

23
2es

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



“ANÁLISIS ECONÓMICO DE DOS ALTERNATIVAS DE COSECHA DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA
P R E S E N T A :

ANDRÉS LEGORRETA ROSALES

ASESOR: ING. CARLOS GÓMEZ GARCÍA

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1995

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN, N. A. M.
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

Análisis económico de dos alternativas de cosecha
del cultivo de caña de azúcar

que presenta al pasante: Andrés Legorreta Rosales
con número de cuentas: 8534275-4 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola ; en colaboración con :

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Mex., a 27 de enero de 1995

PRESIDENTE Ing. Eduardo García de la Rosa
VOCAL Ing. Carlos Deolarte Martínez
SECRETARIO Ing. Carlos Gómez García
PRIMER SUPLENTE Ing. Aurelio Valdez López
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Minerva Chávez Germán

UAS/SEP/VAP/08

FALLA DE ORIGEN

RIO
(fragmento)

Hoy sé que no hay nada imposible
anoche supe la verdad
creía mi alma inservible
pero era cansancio vulgar nada más

S. Rodríguez

Agradecimiento de manera muy especial a mis padres sr. Antonio Legorreta y sra María Clementina Rosales que gracias a sus esfuerzos, siempre desinteresados me orientaron buscar la superación a través de la educación a quienes comparto este momento que también es suyo.

A mis hermanos José Antonio, David, Julián, Araceli, Rosario por el gran apoyo que me han brindado, que gracias a ello he podido lograr una de mis metas

Hay hombres que lucha un día
y son buenos,
Hay otros que luchan un año
y son mejores,
Hay quienes luchan muchos años
y son muy buenos,
pero hay quienes luchan toda la vida
esos son los imprescindibles.

Bertolt Brecht.

A todos aquellas personas que también colaborarán en la preparación y formación de este trabajo; que sin su apoyo, conocimiento y su valor incalculable que es la amistad me eshortarán a seguir adelante,

GRACIAS.

VAMOS JUNTOS

Con tu puedo y con mi quiero
vamos juntos compañero

Compañero te desvela
la misma suerte que a mí
prometiste y prometí
encender esta candela

la historia tañe sonore
su lección como campana
para gozar el mañana
hay que pelear el ahora

ya no somos inocentes
ni en la mala ni en la buena
cada cual en su faena
porque en esto no hay suplentes

Con tu puedo y con mi quiero
vamos juntos compañero.

M. Benedetti.

EL CALOR DE LA TIERRA

Degollado el trigo
recoger el trigo
recoger cada grano de trigo
Forjar del trigo, hacer del trigo el milagro del pan
sin hartarse del pan.

Pelar la caña
recoger la grapa de la caña
robar de la caña, la dulzura de la miel
pero sin... empalagarse de miel

Apagar la tierra
acariciar la tierra
conocer los deseos de la tierra
el calor de la tierra
la propicia estación
y fecundar el suelo

M. Nascimento

I N D I C E

**ANALISIS ECONOMICO DE DOS ALTERNATIVAS
DE COSECHA DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR**

Resumen	v
<u>Introducción</u>	1
1. REVISION DE LITERATURA	
1.1 MECANIZACION DE LA COSECHA DEL CULTIVO DE CAÑA	
1.1.1 Problemática de la cosecha y necesidades de la mecanización	6
1.1.2 Mecanización de la cosecha de caña	11
1.1.3 Antecedentes de la cosecha mecanizada	18
1.2 ANALISIS ECONOMICO	
1.2.1 Elementos de que consta el análisis	28
1.2.2 Determinación y análisis de costos	30
1.2.3 Evaluación económica	40
1.2.3.1 Notación y diagramas de flujo	44
1.2.3.2 Métodos de evaluación	45
1.2.3.3 Evaluación de proyectos de inversión en situaciones inflacionarias	54
1.2.3.4 Análisis de sensibilidad	57
2. MATERIALES Y METODOS	59
Resultados	83
<u>Conclusiones</u>	89
Bibliografía	92
Anexo	96

RELACION DE CUADROS

Cuadro 1	Estructura del costo de producción de caña de azúcar	8
Cuadro 2	Costo de las operaciones de corte, alza y acarreo	10
Cuadro 3	Costo de los distintos sistemas de cosecha	18
Cuadro 4	Contenido de impurezas encontrada en caña	22
Cuadro 5	Caña industrializable abandonada en campo	23
Cuadro 6	Eficiencia de las cosechadoras	25
Cuadro 7	Tiempos perdidos	25
Cuadro 8	Impurezas y caña abandonada en campo	26
Cuadro 9	Resumen de factores y simbolos de interés compuesto	48
Cuadro 10	Valores de TMAR por categoría de riesgo	51
Cuadro 11	Resultados de operación típica del equipo de cargadoras	65
cuadro 12	Estimación de costos de operación del equipo mecánico de carga	65
Cuadro 13	Resultados de operación típica de una cosechadora integral	72
Cuadro 14	Estimación de costos de operación de una cosechadora integral	72
Cuadro 15	Evaluación de las inversiones	78
Cuadro 16	Sensibilidad frente a diversas escalas de producción	81
Cuadro 17	Sensibilidad frente a diversos períodos de tiempo	82
Cuadro 18	Sensibilidad frente a diversos niveles de ingresos	82
Cuadro 19	Comparativo del nivel típico de aprovechamiento	83
Cuadro 20	Comparativo del flujo de efectivo	83
Cuadro 21	Comparativo del punto de equilibrio	83
Cuadro 22	Comparativo del indices de rentabilidad	84
Cuadro 23	Comparativo del análisis de sensibilidad	84

RELACION DE FIGURAS

Figura 1	Representación gráfica de la función lineal del costo total	33
Figura 2	Representación gráfica del costo medio unitario	34
Figura 3	Representación gráfica del punto de equilibrio	36
Figura 4	Punto de equilibrio entre alternativas	38
Figura 5	Costo operativo de varias máquinas diferentes	39
Figura 6	Diagrama de flujo	45
Figura 7	VPN y su relación con la tasa de descuento	50
Figura 8	VPN y su relación con la TIR	54
Figura 9	VPN con dos cambios de signo en los flujos de efectivo	58
Figura 10	Composición relativa del costo de operación del equipo mecánico de carga	66
Figura 11	Composición relativa del costo por tonelada cosechada en forma manual con alza mecánica	66
Figura 12	Costo unitario por tonelada cosechada en forma manual con alza mecánica	69
Figura 13	Punto de equilibrio del sistema de cosecha tradicional	71
Figura 14	Composición relativa del costo de operación del equipo de cosecha integral	73
Figura 15	Costo unitario por tonelada cosechada en forma integral	75
Figura 16	Punto de equilibrio del sistema de cosecha integral	77
Figura 17	Punto de equilibrio entre alternativas	79
Figura 18	Diagrama de flujo de la alternativa A	80
Figura 19	Diagrama de flujo de la alternativa B	80

Nomenclatura

t toneladas
ha hectáreas
h horas
\$ pesos
m miles

‡ por ciento
CPP costo porcentual promedio
VPN valor presente neto
TIR tasa interna de rendimiento
TMAR tasa mínima atractiva de rendimiento
FNE flujo neto de efectivo

x volumen de producción
xe punto de equilibrio
xi punto de equilibrio entre alternativas
YCA costo total de la alternativa A
YcB costo total de la alternativa B
YuA costo medio de la alternativa A
YuB costo medio de la alternativa B
Yi ingresos

Resumen

La cosecha es una de las etapas más importante en la producción de caña de azúcar, ya que tiene un significativo peso en el costo de la materia prima, en algunas situaciones ha llegado a representar más del 50% del costo de producción.

Por lo que se ha estimado conveniente realizar un análisis comparativo de las distintas alternativas de cosecha que se pueden utilizar. Se ha pensado que una valoración económica de las principales sistemas de cosecha puede ser de utilidad para ir definiendo alternativas, teniendo presente la disminución de costos.

De las variantes de cosecha se han seleccionado dos: el corte, limpieza y acomodo manual con carga mecánica y la cosecha integral que representan las dos únicas formas de cosecha en Mexico; aunque algunos otros ingenios reciben una baja proporción de caña cosechada a hombro.

Uno de los resultados más importantes consiste en el nivel de producción alcanzado por las máquinas integrales, en la que se determina que resultan ser inferiores a los niveles estimados para una operación económica, los cuales representan bajo las condiciones previstas un aumento de poco más del 45% del nivel de operación actual, los cuales son muy superiores a los mejores desempeños logrados por algún frente de corte a nivel nacional; por otra parte el análisis de selección entre ambas alternativas se encuentra en poco más de 28 mil toneladas, representando un incremento de 2.35% del nivel de operación para la alternativa integral, por lo que no representa una alternativa para reducir los costos, sin que antes se eleve al nivel estimado de producción económica.

La mejor alternativa resulta entonces la cosecha tradicional a pesar de los problemas que involucra la mano de obra. Sin embargo con el fin de ser eficientes y competitivos nace la necesidad de la mecanización de la operación de corte y acomodo de caña aprovechando el equipo de carga ya existente.

Introducción

El problema principal de la cosecha de caña es la necesidad de la mecanización de esta actividad, la cual comprende el corte, limpieza y alza sobre los medios de transporte. El alza de la caña fue mecanizada hace varios años por medio de las cargadoras apiladoras, comúnmente usadas y generalizadas en todos los ingenios del país. Uno de los problemas que presenta este método es la introducción de materias extrañas por las máquinas y su alta dependencia de mano de obra.

Para mecanizar totalmente la cosecha se han desarrollado máquinas cortadoras hileradoras tipo soldado, probadas en México y en la que se comprobó que la mayoría de las unidades no se aprovechan con excepción del ingenio San Cristóbal en Veracruz en la que debido a su poca utilidad en 1990 estas máquinas quedaron en desuso, por lo que actualmente la primera necesidad en el campo es la mecanización de la operación de corte y acomodo de caña aprovechando el equipo de carga ya existente.

La cosecha integral representa la última etapa de mecanización, comprende la realización de todas las operaciones de cosecha en una sola máquina, se utilizan las cosechadoras troceadoras, introducidas a México en

ingenios con elevada capacidad de molienda o en condiciones de campo excepcionales. La cosecha integral representa teóricamente la mejor y más barata manera de realizar la operación de recolección de caña en el campo que cualquier otro sistema de cosecha mecánica. Sin embargo, una de las razones por la cual no se ha generalizado es entre otros a sus bajos rendimientos operativos que hacen que los equipos sean poco rentables, más aún cuando la operación de las cosechadoras sin ningún paso intermedio de mecanización han provocado fracasos y el abandono de las máquinas.

De modo que las nuevas alternativas deben ser integrales, técnicamente viables y económicamente rentables; por lo que se estima conveniente realizar un análisis comparativo de las distintas alternativas.

El análisis comparativo en una valoración económica comprende el análisis de costos y evaluación de las inversiones en la selección de las alternativas. El primero comprende la composición de los costos y el comportamiento frente a diversas escalas de producción estableciendo el punto de equilibrio y el análisis de costos de las diferentes alternativas.

al referirse al termino de evaluación, se relaciona de inmediato con la última etapa del proyecto, siendo aquella en la cual se lleva a cabo la calificación de todos y cada

uno de los renglones contemplados en el análisis y estudio del proyecto; no obstante lo anterior, en el presente no se referirá a esta evaluación, en este caso se abordará la evaluación específicamente referida a las alternativas de inversión (ofertas) de equipos aislados. Metodología que permitirá llevar a cabo la selección del equipo que aporte las mayores ventajas desde el punto de vista económico, este análisis determina los beneficios y el costo asociado a las alternativas obteniéndose a través de ellos los indicadores de rentabilidad (valor presente neto y la tasa interna de rendimiento). La alternativa que requiera la mínima inversión de capital y que produzca los resultados más eficientes y funcionales será siempre la selección más recomendable, salvo que exista otras razones o criterios que justifiquen otras alternativas de mayor inversión.

Objetivos

- Analizar la rentabilidad de la operación de los equipos mecánicos utilizados en la operación de cosecha del cultivo de caña de azúcar en sus formas integral y corte manual con carga mecánica
- Describir y comparar el nivel de operación para cada uno de los equipos, estableciendo los rangos de rentabilidad
- Determinar el nivel de producción como condición de selección de los equipos en la rentabilidad de la inversión

Justificación

Actualmente la mecanización de las labores agrícolas es uno de los indicadores de modernización en las tecnologías de producción. Sin embargo en sus más diversas formas ha tenido efectos sobre los niveles de producción, requerimiento de mano de obra y los costos dentro de la agricultura. La mayoría de las decisiones de manejo

de maquinaria requiere de un conocimiento preciso de los costos de operación, con el objeto de conocer con anterioridad la incidencia de un determinado proceso sobre el costo total del producto y poder enjuiciar a cerca de las ventajas de mecanizar las labores agrícolas.

El análisis de rentabilidad de cualquier máquina o equipo es requisito indispensable para determinar su conveniencia económica-social y fundamentar las decisiones en el manejo de la maquinaria, implicando determinar directrices técnico-económico que nos permitan un aprovechamiento de este recurso sobre su persistencia, probable mejoramiento o eliminación como actividad económica.

1. REVISION DE LITERATURA

1.1. MECANIZACION DE LA COSECHA DEL CULTIVO DE CAÑA

1.1.1. Problemática de la cosecha y necesidades de la mecanización

Desde algunos años la falta de cortadores de caña era un problema reducido; sin embargo, en la actualidad se ha observado que año con año se agudiza el problema de contratación de cortadores en la cantidad requerida para satisfacer las necesidades de abastecimiento de la materia prima a los ingenios, lo que a su vez ha provocado el encarecimiento de los costos de corte y carga, baja productividad y deficiencias en estos trabajos, siendo la causa de las cañas quedadas en campo, falta de entrega oportuna, reportándose altos tiempos perdidos en las fábricas atribuible a la deficiencia y suministro de caña y zafras largas con sus consecuencias de procesar cañas fuera de su punto óptimo de madurez industrial (IMPA, 1975).

En 1990 la caña quedada fue de más de 10 mil hectáreas y los tiempos perdidos ocasionados por campo en el promedio nacional fueron del 27%, siendo nueve de cada diez casos provocados por falta de caña (corte y acarreo)

lo que constituye una tasa de tiempos perdidos muy elevada (del Roble, 1993).

Por otra parte, como consecuencia del incremento de los precios en los insumos agrícolas también los costos de producción van en aumento. tanto que, las labores agrícolas como la cosecha comparten casi equitativamente el costo total de producción 52.5 y 47.5% respectivamente (cuadro 1); se aprecia también la tendencia a incrementarse la participación relativa del costo de las labores de cultivo en el costo total y una disminución del costo de la cosecha (García, 1992).

Sin embargo, la tendencia de la cosecha muestra en sus elementos el siguiente comportamiento: el corte tiende a disminuir a una razón del 5.5% y el acarreo en forma contraria a encarecerse 2.2%, mientras la carga de la caña muestra un comportamiento estable y casi constante durante los últimos años. La participación relativa de estos elementos muestran que más del 40% del costo de cosecha se compone del transporte del campo a la fábrica de la materia prima y en menor proporción el corte y carga 34.5 y 18.09% respectivamente (cuadro 2). Situación que puede explicarse por una parte por el incremento de las áreas cosechadas mecánicamente, especialmente la carga de la caña en la cual se abaten los costos y por otra parte los cortadores de caña

Cuadro 1 Estructura del costo de producción de caña de azúcar

año	COSTO TOTAL		COSTO DE LABORES AGRICOLAS			COSTO DE COSECHA			OTROS COSTOS	
	m\$/ha	\$/t	m\$/ha	\$/t	%	m\$/ha	\$/t	%	m\$/ha	\$/t
1983	45.6	813.0	15.7	235.0	31	27.4	409.8	60	2.7	36.5
1984	78.6	1149.8	28.0	409.2	36	47.5	6747.0	60	3.1	45.9
1985	134.1	2004.3	53.9	805.0	40	75.7	1131.2	56	5.3	68.1
1986	233.0	3225.1	95.5	1322.0	41	130.8	1810.3	56	7.0	92.8
1987	447.6	6794.0	181.6	2599.8	38	249.0	3565.2	52	47.5	629.0
1988	986.6	14782.0	368.6	5556.2	37	558.0	8411.2	57	59.0	904.6
1989	1705.0	26995.2	809.0	12315.4	47	834.6	12705.1	49	61.4	934.7
1990	1875.0	274776.0	927.8	13596.9	49	867.2	12707.3	46	80.0	1172.4

FUENTE: Gacía, 1992; La agroindustria cañera de México frente a la apertura comercial.

siguen soportando el deterioro de sus jornales y el empeoramiento de sus condiciones de vida y de trabajo, lo cual ha inducido a desalentar su participación en las labores de cultivo y a disminuir su número en la zafra, ocasionando problemas de caña quedada para los productores (Roble del, 1993).

El incremento importante en la mecanización de la cosecha consiste principalmente en utilizar los equipos que más fácilmente se adaptan a las condiciones regionales, estas máquinas que realizan la parte más ruda del trabajo como es la carga de la caña son los tipo de alzadoras, ampliamente utilizadas en todos los ingenios del país. Sin embargo, con el transcurso del tiempo ha seguido incrementándose la ausencia de la gente al grado que ya faltan hasta para el corte, por lo que la solución aparente del alza mecánica ha dejado de ser operante, requiriéndose el corte y alza mecanizada (IMPA, 1977).

Para mecanizar totalmente la cosecha se han desarrollado máquinas cortadoras, probadas en México en la que se comprobó que la mayoría de las unidades no se aprovechan con excepción del ingenio San Cristóbal en Veracruz en la que debido a su poca utilidad en 1990 estas máquinas quedaron en desuso. La cosecha integral representa la última etapa de mecanización, comprende todas las operaciones de cosecha en una sola máquina, se utilizan las

máquinas troceadoras introducidas a México en ingenios con elevada capacidad de molienda o en condiciones de campo excepcionales (Lewinski, 1993).

La cosecha integral representa teóricamente la mejor y más barata manera de realizar la operación de recolección.

Cuadro 2 Costo de las operaciones de corte, alza y acarreo
Base 1980 = 100 (precios constantes)

AÑO	TOTAL	CORTE	ALZA	ACARREO
1980	3098861.00	1285308.00	552010.00	1261543.00
1981	2867872.12	1182353.31	525562.80	1159956.01
1982	2715466.17	1172707.56	449514.87	1093243.73
1983	2418123.46	911064.07	423429.78	1083646.01
1984	2694072.83	931524.89	483766.96	1278780.98
1985	2847182.57	964304.14	507146.30	1375732.13
1986	2848800.59	857844.87	529423.01	1461532.71
1987	2342955.89	676152.34	454758.19	1202513.84
1988	2450623.86	667105.61	457801.29	1325716.96
1989	2999414.33	899212.99	543045.01	1557164.34
1990	2769558.30	888654.08	504769.02	1376135.20
a	100.00	34.57	18.09	47.34
b	- 0.64	- 5.5	- 0.06	2.38

a/ participación relativa (%)

b/ tasa de crecimiento (%)

FUENTE: Elaboración propia con datos de Azúcar S.A.
varios números.

de caña en el campo que cualquier otro sistema de cosecha mecanizada. Si bien hay sistemas de cosecha

mecánica que en primera instancia podrían aparecer como más baratas no resultan las más adecuadas para las condiciones de los cañaverales (González, 1993).

1.1.2 Mecanización de la cosecha de caña

El problema de la carencia de mano de obra se ha ido solucionando con el alza mecánica, que es normalmente el primer grado de mecanización de la cosecha.

El método más común y eficiente de cosecha de caña cortada manualmente es el uso de las alzadoras frontales apiladoras, cuyos elementos principales de trabajo son: el trineo o apilador de caña y la garra suspendida sobre la pluma giratoria.

El cañaveral es quemado y la caña cortada en su base, se despunta y se acomoda en el campo en forma perpendicular a los surcos o a lo largo de ellos, en forma continua o en bultos para su posterior levante por medio mecánico. La alzadora se mueve a lo largo del surco y en caso de estar la caña acomodada en forma continua, utiliza el trineo para formar los bultos o bien para sostener los ya existentes por medio de la garra y girando la pluma descarga al medio de transporte que se desplaza paralelamente a la alzadora. La principal desventaja de las alzadoras es la introducción de piedras, tierra y otros

materiales extraños junto a la caña, además producen también el arranque y destrucción de las cepas ocasionadas por sus elementos principales de trabajo. Para mecanizar totalmente la cosecha se han desarrollado máquinas cortadoras de caña, las cuales además de cortar la caña la acomodan para su carga. Las máquinas cortadoras más populares son las cortadoras hileradoras tipo soldado, estas máquinas cortan la caña en su base, desmenuzan el cogollo, transportan la caña en posición vertical por medio de sistemas de cadenas y finalmente la dejan en posición perpendicular a los surcos en una hilera de caña que proviene de varios surcos. La principal desventaja de las cortadoras es que la limpieza de la caña no es la deseable; el principio de corte y acomodo de caña utilizado en este sistema requiere de caña erecta y preferentemente verde ya que el material facilita el transporte de la caña en posición vertical mediante cadenas transportadoras, difícilmente manipulan caña enmarañada o tiradas, se emplean en el trabajo dos máquinas, la cortadora y la cargadora aumentándose los costos de cosecha. Como ventaja se tiene que dejan la caña entera y el batey de los ingenios no requiere ninguna adecuación para la recepción de la materia prima y el deterioro de la caña es menor que cuando se trocean, así mismo la inversión en cortadoras es

complementaria e inferior a la de las cosechadoras integrales (García, 1984).

La cortadora Mc Connel stage I deja la caña cortada a lo largo del surco, sin tener que transportar los tallos parados, la clave del sistema es no despuntar la caña debido a que el segundo paso la stage II se mueve en dirección opuesta a la stage I. La Mc Connel stage II recoge los tallos por la punta mediante rodillos alimentadores, la punta es desprendida, una serie de rodillos contrarrotantes transportan y limpian los tallos, las hojas la acompañan sirviendo de abrigo hasta que la caña se deposita en un recipiente longitudinal, después de llenar la máquina descarga el bulto sobre el campo en forma transversal a los surcos para su carga posterior con cargadoras convencionales. Como ventaja se puede cortar tanto caña acamada como quemada; sin embargo, el sistema requiere de tres máquinas (Hudson, 1976).

En general la cosecha de la caña entera se relaciona con las cortadoras tipo soldado, atribuyéndole todas las desventajas de esta operación a los límites que presenta este método, que como ya se mencionó es la gran dificultad que presentan para cortar la caña acamada, aunque existen otros métodos de cosecha de caña entera que dan los mismos resultados que las cosechadoras

integrales que se consideran mucho mejores en el caso de la caña acamada.

La cosecha integral comprende la realización de todas las operaciones de cosecha (corte, limpieza y alza) en una sola máquina. El método más lógico es el manejo de la caña cortada en trozos, el corte facilita el manejo de la caña en los sistemas internos de la máquina, facilita la limpieza ya que un alto porcentaje de hojas se desprenden durante el troceado y hace posible la descarga continua sobre los medios de transporte.

El problema de las cosechadoras integrales para varios es la complejidad de su diseño y muy avanzada tecnología empleada en ellas, pero el principio de cosecha integral con el manejo de caña cortada en trozos es más sencillo que cualquier otro sistema mecanizado (GEPLACEA, 1992).

La combinada troceadora se compone del mecanismo de corte, órganos alimentadores, limpieza y los accionamientos.

Corta puntas: mecanismo de corte equipado de discos con dedos y cuchillas rotatorias de esta manera se pueden cortar las puntas o cogollos antes del picado, la altura es regulable para adaptarlo a la altura de la caña.

Dos divisores rotatorios separan la caña a cortar de la que queda y enderezan cañas inclinadas o colgantes, dos discos cortantes girando horizontalmente cortan la caña a poca distancia del suelo, la caña cortada es cogida por dos

tambores picadores de rotación contraria y desmenuzada a pedazos de un largo de 30/35 cm y echada sobre la estera longitudinal, está última transporta la caña picada con todas las hojas hacia atrás y separa la tierra, una chapa deflectora guía la mezcla sobre la estera transversal que esta a su nivel más bajo, el viento producido por el ventilador principal sopla por entre la chapa deflectora y la estera transversal separando de la masa las partes más ligeras y expulsándolas por el capote de salida, mientras que la caña picada sobre la estera transversal mediante el fondo de cribado separa las partículas de suciedad aún existentes en la masa y el extractor axial al final de la estera succiona las últimas partes ligeras, la caña limpia cae de la salida de la estera transversal al transporte que avanza en paralelo a la máquina (Claas).

Las desventajas de las cosechadoras integrales es el troceado de la caña que induce a tener instalaciones especiales en el batey de los ingenios para la recepción de la materia prima y exigen modificación del equipo de transporte para que se retenga la caña, así mismo el troceado provoca una descomposición más rápida de la sacarosa al presentar mayor superficie a la intemperización por lo que la caña troceada no puede almacenarse como si fuera caña entera, su manejo

y movimiento en el batey es muy complicado y requieren una estricta organización del campo.

La mecanización de las operaciones ha incrementado las pérdidas del corte en tiempo lluvioso y el aumento de la cantidad de materias extrañas que deben manejarse tanto en el acarreo como en la fábrica, además causa pérdidas serias para futuras cosechas, debido a una mayor destrucción de cepas y mayor compactación de los suelos (Humbert, 1968).

Como ventaja se tiene que con una sola operación se corta, trocea, limpia y carga la caña, eliminándose parcial o totalmente las impurezas que se introducen en la caña entera, cosechan bajo cualquier condición de campo y tonelaje, pudiendo manipular cualquier variedad fuerte o quebradiza (García, 1984).

La ventaja principal es la reducción de costos, única alternativa para bajar los costos de producción para entrar en un proceso competitivo, el flujo constante de materia prima y la menor contratación de cortadores (Scandaliaris, 1993).

La experiencia a mostrado que la operación de las cosechadoras integrales sin ningún paso intermedio de mecanización ha provocado fracasos y el abandono de las máquinas.

Si se analiza el diseño de una máquina cosechadora troceadora comercial, la complejidad de su diseño radica

en la presencia de diferentes sistemas de limpieza relacionados con los sistemas de transporte. Estas máquinas han mostrado buenos resultados en la cosecha de caña acamada debido a su forma de transportar los tallos acostados a partir de su base, la cual es buena opción para realizar el corte de caña entera si se elimina los sistemas de limpieza neumática y troceado de caña. Esta alternativa fue probada por la máquina Centurión que deposita los tallos enteros en un recipiente longitudinal por atrás de la máquina, el recipiente descarga la caña en bultos a lo largo de los surcos para su carga mecánica posterior (Lewinski, 1993).

Los costos por tonelada de las variantes de cosecha más importantes revelan que los sistemas que emplean una mayor proporción de mano de obra tienen costos superiores, por lo que se puede presumir que la mecanización se incrementará, máximo considerando la urgente necesidad que tienen los productores de reducir los costos de producción de la materia prima.

Del cuadro 3 surge que la cosecha más cara es la manual, en orden decreciente le sigue la alternativa semimecánica con el empleo manual para el corte y cargadora mecánica, más abajo de estos niveles estarían los costos del sistema integral, consecuencia del alto valor de adquisición de las máquinas. Los sistemas de cosecha más económicos resultan

indudablemente aquellos sistemas que necesitan la quema como complemento de las operaciones, es de destacar el bajo costo del sistema louisiana, como consecuencia de la alta capacidad de trabajo, a pesar de tratarse de una cosechadora de envergadura y de costo relativamente alto (González, 1988).

Cuadro 3 Costos de los distintos sistemas de cosecha*

SISTEMAS	COSTO TOTAL	COSTO CARGADORA	TOTAL DEL SISTEMA
Manual	57.47		57.47
Semimecánico	31.52	3.65	35.17
Louisiana	9.91	3.65	13.56
Integral	33.92		33.92
Cargadora		3.65	

* Australes valores a mayo de 1988

FUENTE: González, 1988. Evaluación económica de sistemas de cosecha de caña de azúcar

1.1.3 Antecedentes de la cosecha mecanizada

La cosecha mecanizada de la caña de azúcar en México se probó en 1947 en el campo del ingenio Cuautotolapan Ver. con una cortadora y una cargadora thomson que posteriormente se probarón en otros ingenios sin que la cortadora diera un resultado práctico, mientras que la cargadora demostró mayor utilidad por lo que después se vino aprovechando el uso de este tipo de equipo,

complementando el corte en forma manual; así se tiene ya cierto grado de mecanización que en la actualidad se sigue en algunas zonas cuyas condiciones lo han permitido (IMPA, 1975).

La década de los 60s ha sido el período más significativo en el desarrollo del alce mecanizado. A pesar de los resultados negativos de las máquinas cortadoras durante los años 50 y 60s se continuaron realizando pruebas aisladas en ciertas regiones cañeras. Entre los años 1960 y 1964 se realizaron varias encuestas sobre los equipos utilizados en la cosecha mecanizada y se comprobó que la mayoría de las unidades cortadoras no se aprovechan con excepción del ingenio San Cristóbal Ver. (Foss, 1973).

No es sino hasta la década de los 70s que tiene como principio el inicio de la cosecha mecanizada a nivel comercial y en la actualidad se ha constituido como una necesidad para incrementar los niveles de productividad. En la zafra 1971-1972 existían dos cosechadoras integrales marca Massey Ferguson trabajando comercialmente, una en el ingenio Los Mochis Sin. y otra en el ingenio Santa Rosalía Tab. en la siguiente zafra 1972-1973 se operaron cinco cosechadoras marca Claas libertadora 1400 en los ingenios San Pedro y San Francisco el Naranjal en Ver. y tres en el ingenio Santa Rosalía. Durante la zafra 1978-1979 en el área de influencia del ingenio Los Mochis inicio la cosecha

integral procedentes de las cosechadoras Toft Mark, Massey Ferguson 201 y Claas Libertadora operando comercialmente, siendo el primer ingenio en adquirir este equipo, al que han seguido otros ingenios con requisiciones similares, como los ingenios La Primavera en Sin., Tamazula Jal., los ingenios Aarón Sáenz Garza (antes Xicoténcatl), Plan de San Luis en la región Huasteca y el ingenio San Cristóbal Ver. (Lugo, 1984).

Uno de los primeros pasos en el estudio de la cosecha mecanizada fue determinar la eficiencia de las cosechadoras existentes y para ello en la zafra 1972-1973 en el ingenio Santa Rosalía se realizaron los siguientes tipos de experimentos:

- a. Evaluar la eficiencia de la maquinaria en función del porciento de impurezas de la caña cosechada mecánicamente usando como testigo el corte a mano con alce mecánico
- b. Evaluar la eficiencia de la maquinaria y equipo de alce en función de la caña industrializable dejada en el campo por las máquinas cosechadoras y el corte manual con alza mecánica

En ambos casos consistió en probar dos cosechadoras de distinta marca la Massey Ferguson 201 y Claas libertadora 1400 comparándolas entre si y con el corte manual con alza mecánica.

Al examinar estadísticamente los resultados, para el primer experimento se observó que no hubo diferencia significativa entre el trabajo comparativo de ambas cosechadoras, pero si se registro una diferencia significativa entre cosechadoras y el corte a mano con carga mecánica en los siguientes conceptos: caña moledera, cogollo, caña industrializable e impurezas, en las restantes determinaciones no se apreció diferencia significativa, aunque si la misma tendencia favorable en todos los casos al corte manual con carga mecánica (cuadro 4). Con respecto al segundo experimento solamente se observó diferencia en el caso de la caña despedazada que quedo en el campo por las cosechadoras en comparación con el corte manual, mientras que las pruebas restantes no se manifestó diferencia significativa (cuadro 5). En una segunda variante de este mismo experimento se obtuvo diferencia significativa en cuanto a la caña despedazada que quedo en el terreno favorable a la Massey Ferguson, similar caso se observo en cuanto al total de caña abandonada ya que también hubo diferencia significativa a favor de la misma, mientras que en caña moledera y troncones dejados se observo la misma tendencia aunque no llevo a ser significativa la diferencia que también favoreció a la Massey Ferguson (IMPA, 1975).

Cuadro 4 Contenido de impurezas encontrada en caña

CONCEPTOS	Claas	Massey Ferguson	corte manual con carga mecánica
CM	69.56	74.00	93.49*
CD	8.04	3.92	0.00
PT	6.16	5.58	1.19
C	6.41	5.42	0.00*
M	4.38	4.68	3.67
P	2.71	3.58	1.04
CS	0.95	1.38	0.32
TR	1.79	1.44	0.29
CI=CM+CD	77.60	77.92	93.49
NI=PT+C+M	16.95	15.68	4.86
TC=CI+NI	94.55	93.60	98.35
BA=P+CS+TR	5.45	6.40	1.95
IM=NI+BA	22.40	22.08	6.58**

Nomenclatura

CM: caña moledera
 CD: caña despedazada
 PT: punta tierna
 C : cogollo
 M : mamones
 P : paja

CS: caña seca
 TR: tierra y raíces
 CI: caña industrializable
 BA: basura
 IM: impurezas
 TC: total caña

* diferencia significativa

** mayor diferencia significativa

FUENTE: Segundo informe técnico del IMPA 1975

Al comparar los tratamientos: corte y carga mecánica (1), corte manual con carga mecánica (2) y corte y alce manual (3) entre si en base a la cantidad de materias extrañas en la materia prima y cantidad de sacarosa dejada

en campo, en un experimento en condiciones de temporal con caña de la variedad N:Co 310 se obtuvieron los

Cuadro 5 Caña industrializable abandonada en campo

CM	5.03	5.27	5.56
CD	3.87	2.60	0.00*
TD	1.79	2.15	2.18
CA=CM+CD+TD	10.71	10.01	8.75

CM: caña moledera

CD: caña despedazada

TD: troncones dejados

CA: total de caña industrializable dejada en campo

* diferencia significativa

FUENTE: Segundo informe técnico del IMPA 1975

siguientes resultados: Para el tratamiento 2 se obtuvo el porcentaje más bajo para caña industrializable, cuyas diferencias con los otros dos tratamientos son significativos y los índices más altos para los siguientes conceptos: caña no industrializable, basura e impurezas, punta tierna, tierra, raíces y caña seca. El corte y alce manual fue significativamente superior respecto a caña moledera en comparación con los tratamientos 2 y 1, así también el porcentaje más alto para caña industrializable, obteniéndose el mayor porcentaje de sacarosa e igual tendencia en cuanto a pureza; el porcentaje de punta tierna y cogollos es menor en este tratamiento.

Con respecto al contenido de mamonos y al contenido de paja, para el primero no hay diferencias significativas y para el segundo hay diferencia significativa entre los tratamientos 3 y 2 pero no 3 y 1. Al determinar la cantidad de sacarosa dejada en el campo por el método Pol-ratio se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos, aunque existe tendencia a ser mayor en el tratamiento 1 (IMPA, 1975).

A fin de evaluar y comparar las cosechadoras de caña Massey Ferguson, Claas libertadora y Toft Mark II y el corte manual con carga mecánica en el área de influencia del ingenio Los Mochis Sin. en la zafra 1979-1980 se llegó a las siguientes conclusiones.

Se consideraron los siguientes aspectos que fundamentan las diferencias que existen:

- Rendimiento de campo y tiempos perdidos (eficiencia)
- Porcentaje de impurezas enviadas a fábrica
- Calidad industrial de la materia prima cosechada
- Caña industrializable abandonada en campo

Eficiencia

Entre cosechadoras no existe diferencia respecto a eficiencia, es decir, sus rendimientos de campo son similares. Sin embargo, se consideran los resultados bajos, ya que cortaron en promedio 391 kg de caña por minuto

equivalente a un 39%, si se considera que éstas cosechadoras tienen capacidad de cortar una tonelada por minuto en condiciones óptimas (cuadro 6).

Cuadro 6 Eficiencia de las cosechadoras

COSECHADORAS	Caña cortada (t/h)	tiempo	
		efectivo (%)	perdido (%)
Massey Ferguson	24.28	45.23	54.77
Claas libertadora	23.64	43.00	57.00
Toft Mark II	22.47	49.24	50.76

Al desglosar el tiempo perdido total en sus diferentes componentes se observa, el mayor tiempo perdido fue por aspectos de máquina y reparaciones, equivalente a un 70% del tiempo perdido total (Cuadro 7).

Cuadro 7 Tiempos perdidos

CONCEPTO	M.F	CLAAS	TOFT
Máquina	20.13	31.26	12.83
Reparaciones	23.17	9.35	17.12
Personal	3.80	4.91	8.23
Transporte	7.31	10.38	11.27
Terreno	0.36	1.10	1.24
No controlables	0.00	0.00	0.01
Total	54.77	57.00	50.76

Estadísticamente sólo hubo diferencia significativa para

tiempos perdidos en la componente reparaciones.

Con respecto al porcentaje de impurezas y a la cantidad de caña industrializable abandonada en el campo se observa en general un alto porcentaje de impurezas y cañas quedadas, así como también una alta cantidad de caña industrializable abandonada en el campo entre las cosechadoras; mientras que entre la cosecha mecánica y manual, los resultados más importantes son: el porcentaje de impurezas enviadas al molino con la caña de corte manual con carga mecánica superó al porcentaje de la cosecha mecánica y está última superó a la primera al dejar la mayor cantidad de caña industrializable abandonada en campo (Cuadro 8).

Cuadro 8 Impurezas y caña abandonada en campo

COSECHA	cogollos	Impurezas (%)			caña abandonada (t/ha)
		tierra	hojas	total	
Mecánica	1.88	0.65	1.75	5.28	20.64
Claas	2.14	1.53	1.43	5.10	27.00
M:F	1.79	0.37	1.35	3.51	13.63
Toft	1.76	0.74	2.36	4.86	20.68

De acuerdo con la calidad industrial de la materia prima cosechada se llegó a los siguientes resultados: no existe diferencia entre la calidad industrial de la caña picada y entera; la caña picada limpia, sucia y quebrada es similar, existiendo sólo tendencia favorable hacia la caña

limpia; tampoco existió diferencia significativa entre caña limpia, sucia y quebrada para cosechadoras y corte manual con carga mecánica (Sánchez, 1980).

En la zafra 1981-1982. La gerencia de campo CNIA, determino 64.74% de rendimiento para las cosechadoras, con un standard de 200t/día y un 32% si se consideran los rendimientos que recomienda el fabricante y un 96.81% las cargadoras considerando un standard de 150t/día y un 45% del rendimiento nominal (Ortega, 1983).

1.2 ANALISIS ECONOMICO

1.2.1 Elementos de que consta el análisis

Con la finalidad de obtener un panorama en cuanto al estudio de rentabilidad de un equipo determinado es necesario llevar a cabo un análisis económico.

El propósito del análisis es aportar elementos de juicio para tomar decisiones sobre su ejecución. Comprenden la inversión, los costos e ingresos y las formas de financiamiento que se prevé para todo el período de operación, su objetivo es ordenar y sistematizar la información y elaborar los cuadros que sirven para el análisis. Comienza con la determinación del monto de los recursos económicos necesarios a fin de cuantificar la inversión que requiere el proyecto o sea, las necesidades iniciales de capital para la transformación de bienes o servicios, cuya base son los estudios de ingeniería, ya que tanto los costos como la inversión inicial dependen de la tecnología seleccionada; el análisis de costos debe presentar la composición de costos fijos y de costos variables, la variación de los costos unitarios frente a diversas escalas de producción y el aprovechamiento de posibles márgenes de flexibilidad en el modo de combinar los factores en la misma función de producción. Continúa con la determinación de la depreciación y amortización de

toda la inversión inicial y el cálculo del capital de trabajo aunque también es parte de la inversión inicial no está sujeta a amortización dada su naturaleza líquida. La conclusión de esta parte la integrarán el cálculo total de la inversión, cuyo valor con el de los costos financieros del proyecto se presentan como datos que aportarán indicadores de evaluación (Baca, 1992).

La evaluación debe mostrar la viabilidad del proyecto en las condiciones económicas planteadas y determinar los márgenes de variación de estas condiciones dentro de los cuales se mantiene la viabilidad demostrada. Este análisis determina los beneficios y costos asociados a los proyectos, obteniéndose a través de ellos los indicadores de rentabilidad.

Los niveles de rentabilidad del proyecto en cuanto a expresión de la productividad del factor de capital, pueden calcularse como la relación entre el ingreso neto obtenido por unidad de tiempo y el capital invertido. Para este cálculo es preciso tomar los datos de inversión presentados así como las estimaciones de los costos e ingresos de operación; el primer análisis ha de tener en cuenta sólo los gastos de inversión directamente relacionados con el proyecto.

Los costos e ingresos que se han presentado en el documento del proyecto como los que probablemente

corresponderán a su desarrollo normal durante el período de operación; sin embargo, esos valores no representan más que aproximaciones a una realidad en la que influirán una serie de acontecimientos aleatorios, para ello parece atinado introducir en el cálculo algunos elementos que ayudan a simular diferentes situaciones que afecten en especial las variables más estratégicas del cálculo, éstos análisis se agrupan con el nombre genérico de análisis de sensibilidad, ya que no está señalando sino el grado en que varían los resultados operados del proyecto frente a modificaciones probables de los elementos que la componen (ILPES, 1991).

1.2.2 Determinación y análisis de costos

Uno de los primeros problema que se presentan es determinar los elementos de costos en la producción o en la prestación de un servicio. El estudio de cómo ocurren estos costos da una indicación del procedimiento que se debe establecer para proporcionar información satisfactoria sobre dichos costos.

La mayoría de las decisiones del manejo de maquinaria requiere de un conocimiento preciso de los costos de operación con el objeto de conocer con anterioridad la incidencia de un determinado proceso sobre el costo total del producto y poder enjuiciar acerca de las ventajas de

mecanizar las labores agrícolas.

Los costos pueden definirse como la expresión en dinero de las erogaciones necesarias para atraer a los factores de la producción hacia la producción de un bien o la prestación de un servicio. Se han establecido dos subgrupos de que componen el costo total de un activo fijo: costos fijos o de propiedad y costos variables o de operación (Nava, 1983).

Los costos fijos se definen como la parte del costo total que no varían al modificarse la producción. Los costos variables son la parte del costo total proporcional a la operación dada a la máquina, los costos variables dependen por tanto de las unidades producidas o el servicio prestado (superficie trabajada, volumen cosechado o el tiempo invertido), mientras que los costos fijos son independientes del uso. Entre los costos que componen a la maquinaria y equipo agrícola se tiene: depreciación, interés del capital de la inversión, alojamiento, seguro e impuestos; los costos variables se componen de combustible, lubricantes, mantenimiento, mano de obra, refacciones y reparaciones. No siempre se sabe con claridad a que categoría pertenecen algunos de los costos específicos, los costos de interés en la inversión del activo, impuestos, almacenaje y seguro dependen del tiempo de una año del calendario y son claramente

independientes del uso; los combustibles, lubricantes y mantenimiento y mano de obra están asociados con el uso; los dos renglones restantes, depreciación y reparaciones son funciones tanto del tiempo como del uso (Hunt, 1986).

Los costos anuales son constantes independientemente de cual sea la cantidad de uso de las máquinas durante el año. Por tanto la línea de costo fijo está expresada por una línea recta paralela al eje x, esto es:

$$Y_a = a$$

donde: a= incremento fijo del costo total

Los costos variables aumentan con la cantidad de uso y son con frecuencia a una tasa constante y se definen mediante la función:

$$Y_b = bx$$

donde: b= relación del costo total variable a la producción (pendiente de la línea)
x= volumen de producción

El añadir costos fijos y variables da como resultado que los costos totales también aumenten a un ritmo constante. Si el volumen de producción es la variable independiente, el costo total es pues: una función lineal que se podrá expresar mediante la ecuación 1.

$$Y = a + bx$$

(1)

Su representación gráfica se recoge en la figura 1, en

donde se observa que para un determinado volumen de producción x_0 se obtiene un costo total como la suma de los costos fijos y variables.

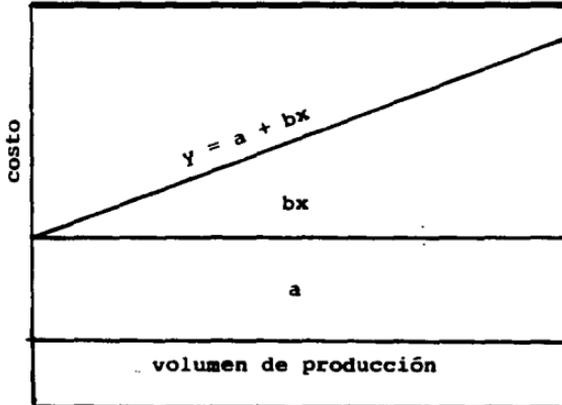


Figura 1 Representación gráfica de la función lineal del costo total

Frecuentemente es necesario expresar los costos en términos de costo unitario. Mientras que los costos fijos permanecen constantes, el costo fijo por unidad varía a una relación directa con el volumen producido y a pesar que el volumen aumenta el costo variable por unidad es constante. Puesto que los costos totales están representados por la suma de los costos fijos y variables habrá de disminuir al igual que los costos fijos. El costo total representativo del volumen de producción vendrá dada por la ecuación 2.

$$Y = \frac{a}{x} + b$$

(2)

Al analizar la ecuación anterior se observa que a medida que aumenta el volumen de producción disminuye el costo total como se muestra en la figura 2.

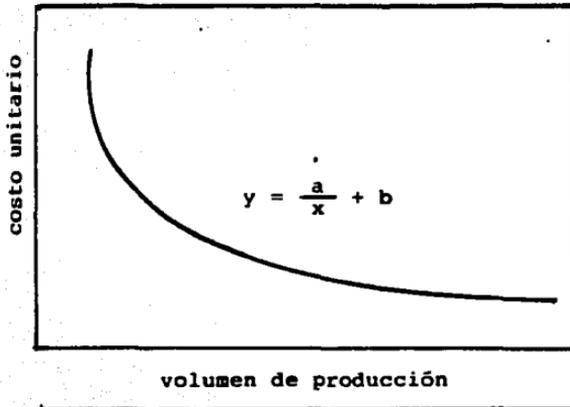


Figura 2 Representación gráfica del costo unitario

La tendencia deberá ser el incremento de la producción con lo cual se abatirán los costos y la operación será más económica; si por el contrario se llega a reducir el ritmo de producción el resultado será el incremento de los costos que pueda llegar a ser antieconómica la operación. La conclusión más importante a que se llega: los costos son inversamente proporcionales a la producción, es decir, tenderán a disminuir con el aumento de la producción

e incrementarse al reducirse (Frank, 1977).

Los ingresos totales durante el periodo determinado es el producto del precio de venta por el número de unidades vendidas y está representada por la ecuación 3 que involucra una relación lineal.

$$Y_1 = x_1 \quad (3)$$

donde: y_1 = ingresos

x_1 = precio de venta por el volumen de producción

El nivel de producción en la que son exactamente iguales los beneficios por ventas a la suma de los costos fijos y variables se denomina punto de equilibrio y queda definido por la ecuación 4. En las gráficas de equilibrio los costos fijos, los costos variables y los ingresos se grafican contra la producción expresada en unidades o en porcentaje de la capacidad; cuando el nivel de producción se encuentra en dicho punto, la actividad económica no tiene pérdidas ni utilidades. Representando en esta forma los ingresos y los costos se puede determinar fácilmente la posibilidad de obtener utilidades para cualquier nivel de producción, figura 3 (Baca, 1994).

$$Y = a + bx$$

$$Y = x_1$$

igualando ambas ecuaciones

$$x = a + bx$$

$$x - bx = a$$

$$x(1 - b) = a$$

$$x_e = \frac{a}{(1-b)} \quad (4)$$

donde: x_e = volumen de producción equivalente (punto de equilibrio)

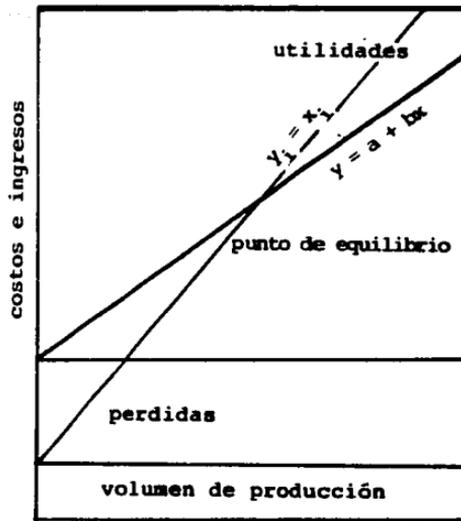


Figura 3 Representación gráfica del punto de equilibrio

Con frecuencia se presenta dos o más soluciones alternativas a un problema y se hace necesario evaluar cual es la más conveniente desde el punto de vista económico.

Cuanto tanto el costo fijo como el costo variable de una alternativa son superiores a los de la otra, es obvio que la más conveniente será aquella que presenta los costos menores. Sin embargo, en muchos casos una alternativa tiene mayor costo fijo pero a su vez menor costo variable que la otra y siendo así la conveniencia de una u otra dependerá del uso anual o producción de las máquinas (Frank, 1977).

Tratándose de funciones lineales, significa que la pendiente del costo total de la máquina 1 b_1 será mayor que de la máquina 2 b_2 . Por tal razón se llegará a un punto en la cual ambas rectas se cruzan, ese punto se denomina punto de indiferencia (punto de equilibrio entre dos o más alternativas). Siendo iguales los costos de ambas alternativas en este punto, es indiferente adoptar una u otra, pero a la izquierda ó a la derecha del punto los costos de cada alternativa difieren figura 4.

El punto de indiferencia se puede determinar tanto gráfica como matemáticamente, la resolución es muy sencilla ya que se trata de funciones lineales, todo consiste en hallar el punto de intersección de dos rectas en un sistema de dos ecuaciones de primer grado con dos incógnitas.

$$Y_1 = a_1 + b_1x$$

$$Y_2 = a_2 + b_2x$$

cuando $Y_1 = Y_2$ (intersección de ambas rectas) se tiene que,

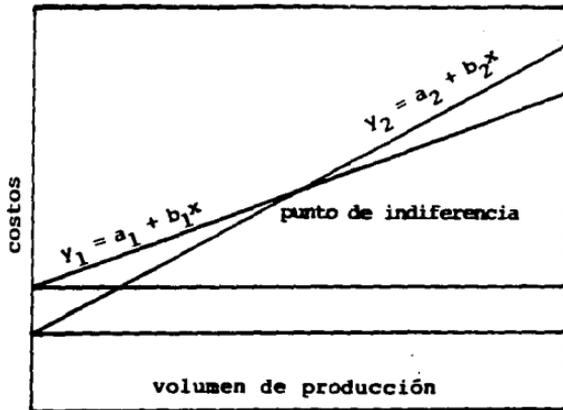


Figura 4 Punto de equilibrio entre alternativas

igualando los segundos miembros y despejando x

$$x_I = \frac{a_2 - a_1}{b_1 - b_2}$$

(5)

Sin embargo lo común es no indicar limite alguno en la variable independiente, pero es sabido que la producción de una máquina no se puede extender indefinidamente ya que el tiempo disponible no es infinito; por ello, siempre se debe tener presente ese limite en los cálculos de costos en función de la producción. El agregado de una máquina significa adicionar costos, si se agregan máquinas exactamente iguales, la altura será igual y también la inclinación de la recta que define el costo total. El costo

unitario presenta una altura decreciente a medida que aumenta la producción, debido a que el costo se diluye hasta el nivel en el cual la producción de cada máquina es máxima y se obtiene el costo mínimo, estos mínimos sucesivos son iguales, lo que significa que no se pueden obtener reducciones de costos inferiores a esos mínimos mediante el agregado de una nueva máquina.

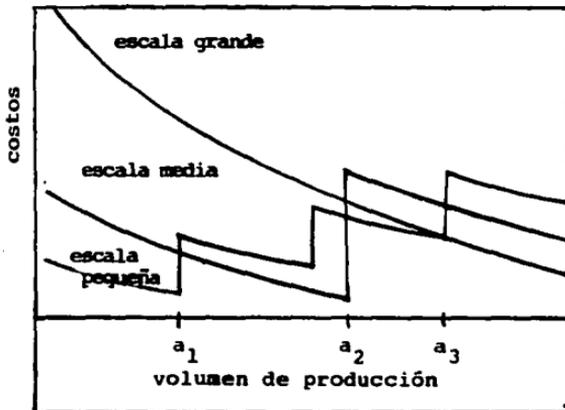


Figura 5 Costo operativo de varias máquinas diferentes

Según la figura 5 la decisión sobre el tamaño óptimo es encontrar los puntos a_1 , a_2 y a_3 que hacen la decisión en la mecanización, estos puntos se determinan considerando: costos de operación e inversión inicial de cada equipo, capacidad de trabajo, período de operación y condiciones de tiempo. De la figura anterior se observa que si el área

de operación es menor que el límite a_1 , la decisión está en una máquina pequeña, pero si se encuentra entre los límites a_1 y a_2 se puede recurrir a una máquina de mediana capacidad; sin embargo, cuando el límite sobre pasa el punto a_3 , la decisión está en la elección de un equipo de mayor capacidad que las anteriores (Tsumimoto, 1990).

1.2.3 Evaluación económica

Las técnicas de evaluación de inversiones son usadas para encontrar el valor económico de un proyecto. Los modelos de análisis no son más que modelos matemáticos que intentan simular la realidad del proceso de inversión como soporte en la toma de decisiones. Se dice que es un modelo matemático porque lo que hace es establecer relaciones cuantitativas entre las diferentes variables que incluye. Esto implica que para incluir una variable en el modelo es necesario poderla cuantificar y además conocer la relación cuantitativa de esa variable con respecto a las demás. El análisis de inversiones intenta responder básicamente a dos cuestiones: las decisiones pueden definirse en la jerarquización ó evaluación comparativa de proyectos alternativos y dado un proyecto de inversión decidir si resulta conveniente o no emprenderlo. Sin embargo, las decisiones no esta basadas únicamente sobre factores que no pueden ser considerados en el análisis (Kelety, 1992).

Para ser capaz de comparar diferentes alternativas o verificar un objetivo es necesario tener un criterio de evaluación que pueda usarse como base para juzgar las alternativas. En el análisis económico el dinero generalmente se usa como la base de comparación, por lo tanto cuando hay diferentes maneras de verificar un objetivo usualmente se selecciona la alternativa que presente el menor costo ó mayor rendimiento. En este momento surge el problema sobre el método de análisis que se empleará para comparar la rentabilidad económica del proyecto. Se sabe que el dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo a una tasa aproximadamente igual al nivel de inflación vigente, esto implica que el método de análisis empleado deberá tener en cuenta este cambio de valor real del dinero a través del tiempo (Blank, 1992).

Si no se tiene en cuenta el efecto del tiempo comparando sin ninguna precaución dos ingresos o dos gastos que se sitúan en fechas diferentes, esto implica dar el mismo valor monetario al que se percibe hoy que a uno que se obtendrá dentro de n años. En realidad para comparar dos unidades monetarias habrá de apreciarlos en la misma fecha, está fecha de referencia es en general el momento actual y si se quiere apreciar una serie de valores escalonados en el tiempo y así mismo comparar series diferentes de valores hay que

proceder a la actualización de esas series (Kay, 1990). Los modelos de análisis y selección de inversiones se pueden clasificar en dos grandes grupos:

a) Criterios estáticos: son aquellos métodos de selección de inversiones que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, los más utilizados son:

- método del flujo de caja (cash-flow estático)
- método del pay-back o plazo de recuperación

b) Criterios dinámicos: son aquellos que explícitamente reconocen el valor del dinero a través del tiempo, es decir, no sólo consideran el importe monetario sino también el momento del tiempo en que se produce. Por ello utilizan la capitalización y la actualización o descuento para homogeneizar las magnitudes monetarias y poder así compararlas, se conocen bajo el nombre genérico de métodos de flujo de efectivo descontado. Los principales son:

- pay-back dinámico
- valor actual neto
- tasa interna de rendimiento
- flujo anual uniforme equivalente (Kelety, 1992).

Un análisis completo de inversiones requiere información referente a tres variables:

- 1.- flujo de efectivo del proyecto
- 2.- incertidumbre que afecta a esos flujos

3.- costo del capital

Flujo de efectivo

Los flujos de efectivo de cualquier proyecto comprende:

Inversión inicial: es el desembolso presente y cierto en el que hay que incurrir para llevar adelante el proceso de inversión, el desembolso original genera entradas o salidas de efectivo en períodos subsecuentes.

Corriente de entradas: son los cobros futuros que el sujeto de la inversión espera obtener del proyecto y que le resarcían de los costos.

Corriente de salidas: será el conjunto de desembolsos líquidos a los que habrá de hacerse frente a lo largo de la vida útil de la inversión.

El momento en que incurren los flujos netos subsecuentes, así como el importe, puede variar igualmente el tiempo que ha de transcurrir para recibirlos.

Valor de desecho: representa la entrada de efectivo después del pago de impuesto que refleja el dinero que genera la venta del activo.

Capital de trabajo: es el efectivo necesario para mantener el proyecto en marcha, se consideran parte del desembolso original, todo lo cual es parte de las operaciones diarias.

Fechas de terminación: el año en que se espera dar por terminado el proyecto, es el último componente del flujo de efectivo. La duración del proyecto incluye en el

atractivo, mientras más tiempo esta en operación mayor será el rendimiento que genere.

Incertidumbre

Es la situación a que se enfrenta cuando el futuro contiene un número indeterminado de resultados posibles.

Costo del capital

El costo del capital cuesta porque es un recurso escaso y la empresa debe compensar a quienes lo proporcionan por el hecho de cederlo aunque sea sólo temporalmente. El rendimiento que exige la empresa se considera en parte una compensación por el uso del dinero y en parte una compensación por el riesgo (Coss, 1985).

1.2.3.1 Notación y diagramas de flujo de efectivo

Diagramas de flujo

Es simplemente una representación gráfica de un flujo de efectivo en una escala de tiempo (figura 6). El diagrama representa el planteamiento del problema y muestra que es lo dado y lo que debe encontrarse.

La línea horizontal es la escala de tiempo en la que el tiempo aumenta progresivamente de izquierda a derecha. La palabra período se refiere a intervalos de tiempo más que puntos en la escala de tiempo.

Las flechas significan flujos de efectivo. Normalmente las flechas hacia abajo representan desembolsos

(flujo de efectivo negativo ó salidas de efectivo) y las flechas hacia arriba representan ingresos (flujo de efectivo positivo ó entradas de efectivo) (De Garmo, 1985).

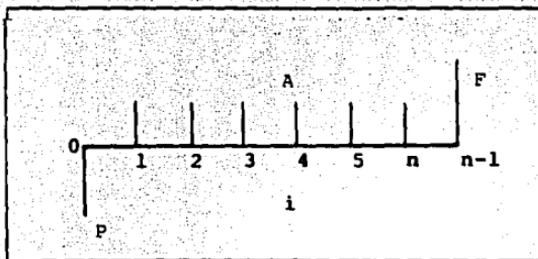


Figura 6 Diagrama de Flujo

N O T A C I O N

- P suma presente de dinero
- A serie consecutiva, igual de dinero al final de cada período
- F suma futura de dinero
- n número de períodos
- i tasa de interés por período

1.2.3.2 Métodos de evaluación

Valor Presente Neto

El método de valor presente es muy común, recibiendo una multitud de nombres según los diferentes autores: valor capital de la inversión; valor actual neto, valor presente

neto, discount cash-flow.

Al hablar del método del valor presente neto se señaló como uno de los modelos que consideran el valor del dinero en el tiempo. Para la elaboración de estudios económicos se basa en el concepto de equivalencia, es decir que un peso hoy vale más de lo que valdrá en el futuro, su poder de compra ira decreciendo y por esta razón la redituabilidad de una inversión a recibirse en fechas futuras; así como sus costos involucrados también futuros deberán hacerse equivalentes al valor presente monetario actual, es decir, todos los flujos de caja futuros asociados con una alternativa son convertidos a valores de dinero presentes. Cuando una cantidad de dinero futuro es convertido a un valor presente equivalente, la magnitud de la cantidad presente es siempre menor que la cantidad de flujo de caja del cual fue calculado, esto se debe a que cualquier tasa de interés más grande que cero hace que todos los factores P/F tengan un valor menor que 1, por esta razón los cálculos de valor presente se denominan como método de flujo descontado, del mismo modo la tasa de interés utilizada para hacer los cálculos se denomina como tasa de descuento.

El método consiste en hacer equivalente los diversos flujos de efectivo con respecto al tiempo, mediante las siguientes ecuaciones:

$$VPN = -P + \sum F \frac{1}{(1+i)^n} \quad (6)$$

$$VPN = -P + A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (7)$$

donde: VPN= Valor presente neto

$$\frac{1}{(1+i)^n} \quad \text{Factor valor presente pago único}$$

$$\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad \text{Factor valor presente serie uniforme}$$

Para evitarse la molesta tarea de escribir las ecuaciones cada vez que se use uno de los factor ha adoptado una notación estándar que representa los diversos factores (Cuadro 9). Esta notación estándar, incluye también la tasa de interés y el número de períodos, se expresa siempre en forma general como $(X/Y, i\%, n)$, la primera letra en paréntesis x representa lo que se quiere encontrar, mientras que la segunda letra y representa lo dado, $i\%$ la tasa de interés y n el número de períodos; para una referencia más rápida las ecuaciones anteriores se expresan respectivamente como sigue:

$$(P/F, i\%, n) \quad \text{y} \quad (P/A, i\%, n)$$

Es una creencia común que la TMAR de referencia debe ser la tasa máxima que ofrece los bancos por una inversión a plazo fijo, esto es una mala referencia, debido a que produce una pérdida del poder adquisitivo del dinero, esto

Cuadro 9 Resumen de factores y simbolos de interés compuesto

ENCONTRAR	DADO	ECUACION	NOMBRE DEL FACTOR	NOTACION	
				standar	mnemotécnico
PAGOS UNICOS					
F	P	$(1+i)^n$	CANTIDAD COMPUESTA	(F/P-i-n)	(CA-i-n)
P	F	$\frac{1}{(1+i)^n}$	VALOR PRESENTE	(P/F-i-n)	(1W-i-n)
SERIES UNIFORMES DE PAGOS (anualidades)					
F	A	$\frac{(1+i)^n - 1}{i}$	CANTIDAD COMPUESTA	(F/A-i-n)	(SCA-i-n)
P	A	$\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i}$	VALOR PRESENTE	(P/A-i-n)	(SPW-i-n)
A	F	$\frac{i}{(1+i)^n - 1}$	FONDO DE AMORTIZACION	(A/F-i-n)	(SF-i-n)
A	P	$\frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$	RECUPERACION DE CAPITAL	(A/P-i-n)	(CR-i-n)

FUENTE: De Garmó E., 1985; Ingeniería económica.

conduce a la reflexión de que si ganará un rendimiento igual al índice inflacionario el capital invertido mantendría su poder adquisitivo. Sin embargo cuando un inversionista arriesga su dinero para él no es atrayente mantener el poder adquisitivo de su inversión sino más bien que está tenga un crecimiento real, es decir, le interesa un rendimiento que haga crecer su dinero más allá de haber compensado los efectos inflacionarios.

Si se define la TMAR como:

TMAR = índice inflacionario + premio al riesgo
 significa que la TMAR que un inversionista le pedirá a una inversión debe calcularla sumando dos factores: el primero debe ser tal su ganancia, que compense los efectos inflacionarios y segundo término debe ser un premio ó sobretasa por arriesgar su dinero en determinada inversión. Es común separar los proyectos alternativos en categorías de riesgo y establecer la TMAR relativa al costo del capital de cada categoría (Cuadro 10). Finalmente en la mayoría de los casos el valor presente para diferentes tasas de descuento (TMAR) se comporta como aparece en la figura 7. El valor de VPN es inversamente proporcional al valor de i aplicada (TMAR); si se pide un gran rendimiento a la inversión (es decir, si la TMAR es muy alta), el VPN puede volverse fácilmente negativo y en ese caso se rechazaría el proyecto.

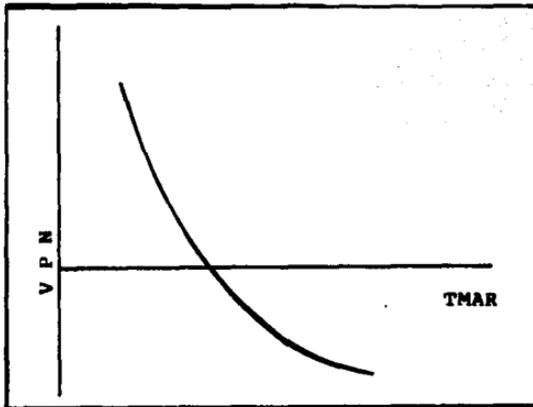


Figura 7 VPN y su relación con la tasa de descuento

Como se puede observar en la figura anterior al ir aumentando la TMAR aplicada en el cálculo del VPN, está va disminuyendo hasta volverse cero y negativo (Baca, 1992).

Como conclusiones generales a cerca del uso del VPN como método de análisis se puede decir:

- Se interpreta fácilmente su resultado en términos monetarios
- Supone un reinversión total de todas las ganancias anuales, lo cual no sucede en la mayoría de los casos
- Su valor depende exclusivamente de la tasa de descuento aplicada
- los criterios de evaluación son:

si $VPN > 0$, acéptese la inversión

si $VPN < 0$, rechacese

Además de las características anteriores, el método de VPN tiene la ventaja de ser único, independientemente del comportamiento que sigan los flujos de efectivo (Blank, 1992).

Cuadro 10 Valores de TMAR por categoría de riesgo

Categoría de riesgo	Ejemplos de proyectos	TMAR
Alta	Desarrollo de nuevos proyectos	25 - 30
Media	Incremento de la capacidad Implementación de una nueva pero aceptable tecnología	18 - 24
Baja	Mejoramiento de la productividad	13 - 17
No riesgo	reducción de costos	0 - 11

FUENTE: Blank T. Ingeniería económica

Tasa Interna de Rendimiento

El valor del dinero en el tiempo también se ve reflejado en otro método para analizar inversiones y que es el método de la tasa Interna de Rendimiento (TIR).

Proporciona cierta información no en forma directa por el método de VPN. En términos económicos la tasa interna de rendimiento representa el porcentaje o la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados

a la inversión inicial que hace que el VPN sea igual a cero (Coss, 1985).

$$0 = VPN = -P + \sum \frac{1}{(1+i')^n} \quad (8)$$

Una de las equivocaciones más comunes que se cometen con el significado de la TIR es considerarla como tasa de interés que se gana sobre la inversión inicial; sin embargo lo anterior es correcto solamente en el caso de propuestas cuyas vidas sean de un período.

Como el método de la TIR es necesario calcular la tasa de interés i^* que satisfaga la ecuación 8 y compararla con la TMAR. Cuando i^* es mayor que la TMAR conviene que el proyecto sea aceptado.

El método de la Tasa interna de Rendimiento y el método anterior VPN son equivalentes, es decir que para un mismo proyecto, con cada uno de estos métodos se llegaría a la misma decisión, lo anterior puede ser fácilmente comprendido si se observa la figura 8; a través de esta figura se puede comparar la equivalencia del mismo método de la TIR y el método de VPN, se puede apreciar que si i^* es mayor que TMAR, entonces VPN (TMAR₁) es mayor que cero. Por el contrario si la i^* es menor que TMAR, entonces VPN (TMAR₂) es menor que cero, por consiguiente es obvio que en ambos métodos se llegaría a la misma decisión de aceptar o rechazar el proyecto (Kelety, 1992).

Como se puede observar, la ecuación de la TIR es un polinomio de grado n , por lo que el resultado tendrá n raíces, éstas pueden ser reales positivas, negativas o imaginarias, además pueden existir más de una raíz real positiva o no existir ninguna. Así podemos encontrar con una multitud de situaciones:

- a) No existir ninguna raíz real positiva, es decir, todas son negativas o imaginarias
- b) Existe más de una raíz real positiva
- c) Sólo existe una raíz y positiva.

Lógicamente el TIR sólo tiene sentido financiero cuando se da está última situación. Por otro lado, sabemos que un polinomio de grado n según la regla de Descartes, habrá tanta raíces positivas como cambios de signo. Si tomamos la expresión (podemos observar que siempre, como mínimo habrá un cambio de signo, ya que la inversión inicial P será siempre de signo contrario al resto de los flujos de efectivo.

Cuando en un proyecto de inversión hay que efectuar otros desembolsos, además del inicial, durante la vida del mismo, se obtiene que la TIR es inconsistente como método para seleccionar al más aconsejable (Kelety, 1992).

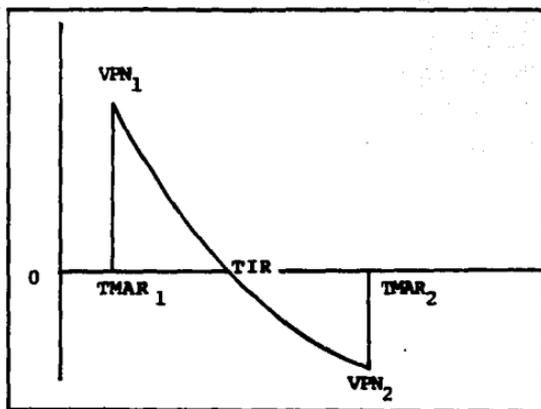


Figura 8 VPN y su relación con la TIR

1.2.3.3 Evaluación de proyectos de inversión en situaciones inflacionarias

Incrementos significativos en el nivel general de precios tanto de los artículos como de los servicios han originado la necesidad de modificar los procedimientos tradicionales de evaluación de propuestas de inversión, con el objeto de lograr una mejor asignación del capital. Un ambiente crónico inflacionario disminuye notablemente el poder de compra de la unidad monetaria, causando grandes divergencias entre los flujos de efectivo futuros reales o nominales. De esta forma, puesto que interesa en determinar rendimientos reales, debe incluirse

explícitamente el impacto de la inflación al hacer un análisis económico.

Se define inflación al fenómeno macroeconómico ocasionado por el desequilibrio que se produce cuando los medios de pagos (circulante) son excesivos en comparación con la producción de bienes y servicios; el síntoma más visible e inmediato es el aumento sustancial y sostenido en el nivel general de precios y la disminución del poder adquisitivo de la unidad monetaria.

Básicamente el efecto nocivo de la inflación en inversiones de activo fijo, se debe principalmente al hecho de que la depreciación se obtiene en función del costo histórico del activo. El efecto de determinar la depreciación en esta forma, es incrementar los impuestos a pagar en términos reales y disminuir por tanto los flujos de efectivo después de impuestos.

Las deducciones por depreciación son calculadas tomando como base los valores históricos de los activos, no sus valores de mercado y por otra parte los impuestos son función directa de los ingresos y no del poder adquisitivo de ellos. Por consiguiente, a medida que los ingresos se incrementan como resultado de la inflación y las deducciones por concepto de depreciación son mantenidas constantes, el ingreso gravable crece desmesuradamente. Esto origina que no pueda recuperarse a través de la

depreciación, el costo de reemplazo de un activo en tiempos de altas tasas inflacionarias.

Se ha visto como la inflación afecta o incide significativamente en el rendimiento de una inversión de activo fijo. Sin embargo, las inversiones de activo circulante también son tremendamente afectadas por la inflación. Proyectos que requieren mayores niveles de activo circulante son afectadas por la inflación porque dinero adicional debe ser invertido para mantener los artículos a los nuevos niveles de precios.

Finalmente, conviene señalar que a medida que la tasa de inflación se incrementa, el rendimiento de una inversión en activo circulante es mayormente afectado que el rendimiento de una inversión en activo fijo. Lo anterior es debido a que las inversiones adicionales de activo circulante castigan más el rendimiento del proyecto que la disminución en los ahorros atribuibles a la depreciación y el aumento en los impuestos reales pagados que origina una inversión en activo circulante.

El valor presente de los flujos de efectivo generados por un proyecto pueden ser calculados utilizando la ecuación (6). Sin embargo la expresión anterior es válida cuando no existe inflación. Para el caso de que exista una tasa de inflación i_1 , los flujos futuros no tendrán el mismo poder adquisitivo del año cero; por consiguiente, antes

de determinar el valor presente neto, los flujos deberán ser deflactados. Una vez hecho lo anterior, la ecuación de valor presente puede ser escrita en la forma siguiente (ecuación 9).

$$VPN = -P + \sum \frac{\frac{F}{(1+i_t)^n}}{(1+i)^n} \quad (9)$$

Esta última ecuación corrige el poder adquisitivo de los flujos de efectivo futuros.

1.2.3.4 Análisis de sensibilidad

Se denomina análisis de sensibilidad al procedimiento por medio del cual se puede determinar cuanto se afecta ante cambios en determinadas variables. Generalmente se tiene una gran cantidad de variables, como son los costos totales, ingresos, niveles de capacidad, tasa y cantidad de financiamiento, Este modelo persigue determinar el grado de riesgo de cada una de las variables aleatorias del proyecto, este nivel de riesgo lo mide en base al efecto que sobre el resultado final -VPN ó TIR- tiene una variación porcentual de las variables (ILPES,1991).

El análisis no esta encaminado a modificar cada una de estas variables para observar su efecto, de hecho hay variables que al modificarse afectan automáticamente a las

demás o su cambio puede ser compensado inmediatamente. El análisis de sensibilidad puede identificar suposiciones que son especialmente críticas en los planes y así alertar de la posibilidad de que estas suposiciones pueden necesitar más estudio y valuación (Blank, 1992).

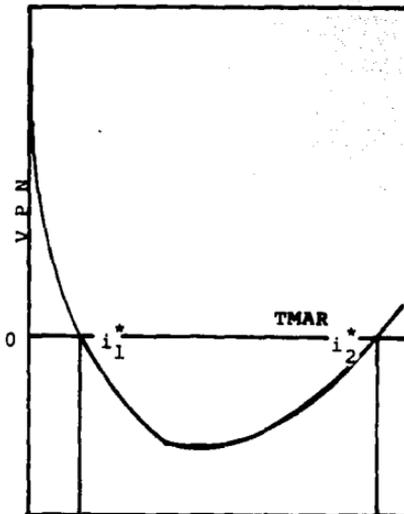


Figura 9 VPN condos cambios de signo en los flujos de efectivo

2. MATERIALES Y METODOS

los rubros considerados para la determinación de los costos se presentan en los cuadros 12 y 14. La depreciación se determinó mediante el método lineal que considera una depreciación constante de 10% a lo largo de la vida útil de 10 años. Las retribuciones al capital fijo se determinaron tomando un 12% anual sobre la mitad del valor nuevo de las máquinas. Para el caso de los seguros se tomaron las coberturas mínimas (1.98% sobre el valor de adquisición más N\$50.00 por manejo de cuenta más IVA) y en conjunto con el rubro de almacenamiento o resguardo se tomó un 3%.

En lo que se refiere al costo variable para mano de obra se recurrió a los valores de la tabla salarial en tareas de cultivo y cosecha de caña de azúcar. Los demás gastos tanto de combustible y lubricantes como de reparaciones se tomaron de los reportes de consumo del departamento de maquinaria del Ingenio Aarón Sáenz Garza como también de los gastos de consumo proporcionados por el fabricante.

El valor de adquisición de ambas máquinas fue requerido en el mes de agosto de 1993 y el resto de los gastos incluidos, en la zafra 1993-1994.

Para el análisis de evaluación se tomaron los flujos estimados al primer año de operación y tomando constante

durante el período de vida estimada.

1. Determinación de la ecuación de costo total

Si el volumen de producción es la variable independiente, el costo total de operación de una máquina es pues una función lineal de él que se podrá expresar mediante la ecuación 10.

si los componentes de la ecuación (1) son expresadas como:

Y por CT costo total de operación (\$/año)

a por CF costo fijo anual (\$/año)

b por CV 1/cce

CV costo variable por unidad de tiempo (\$/h)

1/cce capacidad de campo efectiva (t/h)

x volumen de producción (t/año)

entonces:

$$CT = CF + xCV \frac{1}{cce} \quad (10)$$

2. Determinación de la ecuación de l costo unitario

El costo por unidad de producción y en forma análoga que la anterior se tiene:

$$CT_u = \frac{CF}{x} + Cv \frac{1}{cce} \quad (11)$$

3. Ingresos

$$I = CT (1+i) \quad (12)$$

4. Determinación del punto de equilibrio

El nivel de producción en la que son exactamente iguales los beneficios por ventas a la suma de los costos fijos y los costos variables.

$$X_e = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{ce}}$$

(13)

5. Determinación del punto de equilibrio entre alternativas

Ahora el caso es saber a partir de que volumen de producción es rentable elegir una máquina de mayor capacidad.

$$X_i = \frac{CF_2 - CF_1}{CV_1 \frac{1}{ce_1} - CV_2 \frac{1}{ce_2}}$$

(14)

6. determinación de los indicadores de rentabilidad

Los indicadores de rendimiento de la inversión utilizados para medir la rentabilidad económica son el valor presente neto VPN y la tasa interna de rendimiento TIR.

Valor Presente Neto

Selección de proyectos mutuamente exclusivos

Para está situación existen varios procedimientos equivalentes, es decir, la decisión final a la cual se llega con cada uno de ellos es la misma. Estos

procedimientos son: valor presente de la inversión total y valor presente del incremento de la inversión.

Valor presente de la inversión inicial.

Las normas de utilización de este criterio son muy simples, todo lo que se requiere hacer es determinar el VPN de los flujos de efectivo que genera cada alternativa y entonces seleccionar aquella que tenga el valor presente máximo. Sin embargo, conviene señalar que el valor presente de la alternativa seleccionada deberá ser mayor que el interés mínimo atractivo.

La comparación de alternativas que tiene vidas útiles iguales por el método del VPN es directa.

La fórmula matemática para obtener el VPN es:

$$VPN = \sum (I - Ct) \frac{1}{(1+i)^n} \quad (15)$$

Tasa Interna de Rendimiento

El cálculo de la TIR presenta serios problemas dado que se trata de un polinomio de grado n ; para solucionar este problema de cálculo existen una serie de procedimientos relativamente sencillos y que nos dan buena aproximación al valor verdadero de la TIR.

método de prueba y error (aproximaciones sucesivas)

Este método consiste en calcular el VPN que nos resulte, calcula nuevos VPN para diferentes tasas, hasta acortar con

la suficiente exactitud el intervalo en el que se encuentra el TIR. Si éste intervalo se considera muy amplio, se acortaría repitiendo la iteración y así sucesivamente hasta que se considere satisfecho con la amplitud del intervalo. Cuando esto ocurre el valor deseado se puede obtener por interpolación entre los valores tabulados a ambos lados del valor deseado.

La interpolación lineal es aceptable y se considera suficiente, siempre y cuando los valores de i no estén demasiado distantes el uno del otro. El primer paso en la interpolación lineal es disponer los valores conocidos y desconocidos como se muestra en la forma siguiente. Se establece una ecuación proporcional y se resuelve para c de la siguiente manera:

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \quad \text{ó} \quad c = \frac{a}{b} d$$

donde a , b , c , y d representan la diferencia entre los valores mostrados. El valor de c se suma o resta del valor i dependiendo de si el factor aumenta o disminuye en el valor respectivamente.

Disposición para la interpolación lineal				
	i	Factor		
	a	tabulado	Valor 1	c
b		deseado	no listado	d
		tabulado	valor 2	

La TIR económica de un proyecto es la tasa de descuento que iguala a cero el valor actualizado del flujo de beneficios

netos asociados al proyecto.

$$0 = VPN = \sum (I - CT) \frac{1}{(1+i)^n} \quad (16)$$

7. Análisis de sensibilidad

Para realizar un análisis de sensibilidad es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Determinar la lista de las variables elementales a incluir en el análisis, determinando que factores varían más fácilmente del valor esperado
 2. Seleccionar el intervalo e incremento probable de variación para cada factor
 3. Calcular los valores de VPN y/o TIR para 5 ó 6 valores posibles (es decir, que estén incluidos en el intervalo de variación) cada variable, haciendo en cada caso el resto de las variables tomen el valor estimado inicialmente.
- El análisis de sensibilidad puede identificar suposiciones que son especialmente críticas en los planes.

Cuadro 11 Resultados de operación típica del equipo de cargadoras

toneladas/máquina en zafra	35106.59
toneladas/máquina por día de trabajo	215.38
horas trabajadas por máquina/zafra	1832.29
toneladas/hora por máquina	19.16
horas por día de trabajo	11.24
días de trabajo	163

Cuadro 12 Estimación de costos de operación del equipo mecánico de carga

	\$/zafra	\$/h	\$/t
Costos Fijos			
Depreciación	18670.21	10.19	0.53
interés	22653.19	12.36	0.65
Almacén y seguro	6223.40	3.40	0.18
Costos Variables			
Reparación y mant.	16053.67	8.76	0.46
Combustible y lub.	18920.83	10.33	0.54
Mano de obra	43560.17	23.77	1.24
TOTAL	126081.47	68.81	3.59

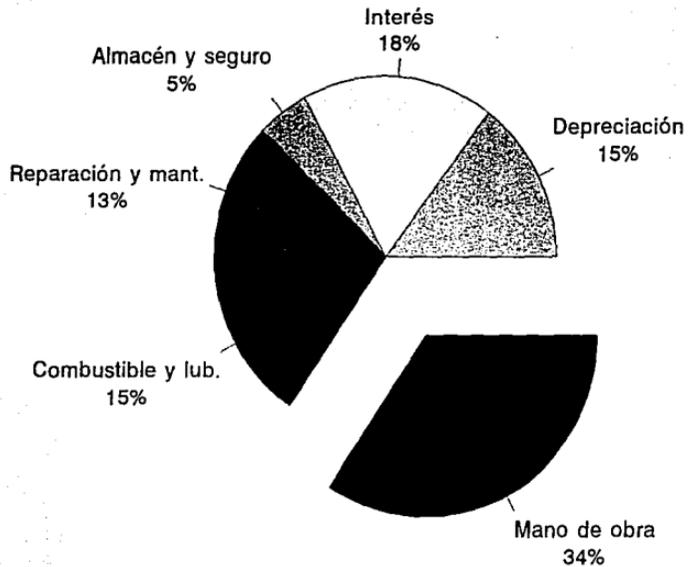


Figura 10 Composición relativa del costo de operación del equipo mecánico de carga

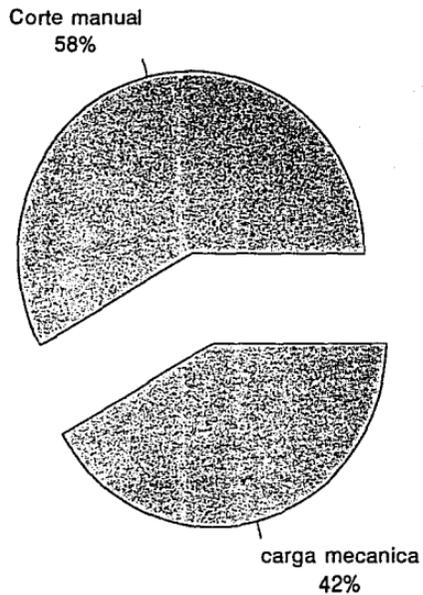


Figura 11. Composición relativa del costo por tonelada cosechada en forma manual con carga mecánica

Costo total

$$Yc A = 47546.80 + 2.24x$$

Cortadores:

Costo por tonelada cortada manualmente \$ 5.00

costo total por tonelada cosechada en forma manual con carga mecánica:

$$Yc A = 47546.80 + 2.24x + 5x$$

$$Yc A = 47546.80 + 7.24x$$

x (m t)	Yc A (\$)
10	119947
15	156147
20	192347
25	228547
30	264747
35	300947
35.10659	301719
40	337147
45	373347
50	409547
55	445747
60	481947

Costo unitario

$$Y_u A = \frac{47546.80}{x} + 7.24$$

x (m t)	Y _u A (\$/t)
10	11.99
15	10.41
20	9.62
25	9.14
30	8.82
35	8.60
35.10659	8.59
40	8.43
45	8.30
50	8.19
55	8.10
60	8.03

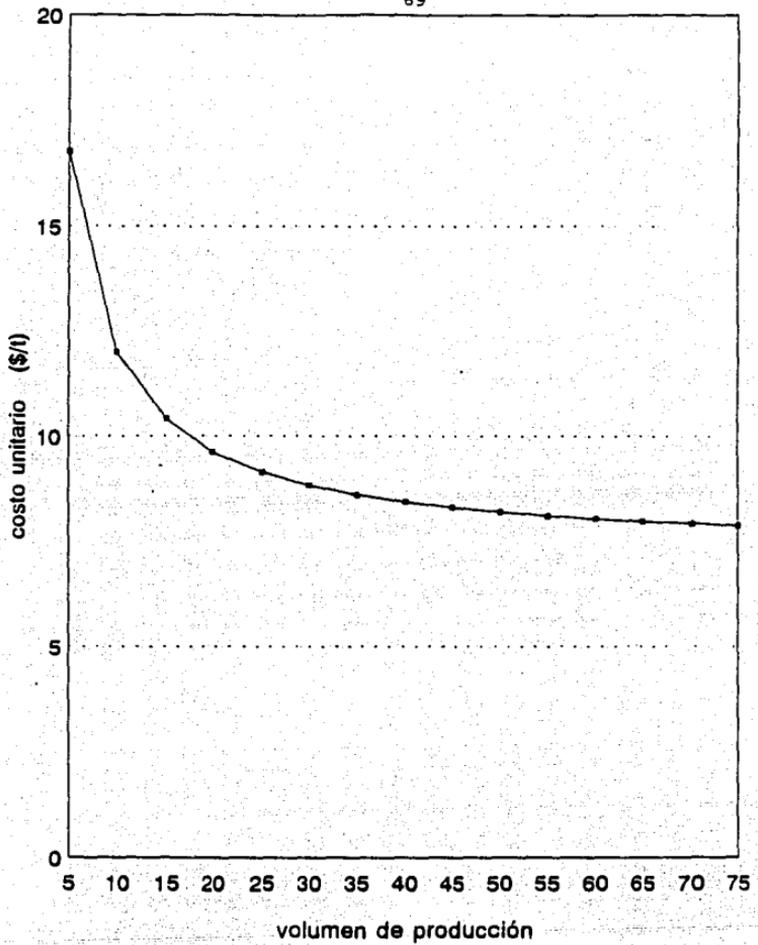


Figura 12 Costo unitario por tonelada cosechada en forma manual con carga mecánica

Ingresos por tonelada \$ 9.95/t

x (m t)	Yi (\$)
10	99500
15	149250
20	199000
25	248750
30	298500
35	298500
35.10659	349311
40	398000
45	447750
50	497500

Punto de Equilibrio

$$X_e = \frac{47546.80}{9.95 - 7.24} = 17525.77 \text{ t}$$

x (m t)	Yi (\$)	Yc - A (\$)	Yi - Yc A (\$)
10	99500	119947	- 20447
15	149250	156147	- 6897
17.52577	174381	174381	0
20	199000	192347	6653
25	248750	228547	20203
30	298500	264747	33753
35	348250	300947	47303
40	398000	337147	60853
45	447750	373347	74403
50	497500	409547	87953

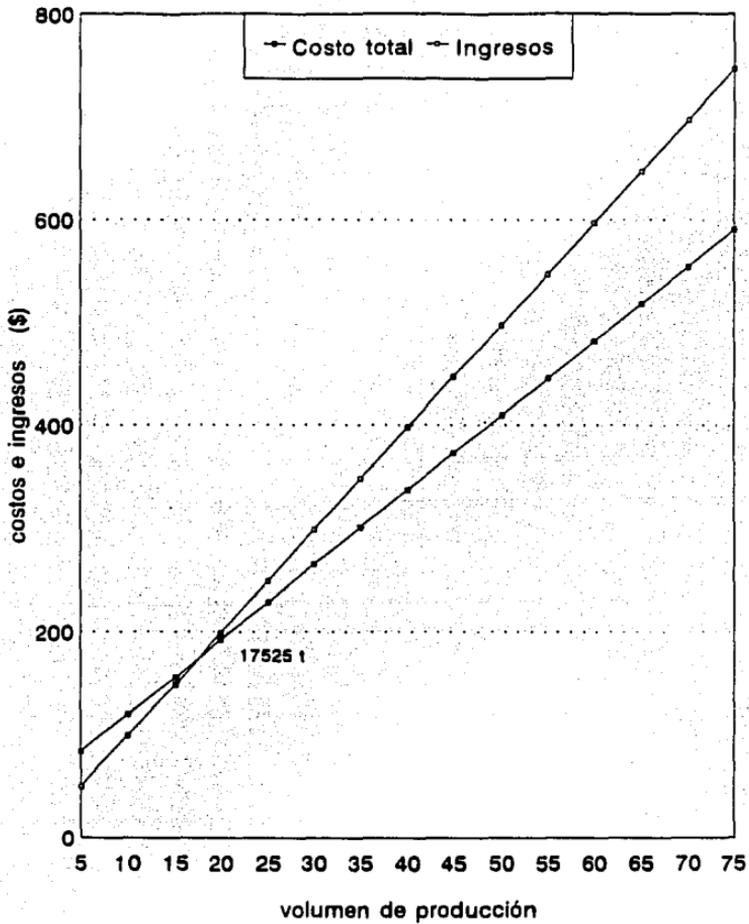


Figura 13 Punto de equilibrio del sistema de cosecha tradicional

Cuadro 13 Resultados de operación típica de una cosechadora integral

toneladas/máquina en zafra	27568.92
toneladas/máquina por día de trabajo	198.68
horas trabajadas por máquina/zafra	1847.31
toneladas/hora por máquina	14.95
horas por día de trabajo	13.29
días de trabajo	139

Cuadro 14 Estimación de costos de operación de una cosechadora integral

	\$/zafra	\$/h	\$/t
Costo Fijo			
Depreciación	60331.05	32.66	2.19
interés	73201.67	39.63	2.66
Almacén y seguro	20110.35	10.89	0.73
Costos Variables			
Reparación y mant.	23520.44	12.73	0.85
Combustible y lub.	37790.78	20.46	1.37
Mano de obra	34657.00	18.76	1.26
TOTAL	249611.29	135.12	9.05

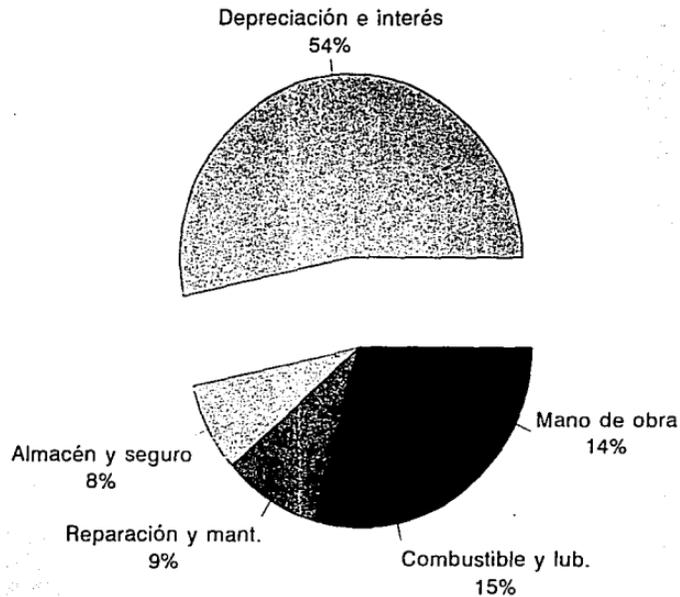


Figura 14 Composición relativa del costo de operación del equipo de cosecha integral

Costo total

$$Y_c B = 153643.07 + 3.48x$$

x (m t)	Yc B (\$)
10	188443
15	205843
20	223243
25	240643
27.56892	249611
30	258043
35	275453
40	292643
45	310243
50	327643

Costo unitario

$$Y_u B = \frac{153643.07}{x} + 3.48$$

x (m t)	Yu B (\$/t)
10	18.84
15	13.72
20	11.16
25	9.63
27.56892	9.05
30	8.60
35	7.87
40	7.32
45	6.89
50	6.55

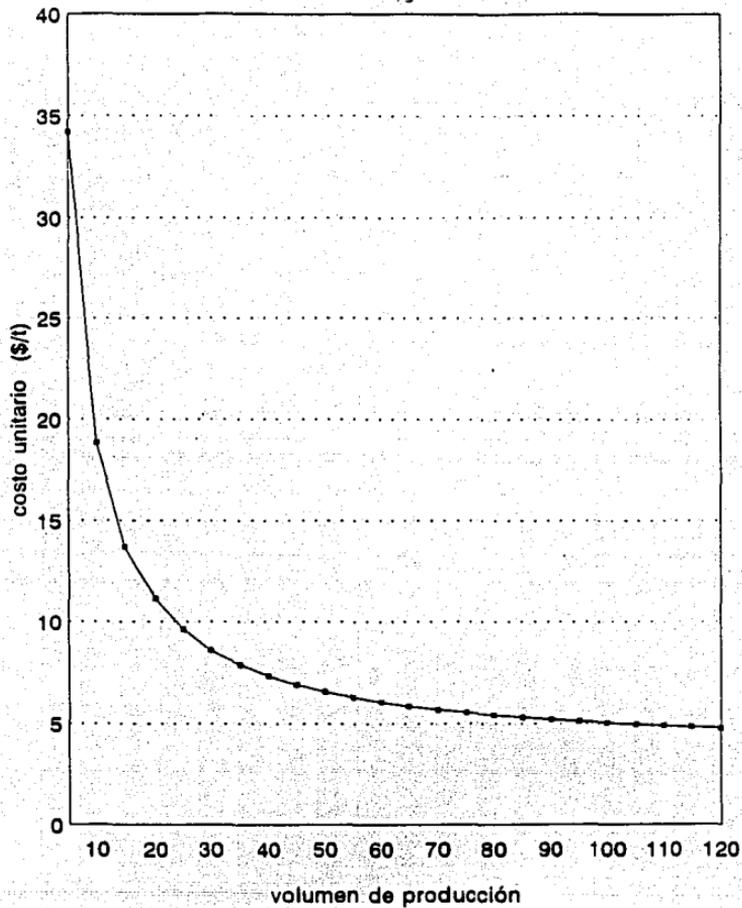


Figura 15 Costo unitario por tonelada cosechada en forma integral

Ingresos por tonelada \$ 9.95/t

x (m t)	Yi (\$)
10	99500
15	149250
20	199000
25	248750
27.56892	274311
30	298500
35	348250
40	398000
45	447750
50	497500

Punto de Equilibrio

$$X_e = \frac{153643.07}{9.95 - 3.48} = 23747 \text{ t}$$

x (m t)	Yi (\$)	Yc A (\$)	Yi - Yc A (\$)
10	99500	188443	- 88943
15	149250	205843	- 56593
20	199000	223243	- 24243
23.747	236283	236283	0
25	248750	240643	8107
30	298500	258043	40457
35	348250	275443	72807
40	398000	292843	105157
45	447750	310243	137507
50	497500	327643	169857

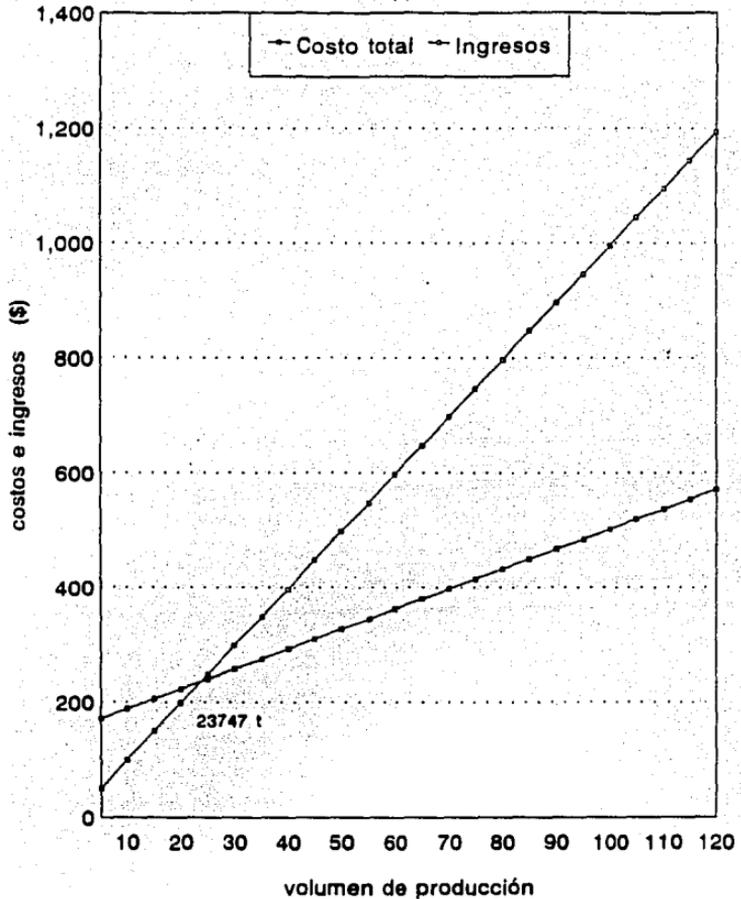


Figura 16 Punto de equilibrio del sistema de cosecha integral

Análisis entre Alternativas

$$X_i = 47546.80 - 153643.07 = 28217.09 \text{ t}$$

$$3.48 - 7.24$$

x (m t)	Yc A (\$)	Yc B (\$)
10	119947	188443
15	156147	205843
20	192347	223243
25	228547	240643
28.21709	251839	251839
30	264747	258839
35	300947	275443
40	337147	292843
45	373347	310243
50	409547	327643

Cuadro 15 Evaluación de las inversiones

	A L T E R N A T I V A S	
	A	B
inversión inicial	207446.80	670345.00
Costo anual de operación	301718.51	249611.29
Ingresos	349310.57	274310.75
Valor de salvamento	20744.68	67034.50
Vida útil	10	10
tasa de descuento CPP	16	16

CPP costo promedio porcentual

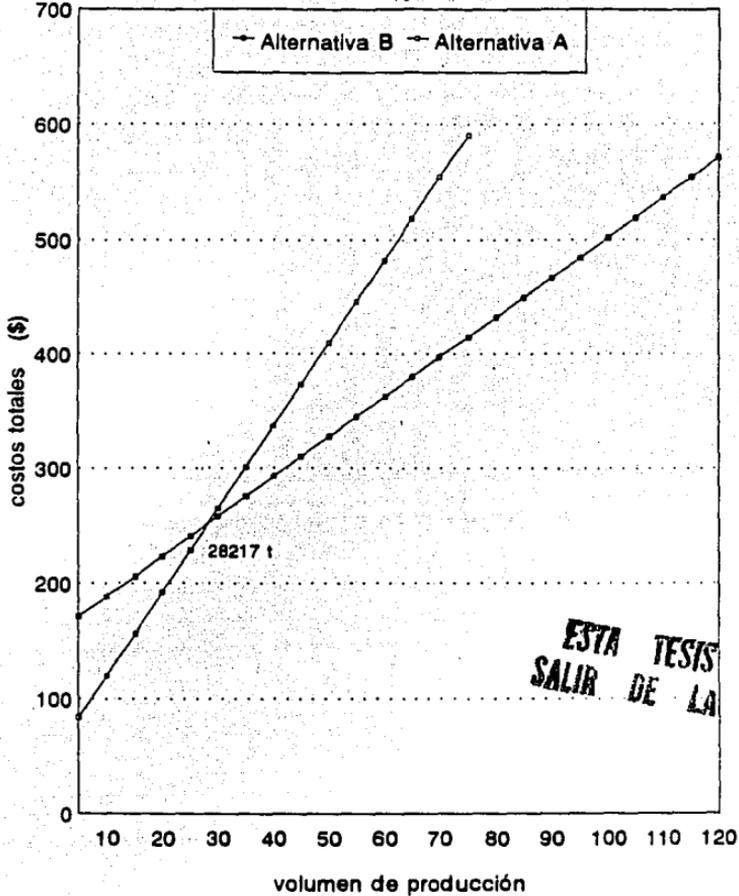


Figura 17 Punto de equilibrio entre alternativas

ESTA TESIS
NO DEBE
SALIR DE LA
BIBLIOTECA

Alternativa A

Corte manual con carga mecánica

método de la tasa interna de rendimiento

$$0 = -207446.80 + 47592.06(P/A-i^*-10) + 20744.68(P/F-i^*-10)$$

$$\text{TIR} = 19.36\%$$

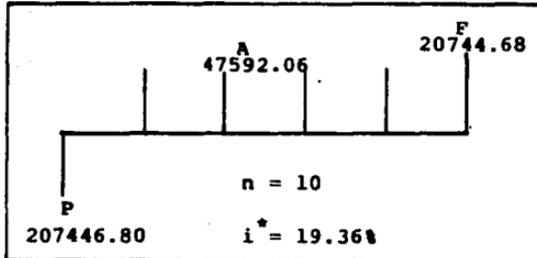


Figura 18 Diagrama de flujo de efectivo de la alternativa A

Alternativa B

Cosecha integral

método de la tasa interna de rendimiento

$$0 = -670345 + 24699.46(P/A-i^*-10) + 67034.50(P/F-i^*-10)$$

$$\text{TIR} = -10.30\%$$

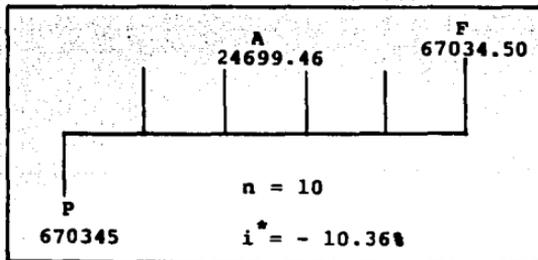


Figura 19 Diagrama de flujo de efectivo de la alternativa B

Análisis de sensibilidad

Cuadro 16 sensibilidad frente a diversas escalas de producción

Producción (t)	FNE (\$)	TIR (%)	decisión sobre el proyecto
Alternativa A			
20000	6653	- 11.42	rechazado
25000	20203	1.22	rechazado
30000	33753	10.85	rechazado
31000	36463	12.59	rechazado
32000	39173	14.30	rechazado
33000	41883	15.96	rechazado
34000	44593	17.59	aceptado
35000	47303	19.19	aceptado
40000	60853	26.98	aceptado
Alternativa B			
25000	8107	- 16.71	rechazado
30000	40457	- 5.35	rechazado
35000	72807	3.02	rechazado
40000	105157	10.05	rechazado
41000	111627	11.36	rechazado
42000	118097	12.65	rechazado
43000	124567	13.91	rechazado
44000	131037	15.15	rechazado
45000	137507	16.37	aceptado
46000	143977	17.57	aceptado
47000	150447	18.71	aceptado
48000	156917	19.93	aceptado
49000	163387	21.09	aceptado
50000	169857	22.23	aceptado

Cuadro 17 Sensibilidad frente a diversos períodos de tiempo

Tiempo (años)	FNE (\$)	TIR (%)	Decisión sobre el proyecto
Alternativa A			
6	47592.06	11.79	rechazado
7	47592.06	14.75	rechazado
8	47592.06	16.81	aceptado
9	47592.06	18.28	aceptado
10	47592.06	19.36	aceptado
Alternativa B			
> 20	24699.46	?	rechazado

Cuadro 18 Sensibilidad frente a diversos niveles de ingresos

Nivel de ingresos	Ingresos		Costos		FNE \$	TIR %
	\$/t	\$/zafra	\$/t	\$/zafra		
Alternativa A						
0.10	9.45	332267.5	8.59	301565.6	30701.97	9.95
0.12	9.62	338244.8	8.59	301565.6	36679.27	13.62
0.13	9.71	341409.3	8.59	301565.6	39843.72	15.50
0.14	9.79	344222.1	8.59	301565.6	42656.57	17.15
Alternativa B						
0.52	13.76	379348.3	9.05	249498.7	129849.61	14.92
0.54	13.94	384310.7	9.05	249498.7	134812.01	15.86
0.55	14.02	386516.2	9.05	249498.7	137017.53	16.28
0.56	14.12	389273.1	9.05	249498.7	139774.42	16.79

Resultados

Cuadro 19 Nivel típica de aprovechamiento

OPERACION	Uso anual (h)	Capacidad (t)	Producción (t)
Alzadora	1832	19.16	35106.59
Cosechadora integral	1847	14.95	27568.92

Cuadro 20 Flujo de efectivo

OPERACION	COSTOS		INGRESOS	
	\$/t	\$/zafra	\$/t	\$/zafra
Corte manual con carga mecánica	8.59	301718	9.95	349311
Cosechadora integral	9.05	249611	9.95	274311

Cuadro 21 Punto de equilibrio

OPERACION	Xe	Xi
Corte manual con carga mecánica	17544.94	28217.09
Cosechadora integral	23747.00	28217.09

Cuadro 22 Indices de rentabilidad

	A L T E R N A T I V A S	
	A	B
inversión inicial	207446.80	670345.00
Flujo de efectivo	47592.06	24699.46
TMAR	16	16
VPN	27278.93	- 509204.23
TIR	19.36	- 10.30

Cuadro 23 Análisis de sensibilidad

OPERACION	Producción (t)	Tiempo (años)	Ingresos (%)
Corte manual con carga mecánica	34000	8	14
Cosechadora integral	45000	> 20	55

Discusión de resultados

El costo de la mano de obra fue en muchos momentos muy bajo por lo que se vieron favorecidos aquellos sistemas con mayor participación de labor manual; sin embargo, actualmente se ha constituido un problema la contratación de cortadores en la cantidad requerida, que debido a su deterioro de su salario por el corte y su pesada labor se ha venido reduciendo; aún cuando el pago obtenido por él es mínimo este representa un gasto muy elevado en los costos de corte, pues el 58% del costo por tonelada cosechada en esta forma se compone del corte manual, contribuyendo de esta manera al encarecimiento de la operación.

La poca disponibilidad de cortadores y su baja productividad hacen que los equipos de carga mecánica tengan como elemento limitante en la productividad de la operación, la dependencia a el corte manual y por lo cual en la disminución de los costos de corte y alza.

Con el objeto de solucionar este problema se introduce a los campos el sistema de cosecha integral, que tiene la ventaja de realizar en una sola máquina ambas operaciones, solucionando el problema de cortadores y el abatimiento de los costos mediante la mayor productividad de los equipos.

Del análisis comparativo entre ambas alternativas resulta

ser la cosecha más cara, bajo las condiciones previstas la alternativa integral, en la que están pesando en gran medida los gastos de depreciación e interés, los cuales ocupan en conjunto el 53% del costo de operación. La elevada incidencia de ambos rubros es consecuencia del alto valor de adquisición de la maquinaria (debido a que son máquinas de origen exterior y su cotización se realiza en dorales) y por otra parte a su bajo rendimiento operativo que hacen que el sistema sea caro, por lo cual será fundamental efectuar una adecuada planeación para que el trabajo de las cosechadoras sea eficiente y económica.

El punto de equilibrio como punto de la rentabilidad de los equipos, consiste en definir el nivel de producción a fin de obtener los mayores beneficios; se halla para el caso del sistema manual con carga mecánica en las 17544.94 y 23747 toneladas las máquinas integrales, los cuales corresponden al 50 y 80% del nivel de producción estimada de trabajo para cada uno de ellos, es decir que bajo las condiciones previstas se obtiene 50% de beneficios con el nivel de producción actual para el sistema tradicional y 20% el equipo integral.

El problema ahora consiste en seleccionar entre ambas alternativas, estableciendo el límite decisorio entre ambas, el cual se encuentra en la 28217.09 toneladas anuales, representando el 80.34% de la capacidad de trabajo

actual para la alternativa A y un incremento de 2.35% del nivel de trabajo establecido para la alternativa B, este límite muestra el punto de selección entre los sistemas, ya que por abajo de este, el sistema tradicional constituye la mejor opción, ya que sus costos son menores a la otra máquina.

El análisis de rentabilidad de las inversiones en los equipos mecánicos, se determina que bajo las condiciones planeadas, resulta la alternativa A la más ventajosa ya que sus índices de rentabilidad VPN es positivo y supera a la otra alternativa $VPN A > VPN B$ y su $TIR A$ supera las expectativas propuestas, garantizando de esta forma su permanencia como actividad económica sobre su contrincante. El análisis de sensibilidad frente a diversas escalas de producción nos muestra para la alternativa A un nivel de producción inferior al estimado, por lo que se considera óptima el nivel de producción actual. Sin embargo para el sistema integral y a fin de que el trabajo de los equipos sean económicas será fundamental planearse como objetivo mínimo una capacidad de cosecha de 400 kg/min, este objetivo significa 24.36 t/h efectiva de trabajo, es decir, que está situación implicaría una cosecha anual de por lo menos 45,000 toneladas, valor muy por encima de los mejores desempeños logrados por algún frente de corte. Del mismo análisis pero con variaciones en el nivel de

ingresos, se determina que el nivel de ingresos como porcentaje sobre costos resulta para la alternativa A un 14%, mientras que la alternativa integral un 55%, resultando ser mucho más cara esta última.

El análisis pero con variaciones en el período de tiempo a fin de obtener la rentabilidad deseada se obtiene como límite mínimo un período de tiempo de 8 años de operación para los equipos de carga y para la alternativa integral el límite supera por mucho el nivel de vida útil estimada.

De estos tres análisis observamos que la alternativa A supera y satisface la rentabilidad establecida. Sin embargo, la cosecha integral a fin de conseguir las exigencias planteadas bajo las mismas condiciones, se requeriría que las toneladas cosechada alcanzaran las 42,00 toneladas ó el nivel de ingresos se elevara a 55% .

Ninguna de estas variables por si sola es factible. Sin embargo para determinar con mayor precisión el nivel hasta el cual puede llegar a cada una de estas variables se deberá proceder a realizar el análisis iterativo de cada una de ellas, así como un análisis minucioso.

Conclusiones

1. Se puede advertir que la mecanización de la cosecha nace de la necesidad de suplir la deficiencia de mano de obra, incrementar los niveles de productividad y reducir los costos de corte y alce.

2. La cosecha integral representa teóricamente la más barata manera de realizar la operación de recolección de caña en el campo. Sin embargo los resultados anteriores muestran que debido a sus bajos rendimientos de operación resulta ser la alternativa más cara, por lo que es indispensable entre otras medidas incrementar la productividad del equipo agrícola que exista en todas las zonas de abastecimiento de los ingenios.

3. Entre los sistemas que se analizan y que constituyen las alternativas más adecuadas para la cual se deben seleccionar, se concluye que bajo las condiciones previstas la alternativa de menor inversión resulta ser económicamente más rentable.

4. Resulta imperativo para obtener una mayor rentabilidad en la producción de caña que puedan asegurar un volumen de caña superior a las 34,000 toneladas para la alternativa A y 45,000 toneladas para el sistema integral, para que la capacidad de trabajo de las máquina sea aprovechada en plenitud.

5. Una de las limitantes por la que esta tecnología no se ha generalizado además de las ya mencionadas es el nivel de producción alcanzado por lo equipos para satisfacer las necesidades de operación estimadas para la redituabilidad de los equipos, ya que es esencial para el desarrollo e incremento de la mecanización integral se recuperen las inversiones que se hagan en la maquinaria a efecto de generar confianza y resultados positivos.

Comentarios

Se ha señalado que la fijación de los costos anteriores es teórica ya que al finalizar el año deben ajustarse ya que se conocerán con mayor exactitud las variables como:

- número de horas de trabajo
- productividad de cada equipo
- gastos de combustible, lubricantes y de más insumos para la producción
- entre otros.

Al buscar un método para estimar los costos de operación de la maquinaria se debe tener en cuenta la naturaleza de los distintos factores de costo, ya que algunos varían con el tiempo y con el uso anual. Para considerar los cambios a través del tiempo un método adecuado es el flujo de caja y expresar los costos a valor presente.

La evaluación de costos a través del análisis minucioso podrá dar cuenta de las ventajas de la mecanización, aspectos fundamentales para la elección de maquinaria.

Sin una periódica evaluación de los costos de la maquinaria no habrá forma de conocer el curso del programa de mecanización, implicando determinar directrices técnico-económico que permitan un aprovechamiento de este recurso sobre su persistencia, probable mejoramiento o eliminación como actividad económica.

Bibliografía

1. Azúcar S.A. de C.V., Estadísticas azucareras.
varios años (1978 - 1990).
2. Baca Urbina G., 1992; Evaluación de proyectos.
Ed. McGraw-Hill/Interamericana, México.
3. Blank T., Tarquín J., 1992; Ingeniería económica.
Ed. McGraw-Hill/Interamericana, México.
4. Baxter S. W., The mechanical harvesting of green cane.
Sugar y Azúcar 1980, vol 75 no. 6 pp 29 - 31.
5. Claas, Manual del operador.
6. Coss Raúl, 1985; Análisis y evaluación de proyectos
de inversión. Ed. Limusa, México.
7. De Garmo E., 1985; Ingeniería económica.
Ed. CECSA, México.
8. del Roble O., 1993; Los retos de la soberanía
alimentaria en México. tomo I Instituto de
investigaciones económicas UNAM.
9. FIMAIA, 1992; Censo de maquinaria y equipo mecánico
utilizado en el cultivo de caña de azúcar, México.
10. FIRA, 1984; Sistemas de pagos variables a valor
presente. Boletín informativo núm. 162 vol. XVII.
11. FIRA, 1993; Evaluación económica de proyectos de
inversión. Boletín informativo núm. 253 vol XXVI.
12. Foss L. Alfonso, 1973; Algunos aspectos del corte y
alce mecanizado en México. Asoc. de técnicos

azucareros de México A.C. Memoria del II convención Nacional CNIA - IMPA, México.

13. Frank L., 1977; Costos y administración de maquinaria agrícola. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires.
14. García Cháves L., 1992; La agroindustria cañera de México frente a la apertura comercial. Reporte de investigación 12 CIESTAAM UACH, México.
15. García Espinoza A., 1984; Manual de campo de caña de azúcar. publicación técnica no. 24 IMPA, México.
16. García Espinoza A., 1981; Mecanización integral del campo cañero y la recuperabilidad de las inversiones de maquinaria. "Premio anual de la caña de azúcar" CNIA-IMPA, México.
17. GEPLACEA, et al., 1992; Manual de mecanización del campo cañero México.
18. Gittinger, J. Price, 1983; Análisis económico de proyectos agrícolas. Ed. Tecnos Madrid.
19. Gonzalez T., 1988; Economic evaluation of sugarcane harvesting systems. Avance Agroindustrial, año 9, no. 33, pp 10 - 13. Estación experimental agroindustrial "Obispo Colombres", Argentina.
20. Hudson J.C., 1976; A system for whole stick cane harvesting. International society of sugar cane technologists, proceedings XVI congress 1977, vol II, pp 9 - 28.

21. Hunt Donrell, 1984; Maquinaria agrícola.
Ed. Limusa, México.
22. Humbert R.P., 1972; El cultivo de caña de azúcar.
Ed. CECSA, México.
23. ILPES, 1991; Guía para la presentación de proyectos.
Ed. Siglo Veintiuno, México.
24. IMPA-CNIA, 1975; Segundo informe técnico del IMPA.
publicación técnica no 7, México.
25. IMPA-CNIA, 1975; veinticinco años de la investigación
cañera en México. publicación técnica no. 8, México.
26. IMPA-CNIA, 1977; Tercer informe técnico del IMPA.
publicación técnica no. 12, México.
27. Kay Ronald D. ,1989; Administración agrícola y
ganadera. ED. Limusa, México.
28. Kelety Alcaide A., 1993; Análisis y evaluación de
inversiones. Ed. Gestión 2000 S.A., Barcelona.
29. Lewinski J., et al., 1993; Investigaciones de la
mecanización cañera en México. Asoc. Mexicana de
Ingenieros Agrícolas, Memoria del III Congreso
Nacional, México.
30. Lugo Castillo L., 1984; Consideraciones necesarias
para la mecanización del cultivo de caña de azúcar en
el área de influencia del ingenio Los Mochis Sin.
Tesis de licenciatura UNAM, México.

31. Nava Valdez M., 1983; Administración de maquinaria agrícola. dirección general de distritos y unidades de riego SARH, México.
32. Ortega A., 1983; información técnica en operación agrícola en la cosecha de caña de azúcar y organización de la zafra en los ingenios, IMPA, México.
33. Ortiz Cañavate, 1989; Técnica de la mecanización agraria. Ed. Mundi Prensa, Madrid.
34. Sanchez García J. A., 1980, Evaluación de cosechadoras integrales de caña y el corte manual con alza mecánica en la zona de influencia del ingenio Los Mochis Sin. Tesis de licenciatura UACH, México.
35. Scandaliaris J., 1993; El futuro de la cosecha en Tucumán.
Avance Agroindustrial, año 13, no. 52, pp 29 -31
Estación experimental agroindustrial "Obispo Colombres" Argentina.
36. S/A Manual azucarero mexicano 1993.
Cia. Ed. del manual azucarero, México.
37. Tsujimoto T., 1990; Farm mechanization planning texbook vol 2. Ysukuba International Agricultural Training Centre, FMC&FMDC, Japan.

A N E X O

- A- 1 Maquinaria y equipo utilizado en el cultivo de caña de azúcar
- A- 2 Diseño de una alzadora convencional
- A- 3 Esquema de funcionamiento de una cosechadora integral
- A- 4 Máquina integral operando comercialmente en los campos del área de influencia del ingenio Aarón Sáenz - tamps.

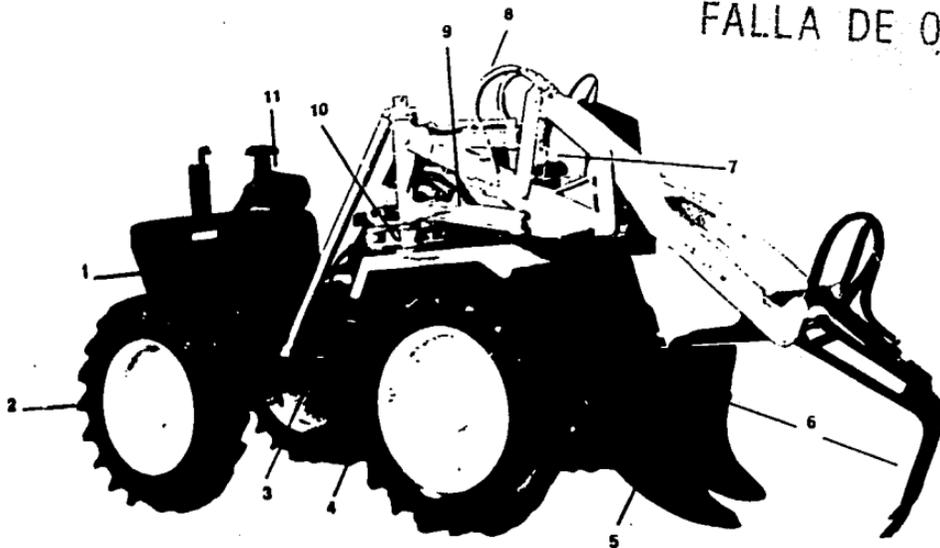
MAQUINARIA Y EQUIPO MECANICO UTILIZADO EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR ZAFRA 1991-1992

I N G E N I O S

		LA PRIMAVERA	LOS MOCHIS	TAMAZULA	AARON SAENZ G.	SAN CRISTOBAL
DATOS GENERALES						
superficie	ha	7076	6410	12656	14571	32696
producción	t	569200	412000	1150000	880907	2167417
rendimiento	t / ha	77	64	115	60	66
PROGRAMA DE ZAFRA						
días de zafra		114	100	207	166	146
caña a moler	t	569200	412000	1025000	820000	21677447
corte manual	%	30	40	55	65	90
corte mecánico	%	0	0	0	0	0
alce manual	%	0	0	2	5	0
alce mecánico	%	30	40	98	60	90
combinada	%	70	60	45	35	10
acarreo camión	%	44	20	100	97	23
acarreo carreta	%	56	80	0	3	77
CAPACIDAD DE TRABAJO						
tractores agric.	ha / año	500	750	300	200	170
alzadoras	t / día	150	125	150	190	120
combinadas	t / día	150	200	250	100	100
camión	t / día	30	24	28	32	25
carreta	t / día	15	18	0	8	17
MAQUINARIA Y EQUIPO						
tractores agric.		40	38	36	37	773
cortadoras mec. (a)		0	0	0	0	4
alzadoras		10	17	34	11	203
combinadas		25	14	21	18	141
camión		56	70	140	83	141
carretas		286	255	0	6	2670

FUENTE: Fideicomiso de maquinaria de la Industria Azucarera, FIMAIA 1992.

FALLA DE ORIGEN



- Cargadora apiladora Thomson Integral. 1- motor; 2,4- llantas; 3- chasis; 5- trineo;
6- garra; 7- pluma; 8,9- elementos hidráulicos; 10- mecanismo de giro.

