cultivarse en 1,536, durante la época colonial (Wagner R., 2005). Los primeros trapiches de Guatemala se fundaron en el valle central y en el valle de Salamá, durante el siglo XVI.

García (1976), indica que el trabajo de cosecha manual no era suficiente para abastecer la capacidad diaria de molienda de los centrales, por tal motivo se probaron una serie de máquinas destinadas a suplir esa deficiencia, sin embargo, la mayoría de estas no ofrecían resultados satisfactorios, debido principalmente a la alta cantidad de materia extraña presente en la materia prima y a su bajo rendimiento en campo, por lo que se estableció la quema como práctica rutinaria previa a la cosecha.

Por otro lado, Arnal (1976) señala que surgen las quemaduras accidentales o "siniestros" en los campos de caña provocada por los cortadores, debido a que aumentaba considerablemente el rendimiento de estos y de las diferentes máquinas usadas, además de reducir la presencia de materia extraña en la materia prima llevada al central azucarero. Igualmente indica que para el año 1958 prácticamente se quemaba toda la caña a cosechar y que la quema se realizaba siguiendo una programación de cosecha.

Así mismo, Gómez (1983) señala que la quema de la caña de azúcar antes de la cosecha es una práctica común y generalizada en todas partes del mundo incluyendo a Venezuela, debido a las facilidades que genera al realizar las labores de cosecha y pos cosecha.

Arnal (1976), destaca las razones de peso por las que se procede a quemar la caña antes de ser cosechada, entre las cuales se tienen: a) Eliminar peligro de serpientes; b) Eliminar el ataque de avispas; c) Eliminar malezas; d) Aumentar el rendimiento de los corteros; e) Evitar las quemaduras incontroladas o siniestros; f) Disminuir una cantidad importante de materia extraña que va al central azucarero.

Gómez (1983) y Micale (2001) coinciden en señalar estas razones para justificar la quema de la caña, adicionalmente señalan la mejora en la eficiencia y rendimiento de las cosechadoras, la facilidad al realizar las labores pos cosecha, así como el evitar incendios o quemaduras posteriores en las cañas jóvenes en desarrollo con residuos de cosecha sobre el suelo.

Cuando se quema la caña de azúcar se producen una serie de problemas e impactos ambientales negativos relacionados con la calidad del aire, el suelo (físico y biológico), materia orgánica, la materia prima a ser llevada a la fábrica, la salud y con el cultivo; así lo menciona Molina (1998). La caña de azúcar se puede cosechar de dos formas: una quemando la caña y otra sin quemarla o cruda, según lo expuesto por Gómez (1983).

En esta revisión se realiza la caracterización de los diferentes sistemas de cosecha de la caña de azúcar, exponiendo sus ventajas y desventajas, y el efecto que tienen sobre el medio ambiente.

La cosecha de la caña de azúcar es realizada por diferentes métodos o sistemas, el uso de uno o varios sistemas de cosecha en una región va a depender de una serie de factores como la topografía y condiciones del terreno, características climáticas, nivel tecnológico, disponibilidad económica y contexto social entre otros.

Inicialmente, indica Humbert (1976), a nivel mundial la caña de azúcar se cortaba a mano limpiando cuidadosamente las cañas, las puntas o cogollos eran atados en manojos para su uso como forraje y los tallos de caña eran cargados a mano para ser transportados a la fábrica. Conforme avanza la expansión del cultivo y el desarrollo tecnológico, se cambió primero al alce mecanizado y más tarde al corte y alce mecanizado con cosechadoras combinadas de caña de azúcar. Este avance tecnológico ocasionó un aumento de la materia extraña a nivel de las fábricas, lo que causó problemas en la extracción de la sacarosa, por lo que se adoptó como práctica rutinaria la quema de los campos de caña antes de su cosecha.

Cárdenas (1995) acota que la cosecha de caña de azúcar, que al comienzo se realizaba por métodos simples, se cosecha actualmente por proceso tecnológicos más complejos donde la caña sufre una transformación física y química, razón por la cual se debe prestar atención a la hora de la utilización de estas nuevas técnicas.

1.1.2 Clasificación Taxonómica de *Saccharum officinarum*

Cuadro 1: Clasificación Taxonómica de la caña de azúcar.

Reino:	Plantae
Subreino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsidae
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Chloridoideae
Género:	Saccharum
Especie:	<i>S. officinarum</i>

Fuente: Cronquist, 1,986.

1.1.3 Producción Mundialde *Saccharum officinarum*

La producción mundial de caña de azúcar en 2012 fue de 1,800 millones de toneladas, siendo Brasil el principal productor a nivel mundial, seguido por India, China, Pakistán, México, Tailandia, Colombia, estos países representan cerca del 73% de la producción. Mientras que otros países representan el 27% (FAO, 2013), para la India, Pakistán, Cuba y Turquía, representa la base fundamental de su economía.

El liderazgo de Brasil en el mercado mundial actualmente se basa en los menores costes de producción, la expansión del cultivo que actualmente supera los diez millones de hectáreas y a la activa presencia del sector alcoholero como una importante alternativa de los subproductos de la caña en ese país.

1.2 Cosecha de *Saccharum officinarum*

Gómez (1983) indica que la caña de azúcar se puede cosechar de dos formas: una quemando la caña y otra sin quemarla o cruda, agrega además que la gran mayoría de las zonas donde se cultiva la caña de azúcar queman los campos antes de proceder a su cosecha con la finalidad de reducir la cantidad de materia extraña que va a los centrales (ingenios) y facilitar eltrabajo de los cortadores y de las cosechadoras.

De igual forma Cárdenas (1995), señala que la caña de azúcar se puede cosechar en verde o realizando una quema previa a su cosecha, además indica que existen dos tipos de corte el manual y el mecanizado con cosechadora combinada.

En relación al corte manual en verde, Viveros (1999) describe dos tipos: el corte convencional y el corte limpio. El corte convencional es aquel en el que el cosechador corta el tallo de la caña de azúcar por la base, lo despunta eliminando el cogollo y lo coloca en forma perpendicular a los surcos formando un motón, para que más tarde sea cargado a la unidad de transporte por una cargadora o "jaiba". En este sistema los tallos de caña de azúcar llevan las hojas adheridas a este.

En el corte manual verde limpio el cortador remueve las hojas adheridas al tallo, corta el tallo en la base, descogolla y coloca la caña en el motón; adicionalmente realiza una

completa limpieza de la cama y de la zona lateral entre los motones de caña para evitar que los residuos sean cargados junto con los tallos de caña de azúcar.

En cuanto a la cosecha mecanizada actualmente se utilizan cosechadoras que pueden realizar una labor combinada, es decir, estas despuntan los tallos de caña, los cortan en por su base, seccionan los tallos en pequeños trozos, extraen impurezas y descargan la caña a la unidad de transporte. Estas cosechadoras pueden cosechar la caña de azúcar quemada o sin quemar.

Cárdenas (1995) expone que al usar cosechadoras combinadas de caña de azúcar sin quemar, aumenta el porcentaje de materia extraña que va al ingenio, por lo que en muchas regiones se procede a quemar la caña antes de cosecharla. En algunos países que realizan la cosecha en verde mecanizada existen estaciones de limpieza antes de llegar a la fábrica para reducir la cantidad de materia extraña que llega a esta.

1.2.1 Desventajas de la quema del cañal

Ripoli (2000) indica que al quemar la caña de azúcar, como actividad previa a la cosecha, se presentan una serie de problemas ambientales como lo son:

- Incremento de la contaminación del aire.
- Posibilidad de pérdida de control del fuego en los campos.
- Interrupciones ocasionales en las líneas de alto voltaje cercanas a los campos de caña.
- Destrucción de los microorganismos de las capas superficiales del suelo.
- Pérdida de materia orgánica que puede ser incorporada al suelo para mejorar sus condiciones.
- Dificultad en el uso del control biológico.
- Incremento de los niveles de ozono en la baja atmósfera y del monóxido de carbono.

Adicionalmente agrega que al momento de la quema la temperatura alcanza valores muy elevados, por lo que la sacarosa es exudada de los tallos de caña y se pierde, además el suelo puede pegarse a esta sacarosa exudada y contaminar los tallos.

En lo que respecta a la contaminación atmosférica, Molina (1998) menciona que las quemas agrícolas, entre ellas la quema de la caña de azúcar antes y después de la cosecha, se encuentra junto a otros factores como causa del deterioro de la calidad del aire. La adopción de la quema antes de la cosecha para facilitar este trabajo y de la requema de los residuos para facilitar las labores pos cosecha, generan un impacto ambiental negativo sobre todo en las poblaciones asentadas alrededor de las áreas de cultivo de la caña de azúcar.

Igualmente en un estudio realizado en el Valle del Cauca, Colombia, por la Universidad de la Salle y citado por Molina (1998), con el fin de evaluar la contaminación atmosférica generada por la quema de la caña de azúcar y su proceso agroindustrial, se obtuvieron las cifras en cuanto a la emisión de partículas, monóxido de carbono, hidrocarburos y SO₂ que se observan en el cuadro 2. En los reportes mensuales hay coincidencia entre los valores más altos de partículas en suspensión y la época de la quema de la caña de azúcar en algunas de las zonas estudiadas.

Cuadro 2: Cuantificación de la contaminación por emisiones atmosféricas producidas por hectárea y por año en el Valle del Cauca con el cultivo de la caña de azúcar.

Fuente	Partículas		CO		Hidrocarburos		SO ₂	
	kg/ha	kg/año *	kg/ha	kg/año *	kg/ha	kg/año *	kg/ha	kg/año *
Quema	76	12600	822	136620	121	20160		
Requema	44	7380	496	82640	70	11700		
Calderas	280	51600					62	11400
Total	400	71580	1318	219060	191	31860	62	11400

* en miles.

Fuente: Molina, 1998.

Este estudio, al igual que Hernández (1995), sugiere que el deterioro de la calidad del aire está generando consecuencias en la salud de los habitantes, al observar un incremento en los casos de infecciones y trastornos respiratorios. Sin embargo, existen

pocos estudios que permitan establecer con mayor precisión, una correlación entre las altas tasas de enfermedades respiratorias y la contaminación atmosférica.

Por otro lado, se tiene que la quema de la caña de azúcar produce un efecto directo sobre las capas superficiales del suelo. Crovetto (1992), señala que los rastrojos sobre el suelo son una gran oportunidad para fortalecer sus aspectos bióticos (animal y vegetal) y hacerlo más productivo a mediano plazo. Estos organismos al descomponerse se transforman en humus que es fundamental para las buenas condiciones físicas y químicas del suelo, por lo que no se forman los coloides orgánicos fundamentales para mejorar la estructura y la estabilidad del suelo.

Aparte Molina (1998) indica que las quemas agrícolas generan problemas en el suelo los cuales se manifiestan principalmente en la pérdida de materia orgánica, compactación y en algunas zonas incremento de la salinización. Por su parte el manejo inadecuado de la maquinaria y la mayor periodicidad de las labores mecánicas, afectan la estructura del suelo, originando una mayor compactación lo que conlleva al uso de prácticas adicionales para tratar de mitigar este efecto.

Añade Molina (1998), que la quema de la caña de azúcar, aparte de incrementar la temperatura del suelo en sus capas superficiales y disminuir considerablemente la diversidad y actividad de los microorganismos presentes, priva al suelo de incorporar materia orgánica que el mismo contribuyó a formar y que podría reciclarse para mantener la capacidad productiva de ese suelo.

La población microbiana tiene un efecto considerable sobre las condiciones del suelo. Molina (1998) evaluó el efecto de la quema sobre la cantidad de microorganismos presentes en el suelo, adicionalmente midió la compactación bajo los manejos de quema y no quema de la caña de azúcar. Los resultados se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3: Estimación de las poblaciones de bacterias y hongos, grado de compactación y valoración del impacto ambiental en suelos de caña de azúcar con y sin quema, después del corte.

Tratamiento	Población Bacterias gr/S.seco	Población Hongos gr/S.seco	Penetrabilidad Horizontal	Penetrabilidad Vertical
			Kg/cm ²	Kg fuerza
2 x 1 sin quema	161.082.496	83.875.000	2,72	34,94
4 x 1 quemada	52.180.000	29.905.000	3,84	49,8
Diferencia	108.902.496	53.970.000	-1,12	-14,96
Efecto diferencia (%)	209	180	29	30

Fuente: Molina, 1998.

Otro problema que es generado por la quema de la caña son las pérdidas de sacarosa. En ese orden de ideas Cárdenas (1995), señala que al cosechar la caña se manifiestan dos tipos de deterioro: el químico y el microbiológico, la presencia o predominio de estos depende de los métodos y equipos utilizados en la cosecha. En ambos procesos de deterioro lo que sucede es la ruptura de las moléculas de sacarosa contenidas en los tallos de caña. En el cuadro 4 se observan pérdidas de sacarosa según el sistema de cosecha y tiempo transcurrido después del corte.

Cuadro 4: Pérdidas al % de rendimiento en azúcar de 12% de Pol en caña por los diferentes tipos de cosecha.

Tiempo (horas)	Entera Verde	Entera Quemada	Troceada Verde	Troceada Quemada
24	0,28	0,4	0,46	0,9
48	0,34	0,6	0,9	1,56
72	0,48	0,63	1,16	3,16

Fuente: Cárdenas, 1995.

1.2.2 Desventajas de la cosecha en verde

Una agricultura productiva con altos rendimientos, generalmente produce también abundante cantidad de residuos agrícolas. El manejo de estos residuos es un verdadero arte y está relacionado con el éxito en la conservación del suelo y una producción agrícola rentable. Existe un rechazo por parte de los agricultores a la presencia de esta gran cantidad de residuos sobre el suelo, principalmente por la dificultad en las labores pos cosecha. Esta situación lleva a los agricultores a eliminar estos residuos bien sea por extracción o por medio de la quema (Crovetto, 1992).

Torres (1997) y Crovetto (1992) comparten opinión, al mencionar que existe un período crítico de dos a tres semanas después de la cosecha en verde de la caña de azúcar, especialmente si está cerca la época de lluvias, en el cual se debe evitar que los residuos de cosecha entren en contacto directo con las cepas de la caña, ya que el agua lixiviada por los residuos de cosecha tiene un efecto alelopático sobre las yemas que se encuentran en las cepas de la caña de azúcar. En la época seca los residuos pueden permanecer cerca de las cepas aunque es necesario encalle (reubicarlos en los surcos) para facilitar las labores pos cosecha.

Por su parte Ripoli (2000), señala que la cosecha en verde de la caña de azúcar cuando se realiza de forma manual, presenta una fuerte oposición por parte de los cortadores, ya que este sistema de cosecha genera una serie de problemas: reducción en la capacidad de corte hasta en un 80%, dificultad en el corte, aumenta el ataque de abejas, escorpiones y serpientes. Cuando se utilizan las cosechadoras combinadas para la cosecha en verde, también se presentan algunos problemas como lo son la disminución de la capacidad de cosecha de la máquina, mayor contenido de materia extraña presente en los tallos cosechados, pérdidas de tallos, reducción de la visibilidad del operador de la cosechadora.

En cuanto a las poblaciones de insectos asociados al cultivo de la caña de azúcar, Gómez (1983) señala que en el Valle del Cauca la cosecha en verde de la caña genera cambios en estas poblaciones de insectos, en algunos casos mayores y en otros menores.

Torres (1997) señala que los residuos dejados por la cosecha en verde de la caña de azúcar sobre el campo, sometidos o no a labor de encalle, representan un riesgo considerable de quemaduras accidentales o intencionales en las cañas jóvenes, lo que afectaría considerablemente el desarrollo y la rentabilidad del cultivo.

1.2.3 Ventajas de la cosecha en verde

Molina (1998) afirma que la cosecha en verde de la caña de azúcar es una práctica que ha sido bien aceptada en muchos países debido a los beneficios que presenta, aunque implica nuevos retos tecnológicos. La implementación de la cosecha en verde traería beneficios como la disminución de la contaminación ambiental, mejora en la estructura y fertilidad de los suelos y menores requerimientos hídricos, entre otros.

La cosecha en verde de la caña de azúcar, contribuye favorablemente al mejoramiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, principalmente por el aporte de materia orgánica conformada por la hojarasca. Esta hojarasca u otros residuos vegetales que quedan sobre el suelo, cuando no se queman en las labores pre y pos cosecha, constituyen una de las principales formas de transferir materiales y energía para el sostenimiento de los procesos que se desarrollan en el suelo, forma parte del alimento y de la energía utilizada por los organismos responsables de la descomposición de estos compuestos.

Este aporte de biomasa se convierte en una reserva de materia orgánica y de minerales que van a realizar un aporte muy importante en el sistema de producción sostenible del cultivo de la caña de azúcar, al promover el reciclaje de nutrientes, como consecuencia las necesidades de fertilización pueden ser menores en especial la de nitrógeno, Molina, (1998). Igualmente estos residuos protegen al suelo al tener un efecto amortiguador al paso de la maquinaria, además de proteger a las cepas de caña sobre todo durante la cosecha y en especial en períodos húmedos; esto alarga la vida útil del cultivo y distancia los ciclos de renovación del mismo.

Crovetto (1992) señala que los residuos de cosecha en la superficie del suelo evita el impacto directo de las gotas de lluvia, disminuyen la destrucción de los agregados, la erosión hídrica y eólica, el encostramiento y la escorrentía.

Briceño (1998) y Villegas (1999), concuerdan que los residuos de la cosecha en verde de la caña favorecen la infiltración del agua en el suelo, conservan la humedad, mejoran la fertilidad a mediano y largo plazo mediante el reciclado de nutrientes, a la vez que disminuyen la incidencia de malezas.

Otro beneficio de los residuos de cosecha es su uso en la alimentación animal. Así lo confirma Crovetto (1992), al señalar que los rumiantes pueden aprovechar los residuos sobre todo en las épocas donde existe déficit en la oferta de alimento. Además se pueden usar como cama en los corrales y en la lombricultura.

El uso de residuos agrícolas en la cogeneración de electricidad. Ripoli (2000) y Briceño (1998), aseveran que se puede generar una cantidad significativa de electricidad por ser abundante y renovable, al procesar estos residuos de diferentes formas (generación de vapor, gasificación). Esta electricidad es utilizada por los centrales azucareros o enviada a la red pública. Una tonelada de residuos de caña equivale a 1,28 barriles de petróleo.

1.2.4 La cosecha mecanizada de la caña de azúcar

Las perspectivas de la producción cañera se basan fundamentalmente en el aumento constante de los rendimientos agrícolas, es decir, aumentar la producción mediante el incremento de los rendimientos y no de las áreas. Para esto es necesario el empleo de máquinas sofisticadas y eficientes.

La eficiencia en el empleo de las máquinas depende de las condiciones de la producción agrícola. Los trabajos agrícolas mecanizados crean las condiciones para el desarrollo incesante de la elaboración de los productos agrícolas, además facilita el trabajo y lo hace más rentable. La explotación se hace más efectiva cuando las cualidades técnicas de la maquinaria responden a las condiciones de su empleo en una empresa. La amplia mecanización e intensificación de la producción constituye un camino fundamental para el desarrollo ulterior de la agricultura y la satisfacción de las necesidades crecientes del país en productos agrícolas (Gutiérrez, 1990).



Figura 1: Máquina cosechadora de caña trabajando.

Según García (1976), la preparación del suelo, la siembra o plantación y las atenciones culturales, son labores de importancia extraordinaria para obtener altos rendimientos en la cosecha. Sin embargo, de nada vale haber realizado un adecuado trabajo en las labores antes mencionadas, si no se pone igual cuidado a la hora de recolectar la producción.

La cosecha, en muchos de los casos, es una labor compleja que requiere de medios mecánicos para la recolección y de transporte, así como de personal calificado para el manejo de las máquinas y la determinación del momento oportuno de realizarla. De acuerdo a González (1986) la cosecha, en la caña de azúcar, es la actividad que sirve como centro para la organización de todo el ciclo de trabajo de producción del cultivo. El ordenamiento de las áreas, cepas y variante durante la zafra, constituye la mayor preocupación de los empresarios cañeros, ya que esto depende del resultado final de su gestión económica.

Todas las actividades agrícolas, mecanizadas o no, se planifican detalladamente alrededor de la estrategia de zafra, para lograr en el periodo de la cosecha, los mayores rendimientos agrícolas e industriales y la mejor utilización de las capacidades de las máquinas y la fábrica. La actividad de planificación y asignación de recursos durante la cosecha se basa en el trabajo necesario de un día, para lograr el abastecimiento al ingenio hasta su capacidad normal de molida.

El interés de incrementar los rendimientos agrícolas obliga a la utilización de las cañas de ciclo (más de 15 meses), lo que aumenta las dificultades para realizar la cosecha mecanizada por la aparición de tallos muertos, enraizados, lalados (brotes de las yemas laterales) y por la pérdida de la línea de corte del cogollo.

Por constituir la cosecha un proceso en que se vincula la labor agrícola con la industrial, el establecimiento de la molienda diaria tiende a asegurar el máximo aprovechamiento de la capacidad instalada, tanto en la fábrica como en los centros de recepción. En la planificación de la cosecha son básicos los estimados de caña y el balance de recursos. Los estimados de caña son los pronósticos sobre la cantidad de caña a cosechar y en ellos se definen, tanto la estrategia de corte como la duración de la zafra en cada ingenio. La actividad de la cosecha mecanizada es un proceso en cadena que está considerado como la prolongación del proceso industrial de fabricación de azúcar hasta los campos de caña.

El proceso de la cosecha es un proceso continuo y no permite fallas en ninguno de sus eslabones, o sea, cosecha, transportación y recepción, la correcta vinculación entre estos tres recursos es el éxito de la gestión para lograr la mayor eficiencia.

En el desarrollo de las zafras de los últimos años se manifiestan un conjunto de irregularidades que evitan alcanzar la eficiencia propuesta, tanto productiva como económicamente, dentro de estas se encuentran:

- 1.- Comienzo de la zafra con poca madurez de la caña y bajos brix.

- 2.- Mal abastecimiento de caña a los Ingenios por baja productividad de las máquinas y cortadores.
- 3.- No respeto a la programación de corte.
- 4.- No contar con cañas de buen rendimiento en la etapa óptima de la zafra.
- 5.- No contar con todos los programadores necesarios hasta las Unidades Productoras de Caña.
- 6.- Altas pérdidas en cosecha, tanto manual como mecanizada.
- 7.- La altura de corte inferior de la caña debe ser de 0 a 2 cm, sin desgarramiento.
- 8.- La cosecha mecanizada no se realiza en áreas no mecanizables por tener obstáculos o pedregosidad.

La mayor exigencia estará dirigida a lograr que las pérdidas sean las mínimas. La determinación de las pérdidas se hará al total de los campos cosechados, en procesos de terminación, después de la recogida, y en ellas influyen (Cabeza, 2001):

- Caña dejada en el cogollo.
- Caña dejada de alzar.
- Trozos de caña despedidos por la cosechadora.
- Trozos de caña caídos por falta de sincronización entre la cosechadora y el equipo de tiro.
- Caña derramada por el equipo de tiro.
- Caña dejada por deficiencias mecánicas.

a. Grado de mecanización que presentan los bloques y campos cañeros

1. Áreas mecanizables

Son aquellas que no presentan ningún tipo limitante a la cosecha mecanizada. Cuando es sembrado a 1.60 m de ancho entre surcos y está libre 6 m como mínimo de su perímetro, que permita libremente la maniobra de la combinada y el transporte, no habrá zanjas que dificulten el tráfico normal de los equipos, las guardarrayas estarán parejas y a nivel del surco, para que además del correcto desplazamiento de la cosechadora, evitar pérdidas excesivas en la cosecha a la entrada y salida del surco, y los rendimientos agrícolas son mayores a 22,300 libras de azúcar/ha.

2. Áreas potencialmente mecanizables:

Son aquellas que presentado algún o algunas limitaciones a la cosecha mecanizada existe la posibilidad de eliminarlos y recuperarlas como áreas mecanizables. Los rendimientos agrícolas son menores a 22,300 libras de azúcar/ha.

3. Áreas no mecanizables:

Son aquellas que por el grado de complejidad y cuantía de los obstáculos que presentan sería muy costosa su recuperación e incluso en algunos casos prácticamente imposible.

b. Tendencias actuales en cosechadoras para caña de azúcar

1. Sistema de corte

1.1 Divisores de cosecha

- Tornillos sinfines de mayor diámetro, conicidad y ángulo de inclinación, para permitir una alimentación consistente en caña acamada.

- Aumento de la garganta para una mejor alimentación.
- Ajuste hidráulico del ángulo de inclinación.
- Sinfines exteriores, útiles para cosecha de caña en verde con rendimientos mayores a 100 toneladas por hectárea.
- Cuchillas laterales, se emplean en cosecha de caña en verde.
- Rodillos tumbadores de los divisores de cosecha de gran aplicación en cosecha de caña en verde con rendimientos mayores a 150 toneladas por hectárea.

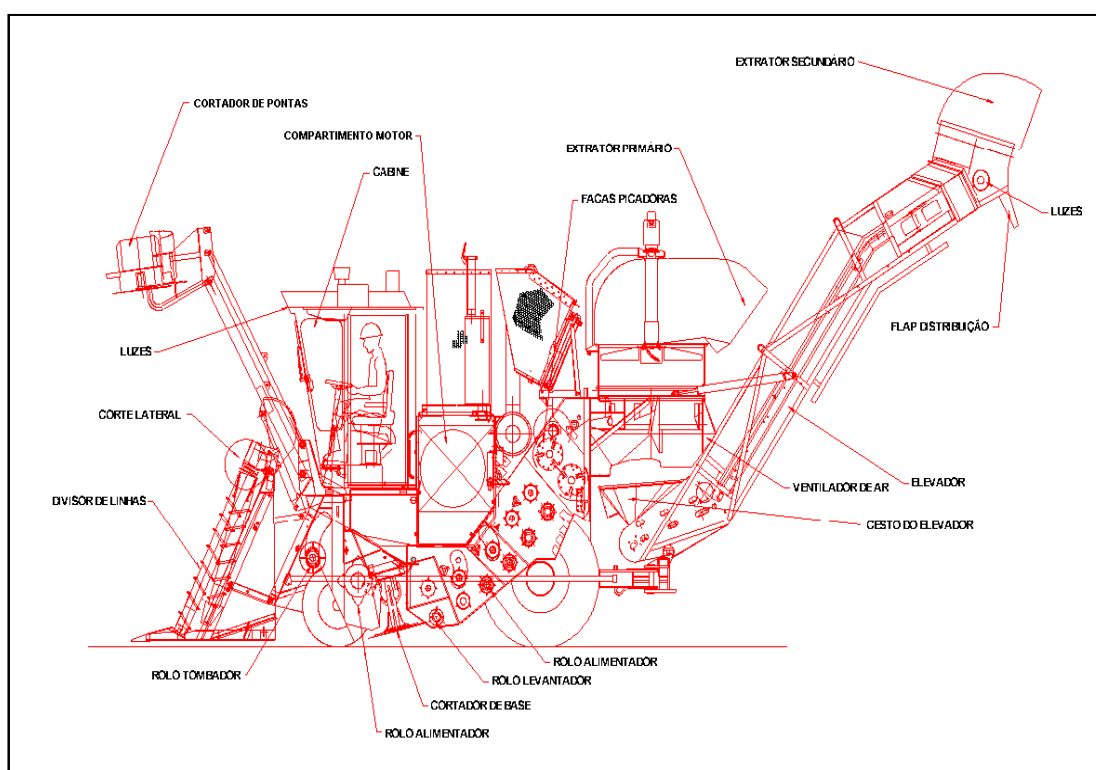


Figura 2: Esquema de las partes de una cosechadora de caña de azúcar.
Fuente: Monterroso, 2007.

1.2 Corta cogollos

- Rodillos colectores soportados por encima para reducir la acumulación de hojas.
- Despuntador tipo desmenuzador para integrar la materia orgánica al suelo.

- Incremento de la altura de corte en 46 cm (18").

2. Sistema de Alimentación

2.1 Rodillos alimentadores

- Reducción de la curva en el paso de la caña lo que mejora la alimentación y reduce las quebraduras de la caña.
- Introducción de rodillos tumbadores comunes para eliminar el alineador, los componentes son compatibles y se mejora el flujo de caña en la alimentación.
- Rodamientos de los rodillos alimentadores montados en el exterior, para su fácil mantenimiento.
- Topes de los rodillos alimentadores superiores son externos y atornillados.
- Amortiguadores de caucho reemplazables para reducir el costo de operación.

2.2 Extractor primario

- Cubierta de plástico para aumentar la resistente a la abrasión.
- Control independiente del giro de la cubierta del extractor.
- Acoplamiento del ventilador directamente al motor hidráulico, para un mejor aprovechamiento de la potencia.
- Extractor secundario.
- Aspas rectangulares para mejorar la limpieza.
- Control independiente de giro de la cubierta del extractor.

2.3 Elevador

- Elevador de estructura de perfil tubular para disminuir el peso.
- Cadena de soporte del elevador reemplazada por un cable para un diseño sencillo con menos partes de desgaste.
- Carga hacia ambos lados.

2.4 Cabina

- La cabina se inclina hacia adelante para facilitar el acceso al motor.
- Hacer coincidir las estructuras para aumentar la visibilidad.
- Instalación de aire acondicionado, unificación de los controles, asientos confortables, desplazamiento del panel de control para mejorar la confortabilidad del operador y la conducción.
- Cabinas cubiertas de cristal para mayor visibilidad.

2 MARCO REFERENCIAL

2.1 Ubicación del área de ejecución laboral

Las actividades de participación directa en cosecha de caña de azúcar que incluye: ejecución, asesoría técnica y capacitación a personal fue realizada en los ingenios Tierra Buena, Palo Gordo, Tululá y principalmente Magdalena, los cuales están ubicados en los departamentos de Escuintla y Suchitepéquez, en el sur y suroccidente de Guatemala.

De acuerdo a la clasificación realizada por CENGICAÑA en cuanto a estratos altitudinales podemos indicar que fue efectuada en estrato medio (100-300 msnm), fincas Tululá, Acarigua, Velásquez, Palo Gordo, la bombita, entre otras, en el estrato bajo (40 a 100 msnm), fincas como Santa Elisa, Santa Cristina, San Patricio, Buganvilla, Naranjales, María del Mar, Manacales, Polonia, El Carmen Guadalupe, Campo Libre, Barranquilla, Botón Blanco, Puyumate, entre otros. Y en el estrato Litoral (menos de 40 msnm) en fincas como Manantial, El Retazo, San Antonio del Valle, San Francisco, Irlanda, San Fernando, Tepeyac, Santa Elena Tikal, El Rosario, La Conquista y otras.

La zona cañera de la costa sur de Guatemala se encuentra ubicada entre 90°13' y 91°45' longitud oeste; 13°50' y 14°35' latitud norte. Durante la zafra 2008-2009 ocupó

un área de 230,000 hectáreas distribuidas en los departamentos de Escuintla (74.1%), Suchitepéquez (15%), Santa Rosa (6.7%) y Retalhuleu (4.2%); ubicados en la costa sur del país, con altitudes de 0 a 800 msnm.

2.2 Zonificación Agroecológica de la zona cañera de Guatemala.

El área cultivada con caña de azúcar en la zona cañera de la costa sur de Guatemala es heterogénea respecto a sus condiciones de suelo y clima; la productividad de caña y azúcar difiere de acuerdo con el ambiente, lo que indica que es necesario caracterizar los ambientes o zonas agroecológicas con condiciones parecidas para obtener la máxima productividad del cultivo de caña.

La metodología contempla cuatro elementos: a) Balance hídrico, el cual se obtuvo con datos de precipitación y evapotranspiración del período octubre-mayo por el comportamiento de las lluvias en la región; b) Estudio semi-detallado de suelos de la zona cañera de la costa sur de Guatemala; c) Grupos de isobalance, definidos con base en el balance hídrico y d) Grupos de manejos de suelos, definidos con base en: clasificación taxonómica, posición geomorfológica, régimen de humedad, familia textural y drenaje. En la primera aproximación fueron identificadas 44 zonas agroecológicas.

En la figura 3, se presenta un mapa de la zonificación agroecológica realizada por CENGICAÑA, para la zona cañera de la república de Guatemala.

IV. OBJETIVOS

1. General:

Sistematizar las experiencias profesionales adquiridas en el proceso de cosecha de la caña de azúcar *Saccharum officinarum*, en la agroindustria azucarera de la región sur occidental de Guatemala.

2. Específicos:

- Documentar las experiencias laborales profesionales del proceso de cosecha de caña de azúcar en la región sur occidental de Guatemala, demostrando las capacidades adquiridas.
- Presentar información actualizada sobre aspectos administrativos y de contratación de personal para el corte y alce de caña de azúcar, en la región sur occidental de Guatemala.
- Presentar indicadores de productividad de maquinaria y personal, así como recomendaciones, para reducir las pérdidas en el proceso de cosecha de caña de azúcar.

V. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la sistematización, primeramente se realizó una revisión bibliográfica que contará con la mayor cantidad de información posible sobre el tema de cosecha de caña de azúcar, tanto a nivel de los países líderes en producción en América del Sur, como en nuestro país. La literatura del tema en nuestro medio es escasa, pues esta actividad ha sido desarrollada en su mayoría por personas que han ido aprendiendo empíricamente a manejar el corte, alce y transporte y las personas profesionales que han incursionado en este tema son pocos y no han escrito mucho al respecto.

En cuanto a los aspectos técnicos del corte tanto manual como mecanizado, se consultó manuales elaborados por INTECAP, en el campo de la cosecha de caña de azúcar. Se han impartido cursos de capacitación a caporales, monitores, mayordomos y supervisores de corte y alce manual, así como a tractoristas, alzoristas, enviéros, apuntadores y jefes de frentes, en tres diferentes ingenios azucareros de Guatemala, los cuales son Ingenio Magdalena, Ingenio Palo Gordo e Ingenio Tzululá. Además de las experiencias como responsable de un frente de cosecha mecanizada en el Ingenio Tierra Buena.

Otra manera de recabar información ha sido en cursos, congresos y diplomados organizados por la Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala (ATAGUA). Se incluye información recabada y presentada por el Centro Guatemalteco de Investigación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA), que año con año realiza un seminario de presentación de resultados obtenidos por los ingenios azucareros de Guatemala en donde incluye mejores prácticas agrícolas, de cosecha, de transporte y de fábrica.

La parte administrativa de contratación de personal de corte a través de la utilización de contratistas o reclutadores para el personal que viene del altiplano y oriente del país, especialmente de los departamentos de Quiché, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chiquimula y otros, de igual manera en el caso de caporales enganchadores que ayudan a la formación y reclutamiento de los grupos locales que viven en la Costa Sur,

en comunidades cercanas al Ingenio o a las fincas en donde se produce caña de azúcar, se incluye en base a lo realizado en Ingenio Magdalena.

VI. RESULTADOS

1 Aspectos técnicos administrativos de la cosecha de caña de azúcar

En este sentido se pueden mencionar seis aspectos importantes los cuales se indican a continuación:

1. La elaboración del programa de cosecha.
2. Aplicación de madurantes en base a programa de cosecha.
3. Reclutamiento, selección y contratación de personal.
4. Capacitación a personal de cosecha.
5. Ejecución del corte y alce a granel
6. Cosecha mecanizada de caña de azúcar.
7. Transporte de caña de azúcar.

1.1 Elaboración del Programa de Cosecha

El programa de cosecha se realiza antes de iniciar zafra, generalmente se hacen de dos a tres versiones hasta que queda el programa con la anuencia del departamento de producción. En la mayoría de Ingenios en Guatemala el departamento de cosecha pertenece a la división agrícola, sin embargo, en el caso de Ingenio Magdalena en particular, cosecha pertenece a la división de maquinaria agrícola (MAGRISA), por lo que es aún más importante el coordinarse con gerentes de producción y administradores.

El programa de cosecha debe estar elaborado antes de iniciar la época de aplicación de madurantes, porque estas aplicaciones llevan la secuencia de lotes a cosechar desde el inicio de zafra. A cada grupo de lotes se le llama bloques de cosecha y están conformados por las fincas o lotes que se van a cosechar durante cada semana.

Generalmente en la planificación, como se indicó se deben considerar bloques de cosecha, que hacen que los movimientos de los frentes de cosecha sean mejor coordinados y por lo tanto más eficientes; principalmente por la reducción de tiempos perdidos en los traslados del corte y alce, aún dentro de una misma finca.

Aunque el programa de cosecha es dinámico y es necesario sobre la marcha ir realizando ajustes, este debe elaborarse con la mayor precisión, porque es la base para toda la zafra.

Los pasos para elaborar el programa de cosecha son los siguientes:

- Se carga al sistema de cosecha la base de la zafra anterior. En donde van todos los lotes cosechados con sus fechas, variedades, número de cortes, fecha de corte y edad.
- Luego se actualiza la información sobre qué campo entra dentro de las áreas en producción y cuáles se descartan. Entre las que se descartan se definen las fincas que se devuelven o áreas que se utilizan para otros cultivos u otros fines. También se cargan en el sistema las nuevas fincas, renovaciones, o el aprovechamiento de áreas no utilizadas en la zafra anterior.
- Se organizan los bloques para la cosecha, que sirven para la aplicación de madurantes, para la logística de transporte, para minimizar los traslados a modo de que un frente pase como mínimo una semana en cada lugar (ejemplo: 21,000 toneladas, si el frente tuviera una capacidad de corte y alce de 3,000 toneladas diarias, sin embargo, esto depende de cada Ingenio). También se ponen de acuerdo el personal de producción, cosecha y proveedores, para colocar la fecha de corte de cada una de las áreas, dependiendo de la humedad del terreno, lotes a renovar, fechas de feriado, tipos de suelo.
- El programa de cosecha es dinámico, porque constantemente se está realizando cambios. Y se estima que antes de iniciar la zafra pueden haber de siete a ocho versiones. Antes de iniciar la zafra se establece un programa para usarse como base del presupuesto de todas las áreas, aunque este no sea con el que se inicia la zafra.
- Luego de establecer el programa para presupuesto, se continúan las modificaciones de acuerdo a las condiciones climáticas, a la madurez de la caña, quemadas no programadas, intercambios con otros Ingenios, compra de caña y caña de proveedores.

- Semanalmente durante el desarrollo de la cosecha se hacen revisiones del avance de la misma, pudiendo hacer algunos cambios en cuanto adelantar o atrasar lotes por cuestiones de logística, condiciones de humedad del suelo o tomando en cuenta los muestreos pre cosecha que determinan la maduración de la caña.

1.2 Aplicación de Madurantes

En la actualidad todos los Ingenios realizan la aplicación de madurantes a los lotes a cosechar, la dosis de aplicación van desde 10 cc a 12 cc por tonelada de caña, lo que representa de 1.0 a 1.4 litros por ha. El producto más utilizado es el Glifosato (Roundup). Este da una ventana de corte de seis a ocho semanas dependiendo el tipo de suelo y las condiciones de humedad que presenta el mismo.

Además, se utilizan otros productos como Fluazifop-p-butil (Ester, conocido comercialmente como Fusilade), entre otros. Estos productos especialmente el Glifosato se está reduciendo su utilización debido a residuos de este en el azúcar y las empresas multinacionales que compran el endulzante están siendo exigentes cada vez más, para que desaparezcan las trazas o pequeños residuos de este. Por otro lado, en los últimos años se ha observado que cuando la planta sufre un exceso de stress ya sea combinado por una sequía excesiva (especialmente vetas arenosas), sobredosisación al momento de la aplicación o extender demasiado el periodo de tiempo entre la aplicación y la cosecha, la cepa muere o reduce su capacidad de rebrote y es necesario realizar un alto porcentaje de resiembra con lo que se incurre en costos altos. Debido a lo anterior se están probando otros productos que son madurantes no herbicidas entre los que se pueden mencionar: Los reguladores de crecimiento como Trinexapac-etil (Moddus) y Ethephon (Etrhel), los cuales aparte de presentar el beneficio de un azúcar sin contaminantes, hay un efecto positivo en los rebrotes después de la cosecha, debido a ello estos productos se perfilan como los madurantes a utilizar en el futuro inmediato en la industria azucarera guatemalteca.

La aplicación de madurantes se inicia siete a ocho semanas antes de iniciar la zafra y depende de cuando tenga programado el Ingenio iniciar zafra así será la fecha en que inicie cada uno con esta actividad.

La función del madurante es ayudar a la concentración de azúcar provocando en la caña una maduración inducida. Su efecto en el inicio de zafra que ocurre a mediados de noviembre es clave, ya que debido a que la época lluviosa acaba de terminar (finales de octubre o inicios de noviembre), la maduración natural no se inicia y todavía existe una buena cantidad de humedad, tanto en el suelo como en los tallos de caña. Conforme avanza el periodo seco ya existe un efecto en la maduración natural, especialmente en la zona baja (40 a 100 msnm) y litoral (menor a 40 msnm) en Guatemala, en donde la lluvia llega a ser casi nula por periodos prolongados. Sin embargo, como el costo de la aplicación especialmente del Glifosato es accesible se aplica madurante para cosechar toda la zafra. Actualmente se ha observado un efecto favorable sobre la caña utilizando otros productos para finales de zafra.

Esta actividad se realiza con naves particulares, para el efecto los Ingenios contratan el servicio a entidades particulares y existen empresas que se han especializado en este tema, contando para ello con avionetas y helicópteros adaptados para el servicio.



Figura 4: Avioneta utilizada en aplicación de madurante.



Figura 5: Aplicación de madurantes en un lote de caña.

1.3 Reclutamiento, selección y contratación de personal de cosecha

En este sentido se puede hablar de:

- a. Personal de alce y transporte.
- b. Personal de corte.
- c. Reglamento de trabajo.
- d. Beneficios que ofrecen las empresas a sus trabajadores.

1.3.1 Personal de Alce y Transporte

En el caso del personal de alce y transporte, este proceso es efectuado por el departamento de recursos humanos. Generalmente es contratada la mayor parte del personal que laboró en la zafra anterior, solo se dejan fuera quienes hayan efectuado mal su trabajo y se contratan los reemplazos de estas personas, así como se cubren puestos nuevos. No está demás indicar que según la estructura que tenga el departamento, son los mayordomos o jefes de frente quienes organizan su grupo y envían los expedientes a recursos humanos para que efectúen las pruebas psicométricas que consideren pertinentes, así como para que verifiquen que la papelería está completa y en orden. La prueba práctica del manejo de maquinaria en el caso de personal de nuevo ingreso lo realizan los supervisores.

En lo que respecta a pilotos de cabezal y transporte pesado actualmente los Ingenios están solicitando estén certificados para el puesto de trabajo, para ello organizan cursos de manejo que son impartidos en su mayoría por personal de INTECAP y luego de aprobar el mismo los pilotos obtienen su diploma y certificación respectiva que los habilita para trabajar en la industria azucarera.

1.3.2 Personal de Corte de Caña

En cuanto a personal de corte de caña se refiere, la mayoría de ingenios incluyendo Magdalena trabajan con personal que viene del altiplano del país y los ubican en campamentos, además con personal de la zona o voluntarios como se les llama comúnmente. La selección de este personal lo coordina la mayoría de Ingenios a través de recursos humanos, sin embargo, en el caso de Ingenio Magdalena existe el departamento de servicios a cosecha quienes son los encargados de reclutar el personal a través de reclutadores (contratistas y enganchadores).

El contratista o reclutador es una persona que en la mayoría de casos es del mismo lugar de donde vienen los cortadores. Cada contratista puede tener uno o incluso más grupos y cada grupo consta de 50 a 60 cortadores, no se aceptan menores de edad ni ayudantes. Un frente de corte puede tener de ocho a diez grupos, lo cual hacen un total de 400 a 500 cortadores. El número de frentes de cosecha varía según las necesidades de cada Ingenio, ejemplo en el Ingenio Palo Gordo manejan tres frentes de corte a granel, y un frente de cosecha mecánica, además utilizan aún los sistemas de cosecha con trameros y maleteros; mientras que el Ingenio Magdalena tiene doce frentes de cosecha a granel y dos frentes de cosecha mecánica.

1.3.3 Reglamento o contrato de trabajo

El reglamento de trabajo es un documento que contiene todas las normas y reglas, las cuales regulan el comportamiento del personal de una empresa o de un área en particular de esa empresa. Es aprobado por la empresa y en este caso se aplica al personal de los frentes de corte de caña, por lo tanto el caporal de corte debe de solicitar al supervisor de corte o al mayordomo de cosecha o jefe de frente, una copia

del reglamento de trabajo para conocerlo y darlo a conocer a los cortadores de su grupo.

Es importante estudiar el reglamento de trabajo en forma detallada, para explicárselo al personal que tiene a su cargo y que en cualquier momento que se aplique no se manifieste desconocimiento de parte de los subalternos.

1.3.4 Beneficios que ofrecen las empresas empleadoras

Los ingenios azucareros ofrecen beneficios a su personal dentro de los cuales se pueden mencionar:

- Atención médica, algunos Ingenios acostumbran cargar en los frentes de corte personal de enfermería para cubrir emergencias, otra opción es dar el servicio en los módulos habitacionales o clínicas médicas de los Ingenios. Cuando hay algún herido es trasladado en ambulancias, vehículos o incluso buses, ya sea a las clínicas del Ingenio o al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).
- Afiliación al IGSS. Tienen derecho de atención tanto el trabajador como su familia.
- Seguro de vida. En la mayoría de Ingenios los trabajadores cuentan con un seguro de vida contributivo, o sea que el trabajador cubre una parte del valor y la empresa otro porcentaje que generalmente es 50%. Este seguro puede ser personal o familiar y es de carácter obligatorio.
- Alimentación y recreación para el personal que vive en los campamentos, en el caso de la alimentación en Ingenio Magdalena se lleva un registro de peso del cortador al inicio de zafra y en el transcurso de ella, además se elaboran comidas en base a las calorías que necesita al día un cortador.
- Hidratación, se proporcionan sueros y además se mantienen tanques con agua potable, para el consumo de los cortadores.
- Caja de ahorro, cada persona puede hacer ahorros durante el desarrollo de la zafra y al finalizar la zafrase lo entregan, esto con el ánimo

de inculcar el ahorro y que en tiempo de no zafra puedan disponer de recursos económicos, para sus gastos o realizar compras personales o familiares.

- Prestaciones laborales completas.
- Jornadas médicas y deportivas, estas se realizan generalmente en las aldeas o caseríos o municipios del lugar de origen de los trabajadores.
- Alfabetización, se realizan estas campañas en los campamentos o módulos habitacionales con el fin de que quienes no pueden leer y escribir aprendan a hacerlo.



Figura 6: Módulo habitacional San Antonio, Ingenio Magdalena



Figura 7: Servicio de alimentación dentro del módulo habitacional.

1.4 Capacitación a personal de cosecha

Estas actividades son programadas por el departamento de servicios a cosecha y capacitación de recursos humanos. Se realizan generalmente con el apoyo de INTECAP, quienes envían de acuerdo a un programa establecido los instructores para cubrir los temas solicitados. Generalmente para esta actividad participa un Ingeniero Agrónomo o Ingeniero Mecánico, para cubrir los temas de carácter técnico y operacional. Además un Psicólogo, para los temas de relaciones humanos y manejo de personal. En ocasiones la capacitación técnica puede ser impartida por personal del mismo Ingenio.

El personal es capacitado de acuerdo a los siguientes puestos:

- Mayordomos de cosecha o jefes de frente.
- Supervisores de corte.
- Supervisores de alce.
- Supervisores de transporte.
- Pilotos de cabezal.
- Operador de alzadora.
- Tractoristas de intercambio.
- Operadores de cosechadora.
- Operadores de maquinaria pesada.
- Apuntadores y enviéros.
- Caporales.
- Monitores.
- Muestreadores de calidad.



Figura 8: Capacitación al personal de cosecha en el Ingenio Magdalena.

Además puede agregarse otros puestos como mecánicos de frente, enganchadores, supervisores de patio o intercambio y otros.

Los temas impartidos para cada puesto son muy similares en todos los Ingenios, por lo que se puede hacer un resumen general de estos el cual se presenta a continuación:

- Inducción e información general del Ingenio.
- Relaciones humanas.
- Seguridad operacional en el desempeño del puesto.
- Manejo defensivo (en el caso de pilotos y operadores de maquinaria).
- Funciones del puesto.
- Matemática básica.
- Metas de la zafra.
- Y otros.

1.5 Ejecución del Corte y Alce de Caña de Azúcar

1.5.1 Corte de caña de azúcar

Se divide en dos, el corte de caña de azúcar verde y el corte de caña de azúcar quemada, para cada una se describirá las ventajas y diferencia.

1.5.1.1 Corte en verde

Actualmente se práctica el corte en verde en tres o más Ingenios de Guatemala, sin embargo, es solamente un porcentaje bajo, el que varía en cada Ingenio, pero en general, se puede considerar que alcanza como máximo un 5 a 7% del total cortado. El corte en verde se puede realizar principalmente el arranque de zafra, debido a la dificultad para quemar por la alta humedad o que pueda caer lluvia aún por no haber finalizado la temporada en definitiva, tendiendo a utilizar mejor el corte en verde. Además este tipo de corte se realiza especialmente en cañales plantilla o sea los que van a ser cosechados el primer año, ya que estos presentan condiciones favorables para el corte, principalmente a la característica de que los tallos permanecen en su mayoría erectos.

Además se corta en verde con máquinas cosechadoras de caña, porque aunque el rendimiento es un 15 a 20% menor en cuanto a cantidad de caña cortada por máquina en 24 horas, proporciona la ventaja de que el deterioro de la sacarosa es menor y hay menos contaminación ambiental especialmente en fincas cercanas a comunidades.

Aunque CENGICAÑA conjuntamente con los departamentos de investigación de los Ingenios están trabajando para encontrar variedades que se defolien y favorezcan el corte de caña, comercialmente todavía no se tienen variedades que presenten estas características. De igual manera se están realizando estudios para producir variedades que presenten condiciones favorables a la cosecha mecanizada en verde y la opción más próxima a validarse es la variedad CG 02-163.

1.5.1.2 Corte en caña quemada

Al momento en nuestro país no existe una legislación sobre el tema de quema de cañales, en ese sentido todos los Ingenios queman la mayoría de la caña a cosechar. En algunos países como Colombia y El Salvador ya existe una legislación al respecto de este tema.

Sin embargo a nivel de Agroindustria azucarera se han realizado convenios internos para reducir el daño a las comunidades y el medio ambiente debido a la quema de cañales. De acuerdo al Instituto del Cambio Climático –ICC-, entidad privada de la agroindustria azucarera de Guatemala, los aspectos que deben observar los Ingenios azucareros en la quema de cañales son los siguientes:

1. Contar con programa de quemas elaborado por el Ingenio e Instituto de Cambio Climático –ICC-, de acuerdo al patrón de vientos.
2. Utilizar informes de INSIVUMEH e ICC sobre sistemas de alta presión.
3. Previo al inicio de una quema, humedecer el entorno para evitar propagación de fuego en flora y cultivos adyacente.
4. Efectuar quema a orillas de carretera bajo supervisión adecuada y cuando la dirección del viento no arrastre humo hacia el área de circulación.
5. Sábado, domingo y días festivos el área de “no quema” será de 150 metros a orilla de carreteras.
6. Horario de quema para la zona que linda cincokilómetros con la playa será de conformidad a los horarios estipulados, según el direccionamiento de vientos de las estaciones meteorológicas del lugar.
7. Requema a orilla de carreteras y pegado a poblaciones solamente cuando se trate de renovaciones.
8. Mantener en forma permanente equipo de contingencia para atender quemas criminales y eventualidad en quemas programadas y equipo de protección personal completo.

9. En cañaverales cercanos a núcleos poblacionales se podrán realizar quemas bajo supervisión adecuada y cuando la dirección del viento aleje las cenizas de las poblaciones.
10. Se mantendrá la restricción de “no quemar” bajo líneas de conducción de energía eléctrica, en una sección de 20 metros de cada lado.
11. Presentación de denuncias a las autoridades en casos de quema criminal, mantener estadística actualizada de casos y reportar a gerencia de medio ambiente de ASAZGUA.

Cada cierto tiempo se realizan auditorias para evaluar el cumplimiento de este convenio y se asignan punteos de acuerdo al cumplimiento del mismo, de igual manera se deben mejorar las no conformidades encontradas.

Generalmente en los Ingenios la quema de cañales operativamente lleva los pasos que a continuación se detallan:

➤ Orden de quema

Como se indicó la quema de la caña de azúcar previo a la cosecha, es una práctica generalizada, la que permite eliminar las hojas secas y parte del cogollo, esto facilita la labor del cortador aumentando la seguridad en el trabajo pero sobre todo su eficiencia de toneladas cortadas por día, y disminuye la cantidad de basura o trash que se lleva al Ingenio, estos componentes son indeseables durante el proceso de obtención de azúcar.

Ya definidos los lotes a quemar según el programa de cosecha, es necesario avisar a la garita de control del Ingenio que se va a llevar a cabo la quema, posteriormente se llena la boleta al finalizar la quema; si por distancia no es posible entregarla de inmediato, se debe transmitir vía radio o teléfono, al encargado del sistema de control de cosecha, y posteriormente debe ser entregada y firmada de recibida, para su autorización e ingreso al sistema. No se permite quemar lotes que no estén en el programa semanal de cosecha, salvo excepciones con previa autorización.

➤ Quema

En la quema de los cañales se debe considerar lo siguiente:

- Revisar el área con anticipación, esta actividad la realiza conjuntamente el mayordomo de cosecha, supervisor de corte y el caporal de quema.
- En rondas muy angostas, se debe despejar la caña, no cortarla.
- Delimitar el área a quemar según las necesidades de toneladas de caña, haciendo brechas no menores de dos metros dentro de los lotes.
- La lluvia, la temperatura y la velocidad del viento, son los principales factores meteorológicos que afectan a la calidad de la quema. No es recomendable quemar con vientos fuertes ya que las quemadas programadas podrían convertirse en incendios.
- Tomar en cuenta: Saldos en campo, la hora de quema, aspectos físicos del Cañal, cercanías de población, áreas industriales con riesgo de contaminación por los residuos de la caña, colindancias con alto riesgo de incendios.
- Antes de la quema, el tanque contraincendios debe regar las rondas, si el caso lo amerita y rociar con la manguera las orillas de los lotes contiguos. Además debe estar rondando el área de quema durante la quema.
- La quema debe estar bajo la supervisión del supervisor de corte, apoyado por el caporal de quemados, y los quemadores.
- El supervisor da la orden de quema y se empieza en el lado contrario a la dirección del viento, colocando a dos personas y cuando haya avanzado más de veinte metros, se puede empezar a quemar con otras dos personas el lado extremo del lote que queda en el sentido de la dirección del viento. Si no hay peligro de que se pase el fuego a lotes contiguos, se puede quemar rodeando el lote, siempre tomando en cuenta la dirección del viento.
- Al inicio de zafra es recomendable quemar después del mediodía, por las condiciones del cañal, y conforme va transcurriendo la zafra, se empieza a quemar más tarde, inclusive entrada la noche y madrugada.

- Las quemas de complemento se deben realizar antes de mediodía, para que los cortadores no pierdan tiempo y no deben estar retiradas de donde empezaron el corte del día.
- Las quemas defectuosas impiden que el corte sea de buena calidad, la causa principal es la gran cantidad de hojas y cogollos llegan a los molinos. Este mayor porcentaje de trash disminuye tanto la extracción, como la capacidad de molienda, además dificulta la clarificación aumentándose los costos de fabricación.
- Durante la quema, es posible que se formen remolinos de viento y cambien la dirección del viento, lo que puede ocasionar quemas accidentales.
- Existen también las quemas mano criminal, que son aquellas no programadas y que son efectuadas por personas ajenas al personal de cosecha. Estas causan alteraciones al programa de cosecha, porque es necesario cortar la caña antes que se pierda el azúcar y requiere en ocasiones mover frentes de un lado a otro para cubrir estas eventualidades, que pueden llegar a ser hasta más del 10% de lo cosechado en toda la temporada. Las fincas cercanas a comunidades son las más propensas a sufrir estas quemas.

➤ Caña Fresca

Es un término que se utiliza para determinar el número de horas que transcurre entre la quema de la caña de azúcar y la entrada a báscula. Es recomendable que la caña no permanezca más de treinta y seis horas de quemada en el campo, excepto por quemas accidentales.

Las pérdidas de azúcar en la caña, empiezan en la quema misma, luego por el corte, alce y transporte, el objetivo de los frentes es poner el mayor contenido de azúcar en báscula, ya que por acción del lavado se pierde azúcar, y así sucesivamente, hasta llegar al envasado. La reducción de horas de quema es un reto que tienen los frentes de cosecha y deben presentar estrategias para reducirlas al máximo, sin interferir la cuota diaria de entrega.

Es importante considerar lo siguiente:

- No quemar caña más de lo necesario, si es posible efectuar partidores en los lotes.
- Se deben programar dos quemas, se recomienda el cuarenta por ciento de la cuota, un día antes del corte y el restante sesenta por ciento antes de las once de la mañana, en condiciones normales, incluso se podrá quemar en la madrugada el cien por ciento de la cuota, sin embargo, se deben considerar las condiciones climáticas, condiciones del cañal, entre otros, para llevar a cabo las quemas.
- Existen limitaciones para efectuar quemas en ciertas horas del día, debido a regulaciones ambientales, lo que puede afectar las horas de quema en un determinado frente.
- El cumplimiento de la cuota diaria. El transporte juega un papel importante en este rublo, excepto contingencias.
- Es recomendable que el saldo no pase del veinte por ciento de la cuota asignada, a efecto de poder empatar el alce de la caña, con el corte del día siguiente. Es recomendable analizar las horas de quema de los saldos.
- Las quemas accidentales incrementan el porcentaje horas quemadas, sin embargo, se debe analizar por separado el porcentaje de horas normales y por quemas accidentales.
- Organizar la operación del alce, según la orden de quema, sin embargo, es necesario dar prioridad aquellos lotes que presenten problemas de alce y no dejarlos para el turno de noche.

➤ Corte manual de caña de azúcar

En el corte de caña de azúcar, el método que presenta excelentes resultados en cuanto a la eficiencia diaria de los cortadores es la agarrada de seis surcos, además que facilita las labores de cultivo. Una agarrada de caña es el área asignada a un cortador, generalmente consta de seis surcos de ancho y largo variable (ej. 25 a 50 mts o mas).

Como se indica el corte se realiza de forma manual, para esta actividad se utiliza el machete australiano, el que permite al cortador, con un menor esfuerzo, aumentar la eficiencia de su trabajo. A diferencia de los países industrializados, en Guatemala existe mano de obra suficiente, lo que permite a los ingenios utilizar este sistema, aunque en el futuro puede ganar terreno la cosecha realizada mecánicamente.

El frente de Corte se conforma por cortadores que se agrupan en cuadrillas y provienen del Altiplano Occidental y Central del País, además de cortadores del área de Santa Lucia Cotzumalguapa, Siquinalá, La Democracia, La Gomera, Guanagazapa, Masagua, Nueva Concepción, Tiquisate, Escuintla, Chicacao, San Antonio Suchitepéquez, San Pablo Jocopilas, Samayac, San Bernardino, Cuyotenango y otros lugares cercanos a los Ingenios en la costa sur del país.

La mayor parte de cuadrillas del altiplano vienen con contratista. Estos son alojados en módulos habitacionales, en los cuales se les brinda alimentación, hospedaje, servicios médicos y recreación. Con este personal se dan problemas a partir del mes de febrero cuando después de cada pago muchos viajan a sus lugares de origen tardándose entre cinco y diez días en regresar.

Los cortadores voluntarios provienen del área de influencia del Ingenio, sin embargo, la escasez de los mismos ha ido en aumento año con año. Estos grupos se manejan a través de contratistas y caporales enganchadores. A diferencia de los anteriores estos viajan diariamente al lugar de origen. El ausentismo después del día de pago, días festivos y fines de semana, es más notorio que los cortadores del Altiplano. El grado de escolaridad de los cortadores apenas alcanza el tercer grado de primaria, incluso existen analfabetas para ambos casos.

Para el corte de caña se utiliza principalmente el machete Australiano(ver figura 9),el que facilita la operación manual para el corte de caña erecta y postrada, quemada o en verde a granel, fue diseñado para el corte de caña manual, permitiendo realizar el corte en forma más eficiencia que con el machete tradicional, además por sus características

el cortador puede llegar a cortar más cantidad de caña en un día de trabajo. Como se utiliza la técnica adecuada, se aprovecha todas las ventajas del machete, el desgaste físico es menor, la cantidad de caña dejada en campo disminuye y los accidentes suceden con menos frecuencia.

El machete Australiano es una herramienta que se empezó a utilizar en 1,980 por el Ingenio Pantaleón y fue introducido a la región cañera de Guatemala desde el Servicio Nacional del Aprendizaje (SENA), Colombia. Posee ciertas características que lo hacen una herramienta especial para el corte de caña, a continuación se describen cada una de las características técnicas del machete:

- Posee una hoja con inclinación de 135° con respecto al cabo y un ancho en la punta de 15.5 centímetros, lo que hace que el cortador aumente la eficiencia del corte con el mismo esfuerzo.
- El machete Australiano tiene un peso de 2.2 libras, el cual le permite al cortador realizar el corte de caña con un mínimo esfuerzo.
- El ángulo de inclinación que posee la hoja del machete y el peso del machete facilitan el corte de caña, ya que es más eficiente permitiendo cortar varias cañas a la vez y el desgaste físico del cortador es menor.



Figura 9: Machete Australiano para corte de caña de azúcar.

Para realizar el afilado del machete en forma adecuada se recomiendan los pasos siguientes:

1. Lavar el machete para que no le queden residuos de tierra o miel.
2. Buscar un sitio seguro, en el que el cortador pueda sentarse cómodamente y evitar así que haya algún obstáculo que pueda provocar un resbalón o una caída que se traduzca en accidente.
3. Asegurar el machete entre los muslos, según los pasos siguientes:
4. Los cortadores que manejan el machete con la mano derecha, deben colocar el muslo derecho sobre el cabo y dejar caer la hoja sobre el muslo izquierdo.
5. Los cortadores que manejan el machete con la mano izquierda, deben colocar el muslo izquierdo sobre el machete y dejar caer la hoja sobre el muslo derecho.
6. Colocar la cara interna de la hoja del machete sobre el muslo, dejando la cara externa hacia arriba que es a la que se le aplicará el filo. De esta manera se evitan movimientos riesgosos cuando se esté afilando.
7. Empuñar la lima por el cabo sin que los dedos sobresalgan, para evitar heridas con el filo del machete. La parte superior de la lima se debe asegurar con los dedos pulgar, índice y medio.
8. No presionar la lima con la palma de la mano. Puede salir acero en el filo de la hoja que hace saltar la lima y provocar una herida en la mano.
9. Para emparejar el filo, se voltea el machete colocando la hoja sobre el muslo con el filo hacia fuera y el mango hacia arriba y se le pasa la lima de adentro hacia fuera.



Figura 10: Afilado del machete australiano.

➤ Tarea para el corte

Durante una jornada de trabajo en un frente de corte, las personas que lo conforman realizan dos o más tareas de corte. En el ambiente laboral del corte de caña a la tarea de corte también se le llama Agarrada o tajo, siendo el primer término el más común y el más utilizado.

La tarea de corte es un área que está definida por un ancho, que depende del número de surcos de la luchada, y un largo que lo determina las instrucciones de corte. Una luchada está definida por un número determinado de surcos, que pueden ser cinco, seis o siete y un largo indefinido que depende del largo del pante.

La tarea de corte de caña es la unidad de medida del trabajo de los cortadores del grupo, el tamaño de la tarea depende en primer lugar del saldo de caña cortada que amaneció en el frente de corte. Si la caña cortada es suficiente para que trabaje el frente de alce, las tareas se entregan largas, pero si la caña es insuficiente se entregan tareas cortas para abastecer de caña al frente de alce.

Otro factor que influye en el tamaño de la tarea o agarrada de corte es la necesidad de caña en la fábrica, si la necesidad es mucha las tareas se entregan cortas, pero si la fábrica tiene suficiente caña para moler las tareas se entregan largas.

- Abertura de brecha

Una vez definido el punto de brecha, se procede a cortar las cañas que estén cruzadas sobre la mesa que corresponda, para hacer la brecha se usa un machete tradicional bien afilado. El objetivo de la brecha es despejar un entresurco para diferenciar el área de corte de dos grupos y para facilitar la entrega de la tarea.

- Establecer partidores

El partidor es el espacio que separa dos tareas, para el establecimiento de los partidores el caporal debe aplicar su criterio para definir la distancia entre cada uno, o sea, el tamaño de la tarea de acuerdo a las instrucciones de corte y a las condiciones que presente al cañal. La distancia que debe abarcar el partidor es de uno a dos metros.

- Instrucciones de corte

En el momento de entregar la tarea el caporal debe de darle las instrucciones y recomendaciones de corte al grupo de cortadores, de acuerdo a las condiciones del cañal y a las estrategias de corte del supervisor de corte y/o mayordomo o jefe de frente.

- Distribución de las agarradas

Al preparar el área de corte de caña, el supervisor de corte determina el número de luchadas e informa a los caporales como va a distribuir las agarradas por cuadrilla. Esta actividad se realizada un día antes o inmediatamente después de la quema. Como se indicó la necesidad de caña cortada define el largo de las agarradas, a mayor necesidad, las agarradas deben ser cortas (Veinte metros). Sin embargo, se debe tomar en cuenta las condiciones del cañal(Postrada, parada), para definir el largo de las mismas. En condiciones normales el largo se sitúa entre el rango de cuarenta hasta ciento veinte metros de largo.

En la distribución de las agarradas, el primer caporal se debe ubicar en uno de los extremos del lote, y empezar a distribuir las agarradas de izquierda a derecha a los cortadores, y así sucesivamente la efectúan los demás caporales. Las agarradas se marcan colocando papeles de identificación por cuadrilla, cortando los cogollos o bien haciendo nudos en las hojas del sexto surco. Es importante que al final de la

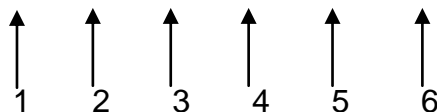
distribución de los cortadores, los caporales elaboren los planos de corte y la asistencia, si hay ausencias, se debe determinar las causas. Los permisos se deben solicitar con anticipación y llenar la boleta respectiva con el aval del mayordomo de cosecha.

La separación de las tareas consiste en dejar un espacio de uno a dos metros entre cada tarea, lo cual el caporal debe verificar desde el inicio de la misma, además se debe colocar de tres a cuatro cañas paradas al inicio y al final de la tarea, esto se realiza con el fin de facilitar la diferenciación entre una tarea y otra, no solamente para efectos de supervisión sino también para apoyar el trabajo de los apuntadores en el frente de alce.

- Construcción del nido

El cortador debe ubicarse frente a la agarrada en los surcos tres y cuatro, luego se introduce dos metros y comienza a cortar la caña de estos surcos de adentro hacia afuera, para abrir campo e iniciar el nido. Luego se corta el surco uno y dos posteriormente se pasa al cinco y seis, hasta terminar el nido. En el momento del corte, el cortador siempre debe colocar atrás, el pie contrario de la mano con que maneje el machete y lanzar el machetazo hacia afuera del cuerpo.

La caña cortada debe estar colocada entre los surcos tres y cuatro, esto permite que el alce no dañe los surcos, para el caso de las alzadoras Cameco SP1800. La colocación de la caña cortada sobre los surcos depende de la ubicación de los patines en las alzadoras. Para facilitar la operación del alce, es necesario que al inicio de la chorra se deba amontonar la caña cortada hacia adentro, y así dejar espacio suficiente para la operación del alce.



surcos

Figura 11: Corte en seis surcos colocando la caña sobre los surcos tres y cuatro.

- Iniciación de la chorra

Cortar la caña del surco uno y llevarla a la chorra, alinear los cogollos y despuntar, luego hacer lo mismo con las cañas del surco dos y tres. El espacio que se hace permite la libre movilización del cortador dentro de la agarrada. Las puntas de los surcos uno, dos y tres deben ir a la izquierda, se alinean y se despuntan tan pronto se colocan en la chorra. Al despuntar las cañas no se deben dejar caña en el cogollo ni cogollo en las cañas, esto último se refiere al término chorra negra. En las cañas con madurante, el despunte debe hacerse más alto que en la caña sin madurante, debido a que el madurante forma un anillo necrótico abajo del cogollo o pacaya.

Luego se procede a cortar las cañas del surco cuatro, cinco y seis, se llevan a la chorra, para después alinear los cogollos y despuntar. Las puntas de estos tres últimos surcos deben quedar hacia la derecha para poder hacer el despunte, se deben agarrar la mayoría de los tallos para hacer el despunte con un solo golpe del machete. El cortador debe ir repitiendo esta operación, avanzando de metro en metro, con movimientos diagonales hasta terminar su agarrada. No permitir que los cortadores avancen trechos sin despuntar, lo que provoca un mal despunte, debido a que la distribución de los tallos en la chorra no es uniforme, máxime que los tallos no son del mismo largo y muchas veces están torcidos. Despuntar en el aire puede provocar cortaduras en el cortador.

Algunas recomendaciones para cañales postrados.

1. El cortador debe observar la inclinación de la caña.
2. Si los tallos están inclinados hacia la derecha, el corte se inicia en los surcos de la izquierda (surco uno, dos, tres, cuatro y cinco).
3. Si los tallos están inclinados hacia la izquierda del cortador, el corte se inicia en surcos de la derecha, a la inversa del anterior.
4. Si los tallos están inclinados hacia adentro, es necesario ubicarse atrás de los surcos, abriendo brecha para iniciarlos en la dirección de la inclinación.
5. Si las cañas están postradas sin dirección y enredadas, el cortador debe recurrir al sentido común para empezar el corte, regularmente esta situación implica el picado de la caña, lo que repercute al momento del alce.

1.5.1.3Corte a ras

Cuando el cortador está realizando el corte, debe aplicar la norma de corte de dejar el tronco a ras del suelo, ya que el dejar el tronco alto, aparte de ocasionar pérdidas económicas al Ingenio, se puede ocasionar los siguientes problemas:

1. Provocar heridas en los pies para aquellos cortadores que no usan zapatos.
2. Se pueden ocasionar tropezones, y esto puede ocasionar lesiones y hasta fracturas en algunas ocasiones.
3. Se puede pinchar las llantas de los carros, motos e incluso las llantas de los tractores o alzadoras cuando la variedad es demasiado dura; como en el caso de la variedad que es conocida comúnmente como pata de zope.
4. Dificultará la actividad de corte en el momento de llevar la caña a la chorra, principalmente cuando no se quema el cañal.



Figura 12: Corte a ras del suelo, una pulgada es correcto.

1.5.1.4 Despunte

Comprende la separación del cogollo del tallo moledero, este requiere que los tallos sean alineados de sus puntas previas al descogolle, esta actividad no debe dejarse o posponerse para realizarse de último, sino trabajar secuencialmente: corte, enchorre, despunte.

En el punto óptimo de descogolle deben considerarse: la aplicación de madurante, la presencia de médula corchosa en tallos florecidos y la brotación de las lalas (tallos secundarios o adyacentes que crecen a partir de las yemas del tallo principal).

También es importante considerar el despunte cuando se corta en verde, es decir caña sin quemar, debido a la gran cantidad de biomasa (basura, hojas, entre otros) no es posible observar el punto óptimo de descogolle o despunte, por lo tanto el monitor debe de prestarle mucha atención cuando se está cortando en verde, a fin de que no quede caña molible en la basura, como también no vaya caña sin despuntar o con mucha pacaya en la chorra (ver figuras 22 y 23)(Manual del monitor-INTECAP, 2002).

Los cogollos constituyen normalmente el 60% de la materia extraña. Por ser la parte más joven del tallo, tienen un contenido de sacarosa muy bajo y un alto contenido de azúcares reductores. Contienen más cenizas que el resto del tallo aumentando las melazas y reduciendo la cristalización. Además una buena proporción de las cenizas se van con el azúcar crudo, desmeritando al azúcar para la exportación.

La aplicación de madurantes químicos permite que el tercio superior de la planta concentre una mayor cantidad de azúcar y se mejore por consiguiente la calidad del cogollo. Es por esta razón, que la caña con madurante puede ser despuntada o descogollada lo más alto que se pueda.

➤ Despunte aéreo

Este tipo de despunte, son los que realizan cuando la caña esta en dirección a la cara del cortador, aunque por lo general se realiza cuando los cañales están semisprostrados el cortador primero despunta el área que está a su alcance y posteriormente procede a cortar la caña, en este caso el cortador deberá tener cuidado de que el lanzamiento del machete sea hacia fuera del cuerpo.

➤ Despunte terrestre

Estos despunte son los que se realizan en el suelo, por lo general este se realiza cuando el cortador practica el corte manejado, en cuestión de seguridad este es más recomendable, pues así el cortador se evitará de provocarse algún accidente.



Figura 13: Cortador realizando el despunte terrestre de caña.

➤ Brazada cortada brazada despuntada

Técnica que se aplica cuando se quiere que la calidad del despunte sea buena, el cortador deberá despuntar la brazada que corta inmediatamente después de colocar la caña en la chorra, esto evita en la chorra quede caña sin despuntar, al mismo tiempo se controla que no quede pacaya en la caña, y que además no se pierda mucha caña molible en la basura, por lo tanto el monitor debe por todos los medios lograr que los cortadores apliquen esta técnica de despunte, máxime si se quiere que el trash sea reducido.

- Corte manejado

Esta práctica consiste en cortar varias cañas a la vez las cuales pueden ser cinco, seis, siete o incluso más cañas dependiendo le den las fuerzas y el peso de cada caña (esto depende del grosor y largo de las cañas), arrastrar el manojo hacia la chorra y colocarla de manera que pueda de una vez despuntarla. El usar esta metodología de corte aumenta el rendimiento de los cortadores.

- Técnicas de enchorre

Práctica que consiste en ir acumulando la caña cortada, a medida que se va avanzando en el corte, el lugar de la colocación de la caña dependerá en primer lugar del número de surcos que se esté cortando, y en segundo lugar del tipo alzadora, porque según la serie de las alzadoras o cargadoras así será la ubicación del apilador (apilador es la parte de la alzadora que sirve para arrumar o sea acomodar la caña para ser alzada.

El acomodar o enchorrar la caña, es muy importante para que al momento de que el operador de alzadora presione la garra para levantar la uñada no caiga caña hacia los lados y se minimice el esfuerzo del grupo recolector de caña o sanateros, además el ordenamiento de la caña en las jaulas en gran parte depende del cómo se enchorre.

Por tal motivo el Monitor y el Caporal de corte deberán prestarle la atención necesaria a este punto. Existen dos tipos de enchorre siendo el enchorre continuo y discontinuo.

1.5.1.5 Churras continuas

Consiste en colocar la caña en forma continua, sin dejar ningún espacio a lo largo de las luchadas excepto los espacios de los partidores. Este tipo de enchorre presenta las ventajas siguientes:

- a) Economiza combustible.
- b) Existe menos desgaste en la alzadora.
- c) La carga de las jaulas es más rápida.

Dentro de sus desventajas están:

- a) En los pantes pedregosos se va mucha piedra al ingenio y esto ocasiona problemas en los molinos.
- b) Aumenta el trash, principalmente la tierra.

La mayoría de lotes se cortan y ordena la caña con este sistema, muchos ingenios lo utilizan en Guatemala ya que la mayor parte de los suelos en donde se cosecha caña de azúcar son planos y con poco o bajo contenido de piedra, lo que es característico del estrato litoral y bajo que es en donde está concentrada la mayor cantidad del cultivo de caña de azúcar. Por otro lado, el rendimiento del cortador es mayor ya que no necesita colocar la caña en una forma similar al corte en maletas, y además calcular el tamaño de estas para que sea acorde a la uñada de la alzadora.



Figura 14:Caña cortada en chorras continuas.

1.5.1.6 Chorras descontinuas

Consiste en ir acomodando la caña que se va cortando en forma de maletas como comúnmente se conoce, no es más que ir calculado la capacidad de cada uñada de la alzadora, este tipo de enchorre presenta las siguientes ventajas:

- a) La disminución de piedras en fábrica.
- b) la cantidad de tierra es mínima, disminuyendo de esta forma el trash.
- c) la caña queda acomodada para cada uñada de la alzadora.
- d) este tipo de enchorre es especial para lotes que tienen demasiada piedra.

Desventajas que se observan:

- a) Baja el rendimiento del cortador, por el tiempo que pierde al ir acomodando la caña.

- b) En cañales donde el tonelaje por área cultivada es elevado es dificultoso el acomodar la caña en las maletas.
- c) El alce de la caña es más lento.
- d) Hay mayor consumo de combustible en las alzadoras.



Figura 15:Caña cortada en chorra discontinúa o mini-chorra.

- Enchorre de la basura

Todo lo que no sea caña moledera, como los cogollos, mamones, caña seca, caña dañada, raíces y cepas, se acomodan paralelamente a la chorra de caña, en los surcos uno y cinco o uno y seis, según el número de surcos que se tengan en la agarrada.

- Identificación de la caña

Identificar la caña cortada consiste en colocar en cada tarea una tarjeta o etiqueta con el número de empleado del cortador o sea el número de ficha, o bien marcar directamente en la caña el número de empleado del cortador. Esto para que cuando pase el alce el enviéro corrobore el número del cortador que hizo esa tarea, laque también está registrada en el plano de corte.

Es importante observar y verificar que la calidad de corte de caña que efectúa el grupo sea buena. La revisión de la caña cortada debe de hacerse todos los días, para mantener el control.

Es importante identificar correctamente la tarea de corte esto es fundamental en el proceso; en primer lugar es una garantía para el cortador, porque se le asegura que toda la caña que el corta se registra en los envíos y posteriormente en la planilla semanal o catorcenal, y en segundo lugar se apoya la labor del frente de alce.

La identificación de la caña que corresponde a cada cortador puede realizarse de dos formas: Identificación por tarjetas o identificación marcando directamente en la caña.

La identificación por tarjeta consiste en anotar el número de empleado del cortador en una cartulina con medidas de 5 x 10 centímetros, protegidas con nylon o plástico. Otro tipo de etiqueta es un plástico con las mismas medidas que no necesita protección. Para los dos tipos de tarjeta se recomienda sean del mismo color durante la zafra. En el reverso de la tarjeta se recomienda colocar el número de grupo o caporal.

Otro tipo de tarjeta es el que lleva la siguiente información:

- Número de ficha o código de empleado del cortador.
- Número de frente.
- Número de código del caporal.
- Nombre del caporal.
- Fecha.



Figura 16: Identificación de la agarrada de caña de un cortador con tarjeta.

El color de la tarjeta generalmente es amarilla, celeste en días de pago normal (de lunes a sábado), sin embargo, el día domingo o días festivos la tarjeta es de color rojo lo que significa que la caña cortada en esos días al cortador le vale más, generalmente el doble del valor de caña cortada en día normal.

La identificación marcando directamente en la caña se usa en casos especiales, cuando no se tienen tarjetas elaboradas. Consiste en anotar el número de empleado del cortador directamente en la caña, para ello se raspa la corteza de una caña larga y recta en el último entrenudo, en donde se coloca el número. El caporal debe contar con uno o más marcadores de madera (de carpintero), para identificar la caña, las cañas marcadas se colocan paradas al inicio y final de la agarrada de cada cortador. En algunos ingenios no se acostumbra utilizar tarjetas y el sistema utilizado es marcar directamente en la caña.

1.5.1.7 El plano de corte

El plano de corte es de mucha utilidad, ya que sirve de guía para que el personal encargado de alzar la caña cortada, ubique en el plano de corte cada una de las tareas

y anote la cantidad de uñadas que se alcanzan. El plano de corte es un formato que tiene un original y dos copias, en el que se registra, la información general del área de corte y la distribución de las tareas cortadas en el campo.

Además se localiza toda la información relacionada con las características físicas del área de corte, como obstáculos, límites y colindancias.

El plano de corte se debe de elaborar lo mejor posible, tratando de localizar en él, todas las características físicas que identifican al lote donde se cortó, ya que es la guía para el personal encargado del alce. La distribución de las tareas debe estar bien identificada en el plano, con los números de código de empleado bien claros y legibles, ya que esta información permite determinar a los apuntadores, la cantidad de toneladas cortadas por cortador en cada una de las tareas; por eso es importante localizar exactamente las tareas cortadas en el plano, para evitar errores al momento de calcular las toneladas cortadas por cada cortador, ya que de ésta información depende el pago semanal o quincenal de los cortadores del grupo.

El plano de corte está formado de varias partes, todas son importantes y deben de tomarse en cuenta cuando se elabora, en el plano se anota la distribución de los cortadores en el área de corte. Las partes del plano de corte son las que a continuación se describen.

➤ Información general

Es la información que se anota en la parte superior del formato, la cual identifica al área de corte y consiste en datos de la finca, del lote y del cañal, la información general del área de corte incluye:

- Nombre de la finca.
- Código de la finca.
- Nombre del cañal (En algunas empresas).
- Código de referencia del cañal (lote).

- Fecha de corte.
- Nombre del Caporal.
- Número de plano.
- Número de quema.
- Número de frente.
- Número de cortadores.
- Información del frente de alce (identificación de operador de alzadora, tarjetero, apuntador).
- Día ordinario (De lunes a sábado).
- Día extraordinario (Domingo o feriado oficial, que puede caer en cualquier día de la semana).

➤ Distribución del Personal

La distribución de las tareas cortadas se anota enseguida de la información general y consiste en escribir en forma clara y legible los códigos o fichas de empleado de cada cortador, de acuerdo a su ubicación en el área de corte y la cantidad de uñadas de cada cortador. En cuadro con varias filas y columnas, las columnas corresponden a las luchadas y las filas corresponden a las tareas, no importando el largo que tengan las tareas, se asigna un espacio para cada una. En cada columna hay un espacio para anotar la cantidad de uñadas que le corresponden a cada cortador, este espacio queda limpio y es llenado por el apuntador del frente de alce.

➤ Orientación

La orientación es la que indica la ubicación del área de corte con respecto al norte, se identifica en el plano con una flecha y la letra N; también refiere los otros puntos cardinales Sur, Este y Oeste.

Para determinar la orientación del lote que se está cortando, puede colocarse de frente al sol y extender sus brazos, la sombra de su cuerpo debe estar proyectada hacia atrás, la dirección de su brazo izquierdo indica el norte.

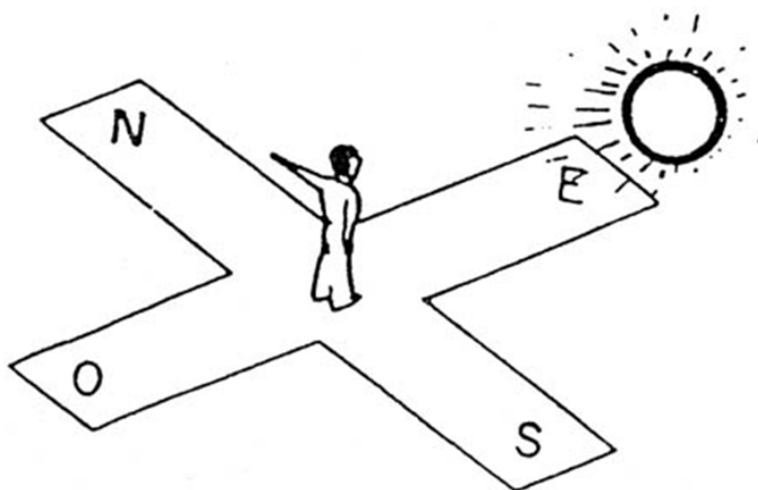


Figura 17: Determinación de la orientación del área de corte.

Fuente: Manual del caporal de corte de caña INTECAP(2002).

➤ Accidentes Topográficos

Se refiere básicamente a aquellas características que presentan modificaciones en la superficie del suelo, siendo los más comunes los bordos o cerros.

➤ Obstáculos

Son todas aquellas características físicas que se encuentran dentro del área cortada y que pueden ocasionar o provocar accidentes durante el proceso del alce de la caña, estas características pueden ser: árboles, piedras grandes, quineles, torres de energía eléctrica, entre otros.

➤ Límites y Colindancias

Son todas las áreas que se encuentran alrededor del área de corte, estas deben de identificarse claramente en el plano de corte, para que el personal del alce identifique plenamente los límites de cada grupo de corte. Los límites del área de corte pueden ser

los cercos o mojones, las rondas, quineles, ríos, otros grupos de corte (en este caso indicar el número de grupo).

➤ Verificación de distribución de personal

Antes de llenar las casillas del plano de corte que corresponden a cada una de las tareas cortadas, el caporal de corte debe de hacer un recorrido para verificar la distribución de los cortadores en el área de corte. La verificación debe hacerse en toda el área de corte del grupo, pero poniendo más atención en los toques de las luchadas, en las últimas agarradas o tareas que se entregaron, las cuales en la mayoría de los casos son cortas.

1.5.1.8 Control de calidad de corte de caña

Las pérdidas de azúcar ocurren a lo largo de cada uno de los procesos de la cosecha y así también en la fábrica, por lo que es necesario tomar medidas preventivas y correctivas para poder controlar y reducir al máximo las pérdidas. Esta situación define el establecimiento del programa de control de calidad, en el corte y alce.

El campo con sus prácticas agronómicas debe producir la mayor cantidad posible de azúcar, la cosecha la recoge y la transporta a la fábrica y esta, debe recuperarla eficientemente al menor costo y sobre todo que satisfaga las exigencias del mercado.

Los factores que influyen en la calidad de corte son:

- Cañales con daños de plagas.
- Capacitación de cortadores.
- Cañales con quemas no adecuadas.
- Cañales postrados.
- Falta de supervisión en el corte.
- Corte en verde.

Los monitores son los encargados de enseñar a los cortadores nuevos las técnicas de corte para obtener rendimiento y calidad. Además en el día a día verificar la labor que realizan pues las condiciones varían de lote a lote y de finca en finca. Como es un trabajo en equipo, también los caporales y el supervisor de corte deben apoyar este aspecto.



Figura 18: Evaluando la calidad de corte de caña.

El control de calidad evalúa los siguientes aspectos:

- Enchorre: considera el alineamiento de los tallos de la caña.
- Caña picada: incide en la caña deja y tirada en el alce.
- Descogolle: comprende la separación del cogollo del tallo moledero, tomar en cuenta si los cañales están aplicados con madurante, determinar la presencia de corcho y lalas.
- Corte a ras: corte sin dejar tocones en la superficie del suelo.
- Selección de tallos molederos: no incluye los mamones, tallos secos, ni dañados por plagas y enfermedades.
- Alineamiento de la chorra de caña y de la basura.

- Limpieza: se refiere a la limpieza de los tallos en la chorra, se califica cogollos sueltos, lalas adheridas a los tallos, hojas verdes, tallos con cepas y raíces.
- Aplicación de indicadores de calidad

Los indicadores de calidad son valores numéricos definidos en función de las características deseables para un producto final, para nuestro caso particular la caña de azúcar. Estos son determinados en base al resultado de zafras anteriores y/o de experiencias de otras empresas, los cuales representan el punto considerado como óptimo para realizar el corte de caña de azúcar sin afectar la productividad del proceso. Los indicadores de calidad determinantes, usualmente utilizados en el corte de caña de azúcar son los siguientes:

- Trash (basura)

Se define como trash o basura a todo material extraño que acompaña a la caña madura al ingenio o fábrica para su proceso. El trash es una masa cuantificada que no produce azúcar y es un valor trasladado a cada uno de los costos del proceso.



Figura 19: Muestra de trash o basura.

- Cogollos

Es la parte terminal superior del tallo de reciente formación y su tamaño depende de la edad de la planta. Su contenido de azúcar puede ser alterado con aplicación de químicos madurantes.

- Mamones

Son tallos inmaduros con bajo contenido de azúcar, la cual depende de la edad y desarrollo del mismo. Poseen forma cónica y de color blanquecino.

- Cañas Secas

Son tallos con daño físico o sobre maduros que han perdido su jugo y con alto contenido de corcho (tejido vegetal con alto contenido de fibra).



Figura 20: Muestra obtenida de caña seca.

- Cañas Podridas

Son tallos con sobre maduración o con excesivas horas entre la quema y el corte produciendo fermentación del azúcar.

- Lajas

Son yemas desarrolladas por maduración de la variedad o por aplicación de químicos madurantes.

- Cepas

Es la parte subterránea donde se originan los tallos.

- Tierra y Piedras

En los ingenios lo clasifican como el componente mineral.

- Malezas, hojas y raíces

Es parte del componente vegetal del trash, debido en gran parte por mala técnica de corte.

- Métodos y Estrategias de Mejora

Los métodos y estrategias de mejora de la productividad en el corte de caña son varios y todos dan buenos resultados si se aplican de manera eficiente y se mantiene un control permanente.

En los últimos años se ha dado prioridad a la calidad de la caña que se envía a las fábricas, sin embargo, es importante incrementar el rendimiento en toneladas-hombre-día, para lograrlo es necesario que se trabaje en equipo, caporal y monitor, en los grupos de corte, enseñando las técnicas de corte para incrementar el rendimiento de los cortadores.

Para lograr los resultados deseados se debe aplicar el Método en el Puesto de Trabajo en las siguientes técnicas de corte:

- Corte por brazada, brazada cortada, brazada descogollada.
- Corte manejado, abrazando la caña por arriba y dejar caer los cogollos, para luego arrastrarla a la chorra, en cañales erectos y semis-postrados.
- Uso del gancho y el cabo del machete para manejar la caña cortada, en cañales postrados.

Las estrategias a poner en práctica son las siguientes:

- Corte en parejas afines, con rendimientos similares
 - Corte en parejas colocando un cortador de rendimiento promedio con otro de bajo rendimiento.
 - Corte en parejas en cañales ralos, para disminuir movimientos.
 - Colocar a los cortadores de bajo rendimiento pegado a la ronda.
 - Colocar intercalados, un cortador de bajo rendimiento y luego uno de rendimiento promedio o alto.
- Implementación de Métodos y Estrategias

La implementación de métodos y estrategias no es más que la puesta en práctica de lo planificado, para ello es importante llevar un orden o adecuar la implementación a la necesidad que se tenga.

Para otros casos el Método en el Puesto de trabajo se aplica con cuatro pasos, pero debido a que el cortador no quiere perder tiempo, se ha omitido el cuarto paso para hacerlo más efectivo.

- Paso 1. El monitor dice y hace.
- Paso 2. El cortador hace y dice.
- Paso 3. El cortador hace y el monitor supervisa.

Se debe de elegir solamente un factor de rendimiento y sobre ese factor impartir la capacitación en el Puesto de trabajo.

- Implementación de Estrategias

Para implementar las estrategias se recomienda hablarle a los cortadores, que es el propósito de colocarlos en ese orden en sus tareas o agarradas. La implementación de las estrategias no debe de ser forzado sino que de manera voluntaria, por ello es importante sensibilizarlos y explicarles la importancia de aplicar la estrategia, indicándoles que el fin que se persigue es mejorar su rendimiento.

- Procedimiento Lógico

Como en todo proceso, en la implementación de métodos y estrategias también es necesario aplicar un procedimiento lógico. En el caso de los métodos, implica una serie de pasos que conllevan a un resultado, en donde se deben tomar en cuenta los recursos, principalmente el recurso humano.

El Método de Capacitación en el Puesto de Trabajo, tiene una secuencia, la cual se describen a continuación:

- Observe cuidadosamente al cortador y detecte una falla en la técnica de corte.
- Acérquese y llámelo por su nombre, salúdelo cordialmente para romper el hielo.
- Pídale su herramienta y colóquelo en un lugar en donde lo pueda observar.
- Proceda a demostrarle corrigiendo la falla detectada.
- Devuélvale su herramienta y observe como realiza el trabajo.
- Despídase dígame que lo visitará otro día.

Para implementar las estrategias se realizan los pasos siguientes:

- Definir la estrategia a aplicar en consenso con el supervisor, mayordomo o jefe de frente u otro.
 - Sensibilizar a los cortadores que participarán.
 - Dar instrucciones de lo que se desea hacer y el tiempo que durará la prueba.
 - Llevar un registro de la información diaria que genere la prueba.
 - Obtener los resultados.
-
- Estado de las Herramientas de corte

Una de las actividades que un caporal de corte debe realizar, es revisar constantemente las herramientas utilizadas en el corte de caña para verificar el estado de las herramientas y determinar el tiempo de vida útil de las mismas.

El estado de las herramientas hace referencia a las condiciones generales del machete y la lima de afilar, un machete Australiano en buen estado es aquel que posee las características ideales para trabajar, como una hoja bien afilada, el mango bien acabado, sin aristas que dificultan su manejo, un peso adecuado y bien atornillado para que exista seguridad cuando se lanza el machetazo. La lima de afilar debe ser de preferencia triangular, de tamaño estándar y con cabo de madera o plástico.

Es necesario que la herramienta para el corte de caña se encuentren en buen estado, para realizar un buen corte de caña, así también para que exista seguridad en la operación de corte, el caporal dentro de sus actividades diarias debe de realizar una revisión de la herramienta.

Existen algunos factores que afectan las condiciones de la hoja del machete, entre ellos está la calidad de la aleación durante la fabricación, el ancho del filo de la hoja, las condiciones del suelo, la presencia de piedras, cuando se cortan cañales con muchas horas después de la quema, la variedad de la caña y la edad del cañal. Cuando la calidad de la hoja del machete es mala, el desgaste que sufre el machete es grande y

su durabilidad es de pocos días, con mayor razón si se presentan terrenos con mucha piedra y la necesidad de estar afilando el machete con más frecuencia produce un desgaste mayor.

- Limas de afilar

Las limas de afilar más utilizadas son las de tamaño estándar y de forma triangular, éstas deben poseer un mango de madera o plástico para facilitar su manejo y evitar accidentes en el momento de realizar el afilado de la hoja del machete.

Los tipos de limas más utilizados son las limas triangulares de diferentes marcas comerciales y las limas planas o limatón. Las limas triangulares son las más comunes y usadas. La lima plana o limatón aunque son más durables que la lima triangular, son menos útiles. Algunas marcas comerciales utilizadas para afilar son:

- Lima Bellota.
 - Lima Capitolio.
 - Lima Globo.
- Distribución de insumos y herramientas

La distribución de insumos y herramientas es una actividad que realiza el caporal de corte de caña, por lo que antes del primer día de zafra debe de tener registrado, en el listado de personal de su grupo, los nombres de cada cortador, de preferencia en orden alfabético o por número de código de empleado.

La distribución de insumos y herramientas a los cortadores, consiste en entregar una bolsa protectora del machete, un machete y una lima. Esta distribución se realiza antes del primer día de corte y evita pérdida de tiempo ya que el cortador puede despalmar el machete con anticipación.

– Distribuciones Periódicas

Las distribuciones periódicas de herramientas, son las que se realizan después de la distribución inicial o primera entrega. Las entregas posteriores a la distribución inicial se hacen de acuerdo a la necesidad que tenga cada cortador de cambiar la herramienta, principalmente el machete y lima, y la frecuencia con que se entreguen las herramientas dependerá del uso o el desgaste de las mismas; el desgaste de las herramientas depende de la cantidad de veces que se lime el machete y del rendimiento del cortador.

– Requisición de Herramientas

La requisición de herramientas consiste en solicitar al supervisor de corte la cantidad de machetes o de limas que se necesitan para el grupo de corte, la solicitud se debe de hacer indicando el número de machetes y adjuntando un listado de los cortadores con su número de código de empleado.

Las requisiciones de herramientas, especialmente machetes, no se pueden hacer solicitando muy pocas herramientas, por lo tanto, será necesario esperar a que se junten una buena cantidad para hacer la requisición. Para el caso de las limas, estas, se pueden solicitar con mayor frecuencia o bien solicitar una cantidad para todo el grupo y conforme se vayan necesitando se van repartiendo, en toda entrega de herramienta se debe de registrar y llevar un listado en donde los cortadores que reciben su herramienta firmen de conformidad.

• Validación de la caña

La validación de la caña cortada consiste en revisar y comparar los pesos registrados en la báscula con la información que registra el caporal diariamente de cada agarrada o tarea. La validación es muy importante, ya que permite hacer correcciones en los datos de toneladas cortadas. Es muy necesario que el caporal se quede con una copia de

cada plano de corte, para que pueda tener más elementos de comparación y que la validación sea eficiente.

Los aspectos a considerar en la validación de la caña son los siguientes:

- Variabilidad en los pesos

El peso de la caña es muy variable, existen variedades que son más pesadas que otras, influye la época de corte, ya que una cañal que se corte al inicio de la zafra va a tener mayor peso que uno que se corte a mediados de zafra o a finales especialmente si es una variedad floreadora pues presenta corcho.

El peso también se ve afectado por el tipo de suelo, en suelos con mal drenaje retrasa el crecimiento y al momento del corte hay mucha caña seca y podrida, cañales producidos en suelos arenosos con poco riego o sin riego también pueden presentar una alta cantidad de caña seca especialmente en la variedad CP 88-1165.

Los cañales postrados también tienen caña seca y caña enraizada, lo que afecta el peso de la caña y además al cortador le lleva más trabajo cortarla y enchorrarla; el trash mineral (suelo) aumenta pues las raíces llevan tierra que al final va a parar al ingenio, dificultando la extracción del jugo en los molinos y provocando desgaste en los mismos.

- Revisión de los pesos registrados en la báscula

Los pesos de báscula son los que registran la cantidad de toneladas cortadas por cada cortador durante una semana o una catorcena, dependiendo de la empresa, ya que hay algunas que efectúan el pago semanal y otras lo hacen catorcenal. En los pesos registrados de báscula aparecen los números de lotes en donde se corto, la cantidad de tareas o agarradas diarias y las toneladas cortadas por cortador en cada una de las tareas o agarradas. En una tabulación separada aparecen la misma información para el día domingo y los días de feriado oficial.

– Revisión de Registros de campo

Los registros de campo que el caporal necesita para la validación son los borradores de la distribución de los cortadores en el área de corte, la libreta de asistencia diaria del personal y las copias de los planos de corte de la semana que se valida.

Registros de corte ordinario son los que corresponden a los días comprendidos de lunes a sábado, esta información debe de separarse para chequearla o por lo menos saber donde se encuentra cuando se necesite consultarla.

Registros de corte extraordinarios corresponden a los días domingos y días de feriado oficial, la información que contienen estos registros también debe separarse para su chequeo, para saber dónde encontrarla cuando se necesite consultarla. Esto es muy importante pues el pago por domingos o días festivos es diferente al pago de la tonelada cortada en día ordinario.

Es necesario cotejar registros de pesos de báscula con registros de campo, este cotejo o comparación de registros requiere de mucho tiempo, ya que se tiene que ir chequeando en forma detallada los pesos de cada cortador del grupo, en cada una de las tareas o agarradas cortadas. Esta información se compara con el registro de tareas cortadas por cada cortador diariamente.

El cotejo de los registros de pesos ordinarios se debe hacer separado del cotejo de los registros de pesos de domingo y feriado oficial, para evitar confusiones. Cuando exista algún dato que se deba corregir, hay que avisar al planillero para que se haga de común acuerdo.

- Determinación de pérdidas por efecto de corte
 - Pérdidas por tronco alto

Actividad de consiste en calcular la cantidad de caña que se pierde en campo, por efecto de dejar el tronco alto, al momento de realizar el corte.

La determinación de las pérdidas de caña por dejar el tronco alto es de vital importancia en el proceso del corte de caña, porque en la parte basal del tallo de la caña, se encuentra la mayor concentración de sacarosa, y el dejar en el campo este producto ocasiona pérdidas para la empresa y también para el cortador aunque en mínima parte.



Figura 21: Pérdidas de caña por dejar tronco alto.

Para determinar las pérdidas es necesario realizar un muestreo pues no se puede tomar información de todo un lote ya que son grandes y conllevaría a la inversión de mucho tiempo, jornales, entre otros. Para realizarlo es necesario determinar los puntos claves donde se sacaran las muestras dentro del área predeterminada.

Para la realización de un muestreo es necesario comprender bien los siguientes conceptos básicos.

- Universo o población

Constituye la totalidad de un grupo de elementos u objetos que se quieren investigar (Analizar, estudiar entre otros).

- Muestra

Estadísticamente es la representación de un todo. Es un subconjunto de la población o parte representativa.

- Unidad de muestra

Está constituida por uno o varios de los elementos de la población y que dentro de ella se delimitan con precisión.

- Cualidades de una buena muestra

Ser representativa o reflejo general del conjunto o universo que se va a estudiar, que su tamaño sea estadísticamente proporcional al tamaño de la población y que el error muestral se mantenga dentro de los límites aceptables.

- Tamaño de la muestra

Para tener una mayor confiabilidad en los datos obtenidos se recomienda medir dos metros de chorras de caña por los surcos que tenga la agarrada, en los ingenios azucareros hay algunos que cortan con cinco surcos y otros que están cortando con seis surcos. Para los que cortan con cinco surcos se recomiendan 15 metros² (15 metros cuadrados), para los ingenios que cortan con seis surcos un área de muestreo de 18 metros cuadrados.

- Metodología de muestreo

Para realizar el muestro de tronco alto, se realizan el siguiente procedimiento:

1. Se miden dos metros lineales de chorra de caña.
2. Se deja libre el área de muestro es decir 15 o 18 metros cuadrados.
3. Se determina que troncos tiene una altura mayor de una pulgada.
4. Se cortan los troncos altos que tiene más de una pulgada a ras del suelo.
5. Los troncos que se han cortado a ras del suelo se les corta el excedente (la parte que sobra de la pulgada).
6. Parte del tronco extra de la pulgada se pesa con la romana de resorte.
7. Los datos son anotados en la boleta diseñada para la evaluación del tronco alto (ver anexo 4).
8. Se realiza el cálculo de las pérdidas de caña en base a los resultados que arrojen las tabulaciones del muestreo.
9. Determinación tonelada por hectárea de tronco alto.
10. Consiste en determinar cuántas toneladas por hectárea se están perdiendo si se está dejando el tronco alto en el momento del corte. Esto se calcula en base al peso excedente de la pulgada que se deja como margen de error en el corte (es decir lo que se le permite dejar al cortador). Todo lo que este arriba de una pulgada se tomara como pérdida.
11. Procedimiento para determinar las pérdidas por unidad de área del factor tronco alto.
12. Se realiza en base al procedimiento estequiométrico, por ser el más fácil y sencillo.

Ejemplo: Si se quiere determinar las pérdidas de toneladas por hectárea en un cañal cortado con agarradas de seis surcos, el cálculo sería de la siguiente manera:

$$\frac{\text{P. Libras}}{18 \text{ mts.}} \times \frac{1 \text{ ton}}{2000 \text{ Lbs.}} \times \frac{10,000 \text{ mts}}{1 \text{ ha}} = \text{Ton/ha}$$

Dedución de la fórmula:

P. Libras = Promedio del peso de las libras de tronco encontrado.

18 Mts²= 18 metros cuadrados que se muestrearon.

1 Ton= 1 tonelada.

2000 = Numero de libras que tiene una tonelada.

10,000 Mts = Equivalente al número de metros cuadrados por ha.

1 ha=1 hectárea de terreno.

Se utiliza el factor 7,000 si se quiere el resultado en Toneladas / Manzana.

Las fórmulas antes descritas están dadas para los ingenios que cortan con seis surcos, y para los Ingenios que cortan con cinco surcos, únicamente se cambia(o sustituye) el factor de 18 metros² por 15 metros².

En resumen, si se desea hacer el cálculo en forma breve y sencilla, en Ingenios en donde cortan cinco surcos de agarrada, se opera de la manera siguiente: el promedio del número de libras por el factor 0.23, si se quiere el cálculo de toneladas por manzana. Si se quiere el cálculo de toneladas por hectárea se opera de la manera siguiente: el promedio del número de libras por el factor 0.33

El ejemplo siguiente le servirá de mucho:

1ª. Muestra dio 4 libras.

2ª. Muestra dio 3 libras.

3ª. Muestra dio 5 libras.

4ª. Muestra dio 2 libras.

5ª. Muestra dio 1 libra

Suma total 15 libras

Σ 15 libras \div 5 (número de Muestras)= 3 libras (Promedio del total)

3 libras que es el promedio X el factor 0.23 = 0.69 toneladas / manzana.

Si se quiere hacer el mismo cálculo por el número de toneladas por hectárea se opera de la manera siguiente:

3 Libras que el promedio X el factor 0.33 = 0.99 toneladas / hectárea.

Si el Ingenio está cortando con seis surcos los factores serán los siguientes:

Para calcular el número de toneladas por manzana el factor es 0.19.

Si se quiere el número de toneladas por hectárea, es factor es 0.28.

Para determinar si en el corte de tronco alto hay pérdidas o recuperaciones será en base a lo que el Ingenio tenga permitido que quede por unidad de área, hay Ingenio que permiten que quede 0.50 toneladas / hectárea. Si eso fuera así entonces en el ejemplo anterior se determinaría de la siguiente manera:

0.99 toneladas por hectárea dejadas en campo por dejar el tronco alto.

Si el Ingenio permite una pérdida de 0.50 ton por hectárea, entonces hay una pérdida de 0.49 toneladas en cada hectárea y será necesario mejorar.

Si por el contrario al hacer el cálculo da más del parámetro que el Ingenio tiene establecido entonces, se tendrán recuperaciones en el corte por efecto del tronco alto.

Si el Ingenio quiere que a los resultados se le aplique cálculos económicos también se puede realizar, en el caso del ejemplo anterior que hay 0.49 toneladas por hectárea de pérdida no permisible, se multiplica 0.49 por el valor de una tonelada de caña; suponiendo que sea de Q 150.00 la operación será:

$0.49 * 150 = Q 73.50$ de pérdida por caña dejada en una hectárea.

De los resultados obtenidos de las muestras sea positivos o valores negativos el Monitor dará las recomendaciones correspondientes a sus cortadores a fin de estar dentro de los parámetros de pérdidas permitidas.

- Determinar las pérdidas por caña molible en basura

Consiste en determinar la cantidad de caña que es molible y se queda en la basura, es decir en los cogollos, o puntas esto ocurre cuando el cortador realiza un mal despunte.



Figura 22:Caña molible en basura.

- Punto de quiebre

Se la llama punto de quiebre al punto donde se une el último entrenudo del tallo, con el cogollo. Este será en donde se pedirá a los cortadores hagan el despunte cuando hay aplicación de madurantes, cuando no hay aplicación de madurante el punto de quiebre será el último entrenudo descubierto.

Cuando hay aplicación de madurantes es muy fácil determinarlo porque se observa la parte necrótica, (es decir, la parte que esta negra y es donde se quiebra fácilmente el tallo en su parte final), sin embargo, cuando se corta en verde o lotes sin aplicación de madurantes es un poco más difícil determinar la altura del despunte, el que se hará de acuerdo al criterio manejado por el departamento de cosecha

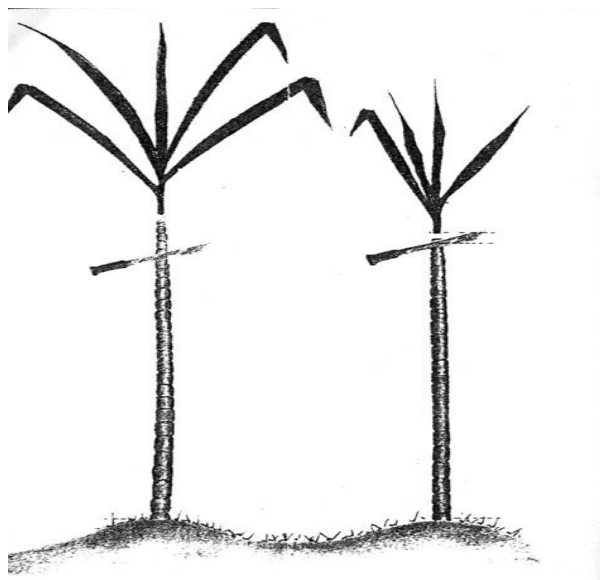


Figura 23: Ilustración del Punto de corte.

Para determinar la cantidad de toneladas que se quedan pérdidas en la basura en agarradas de cinco surcos, se muestrean cuatro metros lineales de la chorra de basura y se aplicará el siguiente procedimiento.

$$\frac{\text{P. Libras}}{4 \text{ mts lin}} \times \frac{1 \text{ ton}}{2000 \text{ Lbs.}} \times \frac{1433 \text{ mts lin}}{1 \text{ ha}} = \text{Ton/ha}$$

Nota: Si se quiere determinar las pérdidas toneladas por manzana el cálculo se hace con 1017.43 en vez de 1433 metros lineales.

En resumen si se desea hacer el cálculo en forma breve y sencilla, se opera de la manera siguiente: el promedio del número de libras por el factor 0.18, si se quiere el cálculo de toneladas por hectárea. Si se quiere el cálculo de toneladas por manzana se opera por el factor 0.13.

Si el Ingenio está cortando con seis surcos los factores serán los siguientes:

Para calcular el número de toneladas por manzana el factor es 0.11.

Si se quiere el número de toneladas por hectárea, es factor es 0.15

1.5.2 El alce de la caña cortada manualmente

El levantado de la caña cortada manualmente se le llama en el ámbito de cosecha como alce, este puede efectuarse con alzadoras o cargadoras las cuales pueden tener diferente capacidad de carga, dependiendo la serie y el motor que tengan. De esta manera los Ingenios cuentan con alzadoras JohnDeere, serie 1.800 que tiene una capacidad de levante aproximado de 13 quintales, la serie 3,000 un aproximado de 15 quintales y la serie 2254 un aproximado de 18 quintales.

Cada una tiene una capacidad para levantar por hora que van en las SP 1,800 o 1850 de 50 a 70 toneladas, la SP 3,000 desde 60 hasta un máximo de 80 toneladas por hora y la serie 2254 de 70 hasta una máximo de 100 toneladas.

Estos valores son promedios, hay que considerar que la variación se debe a diferentes condiciones propios del lote donde se está alzando ya que puede haber cierto porcentaje de pendiente o puede ser plano, puede haber piedra, los pantes pueden ser cortos (ejemplo menos de 100 metros de largo); otro factor es el tipo de enchorre realizado, el ordenamiento de la caña en las chorra, así como la habilidad del operador para alzar la caña.

Los Ingenios llevan control de las eficiencias por cada tipo de alzadora, así como de los operadores y al final de zafra premian a quienes tienen las mejores eficiencias.



Figura 24: Alzadora SP 22-54 cargando jaulas con caña de azúcar.

1.5.2.1 Maquinaria Necesaria

Cada frente está compuesto generalmente por:

- Dos alzadoras JohnDeere 2254 o tres Cameco SP 1,800.
- Cuatro o cinco tractores de intercambio o movimiento interno de 135 hpo más hp).
- 1 tractor con tanque para quemas y control de incendios.
- 1 Tractor de oruga (D6) cuando el terreno está muy aguado y se atascan las jaulas, esto pasa generalmente al inicio o fin de zafra.
- 1 tractor pequeño (puede ser de 100 hp, marca John Deere, Masey Ferguson, entre otros), para trasladar tanques de agua potable(estees opcional).

También es utilizada una moto niveladora o Patrol, para arreglar calles, entradas y salidas a los pantes, aunque esta es temporal según sea necesario.

1.5.2.2 Personal Necesario

- 1 Supervisor de alce por turno.
- Alzadoristas (depende de la cantidad de alzadoras que tenga el frente).
- Tractoristas de acuerdo a los tractores con que cuente el frente.
- Enganchadores- des enganchadores.
- Enviéros- apuntadores.
- Toma tiempo.
- Zanateros o recogedores de caña.
- Banderillistas (su función es dar vía especialmente en las entradas del asfalto).
- Mecánico (este puede depender del frente o directamente del taller).

Todos trabajan por turnos de 12 o 24 horas, según sea la disposición del Ingenio o la conveniencia por la distancia al hacer el cambio de turno. Los cambios de turno generalmente se hacen entre las cinco y seis de la mañana y a las cinco de la tarde.

En el caso del turno que entra a laborar de noche es aconsejable hacer los cambios de turno a las cinco de la tarde, para que todos puedan hacer una observación de las condiciones del terreno en donde van a trabajar y tener las precauciones del caso para evitar accidentes.

En forma general todos los Ingenios manejan el criterio de alzar la caña que está en terrenos complicados en el día y dejar para la noche lo menos complicado, para que a ese turno no le cueste mucho y de igual manera minimizar volcaduras o daños a la maquinaria y al personal.

Las alzadoras que están más expuestas a volcar son las Cameco SP 1,800 y SP 3000 debido a que son angostas y altas.

1.5.2.3 Funciones del Supervisor de Alce

Es una persona capaz de planificar, coordinar y evaluar la utilización óptima de la maquinaria y equipo, así como el desempeño laboral de los operadores, enganchadores y recogedores de caña en la operación de alce.

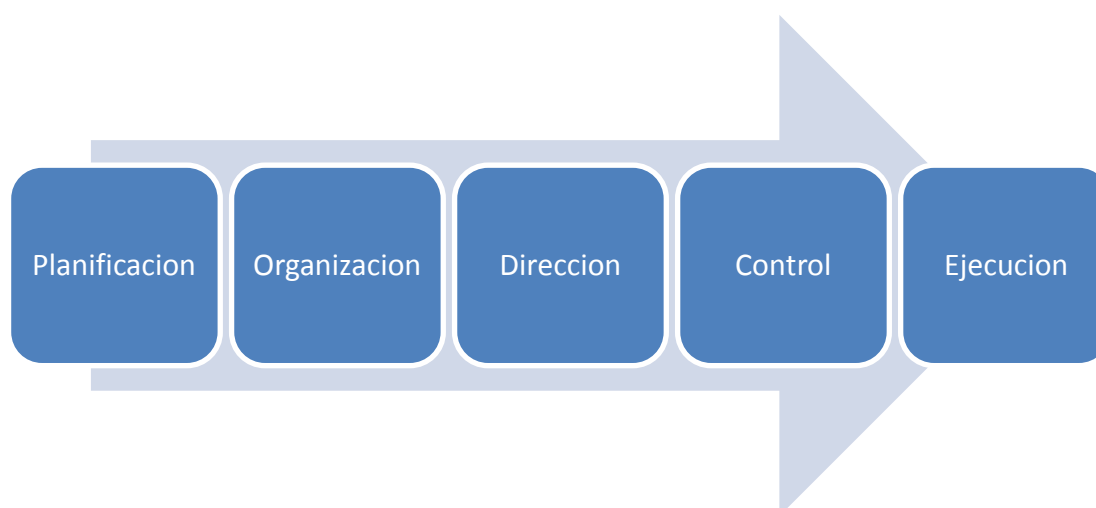


Figura 25: Funciones del Supervisor de alce.

Dentro de las principales funciones del supervisor están:

1. Tomar asistencia y reportar las faltas o cualquier inconformidad al mayordomo de cosecha o jefe de frente.
2. Tener comunicación efectiva con el personal de su grupo, así como jefes inmediatos, supervisor de corte, supervisor de transporte y otros supervisores.
3. Al recibir el turno deberá conocer el estado de la maquinaria y equipo.
4. Efectuar un recorrido por el área de trabajo y definir prioridades.
5. Velar por la utilización de rondas o calles para dar vuelta al momento del alce.
6. Llevar el control del odómetros de las alzadoras y tractores, especificar tiempos utilizados en el alce, traslados, tiempos perdidos y otros.
7. Supervisar que los operadores de alzada no sobrecarguen las jaulas y tomar acciones correctivas con los mismos.
8. Mantener la motivación de su personal.
9. Velar por el orden y la disciplina.
10. Supervisar y verificar los servicios realizados a la maquinaria
11. Coordinar anticipadamente con el mayordomo de cosecha y supervisor de transporte el movimiento de maquinaria, equipo y personal de alce, al efectuar el traslado del frente.
12. Utilizar el radio para asuntos exclusivos.

Existen actividades relevantes que se pueden desarrollar para mejorar la productividad, dentro de ellas se pueden mencionar el sistema de operación de carga y la graduación de la altura del apilador.

➤ Carga en Melgas

El supervisor debe velar porque los alzadoristas cuando efectúen la labor de carga lo hagan como se dice comúnmente en melgas. Esto significa que inicien cargando en una chorra y al llegar al final del pante para evitar pérdidas de tiempo en estar

retrocediendo tanto la alzadora como el tractor que hala la jaula y entrar a las seis chorras siguientes de manera que puedan girar e introducirse de una vez en el pante y cargar en esa chorra. Puede que en ocasiones hagan la carga en melga con menos chorras dependiendo las chorras que logre cortar el mismo grupo de corte, esto con el fin de no mezclar dos planos. Para poder entrar al pante sin dañar caña es necesario coordinar con el supervisor de corte que deje dos metros de cabecereado en las entradas, de igual manera el alizador debe rumar (empujar) la chorra de caña y agarrar una uñada, con lo que se le hace más espacio al tractor con jaula, para que entre al pante.

➤ Graduación de la altura del apilador

Es necesario estar revisando constantemente la altura del apilador con el fin de que no arranque la cepa, para ello tiene una cadena que puede graduarse. Esto además de no arrancar cepa también ayuda a no echar tierra al momento de cargar las jaulas.

Dentro de los factores de operación que ayudan a reducir la cantidad de tierra se pueden mencionar:

1. El operador no deberá arrumar dos uñadas seguidas, solo la que va colocando en la jaula.
2. Deberá soltar la caña de la uña a una altura específica, no colocarla directamente al fondo.
3. El Caterpillar no debe arrumar caña.
4. Juntar la caña zanateada únicamente en la chorra muerta (los supervisores de alce serán responsables de minimizar la cantidad de chorras muertas).
5. Al personal de recolección de caña dejada en campo se les indicará que la caña recolectada la pondrán en la chorra más cercana.
6. Además de supervisar lo anterior el supervisor deberá llevar un control en la graduación del apilador.
7. Si hubiera caña montoneada el operador no deberá arrastrarla.
8. Se deberá llevar un estricto control en la uniformidad de la uñada.

9. El cilindro del apilador deberá estar en óptimas condiciones, para que no se baje y no se entierre.
10. El operador debe de tener especial cuidado en terrenos polvillosos al momento de agarrar la uñada.
11. El supervisor no deberá permitir, que cuando se rompan los eslabones de la cadena del apilador, se solden otros eslabones arriba de los de la cadena, ya que esto no permite graduación.

El supervisor de alce debe coordinar con el supervisor de corte los siguientes aspectos:

- El cabecereado de la chorra se haga dos metros adentro del pante, a ambos lados.
- En cañales demasiados ralos, donde hay que recorrer grandes distancias para formar una uñada, o terrenos con presencia de piedra es necesario cortar con el sistema de mini-chorras o chorras discontinuas. Además hay lotes en donde es necesario encalar las piedras, para que al cargar no se vayan en la jaula y provoque problemas con las cuchillas picadoras en el malacate del Ingenio.
- El enchorre deberá ser el adecuado, con relación al alineamiento y ordenamiento de caña. No se permitirá chorras cruzadas o traslapadas.
- Los monitores deben verificar que los cortadores eliminen la caña seca.
- El departamento de cosecha implementará acciones para reducir el corte en terrenos demasiado húmedos, ya que esto aumenta la cantidad de tierra. Estos lotes se cortan cuando el verano está bien establecido y la humedad en el lote se ha reducido considerablemente.
- Los monitores no deberán permitir la presencia de cepas en la chorras.
- Vigilar que el cortador efectúe el despunte de toda la caña para reducir el trash.

➤ Metodología de llenado de jaulas

El llenado de las jaulas debe llevar una secuencia de pasos lógicos, para poder echar el mayor peso posible en cada una, debido a ello se sugiere la siguiente metodología.

- Primeramente llenar la panza si la jaula tiene esta forma.
- Cuando ya se va llenando la jaula (más de la mitad) acomodar las uñadas.
- Llenar horizontalmente hasta alcanzar las $\frac{3}{4}$ partes de altura de la jaula.
- Encopetar en forma de cola de pato en los dos extremos de la jaula.
- El amarre debería ser en el centro de la jaula para evitar que la caña se caiga.
- Al final deben colocarse cinchos para amarrar el copete y la cantidad de caña que se caiga en el camino sea mínima.

La metodología descrita anteriormente, se puede observar diagramáticamente en el anexo 1.

1.5.2.4 Seguridad Operacional

En el caso de personal de corte, los cortadores utilizan en algunos Ingenios son los protectores para tobillos, ya que usualmente el cortador tiende a lastimarse cuando el machete corta la caña y por demasiada fuerza se pasa de largo. Además se les proporciona un recipiente para agua y en el caso de los cortadores que se les proveen alimentos, se les incluye los utensilios para los alimentos (trastos). Además se les proporciona una bolsa especial, para que guarden el machete cuando no lo están utilizando.

Con respecto a los quemadores se les provee un traje especial, el que los protege del calor y las quemaduras.

El supervisor de alce y movimiento interno será el responsable de velar por que se de fiel cumplimiento de lo siguiente:

- Tendrá que determinar las condiciones favorables para el buen desempeño laboral del personal a su cargo.

- No permitirá por ningún motivo la operación de maquinaria al personal siguiente: ebrios, con enfermedades o estar bajo uso de medicamentos especiales (sinsueño y otros).
- Es necesario velar porque el personal tenga el equipo adecuado de trabajo para su protección y seguridad (chalecos, linterna, guantes, entre otros).
- No permitir por ningún motivo que el personal se duerma sobre las chorras de basura o de caña. Buscar el lugar adecuado para descansar.
- Al parar por falta de transporte o paradas programadas, todas las máquinas deberán apagarse, no utilizarlas para ir a chamorrear(comprar) u otras cosas. Este tiempo aprovecharlo en otras actividades de beneficio para el frente.
- En el turno de noche, si la máquina está apagada, no tenerla con las luces encendidas.
- Cuando el operador arranque una máquina antes de iniciar a moverla debe tocar tres veces la bocina, para alertar a las personas que puedan estar cerca de esta y evitar accidentes.
- Durante la operación no se permite personas ajenas a la misma.

Es conveniente que el personal utilice equipo de protección para reducir accidentes, se recomienda el uso del equipo de acuerdo al puesto de trabajo. El objetivo es proteger la salud y seguridad operacional de los trabajadores, reducir los accidentes. Existen normas internacionales que cumplir, como por ejemplo, OSHA (Occupational safety & Health Administration, Administración de la seguridad y salud ocupacional, del departamento de trabajo de los Estados Unidos).

Conforme avanza la zafra el cansancio va afectando al personal especialmente cuando se trabaja de noche, por eso es muy importante que quienes están en la semana de turno de noche descansen lo más posible en sus casas, porque muchos accidentes se dan debido a este factor. La utilización del chaleco con cinta reflectiva es imprescindible en la noche y puede salvarle la vida a los trabajadores, porque permite que sean vistos con mayor facilidad por los operadores de maquinaria.

En el cuadro 5 que esta a continuación se presenta un resumen del equipo de protección personal sugerido a utilizar en los frentes de cosecha de caña.

Cuadro 5: Equipo de protección para personal de cosecha.

Alzadorista	Tractorista	Enganchador	Zanatero	Apuntador	Supervisor	Banderistas
Lentes protección UV, antiempañantes	Lentes protección UV, antiempañantes	Lentes	Lentes	Lentes protección UV	Lentes protección UV	Chaleco reflectivo
Zapato alto	Zapato alto	Guantes	Guantes	Zapato alto	Zapato alto	Linterna
Gorra	Gorra	Zapato pta de acero	Zapato punta de acero	Mascarilla	Mascarilla	Gorra
Mascarilla(si no tiene cabina)	Mascarilla	Mascarilla	Mascarilla	Chaleco Reflectivo	Chaleco reflectivo	
		Chaleco reflectivo	Chaleco reflectivo	Linterna	Linterna	
		Linterna	Linterna			
		Gorgorito	Gorgorito			
			Camisa manga larga			

En el caso del mecánico, dependerá de los trabajos que tiene que desarrollar, de igual manera si hubiera soldador.

1.6 Cosecha Mecánica

Este sistema también llamado Cosecha Mecanizada, es efectuado con maquinaria, dicha máquina corta la caña, despunta, hace trozos de aproximadamente 25-30 centímetros, y carga a la vez. Puede trabajar con la caña quemada o también cortar la caña en verde. La diferencia radica en el rendimiento de toneladas cortadas por hora y la cantidad de trash (basura) que llevan al Ingenio.

En ambos casos se utilizan dos supervisores uno por cada turno de 12 o 24 horas, según sea el caso, y operadores de cosechadoras, tractoristas, envieros y enganchadores. Si el frente corta caña quemada también necesita supervisor de

quema y quemadores. A continuación se presentan ventajas y desventajas de ambos sistemas.

1.6.1 Corte Mecanizado en Verde

Este como su nombre lo indica cosecha la caña sin quemar, tiene las siguientes ventajas y desventajas:

- Reducción de costos por efecto de quema.
- Elimina molestias a las personas que viven en poblaciones cercanas.
- Menor contaminación ambiental.
- No se realiza desbasurado.
- Aporta materia orgánica al suelo.
- Reduce costos de control de malezas.
- Se conserva la humedad del suelo.
- Aprovechamiento de los residuos para la cogeneración eléctrica.
- Se envía mayor cantidad de trash al Ingenio, aumentando un aproximado de 2 a 3 % más que cuando se corta en quemado.
- El rendimiento de corte por hora es menor.
- Puede haber mayor incidencia de plagas especialmente Chinche Salivosa (*Aeneolamiasp.*).



Figura 26: Cosecha mecanizada en verde.

1.6.2 Corte mecanizado en quemado

Para realizar este tipo de cosecha se procede primeramente a quemar el lote o pante a trabajar. Presenta las siguientes ventajas y desventajas:

- Mayor eficiencia de corte en toneladas por hora.
- Reducción de los valores de trash en las jaulas que se envían al Ingenio.
- Mejor visibilidad para el operador de cosechadora al momento de efectuar el corte.
- Baja la incidencia de Chinche Salivosa (*Aeneolamiasp.*).
- Mejor manejo de labores culturales por ausencia de residuos.
- Mayor pérdida de sacarosa post-cosecha (especialmente si se retarda el ingreso de la caña al Ingenio).

La mayor cantidad de caña cosechada mecánicamente se realiza con este sistema, sin embargo, ya hay un porcentaje importante de cambio a cosecha en verde. Esto por el efecto en el ambiente, especialmente donde hay comunidades cercanas y además, porque cuando se retrasa la llegada al Ingenio, la pérdida de sacarosa es mayor debido a que los trozos de caña están más expuestos a microorganismos



Figura 27: Cosecha mecanizada en caña quemada.

1.6.3 Integración de Maquinaria para un Frente Mecanizado

Un frente de cosecha mecanizada con una cuota diaria de 1900 toneladas en verde o 2,600 toneladas en quemado, se puede indicar que debe contar con la siguiente maquinaria:

- 4 cosechadoras (puede ser Austof Case 8800 o John Deere).
- 8 tractores de 135 hp.
- 8 auto volteos.
- 1 carretón, furgón o carroza de mantenimiento.
- 1 tractor de 135 hp para quema y control de incendios.
- 1 tanque contra incendios.
- 1 tanque para agua potable.

1.6.4 Integración de Personal para un frente de cosecha mecanizada

Se describe el personal que debe tener el frente por turno asumiendo que tiene la maquinaria mencionada anteriormente.

- Jefe de Frente (Es el mismo para ambos turnos).
- 1 supervisor.
- 1 mecánico.
- 160 más zanateros.
- 1 apuntador.
- 4 operadores de cosechadora.
- 8 tractoristas para movimiento interno.
- 1 tractorista para movimiento de tanque contra incendios y agua potable.
- 6 banderas o señalistas.
- 1 caporal de quema.
- 3 quemadores.

1.6.5 Ciclo Operativo en un Frente de Mecanizado

El ciclo operativo de la cosecha mecanizada inicia con la quema del lote o pante (si es el caso que se vaya a cosecha en quemado), luego se procede al corte y alce con las máquinas, debiendo al mismo tiempo acompañarse del tractor con auto volteo que es en donde se deposita la caña cortada, debe haber buena coordinación entre el operador de cosechadora y tractor para que no caiga trozos de caña al suelo.

Al llenarse el auto volteo el tractor se traslada al punto de trasiego que generalmente es a la orilla del pante y se procede a trasegar la caña a las jaulas que transportan la caña al Ingenio. Luego el tractor con auto volteo retorna al lugar en donde está cortando la cosechadora e inicia nuevamente el ciclo. Es necesario tener dos tractores con auto volteo por cada máquina, para que la cosechadora no pare en lo que se realiza el trasiego de caña a las jaulas.

El ciclo se esquematiza de la siguiente manera:

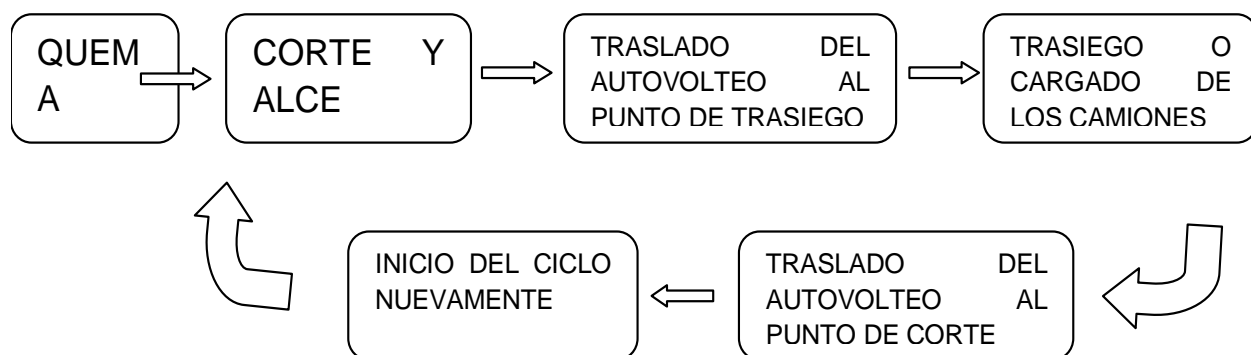


Figura 28: Diagrama del ciclo operativo de la cosecha mecanizada en caña quemada.

Cada autovolteo tiene una capacidad aproximada entre siete y ocho toneladas, por lo que para llenar una jaula con 30 toneladas se utilizan cuatro de estos. Los autovolteos

son halados por un tractor y están conectados al sistema hidráulico de este que es el que permite la operación de los cilindros de levante para vaciar la caña.

Es importante tener definido el acceso de entrada y salida de los camiones para ubicar el punto de trasiego en un lugar que no afecte el libre tránsito de las unidades que llegan vacíos y salen cargados para el Ingenio.



Figura 29:Trasiego o carga de camiones con auto volteo, Ing. Magdalena

1.6.6 Aspectos a tomar en cuenta en la revisión de fincas a cosechar con cosechadora mecánica

Es recomendable realizar una inspección de las fincas a cosechar mecánicamente y de preferencia haberlos definido con anterioridad, para tener la menor cantidad de obstáculos que permitan una buena operación de la maquinaria.

Se puede mencionar los siguientes aspectos relevantes:

- a. Inspección de lotes y pantes a cosechar.
- b. Identificación de áreas problema.

- c. Evaluación de labores agrícolas que puedan afectar la cosecha.
- d. Determinación de la logística de corte, carga y trasiego.

A continuación se describen cada uno, para el mejor entendimiento de los procesos:

- Inspección de lotes y pantes a cosechar

Es importante observar, ubicación, topografía, condición del cañal, quineles, rondas, restos de construcciones.

- Identificación de áreas problema

Hay que observar, presencia de piedras, problemas de humedad, surcos cortos y acuchillados, rondas.

- Evaluación de labores agrícolas

Ciclo de cultivo, tipo de siembra (surco doble, en banda, sencillo), aporque y desaporque, quineles de riego y otros.

- Determinación de la logística de corte

Circuitos por finca y pantes, señalar calles de llenos y vacíos, definir puntos de trasiego, habilitación de pasos o vados, instrucciones de corte si existen laderas.

1.7 Transporte de caña de azúcar

El transporte de caña de azúcar se realiza en jaulas o vagones, los cuales están contruidos de tubos y lámina sobre una plataforma. El tamaño de la jaula varia, pero en su mayoría va desde veinte hasta cuarenta pies de largo. Las jaulas se enganchan a un cabezal y se puede utilizardiferente combinación, como ejemplo el Ingenio El Pilar

utiliza la combinación de cuarenta y veinte pies de largo; a la jaula delantera se le llama motriz y a la trasera cólera.

En carretera de asfalto los cabezales (camiones) transportan dos jaulas, mientras que en carreteras de terracería (caminos internos), pueden transportar tres, cuatro, cinco y hasta seis jaulas.



Figura 30: Camiones transportadores de caña (jaulas).

Para el transporte en asfalto existe un permiso especial otorgado por el Ministerio de Comunicaciones, en el que permite transportar dos jaulas con la condicionante que el largo total de bómper delantero a bómper trasero (cabezal-jaulas), no debe sobrepasar los 29.5 metros. Deben pintarse de color amarillo y colocarle cinta reflectiva y además debe llevar la leyenda “*PRECAUCION, DOBLE REMOLQUE*”.

Los cabezales utilizados para el transporte de caña pueden variar en su capacidad de 350 a 500 hp o más, dependiendo el número de jaulas que se quieran transportar; además debe existir una buena relación (ratio) entre la velocidad de la transmisión y de la Catarinalo que define la fuerza transmitida hacia las ruedas. Los Ingenieros mecánicos han trabajado mucho esta parte pues es muy importante para poder realizar el arrastre de los equipos y todo el peso que llevan. Una jaula de 35 pies de largo puede transportar de 22 a 30 toneladas, dependiendo de la alzadora con la que

carguen, la habilidad del operador de la cargadora, la variedad de la caña, el manejo que le hayan realizado al cultivo y el control de calidad en el corte. En el caso de jaulas utilizadas para cosecha mecánica los valores pueden ser un poco más altos.

Para la coordinación del transporte los Ingenios cuentan con un departamento de Transportes, el cual es el encargado de la logística y distribución de las unidades hacia los frentes de cosecha. Algunos cuentan con cabinas y sistemas informáticos de control con lo que logran hacer más eficiente esta actividad.

Otro aspecto importante de mencionar es que la mayoría de Ingenios utilizan un patio, para colocación de jaulas llenas y vacías, al que le llaman patio de intercambio en donde enganchan y desenganchan jaulas; esto con el fin de que las unidades (cabezales) no pierdan tiempo en descargar en el malacate del Ingenio, entonces solo llegan y dejan las jaulas llenas y pegan otras vacías para iniciar nuevamente su ruta.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a lo investigado, observado y escrito por el autor en base a cerca de cinco años de experiencia de participar directa e indirectamente en el proceso de cosecha de caña de azúcar se puede llegar a las siguientes conclusiones:

1. La caña de azúcar se puede cosechar en dos sistemas. El primero es cosecha manual con alce a granel y el segundo cosecha mecánica con cortadoras-cargadoras.
2. Cada uno de estos sistemas de cosecha se puede realizar en verde y en quemado.
3. El rendimiento en quemado es mayor en ambos casos, tanto efectuado manualmente como con máquinas. En corte manual quemado una persona en Guatemala puede cortar en promedio 6.5 a 7.5 toneladas por día. En corte mecanizado en quemado una máquina puede cortar aproximadamente 650 toneladas de caña por día.
4. El corte manual en verde es más dificultoso para el cortador reduciendo su rendimiento en un cuarenta por ciento, aproximadamente corta 4.0 toneladas por día, y de igual manera el rendimiento de las máquinas cosechadoras es menor al cortar cañales en verde (450 a 500 toneladas por día).
5. El rendimiento promedio de carga de una alzadora serie SP 1800, es de 47 toneladas por hora, mientras que de una alzadora serie SP 2254 es de 70 toneladas por hora.
6. La cosecha quemada en ambos sistemas afecta el medio ambiente, principalmente a las comunidades cercanas a las quemas.
7. Los Ingenios se organizan en frentes de cosecha y asignan una cuota a cada uno de ellos, para poder cubrir la molienda que requiere el Ingenio.
8. Es importante evaluar la calidad de corte y alce, para sugerir mejoras que permitan reducir las pérdidas que se ocasionan en la operación.
9. Del total de área sembrada y cosechada de caña de azúcar en nuestro país, aproximadamente el 85 % es cortado manualmente y alzado a granel y el resto es cosechado mecánicamente.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las empresas agroindustriales, estudiantes y profesionales dedicados a esta ardua tarea de cosecha de caña de azúcar, incrementar sus esfuerzos en trabajar la parte de Salud y Seguridad Ocupacional que permita reducir los riesgos de accidentes y enfermedades durante la operación.
2. Mantener los controles de calidad en todas las labores que incluye la cosecha, tanto en el corte como en el alce de caña, esto permitirá permanecer en niveles permisibles de pérdidas durante la operación.
3. Capacitar a Monitores, caporales, supervisor y demás personal, para mantenerlos actualizados y puedan aportar ideas de cambio que permitan mejorar los procesos.
4. Evaluar maneras de cómo reducir los efectos de la contaminación ambiental, ejemplo realizar quemas en tarde-noche, esto tiene adicional una ganancia en cuanto a reducir horas quema de la caña antes de ingresar a la fábrica. En la medida de lo posible cortar en verde cañales plantía (primer corte) o primera soca que no estén postrados.
5. El trash tiene un efecto en las pérdidas de azúcar dentro del proceso industrial, por lo que es importante mantener un control del mismo especialmente el trash mineral (tierra), que además provoca desgaste dentro de los equipos en el Ingenio.
6. El tiempo transcurrido entre la quema y el ingreso de la caña a molienda al Ingenio es muy importante, porque mientras más horas pasan entre el corte y molienda el deterioro en la calidad del jugo es mayor, por lo que es importante que la caña ingrese con menos de 30 horas de quemada.
7. Desarrollar actividades de Benchmarking entre Ingenios azucareros, para tener opciones de mejora en los procesos de Cosecha de Caña de Azúcar.

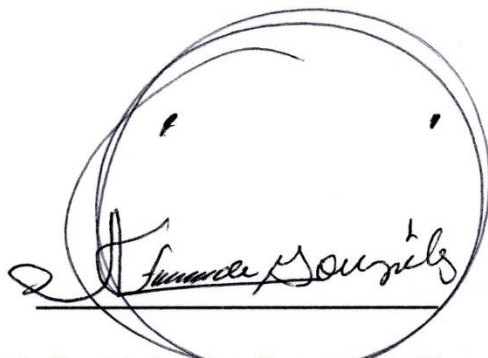
IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Arnal, J. 1976. Problemática de la quema de caña de azúcar, Seminario Cosecha mecanizada de la caña de azúcar. (En Línea). Consultado el 12/06/2013. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos65/sistemas-cosecha-azucar/sistemas-cosecha-azucar2.shtml>
2. Briceño, C. 1998. Factibilidad de usar los residuos de la cosecha de la caña de azúcar para generar Energía Eléctrica. Carta Trimestral (En Línea). Consultado el 10/04/2014. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos65/sistemas-cosecha-azucar/sistemas-cosecha-azucar2.shtml>
3. Cabeza, L. 2001. Conferencia Sistema de Organización de la Cosecha Azucarera Cubana. Universidad de Granma. (En Línea). Consultado el 02/04/2014 Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos65/sistemas-cosecha-azucar/sistemas-cosecha-azucar2.shtml>
4. Cárdenas, A. 1995. El proceso de Cosechar la Caña de Azúcar. Caracas, Ven. Edit. Impregraf.
5. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Gt). 2013. Material de Curso de Diplomado de Ingeniería cañera. Modulo de Cosecha. Guatemala, Gt.
6. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Gt). 2002. Grupos de Manejo de Suelos de la Zona Cañera de Guatemala. *In: Informe Anual 2001-2002*. Guatemala, Gt.
7. Cronquist, A. 1986. Botánica básica. Trad. por Antonio Ambrosio. México, CECSA. 655 p.
8. Crovetto, C. 1992. Rastrojos sobre el Suelo: Una Introducción a la Cero Labranza. Chile. Edit. Universitaria.
9. García, L. 1976. Evolución histórica de la cosecha mecanizada de caña de azúcar, Seminario cosecha mecanizada de caña de azúcar, Maracay Venezuela. (En Línea). Consultado el 02/04/2014. Disponible

en:<http://www.monografias.com/trabajos65/sistemas-cosecha-azucar/sistemas-cosecha-azucar2.shtml> -

10. Gómez, F. 1983. Caña de Azúcar. Caracas Ven. Edicanpa SRL.
11. González Valdes, R. 1,986. Explotación del Parque de Maquinas. La Habana, Cuba. Pueblo y Educación.
12. Gutiérrez, R. F. 1990. Explotación del parque de tractores y máquinas. La Habana, Cuba. Edit. Pueblo y Educación.
13. Hernández, Y. 1995. Efecto de la Quema de la Caña de Azúcar sobre la Incidencia de Enfermedades Respiratorias en Dos Localidades el Estado de Aragua, Ven. Caña de Azúcar. 13. (2): 85-97.
14. Humbert, R. P. 1976. El cultivo de la caña de azúcar. México, DF. Compañía Editorial Continental.
15. INTECAP (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, Gt). 2003. Manual de Caporal de corte de caña de azúcar. División Técnica Agrícola.
16. INTECAP (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, Gt). 2003. Manual del Monitor de caña de azúcar. División Técnica Agrícola.
17. Melgar, M. et al. 2012. El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala. Guatemala, Gt. CENGICANA, Artemis Edinter. 512 p.
18. Micale, A. 2001. ABC de la Caña de Azúcar. Aragua, Ven. Central El Palmar.
19. Molina, E. 1998. Estudio de Caso sobre el Manejo Convencional y Agroecológico del Cultivo de la Caña de Azúcar en el Valle del Cauca. Colombia.
20. Monterroso, S. 2007. Cosecha Mecanizada de Caña de Azúcar. Curso de capacitación. Guatemala, Gt. INTECAP. 27 diapositivas.
21. Ripoli, T. 2000. Energy Potencial of SugarCane Biomasa in Brazil. Scientia Agrícola Vol. 56, n.-4. Piracicaba, (En Línea) Br. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos65/sistemas-cosecha-azucar/sistemas-cosecha-azucar2.shtml> -

22. Torres, J. 1997. Desarrollos Tecnológicos en la Caña Verde. CENICAÑA. Carta Trimestral. Col. (3): 4-6.
23. Villegas, F. 1999. Manejo de los Residuos de la cosecha de la caña de azúcar en verde. Carta Trimestral. CENICAÑA, (En Línea) Col. Consultado el 02/04/2014. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos65/sistemas-cosecha-azucar/sistemas-cosecha-azucar2.shtml>
24. Viveros, C. 1999. Corte Manual Verde Limpio de la Caña de Azúcar. CENICAÑA. Carta Trimestral. Col. (3): 5-6.
25. Wagner, R. 2005. Historia del Azúcar en Guatemala. Guatemala, Gt. ASAZGUA. Edit. Galería Guatemala. 334 p.



Vo.Bo. Licda. Ana Teresa Cap Yes

Bibliotecaria CUNSUROC.



X. ANEXOS



Figura 31: Metodología del llenado de jaulas.



Figura 32: Visita a un frente de cosecha mecanizada en Brasil.



Figura 33: Cabezal transportando cuatro jaulas de caña en camino de terracería.



Figura 34: Equipo y personal utilizado en la quema de lotes de caña.

Mazatenango Suchitepéquez, octubre de 2014

Honorable Consejo Directivo
Centro Universitario de Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

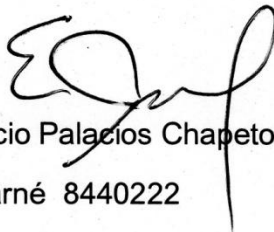
Respetables Miembros del Consejo Directivo

Atentamente me dirijo a usted deseándole éxitos en sus labores profesionales que desarrollan diariamente.

Conforme a las normas establecidas en el Centro Universitario de Suroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de la carrera de Agronomía Tropical, tengo el honor de someter a consideración el trabajo de graduación titulado: **“Experiencias Profesionales adquiridas en el proceso de Cosecha de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.), de la Región Suroccidental de Guatemala”**. Trabajo presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Agronomía Tropical en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Sin otro particular, agradeciendo la atención a la presente y en espera de una respuesta positiva, me suscribo de ustedes.

Deferentemente,



Edgar Vinicio Palacios Chapeton

Carné 8440222

Mazatenango Suchitepéquez, octubre de 2014

M.Sc. Erick Alexander España Miranda
Coordinador Carrera de Agronomía Tropical
Centro Universitario de Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

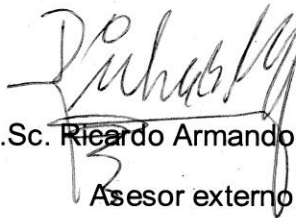
Respetable M.Sc. Erick España

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el trabajo de graduación basado en sistematización de experiencias profesionales titulado: "**Experiencias Profesionales adquiridas en el proceso de Cosecha de Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.), de la Región Suroccidental de Guatemala**". Presentado por el estudiante Edgar Vinicio Palacios Chapetón, carné No. 8440222, de la carrera de Agronomía Tropical.

Luego de la revisión del informe, considero que el mismo llena los requisitos para continuar los trámites correspondientes, por lo que firmo la presente en calidad de asesor externo del trabajo de graduación.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente.



Ing. Agr. M.Sc. Ricardo Armando Morales Ramirez
Asesor externo

Jefe del Depto Control de Calidad Campo Ingenio Magdalena

Mazatenango Suchitepéquez, octubre de 2014

M.Sc. Erick Alexander España Miranda
Coordinador Carrera de Agronomía Tropical
Centro Universitario de Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

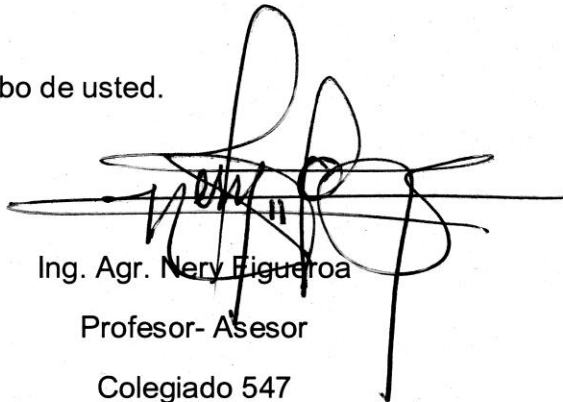
Respetable M.Sc. Erick España

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el trabajo de graduación basado en sistematización de experiencias profesionales titulado: **“Experiencias Profesionales adquiridas en el proceso de Cosecha de Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.), de la Región Suroccidental de Guatemala”**. Presentado por el estudiante Edgar Vinicio Palacios Chapetón, carné No. 8440222, de la carrera de Agronomía Tropical.

Luego de la revisión del informe, considero que el mismo llena los requisitos para continuar los trámites correspondientes, por lo que firmo la presente en calidad de asesor y revisor del trabajo de graduación.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente.



Ing. Agr. Nery Figueroa
Profesor- Asesor
Colegiado 547

Carrera de Agronomía Tropical

Mazatenango Suchitepéquez, octubre de 2014

Dra. Alba Ruth Maldonado de León
Directora Centro Universitario de Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Dra. Alba Ruth Maldonado

Por medio de la presente me permito informar que el estudiante Edgar Vinicio Palacios Chapetón, quien se identifica con carné No. 8440222, de la carrera de Agronomía Tropical ha concluido su trabajo de graduación titulado: **“Experiencias Profesionales adquiridas en el proceso de Cosecha de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.), de la Región Suroccidental de Guatemala”**. El cual fue asesorado y revisado por el profesional Ing. Agr. Nery Figueroa, catedrático de la carrera de Agronomía Tropical.

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical hago constar que el estudiante Edgar Vinicio Palacios Chapetón ha cumplido con el normativo del trabajo de graduación, razón por la cual someto a su consideración el documento para que autorice continuar el trámite correspondiente.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente.



Ing. Agr. M.Sc. Erick Alexander España Miranda
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

CUNSUROC/USAC-I-67-2014

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE, Mazatenango,
Suchitepéquez, seis de noviembre de dos mil catorce.-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE
AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:
“EXPERIENCIAS PROFESIONALES ADQUIRIDAS EN EL PROCESO DE
COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum Officinarum* L., DE LA REGIÓN
SUR OCCIDENTAL DE GUATEMALA”, del estudiante: **T.P.A. Edgar Vinicio
Palacios Chapetón**, carné **8440222** de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

DRA. ALBA RUTH MALDONADO DE LEÓN
DIRECTORA

