

11821  
15

P



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN**

**“ORGANIZACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ASISTENCIA  
TÉCNICA A PRODUCTORES DE CAÑA DE AZÚCAR  
EN LA UNIÓN LOCAL DE PRODUCTORES DE CAÑA  
DE AZÚCAR C.N.P.R.F.N.O.C. DEL  
INGENIO PUJILTIC, S.A.”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**PRESENTA:  
RAMÓN MACIAS GUILLEN**

**ASESOR DE TESIS:  
ING. CONSUELO PANIAGUA CRUZ**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

B



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijangre,  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 26 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Organización, Administración y Asistencia Técnica a Productores de  
Cana de Azúcar en la Unión Local de Productores de Cana de Azúcar  
C.N.P.R.F.N.O.C. del Ingenio de Pujilic, S.A.

que presenta el pasante: Ramon Mauras Guillén  
con número de cuenta: 7417925-3 para obtener el título de:  
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlan Izcalli, Méx. a 2 de Mayo de 2003

PRESIDENTE	<u>Ing. Carlos G. Deolarte Martínez</u>	
VOCAL	<u>Ing. Edgar Ornelas Díaz</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Consuelo Paniagua Cruz</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Raúl Espinoza Sánchez</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>M. I. Carlos Gómez García</u>	

9

***"La educación no es adiestramiento, sino mas bien el proceso que nos da elementos para dialogar con nosotros mismos. Con un amigo y con una idea"***



## **DEDICATORIA**

***En memoria y con respetuosa gratitud a mi querida madre por haber hecho de mí un hombre de bien:***

***Profra. Mercedes Guillén Pinto. (+).***

***Con cariño para mis hermanos:***

***María Antonieta y Wilio (+).***

***Alfredo y Pepi***

***María Eugenia y Fernando.***

***Para mis tíos y tías con un sincero agradecimiento.***

***Con especial gratitud a mis primos:***

***Ing. Walter Pinto Guillén.***

***Ing. Mario Guillén Espinosa***

***A mis compañeros de la Facultad:***

***Ing. Consuelo Paniagua Cruz***

***Ing. Marco Antonio Espíndola Castro***

***Con respeto a mis Maestros-***

***A mi querida Escuela:***

***F.E.S. C. U.N.A.M.***

***Para todas las personas, amigos, compañeros de escuela que de una u otra forma influyeron en mí, para mi bien.***

# **PAGINACIÓN DISCONTINUA**

## TABLA DE CONTENIDO.

	Página.
RESUMEN	iii
1. INTRODUCCION	5
1.1. Antecedentes	6
1.2. Objetivos	
271.3. Hipótesis	8
2. REVISION DE LITERATURA	9
2.1. Limpieza de la caña	9
2.2. Sistemas para evitar la tierra y piedras en alce mecánico de la caña de azúcar	10
Mecanización de la cosecha de la caña de azúcar.	11
2.4. Conversión de cargadoras de caña en excavadoras de zanjas.	15
2.5. Síntesis de la U.L.P.C.A.C.N.P.R.F.N.O.C.	16
3. MATERIALES Y METODOS	17
3.1. Materiales.	17
3.2. Limpieza de la caña	19
3.2.1. Quemá de la caña	19
3.2.2. Limpieza de la caña en seco.	22
3.2.3. Lavado de la caña de azúcar	25
3.3. Sistemas para evitar la tierra y piedras en el alce mecánico de la caña de azúcar.	26
3.3.1. Sistema de contenedores	26
3.3. Sistema de bulteo sobre manojos	28
3.4. Mecanización de la cosecha de la caña de azúcar	32
3.4.1. Análisis de los diferentes sistemas de cosecha.	32
3.4.1.1. Corte y acomodo manual. alza mecánica.	32
3.4.1.2. Corte mecánico, acomodo manual y alce mecánico	33
3.4.1.3. Corte y acomodo mecánico. Alza mecánica	34
3.4.1.4. Cosecha integral mecánica	39
3.5. Conversión de las cargadoras de caña en excavadoras de zanjas	41
3.5.1. Desarrollo del diseño	43
3.5.1.1. Especificación preliminar de algunos requerimientos para el preciso diseño de esta propuesta	43
3.5.1.2. Diseño conceptual	43
3.5.1.3. Tipos de maquinaria para el drenaje abierto.	44
3.5.1.4. Tipos de maquinaria para drenaje subterráneo	44

3.5.1.5. Excavadoras de cucharones	44
3.5.1.6. Cargadoras de caña	45
3.5.1.7. Cargadoras de caña convertidas en cargadoras laterales	47
3.5.1.8. Principios suplementarios del diseño	48
3.5.2. Diseño básico y detallado	48
I V. CONCLUSIONES.	55
V. RECOMENDACIONES.	59
VI. LITERATURA CITADA	61

## RESUMEN

Se efectuaron cuatro diseños de equipos para presentarlo a los productores de caña de azúcar C.N.P.R.F.N.O.C. del Ingenio Pujilic, S.A.A y se espera que estos se integren como trabajos rutinarios a muy corto plazo en los campos cañeros de los mismos productores de caña, respetando únicamente con el equipo con que cuentan como son: Tractores, cargadora de caña, Retroexcavadoras, Implementos agrícolas entre otros. Se presento un análisis de diferentes métodos utilizados en los campos cañeros, se evaluó la quema de caña como método común de eliminación de material vegetativo, se analizó la limpieza de la caña en seco efectuada por una máquina cosechadora integral.

También se presentó un sistema para evitar la tierra y piedras en el alce mecánico de la caña de azúcar, estos sistemas son; de contenedoras y de bulteo con manojos, lográndose reducir los costos de cosecha y fletes, mejorando la calidad de la caña, teniendo una molienda más continua al reducir daños a los de cosecha y del ingenio.

Posteriormente se analizaron los diferentes pasos de la mecanización de la cosecha de la caña de azúcar, los diferentes equipos utilizados para mecanizar el alza de caña, cuando el corte y acomodo se realizan manualmente, la parte esencial es el análisis

de los métodos de corte mecánico de caña de diferentes combinaciones como los sistemas convencionales, se discute el problema de cosecha de caña entera y troceada, presentando diferentes sistemas que pueden ser utilizados en las condiciones de caña erecta y acamada.

Se discutió entre los productores cañeros sobre la mejora del proceso de producción, una mecanización adecuada de labores en el campo y el aumento de rendimiento de los suelos. Esto se debe a la carencia de desagües, que provoca un incremento constante de la salinización de los terrenos que en su mayoría son arcillosos, que se refleja en la disminución de los rendimientos, se propuso las posibilidades de aprovechamiento de los equipos existentes únicamente en la zona y se desarrolla una solución por medio de la adaptación de una cargadora de caña en excavadora de zanjas para los fines de drenaje de los campos agrícolas de caña.

Con estos diseños los productores de caña y personal de la unidad industrial, que este trabajo presentado por el autor del presente, traerá beneficios económicos en mayor proporción a los propios productores y las propias uniones cañeras que integran el comité de producción cañera de este ingenio azucarero, por lo cual brindaran el apoyo necesario a sus agremiados para la puesta en marcha de estos diseños únicamente con el equipo existente en esta zona cañera.

## **I.- INTRODUCCION**

### **I.1. ANTECEDENTES.**

El motivo principal que alentó a los productores de caña de azúcar, de la Unión Local de Productores de caña de Azúcar C.N.P.R.F.N.O.C., del Ingenio Pujilite, S.A., sobre algunas alternativas de solución de la mecanización de la caña de azúcar, el autor del presente trabajo con el deseo de aportar soluciones a los problemas que tradicionalmente aquejan a los productores. Esta problemática se puede sintetizar en algunas ocasiones en la baja productividad, sistemas inadecuados de beneficio y deficientes canales de comercialización, el contenido del presente trabajo, al analizar algunos de los problemas que afectan cada una de las etapas de la actividad cañera, tanto en la limpieza, que se presentan en forma detallada, ya que la caña de azúcar debe llegar a los molinos fresca y limpia para asegurar la máxima obtención de azúcar la mejor calidad de caña en cuanto a limpieza se refiere, ya que se puede obtener solamente realizando el corte y la carga manual, cualquier grado de mecanización en la cosecha de caña esta relacionada con la existencia e introducción de materia extraña (puntas de caña, hojas secas y verdes, caña muerta, inflorescencias, malezas, tierra y piedras). La tierra y piedras pueden provocar importantes daños al equipo, dando como resultado paros no programados durante la molienda.

La tierra y piedras se introducen a la caña como consecuencia del uso de maquinaria durante la cosecha de caña entera, las cargadoras que levantan la caña cortada y acomodada sobre el suelo introducen gran cantidad de tierra, ya sea porque se ha adherido a los tallos o porque los elementos de trabajo que se introducen al suelo lo aflojan y lo mezclan, en esta acción, si el terreno es pedregoso se introducen también piedras, por otro lado, si la caña se carga en bultos se presenta el riesgo de levantar las piedras escondidas en ellos, al utilizar cosechadoras integrales, la introducción de tierra y piedras sucede cuando el corte de base se realiza por debajo del nivel del suelo, lo cual es perjudicial tanto para el ingenio como para la máquina misma. En general todos los equipos mecánicos involucrados en la cosecha pueden arrancar las cepas e introducirlos junto con la caña y este ingenio no está ajeno a esta problemática, pues más de un 50% de esta caña es alzada mecánicamente, por lo tanto se ha dado la tarea de encontrar métodos de cosecha que eviten enviar a la planta industrial materiales indeseables, así como también resolver algunos de los problemas de salinización en esta zona mediante conversión y adaptación de equipos existentes en esta zona de influencia.

El autor del presente trabajo y asesor de los productores cañeros presenta cuatro diseños como alternativas de solución para algunos problemas que presentan los productores calificados como urgente, mejorando con esto su producción y economía, existiendo además de estos diseños otros cuatro que en forma sintetizada serán presentadas en el anexo del presente trabajo.

## 1.2. Objetivos

- 1.2.1. Analizar los diversos problemas de mecanización que se presentan en el corte, acarreo y cosecha de la caña de azúcar a los productores de caña de azúcar C.N.P.R.F.N.O.C. en la zona de influencia del Ingenio Pujiltilic, S.A. en el Estado de Chiapas.
- 1.2.2. Presentar el estado de arte de las distintas alternativas de solución en la mecanización de la caña de azúcar a los productores de caña C.N.P.R.F.N.O.C. del Ingenio Pujiltilic, S.A. en el Estado de Chiapas.
- 1.2.3. Establecer alternativas de solución en los problemas de mecanización agrícola a productores cañeros adheridos a la C.N.P.R.F.N.O.C. en la zona de influencia del Ingenio Pujiltilic, S.A.

### 1.3. Hipótesis.

Los cuatro diseños presentados a los productores de caña ha tenido una buena aceptación, ya que pretenden maximizar sus utilidades a un corto plazo, y con el apoyo del Comité de Producción Cañero de esta Unidad Industrial, integrada por: El Sector Industrial (Ingenio), La Unión Local de Productores de Caña de Azúcar C.N.C. (U.L.P.C.A.C.N.C.), La Delegación de Cañeros C.N.P.R. y la propia Unión Local de Productores de Caña de Azúcar C.N.P.R.F.N.O.C. que es la gestora de estos trabajos, con la asesoría del autor del presente se pretende formar grupos por zonas como esta conformado los campos cañeros, estos diseños serán estructurados con los equipos que componen cada frente de corte para las próximas zafas, y con el apoyo del sector comercial como son: New Holanda de México, Jhon Deere, Thomson, 3 M, Cameco, Massey Ferguson, entre otros, se pretende promocionar y capacitar a todos los productores interesados, que en su mayoría cosechan su caña mecánicamente, asimismo se observo el impacto al convertir una cargadora de caña en una excavadora de zanjas para prevenir la salinización y por lo mismo aumentar sus rendimientos de cosecha para sus futuras zafas. Quedando pendientes por el interés de los mismos cuatro diseños más que serán demostrados y se describen en forma sintetizada en el anexo del presente trabajo para ponerlos en marcha en esta zona de influencia que es una de las más potenciales del Estado de Chiapas.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. Limpieza de la caña.**

(Lewinski Juliusz, 1992), nos señala que la limpieza de la caña o la remoción de materias extrañas se pueden realizar en tres lugares diferentes: En el campo, en el Ingenio antes de entrar a los molinos y en los centros de acopio, sumado a esto se pueden utilizar métodos de limpieza, dependiendo del lugar donde se realice, se pueden distinguir los siguientes métodos de limpieza relacionados al lugar de su aplicación:

- Quemada de caña realizada en campo.
- Limpieza de caña en seco realizada en campo, en centros de acopio o dentro del Ingenio.
- Lavado de caña realizado dentro del Ingenio.

## 2.2. Sistemas para evitar la tierra y piedras en alce mecánico de la caña de azúcar.

(García , 1992) informa en lo referente a los sistemas para evitar tierra y piedras en el alce mecánico, observando que la mecanización de las labores de cosecha ha originado problemas al llevar a los Ingenios materiales no considerados como materia prima para la industria azucarera, provocando daños a los equipos de preparación, molienda, bombas, entre otros. Así como un incremento en el consumo de productos químicos, contaminación e incluso baja calidad del producto final.

(Macías, 1992), indica que en algunos Ingenios del país, no están ajenos a esta problemática, pues un 50% de nuestra caña es alzada mecánicamente, ocasionando la problemática antes descrita, por lo tanto se ha dado la tarea de encontrar métodos de cosecha que evite enviar a la planta industrial materiales indeseables como son piedras y tierra.

(Gómez Juárez, 1992), nos señala dos sistemas de corte manual con alce mecánico que nos da la seguridad de no alzar tierra y piedras, junto con la materia prima, estos sistemas son:

- Sistema de Contenedores.

- Sistema de bulteo con manojos.

Estos sistemas brindan la posibilidad de eliminar totalmente el alce manual, sin el riesgo de introducir tierra y piedras al Ingenio y además no requiere modificaciones en los equipos de alce, ni tener que construir centros de limpieza en los ingenios que tiene un alto costo inicial de mantenimiento y de operación, que incluso pueden presentar problemas de contaminación.

### **2.3. Mecanización de la cosecha de la caña de azúcar.**

(Santillán 1992). La cosecha mecánica de la caña de azúcar presenta tres problemas fundamentales:

a). La caña de azúcar como producto, tiene en la mayoría de los países el más bajo valor de todos los cultivos agrícolas , no encontrando por lo mismo gran interés entre los especialistas del manejo de materiales.

b) La caña de azúcar presenta un problema tridimensional no predecible para la máquina.

c) Cualquier grado de mecanización de la cosecha de caña provoca la introducción de materias extrañas al molino, pérdidas de la caña.

La cosecha de la caña en México se realiza en forma manual, semimecanizada y mecanizada. La cosecha manual normalmente es para aquellas zonas donde las condiciones del terreno impiden el uso de equipos mecánicos. La cosecha semimecanizada es la más común en México, y consiste del corte manual y el alza mecánico de la caña, antes de la cosecha se realiza la quema de los cañaverales, con el fin de eliminar gran parte del follaje de los tallos y después se efectúa el corte manual por medio de un machete. El cortador corta y despunta los tallos y acomoda perpendicularmente a los surcos, juntando en una hilera de caña de 4 a 6 surcos. Posteriormente se realiza el apilado y levante de caña por medio de las cargadoras apiladoras convencionales de uso común en México.

(Galicia Manuel, 1992), señala que en la mayoría de los países la introducción exitosa de la mecanización de la cosecha de la caña ha sido un proceso gradual, normalmente empezando con la mecanización de la carga. La experiencia ha mostrado que la aplicación de las cosechadoras integrales que cortan, limpian trocean y descargan la caña sobre los medios del transporte sin ninguno de los pasos intermedios de la mecanización, ha provocado fracasos y el abandono de la maquina.

En algunas regiones de México, la cosecha de caña se ha mecanizado. La caña se cosecha con máquinas tipo troceadoras, las cuales cortan los tallos al ras del suelo y los introducen por su base al interior de la máquina en forma longitudinal, ahí dentro, los tallos son troceados y luego descargado al medio de transporte.

(Pizarro, 1992), dice que en México es común encontrar el acame por la presencia de vientos, exceso de lluvias o porque los suelos son delgados, en estas condiciones los tallos se ladean y entrelazan unos con otros entre los surcos adyacentes, el problema se intensifica cuando la caña es quemada, pues el follaje ejerce cierto soporte entre los tallos, en estas condiciones, el surco de caña no se visualiza, y lo que se observa es un conjunto denso de tallos cruzados unos con otros. En el corte manual, esta situación no beneficia al cortador, pues tiene que levantar y desenredar los tallos, para luego acomodarlos en hileras. El acame y la quema también provocan que los tallos estén curvados, y durante el corte, su acomodo en la hilera no es adecuado, pues al momento de realizar el apilamiento y el alza mecánica, varios tallos quedan tirado sobre el suelo. Adicionalmente la cosecha semicanizada requiere de gran cantidad de mano de obra, que por temporadas suele ser escasa. Una buena solución a estos problemas, sería la utilización de las cosechadoras troceadoras que han tenido excelentes resultados para caña acamada. Sin embargo, su aplicación esta limitada por las condiciones topográficas de los terrenos, la organización del transporte y recepción de caña dentro del Ingenio, que generalmente implica pérdidas de tiempo entre el corte y la molienda. La caña quemada y troceada debe pasar a la molienda tan pronto como sea cortada, pues al paso del tiempo los dos procesos ocasionan

importantes pérdidas de sacarosa por los problemas anteriores, se nota la necesidad de una máquina cortadora de caña que sea capaz de trabajar en las condiciones descritas, de tal forma que no se desplace la utilización de los equipos de alce mecánico existentes.

(Reyes Francisco, 1992), señala que los métodos existentes para la cosecha de la caña de acuerdo al aspecto de los tallos antes de llegar al Ingenio son: Quemada troceada, verde troceada, quemada entera y verde entera, donde la inversión de sacarosa es más lenta en el último y por ello con mejores perspectivas de aplicación en las próximas zafas. En la cosecha integral de caña verde entera, las organizaciones logisticas son menores, y se resuelven generalmente con pequeños almacenes amortiguadores de caña en el campo y en el batey, asimismo este tipo de cosecha permite un mejor aprovechamiento energético de la caña, pues no sólo se utiliza como materia prima para la obtención de azúcar, sino como una fuente de subproductos potencialmente aprovechables.

(Muñoz Leovigildo, 1992), analiza que la cosecha de caña de azúcar entera comprende el corte y acomodo de la misma para la alza posterior, y descarga sobre los medios de transporte por medio de cargadoras. En México la cosecha de caña entera consiste en el corte manual y la carga mecánica. El cortador corta la caña al ras del suelo y la acomoda perpendicularmente a los surcos en forma continua o en bultos para facilitar así el trabajo de las cargadoras convencionales. Las cargadoras amontonan la caña por medio del trineo y levantan la caña usando la garra suspendida

sobre la pluma. El giro de la pluma a 90° permite descargar la caña sobre los camiones, los cuales se mueven paralelamente a las cargadoras. El principal problema del funcionamiento de las cargadoras es el alto riesgo de la introducción de cepas. Este problema se refleja sobre todo en el trabajo del Ingenio, donde el tiempo perdido debido a las descomposturas o desgastes excesivos de los equipos mecánicos implica grandes pérdidas económicas.

#### **2.4. Conversión de las cargadoras de caña en excavadoras de zanjas.**

(Droszcz, 1992), se refiere a las necesidades de desagüe, a través de la conversión de las cargadoras de caña en excavadoras de zanjas, calcula que durante la temporada de lluvias, aproximadamente el 33% del total de la superficie con producción de caña de los Ingenios que están en operación actualmente en México presentan problemas de drenaje, que varían considerablemente de acuerdo a las propiedades particulares de la zona de abastecimiento. El diseño completo de un drenaje se determina por: El tipo, la magnitud, espaciamiento de los drenes a base de un estudio y análisis de la configuración del terreno y las condiciones climatológicas como son las lluvias y los efectos climatológicos de la zona de abastecimiento.

## **2.5. Síntesis de la Unión Local de Productores de Caña de Azúcar C.N.P.R.F.N.O.C.**

Esta Organización cañera se inició durante los años setentas, fue creada y operada por medio de una comisión tripartita, entre la unión local de productores de caña de azúcar, C.N.C., la Unión Local de Cañeros CNPP- CNOP, y la empresa denominada Ingenio Pujiltic, S.A. Donde unos de sus socios fundadores fue el Sr. Magin Orantes Tovilla, quién fungió como presidente hasta el año de 1998, y su función y objetivos son la de apoyar al productor cañero, en todo lo referente al cultivo y comercialización de la caña de azúcar, asimismo ser apoyados por el Comité de Producción Cañera que esta organización preside, resolviendo todos los problemas de los agremiados por medio del mencionado comité, regidos por un estatuto conocido por decreto cañero, y es operado en todos los ingenios del país. Así esta organización cañera cumple todos los objetivos, que son, el apoyo al productor cañero o en lo referente a la siembra, cultivo y comercialización de la caña de azúcar, en los aspectos de investigación, técnicos y administrativos. Sus iniciales se refieren a: Unión Local de Productores de Caña de Azúcar, de la Confederación de Propietarios Rurales y de Federación Nacional de Organizaciones Campesinas y son dependientes de la Unión Nacional de Cañeros C.N.P.R. Actualmente cuenta con 637 cañeros y una superficie cosechable de 2,370.02 hectáreas. (Orantes, T.M.1995).

### **3. MATERIALES Y METODOS**

Estos diseños fueron presentados a los productores de caña de azúcar agremiados a la Unión Local de Productores de Caña de Azúcar C.N.P.R.F.N.O.C. y realizados en la zona de influencia del Ingenio Pujilic, S.A. Que se encuentra establecido en la depresión central de Chiapas, entre los paralelos 16° 30' y 92° 30', la cual presenta condiciones óptimas para la siembra, cultivo y cosecha de la caña de azúcar, con una altitud media de 635 m.s.n.m. Una temperatura media de 21.4 °C. Con una precipitación pluvial media anual de 1129.7 mm. Y con suelos en su mayoría arcillosos y arcillo-limosos. Los elementos altura y latitud caracterizan la región para la siembra y cultivo de este producto.

#### **3.1. Materiales.**

Los materiales utilizados para los diseños fueron:

- a).- Campos con caña para cosecharse.
  
- b).- Cosechadora de caña marca CAMECO CH2500, con motor caterpillar de 250 h.p. Transmisión de dos desplazamientos por una bomba independiente,

sistema impulsado de dos ruedas con velocidad variable delantero y trasero, con extensiones altas, limpiadores de aire, diferentes velocidades para diferentes caminos, alimentación por rodillos y de tres posiciones. Cosecha programada por zafra de 20,000 a 25,000 toneladas.

c).- Cargadora de caña marca 3M. 6-700. Con motor perkins de 130 h.p. Transmisión reversible a plena potencia con 3 cambios de velocidad acoplada al eje motriz, sistema hidráulico en operación libre de fallas con válvula de control de banco sencillo, cilindros de doble amortiguación . Cosecha programada por zafra de 15,000 toneladas.

d).- Hilos de henequen.

e).- Estructuras metálicas existentes en la región.

f).- Lavadoras neumáticas por aire del Ingenio.

g).- Brazos y cucharones marca New. Holland.

h).- Machetes

i).- Batey de la unidad industrial.

j).- Camiones con redila cañera para transporte de caña

k).- Equipo de apoyo camionetas.

l).- Material humano. 15 cortadores de caña.

### **3.2. Limpieza de la Caña.**

#### **3.2.1. Quema de caña.**

La quema de caña se efectúa en el campo generalmente antes de cortar la caña. Con esta operación se eliminan las hojas secas que representa un 15% de materias extrañas en la caña verde.

El quemar la caña es una operación muy importante para la cosecha mecanizada, teniendo las siguientes ventajas:

- a).- Permite obtener alta capacidad de corte.
- b).- Buena visibilidad y diseños de equipos más sencillos en cuanto a sus sistemas de limpieza empleados.

Sin embargo, la quema de caña presenta algunas desventajas:

- El deterioro de la caña quemada es más rápido que el de la caña verde.
- Contaminación y riesgos de incendios accidentales de superficies colindantes.

- Pérdidas del rendimiento de caña en áreas donde la conservación de humedad es pobre.
- Daños a la estructura y actividad microbiológica del suelo debido a las altas temperaturas.
- Los tallos se acaman y se tuercen debido a la quema dificultando el corte mecánico y provocar que los mecanismos de corte de las cosechadoras introduzcan tierra o piedra.

Con el objetivo de eliminar los inconvenientes mencionados nació el interés por la cosecha de caña en verde efectuada con máquina, siendo sus ventajas principales las siguientes:

a).- Reducción de tiempo perdido en condiciones húmedas.

b).- Reducción de costos en el cultivo debido a la conservación de la paja residual.

La capa residual que se deja sobre el suelo puede tener varias aplicaciones como prevenir la evaporación del agua retenido por el sustrato, mejora la estructura del mismo y como fuente de energía.

Sumado a lo anterior, se observó que la cosecha mecánica de caña verde puede presentar las siguientes dificultades:

- a) Visibilidad limitada en el trayecto de la máquina.
- b) El alto volumen de material vegetativo requiere de mecanismo y escalones de alta capacidad para eliminar paja y puntas.
- c) Los riesgos de incendio debido a la cercanía entre el escape y los mecanismos de limpieza.
- d) Compactación del suelo debido al peso excesivo de la máquina.

Comparando el trabajo de las cosechadoras integrales comerciales que cosechan caña verde y caña quemada, se reportan los siguientes resultados. (escamilla, M.A. 1992).

a).- La capacidad de la cosecha de caña en verde, representa el 45% de la capacidad la cosecha de caña quemada.

b).- La cosecha de caña verde requiere alrededor de 2 veces más combustible por tonelada que la caña quemada.

c).- Las pérdidas por caña dejada en el campo son 2.5 veces mayores cuando se cosecha en verde.

d).- El contenido de paja en caña cosechada en verde, es 38% mayor que en caña quemada.

Como resultado se puede mencionar que la cosecha mecánica de caña verde parece ser poco práctica utilizando la tecnología existente.

### 3.2.2. Limpieza de la caña en seco.

La limpieza de caña en seco se llevó a cabo en campo por la máquina cosechadora, así como en centros de acopio y en el ingenio. El principio de funcionamiento, es igual para todas las máquinas y sólo se presentan diferencias en cuanto a su capacidad de limpieza. Cuadro 1.

Cuadro 1. Capacidad de limpieza de diversos sistemas involucrados. (Gómez, J.I.A. 1992).

Ubicación de Sistemas de Limpieza	Capacidad Ton/hr.	Materia extraña Ton/hr.
Cosechadora mecánica	30	4.5
Centro de acopio	150	22.5
Ingenio	300	45.0

### 3.2.2.1. Limpieza de caña en seco en centros de acopio o dentro del Ingenio.

La limpieza de la caña en centros de acopio o en el Ingenio se efectuó con equipos estacionarios de la región. Las operaciones que se realizaron son el desprendimiento de las materias extrañas unidas a los tallos y la remoción de todas las materias extrañas de la mezcla que forman con la caña.

El manejo de los tallos enteros facilita la separación de las piedras y de la tierra aprovechando la diferencia de tamaño y peso. También el desprendimiento de hojas con equipos mecánicos es más fácil cuando se transporta la caña entera. Aprovechando el punto natural de rompimiento entre los nudos, se puede separar la punta que no fue previamente cortada y su remoción neumática del flujo de caña entera puede ser bastante eficiente. (Muñoz, A.L. 1994).

El corte en trozos es otro método de desprendimiento de las hojas y depende de la longitud de estos, según cuadro de desprendimiento de material vegetativo. El corte en trozos ayuda

También a la remoción neumática que se efectúa generalmente durante la caída del material de un transportador a otro. Aprovechando la disminución de la densidad de la mezcla transportada. (Lewinski, J. 1992).

**Cuadro No. 2 Desprendimiento del material vegetativo.**

Contenido de materias extrañas	Longitud de trozo 6"	Longitud de trozo 15"	Longitud de trozo 24"
Porcentaje total de materia extraña en la caña (%).	26.9	27.4	26.4
Porcentaje de puntas con materias (%)	10.8	11.6	9.8
Porcentaje total de las hojas en las materias extrañas (%).	89.2	88.4	90.2
Porcentaje total de horas desprendidas. (%)	78.5	67.8	65.7

Fuente. (Lewinski, J. 1992).

**Cuadro No. 3. Separación neumática de materias extrañas.**

Longitud de trozo.	6"			15"			24"		
	1	3	6	1	3	6	1	3	6
Boquilla ventilador	1	3	6	1	3	6	1	3	6
Caudal volumétrico (pies <sup>3</sup> /min).	1840	2220	2520	1840	2220	2520	1840	2220	2520
Velocidad de contacto (pies/min.)	5050	4850	3450	5050	4850	3450	5050	4850	3450
Porcentaje total de materias extrañas removidas.	77.3	58.7	52.1	73.8	59.5	33.4	59.4	55.7	44.7
Porcentaje de remoción de materias extrañas previamente desprendidas.	98.3	92.7	76.0	96.4	91.4	67.3	86.9	85.0	76.1

Boquillas del ventilador: 1=1.5"x 18"; 3=3"x18"; 6=6 x 18".

Fuente. (López, I. 1992).

La limpieza de caña dentro del ingenio presenta varias ventajas comparado con la limpieza dentro del campo. El daño mecánico a la caña y su corte en trozos, no produce ningún problema en cuanto a un posible deterioro de la caña, ya que es llevada al molino inmediatamente después de la limpieza. Si las materias extrañas de origen vegetal se pudieran aprovechar dentro del ingenio como fuente de energía, se dejaría de realizar la limpieza de caña verde en el campo, simplificando considerablemente el diseño de las cosechadoras en cuanto a sus dimensiones y potencia instalada en ella.

### 3.2.3.- Lavado de la caña de azúcar.

El lavado de caña se realiza con equipos estacionarios ubicados en los centros de acopio y en el propio ingenio, y permite remover de la mezcla de caña y de materias extrañas, los componentes que no están unidos con los tallos, tales como las hojas ya desprendidas, tierra y piedras. La tierra y piedras se pueden separar de la mezcla por diferencia de densidades haciendo flotar la caña en grandes depósitos de agua. La corriente generada por sistemas de bombeo transporta la caña sobre la superficie del agua y todos los componentes más pesados se precipitan al fondo del depósito. Otros sistema más común que se utiliza en el lavado de la caña es por aspersión de agua directamente sobre los transportadores inclinados.

Los sistemas de lavado dan excelentes resultados con caña quemada, pero en el caso de la caña verde tienen que ser reforzados por los sistemas de limpieza en seco. En

algunos ingenios, el lavado de caña ha dejado de ser usado debido a las leyes de protección al medio ambiente.

### **3.3. Sistemas para evitar la tierra y la piedra en el alce mecánico de la caña de azúcar.**

#### **3.3.1. Sistema de contenedores.**

El principal problema de la caña alzada mecánicamente, es que la alzadora la toma del suelo directamente con ayuda del apilador y este penetra en el suelo aflojándolo de tal manera que la tierra se incorpora al bulto de caña, si el suelo es pedregoso las piedras también se adicionan a la caña. Para evitar esto, se ha tratado de modificar los apiladores y se han logrado algunos avances, pero con ninguno de los diseños se eliminan la totalidad de la tierra y piedra, además de que se requiere de la cooperación del operador y que normalmente no existe. (Gómez, J.I.A. 1992).

Ante esta situación requerimos dar una condición especial al lugar donde se coloca la caña al cortarse que no tenga contacto con el suelo, y que no utilice el apilador, este medio lo logramos con el sistema de contenedores y que describimos a continuación.

El cortador de caña toma seis y ocho surcos por mano o tirada, para ir cortando la caña y depositando en dos estructuras metálicas con una capacidad aproximada de 400 kg. Con esto la caña queda suspendida y separada del suelo 20 cm., por lo que no

hay contacto con la tierra, asimismo la araña de la alzadora no hace contacto con el suelo y no hay riesgo de que arranque las cepas o tome piedras, la caña queda confinada en las estructuras metálicas y no es necesario utilizar el apilador, obteniéndose las siguientes ventajas:

- a). Se puede alzar la caña en terrenos pedregosos.
- b). No dañan las cepas ni se introduce tierra al bulto de caña.
- c). La alzadora puede ser de menor capacidad al no tener que empujar.
- d). Se ahorra combustible.
- e). El tiempo de carga se reduce.
- f). El equipo de alce y el operador trabajan en una atmósfera libre de polvo, alargando la vida del motor.

En nuestra zona de abastecimiento la topografía a veces es accidentada y la alzadora no puede cargar con pendientes pronunciadas, con el sistema de contenedores esto si se puede hacer, aún cuando la alzadora tenga que acarrear la caña hasta donde el camión llegue. Esto se logra colocando los contenedores en forma paralela al surco y la alzadora puede desplazarse en forma perpendicular y no en sentido del surco como se requiere cuando la caña esta engavillada, de tal manera que la máquina no trabaje inclinada hacia sus costados.

Los contenedores son dos estructuras de metal existentes en la región, ligeras, con un peso aproximado de 2.5 kg. c/u, tiene capacidad y resistencia para contener de 400 a

600 kg. de caña, esto esta en función de la longitud de la caña y de lo erecto de esta, los contenedores deben tener una altura y un ancho, que permite a la araña de la alzadora tomar la caña contenida en él.

Para el cortador este sistema no representa un esfuerzo adicional, si se compara con el tradicional bulteo, y es un trabajo que pueden realizar personas muy jóvenes o con edad muy avanzada que no podrían subir la escalera para cargar el camión. Se requiere de una persona que vaya retirando los contenedores, esta persona sustituye a los recogedores en la carga tradicional, por lo que no se incrementan los costos por este concepto, solamente en el traslado de los contenedores al lugar de la alza de caña puede representar un gasto adicional. (Orantes, T.M. 1995). Figura No. 1.

### **3.3.2. Sistema de bulteo sobre manojos.**

Este sistema consiste en hacer dos manojos de caña aproximadamente 25 tallos al iniciar el corte y atarlos con hilo de henequen, se colocan en forma paralela al surco y sobre ellos se deposita la caña que se va cortando hasta formar un bulto de aproximadamente 500 kg., de esta manera la caña queda elevada aproximadamente 15 cm. Sobre el suelo. En este sistema si utiliza el apilador, hace el mínimo contacto con el suelo o porque la araña esta muy por encima de la superficie. El apilador debe ajustarse para que quede liberado unos 5 cm., sobre el suelo. Al estar cargando la máquina recoge únicamente la caña que está sobre los manojos, esto serán recogidos después de pasar la máquina y colocarlos en la siguiente gavilla, está labor

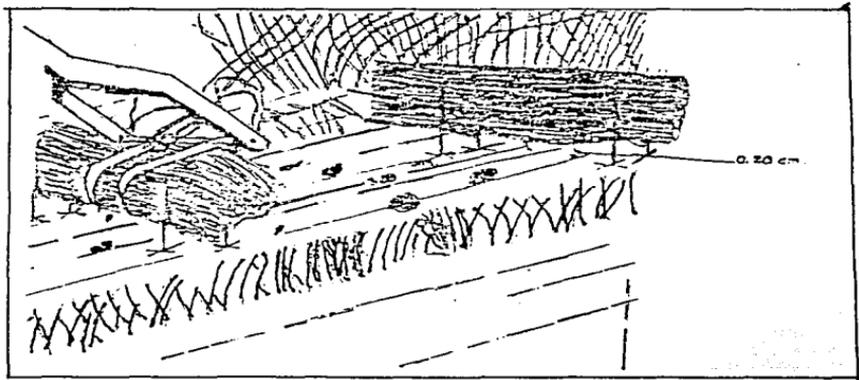
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Figura No. 1. Sistema de contenedores. (Gómez, J.I.A. 1992).

normalmente lo realizan dos personas, que son las que se utilizan para recoger la caña que queda después de pasar la alzadora bajo las condiciones de trabajo. Las ventajas de este sistema son:

- a). Es un sistema barato que elimina principalmente la tierra.
- b). El costo adicional es el de hacer cuatro manojos por tonelada más el valor del hilo del henequen.
- c). Se elimina la destrucción de cepas por el apilador, ahorrando gastos por resiembra y dándole una vida adecuada a la cepa.

Una vez afinada la técnica se hicieron demostraciones a los productores cañeros, quienes consideraron que con esto darán un paso hacia la eficiencia de la cosecha al entregar un producto libre de impurezas. Es muy importante que los productores de caña se interesen por encontrar alternativas para que su producto llegue a la planta como describen los lineamientos para la industria azucarera, y que se tomen en cuenta que cualquier materia que lleven al ingenio van a generar dos problemas:

- Mayores gastos; de transporte, de reposición de equipo, instalación y operación de centros de limpieza.
- Contaminación; por cachaza, de agua cuando se hace el lavado de caña.
- Figura No. 2.

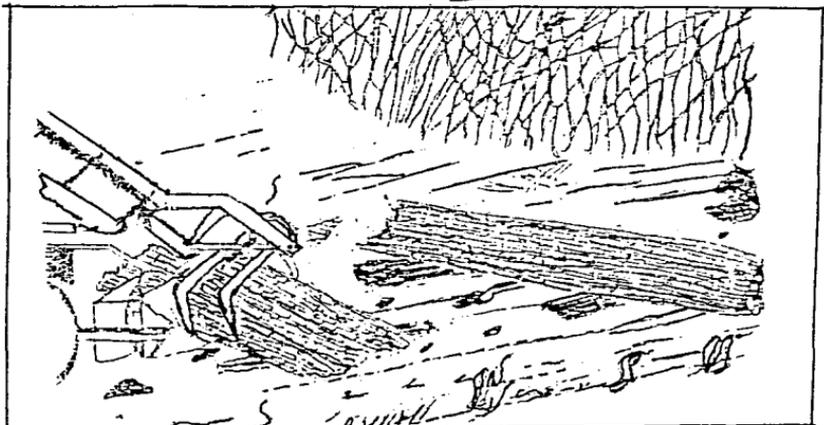
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Figura No. 2. Sistema de bulteo en manojos.  
(Gómez, J.I.A. 1992).

### **3.4. Mecanización de la Cosecha de la Caña de Azúcar.**

#### **3.4.1, Análisis de los diferentes sistemas de cosecha.**

##### **3.4.1.1. Corte y acomodo manual, alza mecánica.**

El corte y acomodo manual complementado con el alza mecánica es normalmente el primer grado de mecanización de la cosecha de la caña de azúcar. El cañaveral es quemado y la caña es cortada en su base, se despunta, se le cortan algunas hojas que nos e quemaron y se acomoda en el campo para su posterior levante por medios mecánicos. El método más común y eficiente de levante mecánico de la caña de azúcar cortada manualmente es el uso de las alzadoras de caña, cuyos elementos principales de trabajo son el trineo o apilador de caña y la garra suspendida sobre la pluma giratoria. (Reyes, M.F. 1995).

El cortador acomoda la caña de cuatro a seis surcos en una sola hilera, dejando la caña perpendicularmente a los surcos, de una manera continua o en bultos de aproximadamente 500kg. La alazadora se mueve a lo largo del surco y ENCASO de estar la caña acomodada en forma continua utiliza el trineo para formar los bultos o bien para sostener los ya existentes, por medio de la garra levanta la caña y girando la pluma la descarga al medio de transporte que se desplaza perpendicularmente a la alzadora. Este método tiene las siguientes ventajas:

- a). Si la distancia de los surcos lo permite, se puede evitar la pisada de las cepas por las llantas de las máquinas.
- b). Se puede cargar en 18 minutos aproximadamente un camión con una capacidad de 10 toneladas.

Sin embargo en este método existen algunas desventajas como son:

- a). Introducción de piedras, tierra y materias extrañas junto con la caña a los molinos del ingenio.
- b). Pueden producir el arranque y destrucción de las cepas ocasionado por sus elementos principales de trabajo.

#### **3.4.1.2. Corte mecánico, acomodo manual y alza mecánica.**

Esta segunda etapa de la mecanización de la cosecha de la caña de azúcar, se dio a conocer a los productores de caña de azúcar C.N.P.R.F.N.O.C. Para su información general de estos sistemas y consiste en la introducción al campo cañero de implementos sencillos montados sobre tractores agrícolas para efectuar el corte de caña. En esta etapa la mano de obra es necesaria para efectuar la limpieza de la caña y su acomodos en bultos o hileras que generalmente se colocan en forma

perpendicular a los surcos para su posterior recolección con las alzadoras apiladoras. El implemento puede constar de uno ó más discos cortadores en la parte frontal, algunos implementos cuentan adicionalmente con despuntadores, separadores de cultivo y con diferentes mecanismos que ayudan a la operación de corte y acomodo de caña a lo largo de los surcos en forma continua, esta etapa de la mecanización se recomienda como una tecnología en regiones donde la mecanización es incipiente.

#### **3.4.1.3. Corte y acomodo mecánico. Alza Mecánica.**

Esta etapa de la mecanización también se informó en qué consiste a los productores de caña C.N.P.R.F.N.O.C. Para su información integral de las etapas de la mecanización de la caña de azúcar.

Para mecanizar la cosecha de caña se han desarrollado máquinas cortadoras de caña, las cuales algunas además de cortar la caña en su base, elimina el cogollo y acomodan la caña para su carga posterior con alzadoras mecánicas. (López, J. 1992).

En este sistema de caña previamente quemada, es cortada y desplazada al campo por equipos pesados que empujan la caña amontonada hacia la orilla del campo donde es levantada por grúas y descargada sobre camiones para su posterior transportación a los ingenios.

Este sistema provoca la introducción de grandes cantidades de tierra, lo que requiere de instalación de sistemas de limpieza. Las máquinas cortadoras hileradoras de caña más populares, son las cortadoras tipo soldado (Figura No. 3). Estas máquinas cortan la caña en su base, desmenuzan el cogollo, transportan la caña en posición vertical por medio de sistemas de cadenas y finalmente las dejan en posición perpendicular a los surcos en una hiera de caña que proviene de varios surcos. Actualmente algunas marcas de máquinas como la CAMECO, PRONSSARD, pueden tener estas versiones cortadoras de dos surcos, con una capacidad de 1500 toneladas por ocho horas de trabajo.

El trabajo que realiza la cortadora hileradora de dos surcos (Figura 4,5,6). Primeramente la máquina entra al campo en dos surcos, corta, despunta y acomoda la caña en forma perpendicular a los surcos detrás de la máquina en una sola hilera (Figura No. 4), posteriormente el operador deja dos surcos seguido sin cortar y repite la labor (Figura No. 5). Esta tarea se repite a lo largo de todo el campo. Finalmente la máquina corta los surcos que no fueron cosechados, acomodando la caña sobre las hileras adyacentes ya formadas (Figura No. 6). Repitiendo esta tarea toda la caña es cortada quedándose en el campo en hileras. Cada hilera de caña proviene de cuatro surcos.

Sin embargo, en esta etapa las maquinas presentan las siguientes desventajas:

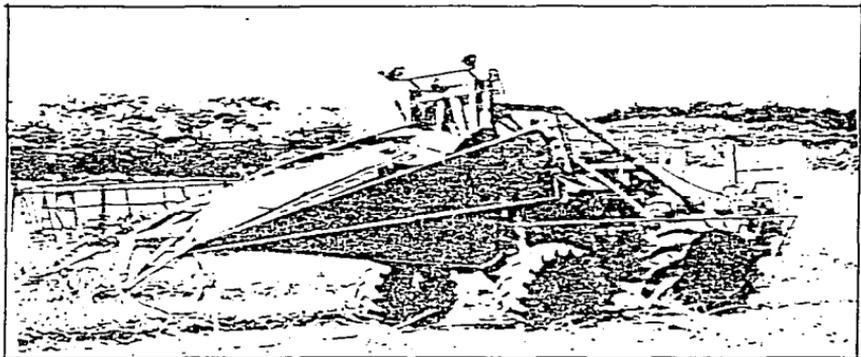


Figura No. 3. Cortadora de casa tipo soldado. (K. Fauconnier, 1975).

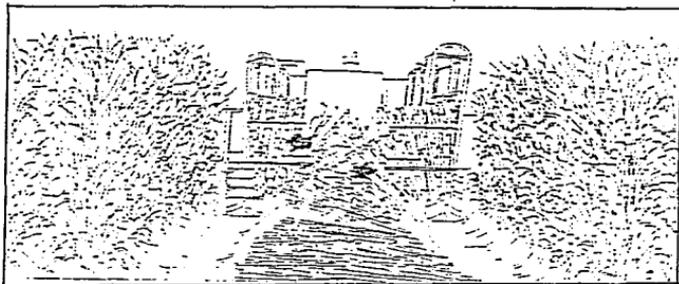
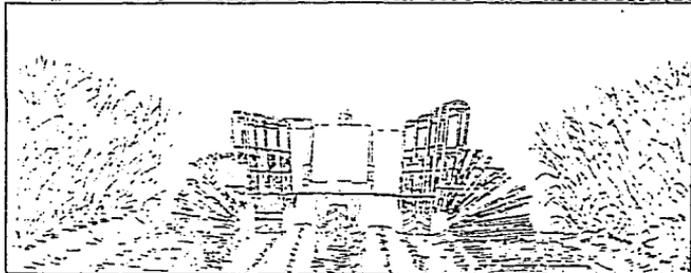


Figura No. 4. Esquema del acomodo de café, hecho con cortadora hiladora. (Lewinski, J. 1992).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura No. 5. acomode de café con cortadora hiladora(Lewinski, J.1992).



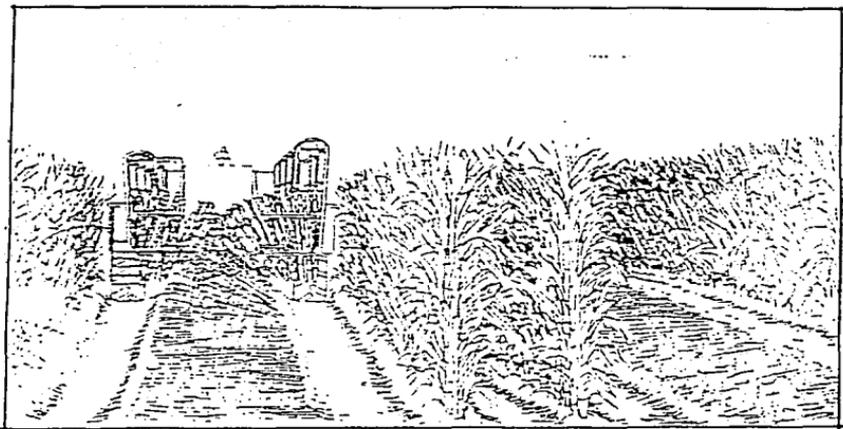


Figura No. 6. Acomodo de café hecha con cortadora hileradora. (Lewinski, J. 1992).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- a). Las máquinas requieren de una distancia entre ellos muy grande para permitir el acomodo de la caña entre los surcos no cortados. Lo que limita la aplicación de esta máquina a los campos con una distancia entre los surcos mayor de 1.5 mts.
- b). Requiere de caña erecta y verde.

Este sistema también puede presentar las siguientes ventajas:

- a). La caña cortada por las cortadoras hileradoras puede ser levantada por alzadoras apiladoras tipo garra.

### 3.4.1.4. Cosecha integral mecánica.

La cosecha integral mecánica comprende la realización de todas las operaciones de cosecha, como son corte, limpieza y alza de una sola máquina. El método más común de cosecha integral es el manejo de la caña cortada en trozos de una longitud aproximada de 25 a 35 cm. El corte en trozos facilita el manejo de la caña en los sistemas internos de la máquina; facilita la limpieza de la caña, ya que un alto porcentaje de hojas se desprenden durante el troceado y hace posible la descarga continua sobre los medios de transporte y requiere de una mejor preparación en el ingenio antes de entrar a los molinos.

Aunque teóricamente, la cosecha de caña quemada y cortada en trozos es la mejor y más barata manera de realizar la operación de recolección de caña en el campo (Lewinski, J. 1992).

Sin embargo en los análisis realizados, se encontraron los siguientes inconvenientes:

- a) El manejo de la caña cortada en trozos requiere de muchos avances en cuanto a la organización del trabajo en campo y fabrica.
- b) El deterioro que sufre la caña cortada en trozos es más rápido que la caña entera.
- c) El deterioro de la caña trozada ocasiona una pérdida de azúcar debido a la acción de las bacterias que afectando las nuevas superficies abiertas.
- d) Los medios de transporte de caña deben ser modificados.
- e) La recepción de caña en el batey del ingenio, también debe ser modificado, de manera que permita la molienda de la caña quemada en trozos en un tiempo no mayor de 18 horas después de su corte.

El problema de las cosechadoras integrales para varios productores es la complejidad de su diseño y muy avanzada tecnología empleada en ellas. Esta situación es una secuencia lógica del desarrollo de estas máquinas, pero el principio de cosecha integral con el manejo de caña cortada en trozos es más sencillo que cualquier otro sistema de cosecha mecanizada.

En las figuras 7 y 8 se presentan esquemáticamente cortes longitudinales de dos cosechadoras integrales donde se pueden apreciar los sistemas principales de la máquina.

Observando (Figura No. 7), se llega a la conclusión que la complejidad de estas máquinas se debe sobre todo al empleo de diversas etapas de limpieza relacionadas con diferentes etapas de transporte. Primero la caña entera es transportada por los rodillos donde por frotación, impacto y vibración se elimina gran porcentaje de materia extraña. El corte de trozos produce el desprendimiento de varias hojas todavía pegadas, las cuales son expulsadas de la máquina junto con tierra por los sistemas neumáticos. Los sistemas neumáticos, sopladores o extractores están colocados en la determinación de dos diferentes etapas de transporte, aprovechando la fluidización del material transportado. El transportador final tiene ranuras para facilitar la separación por tamaño de las partículas de tierra.

El esquema presentado en la figura No. 8 es empleado por máquinas CALAS Y CAMECO, muestra que lo referente a la recolección del cultivo en campo, se puede realizar solamente por cuatro sistemas sencillos que ocupan solo una pequeña parte del volumen de la máquina (4,2,9,7). El despuntador, considerado como un importante sistema de limpieza, el cual puede dar buenos resultados solamente cosechando caña erecta.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

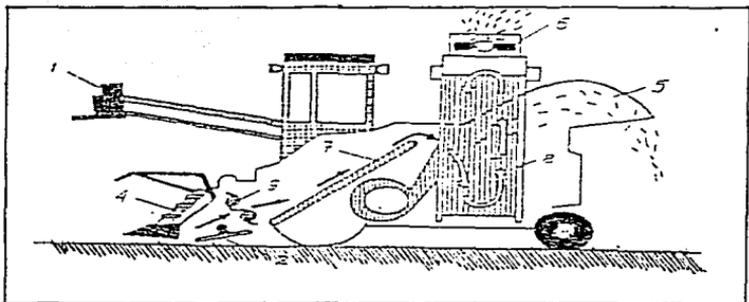


Figura No. 7. Corte longitudinal de una cosechadora integral.  
(Lewinski, J. 1992).

41-17

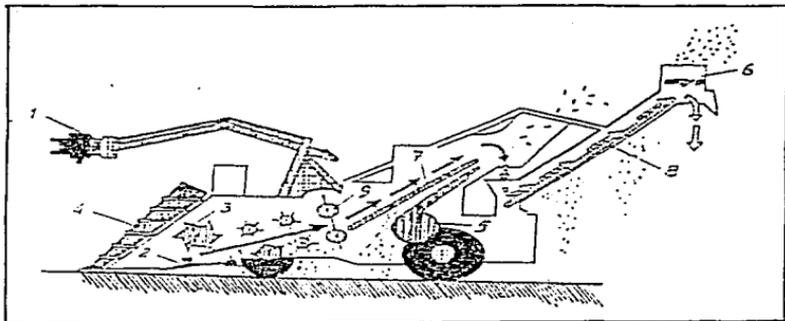


Figura No. 5. Corte longitudinal de una cosechadora integral.  
CLAAS y CALBCC.(Lewinski, J. 1992).

Componentes:

- 1.- Despuntador.
- 2.- Corte de base.
- 3.- Rodillo tumbador.
- 4.- Separadores de cultivo.
- 5.- Sistema neumático de limpieza.
- 6.- Sistema neumático de limpieza.
- 7.- Elevadores.
- 8.- Elevadores.
- 9.- Procensores.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

41-8

En lo referente a esta etapa de cosecha de caña, los esfuerzos para un futuro e involucrados en la cosecha mecánica de la caña deben enfocarse más al desarrollo de variedades más adecuadas para la cosecha integral y que al saber debe tener las siguientes características:

- a). Debe ser caña erecta y con mínima cantidad de hojas.
- b). Deben ser resistentes al deterioro.
- c). Deben tener una altura uniforme.

La organización de cañeros, de campo y del sistema de recepción parece ser una tarea posible para ser realizada en varias regiones.

### **3.5. Conversión de las cargadoras de caña en excavadoras de zanjas.**

#### **3.5.1. Desarrollo de Diseño**

**3.5.1.1. Especificación preliminar de algunos requerimientos para el preciso diseño de esta propuesta.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

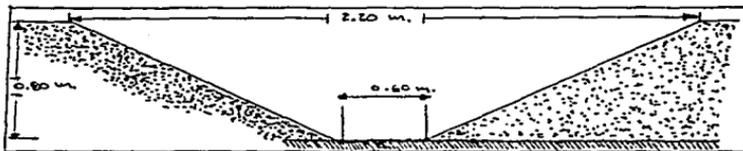


Figura No. 9. Perfil de un dren secundario.

Cabe hacer mención que esta propuesta fue desarrollada con los materiales mínimos existentes en la región, por lo que en este trabajo los diseños propuestos fueron mejorados para su posterior aplicación, siempre basándose en el mismo principio.

Desarrollar sólo el drenaje secundario considerando que el drenaje primario se resuelve con las mismas máquinas o con implementos más sencillos, mientras que los colectores, cuando es necesario se formarán por medio de dragalinas. Desarrollar el drenaje secundario en los campos de caña por medio de los drenes abiertos. (Figura No. 9).

#### **3.5.1.2. Diseño Conceptual.**

Se estudiaron patentes y soluciones existentes de la maquinaria para excavar los canales de drenaje secundario y también la información técnica de algunos fabricantes de la maquinaria para el drenaje, parte de la cual se puede agrupar en la siguiente forma:

#### **3.5.1.3. Tipos de máquinas para el drenaje abierto.**

- Zanjadoras tipo arado.

- Zanjadoras y acanalados.
- Excavadoras operadas por un cable.
- Excavadoras de cucharón integrales o montadas a tractor.

#### **3.5.1.4. Tipos de máquinas para drenaje subterráneo.**

- Zanjadoras fresadoras con o sin tendido de la tubería.
- Zanjadoras tipo arado con tendido de la tubería.
- Máquinas para tendido de tubería.
- Máquinas para drenes tipo "topo"

#### **3.5.1.5. Excavadoras de cucharones.**

Son equipos de construcción con una gran versatilidad en sus aplicaciones de excavación para movimientos de tierra y los de tipo retroexcavadoras pueden servir para la formación de canales de drenaje e irrigación en los campos agrícolas. Las magnitudes de estas máquinas son muy variadas desde las ligeras de potencia de 12 a 30 HP, por las medianas de aproximadamente 90 HP, hasta las pesadas de

aproximadamente 320 HP. Lo mismo sucede en el equipamiento de esta maquinaria para la cual algunos fabricantes suministran un gran número de herramientas y cucharones para varias operaciones.

#### **3.5.1.6. Cargadoras de caña.**

Las cargadoras de caña forman parte del equipo de cosecha mecanizada de la caña de azúcar. Estas máquinas pueden ser integrales o montadas a tractores, pero en ambos casos llevan sistemas principales de trabajo (Figura No. 10). En el mercado existen varias marcas pero todas funcionan según el mismo principio, sus elementos son muy semejantes en características tales como: Alcance, ciclos, tiempos de operación y Potencias. En México se usan principalmente las siguientes marcas:

- Thomson integral y montada
- BMI montada
- Cameco integral.
- Vanguard
- J&L integral y montada.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

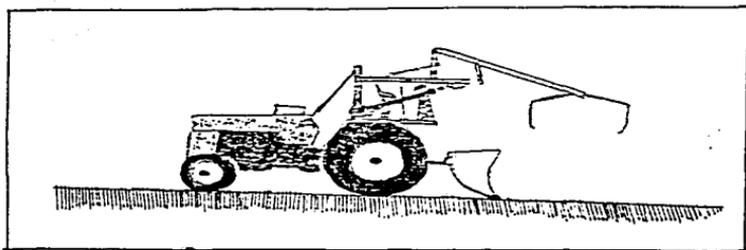


Figura No. 10. Cargadora de caja convencional. (Macías, G.R.1995).

Todas estas máquinas integrales o montadas, después de la cosecha quedan sin uso por unos seis meses, lo que sugiere una búsqueda para su aprovechamiento razonable en los meses restantes.

### **3.5.1.7. Cargadoras de caña convertidas en cargadoras laterales.**

Se elimina solamente la araña y en su lugar se colocan el brazo y el cucharón. En el sistema hidráulico se eliminan los cilindros de apertura y cierre de la araña, se pone un cilindro de movimiento del cucharón y modifican también unos cuantos elementos hidráulicos del sistema.

Como la excavación es lateral y o se aplica ningún elemento de apoyo, la estabilidad durante la misma puede ser problemática, porque la máquina trae un mecanismo de mucho longitud, peso elevado y esto genera un momento grande que limita la magnitud de la fuerza de excavación alcanzable por el sistema hidráulico.

Por las anteriores limitaciones dificultan un aprovechamiento correcto de esta solución, por lo que se desarrolló el proyecto de conversión de las cargadoras de caña con principios suplementarios de diseño a los mencionados anteriormente.

### **3.5.1.8. Principios suplementarios del diseño.**

Convertir las cargadoras de caña que se usan en el país en excavadoras de drenes secundarios.

- -Realizar una adaptación económica que requiera un mínimo de cambios en la cargadora.
- - Eliminar de la cargadora la horquilla y sus mecanismos, sustituyéndolos por un brazo nuevo.
- - En el aguilón de la cargadora sólo se adicionan esfuerzos en casos necesarios.
- - Desarrollar el equipamiento de la excavadora con tres cucharones para; corte de suelo duro, suelo blando y para la limpieza de los canales ya existentes.

### **3.5.2. Diseño Básico y Detallado.**

El proceso de realización de este trabajo se determinaron los parámetros básicos considerando una estandarización posible. Se calcularon y diseñaron las soluciones como sigue:

- Los brazos se aplican de tamaños (cuando es posible) iguales para todas las excavadoras.
- A los aguilones se sueldan unas orejas adicionales, indispensables para el montaje sin complicar sus funcionamientos en las cargadoras.
- Los aguilones se refuerzan para aumentar su resistencia en el caso de corte del suelo.
- Se aplican los elementos hidráulicos (los cilindros y otros) iguales (cuando es posible) para todas la excavadoras.
- Los cucharones se aplican en tres tamaños para todas las excavadoras. De 0.5 m. De ancho con dientes para terrenos duros, de 0.5 m. De ancho sin dientes para terrenos blandos y cucharón de 1.m. sin dientes para la limpieza de canales ya existentes.
- Los elementos de transmisión de giro de los cucharones aseguran su giro hasta aproximadamente 180° para su alcance correcto de excavación en todas la posiciones de trabajo.
- Los circuitos hidráulicos se modifican ligeramente. Los aguilones se refuerza y sus cilindros quedan sin cambios.
- Se aplica el principio del trabajo de corte por medio del giro del cucharón, mientras que las dos posiciones del brazo según el aguilón se cambian por el cilindro del brazo.
- Por medio del cilindro del aguilón se ajusta la profundidad de la excavación y el espesor de la capa cortada.

Los cálculos se realizaron para las dos posiciones extremas y la mediana del cucharón, la Fig. 11 presenta dichas posiciones. Las posiciones mínimas de trabajo (límite) quedan en el campo más estrecho..

Se desarrolló el diseño del mecanismo del cucharón con la variante óptima. Se calcularon también los cilindros del cucharón y del brazo con el criterio de las fuerzas mínimas de apoyo para las condiciones de corte y peso.

Este diseño fue presentado a los productores de caña de azúcar C.N.P.R.F.N.O.C. Abastecedores de caña de azúcar en el Ingenio Pujiltic, S.A. en el Estado de Chiapas.

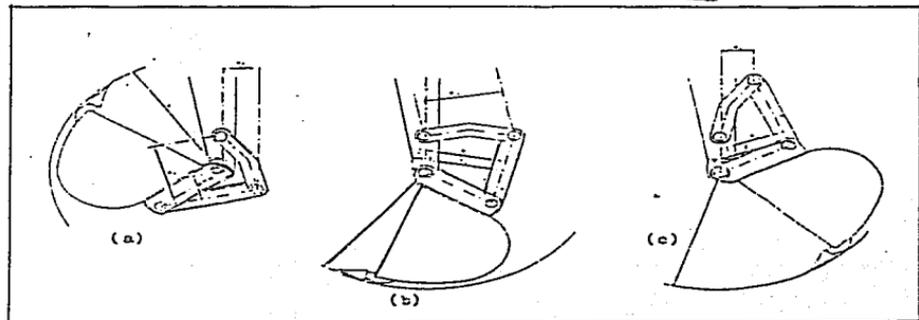


Figura No. 11. Posiciones del cucharón. (Macías, G.R. 1995).

Posiciones:

- a).- Posición 2.
- b).- Posición m.
- c).- Posición 1.

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

25

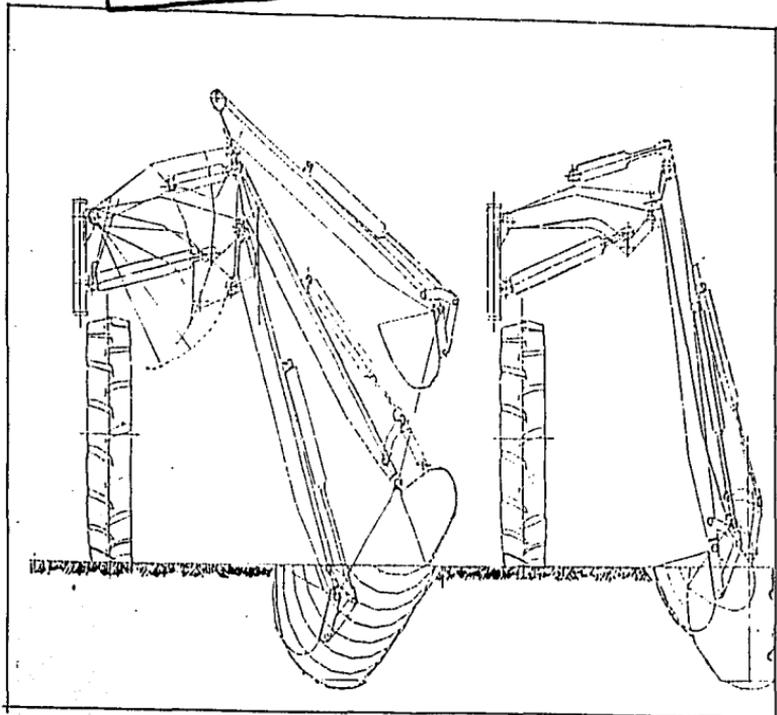
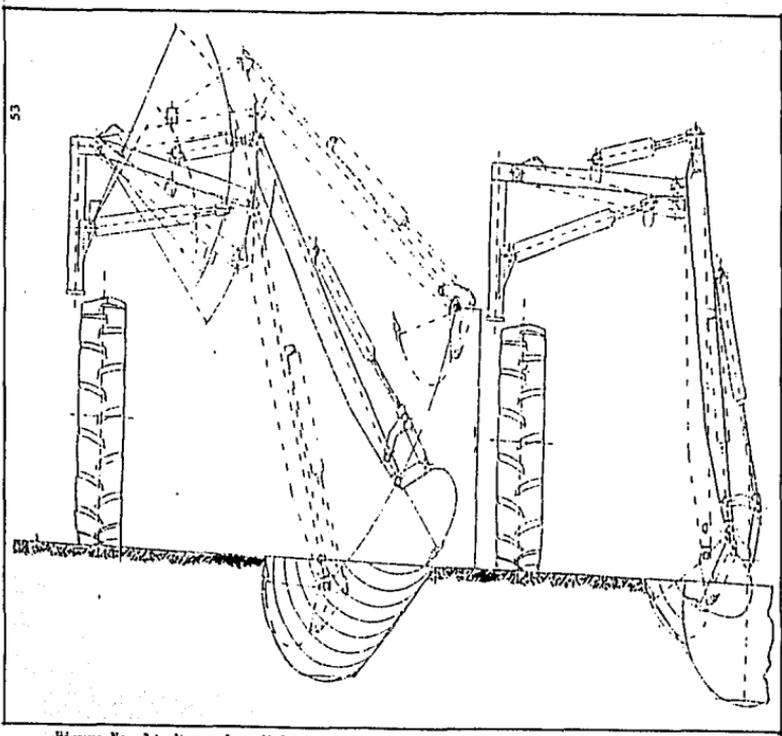


Figura No. 12. Excavadora modelo Thomson integral. (Drszcz, M. 1992).

FALTA DE ORIGEN  
TESIS CON



53

Figura No. 13. Excavadora Modelo 3M. (Droszcz, H. 1992).

FALTA DE ORIGEN  
- TESIS CON

54

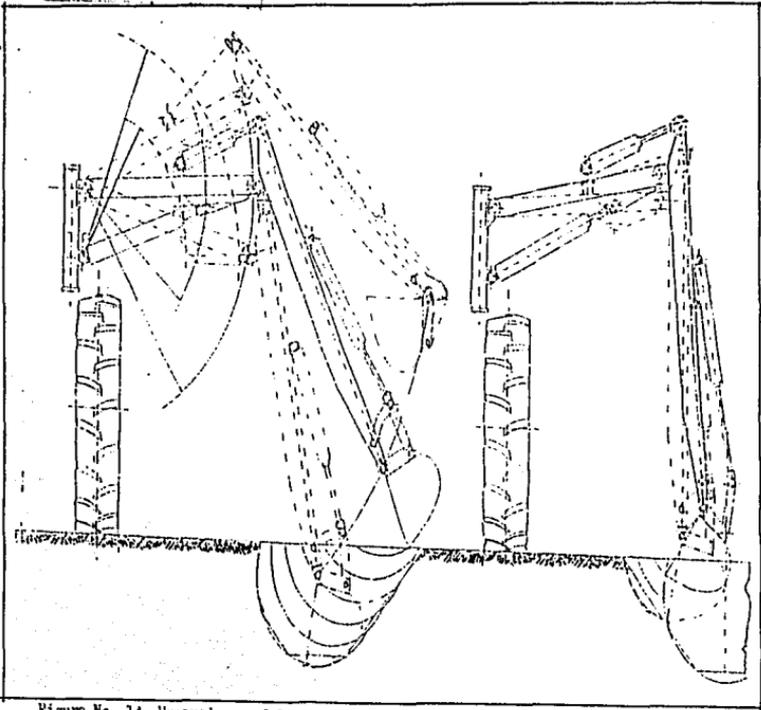


Figura No. 14. Excavadora modelo Thomson Kontada. (Droszcz, H. 1992).

54-A

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

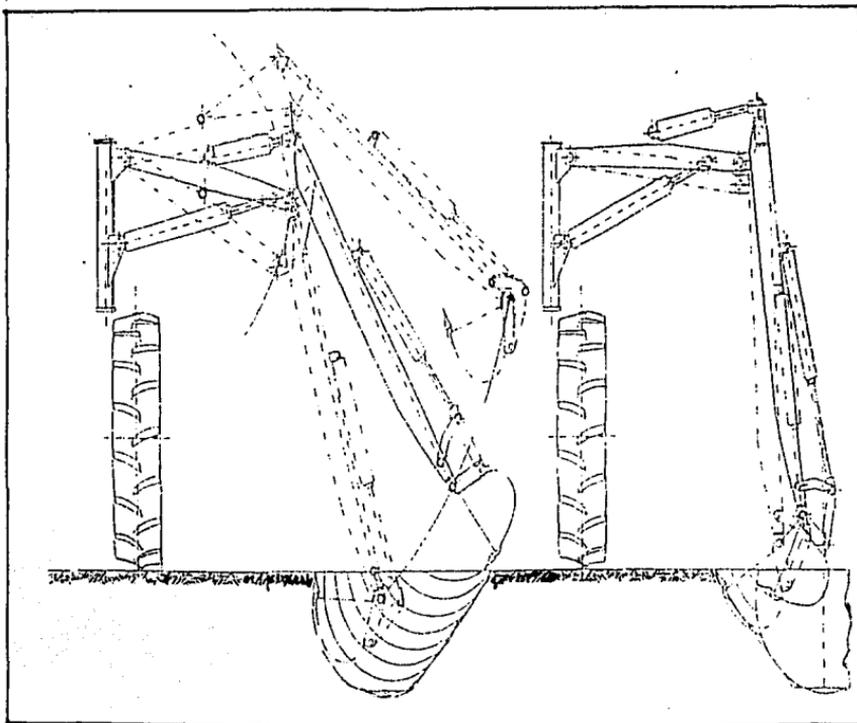


Figura No. 15. Excavadora modelo EMI. (Droszcz, R. 1992).

## 5.- CONCLUSIONES

Es de señalar que uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores cañeros adheridos a la Unión Local de Productores de Caña de Azúcar C.N.P.R.F.N.O.C. En esta zona de influencia es la inestabilidad de sus ingresos, la cual está determinado por los desequilibrios de la producción y fallas en la comercialización. Al respecto cabe mencionar que la oferta depende en gran parte de resolver algunos problemas de la mecanización de la caña, y así elevar los rendimientos de azúcar para el beneficio económico de los cañeros. Concluyendo se pueden señalar los siguientes puntos de mayor importancia de los sistemas propuestos.

En lo que se refiere a la limpieza de la caña se puede mencionar lo siguiente, como métodos más eficientes:

- a).- La quema efectuada antes del corte, con la cual se eliminan los materiales extraños secos.
- b).- El corte en trozos efectuado por los equipos de cosecha, con lo cual se produce el desprendimiento de las materias extrañas del tallo.
- c). La limpieza neumática (aire) efectuada en las mismas cañas separa las materias extrañas de los tallos.

- d).- La solución del futuro debe ser el corte de caña entera y verde, efectuando la separación de la biomasa en plantas estacionarias instalados en centros de acopio o en la unidad industrial..
- e).- Tomando en cuenta, criterios como la sencillez del diseño de las máquinas cortadoras o cosechadoras, la facilidad de su transporte y la protección del medio ambiente, la solución más práctica parece ser la cosecha de caña verde con cosechadoras troceadoras, sin efectuar la limpieza en el campo y el aprovechamiento integral de la caña en el Ingenio.

En los sistemas para evitar la tierra y piedra en el alce mecánico de la caña, se encontró que los dos sistemas brindan la posibilidad de eliminar totalmente esta materia extraña, sin embargo, el de contenedores de la máxima seguridad en terrenos con piedras la inversión inicial será mínima y recuperada durante el período de zafra con el sólo hecho de no pagar los gastos de alce y flete de la tierra y piedra que se envían del campo a la fábrica, tomando en cuenta que la recuperación de azúcar es mayor, la caña tendrá un mejor precio y hacer la molienda continua, se evitarán tiempos perdidos en campo, de cortadores, alzadoras y equipo de transporte, en beneficio de los productores cañeros.

En lo que se refiere a la mecanización de la cosecha de la caña de azúcar podemos concluir los siguientes puntos:

- a). Los esfuerzos en encontrar un equipo adecuado, se enfocan al desarrollo de una máquina que pueda integrar al Ingenio caña limpia y entera.
- b). El desarrollo de una máquina trocadora parece no presentar tanto problema como el diseño de una máquina que corte la caña entera, acamada, verde y que efectúe también la limpieza.
- c). El corte de caña verde y entera por una máquina cortadora con una capacidad aceptable en un campo de alto rendimiento y efectuando a la vez la limpieza eficiente, es prácticamente imposible.
- d). Una solución razonable podría ser limitar el trabajo de la cortadora solamente al corte y acomodo o corte y descarga, llevando al ingenio caña verde, entera y con materias extrañas, la cual se separarían en plantas estacionarias de limpieza, si se justificará la manera de utilizar la paja en el ingenio, quemada en el ingenio por ejemplo.

Por último en lo que se refiere a la conversión de una cargadora de caña en excavadora de zanjas se encontró en el sistema propuesto varias formas tradicionales y desarrolladas por firmas comerciales que se dedican a la venta de maquinaria para

desaguar los terrenos cañeros y se desarrollo el tiempo de aprovechamiento de la maquinaria existente de un 50% a un 100%.

Con este trabajo presentado se cumplió una fase más para los productores de caña de azúcar agremiados a la Unión Local de Productores de Caña de Azúcar de la Confederación Nacional de Propietarios Rurales y de la Federación Nacional de Organizaciones campesinas del Ingenio Pujilic, S.A.

## RECOMENDACIONES

1. 1.- Es importante que estos diseños se den a conocer al comité de producción cañero del Ingenio, que está integrada por: El Sector Industrial (Ingenio), La Unión Local de Productores de Caña de Azúcar C.N.C. (U.L.P.C.A.C.N.C.), La Delegación de Cañeros C.N.P.R. y la Unión Local de Productores de Caña de Azúcar, C.N.P.R.F.N.O.C. Qué fue la gestora de estos análisis, sobre todo a sus agremiados para su divulgación.
2. Que se impartan cursos de capacitación sobre las ventajas que ofrecen estos diseños, así como su implantación siempre que sus condiciones económicas se las ofrezcan, ya que en un corto tiempo será recuperado, sin pretender desplazar la mano de obra de la región.
3. Capacitar a operadores y mecánicos para que el uso del equipo sea el adecuado así como sus conversiones cuando el equipo lo requiera para sus cosechas de los productores cañeros.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

4. Que el Comité de Producción Cañera proponga campos, para la mejor experimentación de estos sistemas propuestos, analizando sus ventajas y desventajas para los productores cañeros, así como profundizar el análisis de costos que para ellos representa.
  
5. Analizar los problemas del lavado de los suelos provocando la salinización de estos, ya que se reflejan en los bajos rendimientos de la caña de azúcar. Debiendo ser analizados los suelos por la superintendencia general de campo de la unidad industrial.
  
6. Establecer compromisos de colaboración entre los productores cañeros e industriales con las instituciones educativas de la región para el desarrollo de estas alternativas de trabajo, orientados a la capacitación, organización, asistencia técnica y transferencia de tecnología.

## VI. -LITERATURA CITADA .

- Bermejo, Z.A. 1990. Manual del mecánico agrícola. Tomo 1. 6a. Edición. Ministerio de agricultura. Madrid, España. pp.200-300.
- Bermejo, Z.Ao 1988. Manual del mecánico agrícola. Tomo 110 - 4a. Edición. Ministerio de agricultura. Madrid, España. pp. 86-173.
- Berlijn, J.Do 1982.- Arados de rejas. La. Edición. Editorial Trillas. México. pp. 25-640
- Berlijn, JoD. 1982. Tractores Agrícolas. La. Edición. Editorial Trillas. México. pp. 11-58.
- Berlijn, J.D. 1982. Riego y drenaje. la. Edición. Editorial Trillas. México. pp. 23-79.
- Berlijn, J.D. 1982. Maquinaria para manejo de cultivos. La. Edición. Editorial Trillas. México. pp. 11-76.
- Berlijn, J.D. 1982. Maquinaria para fertilización, siembra y trasplante. La. Edición. Editorial Trillas. México. pp.11-68.
- Berlijn, J.D. 1982. Arados de discos. la. Edición. Editorial Trillas. México. pp. 11-60.
- Berlijn, J.D. 1982. Labranza secundaria. la. Edición. Editorial Trillas. México. pp. 13-60.
- Berlijn, J.D. 1982. Preparación de tierras agrícolas. la Edición. Editorial Trillas.c México. pp. 17-48.
- Berlijn, J.D. 1982. Cosechadoras de forrajes. la. Edición.- Editorial Trillas. México. pp. 53-68.
- Berlijn, J.D. Cosechadoras de cultivos industriales. la. Edición. Editorial Trillas. México. pp. 54-56.
- Berlijn J.D. 1982. Elementos de maquinaria agrícola. la. Edición. Editorial Trillas. México. pp. 11-74.
- Beckwith, O.1992. Mecanización de la caña. Simposio. Centro de investigación del estado de Querétaro. Querétaro, Qro. Octubre. 1992. pp. 140-143.

Bruce, W. Stanley, V. 1983. El riego: Diseño y practica. 2a. Edición. Editorial Diana. México. pp. 36-73.

Brito, A. E. 1993.- Comportamiento industrial de cañas quedadas y/o diferidas. Departamento técnico de campo. Apuntes. Agosto. 1993. Ingenio Fujitlic, S.A. Fujitlic, Chiapas. México.

Cabrera, V. Lo 1979. Variedad de la caña de azúcar para el Estado de Morelos. Agricultura técnica en México. Volumen No.5. Numero 1. S.A.R.E. México. pp. 8-14.

Caro, V.J.C. 1992. La importancia de la investigación de la producción de azúcar. Fondo agropecuario. Año 1. Num. 2. Noviembre. México. pp. 10-14.

Castañeda, B.L.~ 1992. La caña de azúcar. Superintendencia general de campo. Apuntes. Ingenio Fuga, S.A. Noviembre. Francisco I. Madero, Nayarit. México. pp. 74-78.

Cochran, B.J. 1999. Removing leaves and other from harvested cane. The sugar journal. April. Illinois, U.S.A. pp.6-8.

Consorcio AGA. 1993. Tumbando caña. División azúcar. Boletines informativos. Nos. 001-004. Año 1. Febrero-mayo. México. pp. 12-18.

Droszaz, R. 1992. Equipo y suelos. Simposio. Centro de Investigación del estado de Querétaro. Querétaro, Qro. Octubre. 1992. México. pp.124-126.

Donnell, E. 1986. Manual de maquinaria agrícola. 5a. Edición Ciencia y tecnología. Vol. 1 y 2. México. pp. 4-8.

Eiland, B.R., Clayton, J.E. 1983. Unburned and burned sugarcane harvesting in Florida. Transaction of the ASAE. August. Florida, U.S.A.. pp. 6-10.

Escamilla, M.A. 1992. Cosecha de caña verde. Simposio. Centro de investigación del estado de Querétaro. Querétaro, Qro. Octubre. 1992. México. pp. 97-98.

FAO. 1976. Agriculture services. Bulletin. Proceeding of experts consultation held in Adana Turbey. 5-6. April. Mechanizations of irrigated crop production.

García Gálvez, L.R. 1992. La agroindustria cañera frente a la apertura comercial. Agronegocios en México. Año 1. No.10. Diciembre. México.

García, M. 1992. Penta cultivo de la caña. Simposio. Centro de investigación del estado de Querétaro. Querétaro, Qro. Octubre. México. pp. 119-123.

Gómez, J.I.A. 1992. Limpieza de la caña de azúcar. Apuntes. Superintendente general de campo. Ingenio Central Motzorongo, S.A. de C.V. Agosto. México. pp. 69-70.

Gobierno del estado de Chiapas. 1990. Mi libro de geografía de Chiapas. la. Reimpresión. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México.

Graetz, H.A. 1982. Suelos y fertilizantes. la. Edición. Editorial Trillas. México.

Hinojosa, B.M. 1994. Área de vinculación con el sector productivo. Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. S.E.P. México.

Israelven. O.W., Hansen, V.E. 1990. Irrigation principles and practices: Problemas de sales en el suelo y agua. Capítulo 10. Apuntes. marzo. México.

John Deere. Itq7- Ma. tiej Qqe... maquinaria. Fundamentos de operación de maquinaria (FMO). Moline Illinois, U.S.A.

John Deere. 1977. Recolección con cosechadora. Fundamentos de operación de maquinaria (FMO). Moline Illinois, U.S.A.

John Deere. 1977. Motores. Fundamentos de operación de maquinaria (FMO). Moline Illinois, U.S.A.

Lewinski, J. 1992. Cosecha de caña entera. Apuntes. Centro de investigación y asistencia técnica del estado de Querétaro. Querétaro, Qro. México. pp. 106-108.

López, I. 1992. Cultivos de la caña de azúcar. Apuntes. Centro de investigación y asistencia técnica del estado de Querétaro. Querétaro, Qro. México. PP. 114-115.

Macías, G.R. 1995. Programación de equipo de cosecha. Aptes. Unión local de productores de caña de azúcar. C.N.P.R.F.N.O.C. Ingenio Pujiltilic, S.A. Abril. Ingenio Pujiltilic, Chiapas.

Massey Ferguson. 1995. Mantenimiento de tractores. Apuntes. Octubre. Cd. Sahagún, Hidalgo. Mexico.

Muñoz, A.L. 1994. Programación de cosechas. Apuntes. Unión local de productores de caña de azúcar C.N.P.R.F.N.O.C. Ingenio Pujiltilic, S.A. Ingenio, Pujiltilic, Chiapas. México.

Muñoz, H.J.M. 1992. Diseño y pruebas de campo para cargadoras de caña. Apuntes. Centro de investigación y asistencia técnica del estado de Querétaro. Querétaro, Qro. Octubre. México.

- Orantes, T. M. 1995. Programación de equipo y cosecha. Apuntes. Presidencia. Unión local de productores de caña de azúcar. C.N.P.R.F.N.O.C. Ingenio Pujiltic, S.A. Pujiltic, Chiapas. Mayo. México.
- Pizarro, F. 1992. Drenaje y recuperación de suelos salinos. Apuntes. Departamento técnico de campo. Ingenio Pujiltic, S.A. Pujiltic, Chiapas. México.
- R. Fauconnier, D. Bassereau. 1975. La caña de azúcar. la. Edición. Editorial Blume. Barcelona, España. pp. 192-201.
- Reyes, M.F. 1995. Programación de equipo para cosecha. Aptes. Superintendencia general de campo. Ingenio Pujiltic, S.A. Ingenio. Pujiltic, Chiapas. Abril. México.
- Santillán, R. 1992. Cosecha de caña. Simposio. Apuntes. Unión nacional de cañeros. C.N.P.R.F.N.O.C. Agosto. Xalapa, Veracruz. México. pp. 97-98.
- Servatoski, R. 1993. La caña y sus cultivos. Centro de investigación del estado de Querétaro. Apuntes. Querétaro, Qro. Mayo. México. pp. 114-115.
- Thomson. 1992. Apuntes de mantenimiento de cargadoras de caña. Noviembre. 1992. Veracruz, Veracruz. México.
- Tocagni, H. 1981. La caña de azúcar. la. Edición. Editorial Albatros. Buenos aires, Argentina.52
- Dobrovolski, K. Zablonki, S. Mak, A. Radchnik y L. Erlj. 1976. Elementos de maquinas. 2a. Edición. Editorial Mir. Moscú.
- Valladares, R.-., Cruz, Z. E. 1976. Método para el estimado de caña producida en campo previo a la iniciación de cosecha. Serie de divulgación técnica. Folleto No.9. Octubre. México. pp. 1-24.
- Winters, E.J. 1977. El."agua, el suelo y la planta. la. Edición Editorial Diana. México
- M. 1992. Apuntes de mantenimiento de cargadoras de caña. Agosto 1992. Veracruz, Veracruz. México.
- Galicia, Id. 1992.- Penta cultivadora de caña de azúcar. Apuntes Centro de investigación del estado de Querétaro. Querétaro, Qro. México. 1992. pp. 114.