

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

IMPLEMENTACIÓN DEL APLICADOR TIPO TRINEO EN CARGADORA DE CAÑA DE AZÚCAR EN
INGENIO LA UNIÓN, ESCUINTLA 2006-2008

ESTUDIO DE CASO

MANUEL CHACÓN BENITO

CARNE 23656-00

ESCUINTLA, MARZO DE 2015
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

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

IMPLEMENTACIÓN DEL APLICADOR TIPO TRINEO EN CARGADORA DE CAÑA DE AZÚCAR EN
INGENIO LA UNIÓN, ESCUINTLA 2006-2008

ESTUDIO DE CASO

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

POR
MANUEL CHACÓN BENITO

PREVIO A CONFERÍRSELE

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

ESCUINTLA, MARZO DE 2015
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 MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. JOSUE ISMAEL ALAS OBREGON

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ADÁN OBISPO RODAS CIFUENTES
MGTR. LUIS AMÉRICO MÁRQUEZ HERNÁNDEZ
ING. JORGE ALFREDO CARDONA ORELLANA

Escuintla 03 de marzo 2015

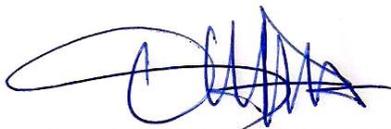
Honorable Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar
Presente

Distinguidos miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he revisado el Informe Final de Estudio de Caso del estudiante Manuel Chacón Benito con carné 23656-00, titulado: "Implementación del apilador de tipo trineo en cargadora de caña de azúcar, en Ingenio La Unión, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla 2006-2008". La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, por lo que recomiendo su aprobación.

Sin otro particular,

Atentamente,



Ing. Agr. Josué Ismael Alas Obregón
Código. URL 12523
Asesor



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Estudio de Caso del estudiante MANUEL CHACÓN BENITO, Carnet 23656-00 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 0627-2015 de fecha 14 de marzo de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

IMPLEMENTACIÓN DEL APLICADOR TIPO TRINEO EN CARGADORA DE CAÑA DE AZÚCAR EN INGENIO LA UNIÓN, ESCUINTLA 2006-2008

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 24 días del mes de marzo del año 2015.



LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
, VICEDECANA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

- A Dios:** Por el don de mi vida y la sabiduría que siempre me ha dado.
- A la empresa Ingenio La Unión S.A.:** Por todo el apoyo incondicional que me brindó para la elaboración de este trabajo.
- A mi asesor:** Ing. Josué Ismael Alas Obregón por su apoyo y por su valiosa asesoría, revisión y corrección en la realización de este trabajo.
- A Lic. José Carlos Reyes:** Por el apoyo y colaboración durante la realización del presente trabajo.
- A Ing. Mario Soto:** Por el apoyo y colaboración durante la realización del presente trabajo.
- A Ing. Cesar Fernando Álvarez:** Por el apoyo y colaboración durante la realización del presente trabajo.

DEDICATORIA

- A Dios:** Por haber sido mi guía y haberme dado la fortaleza de alcanzar este logro tan importante en mi vida.
- A mis padres:** Manuel Chacón, Basilia Rosa Benito, quienes me han enseñado con su bondad, trabajo y éxitos el camino a seguir, eterna gratitud a sus sacrificios y oraciones.
- A mi esposa:** Magali García, por el amor, la comprensión y apoyo incondicional al logro de mis metas.
- A mis hijas:** Rosa Magali, Dayana Berenice y Anelie Priscilla, que el logro de mis metas y que les sirva de ejemplo para que puedan realizar sus propósitos.
- A mis hermanos:** Olga, Víctor, Luisa y Arnoldo por el cariño y el apoyo brindado.
- A mis sobrinos:** Con mucho cariño y apoyo que me han otorgado siempre.
- A mis amigos:** Por su amistad, cariño y buenos momentos que hemos pasado juntos.
- A mis compañeros:** Por haber estado presente y por motivarme a salir adelante en todo momento.

ÍNDICE

	CONTENIDO	Página
	RESUMEN	i
	SUMMARY	ii
I	INTRODUCCIÓN	1
II	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	HISTORIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	3
2.2	IMPORTANCIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN GUATEMALA	3
2.3	COSECHA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	4
2.3.1	Etapas de la cosecha	4
2.3.2	Tipos de corte manual	8
2.3.3	Materia extraña (Trash)	14
2.4	MAQUINARIA QUE SE UTILIZA EN EL ALCE DE CAÑA DE AZÚCAR	17
2.4.1	Cargadora o alzadora de caña SP 2254 John Deere	17
III	CONTEXTO	21
3.1	DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO	21
3.2	CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA	22
3.2.1	Ubicación del estudio	23
IV	JUSTIFICACIÓN	24
V	OBJETIVOS	25
5.1	GENERAL	25
5.2	ESPECÍFICOS	25
VI	METODOLOGÍA	26
6.1	DISEÑO DE INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS	26
6.2	PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	26
6.3	VARIABLES DE ESTUDIO	27
6.3.1	Rendimiento de toneladas de caña por viaje	27
6.3.2	Porcentaje de trash mineral	27
6.3.3	Eficiencia de alce en toneladas de caña por hora semanal	27

6.3.4	Costos de implementación de cada tipo de apilador	27
6.4	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	28
6.4.1	Análisis estadístico	28
6.4.2	Análisis económico	28
VII	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
7.1	INTERVENCIÓN	29
7.2	RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO	32
7.2.1	Rendimiento de toneladas de caña por viaje	32
7.2.2	Porcentaje semanal de trash mineral	35
7.2.3	Eficiencia del alce (toneladas de caña por hora)	38
7.2.4	Costos de implementación de cada tipo de apilador	45
7.2.5	Análisis económico	46
VIII	CONCLUSIONES	49
IX	RECOMENDACIONES	50
X	BIBLIOGRAFÍA	51
XI	ANEXOS	54

ÍNDICE DE CUADROS

	TÍTULO	Página
Cuadro 1	Diseño ficha hemerográfica	54
Cuadro 2	Peso promedio semanal en toneladas de caña por viaje	33
Cuadro 3	Análisis de pruebas pareadas de T Student, toneladas de caña por viaje semanal	35
Cuadro 4	Porcentaje semanal de trash mineral	36
Cuadro 5	Análisis de pruebas pareadas de T Student, de trash mineral	38
Cuadro 6	Eficiencia del alce en toneladas de caña por viaje semanal de la cargadora 10201	39
Cuadro 7	Análisis de pruebas pareadas de T Student, con datos de eficiencia del alce en toneladas de caña por hora, semanal	41
Cuadro 8	Eficiencia del alce en toneladas de caña por hora semanal de la cargadora 10207	42
Cuadro 9	Análisis de pruebas pareadas de T Student con datos de eficiencia de alce en toneladas de caña por hora, semanal	44
Cuadro10	Análisis económico para los costos de operación de dos tipos de apiladores convencional y de trineo	47
Cuadro11	Costo de implementación del apilador de tipo trineo y sus beneficios económicos	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	TÍTULO	Página
Figura 1	Componentes de la cargadora de caña John Deere SP 2254	20
Figura 2	Toneladas de caña por viaje semanal	34
Figura 3	Porcentaje semanal de trash mineral	37
Figura 4	Eficiencia en toneladas de caña alzada por hora de la cargadora 10201	40
Figura 5	Eficiencia en toneladas de caña alzada por hora de la cargadora 10207	43
Figura 6	Costo comparativo de implementación de apiladores	45

IMPLEMENTACIÓN DEL APILADOR DE TIPO TRINEO EN CARGADORA DE CAÑA DE AZÚCAR EN INGENIO LA UNIÓN, SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA (2006-2008)

RESUMEN

Actualmente en la agroindustria azucarera se utilizan apiladores en cargadoras de caña, para el proceso de alce, con la finalidad de reducir el porcentaje de trash de tipo mineral que acompaña la entrega de caña comercial a los ingenios. En el presente estudio de caso se analizaron dos tipos de apiladores, el convencional y el de trineo, en cargadoras de caña, en el Ingenio La Unión. El ingreso de materia extraña de origen mineral a fábrica impacta en la disminución del rendimiento de toneladas de azúcar por hectárea. Por tal razón, se hizo necesario implementar nueva tecnología en los procesos de cosecha de caña de azúcar, específicamente el uso del apilador de tipo trineo en el alce de la caña. Esta nueva tecnología representa un impacto en el aprovechamiento de los recursos y tiene como objetivo disminuir la cantidad de materia extraña tipo mineral. Luego de recopilar y analizar la información, se determinó que la implementación del apilador de tipo trineo es más eficiente que el uso del apilador tipo convencional, lográndose un aumento promedio semanal de 70.12 a 72.07 toneladas de caña por viaje. El cambio también logró una disminución del porcentaje de trash mineral de 0.84% a 0.71% en promedio semanal, observándose diferencias considerables.

IMPLEMENTATION OF THE SLED TYPE STACKER IN THE SUGARCANE LOADER OF LA UNIÓN MILL, SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA (2006-2008)

SUMMARY

Currently, the sugar agroindustry uses stackers in the sugarcane loaders for the lifting process in order to reduce the mineral type trash percentage derived from the delivery of commercial sugarcane to the mills. In this case study, two stacker types were analyzed in the sugarcane loaders of La Unión mill: conventional and sled type. Introducing foreign matter to the manufacturing plant has an impact on the reduction of the yield of sugarcane tons per hectare. Therefore, it is necessary to implement new technology in the sugarcane harvest processes, specifically on the use of sled type stackers sugarcane lifting. This new technology helps take better advantage of the resources and it aims to reduce the amount of mineral type foreign matter. After gathering and analyzing the information, it was determined that the implementation of the sled type stacker is more efficient than the use of conventional stackers, achieving an average weekly increase of 70.12 to 72.07 sugarcane tons per run. The change has helped reduce the mineral trash percentage from 0.84% to 0.71% as a weekly average, showing significant differences.

I. INTRODUCCIÓN

La industria de azúcar de Guatemala es reconocida por su competitividad dentro de la región, así como a nivel mundial. En la zafra 2011-2012, al 13 de mayo, su producción fue de 2,492,054 toneladas métricas de azúcar, de las cuales fueron exportadas el 72%; dentro de los principales mercados de exportación para el azúcar en crudo están: Estados Unidos 18%, Corea del Sur 9.8%, México 9.5% y Chile 8.4% (Superintendencia de Bancos, 2011).

En Guatemala operan actualmente 12 ingenios, ubicados en cuatro departamentos de la costa del Pacífico. En la zafra 2010-2011, estas fábricas cultivaron un área de 231,505 hectáreas y su producción fue de 19, 219,653 toneladas de caña molida, con un rendimiento promedio por hectárea de 88.52 toneladas métricas, una capacidad de molienda diaria de 132,118 toneladas métricas y un rendimiento de azúcar de 9.38 t/ha, lo que representa una producción de 2,048,142 toneladas métricas de azúcar (ASAZGUA, 2012).

Existen diversos factores que influyen negativamente en la producción y disminuyen los rendimientos de la caña de azúcar, varios de estos factores ocurren durante la cosecha y el transporte de la caña hacia la fábrica, como por ejemplo, los contenidos de materia extraña (basura o trash) que normalmente acompaña la entrega de caña comercial a los ingenios, significando una seria preocupación para el sector azucarero mundial, en virtud de que afectan la calidad e incrementan los costos de producción. Es por esta razón que el contenido de materia extraña implica en muchos casos un significativo incremento sobre los costos de elaboración del azúcar en la fábrica, disminuyendo con ello los rendimientos industriales (kg de azúcar/tonelada de caña); lo que provoca consecuentemente pérdidas importantes y muy significativas, tanto en el producto final obtenido, como en el beneficio económico percibido (Borja, 1992).

En el Ingenio La Unión, al igual que en otros ingenios de la región, se implementó la utilización del apilador de tipo trineo en el proceso de alce de la caña de azúcar, con el

objetivo de reducir la cantidad de trash, específicamente de origen mineral, que llega a fábrica y que provoca una disminución en los rendimientos de azúcar.

Por lo anterior, en el presente estudio de caso se analizaron los resultados obtenidos con la implementación del apilador de tipo trineo en el alce de caña de azúcar en el Ingenio La Unión.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTORIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Se considera que la caña tuvo su origen en las islas Polinesia, y no ha faltado quien afirme que es de América, ya que se encontraba desde mucho antes de la llegada de Cristóbal Colón, por lo que se le atribuye haberla traído a este continente, sin embargo, existen pruebas evidentes de que en Guatemala existían cañas dulces, siendo cultivadas por los nativos que habitaron en las riberas de Ixcán y Lacantún (afluentes del Usumacinta), región localizada en Chiapas, norte de Huehuetenango, en el Quiché, y al sudeste de Petén; otros opinan que su origen lo tuvo en la India, en la desembocadura del río Ganges, dando el nombre de Guara a la región y a la ciudad el nombre de Gurque, que quiere decir azúcar (Pérez, Calero y Jaramillo, 2000).

2.2 IMPORTANCIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN GUATEMALA

La caña de azúcar comenzó a cultivarse en Guatemala en 1536, los primeros extractores de miel fueron los trapiches y se fundaron en el valle central de Guatemala y en el valle de Salamá. Para la historia moderna de la caña de azúcar se toma como punto de partida el año de 1960, la era industrial estaba muy desarrollada, fue cuando los ingenios azucareros definieron su estrategia de modernización y crecimiento, convirtiéndose en una de las actividades agroindustriales más importantes del país, siendo el quinto país exportador de azúcar a nivel mundial, el segundo en Latinoamérica, y el tercer lugar en productividad (toneladas métricas de azúcar/ha) a nivel mundial, teniendo un impacto económico y social en el ámbito nacional al generar 65,000 empleos directos, 350,000 empleos indirectos en 230,000 hectáreas que equivalen al 2.1 % del territorio nacional. El azúcar para la zafra 2009/2010 representó el 10.25% del PIB y el 20.80% de las exportaciones agrícolas (ASAZGUA, 2010).

2.3 COSECHA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Dentro de la agroindustria de la caña de azúcar, una de las operaciones más importantes es indudablemente la cosecha de la materia prima. Esta labor como culminación de un proceso agrícola requiere de una adecuada organización y planificación, con el fin de llevar a las fábricas caña de azúcar de acuerdo a los presupuestos anuales de molienda y producción; en el momento oportuno y de la mejor calidad, para obtener los beneficios esperados (Larrahondo y Domínguez, 1998).

Se considera que la calidad de la caña de azúcar depende de diversos factores como son: la variedad, el grado de maduración, la época de corte, el sistema de cosecha empleado, el contenido de materia extraña presente y el tiempo transcurrido entre el corte y la molienda de la caña en la fábrica (Larrahondo y Domínguez, 1998).

La cosecha de caña de azúcar se debe realizar cuando la planta alcance la edad y madurez comercial óptimas, que permitan asegurar una buena recuperación de azúcar. Además, se debe realizar un corte adecuado a nivel del suelo y un buen despunte, así como una eficiente limpieza de la materia extraña presente en los tallos (Larrahondo y Domínguez, 1988).

2.3.1 Etapas de la cosecha

2.3.1.1 Planeación del corte

Para que la cosecha sea eficiente se debe planear el corte de caña de azúcar en áreas que pueden ir de 100 a 200 hectáreas, esto de acuerdo al número de personas que presenta un frente de corte, y la capacidad de transporte con que cuente el ingenio. Para determinar las áreas de corte, se toman en cuenta las variedades, el tipo de suelo, la edad de la caña y la fecha de aplicación del madurante (Peralta, 2004).

La edad de corte de la caña oscila de 10 a 12 meses después de la siembra, y la fecha de corte de la variedad se asigna de acuerdo al clima, la rapidez de maduración, el manejo de la plantación y las necesidades de molienda. La caña soca se cosecha a una edad más temprana que las plantías, las condiciones edafológicas pueden hacer variar el tiempo de cosecha, pues un suelo con exceso de nitrógeno hace que la caña crezca demasiado y su maduración fisiológica es más retardada, teniéndose que recurrir a la aplicación de madurantes (Peralta, 2004).

2.3.1.2 Quema

La quema de la caña de azúcar, previa al corte, se ha generalizado en Guatemala, ésta permite eliminar las hojas secas y parte del cogollo, facilitando la labor del cortador y disminuyendo la cantidad de basura que se lleva al Ingenio, reduciendo el perjuicio para la elaboración del azúcar (Peralta, 2004).

La caña quemada no sufre deterioro o pérdidas de sacarosa si llega a la fábrica y es procesada antes de 36 horas después de haber sido quemada. Al momento de realizar la quema se debe tener cuidado con áreas vecinas que aún no estén en tiempo de corte, pues en ocasiones se han cruzado llamas de fuego, las que provocan quemaduras accidentales en forma total o parcial, también debe considerarse con cuidado los caseríos cercanos. Las prevenciones en la quema para evitar daños consiste en realizarlas en horarios de poco viento, que esté presente suficiente personal para rodear el área al momento de la quema, así como realizar brechas corta fuego en las calles que rodean las áreas a quemar (Morales, 1993).

No debe quemarse más de lo que se va a cortar, con respecto a la brecha corta fuego no debe ser menor de 2 metros de ancho y la hora de quema debe de ser entre 7:00 y 10:00 de la mañana o 4:00 y 6:00 de la tarde. Durante las primeras 24 horas de quemadura la caña, el deterioro es difícil de medir en términos económicos, pero de aquí en adelante se comienza a apreciar el deterioro, hasta llegar a pérdidas considerables de azúcar, después de 36 horas (Morales, 1993).

a. Ventajas de la quema

- Mayor rendimiento de corte debido a menor cantidad de basura.
- Limpieza de la caña.
- Minimiza accidentes.
- Facilita el corte al observarse la base de los tallos.

b. Desventajas de la quema

- Daña la fauna.
- Daña el ambiente al contaminarlo.
- Puede provocar grandes accidentes.

2.3.1.3. Corte

Puede ser de forma manual o mecanizada de forma manual se realiza con personal, que cuenta con machetes especiales de tipo australiano, que sirven para que el corte sea más fácil. De forma mecanizada se realiza con cosechadoras que abarcan grandes extensiones de área, cortando y picando la caña, con esto se evitan las pérdidas de caña en el transporte, pero compactan los suelos y arrancan grandes cantidades de cepas, lo que hace que los cañales se deban renovar en períodos cortos de tiempo y que el costo en resiembra de cañales sea alto (Peralta, 2004).

Un frente de corte manual lo componen cortadores de caña, caporales, pilotos de buses para transportar al personal y un supervisor; un frente de corte mecanizado lo componen varias cosechadoras con su respectivo operador y mecánicos de turno para dar mantenimiento al equipo y un supervisor (Peralta, 2004).

2.3.1.4 Alce

Es la etapa de la cosecha en donde se deposita la caña cortada en jaulas de los camiones, para su transporte del campo de cultivo al ingenio azucarero. Las jaulas son llenadas por medio de cargadoras, las cuales alzan la caña que dejan los cortadores acomodadas en chorras (Peralta, 2004).

Es importante que la caña cortada se coloque en orden, para esto el cortador separa las hojas y el cogollo al momento del corte a unos 50 centímetros de distancia con respecto al lugar donde va dejando la caña cortada, la cual es ordenada y alineada en una hilera recta o chorra de caña, para permitir que la alzadora y el camión con jaulas a llenar puedan moverse en línea recta dentro del campo de cultivo y provocar el menor daño posible a la cepa (Peralta, 2004).

La eficiencia del alce depende del operador, el diseño del área de campo, la disponibilidad de camiones, surcos con un largo óptimo, aproximadamente 100 metros de largo de surco es lo adecuado y que el terreno no presente problemas de drenaje, para que no existan patinajes (Peralta, 2004).

2.3.1.5 Transporte

Los primeros sistemas de transporte los constituyeron las carretas de bueyes, luego fueron cediendo su lugar a los ferrocarriles, y posteriormente las carretas accionadas con tractor, hasta llegar a los camiones con remolques llamados en el medio cañero jaulas, las cuales tienen la capacidad para transportar de 55 a 70 toneladas de caña por viaje. Algo de suma importancia es que el corte, alce y transporte (CAT) pueden representar el cincuenta por ciento del costo total del cultivo antes de llegar a la fábrica, por esto, es necesario seleccionar un transporte eficiente y que reduzca al máximo las pérdidas, pues en el transporte se sufren grandes pérdidas por caída de caña (Peralta, 2004).

En los ingenios azucareros el noventa por ciento de la caña se moviliza con camiones que cuentan con remolques llamados jaulas, por lo general cada camión cuenta con dos jaulas, que en total completan de 40 a 50 metros de largo, en cada viaje este equipo de dos jaulas movilizan un aproximado de 55 - 70 toneladas por viaje (Peralta, 2004).

2.3.2 Tipos de corte manual

2.3.2.1 Corte manual de la caña de azúcar

Con muy pocas excepciones, la mayor parte de la caña cosechada por los ingenios se corta manualmente en un 80%, a diferencia de los países industrializados, que se cosecha la mayor parte mecanizadamente. La mayor parte de la caña cortada manualmente por los ingenios es alzada mecánicamente, la labor de limpieza de la caña por parte del cortador debe ser muy exigente. Primordialmente se requiere de una buena quema que elimine la mayor cantidad de hoja posible (Recinos, 2000).

2.3.2.2 Chorra de caña

Se llama así a la forma en que se ordena y/o arruma la caña que se va cortando, el cortador a su vez debe separar las hojas y el cogollo a unos 50 centímetros de la chorra de caña. Esta debe quedar bien alineada y sobre la mesa, para evitar el pisoteo de la cepa recién cortada por la maquinaria utilizada en el alce (Recinos, 2000).

La chorra de caña debe ir a lo largo de los surcos de corte en forma perpendicular entre los surcos 3 y 4, para este trabajo se utilizaron 6 surcos. Un buen aporque de la caña durante su desarrollo y labores culturales, favorece el alce de la caña cortada, ya que los camellones que se forman sobre el surco permiten que el patín de la alzadora penetre por debajo de la chorra sin arrastrar materia extraña del suelo, especialmente tierra o parte de la cepa de caña que se puede arrancar si el enchorre no es bueno (Chacón, García, Meléndez, 1998).

2.3.2.3 Sistemas de corte manual de caña de azúcar

Para efectuar el corte manual existen diferentes sistemas de corte. La adopción y adaptación de uno u otro depende de las condiciones particulares de cada región o empresa, tanto por aspectos topográficos, económicos y sociales. Dentro de los sistemas que operan el corte manual en Guatemala están los siguientes:

2.3.2.4 El sistema maleteado utilizando carretas de bueyes

Este sistema (poco usado en Guatemala) se utiliza en terrenos con mucha pendiente, el 1% de la industria lo está utilizando. La caña es cortada con el machete tradicional en trozos de 0.5 m a 1.00 m de largo. Durante la mañana los cortadores se ordenan en grupos de cinco personas que integran una cuadrilla de trabajadores y tienen a su servicio una yunta de bueyes (INTECAP, 1996).

2.3.2.5 El sistema maleteado con tractores

Este sistema es muy similar al anterior en la forma de cortar la caña, ambos sistemas requieren la utilización de un patio de campo, grúas fijas o auto-propulsantes, pero presenta las diferencias siguientes: Dependiendo de la disponibilidad de tractores y carretas. Todos los integrantes del grupo o cuadrilla se dedican al corte y alce manual de la caña al carretón, siendo el tractorista el encargado de transportarla al patio de campo, un tractor puede dar servicio hasta 50 hombres diarios. Es importante hacer notar que este método resulta más caro que el anterior por los altos costos de la maquinaria (INTECAP, 1996).

2.3.2.6 El sistema trameado

Esta forma de corte es utilizada en áreas planas e inclinadas, no necesitan usar maquinaria para el corte y transporte de su caña, por la inversión de la maquinaria utilizan este sistema con camiones distribuidos en tramos para colocar la caña cortada

y transportarla a los ingenios. Los cortadores se agrupan en cuadrillas de seis a doce, y todos cortan la caña; generalmente en verde haciendo trozos de 0.5 m a 1.0 m de largo, luego alzan a mano la caña a los camiones, para hacer en cada camión de cuatro a cinco maletas, amarradas cada una de ellas con cadenas cañeras, para asegurar estas maletas se usan micras manuales (INTECAP, 1996).

2.3.2.7 El sistema maleteado al suelo

Generalmente este sistema se realiza con caña quemada y con suelos planos. Los grupos o cuadrillas se organizan de dos a cinco cortadores, haciendo sus maletas en el suelo y colocándoles cañas paradas que hacen la función de estacas para darle forma a la maleta, posteriormente estos se amarran con cadenas cañeras (dos por maleta). Una grúa de tractor, traslada la maleta del lugar de corte al patio de campo, aunque si el terreno lo permite, el transporte entra al campo para que en el lugar que se cortó, la maleta se le cargue (INTECAP, 1996).

2.3.2.8 Corte a granel con sistema austro-sena

Observando el rendimiento en los sistemas anteriores de tres toneladas/hombre se vio la necesidad de introducir a Guatemala un sistema de corte que permitiera aplicar una metodología industrial aplicada a la agricultura y evitar la serie de pérdidas de eficiencia que trae el corte de caña sin un método establecido, así también un método que mejorara las técnicas de corte, calidad de trabajo, calidad de materia prima (INTECAP, 1995).

En el año de 1980 se introdujo de Colombia a solicitud de la Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala (Atagua), el método de corte de caña a granel utilizando metodología Austro-Sena. Este método fue traído por personal técnico del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) e Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP, 1995).

Este método consiste en un mayor ordenamiento de la caña, ya que la caña apilada en cinco surcos se unen para formar una chorra, este método austro sena consiste en cortar la caña quemada, cinco surcos, machete australiano, alce mecánico con un mayor ordenamiento de la caña; los beneficios del método de corte son proporcionados por la serie de técnicas de corte, así como su implementación, seguimiento y control, beneficia también el cambio de machete, el cual es importante, por el diseño, tipo de mango, el temple del material, peso, forma y tamaño (INTECAP, 1995).

Dentro de las ventajas de este método se tienen: Ahorra movimientos al cortar varias cañas a la vez, evita el descogolle individual, Menor fatiga por jornada de trabajo, mayor rendimiento del cortador, más seguridad, caña más limpia con menos hojas, puntas y mamones, descanso físico o mental al cambiar de posición en cada surco, menor compactación del suelo por maquinaria por cantidad de surco por chorra, corte a ras , menos esfuerzo por el ángulo de machete, menor esfuerzo en el golpe de corte y más caña por cada movimiento, más ingresos para el cortador (INTECAP, 1995).

2.3.2.9 El sistema de corte de caña con machete australiano (austro-sena)

Para cortar la caña se emplean actualmente dos tipos de machetes: el tradicional y el australiano, este es un sistema que actualmente se utiliza, como su nombre lo indica fue diseñado en Australia y su uso se ha divulgado por varios países productores de caña de azúcar. El machete australiano es una herramienta que se utiliza desde 1980, posee ciertas características que lo hacen una herramienta especial para el corte de caña. Compuesta de una hoja con inclinación de 135 con respecto al cabo y un ancho en la punta de 15.5 centímetros y un peso de 2.2 libras (INTECAP, 1996).

El uso del machete australiano se incrementó a medida que aumentó el área sembrada con variedades erectas. Las ventajas y características que ofrece un machete australiano sobre el tradicional son: Mejor corte de la caña, permite un corte a ras del suelo, se pueden cortar varios tallos de un solo golpe. Es menor el esfuerzo físico al cortar, menor el índice de accidentalidad, mayores ingresos al aumentar la cantidad de

caña cortada por jornada, disminución del número de cortadores para procesar la misma cantidad de caña, mayor durabilidad de los cañales y mayor aprovechamiento del tallo al hacer el corte a ras del suelo, reducción de plagas y enfermedades. (INTECAP, 1996).

Con el machete tradicional se obtenían rendimientos de corte entre 3 a 5 toneladas/hombre/día, con el australiano se han logrado promedios entre 5 y 8 toneladas o más. El cambio de un machete requirió de capacitación, entrenamiento, técnicas y práctica en el campo que redundaron en el aumento en el rendimiento de corte por hombre al día (INTECAP, 1996).

2.3.2.10 Sistema de alce con apilador de trineo

Para alzar la caña mecánicamente se han implementado dos tipos de alce; uno sin apilador-mini chorra y el apilador trineo-chorra continúa; éste último se ha utilizado en el Ingenio La Unión y en el Ingenio Pantaleón; el sistema de trineo fue diseñado por el Doctor Ospina de nacionalidad Colombiana. El uso del apilador de trineo ha aumentado las toneladas de caña transportadas por viaje en un 10%, debido a que la cantidad de caña que se alza con cada uñada es mayor, Con este sistema también se ha logrado disminuir la cantidad de trash mineral por tonelada enviada a la fábrica debido a la forma del apilador (CENICAÑA, 2005).

Este sistema es más eficiente ya que se puede utilizar el corte de chorra continua y por lo tanto cargar más toneladas por hora, los cortadores en promedio aumentan su rendimiento una tonelada por día. Con el sistema convencional (corte manual y ordenamiento de la caña en mini chorras, alzado mecanizado sin apilador) se obtienen rendimientos de alce de 60 toneladas promedio por cada dos jaulas en cada viaje. El rendimiento de la alzadora es de 56 toneladas por hora y se tiene 1.5% de trash mineral. Mientras que con el apilador de trineo el rendimiento de la alzadora es de 65 toneladas métricas por hora y se reduce a 1% el trash mineral (CENICAÑA, 2005).

2.3.2.11 Factores que inciden en la producción de azúcar en campo (Casselet y Torres, 1995)

- Drenaje
- Selección de variedades de alto rendimiento en azúcar y buena producción de caña
- Tipo de suelo y riego
- Correcta ubicación de variedades por estrato altitudinal y por tercio de zafra
- Control adecuado de plagas y enfermedades
- No realizar aplicaciones tardías de nitrógeno
- Clima: temperatura (amplitud térmica), luminosidad y precipitación
- Edad de corte
- Programa de cosecha para la zafra
- Adecuado manejo de madurantes
- Último riego del suelo 30 días antes de la cosecha
- Momento óptimo de cosecha

2.3.2.12 Factores que inciden en la conservación de la sacarosa durante la Cosecha (Casselet y Torres, 1995)

- Exudación
- Quemadas de noche y de día
- Destrucción de sacarosa
- Frescura promedio de la caña que se muele a diario
- Porcentaje de caña cortada manualmente con menos de 36 horas entre quema y molienda
- Porcentaje de caña cortada mecánicamente con menos de 24 horas entre quema y molienda
- Trash mineral: raíces con tierra. Menor de 0.75%
- Trash vegetal: hojas, cogollos, mamones, maleza, lalas. Menor de 4.00%

2.3.3 Materia extraña (trash): materia orgánica e inorgánica que no pertenece al cultivo (Casselet y Torres, 1995).

2.3.3.1 Trash vegetal: cogollos, hojas secas y verdes, raíces, tallos secos, restos de cepas, mamones y malezas (Casselet y Torres, 1995).

2.3.3.2 Trash mineral: tierra, piedra y arena (Casselet y Torres, 1995).

2.3.3.3 La materia extraña en las entregas de caña de azúcar

Los contenidos de materia extraña (basura o trash) que normalmente acompañan las entregas de caña comercial a los ingenios, significa una seria preocupación para el sector azucarero mundial, en virtud de que afectan la calidad e incrementan significativamente los costos de producción, tanto agrícola como industrial de la materia prima (Casselet y Torres, 1995).

De acuerdo con esta información, el mayor contenido de basura en las entregas corresponde a hojas más cogollos 7.9%, seguido por hoja seca 1.76%, tierra 0.46% y raíces más tronco de la cepa 0.13% (Casselet y Torres, 1995).

La caña cruda como para la quemada, los valores verificados en el estudio fueron bastante bajos en cuanto a contenido de la materia extraña, al obtener un promedio de 2.9% y 3.9% en cada modalidad de cosecha, respectivamente (Casselet y Torres, 1995).

Con la materia prima que recibió el ingenio se identificaron contenidos promedios de materia extraña del 12.28%, donde el aporte del cogollo fue del 83.3% y el de las hojas y otros componentes del 16.7%, respectivamente (Casselet y Torres, 1995).

La materia extraña es uno de los factores de mayor incidencia en la calidad de la caña y que tiene relación directa con las pérdidas de sacarosa durante el procesamiento fabril (Casselet y Torres 1995).

2.3.3.4 Componentes de la materia extraña

La materia extraña industrializable se define como desechos improductivos que vienen incorporados a la caña que se envía a la fábrica para procesarse. Ésta puede separarse en materia extraña de tipo vegetal (cogollos, hojas secas y verdes, raíces, tallos secos, restos de cepas, mamones y malezas) y materia extraña de tipo mineral (tierra, piedras, arena) (Rozeff, 1995).

La materia extraña se puede definir de distintas maneras. Para el que trabaja en la fábrica es cualquier cosa menos caña moledera que se entrega, pueden ser cogollos, hojas verdes y secas, malezas y tierra que vienen conjuntamente con la caña (Rozeff, 1995).

La materia extraña puede incluir también pedazos de tubería usada actualmente en sistemas de riego por goteo; inclusive menciona que también puede contener pedazos de hierro, envases de herbicidas, tallos gruesos de arbustos y, otras materias misteriosas que pueden aparecer en la mesa alimentadora o en el conductor de caña del ingenio (Rozeff, 1995).

2.3.3.5 Efectos de la materia extraña

Al llegar materia extraña o basura (trash) contenida en las entregas comerciales de caña, los ingenios pierden eficiencia y reducen sus rendimientos, ya que ésta se paga como caña cuando en realidad no lo es; además, dicha materia extraña no contiene azúcar, sin embargo, sale arrastrando azúcar en el bagazo, la cachaza o miel final, aumentando con ello las pérdidas de sacarosa y afectando el rendimiento industrial (Borja, 1992).

En síntesis, la materia extraña se cosecha, transporta y paga como caña industrializable en la fábrica, aumenta con ello los días de zafra y consecuentemente los costos de operación. Asimismo, la materia extraña produce pérdidas de azúcar, deterioro de equipos y maquinaria, incrementa el porcentaje de fibra en la caña, aumenta el bagazo, disminuye la extracción y la sacarosa contenida en la caña. Influye negativamente en la calidad de los jugos disminuyendo la pureza, elevando el contenido de sólidos solubles no deseados e incrementando el volumen de cachaza, todo lo cual incide negativamente sobre la recuperación del azúcar (Borja, 1992).

La tierra es la fracción que más inconvenientes ocasiona, tanto por la erosión que provoca en los equipos mecánicos a su paso, como también por su incidencia en el balance energético, ya que afecta las características del bagazo residual como fuente de producción de energía. La consecuencia directa del primero de los efectos, es el mayor desgaste que ocasiona a los trapiches, calderas y bombas, con el consiguiente aumento de los costos de mantenimiento (Varela, 1992).

La materia extraña implica en muchos casos un significativo incremento sobre los costos de elaboración del azúcar en la fábrica, disminuyendo con ello los rendimientos industriales (kg de azúcar/tonelada de caña); lo que provoca consecuentemente pérdidas importantes y muy significativas tanto en el producto final obtenido como en el beneficio económico percibido. En el estudio realizado se encontró un contenido de materia extraña promedio de 5.62%, con valores diferenciales según componentes en términos absolutos de tallos secos y podridos 1.38%, seguido y muy similar se encontró el componente hojas con 1.37%, puntas de tallo 1.08%, mamones 0.85%, cogollos 0.76%, otras materias 0.13%, tierras 0.08% y raíces 0.02% (Oviedo, 2002).

2.4 MAQUINARIA QUE SE UTILIZA EN EL ALCE DE CAÑA DE AZÚCAR

2.4.1 Cargadora o alzadora de caña SP 2254 John Deere

2.4.1.1 Generalidades

El cargador de caña de azúcar de marca John Deere modelo SP 2254, cuenta con un motor muy potente, gran estabilidad, mayor alcance con una mayor capacidad de agarre. Y añade un alcance de carga de 180 grados, que le permite ser un cargador más productivo y versátil del mercado, con relación a sus antecesores que alcanzaban a cargar únicamente a 90 grados (John Deere, 2012).

El cargador SP 2254 posee una cabina súper confortable y es de fácil acceso para su mantenimiento, lo que hace que sea un placer operarlo y más fácil de mantener. Esto reduce la fatiga del operario y el tiempo de inactividad de la máquina. El SP 2254 puede aumentar la productividad y reducir los costos de operación, lo que significa más dinero en el bolsillo del agricultor (John Deere, 2012).

2.4.1.2 Características

- La SP 2254 es una cargadora de doble tracción, con un giro de pluma de 180°.
- Una de sus características es un despeje máximo de la tenaza de 20 pies (6000 mm) y 15 pies (4180 mm) de alcance tomando del centro de la máquina. Estas características permiten cargar equipos altos para transporte de caña de azúcar.
- La capacidad de la tenaza es de 50% más que la de una cargadora convencional.

- El equipo de transporte se conduce a la par de la cargadora, dejando un surco de por medio entre la cargadora, impidiendo la contaminación de la caña apilada, por salpique de lodo y tierra. El operador está localizado en el centro de la cabina de la cargadora, permitiéndole una total visión de operación. La característica de la pluma, de giro de 180°, permite una maniobra eficiente cargando a la izquierda o a la derecha de la cargadora, mientras que las 120" (3 m) de ancho de base entre ruedas, le da una excelente estabilidad (John Deere, 2012).

2.4.1.3 Especificaciones:

Motor

Diesel con arranque eléctrico directo

John Deere 6068T de 200 hp

Sistemas de propulsión

Bombas y motores hidráulicos

Operación

12 km/h max en tres rangos

Traslado

29 km/h max

Sistema del Apilador

Bomba simple

7 L/min (23 g/m) @ 2200 rpm

Presión máxima

1750 psi

Sistema de Cargado

Bomba doble

(132 y 87 L/min) (35 y 14 g/m) @ 2200 rpm

Presión máxima

2250 psi

Dos válvulas direccionales, una de tres bancos para giro, extensión, apilador y otra independiente, de dos bancos para las funciones de levante y tenaza.

Dirección

Hidráulica en el tren trasero

Llantas

Delanteras

23,1x34, R1-8 lonas

Traseras

18,4x26, R1-8 lonas

La opción de 4 vías de tracción en las 4
ruedas utiliza llantas 30,5 L R2 y 23,1x26 R2

Equipamiento común

Incluye cabina climatizada, apilador tipo pelota de fútbol, luces, bocina, controles multifuncionales, alarmas e indicadores de alta temperatura del agua y baja presión de aceite.

Equipamiento opcional

Vía ancha (3 m) para una buena estabilidad.

Techo de seguridad, juego de cerrado paralelo de la tenaza, y ampliador convencional con cadenas.

Tracción constante en las 4 ruedas (esta opción Utiliza diferentes tamaños de llantas).

Limpiador mecánico de cadenas del apilador.

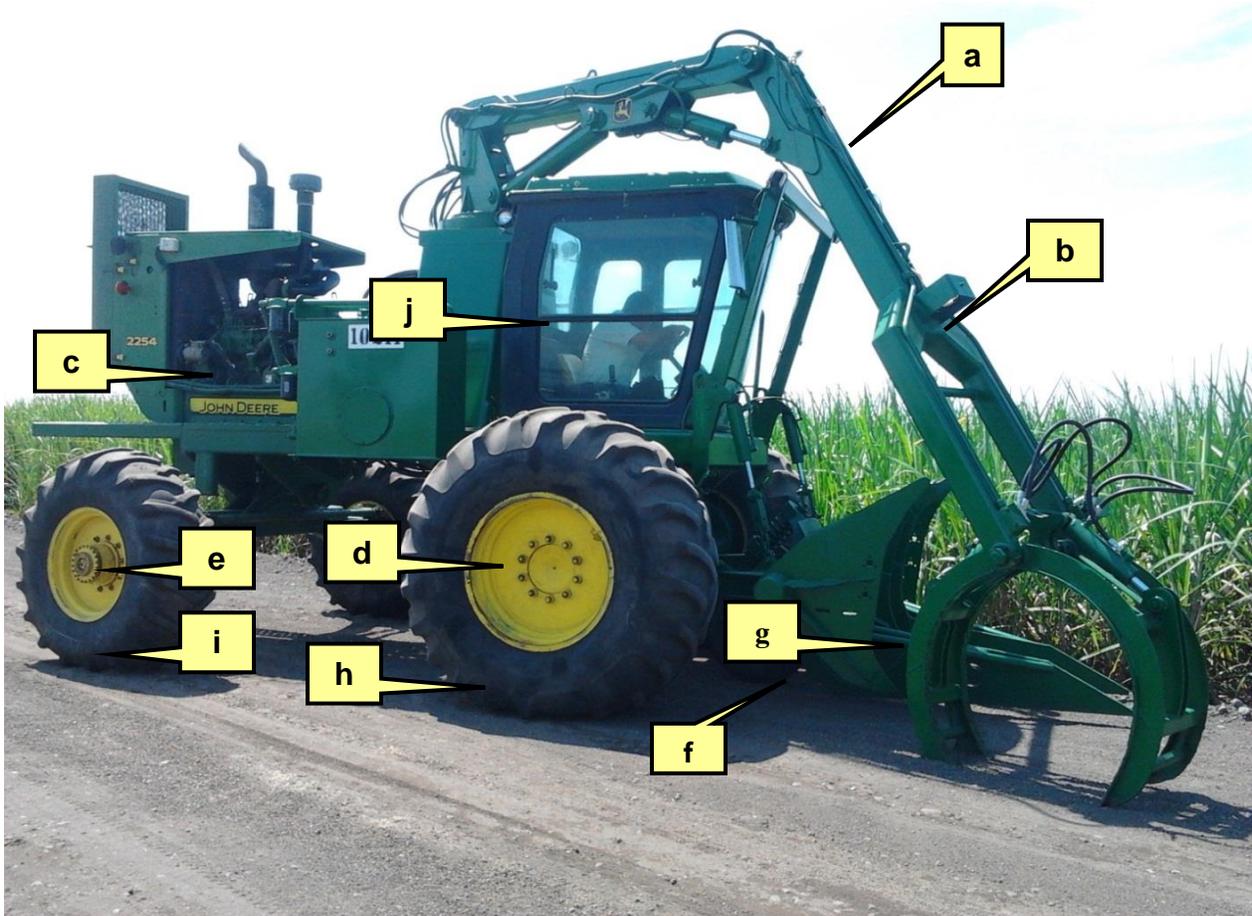


Figura 1. Componentes de una cargadora de caña de azúcar SP2254 John Deere

- a. Pluma
- b. Horquilla
- c. Motor
- d. Eje delantero
- e. Eje trasero
- f. Apilador tipo trineo
- g. Tenaza
- h. Lanta delantera
- i. Lanta trasera
- j. Cabina

III. CONTEXTO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO

Algunos ingenios implementaron medidas con la intención de reducir el trash mineral por medio del sistema de cosecha de chorra discontinua, pero no obtuvieron los resultados esperados, solo incrementaron los costos de operación. En la zafra 2001-2002 en el Ingenio la Unión, el Dr. José Humberto Ospina (asesor), introdujo el diseño de apiladores de tipo trineo para las cargadoras Vanguard 1600, con el objetivo de reducir la cantidad de piedras que ingresaban a los molinos. Por diversos inconvenientes no generó los beneficios esperados. Para el funcionamiento del apilador de tipo trineo se realizaron 10 versiones y aún se sigue modificando para mejorar su desempeño, lo que pretende esta tecnología es lograr levantar la caña del suelo, sin ser arrastrada, hacia la mesa del apilador, donde la tenaza de la cargadora toma la uñada de caña sin tocar el suelo y reducir la cantidad de material de origen mineral que llega a la fábrica.

Para la zafra 2004-2005 se estableció como prioridad el desarrollo de los apiladores de tipo trineo, para reducir el contenido de tierra en el sistema a granel chorra continua. En la zafra 2005-2006 se realizaron evaluaciones de los apiladores de tipo trineo en cargadoras Vanguard V 3504 y Cameco SP 2254, a nivel comercial. En la zafra 2007-2008 se trabajó con apiladores de tipo trineo en todos los frentes de cosecha a granel chorra continua (Atagua, 2012).

La materia extraña en general (trash vegetal y mineral) contenida en las entregas comerciales de caña, provoca que los ingenios pierdan eficiencia en sus rendimientos e incrementan sus costos, ya que ésta se paga como caña normal cuando en realidad no lo es; además, dicha materia extraña (origen mineral) no contiene azúcar, sin embargo, sale arrastrando azúcar en la cachaza, aumentando con ello las pérdidas de sacarosa y afectando el rendimiento industrial, por cada 1% de trash total se pierden 1.54 kg de azúcar. En síntesis, la materia extraña se cosecha, transporta y se paga como caña industrializable, aumenta los días de zafra y consecuentemente los costos de

operación. Asimismo, la materia extraña produce pérdidas de azúcar, deterioro de equipos y maquinaria (Borja, 1992).

Constantemente se sigue mejorando el apilador de trineo, en la zafra 2011-2012 se le hicieron las correcciones necesarias a la décima versión y es una de las estrategias de la disminución del trash.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA

Ingenio La Unión es una empresa con sobresaliente desempeño. En sus 42 años se ha convertido en uno de los líderes de la agroindustria azucarera, empezó como un pequeño Ingenio, con una capacidad de molienda de 2,000 toneladas métricas de caña de azúcar por día. El Ingenio La Unión principió a funcionar en el año azucarero 1969-70, en la finca Belén, en su primera zafra produjo 5,750 toneladas de azúcar, siendo hoy en día uno de los más grandes ingenios de azúcar de Guatemala, al producir 274,319 toneladas métricas de azúcar (Molina, 2005).

En la actualidad el Ingenio La Unión constituye un complejo agroindustrial con una diversidad de productos a nivel mundial por sus altos estándares de calidad. La Unión se dedica a la producción de caña de azúcar, elaboración de azúcar y la generación de energía eléctrica. También comercializa subproductos como la melaza, bagazo y cachaza. El Ingenio La Unión en la actualidad administra 20,410.80 ha de tierra, de las cuales obtiene 2,389,221 toneladas métricas de caña de azúcar y produce 274,319 toneladas métricas de azúcar (Molina, 2005).

En el Ingenio La Unión para la cosecha de la caña se utilizan cargadoras Vanguard V3504, Cameco, John Deere SP2254 y SP1850 para el sistema de chorra continua (granel) y para la cosecha mecanizada se utilizan Case III 7700. En donde 17,410.80 hectáreas se cosecha con sistema de chorra continua y 3,000 hectáreas con cosecha mecanizada.

3.2.1 Ubicación del estudio

En el estudio de caso se analizó y cuantificó el efecto que produjo la implementación del apilador de tipo trineo en el alce de caña de azúcar sobre la disminución de trash mineral, en el Ingenio La Unión, resultados obtenidos durante la zafra 2006 – 2008, entre los meses de noviembre - abril y específicamente en las fincas donde operó el frente 11 de cosecha.

El ingenio está ubicado en las coordenadas 14° 16' 18.17" latitud norte y 91° 05' 50.17" longitud oeste, con una altura de 150 msnm, localizado en la finca Belén, kilómetro 112 de la ruta que conduce a la aldea Cerro Colorado, al sur-oeste de la ciudad capital, en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, del departamento de Escuintla (Aquino, 2010).

IV. JUSTIFICACIÓN

La industria del azúcar en Guatemala ha tenido un constante crecimiento hasta llegar a ubicarse en el quinto lugar como país exportador de azúcar a nivel mundial, el segundo en Latinoamérica y el tercer lugar en productividad. La producción de azúcar contribuye significativamente a la economía del país; en Guatemala es el segundo producto agrícola, genera un 20.80% de divisas (ASAZGUA, 2012).

Debido a la disminución en el rendimiento de toneladas de azúcar por hectárea y a las pérdidas económicas que se generan por el ingreso de materia extraña de origen mineral a la fábrica, es necesario implementar nueva tecnología en los procesos de cosecha de caña de azúcar. La implementación del apilador de tipo trineo en el alce de la caña, parte del uso de nuevas tecnologías, representa un impacto en el aprovechamiento de los recursos; ya que tiene la finalidad de bajar la cantidad de la materia extraña.

El Ingenio La Unión no es ajeno al crecimiento que se ha dado en la agroindustria azucarera, ya que está adoptando técnicas que mejoren los procesos y una de ellas es la implementación de tecnología que mejore la calidad en la actividad de la cosecha, con ello se pretende mejorar los rendimientos de azúcar por tonelada de caña.

Por lo anteriormente mencionado y por la certificación de la empresa, se hace necesario documentar la implementación del apilador de tipo trineo y su efecto en la disminución del porcentaje de trash de origen mineral.

V. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

Documentar los resultados de la implementación del apilador de tipo trineo, en cargadora de caña de azúcar, en el Ingenio La Unión, Santa Lucía Cotzumalguapa, 2006 – 2008.

5.2 ESPECÍFICOS

- Estimar la eficiencia en toneladas de caña por viaje, utilizando el apilador de tipo trineo y el apilador convencional.
- Documentar los diferentes contenidos de materia extraña de origen mineral, presente en la caña de azúcar cosechada, con el uso del apilador de tipo trineo y convencional, durante el periodo de estudio.
- Determinar el impacto económico en la reducción del trash mineral al implementar el apilador de tipo trineo.

VI. METODOLOGÍA

6.1 DISEÑO DE INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS

El estudio se realizó en el Ingenio La Unión, con previo conocimiento del superintendente de corte, alce y transporte (C.A.T) y posteriormente, se solicitaron autorizaciones a las personas encargadas de la coordinación de alce y al jefe de laboratorio de fábrica, para realizar consultas a los archivos de la empresa en donde se almacena la información relacionada con el tema de trash mineral, rendimiento y producción de azúcar, durante el periodo 2006 - 2008.

Como instrumentos para la recolección de la información dentro de la empresa se utilizaron:

- Fichas hemerográficas, en donde se registraron todos los datos de identificación de los registros de cosecha de la caña, informes sobre resultados de investigaciones, memorias, bitácoras, tesis, revistas, páginas web y otras (Ver Cuadro 1).
- Cuadros y tablas comparativas, a través de las cuales se realizaron comparaciones de los resultados obtenidos de los informes y memoriales de investigaciones realizadas por la empresa.

6.2 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se recopilaron los registros de los datos contemplados en las variables correspondientes al periodo de estudio comprendido entre los años 2006-2008, para hacer comparaciones de cada zafra, sobre resultados obtenidos con el uso de dos tecnologías de apiladores, de tipo trineo y el convencional en alce de caña de azúcar y así generar información para obtener las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

Se procedió a revisar y organizar la información obtenida en el Ingenio La Unión; con el apoyo del asesor se seleccionó, para luego empezar el proceso de análisis de dicha información.

6.3 VARIABLES DE ESTUDIO

6.3.1. Rendimiento semanal de toneladas de caña por viaje

Es la caña que se transporta del frente de alce hacia la fábrica, la cual está influenciada por el horario de la quema, por la metodología de corte y alce. Esta variable se determinó en la báscula, al pesar el equipo cargado con caña y posteriormente se pesó el equipo sin carga, para el respectivo destare, la dimensional que se utilizó fue toneladas de caña.

6.3.2 Porcentaje semanal de trash mineral

Es el porcentaje de materia extraña de tipo mineral que se obtiene de una muestra por viaje de caña, que se genera en el core sampler.

6.3.3 Eficiencia semanal de toneladas/hora de caña alzada en campo con la implementación del apilador tipo trineo

Son los factores que inciden directamente en la eficiencia operacional en toneladas por hora en alce de caña cosechada manualmente, utilizando cargadoras de caña de azúcar con apilador de tipo trineo y su comparación con el apilador convencional.

6.3.4 Costos en la implementación de cada tipo de apilador

Es la inversión económica que conlleva la implementación de cada tipo de apilador en el alce de caña.

6.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.4.1 Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico utilizando una prueba de t de student para establecer diferencias estadísticas entre las medias semanales, de las variables de cada zafra.

6.4.2 Análisis económico

Se determinaron los costos de operación en cada uno de los apiladores, tipo convencional y el de tipo trineo.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 INTERVENCIÓN

El Ingenio La Unión principió a funcionar en el año azucarero 1969-70 en la finca Belén, en el municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, departamento de Escuintla. En su primera zafra produjo 115,000 quintales (5,750 toneladas) de azúcar. Contó con la asesoría del ingeniero cubano Senén Viego, quien participó en el diseño del montaje de la fábrica y fue superintendente de los ingenios La Unión y Los Tarros, también fue el fundador de las Asociaciones de Técnicos Azucareros de Guatemala y Centroamérica.

En 1975 se inició la ampliación de las áreas de fábrica y campo, dando como resultado que los dos ingenios en conjunto, La Unión y Los Tarros, produjeran un millón de quintales (50,000 toneladas) de azúcar. En 1977 fue ampliada la capacidad de La Unión, programándose el sistema de transportación de caña denominada a granel, que consiste en llevar la caña de corte manual en jaulas.

La zafra de 1983-84 quedó grabada en la historia azucarera guatemalteca, ya que la producción de La Unión sobrepasó el millón de quintales (50,000 toneladas). En 1984 principiaron las aplicaciones de madurante en caña de forma experimental. Una década después, La Unión alcanzó los mejores resultados en toda Centroamérica, liderando la extracción de azúcar por tonelada de caña molida. En 1987, en medio de un proceso de crecimiento en ambos ingenios, fue contratado como asesor agrícola el ingeniero cubano Eusebio Ricondo, promotor de profundos cambios y exitoso en varias empresas donde prestó sus servicios. En 1990 La Unión inició el Programa Comercial de Generación de energía eléctrica, con el propósito de producir energía eléctrica para servicio local y público. Incluyendo el montaje de la planta eléctrica y la adaptación de la fábrica de azúcar para producir bagazo de caña, como combustible de las calderas de la fábrica y generadores. El 20 de diciembre de 1992 fue inaugurado el primer centro habitacional en finca Los Tarros, al que se sumaron más tarde otros tres, en las fincas

Cristóbal, Tehuantepec y Montealegre, para personal migrante proveniente de diferentes departamentos del país y del extranjero para el corte de caña manual.

Un nuevo registro histórico se logró durante la zafra 1991-92, cuando La Unión superó los dos millones de quintales (100,000 toneladas) de azúcar. En 1992 fue creada la División de Diseño y Obra Civil, para los proyectos de infraestructura, con el propósito de tratar el agua utilizada en el ingenio. En 1993 fue el primer ingenio en el país en adoptar el Programa de Manejo Integrado de Plagas, con la instalación de un laboratorio de parasitoides y hongos. En la zafra 1993-94 La Unión alcanzó un tercer lugar en producción de azúcar a nivel de ingenios de Guatemala, con un promedio diario de 9,478 toneladas de caña molida y producidos 21,300 quintales (1,065 toneladas) de azúcar.

El 24 de abril de 1994, la Empresa Eléctrica de Guatemala y el Ingenio La Unión firmaron un contrato de compraventa de energía eléctrica, mediante el sistema de cogeneración, que consiste en la quema de bagazo de caña como principal combustible para las calderas. La energía calorífica del bagazo se transforma en energía mecánica y eléctrica por medio de turbogeneradores, transmitiendo la misma a una subestación, que se conecta la EEGSA.

La zafra 1994-95 significó para La Unión un nuevo record histórico, al sobrepasar los 3.1 millones de quintales (155,000 toneladas) de azúcar, cultivando el 12% de la caña de azúcar en Guatemala y elaboró un 13.5% del total de azúcar del país, lo que le significó el primer lugar en rendimiento a nivel nacional, moliendo 1.4 millones de toneladas de caña, coincidiendo estos logros con otro record de productividad, pues se necesitaron solo 121 días para moler un millón de toneladas de caña.

Nuevos éxitos de producción se registraron en la zafra 1996-97, en el que La Unión rompió sus records de caña molida con 1.7 millones de toneladas y una producción de azúcar 3.7 millones de quintales (185,000 toneladas), misma que no era superada desde la zafra 1994-95. En la zafra 1997-98, La Unión y Los Tarros produjeron en conjunto, 5 millones de quintales (250,000 toneladas), la mayor producción en su historia. Individualmente La Unión superó en esa zafra los 4 millones de quintales de

azúcar (200,000 toneladas). En el 2001 La Unión empezó a administrar Los Tarros, de tal forma que ambos ingenios se fusionaron en una sola empresa, dando inicio un programa para aumentar la productividad en el área de agricultura de precisión, promovido por el asesor colombiano, Dr. José Humberto Ospina.

En la zafra 2002-03 La Unión y Los Tarros produjeron en conjunto 4.6 millones de quintales (230,000 toneladas) de azúcar y molieron más de 2 millones de toneladas de caña, con un rendimiento promedio de 230.79 libras (104.90 kg) de azúcar por tonelada de caña. Esta producción fue en su momento la tercera más alta en la historia de la empresa. En 2004 La Unión rompió todos sus records de producción y logró su mejor y más grande zafra. De acuerdo con la calificación de CIASA, La Unión obtuvo el primer lugar entre los ingenios azucareros del país. Alcanzado esa posición seis veces durante los últimos siete años (Molina, 2005).

Algunos ingenios implementaron medidas con la intención de reducir el trash mineral por medio del sistema de cosecha de chorra discontinua, pero no obtuvieron los resultados esperados, solo incrementaron los costos de operación. En la zafra 2001-2002 en el Ingenio La Unión, el Dr. José Humberto Ospina (asesor), introdujo el diseño de apiladores de tipo trineo para las cargadoras Vanguard 1600, con el objetivo de reducir la cantidad de piedras que ingresaban a los molinos. Por diversos inconvenientes no generó los beneficios esperados. Para el funcionamiento del apilador de tipo trineo se realizaron 10 versiones y aún se sigue modificando para mejorar su desempeño, lo que pretende esta tecnología es lograr levantar la caña del suelo, sin ser arrastrada, hacia la mesa del apilador, donde la tenaza de la cargadora toma la uñada de caña sin tocar el suelo y reducir la cantidad de material de origen mineral que llega a la fábrica. Para la zafra 2004-2005 se estableció como prioridad el desarrollo de los apiladores de tipo trineo, para reducir el contenido de tierra en el sistema a granel chorra continua. En la zafra 2005-2006 se realizaron evaluaciones de los apiladores de tipo trineo en cargadoras Vanguard V 3504 y Cameco SP 2254, a nivel comercial. En la zafra 2007-2008 se trabajó con apiladores de tipo trineo en todos los frentes de cosecha a granel chorra continua (Atagua, 2012).

7.2 RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

En el Ingenio La Unión era necesario documentar el impacto económico en la reducción del trash mineral utilizando apilador de tipo trineo en cargadoras de caña, teniendo como objetivos específicos estimar la eficiencia en toneladas de caña por viaje, los contenidos de materia extraña de origen mineral, establecer ventajas y desventajas, y el impacto económico en la reducción del trash mineral al implementar el apilador de tipo trineo.

Por tal razón, las variables respuesta fueron, toneladas de caña por viaje, porcentaje de trash mineral, eficiencia de toneladas por hora y los costos de implementación del apilador convencional y el de tipo trineo en cargadoras de caña.

7.2.1 Rendimiento de toneladas de caña por viaje

El rendimiento de toneladas de caña por viaje se determinó en la báscula, al pesar el equipo cargado con caña y posteriormente se pesó el equipo sin carga, para el respectivo destare, la dimensional que se utilizó fue toneladas de caña, utilizando los dos tipos de apiladores, convencional y de trineo en cargadoras de caña de azúcar (cuadro 2).

Cuadro 2. Peso promedio (toneladas de caña por viaje) con dos tipos de apiladores, convencional y de trineo, en cargadoras de caña. 2006-2008.

Semana de estudio	Apilador convencional zafra 06-07	Apilador de trineo zafra 07-08
1	82.40	75.74
2	75.26	74.41
3	70.01	80.51
4	64.66	80.14
5	71.88	60.56
6	69.81	70.51
7	62.96	77.71
8	61.57	79.65
9	55.43	80.78
10	86.26	67.36
11	65.06	81.72
12	73.77	75.83
13	71.66	69.02
14	76.19	74.06
15	78.27	74.89
16	67.64	70.63
17	77.00	80.69
18	66.43	67.55
19	66.76	69.13
20	60.78	61.16
21	66.20	49.54
22	72.71	63.90
Promedio	70.12	72.07

En el cuadro 2 se observan las toneladas de caña por viaje (promedio semanal), muestra que la utilización del apilador de tipo trineo, provocó aumento de las toneladas por viaje, se puede apreciar en el promedio de las 22 semanas que comprenden cada una de las zafras, en la zafra 06-07 el promedio fue de 70.12 toneladas por viaje, mientras que en la zafra 07-08 aumentó a 72.07 toneladas por viaje.

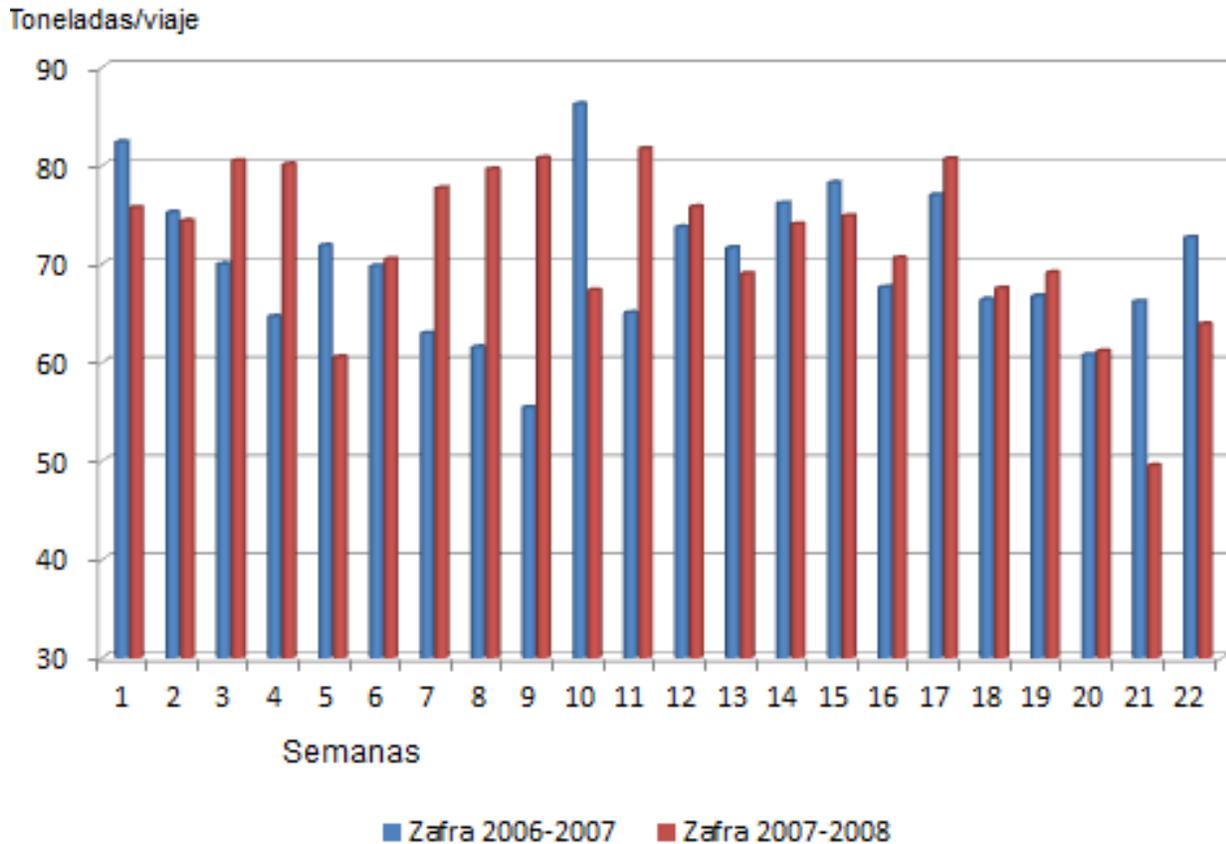


Figura 2. Peso promedio (toneladas de caña por viaje) con dos tipos de apiladores, convencional y de trineo en cargadoras de caña.

En la figura 2 se observa el caso de las columnas de color azul que representan la zafra 2006 – 2007 con el uso del apilador de tipo convencional. El caso de las columnas de color rojo que representan la zafra 2007 – 2008, ya con el tipo de apilador de trineo. Se observa que el uso del apilador de trineo en dicha zafra, en promedio, de las semanas, fue superior al apilador de tipo convencional.

Cuadro 3. Análisis de pruebas pareadas por medio de T Student al 95%, con los datos de toneladas de caña por viaje, utilizando cargadoras de caña con apiladores de tipos convencional y de trineo 2006 – 2008.

	Apilador convencional	Apilador trineo
Media	70.1231	72.0673
Varianza	54.4284	66.8996
Observaciones	22	22
Coeficiente de correlación Pearson	-0.0498	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	21	
Estadístico t	-0.8081	
P(T<=t) una cola	0.2140	
Valor crítico de t (una cola)	1.7207	
P(T<=t) dos colas	0.4281	
Valor crítico de t (dos colas)	2.0796	

Analizando el cuadro 3 de análisis estadístico de T Student se observa que en la muestra (N = 22) los datos se correlacionan significativamente a nivel de 0.05, siendo la media de uso del apilador convencional de 70.12 y en el tipo trineo la media es de 72.06. El resultado del análisis muestra que no existe diferencia entre los apiladores tipo convencional y trineo, con una significancia de 0.42 que es mayor a 0.05.

7.2.2 Porcentaje semanal de trash mineral

En el Ingenio La Unión para el proceso de alce de caña de azúcar se hizo necesario implementar nueva tecnología en los procesos de cosecha. Dicha implementación del apilador de tipo trineo en el alce de la caña, parte del uso de nuevas tecnologías, representa un impacto en el aprovechamiento de los recursos; ya que tiene la finalidad de bajar la cantidad de la materia extraña del tipo mineral.

Cuadro 4. Porcentaje de trash mineral presente en la caña de azúcar que ingresa a la fábrica para el proceso de industrialización. 2006 – 2008.

Semana de estudio	Trash Mineral 06-07	Trash Mineral 07-08
1	0.83	0.87
2	0.70	0.93
3	0.82	0.88
4	0.86	0.95
5	0.90	0.60
6	0.83	0.63
7	0.77	0.70
8	0.63	0.53
9	0.67	0.67
10	0.60	0.61
11	0.63	0.61
12	0.69	0.65
13	0.84	0.65
14	1.06	0.61
15	0.90	0.63
16	0.71	0.58
17	0.64	0.65
18	0.73	0.67
19	0.83	0.64
20	1.00	0.69
21	1.26	0.63
22	1.49	1.34
Promedio	0.84	0.71

En el cuadro 4 se aprecian los promedios de porcentajes de trash mineral semanal de dos zafras, que acompañan la caña que es transportada hacia la fábrica, se observa en dicho cuadro que se ha disminuido de acuerdo al uso del apilador de tipo trineo en comparación con el apilador convencional. En la zafra 2006-2007 el trash mineral en promedio de las semanas fue de 0.84%, mientras que en la zafra 2007-2008 el trash mineral fue de 0.71%.

% trash mineral

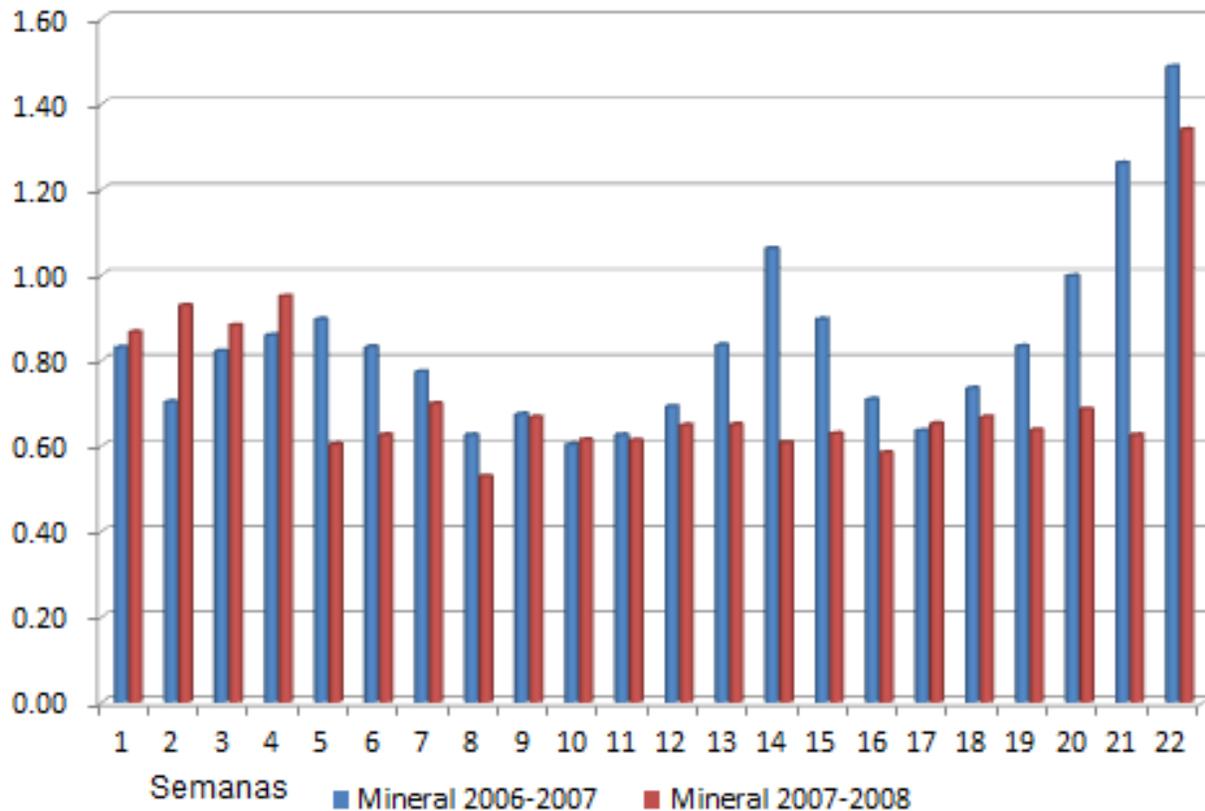


Figura 3. Porcentaje de trash mineral semanal presentes en la caña de azúcar que ingresa a la fábrica.

En la figura 3 se observa que las columnas de color azul representan la zafra 2006 – 2007 con el uso del apilador de tipo convencional. Las columnas de color rojo representan la zafra 2007 – 2008, ya con el tipo de apilador de trineo. Se observa que el porcentaje de trash mineral en la mayoría de las semanas representan una disminución y esto favorece a la fábrica en la recuperación de sacarosa.

Cuadro 5 Análisis de pruebas pareadas por medio de T Student al 95%, con los datos de porcentajes de trash mineral semanal, utilizando cargadoras de caña con apiladores de tipos convencional y de trineo 2006 – 2008.

	Trash mineral 06-07	Trash mineral 07-08
Media	0.8356	0.7137
Varianza	0.0461	0.0327
Observaciones	22	22
Coefficiente de correlación Pearson	0.5387	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	21	
Estadístico t	2.9738	
P(T<=t) una cola	0.0036	
Valor crítico de t (una cola)	1.7207	
P(T<=t) dos colas	0.0072	
Valor crítico de t (dos colas)	2.0796	

Analizando el cuadro 5 de análisis estadístico de T Student se observa que en la muestra (N = 22) los datos se correlacionan significativamente a nivel de 0.05, siendo la media de uso del apilador convencional de 0.83 y la de tipo trineo la media fue de 0.71. El resultado del análisis muestra que existe una diferencia en el uso de los apiladores de tipo convencional y trineo, con una significancia de 0.0072, que es menor a 0.05, lo que muestra que existió significancia estadística.

7.2.3 Eficiencia del alce (toneladas de caña por hora)

Para el proceso de alce de caña de azúcar fue necesario conocer la eficiencia en cargadoras de caña, utilizando dos tipos de apilador, convencional y trineo, en rendimiento de toneladas de caña por hora, en los años de estudio.

Cuadro 6. Eficiencia de alce (toneladas de caña por hora), cargadora 10201 utilizando dos tipos de apilador, convencional y trineo. 2006 – 2008.

Semana de estudio	Toneladas/hora 06-07	Toneladas/hora 07-08
1	75.24	80.14
2	77.74	78.58
3	62.48	71.13
4	82.51	80.03
5	73.28	81.60
6	71.50	70.66
7	67.62	94.47
8	66.37	96.74
9	72.53	79.07
10	67.14	75.78
11	67.37	73.68
12	65.67	75.41
13	66.31	66.39
14	75.11	76.24
15	79.89	77.50
16	66.11	72.73
17	70.25	54.10
18	57.38	73.65
19	74.92	72.84
20	61.55	61.26
21	83.49	74.57
22	62.32	84.95
Promedio	70.31	75.98

En el cuadro 6 se aprecian los promedios de toneladas de caña por hora en dos zafras, en este estudio fue necesario conocer la eficiencia de la cargadora 10201, se observa en dicho cuadro que en la mayoría de los promedios semanales hubo un aumento en la eficiencia con el uso del apilador de tipo trineo, ya que en la 2006-2007 la eficiencia en promedio fue de 70.31 toneladas por hora, mientras que en la zafra 2007-2008 fue de 75.98.

Toneladas/hora

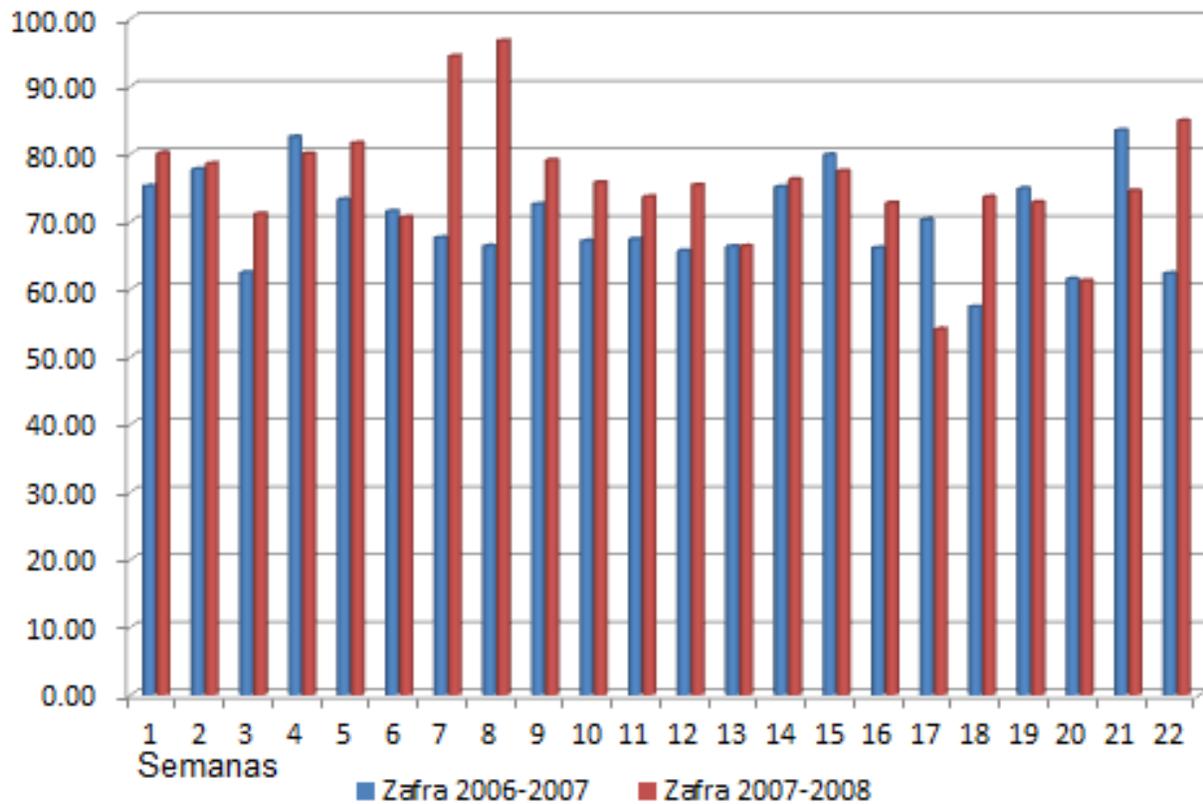


Figura 4. Eficiencia en toneladas de caña alzada, por hora utilizando dos tipos de apilador, convencional y trineo.

En la figura 4 se observan el caso de las columnas de color azul representan la zafra 2006 – 2007, con el uso del apilador de tipo convencional. El caso de las columnas de color rojo representan la zafra 2007 – 2008, ya con el tipo de apilador de trineo. La eficiencia en toneladas de caña por hora, en la mayoría de las semanas, indica que hubo un aumento de las toneladas alzadas por hora en la zafra 2007 – 2008, con el uso del apilador de tipo trineo.

Cuadro 7. Análisis de pruebas pareadas por medio de T Student al 95%, con los datos de eficiencia de toneladas de caña alzadas por hora, utilizando cargadora de caña 10201, con apiladores de tipos convencional y de trineo 2006 – 2008.

	Toneladas/hora 06-07	Toneladas/hora 07-08
Media	70.3084	75.9778
Varianza	48.5222	86.1999
Observaciones	22	22
Coeficiente de correlación Pearson	0.1078	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	
Grados de libertad	21	
Estadístico t	-2.4197	
P(T<=t) una cola	0.0123	
Valor crítico de t (una cola)	1.7207	
P(T<=t) dos colas	0.0247	
Valor crítico de t (dos colas)	2.0796	

El análisis estadístico de T Student permite observar que en la muestra (N = 22) los datos se correlacionaron significativamente a nivel de 0.05, siendo la media de uso del apilador convencional de 70.30 toneladas/hora y la de tipo trineo de 75.97 toneladas/hora. El resultado del análisis muestra que existe una diferencia en el uso de los apiladores de tipo convencional y trineo, con una significancia de 0.024, que es menor a 0.05, lo que demuestra que existió significancia estadística.

Cuadro 8. Eficiencia de alce semanal (toneladas de caña por hora), cargadora 10207 utilizando dos tipos de apilador, convencional y trineo. 2006 – 2008.

Semana de estudio	Toneladas/hora 06-07	Toneladas/hora 07-08
1	81.61	87.48
2	95.10	80.92
3	73.20	75.11
4	91.50	81.48
5	80.72	82.19
6	76.38	73.56
7	75.19	91.35
8	74.81	89.92
9	85.24	84.18
10	70.24	76.17
11	71.60	76.58
12	69.70	82.91
13	69.66	73.63
14	72.83	75.17
15	85.82	82.31
16	69.41	75.89
17	73.08	72.87
18	61.58	71.55
19	84.93	75.57
20	74.79	61.20
21	85.95	76.61
22	65.72	82.82
Promedio	76.77	78.61

En el cuadro 8 se aprecian los promedios de toneladas de caña alzadas por hora en dos zafras; en este estudio fue necesario conocer la eficiencia de la cargadora 10207, se observa en dicho cuadro que, en 12 semanas en promedio hubo un aumento en la eficiencia, 10 semanas en promedio fue al contrario en donde no hubo aumento de eficiencia, con el uso del apilador de tipo trineo. En la 2006-2007 en la eficiencia en promedio de las semanas fue de 76.77 toneladas/hora, mientras que en la zafra 2007-2008 fue de 78.61 toneladas/hora.

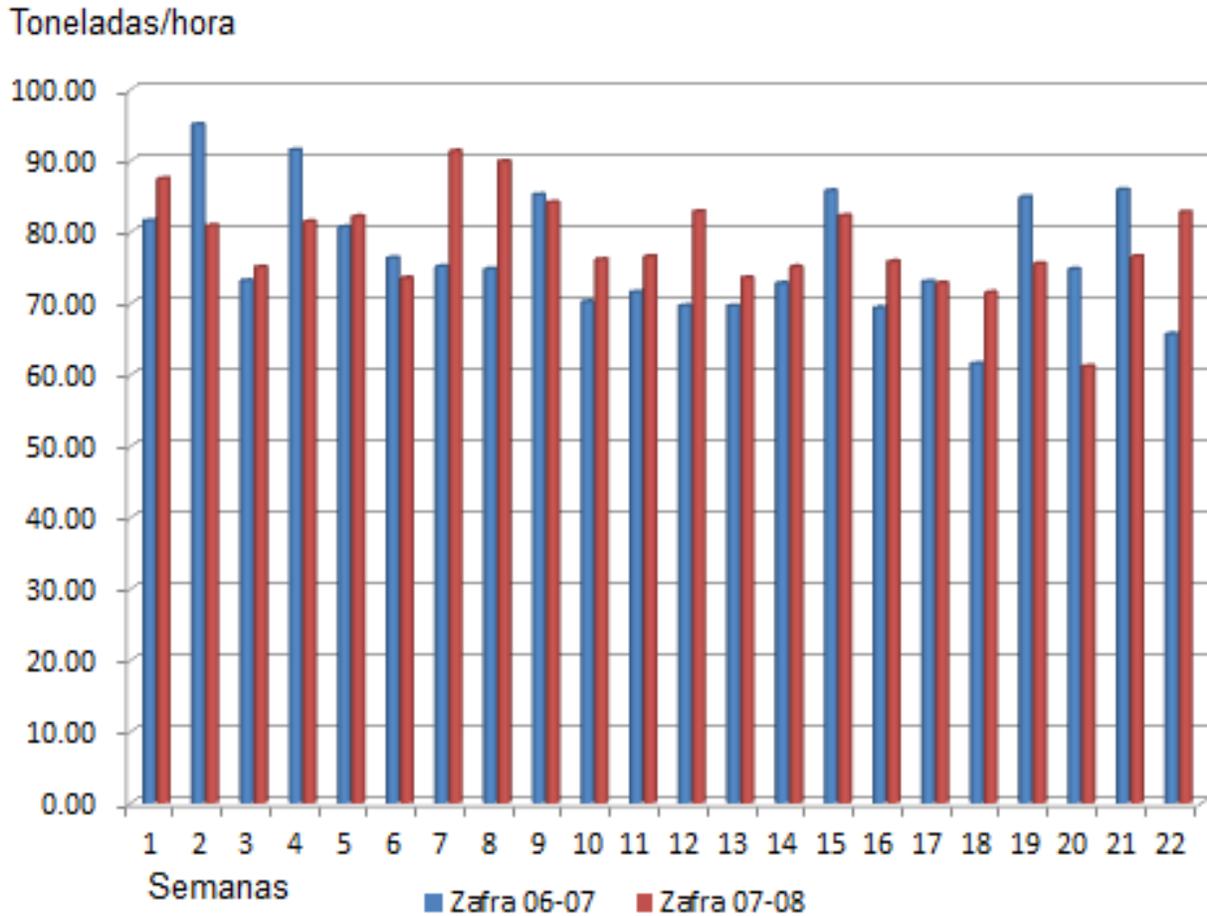


Figura 5. Eficiencia de alce en toneladas de caña alzada, por hora utilizando dos tipos de apiladores, convencional y trineo.

En la figura 5 se observa el caso de las columnas de color azul representan la zafra 2006 – 2007 con el uso del apilador de tipo convencional. El caso de las columnas de color rojo representan la zafra 2007 – 2008, ya con el uso del apilador de tipo trineo. En donde la eficiencia en toneladas de caña por hora, en 12 semanas hubo aumento de las toneladas alzadas por hora y en 10 semanas no generó aumento en la eficiencia en toneladas de caña por hora.

Cuadro 9. Análisis de prueba pareada por medio de T Student al 95%, con los datos de eficiencia de toneladas de caña alzadas por hora, utilizando cargadora de caña 10207, con apiladores de tipos convencional y de trineo, 2006 – 2008.

	Toneladas/hora 06-07	Toneladas/hora 07-08
Media	76.7749	78.6114
Varianza	72.6351	46.0699
Observaciones	22	22
Coeficiente de correlación Pearson	0.2738	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	
Grados de libertad	21	
Estadístico t	-0.9234	
P(T<=t) una cola	0.1831	
Valor crítico de t (una cola)	1.7207	
P(T<=t) dos colas	0.3663	
Valor crítico de t (dos colas)	2.0796	

Analizando el cuadro 8 de análisis estadístico de T Student, se observa que en la muestra (N = 22) los datos se correlacionan significativamente a nivel de 0.05, siendo la media de uso del apilador convencional de 76.77 toneladas/hora y la de tipo trineo la media fue de 78.61 toneladas/hora. El resultado del análisis muestra que no existe diferencia en el uso de los apiladores de tipo convencional y trineo, con una significancia de 0.36, que es mayor a 0.05, lo que demuestra que no existió significancia estadística.

7.2.4 Costos en la implementación de cada tipo de apilador

Es la inversión económica que conlleva la implementación de cada tipo de apilador, trineo y convencional en cargadoras de caña de azúcar.

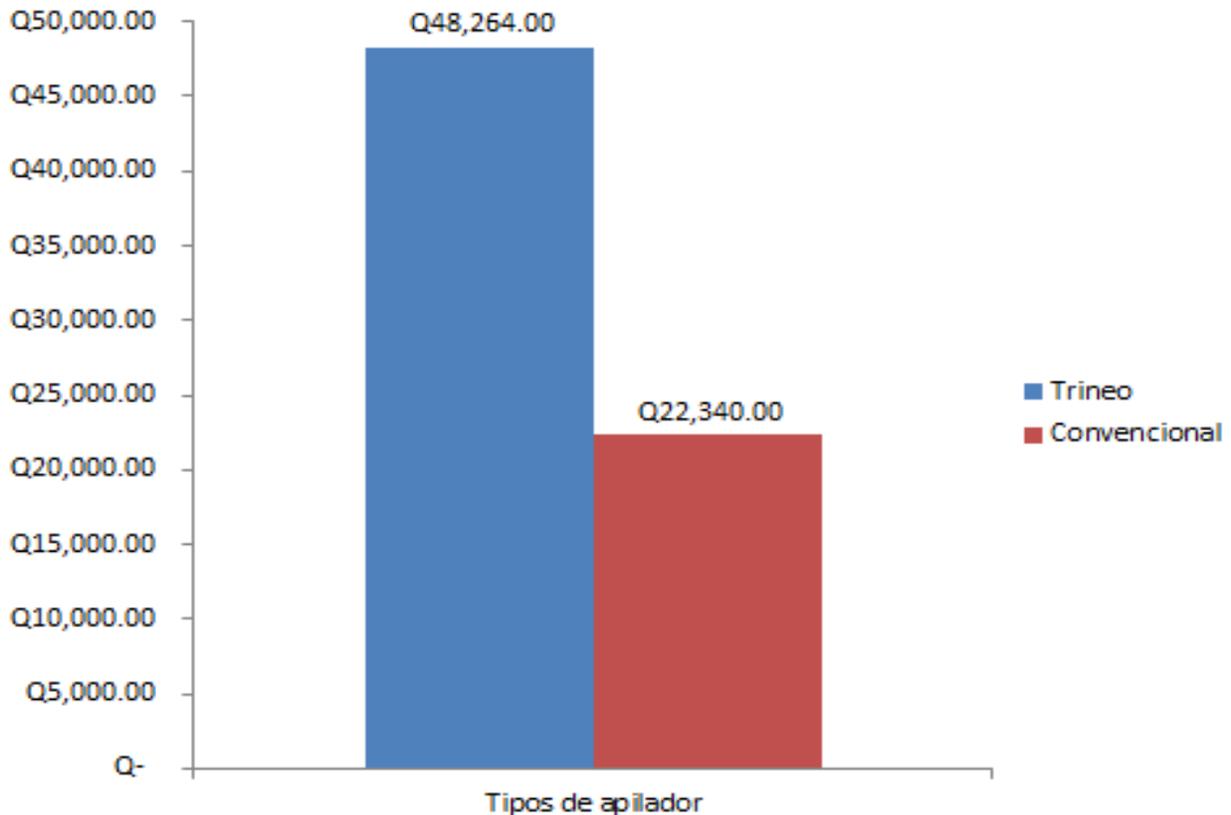


Figura 6. Costo comparativo de implementación de apiladores de tipos trineo y convencional en cargadoras de caña 10201 y 10207. 2006-2008.

En la figura 6 se observa el caso de la columna de color azul representa el costo de la implementación del apilador de tipo trineo, la columna de color rojo representa el costo del apilador de tipo convencional. Aunque el costo es elevado de dicho apilador de trineo pero es permanente en la cargadora de caña.

7.2.5 Análisis económico

Por medio de un análisis económico para los costos de operación de los dos tipos de apilador, convencional y trineo en cargadora de caña de azúcar. Los resultados obtenidos del trash mineral de los años de estudio. Con los costos generales que se dan en la agroindustria azucarera utilizando como referencia datos del Ingenio La Unión.

Uno de los componentes que influyen sobre el rendimiento del azúcar a nivel de core sampler es el trash mineral, en donde 1% de tierra es el equivalente de baja de 1.69 kilogramos de azúcar por tonelada de caña (ATACA-ATAGUA, 2002).

Las perspectivas de otro excedente de azúcar consecutivo para 2007/08 debilitan los precios internacionales. En junio de 2007 los precios mundiales del azúcar descendieron a 9.29 centavos de dólar EE.UU. por libra, o sea cerca de un 52 % menos que las altas, sin precedentes en 25 años, alcanzadas a principios de 2006. Tras haberse recuperado en julio a 10.17 centavos de dólar EE.UU por libra, los precios bajaron a 9.81 centavos de dólar EE.UU por libra en agosto y a 9.76 centavos de dólar EE.UU por libra en septiembre, lo que arroja un precio medio para los nueve primeros meses de 2007 (enero-septiembre) de 10.01 centavos de dólar EE.UU por libra, un 37 % menos que el precio promedio correspondiente al mismo período de 2006 (FAO, 2007).

Cuadro 10. Análisis económico para los costos de operación de dos tipos de apilador, convencional y trineo, en cargadora de caña de azúcar, en Ingenio La Unión, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla 2006 – 2008.

Apiladores de tipo	Convencional	Trineo
Total toneladas diaria	2,200	2,200
Trash mineral promedio	0.84%	0.71%
Pérdida de azúcar/toneladas en core sampler	1.42 kg	1.20 kg
Días de zafra	154	154
Total toneladas por zafra	338,800	338,800
Total de pérdida de azúcar	481,096 kg	406,560 kg
Precio de azúcar en \$ por kilogramos	0.22	0.22
Total de pérdida en \$ por trash mineral	105,841.12	89,443.20

En el cuadro 10 se aprecia la pérdida económica que genera el trash mineral, con el uso del apilador convencional, el cual refleja una pérdida total de \$105,841.12 para la zafra 2006-2007 y en la zafra 2007-2008, ya con el uso del apilador de trineo, la pérdida se redujo a \$89,443.20. Al comparar las pérdidas que generan cada uno de los tipos de apiladores se puede concluir que es recomendable el uso del apilador de tipo trineo en cargadoras de caña.

Cuadro 11. Costo de implementación del apilador, de tipo trineo en cargadoras de caña y su beneficio económico.

Costo de dos apiladores de tipo trineo en Q.	Perdida en Q. por trash mineral, tipo convencional	Perdida en Q. por trash mineral, tipo trineo	Diferencia entre dos tipos de apiladores en Q.
96,528.00	825,560.73	697,656.96	127,903.77

En el cuadro 11 se aprecia el costo de implementación del apilador de tipo trineo, del cual cada frente de cosecha se utilizan dos cargadoras de caña, para un total de Q96,528.00. Y se puede observar las pérdidas económicas por cada tipo de apilador. El de tipo convencional generó una pérdida de \$105,841.12 (Q825,560.73) y el de tipo trineo generó una pérdida de \$89,443.20 (Q697,656.96). Debido a la implementación

del apilador de tipo trineo se logró obtener una diferencia económica positiva de Q127,903.77. Ya que el trash mineral se logró reducir de 0.84% a 0.71%.

VIII. CONCLUSIONES

- El uso del apilador de tipo trineo en cargadoras de caña, es parte de nuevas tecnologías en alce de caña, la eficiencia en promedio semanal, se vio aumentada de 70.12 a 72.07 toneladas de caña por viaje.
- Luego de la implementación del apilador de tipo trineo, se estableció que el uso muestra disminución de costos de Q 127,903.77 comparada con el apilador de tipo convencional, debido a la disminución del trash mineral.
- Hay que considerar que los costos iniciales en la implementación del apilador de tipo trineo son mayores con relación a la implementación del apilador convencional, pero que el mismo es recuperado en la disminución del porcentaje de trash mineral de 0.84% a 0.71%.
- Dentro de los alcances del cambio realizado en el tipo de apilador en alce de caña de azúcar, se mencionan la reducción en los niveles de trash, principalmente tierra, con lo que se evita pagar trash como caña cortada, alzada y transportada, que favorecen los procesos en fábrica, impactando positivamente en los costos de producción de azúcar.

IX. RECOMENDACIONES

- Estudiar permanentemente mejoras al sistema de apilador de tipo trineo en alce de caña, con el objetivo de maximizar los rendimientos obtenidos con el sistema de apilador actual, para poder paliar los constantes incrementos en los costos de producción del cultivo de la caña de azúcar.
- Se recomienda el uso del apilador de tipo trineo en el proceso de alce de caña, ya que en el estudio realizado muestra los beneficios obtenidos en el aumento de toneladas de caña por viaje, la reducción del trash de tipo mineral y el aumento de toneladas de caña alzadas por hora.
- Con la intención de mejorar la eficiencia en la operación de maquinaria de alce, se debe extender los estudios a otros tipos de ambientes, con otros modelos de cargadoras, ya que dicho estudio se realizó con cargadoras John Deere de serie SP 2254.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Aquino, B. (2010). Fincas estratos altitudinales elaboración de mapas y área total de caña cosechada (entrevista). Departamento de Ingeniería Agrícola, Ingenio La Unión, S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.
- ASAZGUA. (2010). Boletín estadístico de Producción. (En Red). Consultado el 10 de septiembre de 2013. Disponible en: www.asazgua.com
- ASAZGUA. (2012). Boletín Estadístico. Producción de caña molida, azúcar y rendimiento. Cuadros finales, Comparativo de producción. 1995/96 - 2010/11, Simposio análisis de zafra. 07 p.
- ATACA – ATAGUA. (2002). Memoria Técnica, Congreso de técnicos azucareros de Centroamérica, 355 p.
- ATAGUA. (2012). *Historia del apilador de trineo*. Consultado 15 de agosto de 2013. Disponible en www.atagua.org.gt.
- Borja, I. (1992). Metodología para la Evaluación de la Materia Extraña en la Cosecha de la Caña de Azúcar. Saccharum sp. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 101 p.
- Casselet, C. y Torres, J. (1995). El Cultivo de la Caña en la Zona Azucarera de Colombia. Cali. CENICAÑA. Colombia. 412 p.
- CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar) (2005). Guatemala con fines de investigación de enfermedades de la caña de azúcar. Guatemala, Gt. Documento técnico No.6
- CENICAÑA (Centro de Investigaciones de la caña de azúcar de Colombia). Informe anual 2005. 57 p.
- Chacón, F. García, E. y Meléndez, O. (1998). Cosecha, Corte, Alce y Transporte Universidad del Valle de Guatemala, Maestría en Tecnología e Ingeniería Cañera. 53 p.
- Domínguez, P. y Cárdenas, A. (1981). La Cosecha de la Caña de Azúcar. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Industrialización de la Caña, Medellín, ICA. p. 275-285.
- FAO. (2007). Análisis de los mercados mundiales. (En Red). Consultado el 11 de octubre de 2014. Disponible en: www.fao.org
- Fors, A. (1983). La Calidad de la Caña de Azúcar que Entra en Fábrica con Relación a la Cosecha Mecanizada. La Materia Extraña. Sugar Journal 3 (1): 11-13.

- INTECAP, (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad). (1995) Guatemala, "Elaboración de Informes para el Monitor de Corte de Caña de Azúcar". 74 p.
- INTECAP. (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad) (1996) Guatemala, "Sistemas de Corte de Caña de Azúcar con Machete Australiano" 38 p.
- John Deere. (2012). Cargadores SP 2254. Manejo de Caña de Azúcar. Consultado 16 de octubre de 2013. Disponible en www.deere.com.*
- Larrahondo, J. E. y Domínguez, P. (1988). Factores que Afectan la Calidad de la Caña Después del Corte. Cali. Colombia. CENICAÑA. Documento de Trabajo No 174. 22 p.
- Molina, C. (2005). De trapiche a Ingenio. 1era edición. Guatemala. Galería. 305 p.
- Morales, M. (1993). Diagnóstico general del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) y sus principales problemas. Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, Ingenio Madre Tierra. 50 p.
- Oviedo, M. (2002). Determinación de la Calidad y la Cantidad de la Materia Extraña Presente en las Entregas Comerciales de Caña de Azúcar (*Saccharum sp*) en el Ingenio La Argentina, Grecia, Costa Rica. Tesis para Optar al Grado de Bachiller en Agronomía, San Carlos. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Peralta, D. (2004). Pérdidas de caña por transporte hasta el despunte (entrevista). Finca Río Lindo, La Gomera, Escuintla, Guatemala, Ingenio Madre Tierra, Departamento de Cosecha, Gerencia.
- Pérez, S. Calero, C.X. y Jaramillo, J.M. (2000). Manejo de envases plásticos de agroquímicos. Carta Trimestral CENICAÑA 22(4):25-27 p.
- Recinos, M. (2000). Comportamiento de los diferentes sistemas de corte de caña en Guatemala. Congreso de Tecnología Azucarera en Centroamérica y Panamá (2000, Guatemala, Guatemala) Memorias. Guatemala, ATAGUA. 27 p.
- Rozeff, N. (1995). Basura. Maldición o Bendición. Primera Parte. Sugar Journal. 58 (3) 9 p.
- Subiros, F. (1995). El Cultivo de la Caña de Azúcar. San José, Costa Rica. EUNED. 441 p.
- Superintendencia de Bancos, GT. (2011). Análisis de sectores económicos. Sector azucarero. (en línea). Guatemala. GT. Consultado 1 jun. 2012.

Varela, L.C. (1992). Fábrica de Azúcar y Materia Prima. Reducción de los Costos en el Proceso Integrado. Tucumán, Argentina. Reunión Técnica. Bases para la Reducción de Costos en la Cosecha y Transporte de la Caña de Azúcar. Tucumán, Argentina. Trabajos Presentados. Tucumán. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, 85-95 p.

XI. ANEXOS

Cuadro 1. Diseño de ficha hemerográfica

Nombre del autor	
Título del artículo	
Nombre del documento	
País donde se publica	
Institución que lo edita	
Fecha de edición	
Número de páginas del documento	
Año y número de documento	
Observaciones	