ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Adaptación de Equipo Mecánico Integral para las Labores de Cultivo de la Caña de Azúcar en el Ingenio San Carlos".

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Ángel Manuel Fuentes Falcones

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2005

AGRADECIMIENTO:

Mi agradecimiento a Dios, al Sr. Russell Crawford, Ing. Ignacio Wiesner F. y a mis hijos por su apoyo y colaboración para la realización de este trabajo.

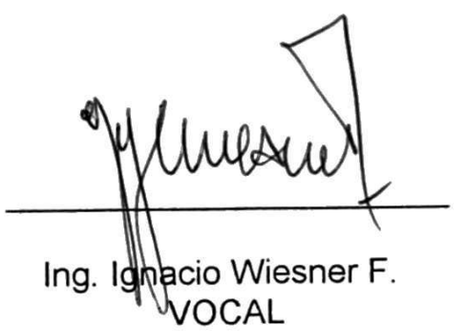
DEDICATORIA

A Cristina mi querida esposa, a mis hijos, que siempre me han empujado a terminar este sueño. A mis padres en gratificación a los esfuerzos que ellos hicieron.

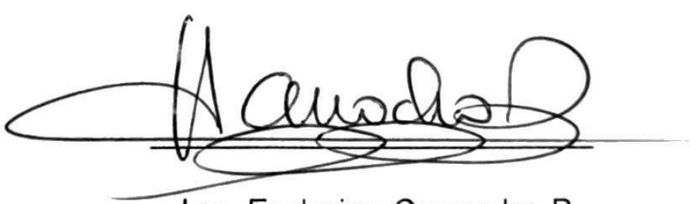
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Omar Serrano V.
DELEGADO POR EL
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Dr. Kléber Barcia V.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Ignacio Wiesner F.
VOCAL



Ing. Federico Camacho B.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Ángel M. Fuentes Falcones

RESUMEN

El Ingenio San Carlos se dedica a sembrar, cultivar, cosechar y transportar caña de azúcar; producir, generar y vender energía, comercializar y exportar azúcar con una extensión de cultivo de caña de 15.572 Ha.

Cuando la caña de azúcar crece y se cosecha, hay que realizar una serie de labores como despaje, esto es, remover la hierva seca para que la planta tenga luz, aire y germine, realizar labores de subsolado para descompactar el suelo, cumplir tareas de fertilización (abonado) y terminar con aporque.

Existen 13.381 hectáreas de caña en las que hay que realizar labores de cultivo, para lo cual se contaba con 28 tractores que hacían las operaciones requeridas, para todas las labores de cultivo.

Fue entonces en el periodo 2000-2001 que se tomó la decisión de hacer pruebas y modificaciones de equipos para adaptarlo a lo que se llama equipo integral con el fin de unificar en un solo Equipo tres labores de cultivo.

Con la incorporación de este equipo integral se obtuvo un mayor rendimiento, reducción de costo, reducción de máquinas y equipos, y reducción de compactación. Actualmente el Ingenio después del éxito obtenido, cuenta con 5 equipos de cultivo integral construidos en el taller de tractores,

suficientes para cubrir la demanda de campo, en estas tres labores de cultivo, (subsolada, fertilización y cultivo de disco – aporque).

Me tocó ser el líder de esta innovación en el ingenio, constituyéndose nuestro equipo: obreros, técnicos, tecnólogos e ingenieros en equipo triunfador ya que cumplimos la misión que nos impusimos. Actualmente los indicadores los tenemos en los siguientes niveles: hora/hectáreas de 2.62 a 0.34 y los costos de $23.18 la hectárea a $9.12.

INDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN……...II

ÍNDICE GENERAL……..…….....IV

ABREVIATURAS…….....VI

ÍNDICE DE FIGURAS…….VII

ÍNDICE DE TABLAS…….……..…….VIII

INTRODUCCIÓN…….....1

CAPÍTULO 1

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA……. 3

1.1. Descripción de las Labores del Cultivo…….. 3

1.2. Análisis de los Componentes del Sistema Usado……..... 5

1.3. Deficiencias de las Labores Agrícolas…… 12

1.4. Cálculo de la Productividad Inicial ..……... 12

CAPÍTULO 2

2. SOLUCIÓN AL PROBLEMA……... 19

2.1. Ensayo y Análisis de Campo con Prototipos Experimentales……. 19

2.2. Construcción de Equipo Definitivo…… 29

2.3. Evaluación de Operación de Campo e Implantación…… 31

2.4. Cálculo de la Productividad Actual..…….. 32

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN DE CAMBIOS REALIZADOS……. 35

3.1. Mejoramiento en Tiempo de Operación……. 35

3.2. Mejoramiento de Costo de la Labor……. 37

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…… 42

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

F	Flujo
Ha/Hr	Hectáreas por Horas
Hr/Ha	Horas por Hectáreas
I	Interés
n	números de años
P	Inversión Inicial

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.1	Esquema de Equipo Subsolador……	6
Figura 1.2	Equipo del Equipo Subsolador……..	6
Figura 1.3	Ilustración de Labor de Subsolador……..	7
Figura 1.4	Esquema de Equipo de Fertilización……	8
Figura 1.5	Ilustración de Labor de Fertilización……	9
Figura 1.6	Ilustración del Equipo de Fertilización…….	9
Figura 1.7	Esquema de Equipo Cultivo Aporcador de Discos….	10
Figura 1.8	Ilustración de Equipo Cultivo Aporcador de Discos…	11
Figura 1.9	Ilustración de la Labor Cultivo – Aporque……	11
Figura 1.10	Diagrama de Árbol de Problemas, Causas y Efectos	13
Figura 2.1	Ilustración del Prototipo # 1…….	19
Figura 2.2	Ilustración del Prototipo #1 Trabajando en Campo…	20
Figura 2.3	Ilustración del Prototipo # 2……...	22
Figura 2.4	Ilustración de Equipo # 2……	25
Figura 2.5	Ilustración del Prototipo # 3……..	26
Figura 2.6	Equipo de Tercer Ensayo…….	27
Figura 2.7	Ilustración del Equipo Definitivo……	29
Figura 2.8	Ilustración del Equipo definitivo parte lateral……..	31
Figura 2.9	Ilustración del Equipo Definitivo con el Tractor……..	32
Figura 2.10	Dibujo del Equipo Integral Mecánico Definitivo…….	37

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1	Costo de Rendimiento de Labores Mecánicas 2000 Roturación……	14
Tabla 2	Costo de Rendimiento de Labores Mecánicas 2000 Fertilización…….	15
Tabla 3	Costo de Rendimiento de Labores Mecánicas 2000 Cultivo Mecánico…….	16
Tabla 4	Costo de Rendimiento de Labores Mecánicas 2000 Aporque…….	17
Tabla 5	Resumen de Costo y Rendimiento de Labores año 2000……	18
Tabla 6	Primer Ensayo Prototipo # 1……..	20
Tabla 7	Costo de Rendimiento de Labores Mecánicas 2000 Roticultivo…….	21
Tabla 8	Segundo Ensayo con Prototipo #2……..	23
Tabla 9	Rendimiento con el Segundo Ensayo del Prototipo #2..	24
Tabla 10	Tercer Ensayo con Prototipo #3…….	26
Tabla 11	Rendimiento con el Tercer Ensayo del Prototipo #3…..	28
Tabla 12	Características del Equipo Definitivo…….	30
Tabla 13	Costo de Rendimiento de Labores Mecánicas 2004…..	33
Tabla 14	Cuadro Comparativo de Horas/Hectárea…….	35
Tabla 15	Cuadro Comparativo de Horas/Hectárea en los Factores Productivos……...	37
Tabla 16	Costo de Implementación del Cultivo Integral año 2001	39
Tabla 17	Determinación de Periodo de Recuperación de la Inversión…….	41

INTRODUCCIÓN

Se introdujo un Equipo Integral de labranza de cultivo de la caña en el Ingenio San Carlos que realiza de una sola pasada las labores de subsolado, fertilizado y cultivo-aporque, y permitió minimizar el numero de entradas de maquinarias en los campos de caña. El objetivo de la adaptación del Equipo integral en el Ingenio era reducir los pases innecesarios en las labores agrícolas que se realizaban para restituir un nuevo crecimiento después de cada cosecha.

Para el Primer Ensayo de adaptación se estableció el acoplamiento de un equipo de cultivo de disco con los dos vástagos semiparabolicos, se realizarón pruebas de campo, luego de probar con un segundo ensayo que consistía en acoplar un equipo de fertilización con un equipo de cultivo de disco, se obtuvierón mejores rendimientos y mejor preparación del suelo. Por último se hizo una tercera prueba con el acoplamiento al segundo ensayo de unos vástagos parabólicos que servían para subsolar, obteniéndose excelentes resultados en la labor de campo, en lo que respecta a la calidad y rendimiento. Posteriormente y en base a los resultados se mejoraron los componentes del prototipo usando mejores materiales y disminuyendo el peso con lo que se consiguió mejor eficiencia y mejor operabilidad del tractor.

CAPÍTULO 1

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de las Labores de Cultivo

Las labores de cultivo de la empresa son varias, entre ellas tenemos: subsolado, fertilización y cultivo – aporque.

Cada faena de cultivo se realiza por separado, utilizando un tractor y el dispositivo que ejecuta la actividad correspondiente. En los siguientes párrafos de este sub ítem se detalla las labores de cultivo.

Subsolado. – Esta labor se realiza para descompactar el terreno posterior al paso de los equipos que llevan a cabo las faenas de cosecha, proporcionado aireación a las raíces y permitiendo la filtración del agua en la caña. Para ejecutar esta tarea, se utiliza un tractor Ford TW25 cuyo motor es de 160 HP. El equipo consistía en dos brazos de subsoladores parabólicos, separados entre sí a una distancia de 1.5 metros, que se introducen en el terreno a una profundidad que oscila entre 30 a 40 cm.

Después de los ensayos de los prototipos se obtuvo mejor calidad de trabajo en subsolada, cultivo de disco y reconformación del surco, ya que se aprovechó la humedad y mullía mejor los suelos. Además se incorpora mejor en el suelo el abono por el pase seguido de los discos después del vástago abanador y se aumentó la capacidad en las tolvas del fertilizante. Esto permitió minimizar el requerimiento de horas máquina, compactación de suelo y reducción de costo de operadores.

Previo a la realización de la siguiente labor de fertilización, es necesario el riego del terreno subsolado, debiendo esperar que el suelo se encuentre seco para llevar a cabo la siguiente tarea.

Fertilización. – Por medio de la fertilización, se nutren las raíces con la aplicación del fertilizante (urea, generalmente). El equipo consiste en 2 tolvas de 300 Kg. de capacidad (6 sacos de urea), que es halado con un tractor Ford TW15, cuyo motor es de 140 HP.

El abono está dirigido por un tubo, desembocando atrás de unos vástagos semiparabólicos que se introducen en el terreno a una profundidad de 15 a 20 cm., con una separación de los vástagos de 60 cm. en cada surco, para incorporar el fertilizante más cerca de las raíces de la caña y evitar la pérdida del abono por volatilización o por su lavado con el agua de riego.

Cultivo – aporque. – Esta labor se cumple inmediatamente después de la fertilización o dependiendo de la decisión que tome el área de Campo. Se realiza mediante el paso de 4 juegos de 3 discos cada uno, con diámetros de 24” dentados; cuya función es erradicar la maleza y al mismo tiempo otorgar mullimiento al suelo, mejorando así sus condiciones físicas.

Esta labor se lleva a cabo con tractor cuyo motor es de 140 HP. En la parte posterior se encuentran acoplados dos vertederos, cuya función es forma una cama a la pata de la caña, para que las raíces puedan desarrollarse en la época de sequía o de lluvia.

1.2 Análisis de los Componentes del Sistema Usado

Los componentes usados para las labores de cultivo son los siguientes: subsolador, equipo fertilizador, cultivador, aporcador.

Equipo Subsolador

Este equipo consiste en una barra portaherramienta, acoplada con 2 brazos parabólicos separados 1,50 metros. El rendimiento de esta dispositivo era 1,66 Ha / hora.

1) **Grupo 1**: Barra portaherramienta: La sección rectangular está compuesta por una plancha de acero A – 36 de espesor de 12,7 mm (1/2 “); el área de la rectangular de 200x100 mm y el largo de la barra es de 2 metros.

2) **Grupo 2**: Brazos de cultivo – subsoladores parabólicos: Formado por planchas de acero A – 36, de espesor de 32 mm (1 ¼”), puntas desechables con revestimiento de soldadura de abrasión.

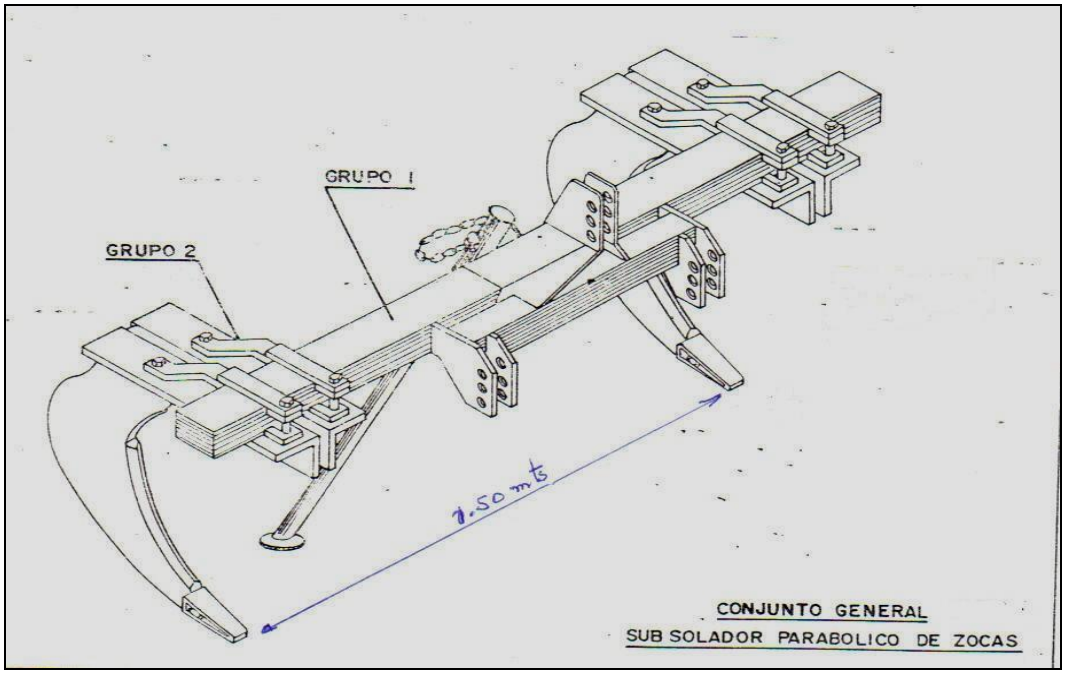


FIGURA 1.1 ESQUEMA DE EQUIPO SUBSOLADOR.

FIGURA 1.2 ILUSTRACION DEL EQUIPO SUBSOLADOR

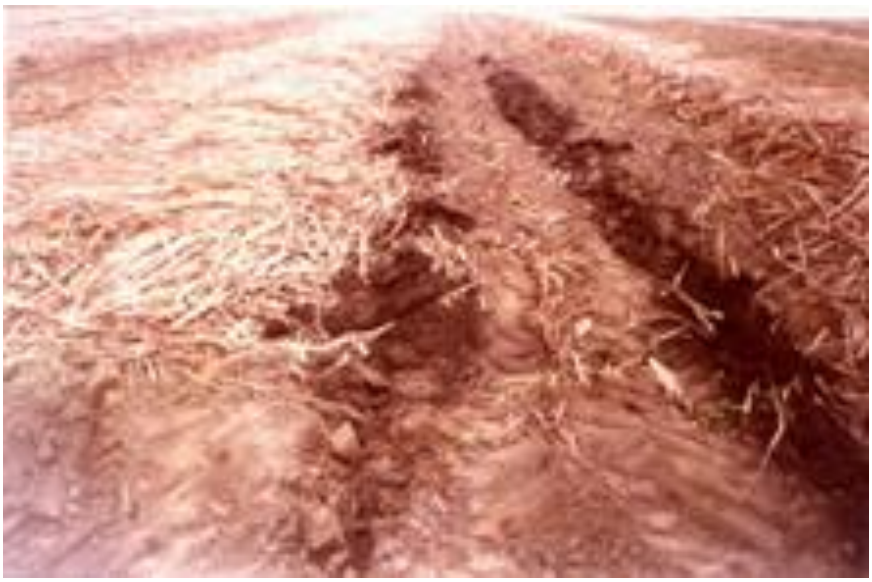


FIGURA 1.3 ILUSTRACIÓN DE LABOR DE SUBSOLADO

Equipo de Fertilización

Este equipo tienen un rendimiento de 1,72 Ha / hora consiste en 6 grupos que se detallan en los siguientes numerales.

1) **Grupo 1**: Barra portaherramienta: compuesta por plancha de acero A – 36 de espesor de 12,7 mm (½”); cuyo ancho es de 2,40 metros.

2) **Grupo 2**: Brazos abonadores semiparabólicos: Formado por planchas de acero A – 36, de espesor de 32 mm (1¼”), puntas desechables con revestimiento de soldadura de abrasión.

3) **Grupo 3**: Bases de tolva con plancha de acero A – 36, de 9,5 mm (3/8”).

4) **Grupo 4**: Tanques de hierro galvanizado de 3,17 mm (1/8”) con capacidad de 300 Kg. (6 sacos) y un conjunto de sinfines utilizado para la descarga de fertilizantes.

5) **Grupo 5**: Transmisión principal con cadena REX60, con piñones.

6) **Grupo 6**: Circuito hidráulico con motor hidráulico.

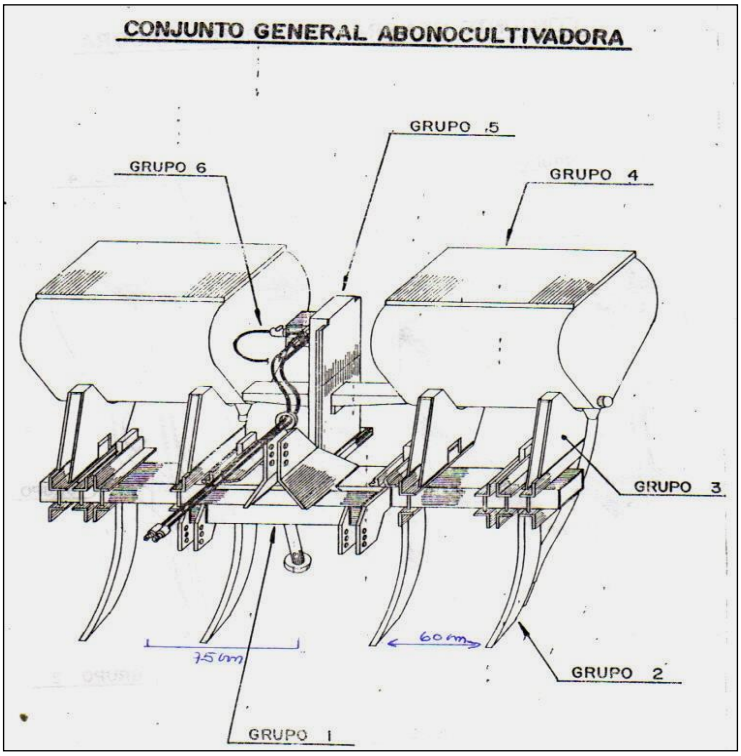


FIGURA 1.4 ESQUEMA DE EQUIPO DE FERTILIZACIÓN.

FIGURA 1.5 ILUSTRACIÓN DE LABOR DE FERTILIZACIÓN

FIGURA 1.6 ILUSTRACIÓN DE EQUIPO DE FERTILIZACIÓN.

Equipo Cultivo – Aporcador de Discos

Este equipo tienen un rendimiento de este dispositivo es de 1,51 y 1.29 Ha / hora consiste en 3 grupos que se detallan en los siguientes numerales.

1) **Grupo 1**: Conjunto de barra herramienta chasis, de plancha de acero A – 36.
2) **Grupo 2**: 4 Juegos de discos de 610 mm (24”) de diámetro, cada juego contiene 3 discos.

Adicional, según las necesidades de campo se acoplan vertederas, para abrir canales que servirán para el riego.

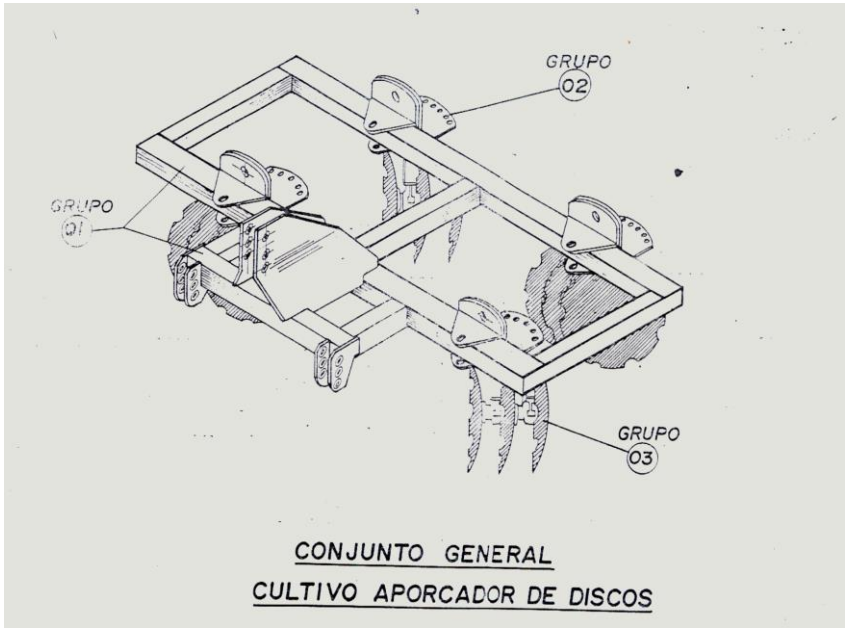


FIGURA 1.7 ESQUEMA DE EQUIPO CULTIVO APORCADOR DE DISCOS.

FIGURA 1.8 ILUSTRACION DE EQUIPO CULTIVO APORCADOR DE DISCOS.

FIGURA 1.9 ILUSTRACION DE LA LABOR CULTIVO- APORQUE

1.3 Deficiencias de las Labores Agrícolas

Los daños que se producen al pasar los equipos de cultivo por los campos, durante las labores de subsoleo, fertilización y cultivo de disco-aporque, ocasionan compactación de los suelos, daños en los campos y se obtienen rendimientos bajos a un alto costo.

Cada labor requería de un operario con su respectivo tractor, es decir, que para ejecutar las tres faenas se necesitaban 3 tractores y 3 operarios, además de una persona adicional para que lleve a cabo la actividad de la logística del transporte para el abono.

En los apéndices A y B están detallados los costos y rendimientos del año 2001 – 2002 de todas las labores de cultivo que se realizo en el Ingenio San Carlos.

Los problemas que se han presentado en las labores de cultivo de la caña de azúcar, se pueden apreciar en el siguiente esquema, figura 1.10.

1.4 Cálculo de la Productividad Inicial

De acuerdo a la información proporcionada por el Departamento de Campo, tenemos los siguientes datos de costo y rendimientos de labores de campo en el año 2000.

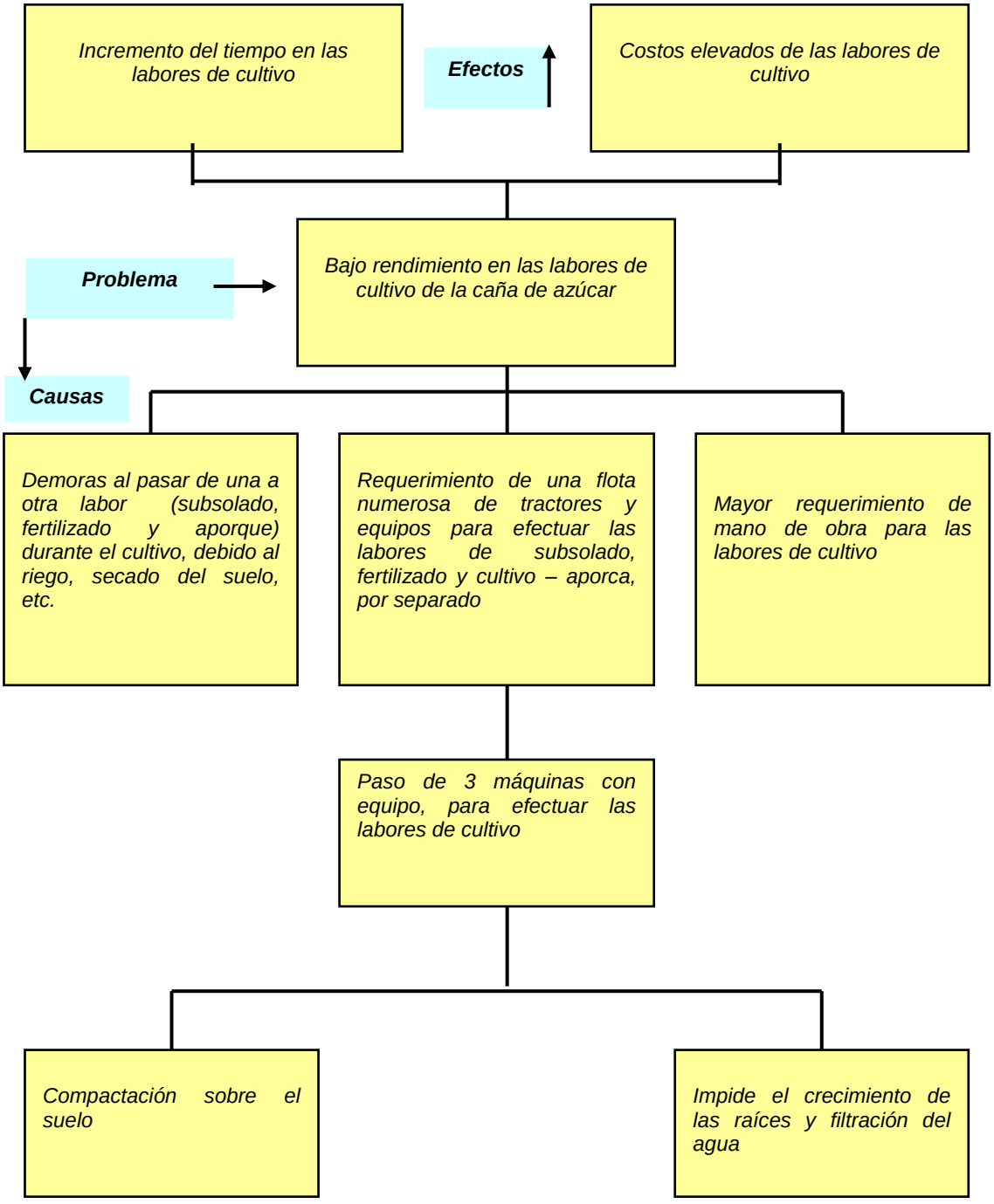


FIGURA 1.10 DIAGRAMA DE ÁRBOL DE PROBLEMAS, CAUSAS Y EFECTOS

TABLA 1

COSTO Y RENDIMIENTO DE LABORES MECANICAS DEL 2000 De Subsolada (Roturación)

Inicio de Labor :	*26-Jun-00*
Fin de Labor:	*Dic / 00*

ROTURACION

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-25	1,184.67	970.45	1,736.55	142.83	1,278.38	5,329.47	387.68	6,995.52	4.03	0.7362	3.29	1.79	12.16
JD-8400	82.75	74.67	124.12	8.00	91.76	744.75	26.67	863.18	6.95	0.7393	6.22	1.66	15.52
JD-7800	123.67	107.50	199.69	15.00	152.85	628.27	43.00	824.12	4.13	0.7654	3.36	1.86	13.31
Subtotal	**1,391.08**	**1,152.62**	**2,060.36**	**165.83**	**1,522.99**	**6,702.48**	**457.35**	**8,682.82**	**4.21**	**0.7392**	**3.48**	**1.79**	**12.42**

ROTURACION NOCTURNO

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-25	459.58	393.50	606.84	51.67	742.43	2,142.83	157.40	3,042.66	5.01	1.2234	3.79	1.54	11.74
JD-8400	45.75	39.25	42.68	6.00	52.16	411.75	15.70	479.61	11.24	1.2222	10.02	1.09	7.11
JD-7800	122.92	106.75	171.22	13.50	209.27	828.05	39.10	1,076.42	6.29	1.2222	5.06	1.60	12.68
Subtotal	**628.25**	**539.50**	**820.74**	**71.17**	**1,003.86**	**3,382.63**	**212.20**	**4,598.70**	**5.60**	**1.2231**	**4.38**	**1.52**	**11.53**

Los valores de las tablas de Costos y Rendimientos de las labores Mecánicas se detallan en la siguiente manera.

Horas

- Máquinas – cantidad de horas de tractor utilizado en el año.
- Implementos – cantidad de horas del Implemento utilizado en el año.

Unidad – Hectáreas de labores que se realizo con el tractor e implemento.

Días – Tiempo que se empleo en realizar las labores.

Costo

- Operador – Pago que se llevo acabo por realizar esta labor.
- Máquina – Valor de mantenimiento y reparación.
- Implemento – Valor de Mantenimiento y reparación.
- **Total** – Suma de los valores OP + MAQ + IMP.

Costo / Ha - Resulta de la división del costo total con la unidad Ha.

Costo Operador / Ha – Es el valor de la división del costo operador y la unidad Ha.

Costo / Ha maquina + implemento – Es el valor del cociente entre la suma de costo maquina y implemento con la unidad Ha

Rendimiento Implemento / Hora – Es la hectárea que realiza el tractor con el implemento en una hora.

Rendimiento Operador / Día – Son las Ha de una labor que realiza el operador en una jornada de trabajo.

- **Resumen de Labores**

TABLA 5

RESUMEN DE COSTO Y RENDIMIENTO DE LABORES AÑO 2000

Labor	Costo $/Ha	Ha/Hr	Hr/Ha
Subsolado (día y noche)	4.90	1.66	0.60
Fertilización	4.69	1.72	0.58
Cultivo mecánico	4.90	1.51	0.66
Aporque	8.69	1.29	0.78
TOTAL	**23.18**	**6.18**	**2.62**

Los valores de Costo $ / Ha se toman de los promedios de las labores (los subtotales de las tablas y en el caso que trabajaron día y noche se sumo los subtotales y divido para dos).

Subsolada	Costo / Ha		Ha / Hora	
Día	4.28		Día	1.79
Noche	5.60		Noche	1.03
	9.81 / 2 = **4.90**			3.32 / 2 = **1.66**

El costo de realizar el cultivo de caña de estas labores tenían un valor en el Ingenio San Carlos de $23.18 y el tiempo empleado por hectárea es 2.62 horas en el año 2000.

CAPÍTULO 2

2. SOLUCIÓN AL PROBLEMA

2.1 Ensayo y Análisis de Campo con Prototipos Experimentales

Primer ensayo, para eliminar el paso de subsolador y muñir mejor el suelo, el personal de campo solicito al Departamento de Tractores acoplar a un equipo de cultivo de disco un par de vástagos abonadores metalagro para que realizaran la labor de subsoleo. El tractor que se utilizo fue de 160-180 HP.

FIGURA 2.1 ILUSTRACIÓN DEL PROTOTIPO No. 1

FIGURA 2.2 ILUSTRACIÓN DEL PROTOTIPO #1 TRABAJANDO EN EL CAMPO

Las características del equipo del Primer Prototipo fueron los siguientes conjuntos.

TABLA 6

PRIMER ENSAYO PROTOTIPO # 1

Elemento	Características
Cultivo de Disco	Marca Metalagro More 3x24 Juego de 3 discos Ø 610 mm (24")
Vástagos Semiparabólicos	2 planchas de 32 mm (1 ¼") A 36

En el taller de tractores se realizó el acoplamiento de los dos brazos semiparabólicos.

- Se aumenta al chasis del cultivo de disco para colocar los dos brazos semiparabólicos.
- Se realizó el proceso de soldadura con electrodos 6011 y 7018.
- El equipo es acoplado al tractor por medio del enganche de los tres puntos, para ser llevado al campo.

Una vez en el campo, este prototipo realizo las labores de subsolada y cultivo.

TABLA 7

COSTO Y RENDIMIENTO DE LABORES MECANICAS 2000

Inicio de Labor	***26-Jun-00***
Fin de Labor	***Dic / 00***

ROTICULTIVO

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-25	1,602.92	1,365.87	2,215.05	181.17	2,436.09	8,978.70	2,869.55	14,284.34	6.45	1.0998	5.35	1.62	12.23
JD-8400	42.25	36.17	49.12	4.50	54.04	309.38	54.53	417.94	8.51	1.1001	7.41	1.36	10.92
JD-7800	512.50	438.00	708.37	57.00	779.21	5,001.30	944.00	6,724.52	9.49	1.1000	8.39	1.62	12.43
Subtotal	**2,157.67**	**1,840.03**	**2,972.54**	**242.67**	**3,269.34**	**14,289.37**	**3,868.08**	**21,426.80**	**7.21**	**1.0998**	**6.11**	**1.62**	**12.25**

ROTICULTIVO(DIURNO)

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-25	1,358.75	1,175.67	1,992.13	155.08	1,624.94	7,187.97	1,953.48	10,766.40	5.40	0.8157	4.59	1.69	12.85
JD-8400	33.92	31.33	52.64	3.25	42.19	305.25	17.55	364.99	6.93	0.8016	6.13	1.68	16.20
JD-7800	453.83	390.67	641.87	51.00	519.87	4,046.57	720.11	5,286.55	8.24	0.8099	7.43	1.64	12.59
Subtotal	**1,846.50**	**1,597.67**	**2,686.64**	**209.33**	**2,187.01**	**11,539.79**	**2,691.14**	**16,417.94**	**6.11**	**0.8140**	**5.30**	**1.68**	**12.83**

2.2 Ensayo y Análisis de Campo con Prototipos Experimentales

Segundo ensayo, se lo realizó acoplando un equipo de fertilización con uno de cultivo – aporque. Se utilizó un tractor con motor de 180 HP, el cual efectuaba dos labores en una.

FIGURA 2.3 ILUSTRACIÓN DEL PROTOTIPO # 2

Las características del equipo con el cual se realizó el segundo prototipo son las siguientes:

TABLA 8

SEGUNDO ENSAYO CON PROTOTIPO #2.

Elemento o dispositivo	Característica

Fertilización	Marca Metalagro Modelo 280x2 Capacidad para trabajar 140 HP Capacidad de almacenamiento 300 Kg / tolva (6 sacos) Cantidad de tolvas: 2
Cultivo aporcador de disco	Marca Metalagro Modelo 3x24 Juegos de 3 discos cada uno, Ø 610 mm (24")

En el taller de tractores se realizó el acoplamiento del prototipo No. 2 que consiste en el ensamble del equipo de fertilización con el de cultivo – aporque, para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

- Se cortó la base de enganche del equipo de cultivo de disco con equipo de soldadura autógena.

- El equipo de cultivo de disco queda listo para ser acoplado al equipo de fertilización, por medio de la barra principal.

- El proceso de soldadura eléctrica se lo realiza con electrodos 60 – 11, 70 – 18.

- El equipo acoplado es enganchado a los tres puntos del tractor para ser llevado al campo.

Una vez en el campo, el equipo realizó las labores de fertilización con cultivo – aporque, generando los siguientes rendimientos en el periodo de un mes.

TABLA 9

RENDIMIENTO CON EL SEGUNDO ENSAYO DEL PROTOTIPO #2.

FERTI - CULTIVO - APORCADOR

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-25	16.00	13.00	19.76	2.00	18.97	116.64	31.33	166.94	8.45	0.9600	7.49	1.52	9.88
JD-7800	308.50	266.17	369.80	36.00	364.15	1,887.99	633.40	2,885.53	7.80	0.9847	6.82	1.39	10.27
Subtotal	324.50	279.17	389.56	38.00	383.12	2,004.63	664.73	3,052.47	7.84	0.9835	6.85	1.40	10.25

Figura 2.4 ILUSTRACIÓN DEL EQUIPO # 2

Los Rendimientos que se obtuvieron fueron de 1.40 HA/Hr con un costo de $ 7.84 /Ha.

Tercer ensayo. – Realizadas las pruebas con el prototipo No. 2, el personal técnico de campo, sugirió efectuar una tercera prueba, acoplando el equipo subsolador al prototipo No. 2, con el propósito de ejecutar con el pase de un solo tractor, las tres labores al mismo tiempo.

FIGURA 2.5 ILUSTRACIÓN DEL PROTOTIPO # 3

Para esto se requirió un tractor con motor de 270 HP, el peso del equipo era de 2.800 Kg. En el siguiente cuadro se presenta las características del prototipo No. 3:

TABLA 10

TERCER ENSAYO CON PROTOTIPO #3.

Elemento o dispositivo	Característica
Prototipo No. 2	Marca Metalagro Modelo 280x2 y 3x24 Capacidad para trabajar 140 HP Capacidad de almacenamiento 300 Kg / tolva (2 tolvas) Juegos de 3 discos cada uno, Ø 610 mm (24”)
Subsolador	Marca Metalagro Modelo SP-2-23 Parabólico de socas

FIGURA 2.6 Equipo de Tercer Ensayo

En el taller de tractores se realizó el acoplamiento del prototipo No. 2 con el subsolador Metalagro, para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

- Se cortó la base de enganche del prototipo No. 1 con equipo de soldadura autógena.

- El equipo subsolador, queda lista para ser acoplado, entre la barra principal del subsolador y la barra principal del prototipo No. 2.

- El proceso de soldadura eléctrica se lo realiza con electrodos 60 – 11, 70 – 18.

- El equipo acoplado es enganchado a los tres puntos del tractor para ser llevado al campo.

El Tercer prototipo incluía vertederas, debido a que se estimó que con este sistema se mejoraba la labor de aporque en la caña.

Una vez en el campo, el equipo realizó las labores de subsolado, fertilización y cultivo – aporque, generando los siguientes rendimientos en el periodo de un mes.

TABLA 11

RENDIMIENTO CON EL TERCER ENSAYO DEL PROTOTIPO #3.

ROTI-FERTICULTIVO-APORCADOR													
Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
JD-8410	3,580.50	3,143.67	5,155.81	414.50	5,350.37	19,705.77	3,772.40	28,828.54	5.59	1.0377	4.55	1.64	12.44
JD-8400	1,429.33	1,252.83	2,103.11	168.50	2,188.27	8,760.12	1,685.38	12,633.78	6.01	1.0405	4.97	1.68	12.48
Subtotal	5,009.83	4,396.50	7,258.92	583.00	7,538.65	28,465.89	5,457.78	41,462.32	5.71	1.0385	4.67	1.65	12.45

Como se puede apreciar, el rendimiento de ha / hora se incrementó a 1.65, además de que el equipo acoplado, pudo realizar la función requerida que es la de subsolear, fertilizar y cultivar (aporcar) al mismo tiempo, el costo por Ha fue de $ 5.71.

2.2 Construcción de Equipo Definitivo

FIGURA 2.7 ILUSTRACIÓN DEL EQUIPO DEFINITIVO

Una vez que se realizaron las tres pruebas con los prototipos, se construyó un cuerpo barra portaherramientas – chasis, reduciendo el peso a 2.100 Kg. y aumentando la capacidad de las tolvas de 300 Kg. (6 sacos) a 500 Kg. (10 sacos) de capacidad cada una (1.000 Kg. en dos tolvas).

El tractor trabajaba con un motor de 270 HP. También se construyó un juego de peines para alternar con las vertederas, dependiendo de las necesidades del personal de campo, debido a que el juego de peine realizaba una mejor mullición del terreno, función que no era suficiente comparada a la que realizaba los discos. En el siguiente cuadro se presentan las características del equipo definitivo que cumplía las tres labores de subsolado, fertilización y cultivo – aporque.

TABLA 12

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DEFINITIVO.

Dispositivo	Característica
Equipo para cultivo: fertilizador – abono – cultivador (aporque)	Ingenio San Carlos Cultivo Integral Tractor de 270 HP 2 Perfil "U" unidos de 100 x 50 x 4 A-36 2 Barras principales de 200 x 100 x 10 cm A-36 Estructura de chasis principal: área de la sección rectangular 240 cm x 225 cm, Acero A – 36 Capacidad de almacenamiento 500 Kg / tolva (10 sacos) Cantidad de tolvas: 2 4 Juegos de 3 discos cada uno, Ø 610 mm (24")

FIGURA 2.8 ILUSTRACIÓN DEL EQUIPO DEFINITIVO PARTE LATERAL

2.3 Evaluación de Operación de Campo e Implantación

El personal en conjunto con el Asesor de Campo, realizaron las evaluaciones de compactación, daños de los campos y rendimientos.

Para la implementación del equipo definitivo se necesitaba de un tractor de alta flotación (para reducir la compactación) y tener una capacidad de levante, ya que el elemento integral pesa 2.100 Kg. Con este cambio de diseño se redujo el peso en 700 Kg con respecto al prototipo 3.

Los daños en los campos se reducen al disminuir el tráfico de maquinaria y aumentar los rendimientos, de a labor unificada. Se

llevaron a cabo con este equipo integral las labores múltiples para la caña, con solo cambiar las vertederas por peines triangulares.

FIGURA 2.9 ILUSTRACIÓN DEL EQUIPO DEFINITIVO CON EL TRACTOR

2.4 Cálculo de la **Productividad Actual**

De acuerdo a la información proporcionada por el Departamento de Campo, la productividad en el periodo 2004. Se ilustra en las siguientes tablas.

TABLA 13

COSTO Y RENDIMIENTO DE LABORES MECANICAS 2004

Inicio de Labor :	*31-May-04*

CULTIVO INTEGRAL DIURNO

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
JD-8420	1,458.90	1,261.22	3,782.00	180.25	2,626.00	26,583.0	3,971.47	33,180.47	8.77	0.6943	8.08	3.00	20.98
JD-8410	1,807.83	1,574.17	4,698.34	225.67	3,256.66	31,981.17	4,952.38	40,190.20	8.55	0.6932	7.86	2.98	20.82
JD-8400	1,097.00	964.50	2,742.48	138.08	1,910.72	18,779.00	3,033.93	23,723.65	8.65	0.6967	7.95	2.84	19.86
Subtotal	**4,363.73**	**3,799.88**	**11,222.82**	**544.00**	**7,793.38**	**77,3430.17**	**11,957.77**	**97,094.32**	**8.65**	**0.6944**	**7.96**	**2.95**	**20.63**

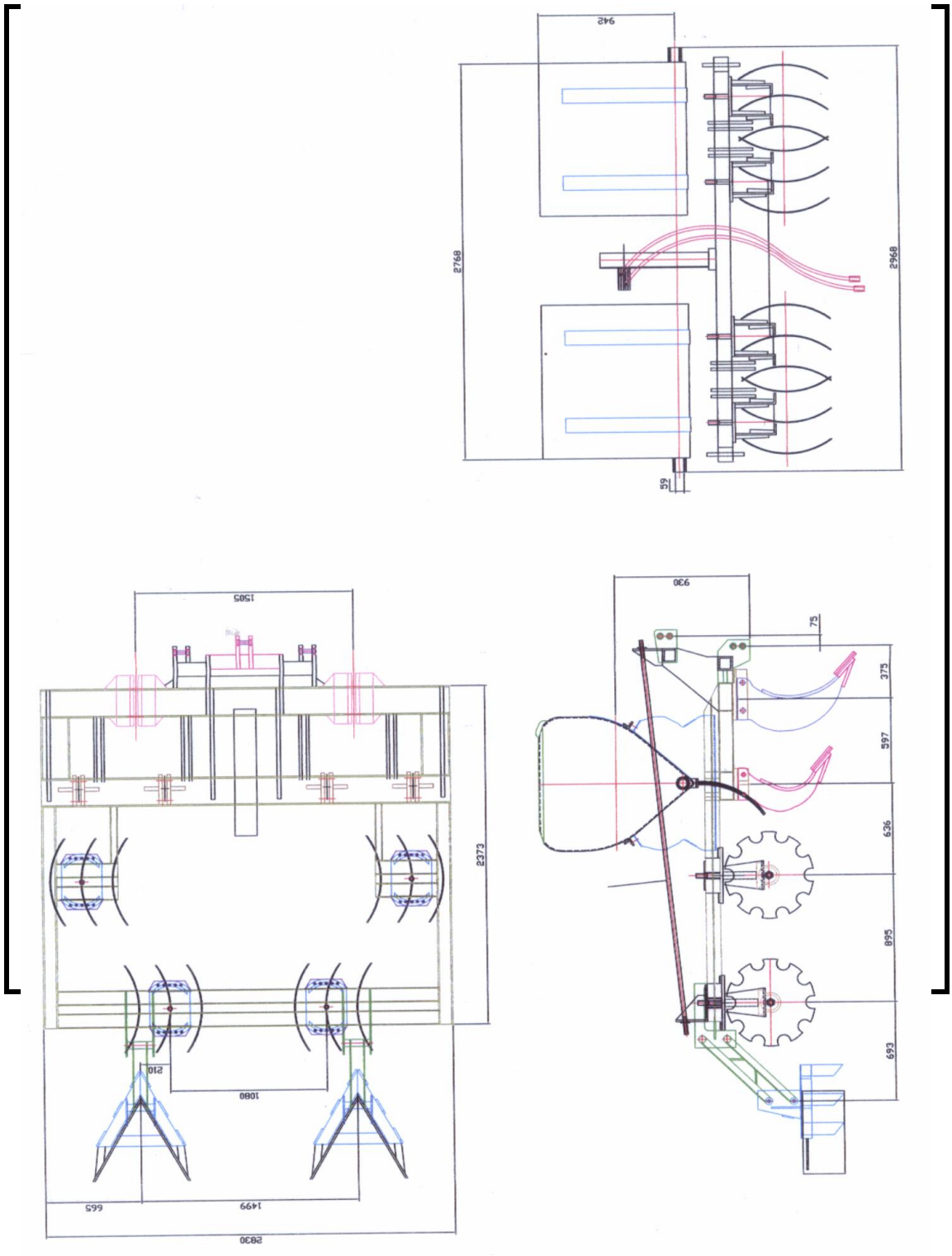
CULTIVO INTEGRAL NOCTURNO

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
JD-8420	362.00	322.17	892.59	44.25	670.61	7,051.17	1,011.70	8,733.48	9.78	0.7513	9.03	2.77	20.17
JD-8410	351.17	312.83	893.48	42.75	669.53	6,836.33	985.43	8,491.29	9.50	0.7494	8.75	2.86	20.90
JD-8400	141.17	124.50	373.75	18.00	289.13	2,823.33	392.18	3,504.64	9.38	0.7736	8.60	3.00	20.76
Subtotal	**854.33**	**759.50**	**2.159.82**	**105.00**	**1.629.27**	**16,710.83**	**2,389.30**	**20,729.40**	**9.60**	**0.7544**	**8.84**	**2.84**	**20.57**

El costo y rendimiento de las labores con Cultivo Integral quedaron en el año 2004 de la siguiente manera.

- $ 9.12 dólares por hectárea
- 2.89 hectáreas por hora
- 0.34 horas por hectárea.

En la figura 2.10 Se muestra el dibujo del Equipo Integral Mecánico Definitivo.


942
2768
2968
59
1505
2373
210
1080
665
1499
2830
930
75
375
597
636
895
693

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN DE CAMBIOS REALIZADOS

3.1 Mejoramiento en tiempo de Operación

El tiempo se reduce, debido a que con el método inicial se utilizaban 3 tractores con equipos para ejecutar las 3 labores, faenas cumplidas en lapsos de tiempos diferentes, con la consiguiente demora en las actividades.

Con el equipo integral, el tiempo se reduce porque las 3 labores serán efectuadas al mismo tiempo. En el siguiente cuadro se presenta la comparación de tiempo entre los sistemas inicial y actual.

TABLA 14

CUADRO COMPARATIVO DE HORAS / HECTÁREA.

Labor	Hr / Ha inicial (2000)	Hr / Ha actual (2004)
Subsolado	0,60	Cultivo Integral
Fertilización	0,58	0,34
Cultivo mecánico	0,66	
Aporque	0.78	
Total	**2.62**	**0,34**

Como se puede apreciar en el cuadro que se ha elaborado, existe una diferencia de 2,28 horas / Hectárea, entre el sistema inicial y actual. Para tener una mejor apreciación de la reducción del tiempo se ha operado de la siguiente manera:

Horas de trabajo = Indicador de Hr / Ha x No. de Has.

Horas de trabajo inicial (2000) = 2.62 x 13.381

Horas de trabajo inicial (2000) = 35,058.22

Horas de trabajo actual (2004) = 0,34 x 13.381

Horas de trabajo actual (2004) = 4,549.54

Para determinar el porcentaje de reducción de tiempo se ha efectuado la siguiente operación:

$$\text{Reducción \% de tiempo} = \frac{\text{Horas de trabajo actual}}{\text{Horas de trabajo inicial}}$$

$$\text{Reducción \% de tiempo} = \frac{4.549.54}{35.058,22}$$

Reducción % de tiempo = 87,02%

Los tiempos de las labores de cultivo se han reducido en un 87.02%.

3.2 Mejoramiento de Costo de la Labor

El costo se reduce por diversos motivos, entre los que se citan: menor tiempo, reducción de personal operativo, requerimiento de menor cantidad de equipos y maquinarias, disminución del transporte y combustible, menores daños en el equipo y reducción de maquinarias y equipos para las actividades de mantenimiento.

Luego, existe un mejoramiento en los factores operativos, logístico y de mantenimiento, cuyas diferencias en costo, considerando los años 2000 y 2004, se pueden apreciar en el siguiente cuadro:

TABLA 15

CUADRO COMPARATIVO DE COSTO / HECTÁREA EN LOS FACTORES PRODUCTIVOS

Labor	Costo / Ha inicial (2000)	Costo / Ha actual (2004)
Subsolado	4,90	9,12
Fertilización	4,69	
Cultivo de disco	4,90	
Aporque	8.69	
Total	**23,18**	**9,12**

Como se puede apreciar en el cuadro que se ha elaborado, existe una diferencia de 14,06 dólares / Hectárea, entre el sistema inicial y actual. Para tener una mejor apreciación de la reducción de costos se ha operado de la siguiente manera:

Costo total de la labor de cultivo integral = Costo / Ha x No. de Has.

Costo inicial de la labor de cultivo (2000) = 23,18 x 13.381

Costo inicial de la labor de cultivo (2000) = 310.171.58

Costo actual de la labor de cultivo integral (2004) = 9.12 x 13.381

Costo actual de la labor de cultivo integral (2004) = 122,034.72

Para determinar el porcentaje de reducción de costos se ha efectuado la siguiente operación:

$$\text{Reducción \% de costo} = \frac{\text{Costo de cultivo integral}}{\text{Costo inicial de cultivo}}$$

$$\text{Reducción \% de costo} = \frac{122.034,72}{310.171,58}$$

Reducción % de costo =60,06%

Los costos de las labores de cultivo integral se han reducido en un 60,06% con relación a las faenas iniciales, utilizando el equipo integral que realiza las tres labores simultáneamente.

Costo de Implementación del Cultivo Integral

La inversión de la solución para la implementación del equipo integral en las maquinarias que realizarán la labor de cultivo integral, se detallan a continuación:

TABLA 16

COSTO DE IMPLEMENTACION DEL CULTIVO INTEGRAL AÑO 2001

Detalle	Costo	Cantidad	Subtotal
Maquinarias (Tractores JD 8400)	$115.000,00	5	$575.000,00
Equipo integral (Ingenio San Carlos)	$5.500,00	5	$27.500,00
		Total	**$602.500,00**

Para determinar el periodo de recuperación de la inversión se ha efectuado la siguiente ecuación financiera:

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

Donde:

- P = inversión inicial.
- F = flujo de efectivo obtenido en periodos anuales o mensuales.
- i = Tasa máxima convencional, tomada de la sección de Economía de Diario El Universo, del 28 de Julio del 2005.
- n = número de periodos considerados en el análisis, que representa la vida útil de las maquinarias y equipos adquiridos y construidos, estimada en 5 años.

El flujo de efectivo F es el beneficio económico de la inversión efectuada, para el efecto, se obtiene la diferencia entre el costo inicial y el actual (reducción de costos), operando de la siguiente manera:

Beneficio F = Costo inicial – Costo actual

Beneficio F = $310.171,58 – $122.034,72

Beneficio F = $188.136,86

En el siguiente cuadro se determina el periodo de recuperación de la inversión.

TABLA 17

DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

Año	n	F	i	Ecuación	P	P acumulado
2001	0				**602.500,00**	
2002	1	188.136,86	13,43%	$P = F / (1+i)^n$	165.861,64	165.861,64
2003	2	188.136,86	13,43%	$P = F / (1+i)^n$	146.277,93	312.089,57
2004	3	188.136,86	13,43%	$P = F / (1+i)^n$	128.913,84	441.003,41
2005	4	188.136,86	13,43%	$P = F / (1+i)^n$	113.650,39	554.653,80
2006	5	188.136,86	13,43%	$P = F / (1+i)^n$	100.190,04	654.843,84

La inversión se recupera en el Quinto año de implementado el equipo integral para dichas labores de cultivo (roturación, fertilización, cultivo de disco y aporque). De esta manera la compra de los cinco tractores john Deere modelo 8400 y la construcción de los cinco equipos integrales construidos en los talleres de tractores del Ingenio San Carlos se recuperarán en el año 2006.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONESOS

Conclusiones

1. Con la implementación de este equipo integral en el cultivo de la caña de azúcar en el Ingenio San Carlos, se obtuvo una reducción de horas de **87,02%** esto es 30.508,68 horas al año, con relación a las labores tradicionales que se realizaban por separado en el proceso de cultivo.

2. Así mismo, se obtuvo una reducción del **60,06%** esto equivale un beneficio de $**188.136,86** dólares anuales en los costos del cultivo. A dichos valores habrá que agregarse la menor utilización de la maquinaria y personal, la reducción del tiempo de cultivo con las consiguientes ventajas que ello implica, así como menores costos de supervisión y logística.

3. Se redujo de 15 operadores de tractores a 5 para realizar todas las labores de cultivo de la caña de azúcar.

4. Con la reducción de tractores el Ingenio puso en venta cinco tractores lo cual represento un ingreso de aproximado de $ 50.000 y se dieron

de baja a seis tractores por el tiempo de operación que era de más de 20 años.

5. En el Ingenio se construyeron, los Equipos Integrales a un costo de $5.500 cada uno, comparamos con uno que fue importado cuyo valor fue de $15.500 obteniendo un beneficio económico.

Recomendaciones

No cabe duda de los beneficios, económicos obtenidos con la implementación del equipo integral en el Ingenio así, como mejora las labores de cultivo en la caña de azúcar, sin embargo se debe continuar buscando las mejoras, por lo tanto se dan las recomendaciones que siguen:

1. Seguir con rediseños para obtener reducción del peso de los componentes para disminuir la frecuencia de daños en el sistema hidráulico en el tractor. La meta que se debe alcanzar es 1.900 Kg. de peso en el equipo integral.

2. Atacar los problemas de corrosión observados en la estructura y las tolvas por efecto de los abonos en base a urea.

3. Buscar un diseño para ejes cuadrados, puesto que el diseño actual es de discos de cultivo con hueco interior redondo y ejes redondos. El diseño de discos y ejes cuadrados ocasionan menores daños mecánicos. En el instante que el equipo hace contacto con un obstáculo o terrones grandes, se produce patinaje entre los discos y las chumaceras, ocasionando daños en las chumaceras), en el caso de ejes redondos.

APÉNDICES

APÉNDICE A: COSTO DE RENDIMIENTO DE LABORES

MECÁNICAS 2001

COSTO Y RENDIMIENTO DE LABORES MECANICAS 2001

Inicio de Labor :	*25-Jun-01*

ROTURACION

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-25	99.67	91.67	163.96	11.00	144.93	726.57	91.67	963.17	5.87	0.8839	4.99	1.79	14.91
Subtotal	**99.67**	**91.67**	**163.96**	**11.00**	**144.93**	**726.57**	**91.67**	**963.17**	**5.87**	**0.8839**	**4.99**	**1.79**	**14.91**

FERTLIZACION

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-25	2,441.00	2,106.00	3,660.91	295.50	3,620.48	19,676.15	5,267.53	28,564.15	7.80	0.9890	6.81	1.74	12.39
TW-15	3,713.70	3,221.92	6,023.68	411.50	5,980.41	24,280.26	7,732.08	37,992.75	6.31	0.9928	5.31	1.87	14.64
JD-7800	50.67	41.67	60.98	6.00	60.43	310.59	100.42	471.43	7.73	0.9910	6.74	1.46	10.16
Subtotal	**6,205.37**	**5,369.58**	**9,745.57**	**713.00**	**9,661.32**	**44,266.99**	**13,100.02**	**67,028.34**	**6.88**	**0.9914**	**5.89**	**1.81**	**13.67**

COSTO Y RENDIMIENTO DE LABORES MECANICAS 2001

Inicio de Labor :	*25-Jun-01*

CULTIVO MECANICO

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-15	154.67	134.17	193.43	19.00	194.07	992.44	309.74	1,496.26	7.74	1.0033	6.73	1.44	10.18
JD-7800	11.00	10.00	15.80	1.00	15.17	67.43	24.10	106.70	6.75	0.9601	5.79	1.58	15.80
Subtotal	**165.67**	**144.17**	**209.23**	**20.00**	**209.24**	**1,059.87**	**333.84**	**1,602.96**	**7.66**	**1.0000**	**6.66**	**1.45**	**10.46**

ROTICULTIVO(DIURNO)

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-25	1,970.17	1,720.67	3,120.13	231.50	3,150.41	14,722.98	2,187.60	20,060.99	6.43	1.0097	5.42	1.81	13.48
TW-15	7.33	6.17	8.67	1.00	8.32	48.03	6.17	62.52	7.21	0.9596	6.25	1.41	8.67

COSTO Y RENDIMIENTO DE LABORES MECANICAS 2001

Inicio de Labor :	*25-Jun-01*

APORQUE

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-25	90.83	74.67	81.12	11.00	89.26	963.24	201.96	1,254.47	15.46	1.1003	14.36	1.09	7.37
JD-7800	106.50	81.67	93.24	15.00	100.76	2,295.90	322.43	2,719.09	29.16	1.0807	28.08	1.14	6.22
Subtotal	**197.33**	**156.33**	**174.36**	**26.00**	**190.02**	**3,259.14**	**524.39**	**3,973.55**	**22.79**	**1.0898**	**21.70**	**1.12**	**6.71**

APÉNDICE B: COSTO DE RENDIMIENTO DE LABORES

MECÁNICAS 2002

COSTO Y RENDIMIENTO DE LABORES MECANICAS 2002

Inicio de Labor :	*24-Jun-02*

ROTURACION

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-25	3.67	3.17	4.90	0.25	4.28	26.73	3.17	34.18	6.97	0.8735	6.10	1.55	19.60
JD-7800	8.33	7.00	11.60	1.00	10.12	51.08	7.00	68.20	5.88	0.8724	5.01	1.66	11.60
Subtotal	**12.00**	**10.17**	**16.50**	**1.25**	**14.40**	**77.81**	**10.17**	**102.38**	**6.20**	**0.8727**	**5.33**	**1.62**	**13.20**

FERTLIZACION

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-25	2,885.50	2,494.00	5,718.81	330.85	4,308.13	22,404.87	6,142.20	32,855.19	5.75	0.7533	4.99	2.29	17.29
TW-15	950.50	808.67	1,851.60	115.75	1,405.71	6,218.08	1,944.10	9,567.89	5.17	0.7592	4.41	2.29	16.00
JD-7800	42.00	32.00	40.12	5.00	30.38	257.46	77.12	364.96	9.10	0.7572	8.34	1.25	8.02
Subtotal	**3,878.00**	**3,334.67**	**7,610.53**	**451.60**	**5,744.22**	**28,880.40**	**8,163.42**	**42,788.04**	**5.62**	**0.7548**	**4.87**	**2.28**	**16.85**

COSTO Y RENDIMIENTO DE LABORES MECANICAS 2002

Inicio de Labor :	*24-Jun-02*

CULTIVO MECANICO

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-25	8.50	7.50	10.30	1.00	9.89	61.97	18.08	89.93	8.73	0.9602	7.77	1.37	10.30
TW-15	106.17	93.50	170.98	13.66	186.46	695.39	225.34	1,107.19	6.48	1.0905	5.38	1.83	12.52

ROTICULTIVO NOCTURNO

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
JD-7800	10.00	8.00	13.74	2.00	15.16	61.30	19.28	95.74	6.97	1.1033	5.86	1.72	6.87
Subtotal	**10.00**	**8.00**	**13.74**	**2.00**	**15.16**	**61.30**	**19.28**	**95.74**	**6.97**	**1.1033**	**5.86**	**1.72**	**6.87**

COSTO Y RENDIMIENTO DE LABORES MECANICAS 2002

Inicio de Labor :	*24-Jun-02*

ROTICULTIVO(DIURNO)

Tractor	HORAS		Unidad	Dias	COSTO				Costo Ha	Cost Oper Unid	CosHa	Rend Impl. Hora	Rend Operad. Dia
	Maq.	Impl.			Operad.	Maq.	Impl.	Total			Maq+ Impl		
TW-25	377.83	321.00	523.01	48.26	483.09	3,499.44	856.60	4,839.12	9.25	0.9237	8.33	1.63	10.84
JD-8420	11.83	9.33	17.61	1.50	16.91	460.92	27.67	505.49	28.70	0.9602	27.74	1.89	11.74
JD-8410	37.17	33.00	72.01	4.00	69.13	204.42	79.53	353.08	4.90	0.9600	3.94	2.18	18.00
JD-8400	2.50	2.00	3.61	0.50	3.47	15.33	2.40	21.20	5.87	0.9612	4.91	1.81	7.22
JD-7800	1,019.50	869.50	1,618.49	114.65	1,555.74	6,681.16	2,125.79	10,362.68	6.40	0.9612	5.44	1.86	14.12
Subtotal	**1,448.83**	**1,234.83**	**2,234.73**	**168.91**	**2,128.33**	**10,861.25**	**3,091.98**	**16,081.57**	**7.20**	**0.9524**	**6.24**	**1.81**	**13.23**

BIBLIOGRAFIA

CENICAÑA, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cali, 1999.

TECNICAÑA, Cultivo de la Caña de Azúcar, Colombia – Cali, 1999.

SUGAR-AZUCAR, Menores costo en el Cultivo de Caña, Mayo 1996.