

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA COSECHA MECANIZADA EN EL CULTIVO DE
CAÑA DE AZÚCAR; INGENIO SAN DIEGO-TRINIDAD, SANTA ROSA

SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

ELDER OSWALDO CARRILLO FLORIÁN

CARNET 20978-08

ESCUINTLA, OCTUBRE DE 2014

SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA COSECHA MECANIZADA EN EL CULTIVO DE
CAÑA DE AZÚCAR; INGENIO SAN DIEGO-TRINIDAD, SANTA ROSA

SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
ELDER OSWALDO CARRILLO FLORIÁN

PREVIO A CONFERIRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADEMICO DE LICENCIADO

ESCUINTLA, OCTUBRE DE 2014

SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S.J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S.J.

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S.J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS

VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÈS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. LEONEL ARMANDO LUCERO ALVARADO

TERNA QUE PRACTICÒ LA EVALUACIÓN

MGTR. DANILO ERNESTO DARDÒN ÀVILA

MGTR. RICARDO ARMANDO MORALES RAMÌREZ

ING. JUAN CARLOS BARRUNDIA REYES

Escuintla, Septiembre de 2014

Señores

Miembros del Consejo

Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas

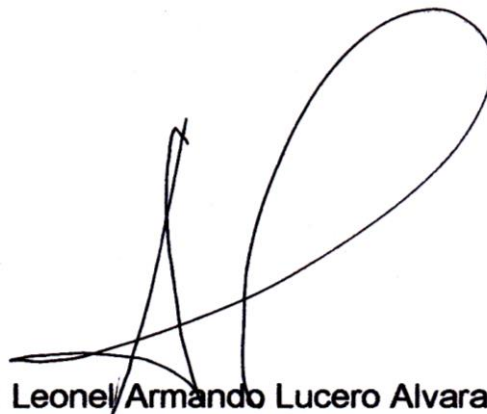
Universidad Rafael Landívar

Presente

Honorables miembros del consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Elder Oswaldo Carrillo Florián, carné 20978-08, Titulado **“DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA COSECHA MECANIZADA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR; INGENIO SAN DIEGO-TRINIDAD, SANTA ROSA”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Leonel Armando Lucero Alvarado

Colegiado No. 4,779

Asesor

CODIGO URL 19016



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06215-2014

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante ELDER OSWALDO CARRILLO FLORIÁN, Carnet 20978-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 0677-2014 de fecha 6 de septiembre de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA COSECHA MECANIZADA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR; INGENIO SAN DIEGO-TRINIDAD, SANTA ROSA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 16 días del mes de octubre del año 2014.



ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Ingenio San Diego- Trinidad, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de realizar mi trabajo de Práctica Profesional.

Mi asesor Ing. Agr. Leonel Armando Lucero Alvarado, por su apoyo en la revisión y corrección del presente documento.

Ing. Agr. Antonio Roldan, Ing. Agr. Noé Santos (Q.E.P.D), P.A. Andy Santos, Ing. Agr. Lester Castillo por su apoyo en la realización de mi práctica profesional.

A todo personal de Finca El Porvenir por recibirme de una manera afectuosa y sobre todo por brindarme su amistad.

DEDICATORIA

A

Dios: Ser supremo que en todo momento me guio por el camino del bien y sobre todo me dio la sabiduría para culminar mi carrera.

Mis padres: Oswaldo Carrillo y Flor de María Florián de Carrillo por su amor, su comprensión y el apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida, este triunfo va dedicado a ustedes.

Mis hermanas: Karen, Rocío y Estephany que junto a mis padres son los seres más importantes en mi vida.

Mis sobrinos: Con mucho cariño.

Universidad Rafael Landívar: Institución que me formó y me convirtió en el profesional que ahora soy.

Departamento de Asistencia

Económica y Financiera (DAEF/URL): Por la beca brindada a lo largo de toda mi carrera, la cual fue de gran importancia para la culminación de esta.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
2.1. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1.1. Generalidades de la caña de azúcar en Guatemala.....	2
2.1.2. Origen de la caña de azúcar.....	2
2.1.3. Clasificación taxonómica de la caña de azúcar.....	3
2.1.4. Morfología de la caña de azúcar.....	5
2.1.5. Requerimientos edáficos de la caña de azúcar.....	5
2.1.6. Requerimientos climáticos de la caña de azúcar.....	6
2.1.7. Requerimientos nutricionales de la caña de azúcar.....	7
2.1.8. Cosecha de la caña de azúcar.....	7
2.1.9. Periodos de cosecha de la caña de azúcar.....	7
2.1.10. Sistemas de cosecha de la caña de azúcar.....	8
2.1.11. Planificación de la cosecha de la caña de azúcar.....	11
2.2. LOCALIZACIÓN.....	13
2.3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA/ORGANIZACIÓN..	13
III. JUSTIFICACIÓN.....	17
IV. OBJETIVOS.....	18
4.1. GENERAL.....	18
4.2. ESPECÍFICOS.....	18

	Página
V. PLAN DE TRABAJO.....	19
5.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO ESPECÍFICA.....	19
5.2. PROGRAMA DESARROLLADO.....	19
5.3. MÉTODO.....	21
VI. RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN.....	22
VII. LECCIONES APRENDIDAS.....	29
VIII. CONCLUSIONES.....	30
IX. RECOMENDACIONES.....	31
X. BIBLIOGRAFÍA.....	32
XI. ANEXOS.....	34

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Principales componentes del tallo de caña de azúcar.....	4
Cuadro 2. Extracción de N,P, K,Ca y Mg por cada tonelada de caña comercial (kg/t caña en cuatro variedades de caña de azúcar.....	7
Cuadro 3. Principales causas para utilizar el sistema de cosecha mecanizada.....	22
Cuadro 4. Ventajas y desventajas de utilizar el sistema cosecha mecanizada.....	23
Cuadro 5. Eficiencia promedio de un frente manual y un frente mecanizado con cuotas definidas.....	25
Cuadro 6. Cuadro 7. Cuadro comparativo de la eficiencia/ día de un frente manual vs un frente mecanizado.....	26
Cuadro 7. Costos /tonelada de la cosecha manual y mecanizada en caña de azúcar.	27
Cuadro 8. Diferencia de costos de dos frentes de cosecha en caña de azúcar.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Organigrama del ingenio San Diego-Trinidad.....	16
Figura 2. Comparación de la eficiencia obtenida en un día de un frente manual utilizando 171 cortadores vs un frente mecanizado utilizando 2 cosechadoras.....	27
Figura 3. Costos /tonelada de la cosecha manual y mecanizada en caña de azúcar.....	28
Figura 4. Cosechadora de caña de azúcar.....	34
Figura 5. Cosecha manual en quemado.....	35
Figura 6. Cosecha mecanizada en verde.....	35
Figura 7. Cosecha mecanizada en quemado.....	35
Figura 8. Quema de caña.....	35
Figura 9. Alce de caña.....	36
Figura 10. Transporte de caña.....	36
Figura 11. Alce de caña en corte mecanizado.....	36
Figura 12. Corte de caña en áreas con árboles y quineles.....	36
Figura 13. Caña dejada por corte mecanizado 2.5 t/ha en promedio.....	37
Figura 14. Muestreos post-cosecha en cosecha mecanizada.....	37
Figura. 15. Muestreos post-cosecha en cosecha mecanizada.....	37
Figura 16. Ficha para muestreos post-cosecha en cosecha mecanizada.....	38
Figura 17. Mapa para muestreos post-cosecha en cosecha mecanizada.....	39
Figura 18. Comportamiento de las pérdidas de caña en las fincas muestreadas en cosecha mecanizada.....	40
Figura.19.Resultados finales de muestreos post-cosecha en cosecha mecanizada.....	40

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA COSECHA MECANIZADA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR; INGENIO SAN DIEGO-TRINIDAD, SANTA ROSA

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo principal apoyar las actividades de cosecha mecanizada en el Ingenio San Diego-Trinidad. Así mismo, se planteó conocer las ventajas y desventajas del sistema de cosecha mecanizada nivel de eficiencia obtenido y costos de la utilización de este sistema. La metodología utilizada fue la realización de entrevistas, mediciones de eficiencia y comparaciones en trabajos realizados. Los resultados obtenidos indican que el sistema de cosecha mecanizada es una buena alternativa para cosechar la caña de azúcar, pero se tienen efectos en contra como el alto porcentaje de arranque de cepas el cual se estima en 35% y los altos niveles de pérdida de caña en toneladas/ha, los cuales deben ser estudiados antes de usar este sistema de cosecha. Dentro de las ventajas que se obtuvieron en la cosecha mecanizada están: bajo costo en tonelada cosechada, mayor facilidad para cosechar en verde y mayor rendimiento en el corte de toneladas/día. Las desventajas obtenidas con la utilización de la cosecha mecanizada son: arranque de cepas en alto porcentaje, requiere mayor supervisión para garantizar la calidad del corte de la caña, no apta para áreas con pendientes y requiere personal capacitado para la operación de la maquinaria. Al analizar los costos que se obtuvieron, se concluyó que económicamente este tipo de cosecha es rentable.

**PRELIMINARY DIAGNOSIS OF MECHANIZED HARVEST IN SUGAR CANE, SAN
DIEGO-TRINIDAD MILL,
SANTA ROSA**

SUMMARY

The main objective of this study was to support the mechanized harvest activities in the San Diego-Trinidad sugar mill. It was also considered a moment to identify the advantages and disadvantages of the mechanized harvest system, efficiency level obtained, and costs from using this system. The methodology used consisted of interviews, efficiency measurement, and comparisons in works that were carried out. The results obtained indicate that the mechanized harvest system is a good alternative to harvest sugar cane, but there are negative effects like the high percentage of strain uprooting, which is estimated at 35% and the high levels of sugar cane loss in tons/ha, which should be studied before using the harvest system. Among the advantages obtained from the mechanized harvest are the following: low cost in harvested ton, greater ease in harvesting in fresh, and higher yield in the harvest of tons/day. The disadvantages obtained with the use of mechanized harvest are: high percentage of strain uprooting, it required greater supervision to guarantee the quality of cane harvest, it is not suitable for sloping areas, and it requires trained personnel to operate the machinery. When analyzing the costs, it was concluded that economically this type of harvest is profitable.

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala la caña de azúcar es uno de los cultivos de mayor importancia económica, principalmente por la cantidad de empleos y divisas que genera al país año con año, lo que lo hace ser parte de los cultivos tradicionales de mayor exportación hacia los distintos mercados del mundo.

La caña de azúcar es el cultivo de mayor importancia en la producción de este edulcorante en el mundo. El área total en producción es de 19.24 millones de hectáreas, distribuidas en Asia 42.5%, América 47.7% y en África y Oceanía cultivan 7.4% y 2.4%, respectivamente. El promedio mundial de producción es de 65.2 t/ha (Díaz y Portocarrero, 2002).

La importancia agronómica del cultivo se refleja en su presencia a nivel mundial, actualmente en Guatemala es uno de los rubros agroindustriales más importantes después del café, esto se ve reflejado en la generación de empleos, tanto directos como indirectos en nuestro país.

La cosecha en este cultivo es una de las actividades más relevantes, debido a que es la última actividad agronómica durante el proceso productivo. En Guatemala la cosecha de la caña de azúcar representa cerca del 33% de los costos de producción, por lo que cualquier variación en esta actividad afectará significativamente la rentabilidad del cultivo (CENGICAÑA, 2012).

En este documento se da a conocer el diagnóstico realizado en el proceso de cosecha en el cultivo de caña de azúcar, en el Ingenio San Diego-Trinidad, durante los seis meses que duró la práctica profesional.

II. ANTECEDENTES

2.1 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1 Generalidades de la caña de azúcar en Guatemala

En Guatemala el cultivo de la caña de azúcar es uno de los más antiguos. Los primeros intentos se produjeron apenas concluida la parte armada de la conquista, y ya en 1536 Amatitlán se había convertido en la principal área de producción del dulce, que también se sembraba en Jilotepeque, Escuintla, Guazacapán y la Verapaz. Aunque al principio la producción azucarera estuvo en manos de laicos, hacia fines del siglo XVI estaba prácticamente controlada por la iglesia, en particular por jesuitas, mercedarios, dominicos y agustinos, quienes manejaban los ingenios de más alta producción, como el de San Jerónimo, cuyas ruinas es posible visitar en la actualidad (Directorio Electrónico de Guatemala, 2013).

Actualmente la agroindustria azucarera se ha convertido en una de las principales fuentes de divisas para el país y generadora de abundantes empleos en la economía guatemalteca. Sus 12 ingenios y las cinco organizaciones que la integran contribuyen a generar alrededor de 350,000 empleos directos e indirectos en época de zafra, lo que ayuda decisivamente al desarrollo de medio centenar de municipios del país y de más de un millón de personas, con lo que se constituye en un factor determinante para el progreso de Guatemala (ASAZGUA, 2013).

2.1.2 Origen de la caña de azúcar

La caña de azúcar es nativa de las regiones subtropicales y tropicales del sudeste asiático. Alejandro Magno la llevó de la India hacia Persia, mientras los árabes la introdujeron en Siria, Palestina, Arabia y Egipto, de donde se extendió por todo el continente africano y a la Europa meridional. A finales del siglo XV Cristóbal Colón la llevó a las islas del Caribe, de allí fue llevada a toda América tropical y subtropical (Díaz y Portocarrero, 2002).

2.1.3 Clasificación taxonómica de la caña de azúcar (Díaz y Portocarrero, 2002)

Reino: Vegetal
División: Magnoliophyta
Clase: Angiospermae
Sub-clase: Monocotyledoneae
Súper Orden: Commelinidae
Orden: Commelinales
Familia: Poaceae
Género: *Saccharum*
Especie: *officinarum* L.

2.1.4 Morfología de la caña de azúcar

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

La caña de azúcar forma parte de la familia de las poáceas, del género *Saccharum*, donde tiene 6 especies, de las cuales 4 son domesticadas y 2 silvestres. Las domesticadas corresponden a *S. edule*, *S. barberi*, *S. sinensi* y *S. officinarum*; las silvestres *S. spontanaum* y *S. robustum*. La especie *S. officinarum* es la que se siembra comercialmente y se deduce que fue domesticada a partir de la *S. robustum*. La caña es considerada un cultivo plurianual (la plantación dura aproximadamente 5 años), cosechado en un promedio de 12 meses (Quiej, 2013).

- **La raíz**

Es de tipo fibroso, conocida en la industria azucarera latinoamericana como cepa, se extiende hasta 80 cm de profundidad cuando los suelos son profundos, el 80% de la misma se encuentra regularmente en los primeros 35 cm del suelo. La raíz es una parte esencial de la planta, ya que permite la absorción de nutrimentos y agua, además del anclaje de la planta, especialmente necesario en plantaciones cosechadas mecánicamente, ya que la cosechadora remueve las raíces cuando éstas son muy superficiales y cuando están asociadas con suelo arenoso (Díaz y Portocarrero, 2002).

- **El tallo**

La parte esencial para la producción de azúcar la constituye el tallo, dividido en nudos y entrenudos, el largo de los entrenudos puede variar según las variedades y desarrollo de la planta, está compuesto por una parte sólida llamada fibra y una parte líquida, el jugo, que contiene agua y sacarosa. En ambas partes también se encuentran otras sustancias en cantidades muy pequeñas. La proporción de cada componente varía de acuerdo con la variedad de la caña, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abonos, lluvias, riegos, etc. (Díaz y Portocarrero, 2002). En el cuadro 1 se muestran los principales componentes de un tallo de caña de azúcar.

Cuadro 1. Principales componentes del tallo de caña de azúcar.

Componente	Porcentaje en el tallo
Agua	73-75 %
Sacarosa	8-15%
Fibra	11-16%

(Díaz y Portocarrero, 2002).

- **La hoja**

Es en forma de vaina, su función principal es proteger a la yema, nace en los entrenudos del tallo. A medida que la caña se desarrolla, las hojas bajas se vuelven senescentes, se caen y son reemplazadas por las que aparecen en los nudos superiores. También nacen en los nudos las yemas que bajo ciertas condiciones especiales pueden dar lugar al nacimiento de una nueva planta (Díaz y Portocarrero, 2002).

- **La inflorescencia**

La inflorescencia es una panícula de forma y tamaño variables, características de cada cultivar o variedad, las flores son hermafroditas completas. La manipulación sexual o por semillas se utiliza solamente en programas de mejoramiento, para la obtención de híbridos más productivos, resistentes a ciertas plagas y enfermedades o adaptables a una región específica (Díaz y Portocarrero, 2002).

2.1.5 Requerimientos edáficos de la caña de azúcar

Este cultivo se desempeña bien en suelos sueltos, profundos y fértiles. Si se cuenta con riego se alcanzan mejores rendimientos que en suelos sin regar. Puede producirse también en suelos marginales como los arenosos y suelos arcillosos con un buen drenaje. No se recomienda para suelos franco-limosos y limosos. Se adapta bien a los suelos con pH que va desde 4 a 8.3, pero generalmente prefiere suelos neutros o ligeramente alcalinos, con pH de 6.8 a 7.0 (Chávez, 2002; Quiej, 2013).

2.1.6 Requerimientos climáticos de la caña de azúcar

Las condiciones climáticas son de gran importancia para que la caña realice correctamente sus procesos o fases (germinación, crecimiento y maduración), los principales factores climáticos que influyen son: Temperatura, precipitación, radiación solar y viento (Quiej, 2013).

La caña se cultiva bien en altitudes que van desde los 0 a 1500 msnm, conforme es más elevado el nivel de altitud, mas se alarga el tiempo de cosecha, por ejemplo a nivel del mar el periodo de cosecha es de 12 a 14 meses y en altitudes mayores a los 1100 msnm el tiempo de cosecha puede ser de 15 meses o más. Los mejores rendimientos se obtienen en zonas donde la temperatura máxima es de 30 °C, la mínima de 18 °C y una media de 24 °C (Quiej, 2013).

El viento según su velocidad daña el follaje, aumenta la evapotranspiración, reduce el crecimiento, causa la ruptura de los tallos e inclusive arranca las macollas. Velocidades arriba de 40 kilómetros por hora reducen significativamente el rendimiento de la caña (Quiej, 2013).

2.1.7 Requerimientos nutricionales de la caña de azúcar

Las plantas de caña de azúcar requieren para su crecimiento y desarrollo 16 elementos denominados esenciales, estos nutrientes son carbono (C), hidrogeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), cinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl). Adicionalmente debe incluirse el silicio (Si), aunque no se le considera esencial es importante y es un elemento benéfico en la nutrición del cultivo de caña de azúcar (CENGICAÑA, 2012).

El requerimiento de nutrimentos de la caña de azúcar varía según la variedad, el suelo, condiciones climáticas y manejo del cultivo. En el cuadro 2 se presenta la extracción de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) por cuatro variedades de caña de azúcar en la zona central de la región cañera de Guatemala (CENGICAÑA, 2012).

Cuadro 2. Extracción de N, P, K, Ca y Mg por cada tonelada de caña comercial (kg / t caña) en cuatro variedades de caña de azúcar.

Nutriente	Variedad			
	CP72-2086	PGM89-968	SP79-2233	CG96-59
Nitrógeno (N)	1.0	0.92	0.88	1.19
Fósforo (P)	0.40	0.45	0.45	0.48
Potasio (K)	2.65	2.81	3.1	2.87
Calcio (Ca)	0.60	0.51	0.64	0.65
Magnesio (Mg)	0.27	0.19	0.33	0.21

(CENGICAÑA, 2012).

2.1.8 Cosecha de la caña de azúcar (zafra)

En Guatemala la cosecha de la caña de azúcar representa cerca del 33% de los costos del cultivo, en la zafra 2010-2011 en la costa sur de Guatemala se cosecharon 231,000 hectáreas de caña de azúcar, donde se produjeron 19,219,635 toneladas. Actualmente operan 12 ingenios azucareros que administran el 83% de las tierras cultivadas, con una capacidad de molienda de 135,000 toneladas de caña por día (CENGICAÑA, 2012).

2.1.9 Periodos de cosecha de la caña de azúcar

La caña de azúcar en Guatemala se cosecha en la época seca (verano), en los meses de noviembre a abril, en algunos casos esta se extiende hasta mediados de mayo, debido a los volúmenes de producción. La cosecha o zafra está dividida en tercios, debido a las diferencias en productividad de azúcar en el transcurso de la zafra. El primer tercio comprende los dos primeros meses (noviembre y diciembre), el segundo tercio es en enero y febrero y el último tercio comprende los meses de marzo y abril y ocasionalmente puede llegar a mediados de mayo (CENGICAÑA, 2012).

2.1.10 Sistemas de cosecha de la caña de azúcar

El sistema de cosecha de caña de azúcar en Guatemala se transformó a partir de 1981 cuando se introdujo el sistema de corte de caña con machete australiano y el alza mecánico en sustitución del sistema maletado (cortar la caña, trocearla, cargarla, acomodarla y amarrarla) que tenía entre 1 a 1.5 toneladas de caña/ hombre día “tchd”. Con el nuevo sistema se simplificó la labor del cortador a cortar, acomodar la chorra y despuntar, la labor de carga y acomodamiento de la caña fue realizada con la alzadora mecánica. Con la utilización de este sistema ya en la zafra 1981/1982 la eficiencia del cortador fue de 2.4 tchd, en la zafra 1983/1984 de 4.2 y en la zafra 1989/1990 de 5.35 tchd. Los beneficios de este nuevo sistema fueron proveer a las fábricas con suficiente materia prima (caña de azúcar) durante las 24 horas e incrementar el ingreso de los cortadores (CENGICAÑA, 2012).

- **Cosecha manual**

En este sistema de cosecha, como se mencionó anteriormente, se realiza con machete australiano y cortadores, los cuales provienen de dos grupos; el primer grupo no locales que provienen de los departamentos de Quiché, Baja Verapaz y Chiquimula, estos son atendidos en complejos habitacionales donde los ingenios les proporcionan hospedaje, alimentación y otros servicios. El segundo grupo son los voluntarios locales, que provienen de las poblaciones cercanas a los ingenios (CENGICAÑA, 2012).

La cosecha manual utiliza dos modalidades que son cosecha manual en quemado y cosecha manual en verde (CENGICAÑA, 2012).

- ✓ **Cosecha manual en quemado**

En este tipo de cosecha se quema la plantación, con la finalidad de evitar heridas a los cortadores con la hoja de la caña, además, daños por mordeduras de serpientes. Otro fin es la sanidad de la plantación, la quema elimina nidos de ratas y otros roedores, asimismo mata a las propias plagas del suelo (Díaz y Portocarrero, 2002).

✓ **Cosecha manual en verde**

Este tipo dificulta más el manejo y reduce el rendimiento en cosecha de los cortadores, es la que usan los productores y empresas que no cuentan con una cosechadora. En la actualidad en Guatemala este tipo de cosecha ya no se usa, principalmente por los inconvenientes que genera a los cortadores de caña (Díaz y Portocarrero, 2002).

• **Labores en la cosecha manual**

Para la cosecha se sigue una serie de labores y secuencias dentro de las que destacan:

✓ **Quema**

Esta se aplica principalmente cuando se cosecha la caña en quemado, esta la puede realizar el propietario de la parcela o una persona autorizada utilizando un lanzallamas, para tener un mejor resultado se quema generalmente a partir del mediodía (Dolores y Aldana, 2011).

✓ **Corte**

Se lleva a cabo en forma manual y con machete; es necesario realizar el corte al ras del suelo para evitar condiciones favorables para las plagas. El descogolle lo definen los análisis de maduración del tercio superior, si la calidad no es favorable la altura del corte será de mayor de 3 entrenudos por debajo del punto de quiebre natural (Dolores y Aldana, 2011).

✓ **Alce**

Una vez iniciado el corte los encargados del servicio de transporte empiezan a borrar calles y acequias convirtiéndolos en caminos que servirán para el acarreo de la caña. El arrume y carga propiamente dicho se realiza con un cargador frontal, con una cuadrilla de cuatro personas para realizar la recogida de la caña caída que será lanzada a los tendales subsiguientes para que no sean pisoteados por la cargadora (Dolores y Aldana, 2011).

✓ **Transporte**

Es de conocimiento que en el proceso de cosecha se generan tantas o más pérdidas de las que normalmente se tienen en la fábrica, ocasionados principalmente por los tiempos de permanencia y los porcentajes de materia extraña con que llegan al ingenio. Las unidades de transporte pueden ser camiones de remolques o semirremolque dependiendo del relieve y la accesibilidad del campo a cosechar (Dolores y Aldana, 2011).

• **Cosecha mecanizada**

Este tipo de cosecha (figura 4) es usada por los ingenios como apoyo cuando hay falta de cortadores para el corte manual, el porcentaje de cosecha mecanizada por ingenio varia de 5 a 33 por ciento, este tipo de cosecha puede hacerse en caña verde como en caña quemada (CENGICAÑA, 2012).

La cosecha mecanizada puede realizarse en caña en verde o en caña quemada. La cosecha mecanizada en verde es una práctica muy bien aceptada por los ecologistas, ya que no necesita quemar la plantación, al contrario de la cosecha mecanizada en quemado que como su nombre lo indica hay que quemar la caña para luego cosecharla (Díaz y Portocarrero, 2002).

- **Equipo utilizado en la cosecha mecanizada**

Los equipos utilizados en la cosecha mecanizada son los siguientes.

- ✓ **Cosechadora**

Normalmente se utilizan tres por frente, las marcas más usadas son John Deere 3510 y 3520 y Case Austoft 7700.

- ✓ **Equipos de apoyo**

Se tienen preferentemente en el campo para hacer mantenimiento y llevar información y reportes de los frentes. Los componentes del equipo de apoyo son: Tanque de agua para lavado de la máquina, equipo de soldadura autógena, vagón de repuestos y oficina para reportes, tanque de combustible y aceites (Galvis, 2010).

2.1.11 Planificación de la cosecha de la caña de azúcar

La planificación de la cosecha debe enfocarse a recuperar la máxima cantidad de azúcar del campo a la báscula, y que la caña que se pone en la báscula sea de una calidad adecuada para facilitar la extracción de la mayor cantidad de azúcar en la fábrica. En general la planificación de la cosecha en los ingenios considera los siguientes pasos (CENGICAÑA, 2012):

- Determinar el periodo óptimo de la cosecha, que está definido por la edad, maduración de la variedad, ubicación y tipo de suelo.
- Programar la aplicación de madurantes, que define la semana de cosecha de los lotes aplicados, tratando que la cosecha se realice entre 7 y 8 semanas después de haber aplicado el madurante.
- Calcular la cantidad de caña para molienda diaria, lo cual se hace con base en la capacidad de molienda diaria del ingenio.

- Tiempo de entrega de la caña entre la quema y el ingenio, este busca entregar la mayor cantidad de caña antes de 24 horas para que en la fábrica se disponga de caña fresca.
- Calidad de caña, se evalúa en función del porcentaje y tipo de trash, tiempo de entrega entre quema y molienda.
- Concentración de azúcar en pre-corte, el cual se determina en función del programa de muestreos pre-cosecha que realizan los ingenios.

2.2 LOCALIZACIÓN

La práctica profesional se realizó en el Ingenio San Diego-Trinidad, en la finca El Porvenir, ubicada en el kilómetro 154, aldea Placetas, del municipio de Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa. Esta finca se ubica a una altura de 10 msnm, latitud 13.8886 y longitud -90.2558, tiene una temperatura media de 23.6 °C y una precipitación de 900 a 1500 mm anuales (Directorio Cartográfico de España, 2013).

Según la clasificación de zonas de vida de Guatemala, esta área pertenece al Bosque Seco Subtropical, en esta zona las condiciones climáticas se caracterizan por días claros y soleados durante la época seca, la época lluviosa corresponde especialmente a los meses de junio a octubre, época en la cual están las precipitaciones más importantes en esta área (MAGA, 1982).

CENGICAÑA (2002), en sus estudios indica que en el área predominan suelos Mollisoles, los cuales presentan horizontes ABC y AC, y un horizonte superficial de espesor variable y de color oscuro, con contenidos medios de materia orgánica. Estos son suelos de textura franca y franco arenoso, con subsuelo frecuentemente arenoso.

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA/ ORGANIZACIÓN

Ingenio San Diego fue fundado en el año de 1890 por una empresa alemana, se encuentra a 8 kilómetros de la cabecera departamental de Escuintla, en este lugar funcionaba la fábrica hasta el año 2010, año en que se fusionó con el ingenio Trinidad y formaron la corporación San Diego- Trinidad. Actualmente la fábrica y las oficinas administrativas se encuentran ubicadas en el Ingenio Trinidad, ubicado en la finca Belem, kilómetro 70.5, municipio de Masagua, Escuintla (Iquic, 2004).

Esta es una empresa que se dedica a la producción de azúcar para el mercado nacional e internacional, así como subproductos del azúcar como: Melaza, etanol,

vinaza, bagazo etc. (Iquic, 2004). La empresa está organizada en varios departamentos dentro de los que destacan:

Gerencia General: Es la encargada de organizar, dirigir, coordinar y verificar todas las actividades de trabajo dentro de la empresa, funcionando como enlace para dar seguimientos a las políticas y sistemas determinados por la junta directiva (Iquic, 2004).

Departamento Administrativo: Mantiene control en la administración de los ingresos y gastos en los que incurra la empresa, a través de las normas contables ya establecida en estados financieros (Iquic, 2004).

Departamento de Recursos Humanos: Es el responsable de los procedimientos de reclutamiento, selección, contratación, la inducción, capacitación y desarrollo del personal. También velar por el cumplimiento del pago de salarios y prestaciones al personal (Iquic, 2004).

Departamento de Fábrica: Es responsable de la extracción y recuperación del azúcar de la caña en forma eficiente, optimizando los recursos humanos y materiales (Iquic, 2004). Este departamento cuenta con seis secciones de trabajo las cuales son:

- Patio de caña
- Molinos
- Calderas
- Fabricación
- Generación
- Laboratorio

Área de Campo: Esta se encuentra dividida en varios departamentos que en conjunto se encargan de entregar a la fábrica la caña para la elaboración de azúcar. Se divide en los siguientes departamentos:

- Cosecha
- Agronomía
- Ingeniería agrícola
- Transporte
- Administración

Cosecha: Se encarga básicamente de programar y ejecutar todas las actividades de corte, alce y transporte de caña de azúcar (CAT). El corte es en forma manual, y mecánico. El alce es mecánico, utilizando maquinaria que fue diseñada para este propósito, y consiste en recoger la caña que se cortó y ponerla en las jaulas que sirven para llevarla al ingenio (Iquic, 2004).

Agronomía: Se encarga de todas las actividades agrícolas que incluyen el uso de equipo y métodos tecnológicos adecuados para la producción de la caña de azúcar (Iquic, 2004). Este departamento se divide en varias secciones, siendo éstas:

- Plagas y enfermedades
- Control de malezas
- Madurantes
- Fertilización
- Investigación

Ingeniería Agrícola: Este es un departamento que sirve de apoyo a las secciones del departamento de agronomía, se enfoca principalmente en el manejo del suelo y el agua (Iquic, 2004). Se divide de la siguiente manera:

- Riegos y drenajes
- Mecanización agrícola
- Topografía

Transporte: Organiza y distribuye los cabezales que se utilizan para el acarreo de la caña de azúcar. Asigna a cada frente de cosecha la cantidad necesaria de camiones, según la distancia de la finca o las dificultades de acceso que tenga. También se encarga del traslado de toda la maquinaria y equipo que se utiliza en las diferentes fincas. Contribuye también en la contratación y distribución de los buses que se utilizan para el transporte de todo el personal que trabaja para la empresa (Iquic, 2004).

Administración: Se encarga de llevar todos los registros contables y de producción de los diferentes departamentos y secciones del área de campo. Proporciona también la información procesada que ayuda a evaluar todas las actividades que se involucran en el cultivo de la caña de azúcar para mantener un control adecuado de costo (Iquic, 2004). El organigrama de la empresa se muestra en la figura 1.

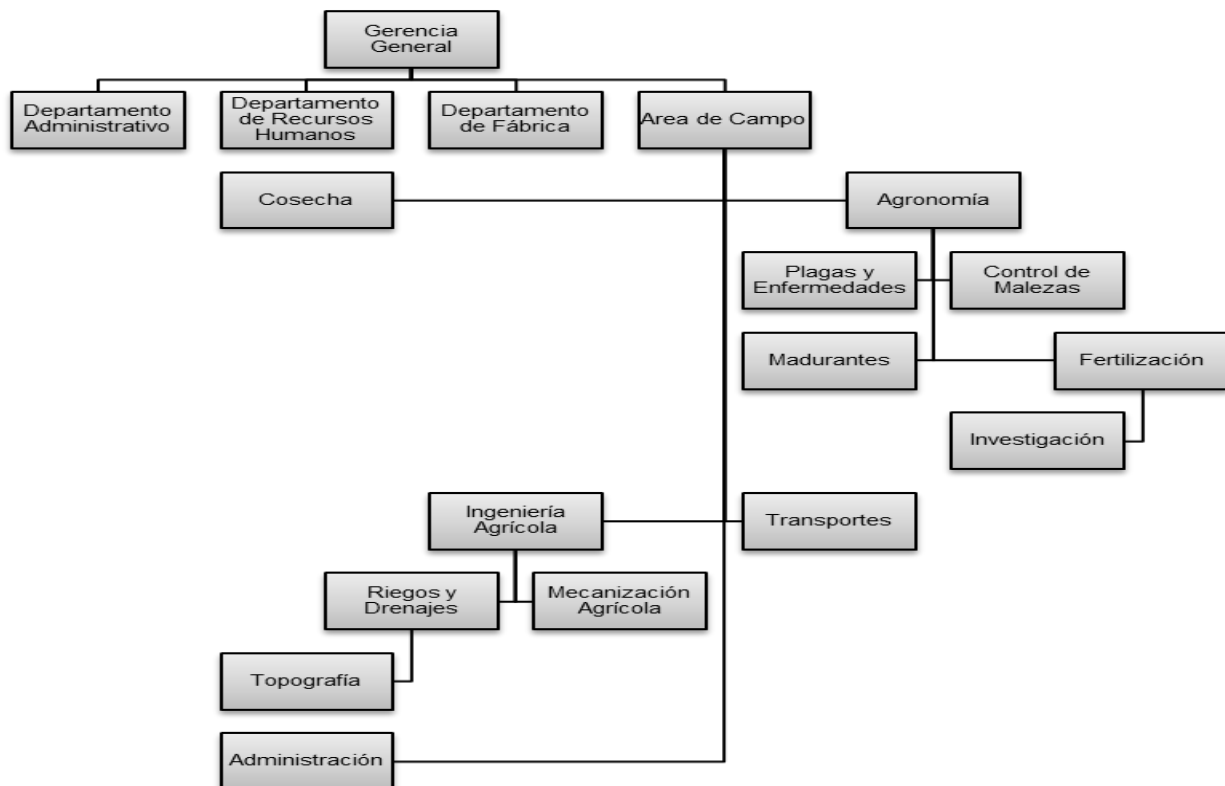


Figura 1. Organigrama del Ingenio San Diego-Trinidad (Iquic, 2004).

III. JUSTIFICACIÓN

La cosecha en la caña de azúcar es un proceso complejo que involucra la participación activa de la población guatemalteca interesada en brindar apoyo con su trabajo; en este caso la corporación San Diego- Trinidad ha manifestado la necesidad de contar con material humano joven, capacitado y capaz de realizar las actividades que sean necesarias y que ayuden a que el proceso de cosecha de la caña de azúcar se lleve a cabo de la forma más eficiente posible.

Al apoyar a esta empresa con un diagnóstico sobre cosecha se definió poner en práctica lo aprendido en los salones de clase, al mismo tiempo se adquirieron conocimientos relacionados a lo que es la cosecha en la caña de azúcar, lo que es fundamental para reforzar y desarrollar más el conocimiento en el área agrícola.

Así mismo la empresa se benefició, ya que contó con el apoyo técnico de un practicante, tanto en el proceso de cosecha, como en otras actividades precosecha del cultivo que implicaron la participación de personal con conocimientos en las ciencias agrícolas.

Las actividades que se desarrollaron dentro de la empresa se enfocaron en corte, alce y transporte de la caña de azúcar, se hizo énfasis en el control y el monitoreo de la calidad de la caña cosechada, se verificó lo que es el nivel de eficiencia y el costo que implica usar el sistema de cosecha mecanizada que es el sistema con el que se trabajó en la empresa.

Al desarrollar este diagnóstico se determinó la factibilidad de la cosecha mecanizada en cuanto a la calidad del corte de la caña, eficiencia y costos.

IV.OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Apoyar las actividades que implica el proceso de cosecha mecanizada de la caña de azúcar en el Ingenio San Diego- Trinidad.

4.2 ESPECÍFICOS

- Determinar las causas por las que se está utilizando el sistema de cosecha mecanizada.
- Identificar las ventajas y desventajas que implica la utilización del sistema de cosecha mecanizada.
- Determinar el nivel de eficiencia que se obtiene al hacer uso del sistema de cosecha mecanizada en comparación al sistema de cosecha manual.
- Cuantificar el costo que implica hacer uso del sistema de cosecha mecanizada.

V. PLAN DE TRABAJO

5.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO ESPECÍFICA

La práctica profesional se enfocó en las actividades realizadas en el Departamento de cosecha. El Departamento de cosecha es el encargado de programar y ejecutar todas las actividades de corte, alce y transporte de la caña de azúcar. El objetivo de este departamento es llevar caña de excelente calidad a la fábrica, para luego extraer el jugo y posteriormente elaborar el azúcar.

5.2 PROGRAMA DESARROLLADO (ACTIVIDADES)

Actividades precosecha

Se realizaron actividades de quema de lotes a cosechar, despeje de calles, las cuales tienen la finalidad de enderezar y acomodar la caña para evitar que sea dañada por los vehículos que circulan por estas calles; y la aplicación de madurantes que se realizó vía aérea con el uso de un helicóptero. Estas fueron desarrolladas en la primera y segunda quincena del mes de noviembre del año 2013.

Supervisión de la calidad del corte de la caña de azúcar

Se realizaron supervisiones para verificar la calidad del corte de caña, en esto se verificó que el corte no fuera muy alto y dejara tocones altos, de igual manera se observó que en los lotes cosechados no quedara caña botada, esto realizó de la primera quincena del mes de diciembre del año 2013 a la segunda quincena del mes de abril del año 2014.

Muestreos post-cosecha

Los muestreos se realizaron para medir el nivel pérdida de caña que quedaba tirada en los lotes cosechados, se realizaron a cada uno de los lotes que se cosecharon y se llevaron a cabo de la primera quincena del mes de enero 2014 a la segunda quincena del mes de abril de 2014.

Elaboración de informes

Se elaboraron los respectivos informes de los muestreos realizados y se muestran en la figura 20 y 21, se realizaron de la primera quincena de enero 2014 a la segunda quincena de abril 2014.

Medición de la eficiencia de las cosechadoras

Se midió el nivel de eficiencia que obtenían las dos cosechadoras con las que se trabajaron en el frente de corte, se midió en toneladas/día y toneladas/hora, se realizó en la segunda quincena del mes de diciembre de 2013.

Recopilación de información

Se buscó información en el campo y en trabajos realizados, para conocer las principales ventajas y desventajas que se tienen en el sistema de cosecha mecanizada, así como el nivel de eficiencia, causas de la utilización de este sistema de cosecha y costos del sistema de cosecha mecanizada, se realizó de la primera quincena de febrero 2014 a la segunda quincena de abril de 2014.

5.3 MÉTODO

El método utilizado para obtener los resultados de este estudio es el que se muestra a continuación.

Participación en campo

Se realizaron entrevistas a los caporales y mayordomos de campo para conocer las causas del por qué utilizar la cosecha mecanizada en el Ingenio San Diego-Trinidad, estos datos se muestran en la página 23.

Mediciones de eficiencia

Con la ayuda de un cronometro se midió durante una hora la eficiencia que obtienen las dos cosechadora del frente de cosecha, durante dos semanas se realizaron tres lecturas por cosechadora y al final se obtuvo un promedio de 64 toneladas/hora.

Comparaciones de lo encontrado en campo con estudios realizados

Se compararon las ventajas y desventajas que se obtuvieron en el campo con las que se encontraron en estudios realizados como tesis, revistas y artículos, se observó la similitud que había en ambos y se plasmaron en este documento las ventajas y desventajas que se consideraron tienen mayor relevancia dentro de la cosecha mecanizada.

Comunicaciones personales

Se entrevistó al jefe de frente y al supervisor de la cosecha mecanizada para conocer el costo que se obtiene por tonelada cosechada.

VI.RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN

De acuerdo con el trabajo realizado en la práctica profesional en los 6 meses que esta duró se presentan a continuación los resultados obtenidos.

6.1 Causas por las que se utilizó el sistema de cosecha mecanizada

La metodología utilizada para identificar estas causas se basó en entrevistas a caporales y mayordomos de la zona, en base a estas se determinaron 3 causas principales por las que el ingenio San Diego- Trinidad decidió utilizar el sistema de cosecha mecanizada en la finca El Porvenir, estas causas se muestran en el Cuadro 3. Con esto se dedujo que las causas que se presentan son las de mayor importancia y las que indujeron a utilizar el sistema de cosecha mecanizada.

Cuadro 3. Principales causas para utilizar el sistema de cosecha mecanizada.

Causas que obligaron a utilizar el sistema de cosecha mecanizada en el Ingenio San Diego-Trinidad, finca El Porvenir

No.	CAUSA
1	Falta de módulos habitacionales para los cortadores de caña, debido a que es una zona pequeña y no cuenta con el presupuesto suficiente para la implementación de módulos habitacionales, es por ello que se implementó un frente mecanizado alquilado y/o tercerizado
2	Costos/ tonelada de la cosecha mecanizada es más bajo comparado a la cosecha manual.
3	El corte es más rápido comparado con el sistema de cosecha manual debido a que en un día se cosecha mayor cantidad de toneladas

6.2 Ventajas y desventajas de la utilización del sistema de cosecha mecanizada

A través de una entrevista realizada a los mayordomos de campo y al jefe de zona se logró recopilar e identificar ventajas y desventajas que se obtienen al utilizar la cosecha mecanizada estas se compararon con las encontradas en documentos como tesis, revistas y artículos informativos, al hacer esta comparación se analizaron y seleccionaron las ventajas y desventajas de mayor impacto y son las que se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Ventajas y desventajas de utilizar el sistema de cosecha mecanizada.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="227 735 795 945">1. Menor costo comparado al sistema de cosecha manual (2.4 dólares/tonelada menos que la cosecha manual), ver cuadro 8<li data-bbox="227 1071 795 1323">2. Mayor facilidad para corte en verde en las variedades de caña de azúcar cosechadas en el Ingenio San Diego-Trinidad (CP- 722086, CP- 881165, CP-731547, CG-9810)<li data-bbox="227 1365 795 1843">3. Mayor rendimiento en el corte de toneladas/día comparado al corte manual(459 toneladas más que el corte manual), esta diferencia se obtuvo restando las toneladas cosechadas en un día por un frente manual y un mecanizado, ver cuadro 6	<ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="860 735 1429 945">1. Arranque de cepas (35%) según los muestreos realizados por el departamento de Auditoria Técnica Agrícola San Diego S.A<li data-bbox="860 987 1429 1365">2. Requiere mayor supervisión y caracterización para garantizar la calidad del corte de la caña y reducir el trash (material extraño como piedras, tierra), también requiere macro y micro nivelación de lotes (Díaz y Portocarrero, 2002)<li data-bbox="860 1407 1429 1843">3. Altos niveles de pérdida de caña en toneladas/ha (2.5 toneladas/ha), mientras que lo permitido es 1.75 toneladas/ha, según muestreos de calidad del corte mecanizado Ingenio San Diego S.A

<p>4. El tiempo de permanencia de la caña cosechada en el campo es menor a 12 horas, comparado al sistema manual en el cual la caña permanece en el campo hasta más de 12 horas(Galvis,2010)</p>	<p>4. Requiere uso de personal para el corte en áreas con árboles y quineles (figura 14)</p> <p>5. No apta para áreas con pendiente y piedras, pendiente no mayor a 2%(Galvis, 2010)</p> <p>6. Requiere personal capacitado para la operación de la maquinaria</p>
--	--

6.3 Nivel de eficiencia obtenido en un frente de cosecha mecanizada comparado con un frente de cosecha manual

Eficiencia Promedio frente mecanizado y frente manual

Para determinar el nivel de eficiencia en un frente de cosecha mecanizado se tomó como base una cuota de 1,536 toneladas/día utilizando 2 cosechadoras, mientras que la eficiencia de un frente de cosecha manual se determinó tomando como base una cuota de 1,077 toneladas/ día utilizando 171 hombres, estos datos se muestran en el cuadro 5. La eficiencia de estos dos frentes se calculó en base a la siguiente formula:

EFICIENCIA FRENTE MANUAL = Cuota-día-frente/ No. cortadores

EFICIENCIA FRENTE MECANIZADO = Cuota-día-frente/ No. cosechadoras

Cuadro 5. Eficiencia promedio de un frente manual y un frente mecanizado con cuotas definidas.

Sistema de Cosecha	No. Cortadores y/o Cosechadoras	Cuota/Día	Eficiencia promedio frente	Expresión	Medición
MANUAL	171	1,077	6.3	Toneladas de caña/hombre/día	Cuota-día-frente/No. cortadores
MECANIZADA	2	1,536	768	Toneladas de caña/cosechadora/día	Cuota-día-frente/No. cosechadoras

Eficiencia/hora frente mecanizado

Para determinar la eficiencia/hora que se obtiene en un frente mecanizado se midieron dos cosechadoras durante una hora tomando tres lecturas a cada una, estas fueron la cosechadora Ep 730 Y Ep 731 obteniendo una eficiencia promedio de 64 toneladas/hora.

Eficiencia/ Día frente mecanizado y frente manual

Para determinar la eficiencia que se obtiene en un día en un frente mecanizado se tomó las 2 cosechadoras utilizadas en el frente de cosecha y la eficiencia/ hora (64 toneladas/hora), en el frente manual se tomaron 171 cortadores y la eficiencia promedio obtenida en este frente (6.3 toneladas), se tomaron como horas trabajadas 12 horas. Estos datos se muestran en el cuadro 6.

La eficiencia/ día se calculó con la siguiente formula:

EFICIENCIA / DIA FRENTE MANUAL = No. cortadores x Eficiencia promedio frente

EFICIENCIA / DIA FRENTE MECANIZADO = Eficiencia/hora x Horas trabajadas x No. cosechadoras

Para hacer una comparación en cuanto al nivel de eficiencia / día obtenido entre estos dos frentes de cosecha se muestra una gráfica de barras, la cual indica que si existe una diferencia significativa entre los dos frentes de cosecha, esta grafica se muestra en la figura 2.

Cuadro 6. Cuadro comparativo de la eficiencia/ día de un frente manual vs un frente mecanizado.

SISTEMA DE COSECHA	No. cortadores y/o Cosechadoras	Horas trabajadas	Eficiencia/ día
MANUAL	171	12	1,077 toneladas/día
MECANIZADA	2	12	1,536 toneladas/ día

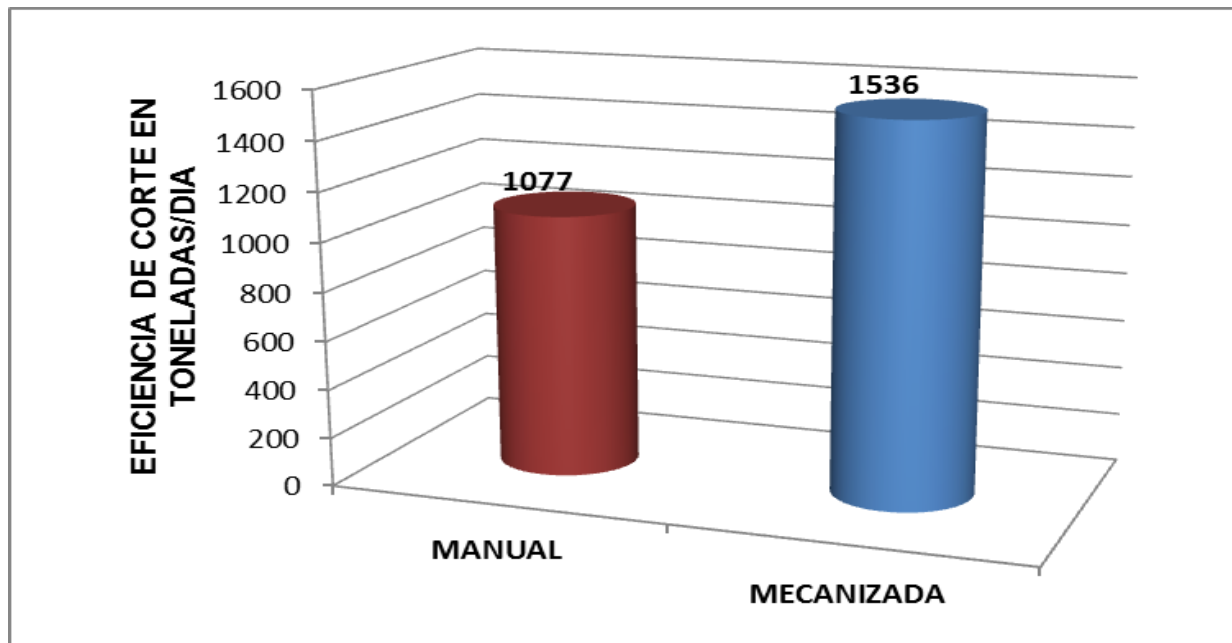


Figura 2. Comparación de la eficiencia obtenida en un día de un frente manual utilizando 171 cortadores vs un frente mecanizado utilizando 2 cosechadoras.

6.4 Costo de utilizar el sistema de cosecha mecanizada

Para cuantificar el costo que implica usar el sistema de cosecha mecanizada se realizó una serie de análisis para determinar que el costo de utilizar el sistema de cosecha mecanizada es más bajo comparado al sistema de cosecha manual, este costo es expresado en dólares/tonelada y se muestra en el cuadro 7, este cuadro muestra el costo que se obtiene en los rubros de corte, alce y transporte de caña de los sistemas de cosecha manual y mecanizada, es importante mencionar que en la cosecha mecanizada el costo de alce va incluido en el costo de corte. La figura 3 muestra la diferencia que hay en costos en los sistemas de cosecha manual y mecanizada.

Cuadro 7. Costos /tonelada de la cosecha manual y mecanizada en caña de azúcar.

COSTO POR TONELADA COSECHADA EN DOLARES		
RUBRO	COSECHA MECANIZADA	COSECHA MANUAL
Corte de caña	\$4.5	\$2.5
Alce de caña	\$ 0	\$4.4
Transporte de caña	\$10.6	\$10.6
COSTO TOTAL	\$15.1	\$17.5

Los costos de corte, alce y transporte fueron obtenidos a través de una entrevista realizada al jefe de frente y al supervisor de cosecha mecanizada.

El costo total (cuadro 7) y la diferencia de costos (cuadro 8) se obtuvo con la siguiente fórmula:

COSTO TOTAL = Corte + Alce + Transporte.

DIFERENCIA DE COSTOS = Costo total cosecha manual – Costo total cosecha mecanizada.

Cuadro 8. Diferencia de costos de dos frentes de cosecha en caña de azúcar.

DIFERENCIA DE COSTOS	
COSTO TOTAL COSECHA MANUAL	\$ 17.5
COSTO TOTAL COSECHA MECANIZADA	\$ 15.1
DIFERENCIA COSTOS	\$ 2.4

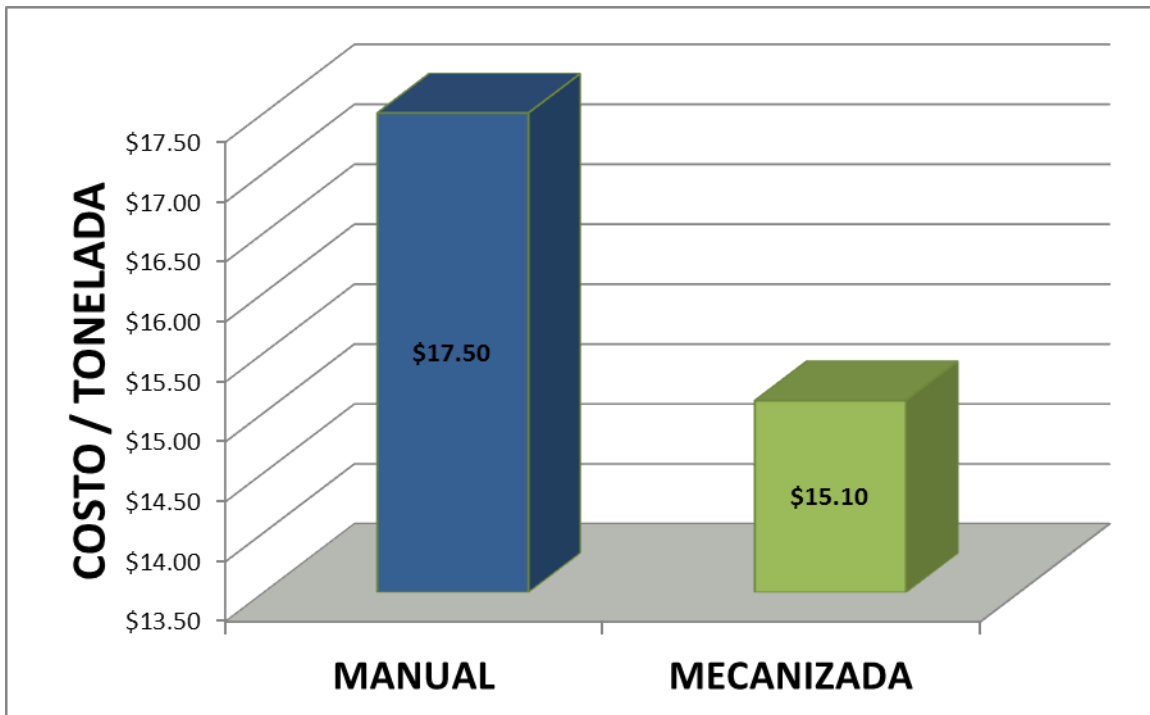


Figura 3. Costos/tonelada de dos sistemas de cosecha en caña de azúcar.

VII. LECCIONES APRENDIDAS

Al realizar el diagnóstico en el proceso de cosecha de la caña de azúcar se pudo determinar las razones o causas por las que se usó el sistema de cosecha mecanizada, con esto se logró identificar que la cosecha mecanizada es una alternativa a usar en la industria azucarera cuando se tienen condiciones que no permiten y hacen difícil usar el sistema de cosecha manual.

Al apoyar la cosecha de la caña de azúcar se pudo conocer a fondo todas las actividades que lleva la cosecha desde su corte hasta la puesta en el transporte que la lleva a la fábrica, esta fue una actividad de gran importancia en la formación profesional ya que se tuvo la oportunidad de estar presente y observar directamente uno de los procesos más importantes del cultivo de la caña de azúcar como lo es la cosecha.

El hecho de realizar la Práctica Profesional en el ingenio San Diego-Trinidad representó una oportunidad muy importante tanto en lo personal como en lo profesional ya que se logró identificar las principales ventajas y desventajas de la cosecha mecanizada, medir el nivel de eficiencia y conocer los costos de este sistema de cosecha.

VIII. CONCLUSIONES

1. Con el diagnóstico realizado se identificaron 3 causas que indujeron a utilizar la cosecha mecanizada, estas son la falta de módulos habitacionales para los cortadores de caña, menor costo/tonelada cosechada y mayor eficiencia en el corte de toneladas/día.
2. Las ventajas que se obtienen en la cosecha mecanizada indican que es una buena opción a utilizar en la temporada de zafra dentro del Ingenio San Diego y en la agroindustria azucarera guatemalteca, dado a que este tipo de cosecha presenta ventajas que en la cosecha manual no se obtienen como el bajo costo en tonelada cosechada, y la mayor facilidad para corte en verde.
3. Las desventajas obtenidas al utilizar la cosecha mecanizada reflejan que debe haber mayor supervisión al momento del corte, para así evitar que se produzcan los efectos negativos que se dan con la utilización este tipo de cosecha como el arranque de cepas y el alto nivel de pérdida de caña en toneladas/ha.
4. El nivel de eficiencia que se obtiene en el sistema de cosecha mecanizada con un frente de 2 cosechadoras (64 toneladas/hora y 1,536 toneladas/día) lo hace convertirse en un sistema de cosecha excelente y una buena alternativa para cosechar la caña de azúcar, principalmente porque en este sistema se obtienen niveles de eficiencia altos y que superan grandemente al sistema de cosecha manual, por lo tanto se considera que el sistema de cosecha mecanizada es más eficiente que el sistema de cosecha manual.
5. El costo obtenido en la cosecha mecanizada (\$15.1/tonelada) refleja que al utilizar este tipo de cosecha se obtiene una reducción en costos, por lo que económicamente la cosecha mecanizada es más rentable que la cosecha manual que tiene un costo/tonelada de \$17.5 incluyendo corte, alce y transporte.

IX.RECOMENDACIONES

Se recomienda emplear una cuadrilla de 4 personas para la recolección de la caña dejada en los lotes por la mala operación de la cosechadora y el autovolteo (alce), ya que esto evitará que hayan niveles altos de pérdida de caña (2.5 t/ha).

Es recomendable para cada temporada de zafra la finca le dé seguimiento a los muestreos de pérdida de caña, ya que de esta manera se tendrá un registro y al mismo tiempo se llevará un mayor control de las pérdidas de caña que se van teniendo en cada uno de los lotes de las fincas cosechadas.

Se recomienda mejorar los lotes a cosechar a través de micro nivelación ya que de esta manera se tendrán lotes más nivelados y se obtendrán menos pérdidas de caña la cual es dejada por el excesivo movimiento que tiene el autovolteo al momento del transporte de la caña hacia las jaulas.

X. BIBLIOGRAFÍA

ASAZGUA. (2013). La industria azucarera en Guatemala (en línea). Guatemala, Guatemala. Consultado el 12 de septiembre de 2013. Disponible en <http://www.azucar.com.gt/historia.html>.

CENGICAÑA. (2002). Grupos de manejo de suelos de la zona cañera de Guatemala. Informe anual 2001-2002. Guatemala, Guatemala. P. 37-39.

CENGICAÑA. (2012). El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Primera edición. Guatemala, Guatemala. 512 p.

Chávez, M. (2002). Nutrición y Fertilización de la caña de azúcar en Costa Rica (en línea). San José, Costa Rica. Consultado el 22 de agosto de 2013. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr/tecnologia/cana/NUTRI%20Y%20FERT.html>.

Díaz, L.; Portocarrero, E. (2002). Manual de producción de caña de azúcar. Trabajo de graduación Ing. Agr. Tegucigalpa, Honduras. Zamorano. 131 p.

Directorio Cartográfico de España. (2013). Mapa de Placetas, Chiquimulilla (en línea). Guatemala, Guatemala, Consultado el 24 de agosto de 2013. Disponible en <http://mapasamerica.dices.net/guatemala/mapa.php?nombre=Placetas&id=871>.

Directorio Electrónico de Guatemala. (2013). El azúcar en Guatemala, su producción y exportación (en línea). Guatemala, Guatemala. Consultado el 22 de agosto de 2013. Disponible en <http://www.deguate.com.gt/artman/publish/produccion-guatemala/El-azucar-en-guatemala-su-produccion-y-exportacion.shtml#.UhU5bG9XzIU>.

Dolores, H; Aldana, A. (2011). Manejo Integrado de la Caña de Azúcar (en línea). Guía técnica. Lima, Perú. Consultado el 18 de septiembre de 2013. Disponible en http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/Cania/MANEJO_INTEGRADO_DEL_CULTIVO_DE_CANA_DE_AZUCAR.pdf.

Galvis, D. (2010). Los sistemas de corte mecanizado en caña de azúcar (en línea). Revista técnica. Bogotá, Colombia. Consultado el 12 de septiembre de 2013. Disponible en http://www.tecniana.org/pdf/2010/tec_no26_2010_p23-26.pdf.

Iquic, M. (2004). Programa de elaboración de los manuales de reclutamiento, selección e inducción del Ingenio San Diego del departamento de Escuintla. EPS Lic. En Psicología. Guatemala, Guatemala. USAC. 62 p.

MAGA. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Guatemala. 42 p.

Quijé, O. (2013). Manejo del coyolillo (*Cyperus rotundus* L., Cyperaceae), con cinco mezclas de herbicidas comerciales, en el cultivo caña de azúcar (*Saccharum* spp., Poaceae), en la Gomera Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala. URL. 69 p.

XI.ANEXOS

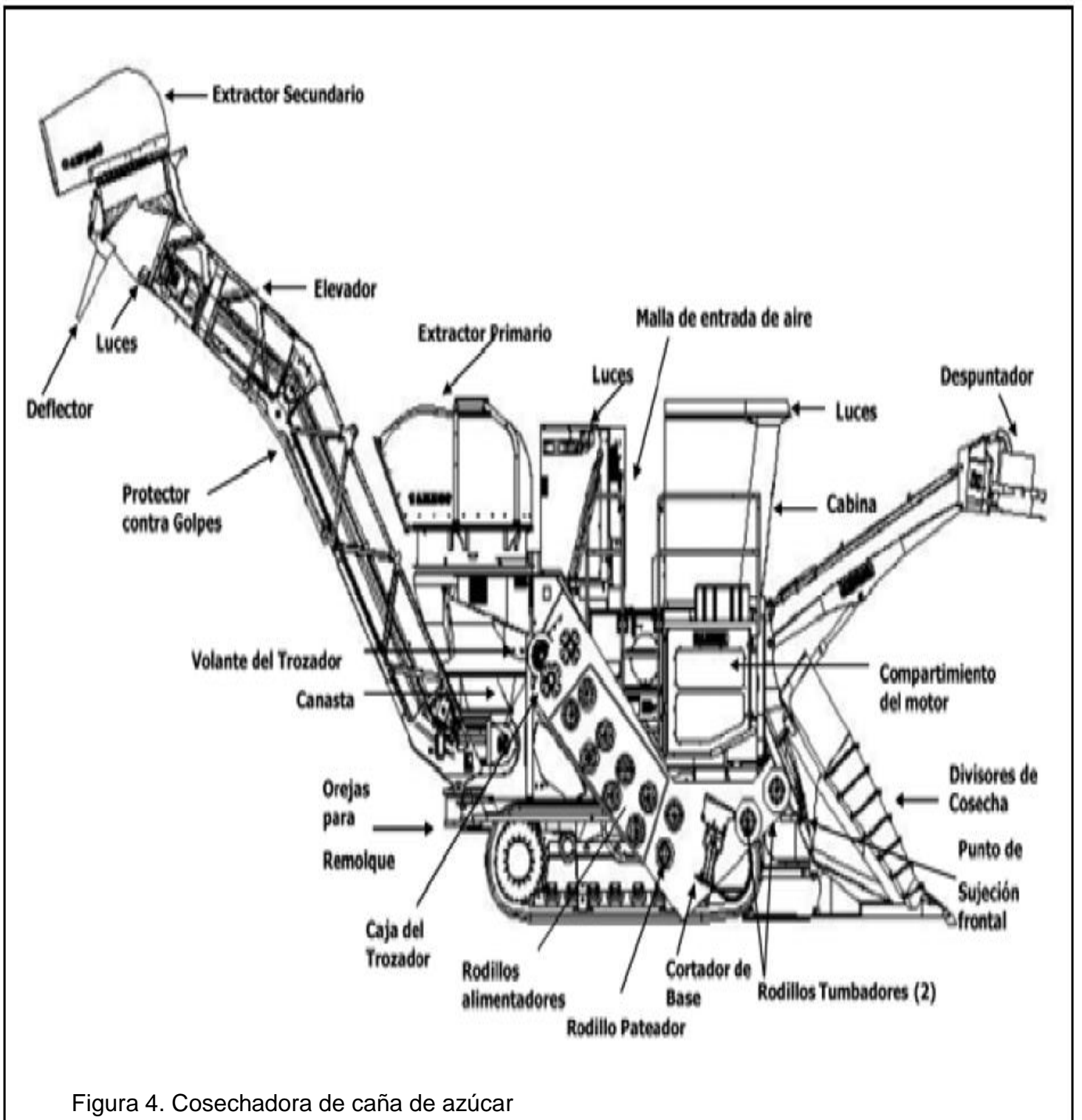


Figura 4. Cosechadora de caña de azúcar



Figura 5. Cosecha manual en quemado



Figura 6. Cosecha mecanizada en verde.



Figura 7. Cosecha mecanizada en quemado.



Figura 8. Quema de caña



Figura 9. Alce de caña



Figura 10. Transporte de caña



Figura 11. Alce de caña en corte mecanizado



Figura 12. Corte de caña en área con árboles y quineles



Figura 13. Caña dejada por corte mecanizado 2.5 t/ha en promedio



Figura 14. Muestras post-cosecha en cosecha mecanizada



Figura 15. Muestras post-cosecha en cosecha mecanizada

CONTROL DE CALIDAD DE CORTE MECANIZADO

FINCA: _____ FECHA DE MUESTREO _____

COSECHADORA: _____ CORTE: SURCOS: DE _____ A: _____ LOTE _____

OPERADOR: _____ CODIGO _____ NOMBRE _____

		Muestra 01		Muestra 02		Muestra 03		Muestra 04		Muestra 05		Promedio	
		Lbs	Ton/Ha.	Lbs	Ton/Ha.	Lbs	Ton/Ha.	Lbs	Ton/Ha.	Lbs	Ton/Ha.	Lbs	Ton/Ha.
CAÑA DEJADA POR ALCE	< de 25 cms.												
	> 25 < 50 cms.												
	> de 50 cms.												
	caña sin despunte												
CAÑA PEGADA	< de 25 cms.												
	> 25 < 50 cms.												
	> de 50 cms.												
OTROS	Picada												
	Pulverizado												
	Quebrada												
	Machacada												
Total Muestra													

Observaciones _____

Figura 16. Ficha para muestreos post-cosecha en cosecha mecanizada

Corporación San Diego

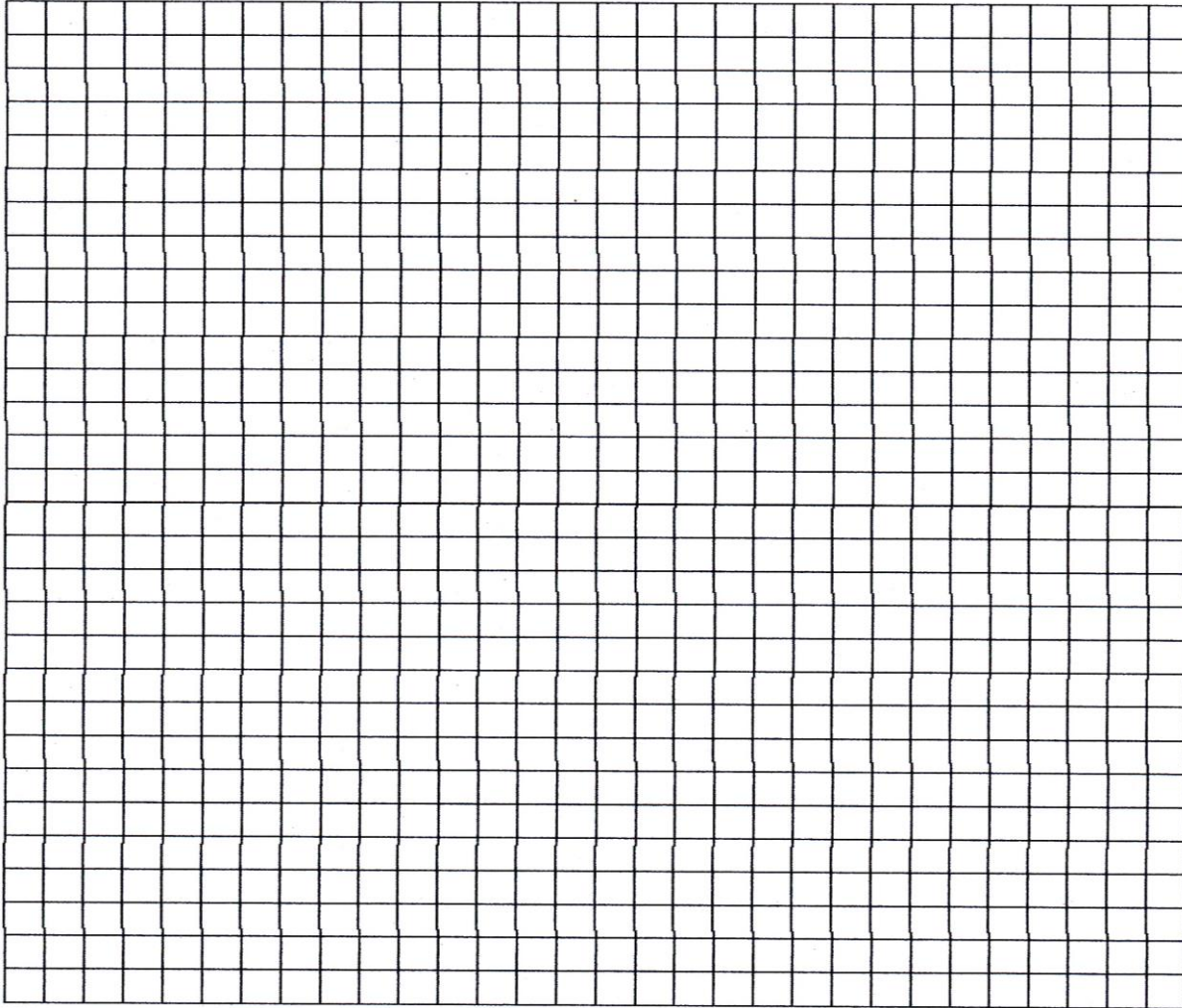
Auditoría Técnica Agrícola

PLANO No.

N

FRENTE

FECHA	FINCA	LOTE	GRUPO



ESCALAS		
SURCOS		
CHORRAS		
PASOS		

DIRECCION DE SURCOS

Muestra	Surco	Paso

Figura 17. Mapa para muestreos post-cosecha en cosecha mecanizada

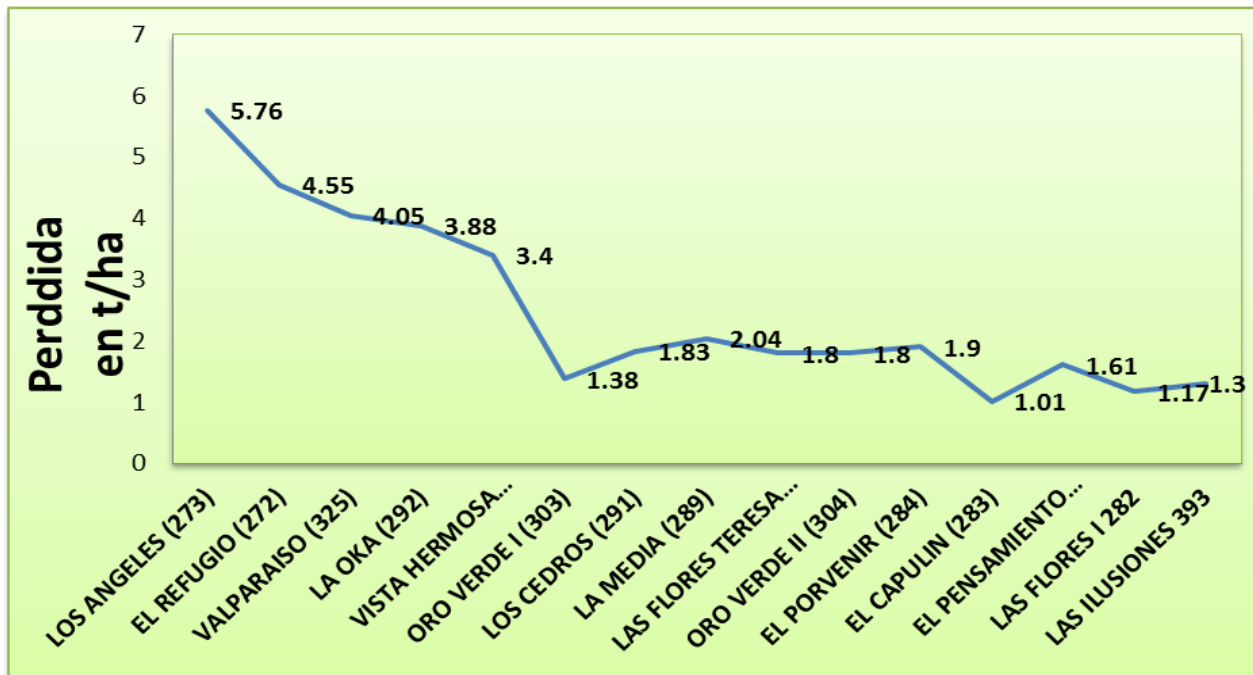


Figura 18. Comportamiento de las pérdidas de caña en las fincas muestreadas en cosecha mecanizada

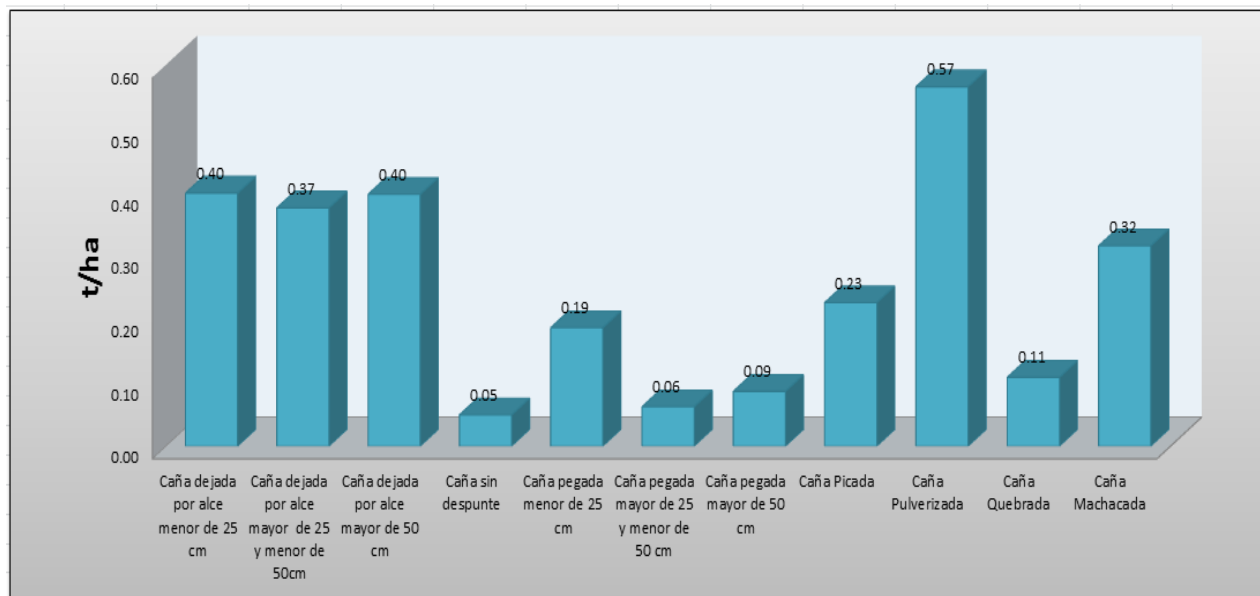


Figura 19. Resultados finales de muestreos post-cosecha en cosecha mecanizada

ENTREVISTA

Causas por las que se utiliza un frente de cosecha mecanizado en el Ingenio San Diego-Trinidad S.A

Nombre: _____ Fecha: _____

Puesto: _____ Edad: _____

Empresa: _____ Tiempo laborando en la empresa: _____

1. ¿Cuáles son las principales causas por las que en la zona administrativa 5 del Ingenio San Diego-Trinidad están utilizando un frente de cosecha mecanizado?

2. ¿Por qué cree usted que las causas que mencionó anteriormente son las que indujeron a usar un frente de cosecha mecanizado en la zona administrativa 5 del Ingenio San Diego-Trinidad?

ENTREVISTA

Ventajas y Desventajas de utilizar un frente de cosecha mecanizado en el Ingenio San Diego-Trinidad S.A

Nombre: _____ Fecha: _____

Puesto: _____ Edad: _____

Empresa: _____ Tiempo laborando en la empresa: _____

1. ¿Qué ventajas y/o beneficios se obtienen al utilizar un frente de cosecha mecanizado?

2. ¿Se obtienen desventajas al utilizar un frente de cosecha mecanizado?

SI

NO

3. ¿Si se obtienen desventajas al usar un frente de cosecha mecanizado, indique cuales son estas desventajas?

4. ¿En cuanto a ventajas y desventajas para usted que frente de cosecha es mejor un frente manual o un frente mecanizado?

ENTREVISTA

Costos de utilizar un frente de cosecha mecanizado en el Ingenio San Diego-Trinidad S.A

Nombre: _____ Fecha: _____

Puesto: _____ Edad: _____

Empresa: _____ Tiempo laborando en la empresa: _____

1. ¿Cuál es el costo promedio por tonelada cosechada en un frente de cosecha mecanizado?

2. ¿Qué rubros se incluyen en el costo por tonelada en un frente de cosecha mecanizado?

3. ¿Indíqueme cual es el costo promedio por tonelada cosechada en un frente de cosecha manual?

4. ¿Para usted que frente de cosecha es más rentable desde el punto de vista económico?

5. ¿Existe alguna diferencia en costos entre un frente de cosecha mecanizado y un frente de cosecha manual?
