

**Estudio económico de dos sistemas utilizados  
en el alce y transporte de Caña en la  
Compañía Azucarera Tres Valles, Honduras.**

**José J. Pineda M.**

**HONDURAS**

Diciembre, 2004.

ZAMORANO  
CARRERA DE GESTION DE AGRONEGOCIOS

# **Estudio económico de dos sistemas utilizados en el alce y transporte de Caña en la Compañía Azucarera Tres Valles, Honduras.**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Gestión de Agronegocios en el  
Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por

**José Javier Pineda Montenegro**

Honduras  
Diciembre, 2004

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reserva el derecho de autor.

---

José Javier Pineda Montenegro

Honduras  
Diciembre, 2004

**Estudio económico de dos sistemas utilizados en el alicé y transporte de  
Caña en la Compañía Azucarera Tres Valles, Honduras.**

presentado por

José Javier Pineda Montenegro.

Aprobada:

---

Héctor Vanegas, M.Sc.  
Asesor Principal

---

Héctor Vanegas, M.Sc.  
Coordinador Interino de la Carrera  
de Gestión de Agronegocios.

---

Ing. Rodolfo Flores  
Asesor

---

Aurelio Revilla, M.S.A.  
Decano Académico Interino.

---

Guillermo Berlioz, B.Sc.  
Coordinador de Proyectos Especiales  
De Graduación y Pasantías

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A mis padres por todo el apoyo que me brindaron.

A la memoria de mi abuelita.

A todos los que me apoyaron y confiaron en mí desde el primer día que inicié mis estudios en Zamorano.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la oportunidad de estudiar.

A mis padres por todo el apoyo que me brindaron.

A mi familia.

A mis asesores por su tiempo y dedicación.

A la fundación NIPPON que gracias a su beca y el apoyo que brindan a la educación nos dan la oportunidad a muchos de realizar nuestros estudios universitarios.

## RESUMEN

Pineda, José. 2004. Estudio económico de los dos sistemas utilizados en el alce y transporte de la caña en la Compañía Azucarera Tres Valles, Honduras. Proyecto especial para optar al título de Ingeniero en Gestión de Agronegocios, Zamorano, Honduras,

El transporte de Caña representa un costo importante durante el proceso de Zafra en la Compañía Azucarera Tres Valles la que está ubicada en el departamento de Francisco Morazán, Honduras. El presente estudio, se realizó para los procesos de alce y transporte que componen la Zafra. La compañía cuenta con dos sistemas diferentes de alce y transporte, uno compuesto por camiones más la alzadora y otro compuesto por cabezales más un movimiento interno, que incluye alzadoras, carretas, tractores y “dollies”. Estos sistemas cuentan con recursos limitados, sin embargo no poseen una manera eficiente de distribución de los mismos. El objetivo de este estudio fue definir cuál de los dos sistemas utilizados presenta la mayor eficiencia en el transporte de la tonelada de azúcar puesta en la fábrica y desarrollar un modelo PL para la minimización de los costos de cada viaje de caña mediante la optimización en el uso de los recursos para una finca seleccionada. Se realizó un diagnóstico del proceso de zafra, se determinaron cada una de las categoría y los arreglos de los sistemas, el porcentaje de participación en la zafra, el costo de la tonelada transportada promedio para cada categoría tomando en cuenta el total de toneladas, horas y kilómetros trabajados durante la zafra 03-04. Para el modelo se determinaron 8 posibles combinaciones tomando en cuenta tanto los sistemas propios como arrendados dentro de la función objetivo. Se determinaron restricciones de demanda, producción y disponibilidad de recursos. Se determinó que el sistema de cabezales con el arreglo 35\*35 tuvo un costo promedio de la tonelada transportada de L. 35.29, seguido por el arreglo de 35\*22 con un costo de L. 37.00, el arreglo de 22\*22 presentó un costo de L. 40.71 y el sistema formado por los camiones presentó un costo de la tonelada de L. 43.84. El arreglo de 35\*35 fue el que menos participación tuvo en el proceso de zafra con un 4% y el de 22\*22 fue el que más se utilizó con un 38%. Se determinó que a mayor capacidad de carga los costos de tonelada son menores. El modelo recomienda que se debe utilizar el sistema de cabezales con el arreglo de 35\*35 propio. El costo mínimo para la finca que se evaluó fue de L. 44,164.84.

**Palabras claves:** Categorías, costos, programación, recursos, zafra

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de Cuadros.....	ix
Índice de Figuras.....	x
Índice de Anexos y Apéndices.....	xi
<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	1
1.3. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO .....	1
1.4. LIMITES Y LIMITANTES.....	2
1.5. OBJETIVOS .....	2
1.5.1 General.....	2
1.5.2 Objetivos específicos .....	2
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>3</b>
2.1. DIAGNOSTICO DEL PROCESO .....	3
2.2. DETERMINACION DEL COSTO DE TONELADA .....	3
2.2.1. Determinación de los costos variables.....	4
2.2.2. Determinación de los costos fijos .....	4
2.2.3. Determinación de las toneladas trasportadas, kilómetros recorridos, eficiencias y costo de la tonelada y del quintal bruto.....	4
2.3. DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICIPACION DE CADA ARREGLO .....	5
2.4. DETERMINACION DE LOS FACTORES QUE MAS INFLUYERON EN EL COSTO DE LA TONELADA DE CADA CATEGORIA.....	5
2.4.1. Análisis de tiempo.....	5
2.5. CONSTRUCCION DEL MODELO DE PL.....	5
2.5.1. Planteamiento de la función objetivo.....	5
2.5.2. Planteamiento de las restricciones .....	6
2.5.3. Selección del software .....	6

<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.</b> .....	<b>7</b>
3.1.	DIAGNOSTICO DEL PROCESO .....	7
3.2.	DETERMINACION DEL COSTO DE LA TONELADA .....	8
3.2.1.	Determinación de los costos variables.....	8
3.2.2.	Determinación de los costos fijos .....	8
3.2.3.	Determinación de las toneladas trasportadas, kilómetros recorridos,eficiencias y costo de la tonelada y del quintal bruto.....	9
3.3.	DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICIPACION DE CADA ARREGLO .....	12
3.4.	DETERMINACION DE LOS FACTORES QUE MAS INFLUYERON EN EL COSTO DE LA TONELADA DE CADA CATEGORIA .....	12
3.4.1.	Análisis de tiempo.....	14
3.5.2.	Planteamiento de la función objetivo.....	15
3.5.3.	Planteamiento de las restricciones .....	15
3.6.	RESULTADOS DEL MODELO DE PROGRAMACION LINEAL.....	16
3.6.1.	Análisis de actividades.....	16
3.6.2.	Costo reducido .....	17
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>18</b>
<b>5.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>20</b>
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>20</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>21</b>

**INDICE DE CUADROS**

## Cuadro

1. Resumen de costos y eficiencias de camiones.....	9
2. Resumen de costos y eficiencias de cabezales.....	9
3. Resumen de costos y eficiencias de alzadoras.....	9
4. Resumen de costos y eficiencias de tractores .....	10
5. Resumen de costos y eficiencias de carretas de 22 delanteras.....	10
6. Resumen de costos y eficiencias de carretas de 22 traseras.....	10
7. Resumen de costos y eficiencias de carretas de 35.....	10
8. Resumen de costos y eficiencias de dollies. ....	11
9. Resumen de costos y eficiencias de cada categoría .....	11
10 Toneladas transportadas por arreglo. ....	12
11. Tiempos de carga de los deferentes arreglos .....	14

**INDICE DE FIGURAS**

## Figura

1. Capacidades de toneladas transportadas de cada uno de los arreglos.....	7
2. Costos de los diferentes arreglos.....	12
3. Reporte de la solución óptima de Lingo .....	17

**INDICE DE ANEXOS Y APENDICES**

## Anexo

1. Costos variables de camiones. ....	22
2. Costos variables de cabezales. ....	22
3. Costos variables de alzadoras. ....	22
4. Costos variables de tractores. ....	22
5. Costos variables de carretas de 22 delanteras. ....	23
6. Costos variables de carretas de 22 traseras. ....	24
7. Costos variables de carretas de 35. ....	25
8. Costos variables de dollies. ....	25
9. Costos Fijos de camiones. ....	25
10. Costos fijos de cabezales. ....	26
11. Costos fijos de alzadoras. ....	26
12. Costos fijos de tractores. ....	27
13. Costos fijos de Carretas de 22 delanteras. ....	28
14. Costos fijos de carretas de 22 traseras. ....	29
15. Costos fijos de carretas de 35. ....	30
16. Costos fijos de dollies. ....	30

# **1. INTRODUCCION**

## **1.1. ANTECEDENTES**

La empresa fue creada en 1975 con el nombre de azucarera cantarranas (ACANSA), siendo propiedad del estado de Honduras.

Dentro del programa de privatización de propiedades del estado, en 1993 decidieron la venta de ACANSA al sector privado y fue así como el 1 de septiembre de 1993 fue absorbida.

Actualmente se tienen 4,895 hectáreas de área cultivable, entre tierras de la compañía y productores independientes.

La producción de azúcar en la zafra anterior fue de 350,877 kilogramos y tienen un rendimiento promedio de 60 toneladas de caña por manzana.

En la actualidad en la fábrica se cuenta con la capacidad para moler 3,000 toneladas diarias de caña de azúcar.

Actualmente la empresa tiene 241 empleados por tiempo indefinido y en temporada de zafra se tienen 1,300 empleados temporales.

## **1.2. DEFINICION DEL PROBLEMA**

En la Compañía Azucarera Tres Valles (CATV) se utilizan dos sistemas para el alce y transporte de la caña de azúcar.

El 80% de la caña se transporta en cabezales (propios y rentados) que utiliza un movimiento interno que incluye tractores, “dollies” y carretas y el otro 20% es transportado por camiones (propios y rentados), y no se conoce con exactitud cuál es el sistema que garantizará el menor costo de la tonelada de azúcar puesta en la fábrica al implementarlo en un 100%.

## **1.3. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO**

Con el estudio se definirá, cuál de los dos sistemas utilizados en el alce y transporte de la caña es el más eficiente, lo que ayudará a mantener la competitividad de la compañía.

#### **1.4. LIMITES Y LIMITANTES**

El tiempo que se tiene para realizar un estudio completo de todas las fincas.

Este estudio solo aplica para CATV por las condiciones topográficas propias de cada una de las fincas de producción de caña.

#### **1.5. OBJETIVOS**

##### **1.5.1 General**

Comparar económicamente dos sistemas de alce y transporte de caña de azúcar utilizado en la Compañía Azucarera Tres Valles (CATV)

##### **1.5.2 Objetivos específicos**

Determinar el costo por tonelada de los dos sistemas utilizados en el alce y transporte de caña.

Determinar el porcentaje de participación de cada uno de los arreglos que conforman los dos sistemas en el proceso de zafra.

Analizar el proceso de zafra y determinar los factores que mayor influyen en el costo de la tonelada.

Desarrollar un modelo de programación lineal para una de las fincas.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. DIAGNOSTICO DEL PROCESO

El estudio se realizó durante el período de zafra en la Compañía Azucarera Tres Valles. Se realizó un diagnóstico del sistema de producción para identificar cada uno de los procesos que conforman la zafra, desde el momento de corte hasta que es transportada, posteriormente se realizó la agrupación de la maquinaria propia de la compañía por categorías. Cada categoría se formó con máquinas que tenían características similares. La maquinaria se agrupó en categorías de cabezales, camiones, alzadoras, tractores de tiro, carretas y “dollies”. Una vez definidas estas categorías, se analizaron y se evaluaron.

### 2.2. DETERMINACION DEL COSTO DE TONELADA

Se elaboró una estructura de costos para cada categoría de los dos sistemas utilizados en el alce y transporte de caña. Se identificaron y definieron las actividades del proceso de zafra las que ayudaron a establecer el costo de cada una de las categorías de maquinaria, se tomaron en cuenta los costos fijos, costos variables, toneladas transportadas y kilómetros recorridos. Se tomaron los datos de la zafra de este año mediante el trabajo y la observación en el campo, así como la revisión de las boletas destinadas para cada una de las categorías junto con los operadores de las diferentes unidades que intervienen en la zafra. Para determinar estos costos de alce y transporte se usaron las fórmulas 1 y 2 respectivamente.

$$\text{Costo/t} = \frac{\text{Costo/h}}{\text{Ton/h}} = \frac{\frac{\text{Costo Fijo} + \text{Costo Variable}}{\text{Total de horas}}}{\text{t/Uñada} * \text{Uñadas/h}} \quad [1]$$

$$\text{Costo/t} = \frac{\text{CF} + (\text{Sum Consumos Unitarios} * \text{Precios Unitarios}) * \text{Total de horas}}{\text{t/Uñada} * \text{Uñadas/h}}$$

$$\text{Costo/t} = \frac{\frac{\text{Costo/km}}{\text{t/km}}}{\frac{\frac{\text{Costo Fijo} + \text{Costo Variable}}{\text{Total de km}}}{\text{t/ Viaje}}}{\text{km/Viaje}} \quad [2]$$

$$\text{Costo/t} = \frac{\text{CF} + \text{Sum} (\text{Consumos unitarios} * \text{Precios Unitarios} * \text{Total de km})}{\frac{\text{Total de km}}{\text{t/ Viaje}}}{\text{km/Viaje}}$$

### **2.2.1. Determinación de los costos variables**

Para determinar los costos variables se tomaron en cuenta los consumos de combustibles, llantas, lubricantes, materiales, repuestos, filtros, aceites en la zafra actual desde el 29 de diciembre de 2003 al 3 de junio de 2004 y también la mano de obra de los operadores de cada una de las categorías de maquinaria donde se incluyó el sueldo devengado base mensual más el bono.

### **2.2.2. Determinación de los costos fijos**

Para determinar los costos fijos se incluyeron las depreciaciones de cada uno de los equipos, la depreciación se realizó en forma lineal para 5 años y también se tomó en cuenta los días que participó cada maquinaria en la zafra, la depreciación se hizo con base en la valorización que recibió cada una de las categorías ya que la mayoría de las maquinarias ya estaban depreciadas, también se incluyó la mano de obra del taller. No se consideraron los costos administrativos ya que se asume para los diferentes sistemas de zafra los mismos costos.

### **2.2.3. Determinación de las toneladas transportadas, kilómetros recorridos, eficiencias, costo de la tonelada y del kilogramo bruto**

Se consideraron las toneladas transportadas por cada una de las máquinas pertenecientes a cada una de las categorías, así como los kilómetros recorridos durante el proceso de zafra, en el caso de los “dollies” como estos van unidos a un tractor que va halando la carreta se consideraron las toneladas y los kilómetros transportados por el tractor. Para las alzadoras se tomaron en cuenta las horas trabajadas y también el número de toneladas alzadas, todos estos datos se registraban en las boletas pertenecientes a cada una de las máquinas. Estos registros eran llevados por boleteros de campo y también por los encargados de la báscula que registraban cada una de las unidades al momento de entrar y salir de la compañía.

La determinación de los costos totales, toneladas transportadas y kilómetros recorridos nos ayudaron a definir el costo de la tonelada de cada una de las categorías. Se trabajó con los promedios totales para esto se agruparon las categorías dedicadas por completo solamente a las actividades de la Zafra, también se calculó el costo por kilogramo bruto de cada una de las categorías tomando en cuenta el rendimiento de azúcar por tonelada de caña que es de 100.63 kg y también se calculó el costo para cada uno de los arreglos de los cabezales.

### **2.3. DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICIPACION DE CADA ARREGLO**

Para determinar estos porcentajes se tomaron en cuenta las toneladas totales ingresadas durante todo el proceso de zafra provenientes de las diferentes fincas y se definieron las cantidades de toneladas ingresadas por cada uno de los arreglos (camiones, 22\*22, 35\*22, y 35\*35), con esto se pudo definir el porcentaje de participación de cada uno de los arreglos de los diferentes sistemas.

### **2.4. DETERMINACION DE LOS FACTORES QUE MAS INFLUYERON EN EL COSTO DE LA TONELADA DE CADA CATEGORIA**

Se realizó un análisis de toda la zafra donde se revisaron cada uno de los procesos, desde el proceso de alce hasta el transporte de la caña y se analizaron los costos fijos, variables, toneladas transportadas, kilómetros recorridos, horas trabajadas para definir cuales de éstas son las que más influyen dentro de los costos de la tonelada por kilómetro de cada una de las categorías dentro de la estructura de costos.

#### **2.4.1. Análisis de tiempo de cada categoría**

Se realizó un análisis de tiempos de cada una de las actividades del proceso de zafra mediante la observación y toma de datos en el campo junto con los operadores y se definieron las causas de las variaciones de dichos tiempos.

### **2.5. CONSTRUCCION DEL MODELO DE PL**

Se elaboró un modelo de programación lineal que tiene como objetivo la minimización de costos de transporte de cada uno de los arreglos. Se seleccionó una finca modelo donde todos los arreglos de los diferentes sistemas pudieran ser utilizados. Este ayudará a realizar la planificación para cada uno de los viajes y arreglos que se destinaran a la finca.

#### **2.5.1. Planteamiento de la función objetivo**

La función objetivo es la sumatoria del costo del viaje de cada uno de los 8 arreglos tomando en cuenta tanto los propios como los alquilados multiplicados por la cantidad de viajes que según el modelo debe realizar cada arreglo.

### **2.5.2. Planteamiento de las restricciones**

Se clasificaron las restricciones en 3 grupos: producción de la finca, capacidad de carga y disponibilidad de recursos (tiempo, carretas, cabezales, camiones, “dollies”, tractores y alzadoras).

### **2.5.3. Selección del software**

Se creó un archivo en Excel que permite actualizar, según cambien ciertas variables; tomando en consideración que este modelo posteriormente se puede realizar para todas las fincas y considerando la cantidad de variables que resultarían, se utilizó LINGO versión 8.0 para poder correrlo.

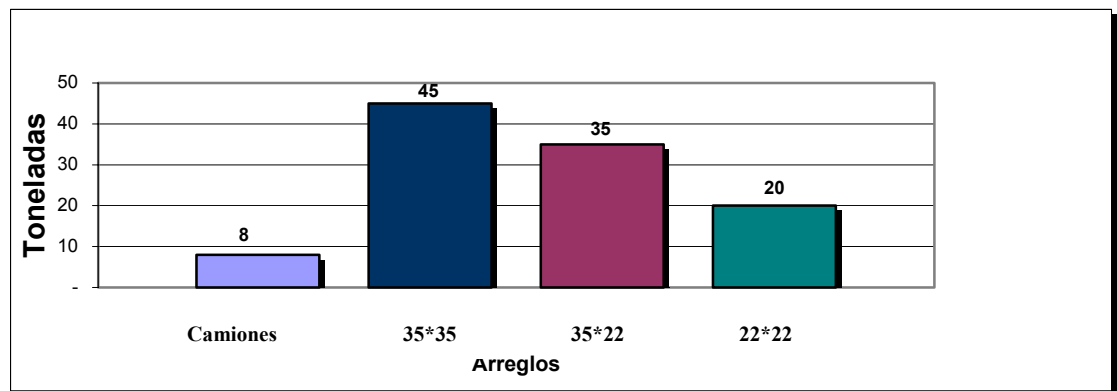
### 3. RESULTADOS Y DISCUSION.

#### 3.1. DIAGNOSTICO DEL PROCESO

El proceso de zafra esta compuesto por tres grandes actividades corte, alce y transporte (CAT), el presente estudio se enfocó más en las áreas de alce y transporte ya que el corte no varía para los diferentes sistemas.

Los dos sistemas que se utilizaron durante todo el proceso fue el sistema compuesto por camiones y el sistema de cabezales que incluye el movimiento interno compuesto por las alzadoras, carretas, tractores de tiro y “dollies”.

En el caso de los cabezales se utilizan tres arreglos con diferentes capacidades de carga (Figura 1)



**Figura 1.** Capacidades de toneladas transportadas de cada uno de los arreglos

El corte es realizado de dos formas un corte de caña en verde y un corte de caña quemada el proceso es el mismo y no varía para los diferentes sistemas que se analizaron en este estudio por lo que se realizó un mayor énfasis en el alce y transporte. El alce esta compuesto por una alzadora, un tractor de tiro y también incluye a los “dollies” que van prendidos de los tractores.

El proceso del sistema de camiones da inicio cuando el camión sale de la compañía vacío pasa por la báscula y se registra el peso, código y la finca a donde se dirige, posteriormente se dirige a la finca, al llegar a la finca es cargado directamente por una alzadora que tarda aproximadamente de 12 a 15 minutos en cargarlo, después que es cargado sale hacia la compañía donde pasa de nuevo por la báscula y es registrado de

nuevo, donde pasa a esperar al patio para ser descargado en la fábrica, en ciertas ocasiones los camiones cuando llegan a las fincas tienen que esperar a ser cargados por lo que no hay suficiente caña cortada o porque hay demasiados camiones esperando a ser cargados.

El proceso del sistema de cabezales da inicio con la salida del cabezal vacío de la compañía con cualquiera de los arreglos (Cuadro 1), pasa por la báscula y se registra el peso, código y la finca donde se dirige, posteriormente se dirige a la finca, al llegar a la finca el cabezal queda a la orilla del lote ya que no puede entrar por la topografía del terreno, entonces las carretas que lleva son desacopladas y se acoplan a un tractor de tiro que va acompañado de un “dollies”. El tractor entra con las carretas al lote y es cargado por la alzadora, que dependiendo del tipo de carreta que esté cargando y también de la finca los tiempos de carga varían, al ser cargada cada una de las carretas son llevadas por los tractores donde son desacopladas y se acoplan de nuevo al cabezal, que después sale con las carretas hacia la compañía donde pasa por la báscula y es registrado de nuevo, posteriormente pasa a patio para esperar a ser descargado en la fábrica, los cabezales cuando llegan a la finca también tienen que esperar para ser cargados.

### **3.2. DETERMINACION DEL COSTO DE LA TONELADA**

Se elaboró una estructura de costos donde se determinaron los costos fijos y variables, también se tomaron en cuenta las toneladas transportadas, kilómetros recorridos y horas trabajadas por cada una de las categorías, todos estos datos fueron tomados en cuenta para lograr definir el costo de la tonelada por kilómetro en el caso las categorías de transporte y de toneladas por hora en el caso de las alzadoras.

#### **3.2.1. Determinación de los costos variables**

Para determinar los costos variables se tomaron los datos de zafra del 29 de diciembre de 2003 al 3 de junio de 2004.

Se determinaron los costos variables para cada una de las categorías camiones (Anexo 1), cabezales (Anexo 2), alzadoras (Anexo 3), tractores (Anexo 4), carretas 22 delanteras (Anexo 5), carretas de 22 traseras (Anexo 6), carretas de 35 (Anexo 7) y “dollies” (Anexo 8).

#### **3.2.2. Determinación de los costos fijos**

Se determinaron los costos fijos para cada una de las categorías camiones (Anexo 9), cabezales (Anexo 10), alzadoras (Anexo 11), tractores (Anexo 12), carretas 22 delanteras (Anexo 13), carretas de 22 traseras (Anexo 14), carretas de 35 (Anexo 15) y “dollies” (Anexo 16).

### 3.2.3. Determinación de las toneladas transportadas, kilómetros recorridos, eficiencias, costo de la tonelada y del kilogramo bruto

En la categoría de camiones se analizaron tres camiones propios de la compañía que transportaron un promedio de 5,213.85 toneladas, recorrieron 21,210.67 km, los costos totales fueron de L. 196,516.50, el costo de la tonelada fue de L. 39.38 y el costo del kg bruto fue de L. 3.37 (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Resumen de costos y eficiencias de camiones.

Categoría de Camiones							
Eficiencias	t	km	Costos (L.)	t/km	Costo/km (L.)	Costo/t (L.)	Costo/kg (L.)
Promedio	5,213	21,210	196,516	0.25	9.77	39.38	3.37

En la categoría de cabezales se analizaron 4 cabezales propios de la compañía que transportaron un promedio 14,982.89 toneladas, recorrieron 20,248.53 km, los costos totales fueron de L. 256, 660.57, el costo de la tonelada fue de L. 17.13 y el costo del kg bruto fue de L. 0.16 (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Resumen de costos y eficiencias de cabezales.

Categoría de Cabezales							
Eficiencias	t	km	Costos (L.)	t/km	Costo/km (L.)	Costo/t (L.)	Costo/kg (L.)
Promedio	14,982.89	20,248.53	256,660.57	0.75	12.76	17.13	0.16

En la categoría de alzadoras se analizaron 4 alzadoras propias de la compañía que cargaron un promedio 65,853.83 toneladas, trabajaron 1,920.75 horas, los costos totales fueron de L. 290,229.60, el costo de la tonelada fue de L. 4.46 y el costo del kg bruto fue de L. 0.04 (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Resumen de costos y eficiencias de alzadoras.

Categoría de Alzadoras							
Eficiencias	t	h	Costos (L.)	t/h	Costo/h (L.)	Costo/t (L.)	Costo/kg (L.)
Promedio	65,853.83	1,920.75	290,229.60	33.89	151.16	4.46	0.04

En la categoría de tractores de tiro se analizaron 10 tractores propios de la compañía y transportaron un promedio 28,115.10 toneladas, recorrieron 74,556.93 km, los costos totales fueron de L. 185, 200.39, el costo de la tonelada fue de L. 7.06 y el costo del kg bruto fue de L. 0.07 (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Resumen de costos y eficiencias de tractores

Categoría de Tractores							
Eficiencias	t	km	Costos (L.)	t/km	Costo/km (L.)	Costo/t (L.)	Costo/kg (L.)
Promedio	28,115.10	74,556.93	185,200.39	0.37	2.62	7.06	0.07

En la categoría de carretas de 22 delanteras se analizaron 24 carretas propias de la compañía y transportaron un promedio de 2,193.26 toneladas, recorrieron 13,021.58 km, los costos totales fueron de L. 10, 654.40, el costo de la tonelada fue de L. 4.38 y el costo del kg bruto fue de L. 0.04 (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Resumen de costos y eficiencias de carretas de 22 delanteras.

Categoría de Carretas de 22 Delanteras							
Eficiencias	t	km	Costos (L.)	t/km	Costo/km (L.)	Costo/t (L.)	Costo/kg (L.)
Promedio	2,193.26	13,021.58	10,654.40	0.19	0.81	4.38	0.04

En la categoría de carretas de 22 traseras se analizaron 35 carretas propias de la compañía y transportaron un promedio 2,856.31 toneladas, recorrieron 14,497.90 km, los costos totales fueron de L. 20,233.71, el costo de la tonelada fue de L. 6.38 y el costo del kg fue de L. 0.06 (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Resumen de costos y eficiencias de carretas de 22 traseras.

Categoría de Carretas de 22Traseras							
Eficiencias	t	km	Costos (L.)	t/km	Costo/km (L.)	Costo/t (L.)	Costo/kg (L.)
Promedio	2,856.31	14,497.90	20,233.71	0.21	1.33	6.38	0.06

En la categoría de carretas de 35 se analizaron 17 carretas propias de la compañía y transportaron un promedio 8,181.61 toneladas, recorrieron 16,575.72 km, los costos totales fueron de L. 21,773.19, el costo de la tonelada fue de L. 2.67 y el costo del kg bruto fue de L. 0.02 (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Resumen de costos y eficiencias de carretas de 35.

Categoría de Carretas de 35							
Eficiencias	t	km	Costos (L.)	t/km	Costo/km (L.)	Costo/t (L.)	Costo/kg (L.)
Promedio	8,181.61	16,575.72	21,773.19	0.50	1.32	2.67	0.02

En la categoría de “dollies” se analizaron 3 “dollies” propios de la compañía y transportaron un promedio 8,001.58 toneladas, recorrieron 16,463.67 km, los costos totales fueron de L. 10,366.25, el costo de la tonelada fue de L. 1.29 y el costo del kg bruto fue de L. 0.57 (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Resumen de costos y eficiencias de “dollies”.

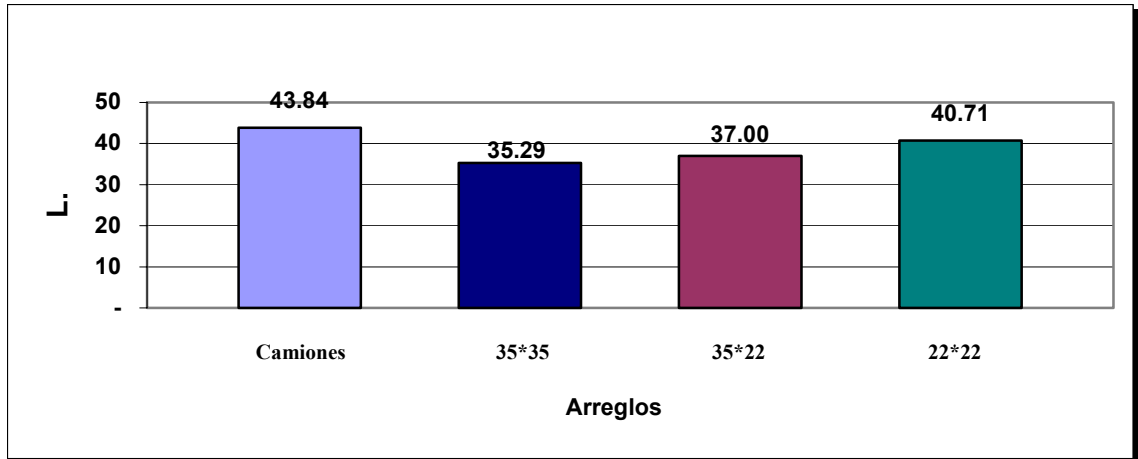
Categoría de “Dollies”							
Eficiencias	t	km	Costos (L.)	t/km	Costo/km (L.)	Costo/t (L.)	Costo/kg (L.)
Promedio	8,001.58	16,463.67	10,366.25	0.49	0.63	1.29	0.01

El resumen de los costos y eficiencia de cada una de las categorías (Cuadro 9)

**Cuadro 9.** Resumen de costos y eficiencias de cada categoría

Maquinaria	Costo/km	Costo/t	Costo/kg
Camiones	6.67	28.35	3.37
Cabezales	12.02	14.66	0.16
Alzadoras (Hr)	151.16	4.46	0.04
Tractores de Tiro	1.63	4.94	0.07
Carretas de 22 Delanteras	0.36	1.78	0.04
Carretas de 22 Traseras	0.07	0.30	0.06
Carretas de 35	1.09	2.01	0.02
“Dollies”	0.34	0.66	0.01

Se determinaron los costos de tonelada de cada uno de los arreglos, el costo de los camiones es de L. 43.84 donde se suma el costo del camión más el costo de la alzadora que es el que lo carga, también se analizaron los diferentes arreglos de los cabezales siendo el del costo más bajo el 35\*35 con un costo de L. 35.29, a éste se le sumaron los costos promedios del cabezal, alzadora, tractor de tiro, “dollies” más el costo de las dos carretas de 35, lo mismo se hizo en el cálculo de los demás arreglos cambiando el costo de las carretas según el tipo de arreglo y tomando en cuenta si usó una carreta delantera o trasera.



**Figura 2.** Costos de los diferentes arreglos.

### 3.3. DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICIPACION DE CADA ARREGLO

El total de toneladas transportadas durante toda la zafra fue de 374,731.21. Los camiones transportaron 80,153.70 toneladas esta cantidad representó el 21.39%, los arreglos 35\*35 transportaron 16,050.65 toneladas, los 35\*22 transportaron 136,058.74 toneladas y el arreglo de 22\*22 transportó un total de 142,468.12 toneladas. El arreglo de 22\*22 tuvo la mayor participación con un 38.02%, seguido por el arreglo 35\*22 con una participación del 36.31% y del arreglo de 35\*35 con un 4.28%, esto es en la categoría de cabezales (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Toneladas transportadas por arreglo en el período 03-04.

TONELADAS POR ARREGLO					
Arreglos	35*35	35*22	22*22	Camión	Total
Toneladas	16,050	136,058	142,468	80,153	374,731
Porcentajes	4.28	36.31	38.02	21.39	100

### 3.4. DETERMINACION DE LOS FACTORES QUE MAS INFLUYERON EN EL COSTO DE LA TONELADA DE CADA CATEGORIA

Al revisar los costos de la tonelada por kilómetro de los camiones se observó una gran variación entre los tres camiones analizados, esta variación fue debida a los costos incurridos en los repuestos dentro de los costos variables (Anexo 1). El camión con más kilómetros recorridos y más toneladas transportadas es el que tiene el costo mínimo de transporte que es de L. 28.35 y el costo máximo es de L. 50.18/t que se debe a los altos costos en repuestos que fueron de L. 90,449.56 y el segundo con mayor costo en repuestos fue de L. 12, 629.15 por lo que se pudo notar la gran diferencia de los costos de la tonelada transportada (Cuadro 1).

En los cabezales también se observó una variación significativa en el costo de la tonelada transportada donde el mínimo costo fue de L. 14.66 y el cabezal con el máximo costo fue de L. 19.57/t esta variación se debió a la poca eficiencia en el transporte de toneladas por kilómetro que fue de 0.61 t/km con respecto al óptimo que fue de 0.80 t/km, en los costos variables la mayor diferencia estaba en el consumo de combustible de cada uno de los cabezales (Anexo 2), como la mayoría de los costos son similares se pudo observar que el cabezal con el mínimo costo de la tonelada fue el que transportó un mayor número toneladas por kilómetro recorrido (Cuadro 2).

En la categoría de alzadoras se observó mucha variación en el costo de la tonelada transportada donde el costo mínimo fue de L. 3.44, y el costo máximo fue de L. 5.74/t, según el análisis esta variación fue debido al consumo de combustible, reparaciones y a la deficiencia en las toneladas transportadas provocado por la topografía de las fincas, ya que los tiempos de alce varían mucho según la topografía de los terrenos, porque existen fincas donde el tiempo de carga llega a ser hasta de una hora, cuando el tiempo normal de carga según el arreglo es en promedio de 12 minutos en camiones, 15 minutos las carretas de 22 y 21 minutos las carretas de 35, otra de las causas pudo ser la precisión del operador de la alzadora según el mecanismo de alce que éste utilice.

En la categoría de los tractores de tiro se observa un gran rango de variación donde el costo mínimo de transporte fue de L. 4.94 y hay un costo máximo de L. 12.34/t los demás tractores analizados andan en un rango de L. 6.5 a L. 8, según el análisis realizado el tractor con este costo tan elevado se debe a que recorrió solamente 28,868.6 km muy por debajo del promedio que fue de 74,556.93 km y como los costos totales fueron muy similares al momento de diluir estos costos entre los kilómetros recorridos y las toneladas transportadas estos costos fueron mayores, lo mismo se dio en el caso de los demás tractores analizados, también hay mucha variabilidad en las eficiencias de toneladas transportadas (Cuadro 4). Las causas de estas variaciones es la disponibilidad de caña cortada y la disponibilidad de equipos en cada una de las diferentes fincas. En los costos variables la mayor diferencia significativa se dio en los costos de los, lubricantes y repuestos (Anexo 4).

En la categoría de las carretas tanto de 22 delanteras y 22 traseras hay variabilidad en el costo de la tonelada transporta donde el costo mínimo es de L. 0.09 y el costo máximo es de L. 0.46/t, la demás carretas analizadas anduvieron en un rango de L. 0.22 a L. 0.26 en su mayoría. Según los análisis realizados en los costos variables la mayor variabilidad fue en el costo de los repuestos (Anexo 6 y 7) por lo que se deduce que pasaron mucho tiempo en el taller esto se reflejó en la variación de los kilómetros recorridos, otro factor muy importante es la eficiencia en el número de toneladas transportadas por kilómetro (Cuadro 5 y 6), que fue muy variable debido a los tipos de llenados de cada una de las carretas ya que estas tienen una capacidad de transportar 10 toneladas pero muchas veces estas capacidades varían entre un rango de 8 a 10 toneladas.

En la categoría de carretas de 35 la variabilidad en el costo de la tonelada no es mucha donde el costo mínimo fue de L. 0.42 y el máximo de L. 0.56 pero la mayoría de las demás carretas analizadas estuvieron en un rango de L. 0.46 a L. 0.52 (Cuadro 7), uno de

los factores que más explicó estas variaciones fueron las diferencias en los costos de los repuestos dentro de los costos variables (Anexo 7).

En la categoría de los “dollies” sólo se analizaron 3 donde el costo mínimo de la tonelada transportada fue de L. 0.66 y el costo máximo fue de L. 2.27 (Cuadro 8), esta variabilidad fue debido a las diferencias en el costo de los materiales y repuestos dentro de los costos variables (Anexo 8).

### 3.4.1. Análisis de tiempo

En los tiempos tomados en el proceso de alce se observó que el tiempo promedio de una bracada es de 14 segundos con un solo movimiento y de 18 segundos con un doble movimiento. Con un doble movimiento se mejoró la eficiencia de las toneladas por bracada. Estos tiempos son para terrenos con una topografía normal ya que para terrenos con una topografía de mucha pendiente los tiempos fueron muy variables por lo que no se pudo definir un tiempo promedio, esto fue debido a que la alzadora tenía que estar en movimiento y desplazándose hasta donde estaba el camión que son los únicos que entran en este tipo de terrenos. Los tiempos de carga de los diferentes arreglos (Cuadro 11), son variables.

**Cuadro 11.** Tiempos de carga de los diferentes arreglos.

Tiempo de carga (minutos)		
Camión	Carreta 22	Carreta 35
12	15	21

Estos tiempos son para terrenos normales, ya que en terrenos con topografía con mucha pendiente donde sólo entran los camiones el tiempo de carga es muy variable, hay fincas que el tiempo de carga es de una hora.

Los tiempos de transporte varían de acuerdo a la distancia a la que este ubicada la finca, pero se analizó la maquinaria propia de la compañía ya que estos tiempos no varían mucho en las diferentes fincas por lo que son controlados tanto los tiempos de salida como los tiempos de entrada.

### 3.5. CONSTRUCCION DEL MODELO DE PL.

#### 3.5.1. Actividades del modelo

Se tomaron como actividades las combinaciones de arreglos que se pueden hacer con los dos sistemas. Estos factores combinados resultaron en ocho diferentes posibles combinaciones. Por ejemplo una tonelada de caña puede ser transportada por cualquiera de las ocho combinaciones de arreglos incluyendo tanto propios como arrendados.

#### 3.5.2. Planteamiento de la función objetivo

La función objetivo se puede expresar como:

$$\begin{aligned} \text{MIN} = & 274 * \text{Camiones} + 417 * A! (\text{ARREGLO } 22 * 22); + 432 * B! (\text{ARREGLO } 35 * 22); + \\ & 431 * C! (\text{ARREGLO } 35 * 35); \\ & + 209.6 * \text{Camiones } A + 453.74 * AA! (\text{ARREGLO } 22 * 22); + 678.93 * BA! (\text{ARREGLO } \\ & 35 * 22); + 788.26 * CA! (\text{ARREGLO } 35 * 35); \end{aligned}$$

El resultado es la combinación de que tipo de arreglo y cuantos viajes debe de realizar cada arreglo para minimizar el costo.

#### 3.5.3. Planteamiento de las restricciones

Se consideraron los recursos que condiciona el número de viajes y capacidades de cada uno los arreglos de los sistemas.

Para la finca analizada se determinaron 13 restricciones que se distribuyeron en tres categorías que son: producción, toneladas por viaje y disponibilidad de recursos.

**3.5.3.1 Restricciones de producción** Se consideró el total de toneladas producidas por la finca seleccionada y las capacidades de carga de cada uno de los arreglos.

**! Total de toneladas;**

$$8 * \text{Camiones} + 20 * A + 35 * B + 45 * C + 8 * \text{Camiones } A + 20 * AA + 35 * BA + 45 * CA = 3,000;$$

**3.5.3.2 Restricciones de toneladas por viajes** Se tomaron en cuenta las capacidades de carga para cada tipo de arreglo, camiones, arreglo de 35\*35, 35\*22 y 22\*22. La distancia de esta finca es de 14 km y la distancia tomando en cuenta el viaje de regreso es de 28 km. Se consideraron los tiempos de ciclo para cada uno de los arreglos, 3 h para el caso de camiones y 3.30 h para los cabezales.

**! Restricciones de toneladas por viajes;**

8\*Camiones  $\leq 234$ ;  
 20\*A! (ARREGLO 22\*22);  $\leq 533$  ;  
 35\*B! (ARREGLO 35\*22);  $\leq 933$ ;  
 45\*C! (ARREGLO 35\*35);  $\leq 1,200$ ;  
 8\*Camiones A,  $\geq 0$ ;  
 20\*AA!(ARREGLO 22\*22);  $\leq 4,800$ ;  
 35\*BA!(ARREGLO 35\*22);  $\leq 4,433$ ;  
 45\*CA!(ARREGLO 35\*35);  $\leq 5,700$ ;

**3.5.3.3 Restricciones de recursos** Se calcularon el número de viajes que se pueden hacer con cada uno de los arreglos tomando en cuenta los recursos de maquinaria disponible y considerando que en el caso de los sistemas arrendados no tenemos restricciones de cabezales y camiones pero se consideraron las restricciones de recursos de las demás categorías.

**! Restricciones de recursos;**

1\*Camiones  $\leq 28$ ;  
 1\*A! (ARREGLO 22\*22);+1\*B!(ARREGLO 35\*22);+1\*C ! (ARREGLO 35\*35); $\leq 26$ ;  
 1\*AA ! (ARREGLO 22\*22);+1\*AA!(ARREGLO 22\*22); $\leq 240$ ;  
 1\*AA ! (ARREGLO 22\*22);+ 1\*BA $\leq 126$ ;  
 2\*CA! (ARREGLO 35\*35); $\leq 60$ ;

### 3.6 RESULTADOS DEL MODELO DE PROGRAMACION LINEAL

El modelo fue corrido en LINGO versión 8.0. Se consideró la información para poder planificar el número de viajes para un día de cosecha en la finca seleccionada.

El costo mínimo del número de viajes fue de L. 44,164.84

#### 3.6.1 Análisis de actividades

El software proporciona una hoja de resultados, en la que se enumera el número de viajes que deben ser realizados por cada uno de los arreglos. Esta es una descripción de los viajes a realizarse en la finca analizada.

<b>Solución Óptima Global</b>	6.00
<b>Valor Objetivo</b>	L. 44,184.81

<b>Variables</b>	<b>Valor (L.)</b>	<b>Costo Reducido (L.)</b>
<b>Camiones</b>	0.00	118.81
<b>A</b>	0.00	470.95
<b>B</b>	0.00	194.98
<b>C</b>	26.00	0.00
<b>Camiones A</b>	0.00	54.41
<b>AA</b>	0.00	65.78
<b>BA</b>	13.71	0.00
<b>CA</b>	30.00	0.00

**Figura 3.** Reporte de la solución óptima de Lingo

\* Significa que el arreglo de cabezales propios de 35\*35 debe de realizar 26 viajes, el arreglo de 35\*35 arrendado debe realizar 30 viajes y el arreglo de 35\*22 arrendado debe realizar 14 viajes y esto tiene un costo mínimo de L. 44,164.84.

Este resultado está condicionado por cada una de las restricciones que se le plantearon al modelo.

### 3.6.2. Costo reducido

Junto al número de viaje que debe realizar cada uno de los arreglos se encuentra el costo reducido. Este costo equivale a la cantidad en que se debe modificar el coeficiente de la variable en la función objetivo de cada arreglo para ser tomado en cuenta dentro de las soluciones.

## 4. CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis realizados a cada uno de los sistemas utilizados en el corte, alce y transporte de caña durante el período de zafra en la Compañía Azucarera Tres Valles, se comprobó que el sistema de cabezales con el arreglo 35\*35 tuvo un costo promedio de la tonelada transportada de L. 35.29, seguido por el arreglo de 35\*22 con un costo de L. 37.00, el arreglo de 22\*22 presentó un costo de L. 40.71 y el sistema formado por los camiones presentó un costo de la tonelada de L. 43.84 que fue el costo mas alto de los sistemas utilizados.

El tipo de arreglo con la mayor participación en la zafra fue el de 22\*22 con un total de 142,468 toneladas transportadas que representó 38% del total, seguido por el arreglo de 35\*22 con 136,058 toneladas transportadas que representó un 36%, después con un total de 80,153 toneladas transportadas que represento el 22% participó el sistema de los camiones y el arreglo de 35\*35 sólo transportó 16,050 toneladas que representó el 4%.

Debido a la topografía que caracteriza a cada una de las fincas, es difícil implementar en un 100% un solo sistema, ya que hay fincas donde sólo el sistema de camiones puede entrar.

Según el análisis del proceso de zafra se observó que la mayoría de los costos se elevan por las diferencias en las eficiencias en el transporte de caña, ya que los diferentes tipos de arreglos muchas veces no son llenados a su capacidad máxima y los tiempos de carga son muy variables dependiendo de las fincas.

El sistema de cabezales presentó los costos totales más altos, pero estos se ven diluidos entre el total de toneladas que transporta, es por esta razón que el costo de la tonelada transportada es más bajo en el arreglo de 35\*35.

En los costos variables se presentó mucha variabilidad en cada una de las máquinas que formaban parte de una categoría, esto también fue una razón de las variabilidades en el costo de la tonelada transportada en cada una de las categorías.

Según el modelo de programación lineal LINGO, el arreglo de 35\*35 de cabezales propios es el que más se debe utilizar tomando en cuenta los recursos disponibles y después recomienda el arreglo de 35\*35 de cabezales arrendados.

## **5. RECOMENDACIONES**

Se recomienda dar una mayor participación al arreglo de 35\*35 y tratar de usar menos el arreglo 22\*22, esto ayudará a reducir los costos y mejorará las eficiencias ya que serán transportadas más toneladas por kilómetro.

Hacer un estudio de cada una de las fincas donde la topografía presenta demasiadas irregularidades para ver si ameritan seguirlas cosechando según los costos que presenten.

Tratar de utilizar un mecanismo de alce que aumente la eficiencia de toneladas por bracada, y lograr un llenado de cada una de las carretas y camiones más uniforme para tratar de aprovechar al máximo la capacidad de cada uno de los arreglos, esto ayudará a reducir los costos de la tonelada transportada.

Lograr una disminución en el tiempo de ciclo, tratando de hacer una excelente distribución de cada uno de los sistemas en las diferentes fincas para evitar el tiempo que se pierde al esperar para ser cargados.

Adquirir el software de programación lineal LINGO que le permitirá a la administración su uso como un mecanismo para la toma de decisiones en el resto de las fincas.

## **6. BIBLIOGRAFIA**

Facultad Regional Mendoza. 2003. Tutorial de Lingo (en línea). Universidad Tecnológica Regional. Uruguay. Consultado 12 oct. 2004. Disponible en:  
<http://materias.frcu.utn.edu.ar/isi/invop/modules/mydownloads/singlefile.php?lid=25>

Phillips, I. 1997. Lingo software. Oxfordshire. ed.8.0

## **7. ANEXOS**

**Anexo 1.** Costos variables de camiones.

Area de Costos Variables (L.)								
Código de Camiones	Combustible	lubricantes	Materiales	Repuestos	M.O			Total
					Operativa	Aceites	Filtros	
020401	89,485	699	1,928	8,911	44,600	3,415	2,786	151,822
020402	72,877	82	571	90,450	44,600	3,431	2,290	214,300
020404	70,613	21	582	12,620	44,600	4,331	4,005	136,771
<b>Total</b>	232,974	802	3,080	111,980	133,800	11,177	9,080	502,893
<b>Promedio</b>	77,658	267	1,027	37,327	44,600	3,726	3,027	167,631

**Anexo 2.** Costos variables de cabezales.

Area de Costos Variables (L.)								
Código de Cabezales	Combustible	lubricantes	Materiales	Repuestos	M.O			Total
					Operativa	Aceites	Filtros	
020512	102,795	169	94	12,347	44,600	7,841	2,157	170,005
020516	140,245	212	542	8,025	44,600	7,789	2,586	203,999
020517	166,145	466	35	4,567	44,600	7,163	2,602	225,578
020518	180,285	1,406	373	5,648	44,600	7,736	2,042	242,090
<b>Total</b>	589,470	2,253	1,044	30,587	178,400	30,529	9,388	841,671
<b>Promedio</b>	147,368	563	261	7,647	44,600	7,632	2,347	210,418

**Anexo 3.** Costos variables de alzadoras.

Area de Costos Variables (L.)								
Código de Alzadoras	Combustible	lubricantes	Materiales	Repuestos	M.O			Total
					Operativa.	Aceites	Filtros	
020909	135,503		1,125	46,767	31,957	4,875	4,031	224,258
020910	139,090	42	1,606	92,497	33,951	10,345	6,286	283,816
020911	162,400		3,533	42,711	56,854	10,376	4,838	280,711
020912	154,210	21	3,444	68,028	47,939	12,736	5,462	291,840
<b>Total</b>	748,423	106	12,723	443,122	191,483	42,190	22,507	1,080,626
<b>Promedio</b>	124,737	35	2,121	73,854	31,914	7,032	3,751	270,156

**Anexo 4.** Costos variables de tractores.

Area de Costos Variables (L.)								
Código de Tractores	Combustible	lubricantes	Materiales	Repuestos	M.O			Total
					Operativa	Aceites	Filtros	
040301	86,835	79	383	38,442	25,908	7,140	807	159,594
040302	101,920	157	916	22,923	42,572	10,308	1,165	179,963
040303	108,815	118	439	46,608	44,054	6,089	1,230	207,353
040304	87,045	177	444	40,023	29,150	10,489	1,042	168,370
040305	119,280	196	647	30,321	49,949	10,629	1,267	212,290
040306	89,320	216	741	44,948	32,937	5,748	982	174,890
040307	94,570	137	395	7,746	22,623	3,925	552	129,948
040309	130,095	0	291	20,022	54,560	17,122	3,877	225,968
040310	102,445	0	479	39,936	34,690	13,024	2,931	193,505
040311	65,380	0	859	9,358	9,087	8,062	3,318	96,063

<b>Total</b>	985,705	1,080	5,595	300,327	345,531	92,537	17,171	1,747,944
<b>Promedio</b>	98,571	108	559	30,033	34,553	9,254	1,717	174,794

**Anexo 5.** Costos variables de carretas de 22 delanteras.

<b>Area de Costos Variables (L.)</b>				
<b>Código de Carretas 22 Delanteras</b>	<b>Lubricantes</b>	<b>Materiales</b>	<b>Repuestos</b>	<b>Total</b>
020601	21		2,120	2,141
020602			59	59
020604			312	312
020605	42	32	160	234
020606	42		730	772
020607			319	319
020612	42	1,621	1,375	3,039
020613		113	2,439	2,553
020614	42	7,188	3,415	10,645
020615				0
020617		414	580	994
020618		81		81
020620	85	1,592		1,676
020621	85		637	722
020622		763	1,995	2,758
020623			256	256
020627	42		3,608	3,651
020628	42		422	464
020629	42			42
020631	42	1,702	1,336	3,080
020632		607	1,634	2,241
020633	161	3,065	2,392	5,619
020635	42	535	5,750	6,328
020637	119	607	1,717	2,443
<b>Total</b>	<b>851</b>	<b>18,320</b>	<b>31,256</b>	<b>50,428</b>
<b>Promedio</b>	<b>61</b>	<b>1,409</b>	<b>1,563</b>	<b>2,101</b>

**Anexo 6.** Costos variables de carretas de 22 traseras.

<b>Area de costos Variables (L.)</b>					
<b>Código de Carretas 22</b>		<b>lubricantes</b>	<b>Materiales</b>	<b>Repuestos</b>	<b>Total</b>
<b>Traseras</b>					
<b>020802</b>		158	0	6,678	6,836
<b>020803</b>		179	988	2,362	3,530
<b>020804</b>		179	293	641	1,113
<b>020805</b>		42	583	22,145	22,771
<b>020806</b>		164	487	619	1,270
<b>020807</b>		179	260	613	1,052
<b>020808</b>		200	115	1,026	1,342
<b>020809</b>		200	136	3,881	4,217
<b>020810</b>		285	345	1,692	2,322
<b>020811</b>		158	2,382	6,143	8,683
<b>020812</b>		0	332	1,149	1,481
<b>020813</b>		337	80	2,334	2,751
<b>020814</b>		200	156	1,949	2,305
<b>020815</b>		158	0	373	531
<b>020816</b>		200	101	6,599	6,901
<b>020817</b>		200	133	6,272	6,606
<b>020818</b>		158	683	9,194	10,035
<b>020819</b>		161	1,801	6,394	8,356
<b>020821</b>		42	417	1,687	2,146
<b>020822</b>		158	71	3,253	3,482
<b>020823</b>		158	1,395	9,048	10,601
<b>020824</b>		222	594	1,747	2,563
<b>020825</b>		127	16	4,816	4,960
<b>020826</b>		198	5,106	3,043	8,346
<b>020827</b>		285	243	23,148	23,676
<b>020828</b>		243	859	4,456	5,558
<b>020829</b>		119	146	2,920	3,184
<b>020830</b>		42	117	5,475	5,634
<b>020831</b>		240	543	1,881	2,664
<b>020832</b>		99	725	275	1,099
<b>020833</b>		303	1,177	3,070	4,550
<b>020834</b>		0	0	4,969	4,969
<b>020835</b>		316	81	10,282	10,679
<b>020836</b>		42	32	1,422	1,497
<b>020837</b>		158	202	1,996	2,356
<b>Total</b>		5,914	20,600	163,552	190,066
<b>Promedio</b>		169	589	4,673	5,430

**Anexo 7.** Costos variables de carretas de 35.

<b>Area de costos Variables (L.)</b>				
<b>Código de Carretas 35</b>	<b>lubricantes</b>	<b>Materiales</b>	<b>Repuestos</b>	<b>Total</b>
030601	85	2,433	5,330	7,848
030603	64	4,357	11,160	15,580
030605	85	1,533	6,018	7,635
030606		203	6,472	6,675
030607	21	1,030	13,143	14,194
030609	64	1,659	5,180	6,903
030610	64	4,344	8,863	13,271
030611	21	1,868	2,804	4,693
030612	127	1,305	8,494	9,926
030614	42	695	2,156	2,894
030615	85	6,859	4,956	11,900
030616		1,045	8,632	9,677
030617		1,399	2,287	3,686
030618		268	1,598	1,866
030619	85	738	8,640	9,462
030620	21	1,077	1,274	2,372
030621	148	9	628	786
<b>Total</b>	911	30,824	97,634	129,369
<b>Promedio</b>	70	1,813	5,743	7,610

**Anexo 8.** Costos variables de “dollies”.

<b>Area de costos Variables (L.)</b>				
<b>Código de “Dollies”</b>	<b>lubricantes</b>	<b>Materiales</b>	<b>Repuestos</b>	<b>Total</b>
030506		2,900	4,362	7,262
030508			2,893	2,893
<b>Total</b>		2,900	7,255	10,155
<b>Promedio</b>		2,900	3,628	5,078

**Anexo 9.** Costos Fijos de camiones.

<b>Area de Costos Fijos (L.)</b>			
<b>Código de Camiones</b>	<b>Depreciación</b>	<b>M.O. Taller</b>	<b>Total</b>
020401	19,215	3,804	23,020
020402	15,949	4,326	20,276
020404	12,684	4,310	16,994
<b>Total</b>	47,849	12,441	60,290
<b>Promedio</b>	15,949	4,147	20,096

**Anexo 10.** Costos fijos de cabezales.

<b>Area de Costos Fijos (L.)</b>			
<b>Código de Cabezales</b>	<b>Depreciación</b>	<b>M.O. Taller</b>	<b>Total</b>
<b>020512</b>	19,150	4,260	23,411
<b>020516</b>	28,403	4,881	33,284
<b>020517</b>	30,770	4,319	35,089
<b>020518</b>	30,555	4,913	35,468
<b>Total</b>	108,880	18,374	127,254
<b>Promedio</b>	27,220	4,593	31,813

**Anexo 11.** Costos fijos de alzadoras.

<b>Area de Costos Fijos (L.)</b>			
<b>Código de Alzadoras</b>	<b>Depreciación</b>	<b>M.O. Taller</b>	<b>Total</b>
<b>020909</b>	12,438	11,197	23,636
<b>020910</b>	13,585	11,598	25,184
<b>020911</b>	13,938	13,929	27,868
<b>020912</b>	13,850	15,046	28,896
<b>Total</b>	71,545	69,340	105,585
<b>Promedio</b>	11,924	11,556	25,563

**Anexo 12.** Costos fijos de tractores.

<b>Area de Costos Fijos (L.)</b>			
<b>Código de Tractores</b>	<b>Depreciación</b>	<b>M.O. Taller</b>	<b>Total</b>
<b>040301</b>	7,347	7,552	14,900
<b>040302</b>	7,643	8,462	16,106
<b>040303</b>	7,742	7,482	15,225
<b>040304</b>	7,495	5,890	13,385
<b>040305</b>	7,693	6,818	14,511
<b>040306</b>	7,397	6,779	14,176
<b>040307</b>	7,052	4,028	11,080
<b>040309</b>	7,693	6,522	14,215
<b>040310</b>	7,594	6,352	13,947
<b>040311</b>	3,452	2,867	6,319
<b>Total</b>	71,112	62,757	133,869
<b>Promedio</b>	12,929	11,410	24,339

**Anexo 13.** Costos fijos de Carretas de 22 delanteras.

<b>Area de Costos Fijos (L.)</b>			
<b>Código de Carretas 22 Delanteras</b>	<b>Depreciación</b>	<b>M.O. Taller</b>	<b>Total</b>
020601	5,276	403	5,680
020602	614	253	867
020604	2,817	271	3,089
020605	2,817	731	3,549
020606	3,842	430	4,273
020607	4,354	997	5,352
020612	7,428	1,180	8,609
020613	6,711	931	7,642
020614	5,379	853	6,233
020615	4,252	1,655	5,908
020617	3,227	792	4,020
020618	6,557	860	7,418
020620	5,174	721	5,896
020621	6,301	588	6,890
020622	5,738	543	6,281
020623	4,764	870	5,634
020627	5,328	765	6,093
020628	5,840	1,220	7,060
020629	1,741	214	1,956
020631	5,276	713	5,990
020632	5,225	501	5,726
020633	4,815	524	5,340
020635	5,379	863	6,243
020637	5,328	980	6,309
<b>Total</b>	<b>114,198</b>	<b>17,870</b>	<b>132,068</b>
<b>Promedio</b>	<b>4,758</b>	<b>744</b>	<b>5,502</b>

**Anexo 14.** Costos fijos de carretas de 22 traseras.

<b>Area de Costos Fijos (L.)</b>			
<b>Código de Carretas 22</b>			
<b>Traseras</b>	<b>Depreciación</b>	<b>M.O. Taller</b>	<b>Total</b>
<b>020802</b>	6,916	2,287	9,203
<b>020803</b>	7,377	2,342	9,719
<b>020804</b>	6,711	2,981	9,693
<b>020805</b>	7,275	1,685	8,960
<b>020806</b>	3,073	1,784	4,858
<b>020807</b>	5,328	1,367	6,695
<b>020808</b>	5,225	1,565	6,791
<b>020809</b>	7,582	2,083	9,666
<b>020810</b>	5,943	2,138	8,081
<b>020811</b>	1,434	2,083	3,518
<b>020812</b>	7,172	2,352	9,525
<b>020813</b>	7,684	1,250	8,935
<b>020814</b>	7,531	2,614	10,146
<b>020815</b>	5,276	1,555	6,832
<b>020816</b>	6,711	2,648	9,359
<b>020817</b>	4,252	2,870	7,122
<b>020818</b>	7,480	2,339	9,819
<b>020819</b>	6,762	2,769	9,532
<b>020821</b>	6,199	2,125	8,324
<b>020822</b>	7,172	2,644	9,817
<b>020823</b>	6,813	3,596	10,410
<b>020824</b>	5,891	2,605	8,496
<b>020825</b>	7,275	2,395	9,670
<b>020826</b>	1,434	4,639	6,073
<b>020827</b>	5,738	1,948	7,686
<b>020828</b>	7,018	1,964	8,983
<b>020829</b>	7,070	3,354	10,424
<b>020830</b>	5,174	1,600	6,775
<b>020831</b>	7,326	2,040	9,366
<b>020832</b>	4,815	882	5,698
<b>020833</b>	7,275	2,654	9,929
<b>020834</b>	1,075	1,738	2,813
<b>020835</b>	5,379	1,898	7,277
<b>020836</b>	2,049	1,309	3,358
<b>020837</b>	5,328	2,398	7,726
<b>Total</b>	<b>202,779</b>	<b>78,517</b>	<b>28,297</b>
<b>Promedio</b>	<b>5,793</b>	<b>2,243</b>	<b>8,037</b>

**Anexo 15.** Costos fijos de carretas de 35.

<b>Area de Costos Fijos (L.)</b>			
<b>Código de Carretas 35</b>	<b>Depreciación</b>	<b>M.O. Taller</b>	<b>Total</b>
<b>030601</b>	18,693	1,935	20,628
<b>030603</b>	19,500	4,244	23,745
<b>030605</b>	17,752	3,246	20,998
<b>030606</b>	19,634	3,280	22,915
<b>030607</b>	17,752	3,189	20,941
<b>030609</b>	20,307	3,162	23,476
<b>030610</b>	19,634	2,452	22,087
<b>030611</b>	20,307	2,949	23,256
<b>030612</b>	18,962	4,252	23,214
<b>030614</b>	19,903	3,605	23,509
<b>030615</b>	18,559	4,666	23,225
<b>030616</b>	19,903	2,495	22,399
<b>030617</b>	19,097	1,714	20,811
<b>030618</b>	17,752	1,344	19,096
<b>030619</b>	17,752	2,785	20,537
<b>030620</b>	17,079	1,711	18,791
<b>030621</b>	19,365	1,141	2,507
<b>Total</b>	<b>321,959</b>	<b>48,184</b>	<b>37,144</b>
<b>Promedio</b>	<b>18,938</b>	<b>2,834</b>	<b>21,773</b>

**Anexo 16.** Costos fijos de “dollies”.

<b>Area de Costos Fijos (L.)</b>			
<b>Código de “Dollies”</b>	<b>Depreciación</b>	<b>M.O. Taller</b>	<b>Total</b>
<b>030504</b>	5,236	881	6,117
<b>030506</b>	4,733	4,378	9,112
<b>030508</b>	4,554	971	5,526
<b>Total</b>	<b>14,524</b>	<b>6,231</b>	<b>20,755</b>
<b>Promedio</b>	<b>4,841</b>	<b>2,077</b>	<b>6,918</b>