

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRIA EN ECONOMIA AGRICOLA



**"RENTABILIDAD DE LA INVESTIGACION AGRICOLA
EN LA PRODUCCION DE CAÑA DE AZUCAR
BAJO LAS CONDICIONES DE CULTIVO
EN GUATEMALA"**

(CASO CENGICAÑA, PERIODO 1992-2007)

Informe final de tesis para la obtención del grado de Maestro en Economía Agrícola, con base en el Normativo para la elaboración de la tesis de grado y examen general de graduación de la Escuela de Estudios de Post-grado del 4 de febrero de 1993.

Profesor Consejero:
ic. M. Sc. Antonio Muñoz

Postulante: Roger Valenzuela
Carnet: 1003739

GUATEMALA, JUNIO DE 1999

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano: Lic. Miguel Angel Lira Trujillo
Secretario: Lic. Eduardo Antonio Velásquez Carrera
Vocal Primero: Lic. Rolando de Jesús Oliva Alonzo
Vocal Segundo: Lic. Andrés Castillo Nowell
Vocal Tercero: Lic. Gustavo Adolfo Vega
Vocal Cuarto: P. C. Julissa Marisol Pinelo Machorro
Vocal Quinto: P. C. Miguel Angel Tzoc Morales

FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ACTA No. 001-99

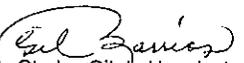
En el salón No. 1 del Edificio S-11 de La Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, Ciudad Universitaria, zona 12; nos reunimos los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el día Miércoles veintiocho de abril del año en curso, a las 18:00 horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS**, del Profesional Roger Anibal Valenzuela Bonilla, estudiante de la Maestría en Economía Agrícola, Carnet No. **1003739** Procedimos a efectuar el referido examen de conformidad con los Artículos 10, 12, 13 y 14 del **NORMATIVO PARA ELABORACION DE LA TESIS DE GRADO Y EXAMEN GENERAL DE GRADUACION DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**; aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas en el Numeral 6 del punto **SEXTO** del Acta 4-93 de la sesión celebrada el 4 de febrero de 1,993.

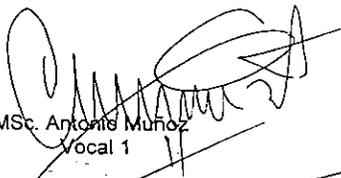
El **Examen General de Tesis** fue oral y consistió en la evaluación de los elementos técnico-formales y de contenido científico del informe general de tesis elaborado por el postulante. El examen se APROBO por unanimidad X o mayoría de los votos del Jurado Examinador.

En fe de lo cual firmamos la presente acta, en la ciudad de Guatemala, a los veintiocho días del mes de abril de mil novecientos noventa y nueve.

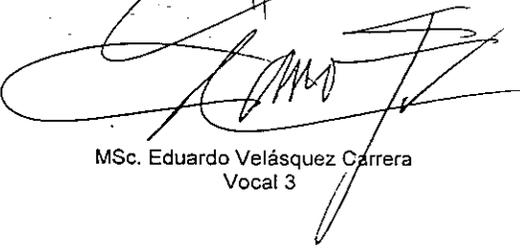

Dr. Juan Francisco Ramírez Alvarado
Director




Dra. Gladys Gil de Hernández
Coordinadora Maestría en Formulación
Y Evaluación de Proyectos.


MSc. Antonio Muñoz
Vocal 1


MSc. Rolando Eliseo Ortiz
Vocal 2


MSc. Eduardo Velásquez Carrera
Vocal 3


Ing. Agr. Roger Anibal Valenzuela Bonilla
Estudiante.



FACULTAD DE
CIENCIAS ECONOMICAS
ESCUELA DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO
Edificio S-8
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El infrascrito Secretario de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, HACE CONSTAR: Que según Acta No. 001-99 suscrita por el Jurado Examinador que practicó el Examen General de Tesis del Ingeniero Agrónomo Roger Anibal Valenzuela Bonilla, carnet No. 1003739, el mismo fue Aprobado por unanimidad, por lo que hechas las correcciones correspondientes, se autoriza la impresión de la Tesis, previo a realizar el Acto de Juramentación donde se le otorgará el Grado Académico de Maestro en Economía Agrícola.

"DID Y ENSEÑAD A TODOS"

MSc. Eduardo Antonio Velásquez Carrera
Secretario Académico

Vo.Bo. Lic. Miguel Angel Lira Trujillo,
Decano



DEDICATORIA

- A DIOS:** Fuente inagotable de amor, sabiduría y esperanza; a quien agradezco darme la iluminación y perseverancia para concluir este estudio.
- A MI ESPOSA:** ANA MARÍA GUARDIA DE VALENZUELA
Por su comprensión, motivación y apoyo; por compartir los sacrificios y esfuerzos necesarios para lograr este triunfo.
- A MIS HIJOS:** ASTRID ANALY, ROCÍO ANEL, ANDREA LUCÍA, LAURA MARÍA Y DIEGO ANÍBAL.
Pedacitos de mi alma que me inspiran a continuar en mi superación profesional.
- A LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POST-GRADO:** Por apoyar la Misión Universitaria de difundir el conocimiento, pilar fundamental del desarrollo de una Nación.
Especialmente a:
Mis catedráticos: M. Sc. Eduardo Velásquez; M. Sc. Rolando Eliseo Ortiz, por su sabia orientación académica y profesional.
Mi profesor consejero: M. Sc. Antonio Muñoz por su apoyo en el desarrollo del trabajo de investigación.
Autoridades académicas: Dra. Gladys Gil de Hernández, y Dr. Juan Francisco Ramírez Alvarado por la revisión del trabajo final.
- A CENGICAÑA:** Para que este estudio permita fundamentar la importancia de invertir en Ciencia y Tecnología, como herramienta estratégica para incrementar la productividad.
Especialmente a todos los profesionales sin cuyo aporte científico no hubiese sido posible finalizar este trabajo.
- A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO:** Con quienes hemos compartido la visión de continuar con la excelencia académica que forje los recursos humanos necesarios para consolidar el proyecto de Nación que requiere Guatemala.



CONTENIDO

	Página
Resumen	i
Introducción	1
Objetivos	8
I. Hipótesis	8
✓. Marco teórico	9
∫. Antecedentes	21
∫I. Metodología Empleada	32
∫II. Resultados	60
∫III. Discusión de Resultados	67
K. Conclusiones	79
∫. Recomendaciones	82
∫I. Bibliografía	87
∫II. Anexos	93
1. Costos de funcionamiento	
2. Costos de inversión	
3. Costos financieros	
4. Formato de captura de información	
5. Hoja de cálculo de los beneficios económicos	
6. Análisis EVALTEC desarrollo de variedades	
7. Análisis EVALTEC uso de madurantes	
8. Análisis EVALTEC plagas y enfermedades	
9. Análisis EVALTEC uso óptimo de fertilizantes	
10. Análisis EVALTEC uso óptimo de agua	
11. Análisis EVALTEC pérdidas post-cosecha	
12. Análisis EVALTEC global CENGICAÑA	
13. Explicación de Siglas	

INDICE DE CUADROS

	Página
1	Valores financieros con mínima y máxima tasa de descuento ii
2	Resultados Financieros de los proyectos de Investigación CENGICAÑA iii
3	Síntesis de las Ventajas y Desventajas de los enfoques metodológicos más utilizados para medir el impacto económico de la investigación agrícola. 17
4	Gastos en Investigación y Extensión Agrícolas 28
5	Priorización líneas de investigación de CENGICAÑA 35
6	Porcentaje de asignación de costos por proyectos de investigación 37
7	Costos de Investigación 38
8	Rendimiento en libras de Azúcar por tonelada de caña por mes de zafra 41
9	Tiempo de entrega y su impacto en el rendimiento 49
10	Estructura del precio del azúcar 52
11	Beneficios de la investigación 53
12	Costos de la investigación 54
13	Asignación presupuestaria y su relación con las prioridades de los proyectos de investigación 60
14	Priorización de proyectos de investigación según criterios financieros 65
15	Análisis global rentabilidad de proyectos modificando tasas de descuento 68
16	Opciones pesimista VAN / TIR 78

INDICE DE FIGURAS

	Página
1	Análisis Financiero Global de CENGICAÑA ii
2	Zona cañera guatemalteca 3
3	Situación mundial de la productividad de caña de azúcar 24
4	Impacto económico de la investigación en CENICAÑA, Cali, Colombia 27
5	Efecto de la recuperación de azúcar en abril y mayo 41
6	Composición varietal, 1996 42
7	Principales plagas que afectan a la caña de azúcar en Guatemala 44
8	Principales enfermedades que afectan a la caña de azúcar en Guatemala 45
9	Impacto económico del uso óptimo del agua 47
10	Uso adecuado de fertilizantes por ambiente 48
11	Recomendaciones para el uso de madurantes 50
12	Curva típica de la demanda 57
13	Curva típica de la oferta 57
14	Excedente del productor y consumidor 58
15	Modelo básico de excedentes económicos 60
16	Análisis financiero proyecto desarrollo y manejo varietal 61
17	Análisis financiero proyecto plagas y enfermedades 62
18	Análisis financiero proyecto Uso óptimo del agua 62
19	Análisis financiero proyecto uso óptimo de fertilizantes y suelo 63
20	Análisis financiero proyecto uso de madurantes 63
21	Análisis financiero proyecto pérdidas post-cosecha 64
22	Análisis financiero global proyectos CENGICAÑA 64
23	Distribución de excedentes 66
24	Análisis global modificando tasas de descuento 67

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado con la finalidad de establecer la rentabilidad de las inversiones destinadas a CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar) para la adaptación, generación y transferencia de tecnologías que permitan el desarrollo rentable y sostenible de la producción de caña de azúcar en Guatemala.

Se utilizó el método de imputación contable del excedente económico que incluye la técnica del flujo de caja descontado, estableciéndose el Valor Actual Neto (VAN), el Beneficio-Costo (B/C) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) para cada uno de los seis proyectos integradores de las tecnologías generadas por CENGICAÑA, y con el fin de tener un valor agregado se cuantificaron estas mismas variables financieras a nivel global de CENGICAÑA.

El período de análisis se estableció de 1992 a 2007 (16 años) y este período fue determinado tomando de referencia un trabajo similar realizado en CALI, COLOMBIA en donde se utilizó un período de análisis de 1977-1992 (16 años) para determinar el beneficio neto del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA).

Es importante resaltar que los impactos económicos de la investigación agrícola no se dan a corto plazo, por ello los períodos de análisis incluso tienen mayor duración, tal es el caso del análisis del desarrollo de variedades de caña de azúcar realizado por Basilio Rojas en México (1990) que utilizó un período de 28 años (1962-1989); y Douglas Pachico en Colombia (1993) que utilizó un período de 34 años (1944-2028) para medir el impacto de 18 megaproyectos en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

A nivel general se estableció que las inversiones destinadas a CENGICAÑA tienen un B/C de 5.55, una TIR de 59.54% y un VAN de 316 millones de quetzales utilizando una tasa de descuento del 10%, es decir que CENGICAÑA genera una utilidad anual de 19.8 millones de quetzales.

La tasa de descuento es el factor fundamental que define el valor de las variables financieras analizadas, por ello se efectuó un análisis comparativo utilizando tasas de descuento desde el 5% hasta el 55%, obteniéndose los siguientes valores extremos:

Cuadro 1

Valores financieros con mínima y máxima tasa de descuento

TASA DE DESCUENTO (%)	TIR (%)	RELACION B/C	VAN (millones Q.)	UTILIDAD PROMEDIO ANUAL (millones Q.)
5	59.54	6.79	615	38
55	59.54	1.12	2	0.13

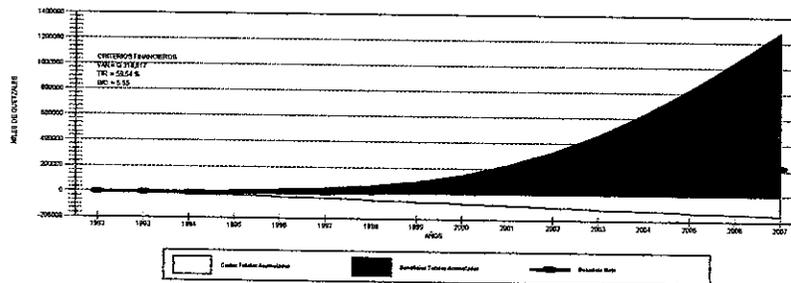
Fuente: Elaboración propia, con modificación de tasas de descuento en el flujo de Fondos global.

Como podrá observarse, al no existir una modificación en el flujo de fondos, la TIR se mantiene en 59.54%.

Al realizar un análisis de sensibilidad de la TIR, y observando la posición más pesimista que consiste en incrementar el 25% de los costos y disminuir el 25% de los beneficios se obtiene una TIR de 41%; y en la posición más optimista que consiste en disminuir el 25% de los costos y aumentar el 25% de los beneficios, se obtiene una TIR del 90%.

En la siguiente gráfica se presentan los costos totales acumulados, los beneficios totales acumulados y la curva de beneficio neto para el conjunto de proyectos que ejecuta CENGICAÑA.

Figura 1
ANÁLISIS FINANCIERO
PROYECTO: GLOBAL CENGICAÑA



Fuente: Elaboración propia, con base a resultados EVALTEC

Los resultados financieros obtenidos para cada uno de los proyectos, ordenados en forma decreciente por el VAN (datos expresados en millones de quetzales, descontados al 10%), se pueden observar en el siguiente cuadro:

Cuadro 2
Resultados Financieros de los proyectos de Investigación
CENGICAÑA

PROYECTO	VAN	B/C	TIR
Desarrollo y Manejo Varietal	183	9.23	50.93
Establecer recomendaciones apropiadas para el uso de madurantes	49	5.69	>200
Reducción de plagas y enfermedades a niveles que minimicen el daño económico	41	4.67	67.45
Determinar el uso adecuado de fertilizantes por ambiente y determinar el manejo eficiente del suelo	39	3.68	37.86
Determinar niveles económicos adecuados para el uso del riego	4	1.46	16.59
Reducir las pérdidas post-cosecha	0.6	1.3	15.25

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos de EVALTEC en cada uno de los Flujos de fondos de los proyectos de investigación ejecutados por CENGICAÑA.

Lo anterior significa que el 70.85% del VAN total es proporcionado por el Programa de Variedades, a través de los proyectos de desarrollo varietal y el de reducción de plagas/enfermedades. El 29.85% del VAN total es proporcionado por el Programa de Agronomía a través de los proyectos de Uso de Madurantes, Uso Óptimo de Fertilizantes/Suelo y Uso Óptimo del Agua. El proyecto de Pérdidas Post-Cosecha aporta el 0.20% del VAN total.

Como podrá apreciarse, todas las tecnologías que están siendo generadas por CENGICAÑA y sus respectivas proyecciones, indican su impacto en el incremento de la productividad del cultivo de la caña de azúcar bajo las condiciones de la zona cañera guatemalteca, ubicada principalmente en los departamentos de Escuintla y Suchitepéquez

Los datos anteriores nos permiten concluir que las inversiones destinadas a CENGICAÑA son altamente rentables, tanto a nivel global de CENGICAÑA, como a nivel individual de cada uno de los proyectos analizados.

Es conveniente enfatizar que en el presente estudio no se cuantificaron los beneficios directos e indirectos de los procesos de Capacitación y Transferencia de Tecnología, pero los costos de dichas actividades sí fueron incluidos dentro de los costos de los seis proyectos de investigación analizados.

Esto obedece a que el proceso de capacitación y transferencia, son realmente dos herramientas que se constituyen en facilitadores y catalizadores del proceso de adopción de las tecnologías. Básicamente entre los beneficios económicos generales de cada proyecto de investigación, se incluye el papel de apoyo del área de capacitación y transferencia.

INTRODUCCION:

Guatemala tiene una extensión de 108,889 kilómetros cuadrados, en donde existe una valiosa diversidad de recursos físicos, climáticos y humanos.

El sector agrícola juega un rol determinante en el desarrollo del país, ya que el funcionamiento de la economía guatemalteca se basa fundamentalmente en la producción agropecuaria, la cuál representa aproximadamente el 24% del producto interno bruto.

Las exportaciones de los productos agrícolas constituyen la principal fuente de divisas, y además la mayoría de la población económicamente activa se ocupa en la agricultura.

La Industria Azucarera Guatemalteca tiene una participación importante en la economía del país, la cuál se puede apreciar por las siguientes variables generales:

a) Por su participación en la producción agrícola:

En la década 1980-1990, la producción de azúcar, como porcentaje del total del sector agropecuario ha oscilado entre el 10-15%. Su participación tiende a incrementarse como consecuencia de un incremento de la producción, y para la zafra 1996-1997, representó el 19.4% del valor de la producción agrícola; 1.90% del PIB por exportaciones totales y aproximadamente 3% del PIB.

b) Por sus exportaciones y generación de divisas:

De acuerdo a informaciones proporcionadas por la Asociación de Azucareros de Guatemala, y el Banco de Guatemala, para el año 1981-1982, la participación del azúcar dentro del total de exportaciones era del 4% (47.2 millones de dolares, entre 1,170.4 millones de dólares), y para el año 1990-1991, dicha participación se había incrementado al 11% (139.1 millones de dólares entre un total de 1,253.7 millones de dólares).

A partir de 1991, se ha venido observando un incremento en los ingresos de divisas por exportación de azúcar, observándose en 1996 un ingreso de 296 millones de dólares y en 1997, un ingreso de 318 millones de dólares, que en términos porcentuales han mantenido un 11-12%.

c) Por su contribución al fisco:

La exportación de azúcar ha generado ingresos fiscales, variando su contribución según las medidas vigentes de política fiscal. Sin embargo los impuestos a la exportación no son considerados un instrumento adecuado de recaudación por los efectos negativos para los productores que desean exportar.

Se estima que la agroindustria azucarera ha contribuido al fisco, en promedio con un 8.1% de los ingresos totales del Gobierno Central, incluyendo el impuesto sobre la renta y el impuesto sobre inmuebles (Spross, Verónica. 1992. La Industria del Azúcar en Guatemala).

Además de los impuestos correspondientes al gobierno central, existen los arbitrios, que consisten en contribuciones a los municipios por la actividad económica desarrollada en su región geográfica. Para 1992, los cañeros se encontraban afectos al pago de un arbitrio de Q 0.10 por cada tonelada de caña extraída y por cada quintal de azúcar extraído. Dicho arbitrio se revisa constantemente, y es definido por el Congreso de la República.

d) Por su Generación de Empleo:

La actividad cañera se distribuye en las actividades normales del cultivo y las estacionales. Las normales del cultivo generan empleos en el transcurso de todo el año, para renovación de plantaciones, limpieza, riego, fertilización, control de plagas y enfermedades etc.

De acuerdo a información proporcionada por ASAZGUA, la producción de azúcar genera alrededor de 45 mil empleos directos, de los cuáles dependen 225 mil guatemaltecos, y sus ingresos son superiores al ingreso promedio de las actividades agrícolas.

De los 45 mil empleos directos, 18 mil corresponden a cortadores de caña.

La actividad cañera en Guatemala como generadora de empleo constituye el 8.4% del total del sector agrícola. Esta cifra coloca a Guatemala como el país de Centro América con la actividad cañera de mayor impacto en la generación de empleos, ya que en Guatemala se produce el 50% del total de la producción de azúcar que se produce en Centro América.

Una estructura productiva de tipo agroexportador es altamente vulnerable, inestable, y dependiente de las condiciones que presentan los mercados externos debido a ciertos factores, como: cuotas de exportación y fijación de los precios, y los términos de intercambio y la balanza de pagos.

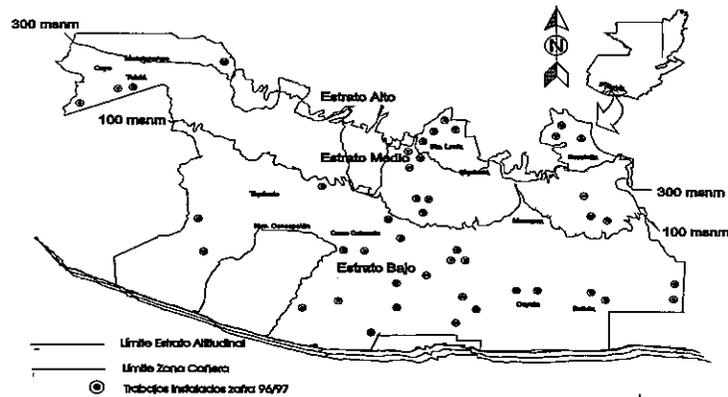
Según las memorias del V Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos de Guatemala, en lo referente a la capacidad productiva de los suelos de Guatemala, a nivel nacional existe un total de 30,770 kilómetros cuadrados de tierras para uso agrícola, de las cuáles únicamente 5000 kilómetros cuadrados presentan pocas limitaciones, ubicándose en las mejores clases

agrológicas: I y II (1500 y 3500 kilómetros cuadrados respectivamente).¹

La mayor parte de la zona cañera guatemalteca se encuentra localizada entre las coordenadas geográficas 14° 00' a 14° 40' latitud norte y 90°30' a 91° 45' longitud oeste cultivándose caña de azúcar principalmente en la costa del pacífico, en los departamentos de Santa Rosa, Escuintla, Suchitepéquez y Retalhuleu, siendo Escuintla el departamento en donde se produce el 90% del azúcar nacional. (ver figura 2) .

Figura 2

Zona cañera guatemalteca



Fuente: Elaboración propia, con base al estudio semidetallado de suelos realizado por CENGICAÑA en 1994

De acuerdo al historial estadístico de ASAZGUA en los últimos 15 años (1982-1996) el cultivo de la caña de azúcar ha tenido una fuerte expansión pasando de 77,000 a 165,000 hectáreas cultivadas, con un incremento de 88,000 hectáreas; de las cuáles 50,000 hectáreas fueron incrementadas en los últimos 5 años, con un promedio de crecimiento anual de 10,000 hectáreas.

¹Colegio de Ingenieros Agrónomos de Guatemala. 1996. Memoria V Congreso Nacional.

La mayoría de las hectáreas incrementadas (aproximadamente 75,000), equivalentes al 57 % del total incrementado para el período 1982-1996, son áreas que anteriormente fueron utilizadas para el cultivo del algodón. Dichos suelos, dadas las condiciones de manejo realizadas en el algodón requerirá de algún tipo de tecnología que permita aprovechar de mejor manera éstos suelos para el cultivo de la caña de azúcar.

Actualmente (mayo 1999) se tienen cultivadas 180,000 hectáreas con caña de azúcar (1,800 kilómetros cuadrados) y de acuerdo al estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala realizado por García, A; et al; de la Empresa Ingeniería del Campo Ltda. y editado por CENGICANA en 1994; existe un potencial adicional de 1,600 kilómetros cuadrados, es decir se tiene cultivado un 53% de las tierras potenciales para dicho cultivo, considerando únicamente las tierras de la costa sur. De éstos 1,600 kilómetros cuadrados potenciales, además de los centros urbanos se encuentran 1000 kilómetros cuadrados utilizados con otras actividades productivas alternas como: hule, pastos para ganadería, soya, algodón, y granos básicos. Existiendo realmente para crecimiento del cultivo mediante expansión de área aproximadamente 70,000 hectáreas.

De cualquier manera el negocio de la agroindustria azucarera guatemalteca no debe limitarse a aumentar áreas de cultivo para producir en forma absoluta más toneladas de caña, el negocio consiste en producir más azúcar, pero más azúcar por unidad de área, minimizando costos y maximizando las ganancias, de tal forma de obtener la mejor rentabilidad posible.

En el período comprendido de 1960 a 1990, prácticamente la agroindustria azucarera guatemalteca ha tenido una expansión en términos absolutos en producción de caña y en azúcar, pasando de 73,182 TM de azúcar en la zafra 1959/60 a 1,013,116 TM de azúcar en la zafra 1989/90, pero como ya se mencionó anteriormente ello debido fundamentalmente al incremento de áreas de producción; sin embargo en cuanto a niveles de productividad en éstos 30 años se ha mantenido estancada, y por debajo de los índices de productividad de los principales países productores a nivel mundial, con excepción de Brasil, India, Cuba y México, pero éstos últimos con 40,30, 15 y 5 veces más área cultivada (4.8, 3.6, 1.8 y 0.6 millones de hectáreas), y en el caso particular de Cuba, que teniendo un enorme potencial tecnológico, ha estado en éste mismo período (1960-1990) sometido a un bloqueo económico que le ha imposibilitado invertir en bienes de capital, y adquisición de insumos agrícolas.

Guatemala a nivel mundial es un pequeño país productor, ya que produce aproximadamente únicamente el 1% de la producción mundial de azúcar. Sin embargo, se encuentra entre los 21 países que juntos producen el 85% de la producción mundial de azúcar, ocupando para la zafra 1994/95 el lugar número 18, únicamente arriba de Argentina, Egipto y Japón.

Dada la estructura del mercado internacional, y las condiciones socioeconómicas internas de Guatemala, el 70% de la producción nacional de azúcar se destina a la exportación y el 30% para el mercado interno. Bajo éstas circunstancias Guatemala ocupa el séptimo lugar a nivel mundial y tercero a nivel latinoamericano dentro de los principales países exportadores de azúcar, pero ésto es debido que la mayoría de los otros principales países productores de azúcar, prácticamente auto consumen lo que producen, y para el caso de Guatemala no existen condiciones económicas que permitan ampliar el mercado interno, el cuál desde el punto de vista comercial es más ventajoso, ya que para 95/96 el precio internacional fue de US\$ 10.50/quintal de azúcar; y para este mismo período el precio nacional osciló entre US\$ 18 a 20/quintal de azúcar .

A nivel nacional la producción de azúcar ha pasado a ocupar el segundo lugar en generación de divisas y en la posición relativa del aporte del sector agropecuario al producto interno bruto, ubicado únicamente abajo del cultivo del café.

Dentro del contexto mencionado con anterioridad, se revela para la zafra 1989/90 una realidad que nos permite visualizar retrospectivamente un marco general de la producción de la caña de azúcar en Guatemala que se sustentaba en las siguientes características principales:

- a) Pequeño productor a nivel mundial, que comparado con Brasil, India, Cuba, y China que cultivan 5.00, 3.60, 1.8, y 1.1 millones de hectáreas respectivamente; prácticamente los 0.12 millones de hectáreas que se cultivaban en Guatemala, podrían tener un mejor manejo tecnológico.
- b) La zona cañera guatemalteca se encuentra ubicada en los mejores suelos del país, localizados entre los 5,000 kilómetros cuadrados que contienen suelos de clase agrológica I y II.

Del total de fincas dedicadas al cultivo de la caña, el 55% corresponden a fincas administradas (70% propias y 30% arrendadas) y el 45% de fincas propiedad de cañeros particulares.

- c) Las condiciones climáticas, principalmente precipitación, temperatura, y luminosidad que prevalecieron fueron apropiadas para el cultivo de la caña.
- d) La infraestructura productiva (carreteras, puentes, puertos, energía eléctrica, instalaciones telefónicas, escuelas, hospitales, zonas urbanas etc) que prevalece en la zona cañera son aceptables, comparados con el resto de Guatemala..
- e) El arancel fijo de importación al azúcar de otros países es del 20%, lo cuál en términos de política macroeconómica le brindó una adecuada medida de protección a la agroindustria azucarera guatemalteca.

- f) La fuerte expansión del área cultivada que se observó en la década de 1980 a 1990, que prácticamente duplicó el área sembrada, ha facilitado como monocultivo la probable degradación del suelo, el ataque de plagas y enfermedades, pudiendo sufrir la crisis que sufrió el algodón al no utilizar las tecnologías de manejo productivo en un marco de sostenibilidad.
- g) El incremento de los precios internacionales, que en la zafra 1989/90 alcanzaron los US\$13.93/qq de azúcar, comparado con los US\$6.00/qq que se obtenían en la zafra 1985/86, prácticamente hizo que duplicarán los precios internacionales.
- h) El estancamiento de los niveles de productividad, en donde prácticamente de 1960 a 1990 se ha mantenido un rendimiento promedio de 187 lbs de azúcar/tonelada corta de caña.
- i) La composición varietal es inapropiada, ya que más del 50% del área se encuentra cultivada con la variedad temprana CP-722086, haciendo a la agroindustria muy vulnerable en el caso que dicha variedad presente susceptibilidad a alguna enfermedad.
- j) La producción de azúcar básicamente se ha hecho vía tonelaje, y dentro de los costos de producción el corte, alce y transporte representa el 60%, haciendo más costosa en terminos monetarios la producción de azúcar mediante esta vía.

Indudablemente que fue dicha realidad la que hizo que en los años 1989-1990 la dirigencia empresarial de la industria azucarera guatemalteca, viviera un momento histórico trascendental que hizo que en una actitud reflexiva y visionaria se revalorizará el conocimiento científico, la tecnología, y la capacitación como ejes fundamentales del crecimiento, desarrollo, sostenibilidad y competitividad de la producción nacional de azúcar.

Con el firme propósito de superar los elementos característicos de la agroindustria observados hasta 1989/90, durante 1991 se efectúa un diagnóstico tecnológico y determina los elementos constitutivos para establecer un Centro de Investigación. Posteriormente en enero de 1992, ASAZGUA decide fundar el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICANÁ), procediéndose a la implementación inmediata, especialmente en selección y contratación de personal profesional, y el equipamiento básico.

²Carlos Buenaventura. Estudio para la conformación del Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar de Guatemala. Guatemala: CENGICANÁ. (1992). p.12

En 1995 se propone la formulación e implementación del Plan Estratégico para el período 1995-2000³ en donde se expresa con mayor claridad la visión, misión, objetivos metas y proyectos estratégicos que podrían contribuir al mejoramiento productivo del cultivo de la caña de azúcar bajo las condiciones de manejo realizados en Guatemala.

El presente trabajo de investigación fue implementado para determinar de una forma preliminar y con un nivel de expertaje y/o reconocimiento, la rentabilidad financiera de las inversiones efectuadas y proyectadas en investigación y desarrollo tecnológico en la producción de caña de azúcar bajo las condiciones de cultivo en Guatemala para el período comprendido del 1 de enero de 1992 al 31 de diciembre de 2007.

Para ello se ha tomado de referencia las inversiones realizadas y proyectadas para el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar.

El análisis se hizo en el marco de un Plan Operativo Estratégico que se encuentra en ejecución, por consiguiente es un estudio tipo medio término con horizontes longitudinal y transversal; la rentabilidad medida es de tipo financiero, ya que el origen de los fondos es del sector privado, y se cuantificaron los resultados financieros en términos de tasa interna de retorno (TIR), valor actual neto(VAN) y beneficio -costo (B/C) y a través de un análisis inductivo se determinó la rentabilidad global y de cada una de los proyectos de investigación del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA).

CENGICAÑA actualmente tiene en ejecución 6 de los 8 proyectos de investigación, que fueron establecidos atendiendo a las demandas tecnológicas de los 16 ingenios asociados; para ello internamente se implementaron dos Programas de investigación: el de Variedades, que contiene 2 proyectos de investigación; y el de Agronomía, que contiene 5 proyectos de investigación; complementariamente el área de química ejecuta 1 proyecto de investigación.

El enfoque utilizado en este trabajo fue el de la medición del impacto económico de las tecnologías adaptadas, generadas y transferidas por CENGICAÑA a través de los 6 proyectos de investigación que actualmente se encuentran en ejecución.

Para medir dicho impacto se utilizó la metodología de la imputación contable del excedente económico que incluye la utilización de la técnica del flujo de caja descontado.

³Mario Melgar. Plan Estratégico para el período 1995-2000. Guatemala: Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (1995). 30 p.

II. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

2.1 Objetivo General:

Determinar el impacto económico de la investigación agrícola que genera, adapta y transfiere CENGICAÑA para el desarrollo rentable y sostenible del cultivo de la caña de azúcar bajo las condiciones de cultivo en Guatemala.

2.2 Objetivos específicos:

- 2.2.1 Cuantificar la rentabilidad financiera de CENGICAÑA para el período 1992-2007, utilizando la técnica del flujo de efectivo descontado y el método de imputación contable del excedente económico.
- 2.2.2 Proponer elementos generales para la formulación del Plan Estratégico de CENGICAÑA para el período 2001-2020, en el sentido de que los proyectos de investigación de CENGICAÑA sean técnicamente recomendados, económicamente viables y socialmente aceptables.
- 2.2.3 Fomentar el uso de metodologías de priorización para apoyar las decisiones de asignación de recursos a los distintos proyectos de investigación de CENGICAÑA.
- 2.2.4 Proporcionar el marco teórico para determinar la rentabilidad de las inversiones en investigación agrícola, para generalizar su uso en los departamentos de investigación de los ingenios.

III. HIPÓTESIS

Los proyectos de investigación agrícola implementados por CENGICAÑA producen tecnologías que incrementan la productividad del cultivo de la caña de azúcar, generando beneficios económicos que hacen que las inversiones destinadas a CENGICAÑA sean altamente rentables.

7. MARCO TEORICO

Al realizar una evaluación económica de la investigación agropecuaria, se parte de realizar estudios de adopción y medición de impacto de las tecnologías que serán evaluadas.

El análisis de impacto es la evaluación de los efectos de la investigación agropecuaria. Es posible determinar diversos tipos de efectos, tales como: cambios en el rendimiento, en la producción, en el ingreso, en el bienestar social y en el medio ambiente. La evaluación de impacto hecha después de terminada la investigación (estudio ex-post) enseña lecciones que mejoran el diseño de la investigación futura. Cuando ésta evaluación se hace al planificar la investigación (estudio ex-ante), ó cuando se ésta ejecutando (medio término), puede dar información que ayude a quienes toman decisiones a identificar el rumbo más promisorio de la investigación futura.

Una evaluación de impacto puede averiguar, sí los agricultores aceptan ó rechazan una nueva tecnología, o pueden concentrarse en los incrementos en rendimiento y en producción que pueden atribuirse a esa tecnología.

Muchos administradores de la investigación agropecuaria y formuladores de políticas se dan cuenta de que la evaluación de impacto es útil para fijar prioridades de investigación y para demostrar la acción de los resultados de ésta.

Los tipos más comunes de estudios de impacto que se hacen para la investigación agropecuaria son los estudios de adopción y las evaluaciones económicas (estudios de tasa de retorno).

En la investigación agropecuaria, las evaluaciones de impacto se emplean principalmente para estimar el retorno económico de la inversión hecha en la investigación.

Los estudios económicos, han producido resultados positivos que han servido para justificar el sostenimiento de los programas dedicados a la investigación agropecuaria.

La evaluación económica es la aplicación de principios y modelos económicos para la evaluación de las actividades agropecuarias.

4.1 Evaluación Económica de la Investigación Agropecuaria

La mayoría de los procedimientos para evaluar la contribución económica de la investigación agrícola y la extensión se pueden clasificar en dos grupos:

- a. Procedimientos ex-post, los cuales tratan de evaluar los esfuerzos de investigación y extensión que han estado ocurriendo durante algún tiempo.

- b. Procedimientos ex-ante, los cuales tratan de evaluar el impacto de la investigación antes de los hechos.

Los procedimientos ex-post generalmente tratan de evaluar el efecto sobre la producción agropecuaria combinando estimaciones cuantitativas de esos efectos con el costo de producir los cambios observados. Por otro lado, los procedimientos ex-ante generalmente comienzan con metas y objetivos específicos para la investigación alternativas para obtener esas metas y sus costos.

4.1.1 Metodos de evaluación Ex-post

En general, las evaluaciones ex-post tienen tres grupos principales:

- a) Excedentes Económicos:

Aquellas que usan el concepto del excedente del consumidor y del productor directamente y estiman una tasa promedio de retorno.

El método seleccionado para el presente trabajo de investigación es el de excedentes económicos, por ello se hará su descripción en el capítulo de Metodología.

- b) Tasa marginal de retorno:

Aquellas que estiman una tasa marginal de retorno a la investigación y extensión, considerando a estas actividades como variables en una función de la producción.

El método del enfoque de la función de producción trabaja principalmente a través de la estimación de la tasa marginal interna de retorno (TMIR) de los gastos en investigación y extensión.

El enfoque de la función de producción supone que un cambio en las inversiones en investigación y extensión producirá cambios en la calidad de los factores de la producción, lo cual, a su vez, afecta las relaciones producto-insumo. El enfoque incluye a las variables investigación y extensión directamente en la función de producción con el objeto de medir el impacto de estas variables en la producción agropecuaria.

c) Ahorro de insumos:

Se calcula el valor de los insumos ahorrados debido a técnica más eficientes y comparando dicho valor con las inversiones en investigación y extensión agrícola.

Mediante el cálculo de los recursos que se han utilizado para obtener el nivel de producción de un período base usando las técnicas de producción de un período anterior, se estima el ahorro de insumos o recursos productivos.

De acuerdo con este enfoque, los recursos ahorrados representa los beneficios obtenidos del esfuerzo en investigación y la extensión, un beneficio-costo o una tasa interna de retorno se puede estimar.

Las limitaciones de esta técnica radican en que otras variables también contribuyen al aumento de la productividad agrícola, tales como la educación, vías, televisión, etc. lo mismo que las actividades del sector privado.

Peterson (1971)⁴ usó un enfoque parecido en los Estados Unidos y encontró las siguientes tasas agregadas de retorno: 81% para el período 1942-1947, 53% para 1952-1957 y 42% para 1962-1967.

Otro enfoque similar al "ahorro de insumos" es el usado por Tweeten y Hines (1965)⁵ también para evaluar el impacto de la investigación agrícola en Estados Unidos. Dichos autores trabajaron con la noción que *el crecimiento en el ingreso nacional es debido a incrementos en la productividad agrícola, los cuales permiten la migración de trabajadores agrícolas hacia las áreas urbanas donde tienen un producto marginal y salarios más altos*. Los beneficios de la investigación resultan de calcular cuánto más bajo habría sido el ingreso nacional si el porcentaje de agricultores fuera todavía el mismo que en 1910. Combinando estas estimaciones con el costo de la investigación pública y privada, la educación y otros programas federales, se calculó una relación beneficio-costos de 2 a 1.

⁴Peterson, W. The Returns to Investment in Agricultural Research in the United States. EE.UU. (1971) 30 p.

⁵Tweeten, L. Hines, F. Contribution of Agricultural Productivity to National Economic Growth. Agricultural Science Review. EE.UU. (1965) pp 40

4.1.2 Metodos de evaluación ex-ante

Los métodos de evaluación ex-ante se usan para ordenar las actividades de investigación de acuerdo con su prioridad, para establecer análisis de beneficio-costos, simular el comportamiento futuro de algunas variables afectadas principalmente por la investigación.

4.1.2.1 Modelos de puntaje

Uno de los modelos de esta clase mejor conocidos es el de la Universidad Estatal de Iowa (U.S.A.). Tal como lo describe Mahlstedt (1971), citado por Romano⁶, para determinar los proyectos (alternativas) de investigación más valiosos para la Estación Experimental de Iowa, se establecieron 3 grandes metas globales: crecimiento, seguridad y equidad. Los proyectos de investigación se clasifican en tres áreas y éstas en 19 subáreas, luego varios científicos tienen la tarea de clasificar y evaluar alternativas y costos. *Para evaluar las alternativas se seleccionaron 10 criterios:* la probabilidad de éxito, los recursos que teóricamente se podrían ahorrar, el tiempo tardará este ahorro de recursos, beneficios indirectos sobre otros bienes, el costo directo de llevar a cabo la investigación, el tiempo necesario para completar la investigación, el tiempo necesario para transferir el "paquete" a los productores, el costo de otras investigaciones asociadas, el grado y rapidez de la adopción y el costo de la extensión. Finalmente, basado en lo anterior los proyectos se clasifican prioritariamente y se someten a los canales de asignación de recursos.

4.1.2.2 Analisis beneficio-costos

Este enfoque es esencialmente igual al enfoque del excedente económico, siendo la principal diferencia el hecho de que el enfoque ex-ante depende fuertemente de juicios subjetivos de científicos, administradores y directivos. Este enfoque usa estas respuestas o juicios para calcular probabilidades de éxito de la investigación y adopción de la tecnología, costos y beneficios. Con esta información se calculan razones beneficio-costos esperadas y tasas internas de retorno de los proyectos alternativos.

⁶Romano, Op. Cit; p. 21

Usando este enfoque, Araji, Sim y Gardner (1978)⁷ citado por Romano, realizaron una evaluación de varios productos en algunos Estados de los Estados Unidos; estimaron rendimiento, calidad, cambios en los costos de producción, beneficios y costos y luego razones de beneficio-costos y tasas internas de retorno para cada proyecto.

Trabajando sobre prioridades de investigación, Ramalho de Castro y Schuh (1977)⁸ analizaron efectos distribucionales, escasez de factores y efectos de políticas económicas sobre los beneficios y costos de la investigación. Usando datos secundarios, ellos proyectaron incrementos de rendimientos, tasas de adopción y probabilidad de éxito para la economía Brasileña.

Easten y Norton (1977)⁹ también aplicaron un análisis beneficio-costos *ex-ante* para estudiar asignación de presupuesto en las "Land Grant Universities" en la región NorCentral de Estados Unidos. Basados en la estimación de rendimientos proporcionados por los científicos y por los costos de cada proyecto de investigación, lo mismo que las tasas esperadas de adopción, calcularon razones beneficio-costos esperados. El modelo permite examinar la sensibilidad de las razones de beneficio-costos a cambio en la probabilidad de éxito, incremento de los rendimientos, duración del retardo entre los gastos en investigación y sus efectos en la producción y precios del producto.

Norton, Ganoza y Pomareda (1985)¹⁰ usaron el excedente económico *ex-ante* para evaluar la investigación en maíz, arroz, trigo, papa y frijoles en Perú. Ellos introdujeron algunos refinamientos metodológicos para analizar y tener en cuenta:

- a. La proporción de alimentos consumidos en las fincas donde se producen.
- b. Factores que causan un movimiento en la curva de demanda.

⁷Araji, A. Returns to Agricultural Research and extension programs: An ex-ante Approach. EE.UU. (1978) pp. 964-968.

⁸Ramalho, C. An Empirical test of an Economic Model for Establishing Research priorities: A BRAZIL Case study. EE.UU. (1977) pp 498-525

⁹Easten, K. Potencial Returns from Increased Research Budget for the Land Grant Universities. Agricultural Economics research. (1977) pp. 127-133

¹⁰Ganoza, V. et al. Evaluating Agricultural Research and extension in Perú. Perú: Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA).1995. pp.175-196.

c. Importaciones.

Los mismos autores diseñaron encuestas para investigadores y extensionistas para estimar los rendimientos más probables debidos a un proyecto de investigación; estimar probabilidades de éxito y lapso de tiempo en la entrega de resultados.

4.1.2.3 Modelos de simulación

Algunos de los modelos de simulación para predecir el impacto futuro de la investigación, son citados por Romano¹¹, y se describe a continuación:

Andersen y Franklin (1977) desarrollaron un modelo de simulación para predecir los beneficios y contribuciones y costos relativos a proyectos alternativos de investigación. Lo primero que es necesario definir son los objetivos de trabajos los cuales provienen de los planes nacionales de desarrollo, luego se estima los cambios en la oferta del producto, la demanda por insumos y el consumo necesario para obtener las metas señaladas, después de lo cual se identifican los problemas de investigación y las alternativas para solucionar cada problema. Finalmente, con el modelo se estiman el tiempo, costos, probabilidades de adopción y el impacto de cada alternativa de investigación en la consecución de las metas del desarrollo socioeconómico. El anterior modelo ha sido usado en el CIAT y en algunos Institutos nacionales de investigación en América Latina.

Lu, Quance y Liu (1978) examinaron las relaciones entre investigación y extensión y el crecimiento en la productividad agrícola y luego formularon un modelo para simular la productividad, incluyendo la investigación y extensión como una variable de decisión. Luego evaluaron el impacto de la investigación y extensión sobre los beneficios y estimaron razones beneficio-costos y tasa interna de retorno a las inversiones en investigación y extensión, ambas de tipo ex-ante. También calcularon el impacto de la nueva tecnología emergente usando probabilidades de innovación y de adopción. Con lo anterior proyectaron el índice de productividad bajo escenarios alternativos.

En un intento por identificar las pautas óptimas de inversión basados en las estimaciones de las tasas de retorno y prever las consecuencias de las fallas en alcanzar la inversión óptima, White y Havlicek (1982) emplearon un modelo de productividad para proyectar cambios en la misma de acuerdo con las inversiones en investigación y extensión. Para seleccionar el nivel de inversión

¹¹Romano, Op. Cit. p.21

en investigación y extensión necesarios para alcanzar el nivel de precios esperados, los autores introdujeron la Teoría del Control.

Adicionalmente, el modelo permitió analizar las consecuencias de la subinversión prolongada en esta actividad.

Finalmente, Habtu (1985) realizó un análisis similar para investigar el impacto de tasas alternativas de crecimiento en investigación y extensión sobre los precios e ingresos agrícolas, para lo cual utilizó técnicas de simulación y de control.

4.2 Metodologías para medición de impacto económico y de proyectos de Investigaciones

En resumen se pueden mencionar las siguientes metodologías:

1. El método de puntajes o "scoring" se aplica a diferentes alternativas de investigación (rubros o temas), mediante consulta a un panel de expertos. Brinda amplias facilidades de operacionalización, a la vez que permite reducir deficiencias en la disponibilidad de datos, incorporar variables cualitativas y abarcar múltiples objetivos. El método se basa en fijar criterios de valorización sobre los que estará condicionada la decisión final, siendo éstos criterios determinantes en función del "peso" asignado a los mismos. Los expertos fijan un puntaje a cada uno de los temas o rubros alternativos, dentro de cada criterio, arribándose a un ordenamiento ("ranking") de los mismos en función de la sumatoria de opiniones ponderadas por el peso asignado a cada criterio. El procedimiento puede enriquecerse utilizando variables cuantitativas de indicadores relevantes dentro de algún criterio de valorización, facilitando la asignación de puntajes en "congruencia" con la información cuantitativa disponible.

La priorización por puntajes puede hacerse solamente mediante un proceso informal de consultas aisladas a "especialistas". Estas opiniones son posteriormente compatibilizadas formando el listado de temas prioritarios. Existe un alto riesgo de que el listado obtenido no represente las reales demandas de la clientela (productores, consumidores etc.). Por lo tanto los criterios de selección de los "jueces" (representatividad, calidad técnica, etc.) y el tamaño de dicho panel, juegan un rol importante para la obtención de una adecuado listado de prioridades al final del proceso. Asimismo, el método tiene serias limitantes en cuanto a la cuantificación de los impactos y la distribución de los beneficios, aspectos fundamentales en el marco de la priorización de temas de interés conjunto.

2. Los métodos de valorización del excedente económico o "economic surplus" se basan en la cuantificación del cambio en el excedente económico ocurrido en el mercado de un producto como consecuencia de una innovación tecnológica que reduce costos por unidad, o mejora la calidad. A partir del cálculo de una estimación del excedente esperado para diferentes rubros bajo análisis de priorización, es posible realizar un ordenamiento en función de las relaciones beneficio/costo u otros indicadores de eficiencia de la asignación de recursos. Para fijar prioridades basadas en éste método, es necesario realizar cálculos de manera ex-ante, que requieren contar con información acerca de los impactos esperados de la investigación, tasas de adopción estimadas y probabilidad de éxito, lo que demanda opiniones de expertos calificados.

El método del excedente económico permite incorporar los desfases en el tiempo (investigación-generación-difusión-adopción-impacto), de manera de poder cuantificar las necesidades de cada alternativa para lograr un producto final, así como los tiempos de adopción requeridos por las diferentes tecnologías a generar. A partir de esa información, es posible calcular tasas internas de retorno, valor presente neto y relaciones beneficio costo para diferentes alternativas comparadas. La cuantificación de la distribución de los beneficios entre productores y consumidores es otra ventaja de este método, así como la desagregación espacial de los beneficios entre países, provincias, zonas agroecológicas, etc.

3. Los métodos matemáticos (econométricos, de simulación, y de programación lineal) se basan en modelos que permiten establecer un orden de prioridades, requiriendo, por su complejidad, más análisis interpretativo por parte de especialistas. En la práctica no han sido utilizados de manera generalizada, ya que demandan amplia información histórica muchas veces difícil de obtener, siendo la interpretación de sus resultados complicada para transmitir a quienes toman decisiones y por lo tanto limitando la participación de un amplio grupo de personas involucradas en el proceso. Por otro lado, la fijación de prioridades a partir de la programación lineal se basa en una función objetivo de múltiples alcances, a partir de la cuál se busca maximizar los resultados con diferentes estrategias alternativas. Se planean un conjunto de restricciones presupuestarias y el método busca la mejor solución, asignando finalmente recursos a un grupo de proyectos de investigación que maximiza la función objetivo.

En el cuadro 3 se sintetiza, las ventajas y desventajas de estos tres enfoques metodológicos, existiendo en la práctica un gran número de adaptaciones y combinaciones a partir de sus enunciados básicos. En todos ellos, ***la cuestión central es como lograr el máximo retorno posible del generalmente limitado presupuesto existente para la evaluación de la investigación.***

Cuadro 3

íntesis de las Ventajas y Desventajas de los enfoques metodológicos más utilizados para medir el impacto económico de la investigación agrícola.

METODOLOGIA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Puntajes o "scoring"	<ul style="list-style-type: none"> a) Transparencia a) Fácildad y rápidez de uso. b) Abarca objetivos múltiples: (Competitividad, sostenibilidad, y equidad) d) No requiere gran análisis interpretativo. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Provee solo ranking ordinal, sin cuantificar la contribucion de cada alternativa. b) Altamente dependiente de opiniones subjetivas. c) No proporciona indicadores de eficiencia y de distribución de los beneficios.
Excedente Económico	<ul style="list-style-type: none"> a) Estima con precisión el crecimiento económico y la distribución de los beneficios de investigación. b) Incorpora el factor tiempo. c) Permite el cálculo de indicadores de eficiencia. (TIR, VAN, B/C) d) Permite conocer los costos de oportunidad. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Requiere información por parte de expertos, que demandan tiempo. b) Requiere análisis interpretativo. c) Requiere tiempo de procesamiento d) Dificulta el análisis de multiples objetivos.
Métodos Matemáticos	<ul style="list-style-type: none"> a) Precisión de los resultados de asignación de recursos. b) Proporciona medidas acerca de la consistencia de las variables. c) Análisis histórico de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Requiere gran cantidad de datos e información. b) Dificil implementación. c) Dificil interpretación

Fuente: Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria.

4.3 Variables financieras utilizadas para análisis de rentabilidad de las inversiones en investigación agrícola.

4.3.1 Factor de descuento:

Tratándose de inversiones es necesario escoger una medida de base, la cuál lo constituye el tipo de interés, es decir la medida que obtiene un valor en un tiempo determinado.

La tasa de interés, sirve para encontrar o bien el valor acumulado (M) de una inversión en un tiempo futuro, donde $M=C(1+i)^n$ o su inversa $C=M(1+i)^{-n}$ equivalente al valor presente que tiene una determinada inversión acumulada en el futuro; ambos elementos se conocen con el nombre de **factor de acumulación** y **factor de descuento** respectivamente, ya que los montos obtenidos pueden compararse conjuntamente con la inversión inicial.

4.3.2 Beneficio Actualizado:

En todo análisis de rentabilidad de proyectos, el inversionista se vale de una serie de procedimientos dentro de los cuales los más conocidos son: el criterio del beneficio actualizado, el de la tasa de rentabilidad media (o tasa interna de rentabilidad), el de tiempo de recuperación y los criterios de rentabilidad obtenidos del análisis contable.

El beneficio actualizado por ser el criterio más comúnmente aceptado por los analistas de inversiones ocupa principal atención. El análisis de un proyecto de inversión permite representar para cada año de vida del mismo, un cuadro comparativo de gastos e ingresos así como de sus propios beneficios. No es otra cosa que el intercambio entre rentas futuras y gastos presentes o futuros.

Aparece nuevamente la importancia de la tasa de interés y el concepto de que la empresa prefiere una unidad monetaria dentro de un año; y para permitir este cambio recibirá una prima de compensación i que vienen a ser la tasa de interés anual del momento. Con esta medida se determinan y se comparan las diversas variaciones de los proyectos, decidiendo por aquel que presenta el más elevado, según se trate para determinar las posibilidad rentable de un determinado proyecto de inversión. Dicho valor necesita para cumplir con su objetivo, fijar o elegir la conveniente tasa de actualización i con la cual se realizan las comparaciones pertinentes. Una tasa elevada equivale a mayor depreciación del dinero en el futuro, en tanto que una tasa baja, equivale a atribuirle un mayor valor. Así por ejemplo 1 Quetzal al 8% en 10 años representa el 0.463; en tanto que ese mismo Quetzal, al 4% equivale al 0.676.

4.3.3 Rentabilidad Interna:

Otro criterio que se analizará y que sirve de comparación, en caso de considerar la elección de la tasa de actualización es la tasa interna de retorno. Una de las alternativas al valor actual, usada como medio de elegir una tasa de interés, es el llamado criterio de rentabilidad interna. Esta se define como la tasa de retorno (o tasa de interés) que hace que el valor actual neto de un proyecto sea igual a 0.

Este criterio es aceptable mientras se acepta o rechaza un proyecto. Si la tasa de rentabilidad media del proyecto es superior a la tasa media del mercado financiero del cual se ha de procurar los capitales para financiar el proyecto, éste podrá realizarse, ya que se estará determinando que la tasa menor de un valor actualizado positivo; en caso contrario no sería aceptable.

La tasa interna de retorno será útil, ya que da al menos una indicación cualitativa del valor de una operación de inversión; sirve por otra parte como de parámetro intrínseco para comparar la tasa de actualización que se aplica.

Los otros criterios enunciados como el del tiempo de recuperación, el cual no resume ni indica los componentes de la rentabilidad de un proyecto; y el de la rentabilidad del análisis contable, el cual no determina de forma alguna y definitiva en qué grado es la rentabilidad fuerte o débil, o si es negativa o positiva.

En conclusión, el criterio del valor actual es el más aceptable y apto para determinar la rentabilidad de una inversión, a la cual habrá que añadir como complemento indispensable, la determinación de la tasa interna de retorno como elemento de comparación.

4.3.4 Determinación de la tasa de actualización

Para determinar cuál será la tasa de actualización más conveniente debe considerarse:

- a) La tasa del mercado, y para el presente caso la tasa del sector en que se desenvuelve la actividad de la empresa, ya que de uno a otro sector existen variantes, por el mayor índice de riesgo que involucran dichas actividades. Para este caso, el sector agrícola, y el cañero en particular es uno de los sectores que presenta mayores riesgos en cuanto a logros concretos de la investigación agrícola, lo que lógicamente repercute también en las inversiones. Alberto Passos, indica que: *"La agricultura no ha logrado liberarse de sus dos debilidades básicas los flagelos climáticos, que ni siquiera pueden ser previstos con un grado satisfactorio de anticipación y exactitud - y los flagelos biológicos, para los cuáles no se encontraron hasta el momento métodos eficientes de prevención o de cura"*.

b) La tasa de rentabilidad interna; dicha tasa será fijada por la empresa mediante el sucesivo cálculo del beneficio actualizado por diferentes tasas de interés hasta que el beneficio sea cero.

c) Tipo de actualización-criterio

Un buen criterio para determinar la tasa de interés es el del tipo actualización-criterio, basado en la comparación de dos proyectos ya elaborados por la empresa, y cuyo análisis se hace desde diversos tipos de tasas de actualización. El punto donde dichas curvas, equivalentes a ambos proyectos, se cortan, darán un tipo de actualización-criterio, a partir del cual uno puede ser más rentable que el otro según se consideren las tasas por encima o por debajo de dicho punto. De todos modos dicho punto sirve como pauta de comparación o de decisión para determinar el verdadero i del nuevo proyecto.

d) Criterio de la dirección

La dirección de la empresa según la experiencia obtenida en otras inversiones, el conocimiento subjetivo de la rentabilidad de tal o cual proyecto, y teniendo en cuenta los conocimientos de la tasa interna que se ha fijado, la tasa del mercado, así como la tasa de actualización-criterio, según la importancia que se dé al mencionado proyecto, decidirá finalmente, encuadrado dentro de los conceptos analizados, la tasa de actualización. *El mundo financiero, no es un mercado perfecto, ya que está sujeto a una serie de factores como diversidad de riesgos, una serie de gastos administrativos, distintas modalidades de préstamos, intereses a corto y largo plazo, variaciones de las tasas de acuerdo a los diferentes sectores laborales, etc.*

Para la elección de la conveniente tasa de actualización i se tendrá en cuenta además de la fuente de donde provienen los fondos, otros aspectos como la política general de la empresa, condiciones del mercado financiero, según emplee sus propios recursos o recurra a préstamos.

En principio la tasa de actualización elegida i será igual para todas las inversiones que realice la empresa, y estará en función de la composición del conjunto del capital de la misma. Otro aspecto es la tasa del mercado, como punto tope de comparación, debajo de la cual no podrá descender la tasa elegida por la empresa. Igualmente se tendrá en cuenta al elegir dicha tasa i las posibilidades rentables abiertas a la empresa para invertir; finalmente un concepto por destacar es que la tasa de actualización será inferior a la tasa interna de rentabilidad del peor de los proyectos considerados por la empresa. En el sector de la actividad empresarial, cabe analizar: las posibilidades que tiene la empresa de colocar capitales en el mercado de una tasa

i y reinvertir en sí misma, con un posibilidad de ganar un mayor interés i_2 , que $i_2 > i_1$. En este caso i_2 como tasa de actualización, indica que la firma tendrá siempre la opción de invertir en proyectos de rentabilidad positiva o a la más nula, pero no negativa.

En resumen la tasa de actualización depende para ser elegida entre otros:

- a) De la tasa del mercado.
- b) La tasa a la cual la empresa puede conseguir mayor provecho reinvertiendo su dinero en ella misma.
- c) La actividad y el sector de la empresa, que determinan una tasa de sector, una tasa de crecimiento y una tasa de progreso técnico. Aquí influye el mayor o menor riesgo proveniente de la actividad empresarial, lo cual se traduce en una mayor o menor tasa según los casos.
- d) La valoración que los dirigentes de la empresa determinen por las rentas futuras.
- e) La política empresarial sobre inversiones.

f. ANTECEDENTES:

Las condiciones económicas y sociales en las que el país se ha desarrollado han incidido directamente en el estilo de la organización y crecimiento de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Por otro lado, las medidas proteccionistas de los países desarrollados, el incremento de los precios de los insumos agrícolas hacen vulnerable a la producción nacional de azúcar.

A nadie escapa la realidad actual, en donde suceden cambios trascendentales en el escenario mundial a los que el país no puede permanecer indiferente, y que en términos generales se puede resumir de la siguiente manera: revolución tecnológica (informática, biotecnología, nuevos materiales), el auge de las transacciones financieras mundiales, globalización de la economía, la formación de bloques comerciales, la intensificación de la competencia internacional, la liberación del comercio, la revalorización de los recursos naturales y del medio ambiente, disminución de las tensiones regionales etc.

En su desarrollo, todo país tiene una especificidad de acuerdo a su contexto particular.

En el área de la tecnología cañera no se puede copiar lo que ha venido haciendo Colombia, Brasil, EE.UU, Mexico, Australia etc, son importantes y valiosas sus experiencias, pero es necesario que Guatemala defina su propio desarrollo tecnológico con base a sus propios recursos y necesidades.

Incluso a nivel interno se expresa una marcada diferencia en las especificidades de cada ingenio. Por ello mismo debe tenerse cuidado para evitar asociarlos superficialmente con otros problemas aparentemente similares que surgen y se resuelven en otros contextos.

La generación de tecnología debe estar orientada en forma prioritaria hacia la solución de problemas reales, lo que se logra mediante una investigación aplicada, original e independiente, que sólo puede nacer y prosperar fundamentada en investigación básica adecuadamente enfocada. Indudablemente sin descuidarse la cooperación recíproca, el esfuerzo de intercambio de conocimientos y experiencias; pero lo que sí debe tener claridad es que cada región o área de trabajo tiene sus particularidades y causales.

De acuerdo a lo expresado en las memorias del IV congreso de Ingenieros Agrónomos, a partir de la década de 1940 da inicio en Guatemala la investigación agrícola como tal, especialmente en plantas medicinales. Durante 1944, bajo las directrices de la Universidad de Iowa, se inician estudios del germoplasma de maíces de Guatemala para mejorar los híbridos de los Estados Unidos.

Los primeros esfuerzos nacionales para institucionalizar la investigación agrícola e imprimirle coherencia en función del desarrollo agrícola del país, surge en 1944, cuando se funda el Instituto Agropecuario Nacional (IAN). En 1954 se funda el servicio cooperativo interamericano de agricultura (SCIDA), cancelándose en 1958.

De 1958 a 1973 la investigación agrícola en Guatemala, quedo a cargo del Instituto Agropecuario Nacional y la Dirección General de Investigaciones.

En 1973 surge el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), con el apoyo de la Fundación Rockefeller y la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), el cuál hasta 1997 el principal enfoque de la investigación ha sido para mejorar la producción y productividad de los principales cultivos de alimentos básicos: Maíz, frijol, arroz, trigo y sorgo, y algún esfuerzo hacia hortalizas y frutales deciduos.

La investigación para los cultivos de exportación ha sido conducida por sus propios gremios productores: ANACAFE, para el cultivo del Cafeto; ASAZGUA, para la caña de azúcar; APROCAR, para el cardamomo; GEXPRONT, para hortalizas de exportación.

En 1992 fue creado el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA) que es una entidad de la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA) que durante 6 años ha venido invirtiendo recursos financieros para lograr la adaptación, generación y transferencia de tecnología que permita mejorar los niveles de productividad y rentabilidad de la producción de caña de azúcar.

El sector agropecuario de América Latina enfrenta el reto y el enorme desafío de ser más competitivo en el marco de la globalización y del gran dinamismo observado en los acuerdos comerciales bilaterales y multilaterales.

En el caso específico de la producción agrícola, cada vez es menor el área de suelo disponible que se puede destinar a la producción de alimentos, y sin embargo, cada año la demanda real por productos agrícolas es mayor, ello implica que para poder satisfacer dicha demanda debe necesariamente *invertirse en adaptar, generar y transferir tecnología que permita incrementar los niveles de productividad agrícola.*

El negocio del cultivo de la caña de azúcar consiste en producir la mayor cantidad de azúcar por unidad de área, por ello el índice de productividad mundialmente aceptado son las toneladas métricas de azúcar producidas por hectárea (TAH). Para la zafra 1,995/96 Guatemala había logrado en promedio 7.5 TAH, mientras que Australia y Colombia tenían para la zafra 93/94 11.70 y 12.4 TAH respectivamente. Australia ha logrado incrementar su TAH vía rendimiento de sacarosa, mientras que Colombia vía tonelaje, sin embargo desde el punto de vista económico se recomienda seguir la vía del rendimiento en sacarosa¹².

En Colombia (1991), se realizó una evaluación para determinar el efecto que producen diferentes valores combinados de toneladas de caña por hectárea (TCH) y el rendimiento (libras de azúcar/tonelada), sobre el ingreso que resulta de la producción de una tonelada de azúcar, encontrándose una relación de 2:1 entre rendimiento y tonelaje¹³.

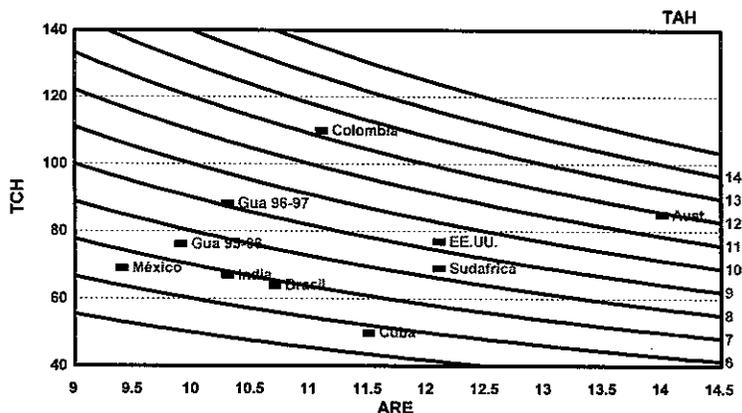
En la figura 3 puede observarse la situación mundial de la productividad en TAH de los principales países productores de caña de azúcar.

¹²Cook,J;Luna,C. Tonelaje o Rendimiento. Colombia: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia CENICAÑA (1991). 15 p.

¹³Loc. Cit.

Figura 3

Situación mundial de la productividad de caña de azúcar



Fuente: Elaboración propia con base a información de productividad de países productores de azúcar.

Una de las herramientas fundamentales para incrementar la eficiencia en la producción de bienes y servicios lo constituye la ciencia y tecnología. Ante dicha realidad, la agroindustria azucarera guatemalteca ha establecido como estrategia dar mayor soporte al mejoramiento de la eficiencia y la competitividad internacional para la adaptación y transferencia de nuevas tecnologías.

La agroindustria azucarera guatemalteca, invierte anualmente Q 5.5 millones (quetzáles constantes, año base 1992= 100) en investigación agrícola para mantenimiento y desarrollo¹⁴.

En 1992 se fundó el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA), cuyo Plan Estratégico 1995-2000 establece como misión: *"GENERAR, ADAPTAR Y TRANSFERIR TECNOLOGIA de calidad para el desarrollo rentable y sostenible de la AGROINDUSTRIA AZUCARERA DE GUATEMALA"* ; siendo sus metas fundamentales:

¹⁴Roger Valenzuela Bonilla. Ejecución presupuestaria en CENGICAÑA por naturaleza y destino del gasto en el periodo 1992-1997. Guatemala: Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar.(1997). 12 p.

¹⁵Melgar, Op. Cit; p.6

- a) Desarrollar investigación rentable
- b) Colaborar con el departamento de manejo ambiental de ASAZGUA
- c) Facilitar la capacitación del personal
- d) Transferir tecnología de calidad a través de la asistencia técnica, capacitación y divulgación
- e) Aumentar la productividad de azúcar por unidad de área

En función de estas metas, actualmente existe gran demanda y un marcado interés por conocer el impacto de la investigación agrícola en el sector cañero guatemalteco, motivado por el hecho de conocer cuál es la rentabilidad de invertir en investigación, comparado con otras alternativas de inversión.

Uno de los primeros estudios en este sentido, fué realizado por Griliches¹⁶, quién en 1958 evaluó el costo de la investigación realizada en maíz híbrido de los EE.UU y los incrementos logrados en las producciones obtenidas durante el 1940-1955, estimando una tasa interna de retorno del 35 al 40%.

El Centro de Desarrollo de la Universidad de Yale, con el apoyo del Banco Mundial, desarrollaron en EE.UU durante el año 1975 modelos de funciones de producción agregando variables que miden los gastos en investigación, la dinámica de publicaciones científicas y tecnológicas, para conocer su impacto en el cambio económico¹⁷.

Una evaluación económica del programa de mejoramiento de COPERSUCAR, permitió establecer las diferencias económicas observadas entre las variedades SP y las demás variedades de la zafra 1986/87, ese valor adicional corresponde a los resultados económicos del programa de mejoramiento de dicha zafra¹⁸.

Basilio Rojas Martínez (1990), realizó un estudio que cubre el período 1962-1989 (28 años) con el objetivo de demostrar la gran reditabilidad que produjo el Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar (IMPA), a la Industria Azucarera Mexicana¹⁹ a través de su programa de hibridación de variedades Mex, sus campos experimentales con sus

¹⁶Griliches, Z. Research cost and social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations. *Journal of Political Economy*. (1958) p.p. 419-431

¹⁷Basilio Rojas Martínez. La rentabilidad de las investigaciones agrícolas: El ejemplo de las variedades de Caña. México: Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar(IMPA). 1993.p. 525 Op. Cit.

¹⁸Bullio, M.T. y De Moura Campos, R. Evaluación Económica del Programa de Mejoramiento de COPERSUCAR. Brasil: COPERSUCAR (1988). 19 p.

¹⁹ Rojas, Op. Cit; p. 9

programas de selección, complementados con su estación cuarentenaria, para la prueba de variedades extranjeras, trabajo al cuál se suman los resultados de las investigaciones agronómicas sobre fertilizantes, herbicidas, densidad de siembra, y maduración. Rojas Martínez, asumió que el gasto en investigación cañera en el período 1962-1989, fué el equivalente a 0.5% de la producción de azúcar. De igual manera estableció el supuesto que el beneficio bruto por los excedentes producidos por las nuevas variedades del IMPA repercute solamente en un 10%.

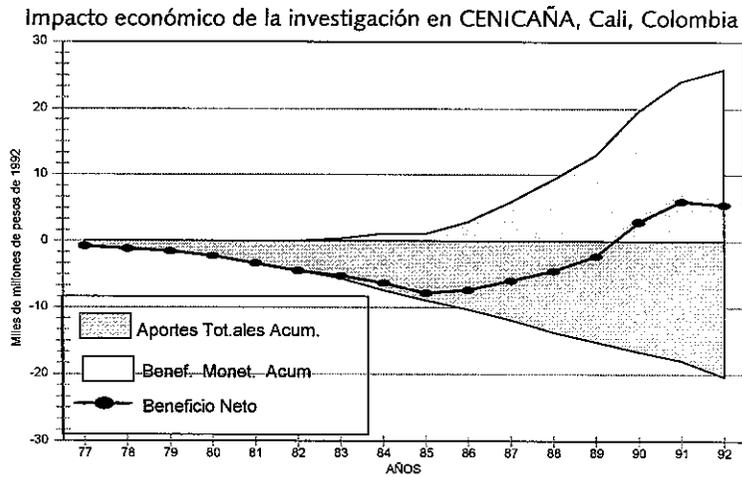
Bajo dichos supuestos, se estableció que la Tasa Interna de Retorno (TIR) de las inversiones realizadas en el IMPA son del 35%.

El Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA, 1992) realizó el análisis del impacto económico obtenido con los resultados de investigación en el período de actividad de 15 años (1977-1992). En el informe anual de 1992²⁰, en la parte del Servicio de Análisis Económico y Estadístico, se expresa que se determinó que la investigación en tecnología agrícola es una inversión rentable que demora un cierto tiempo en producir resultados, pero que una vez comienza a generar beneficios paga con creces el dinero invertido.

En el anterior trabajo se cuantificaron los beneficios que el sector azucarero ha obtenido con cuatro tecnologías impulsadas por CENICAÑA: Estrategia de control del carbón, aplicación de madurantes, riego por surco alterno y variedades sembradas (introducidas o producidas), determinándose que a partir del año 1990 (13 años después) el sector azucarero ha recuperado la inversión en CENICAÑA y está obteniendo beneficios netos positivos (ver. Figura 4).

²⁰CENICAÑA. Informe Anual 1992. Colombia: Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Colombia (1992). 20 p.

Figura 4



Fuente: Informe Anual 1993 CENICAÑA

Douglas Pachico(1993)²¹, coordinó un equipo multidisciplinario en el Centro Internacional de Agricultura Tropical(CIAT) en donde para el período 1994-2028, se estableció en forma ex-ante el impacto económico de los 18 megaproyectos que se estaban ejecutando en el CIAT, determinándose TIR que variaron de 21.2 a 126.5

Un elemento complementario que será analizado en el presente estudio, lo constituye el porcentaje del valor de la producción de azúcar que la agroindustria azucarera guatemalteca está destinando a la ciencia y tecnología, ya que ello está íntimamente relacionado con las variables de impacto económico que se obtengan es decir el valor actual neto, beneficio-costo y tasa interna de retorno.

²¹Douglas Pachico. Evaluación ex-ante período 1994-2028. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical(CIAT).(1993). 67 p.

En este sentido, Evenson y Kisley (1975), citados por Rojas Martínez²², en su estudio de 25 países en desarrollo hacen la observación de que se encontró una relación directa entre el nivel de actividad investigadora y el índice de crecimiento económico. Los mismos autores proporcionan, para 1965, las razones de gastos en investigación y extensión agrícolas sobre el valor de la producción agrícola para diversas regiones del mismo (ver cuadro 4).

Para 1965, América Latina ocupaba el último lugar, el gasto en investigación y extensión agrícola fué de 0.36% del valor total de la producción agrícola.

A nivel más general, las razones de gasto en ciencias y tecnologías²³ (todas las que se apoyan incluyendo las agrícolas) sobre el producto interno bruto, para 1990 EE.UU estaba destinando a ciencia y tecnología el 3% del PIB; México, el 0.40%.

Dellacasa y Guell, citados por Krauskopf, M, en una evaluación realizada del gasto chileno en investigación y desarrollo experimental²⁴, se observa que de 1965 a 1988, pasa de 0.25 a 0.46% del PIB.

Cuadro 4

Gastos en Investigación y Extensión Agrícolas (*)

REGION	INVESTIGACION	EXTENSION	TOTAL
EE.UU/CANADA	1.06	0.53	1.58
EUROPA NORTE	0.93	0.53	1.46
ASIA ORIENTAL	0.79	0.57	1.36
EUROPA SUR	0.38	0.41	0.79
SUDESTE ASIA	0.24	0.31	0.55
AMERICA LATINA	0.17	0.19	0.36

(*) % Sobre el valor de la producción Agrícola

Fuente: La Rentabilidad de las Investigaciones Agrícolas: El ejemplo de las variedades de Caña. (Rojas Martínez, 1993)

²²Rojas Martínez, Op. Cit; p.9

²³Rojas Martínez, Op. Cit; p. 8

²⁴Gazmuri, P. Educación Superior en Chile: Los Programas de Posgrado y el Desarrollo Científico. Chile: Foro de la Educación Superior. 1993. 110 p.

Con fines eminentemente de comparación global, los países desarrollados han estado invirtiendo en ciencia y tecnología entre el 2 y el 4% de su PIB.

El problema central de la inversión en investigación y desarrollo tecnológico en un país subdesarrollado como Guatemala, puede enunciarse así: la investigación es cara, sus beneficios -si lo hay- tardan mucho en observarse. La pregunta es si el resultado justifica el esfuerzo que se debe realizar para conseguirlo.

Durante más de treinta años (1960-1990) Guatemala ha vivido con la ilusión a veces estimulada por los países ricos, de que es posible importar el desarrollo tecnológico, y por ende el desarrollo en general. En dicho escenario, la agroindustria azucarera guatemalteca ha mantenido la misma ilusión.

Todos los países que han superado una situación de dependencia económica, accediendo a niveles de riqueza y bienestar permanente para sus pueblos, lo han logrado con una fuerte inversión en capacitación y un sólido respaldo a la investigación.

La experiencia de países tan distintos como Japón, Israel o Corea del Sur muestra que una estructura científica activa es fundamental para sustentar los avances tecnológicos, la asimilación y adaptación de tecnologías extranjeras, la formación de técnicos capaces de adecuarse a las necesidades de procesos productivos en constante evolución, y desarrollar una capacidad de decisión sobre cuestiones de interés estratégico.

Para el caso de la agroindustria azucarera guatemalteca, se requiere contar con un grupo de profesionales científicos que cumplan con los estándares propios de rendimiento y excelencia (originalidad, creatividad, inteligencia, voluntad, producción de nuevos resultados) que estén integrados a una comunidad científica nacional e internacional.

Es obvio que no existen soluciones baratas que sustituyan el desarrollo científico necesario para el mejoramiento tecnológico de la producción de azúcar en Guatemala, también es cierto que los recursos financieros son escasos, y no se tienen clara conciencia y reconocimiento de lo altamente rentables que son los recursos financieros destinados a la investigación y desarrollo tecnológico. Entonces, resulta evidente que la cuestión central consiste en establecer como invertir eficientemente los recursos financieros escasos destinados a la investigación agrícola, para enfrentar con éxito los desafíos planteados.

Un factor fundamental que contribuye con éxito al desarrollo tecnológico, lo constituye un adecuado proceso de transferencia de tecnología.

La obtención de los impactos esperados, están en función de cuánto de lo que se genere y valide se use en forma comercial. Por lo que es necesario para CENGICANA propiciar, conocer y considerar las tasas, grado y ritmo de adopción de las tecnologías a través de su desarrollo.

En el modelo de transferencia de tecnología de CENGICAÑA se prevee la participación activa de los especialistas a lo largo de todo el proceso de innovación tecnológica y del personal técnico de los ingenios, como los socios y responsables de todas las actividades que realice CENGICAÑA.

Se considera que el estudio y uso del conocimiento son parte de un proceso social, realizado por personas, entre personas y sus organizaciones. Por lo que la retroalimentación (proceso de comunicación en doble vía) se considera como eje central para promover la participación de CENGICAÑA-Ingenios en todas y cada una de las etapas. El modelo considera dentro del área de campo de los ingenios de Guatemala, dos estratos entre los cuáles fluye la información y conocimiento. El ejecutivo que tiene como funciones principales la selección y decisión de tecnologías usar o adoptar, y el operativo con funciones de aplicar ó usar las tecnología y la transmisión de éstas.

El modelo de transferencia de tecnología de CENGICAÑA incorpora cuatro etapas (de acuerdo a la característica de la tecnología cada etapa variará en tiempo), que abarca las tres acciones principales de la misión de CENGICAÑA, es decir generar, adaptar y transferir, dichas etapas son las siguientes:

a) Generación:

En ésta etapa se producen nuevas alternativas tecnológicas, en función de los conocimientos existentes, (desarrollo por investigación básica y/o experiencia de técnicos de ingenios). Estas alternativas pueden ser un producto (variedad, implemento) o una práctica (aplicación de fertilizantes).

La transferencia de tecnología en ésta etapa, debe propiciar actividades e involucrar a técnicos de los ingenios de acuerdo a los niveles de aprendizaje a afectar. Es necesario involucrar a los especialistas de los departamentos de agronomía de los ingenios (Comités de área) y jefes de investigación con quienes se debe de promover actividades de aprendizaje deseados. Con Gerentes agrícolas, jefes de zona y administradores se deben promover giras de observación para que conozcan los diferentes ensayos. La retroalimentación en ésta etapa es importante que venga de los miembros del comité específico, jefes de agronomía e investigación.

La divulgación de los resultados de los ensayos en ésta etapa se hará en los diferentes Congresos, Documentos Técnicos, Boletín Técnico.

Aunque los objetivos principales son el conocimiento y análisis de los ensayos, las evaluaciones que se realicen (estadísticas, de integración, utilidad, impacto económico) darán indicios sobre que alternativas deben pasar a la siguiente etapa.

b) Adaptación semicomercial:

Es bien sabido que los agricultores no adoptarán una tecnología nueva hasta que ellos estén satisfechos con las pruebas en relación a su sistema de producción.

Es por ello que el objetivo de esta etapa es determinar el comportamiento de las nuevas tecnologías en su sistema de producción. Esta etapa será necesaria para las tecnologías promisorias de la generación y para las tecnologías que se traen de otros países.

En ésta etapa la participación de los técnicos de los ingenios se hace más relevante ya que la tecnología inicia la evaluación bajo las condiciones de manejo de la Empresa. Se evalúan las bondades de las nuevas alternativas en función de la productividad y su tasa de retorno.

Esta etapa de aprendizaje es crítica en la transferencia de tecnología ya que de aquí depende la aceptabilidad de la innovación por parte de los usuarios, así como se puede definir preliminarmente el techo de adopción; los resultados deben llevar análisis económicos, usando como testigo el del ensayo ó cualquier lote comercial con características similares (variedad, suelo, número de cortes, etc).

Importante es que de acuerdo a los análisis estadísticos y económicos en conjunto con la retroalimentación del personal de la agroindustria y especialistas por comité y de CENGICANA, se debe decidir que tecnologías deben pasar a prueba a nivel comercial. Se define a nivel preliminar el dominio de recomendación y posible techo de adopción.

c) Adaptación a nivel Comercial:

La diferencia con respecto a la anterior etapa es que en ésta ya solo se estará probando una tecnología sin diseño experimental, el área de cada tecnología será variable dependiendo de las características de la innovación, por ejemplo pueden ser 100 hectáreas.

En ésta etapa se considera la integración de la tecnología al sistema de producción, cuántos cambios requiere el sistema comercial de ellos, para integrar la innovación; así mismo debe de considerarse el mercado tanto para poder adquirir los insumos para aplicar la nueva tecnología y que lo producido sea aceptado por los consumidores.

La evaluación se hace en función de los incrementos en productividad (azúcar y tonelaje) y retorno de capital, además es importante la medición de la aceptabilidad activa de la tecnología, que nos indicará quienes de los que probaron y/o se involucraron alrededor de la tecnología, probarán ó usarán la innovación en el ciclo siguiente.

d) Promoción Comercial:

En esta etapa CENGICAÑA realiza varias actividades tendientes a que los productores entiendan el valor potencial de la nueva tecnología, y como ésta puede encajar dentro del sistema de producción, así mismo el aseguramiento del aprendizaje en el manejo de la innovación por parte de los usuarios.

El seguimiento que CENGICAÑA realiza se orienta a medir los objetivos en función del grado, ritmo y tasa de adopción; así como el corroborar el techo de adopción de acuerdo a la retroalimentación recibida versus lo definido en etapas anteriores.

Se realizan reuniones técnicas, adiestramiento y giras con los administradores, jefes de zona y mayordomos responsables del uso de la tecnología, con quienes se enfatiza sobre el grado de adopción y efectos secundarios de la tecnología.

VI. METODOLOGÍA

Entenderemos por Método, el procedimiento ó conjunto de procedimientos que sirve de instrumento para alcanzar los fines de la investigación; y las técnicas son medios auxiliares que concurren a la misma finalidad.

Al momento de plantear la presente investigación, hubo necesidad de responder a varias interrogantes, tales como: ¿ Porqué se hace éste análisis? ¿ Qué información se necesita? ¿Qué esfuerzo investigativo ó que tecnología debe de investigarse? ¿ Qué tipo de efectos debe analizarse?.

Ante esas interrogantes, prácticamente se obtuvo las siguientes respuestas:

- a) La investigación persigue determinar la rentabilidad financiera de las inversiones destinadas a CENGICAÑA.
- b) En cuanto a la información necesaria, prácticamente se resume de la siguiente manera: Que tecnologías está impulsando CENGICAÑA, Cuáles son sus impactos en términos de incremento de la productividad, como se traduce ésta productividad en función de los beneficios económicos, que costos son necesarios para lograr dichos beneficios.

Los métodos y técnicas utilizadas en la presente investigación son los que a continuación se describen:

La investigación efectuada se basó en el análisis de fuentes secundarias de datos, y la experiencia de los responsables de los distintos proyectos de investigación que actualmente ejecuta CENGICANA. Se realizó la búsqueda de información que permitiera comprobar ó rechazar las afirmaciones tentativas expresadas en la hipótesis.

El método empleado, es el de Síntesis, análisis, Síntesis, lo que implicó las actividades siguientes:

- a) Sintetizar la información recopilada, sea ésta textual, gráfica ó numérica.

Para lograr ésto se realizaron las siguientes actividades:

- a.1) Elección de las tecnologías objeto de evaluación:

Para ello se eligieron las líneas de investigación implementadas en los Programas de Variedades y Agronomía, seleccionándose 6 líneas de investigación: Desarrollo y manejo varietal, Reducción de plagas y enfermedades, Uso adecuado de fertilizantes y suelo, Uso óptimo del agua, Uso de madurantes y secuencia de labores, Pérdidas post-cosecha.

- a.2) Identificación de los aspectos centrales que deben recopilarse.

Se determinó que los aspectos centrales necesarios para realizar el presente estudio eran: Tasas de adopción, impacto de la tecnología, Costos, Beneficios económicos.

- a.3) Diseño de la recolección y análisis de los datos:

Se elaboró una boleta informativa para la captura de información Técnica (ver anexo 4) referente a las tecnologías generadas, tasas de adopción, Impactos tecnológicos, costos de las tecnologías, beneficios económicos generados por las tecnologías.

- a.4) Recolección de la información:

Para la recolección de la información se utilizó la boleta informativa que se describe en el anexo 4; dicha información se vació a hojas de cálculo específicas para cada proyecto de investigación.

- b) Análisis de la información:

Se analizó la información sintetizada mediante la generación de resultados después del ingreso de datos al software Evaltec.

Se realizó una comparación de resultados e ideas de varios autores, y opiniones de expertos en la materia.

c) Síntesis General de Resultados:

Se realizó una interpretación de los resultados obtenidos debidamente Sintetizados en un cuadro general, que permitió arribar a datos globales a nivel de todo CENGICAÑA.

Por lo explicado anteriormente la técnica empleada fué la sistematización bibliográfica, elaborándose fichas de trabajo , tanto textuales como de interpretación.

Las técnicas económicas específicas utilizadas para el presente estudio fueron las de flujo de efectivo descontado y la de excedentes económicos.

Con la finalidad de ampliar, los pasos enumerados anteriormente se presenta a continuación una descripción más detallada del procedimiento específico utilizado con el fin de establecer la rentabilidad financiera de los proyectos de investigación generados en CENGICAÑA.

Aunque las operaciones técnicas de CENGICAÑA dieron inicio en 1992, fue en el Plan Estratégico 1995-2000, donde se priorizaron los programas y proyectos de investigación que deben ser ejecutados por CENGICAÑA, para ello se establecieron las líneas de investigación, que fueron definidas en forma global por Junta Directiva de CENGICAÑA, Comité Técnico Asesor (Gerentes Agrícolas de los Ingenios), y personal profesional de CENGICAÑA, las cuáles fueron avaladas por la Junta Directiva de la Asociación de Azucareros de Guatemala.

Es importante enfatizar que las prioridades pueden variar en tiempo, ya que indudablemente los factores tecnológicos de producción son dinámicos. Para los fines del presente estudio, se tomó de referencia la priorización de líneas de investigación efectuada por los técnicos de los ingenios de Guatemala, en la presentación de resultados que hizo CENGICAÑA en Agosto 1997. (Cuadro 5). La de mayor prioridad es la número 1, y la de más baja prioridad es la número 10.

En dicho cuadro no se incluyen 2 líneas de trabajo, ya que conceptualmente no se consideran líneas de investigación, ellas son:

- a) Establecimiento de la Red Meteorológica
- b) Análisis de información de cosecha mecanizada

Cuadro 5

Priorización líneas de investigación de CENGICAÑA

LINEAS DE INVESTIGACIÓN	PRIORIDAD	PROGRAMA RESPONSABLE
Proporcionar variedades necesarias.	1	VARIEDADES
Reducción de plagas y enfermedades a niveles que no causen daño económico.	2	
Determinar niveles económicos adecuados para el uso del riego.	3	AGRONOMÍA
Determinar el uso adecuado de fertilizantes/ambiente.	4	
Determinar el manejo eficiente del suelo	5	
Reducir las pérdidas post-cosecha	6	
Establecer recomendaciones apropiadas para el uso de madurantes.	7	
Establecer modelos para el uso racional de las labores de campo por ambiente.	8	

Fuente: Elaboración Propia con base a la presentación de resultados anuales de CENGICAÑA, en agosto 1997.

Operativamente para cada una de las líneas de investigación se implementó un proyecto de investigación, y dependiendo de la complejidad de cada uno de ellos se han subdividido en varios sub-proyectos.

Dado que el presente estudio buscó determinar la rentabilidad de las inversiones en investigación, únicamente se consideraron los proyectos que tienen relación directa con la obtención de productos tecnológicos. Sin embargo, se reconoce que la obtención del nuevo conocimiento, su transferencia y adopción no se puede dar en forma aislada, sino que requiere el esfuerzo de varias disciplinas científicas dentro los cuales se pueden mencionar: Fitomejoramiento, Biotecnología, Fitopatología, Entomología, Edafología, Riegos, Agrometeorología, Fitotecnia, Química, Economía y Bibliotecología

6.1 DETERMINACIÓN DE COSTOS

El período de análisis de la presente investigación principia el 1o. de Enero de 1992, y su proyección finaliza el 31 de Diciembre de 2007 (16 años).

Hasta 1996 CENGICAÑA únicamente contaba con información de contabilidad general, es decir control de gastos por naturaleza; fué necesario para el presente estudio estructurar una nomenclatura contable que permitiera llevar un control por destino del gasto, implementando una contabilidad de costos.

Con los resultados obtenidos de la contabilidad de costos del período fiscal-contable del 1o. de Noviembre de 1996 al 31 de Octubre de 1997, se proyectaron los porcentajes de asignación de costos hacia el período 1992-1996 y al período 1997-2007. (Cuadro 6).

Con la intención de facilitar la interpretación de los resultados, se realizó el análisis de costos para cada uno de los 8 proyectos de investigación establecidos en el Plan Estratégico 1995-2000, los que permitirán generar productos tecnológicos que mejoren la productividad del cultivo de la caña de azúcar en Guatemala.

Los proyectos de investigación evaluados fueron:

PROGRAMA DE VARIEDADES

1. Desarrollo y Manejo Varietal.
2. Reducción de plagas y enfermedades a niveles que no causen daño económico.

PROGRAMA DE AGRONOMÍA

1. Determinar niveles económicos adecuados para el uso del riego.
2. Determinar el uso adecuado de fertilizantes por ambiente.
3. Determinar el manejo eficiente del suelo.
4. Reducir las pérdidas Post-cosecha.
5. Establecer recomendaciones apropiadas para el uso de madurantes.
6. Establecer modelos para el uso racional de las labores de campo por ambiente.

Posteriormente con cada uno de los científicos especialistas de CENGICAÑA se determinó en que porcentaje los esfuerzos que se realizan en cada una de las áreas, contribuyen al logro de los resultados en cada proyecto de investigación. En el cuadro 7 se observa la ponderación de los costos según cada área y proyecto de investigación, para los tres tipos de gastos: a) Funcionamiento b) Inversión y c) Financieros.

Los criterios utilizados para la Proyección Costos de Investigación en CENGICAÑA, para el período 1999-2007 fueron:

Costos de Funcionamiento:

Se tomó de referencia los costos incurridos en 1997/1998 los que ascendieron a Q 7.4 millones, a partir de allí se consideró un rango del 5-10% de incremento anual por ajuste presupuestario.

Costos de Inversión:

El promedio de costos de inversión de 1992 a 1997 fue de Q 1 millón; de igual forma lo ejecutado del año fiscal 1997/98 fue de Q 1 millón; por consiguiente se proyectará hasta el año 2007 Q 0.5-1 millón en inversiones principalmente para renovación de activos.

Costos Financieros:

Al final del año 1998 se estima una deuda bancaria consolidada de 5.6 millones, y se proyecta amortizar Q 2 millones anuales a capital y pagar intereses bancarios del 15% anual.

Cuadro 6

PORCENTAJE DE ASIGNACIÓN DE COSTOS POR PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

No.	Proyecto de Investigación	Porcentaje de Asignación			Promedio
		Funcionamiento	Inversión	Financiero	
1	Desarrollo y Manejo Varietal	31	34	32	32
2	Reducción de plagas y enfermedades a niveles que minimicen el daño económico	16	16	16	16
3	Determinar niveles económicos adecuados para el uso del riego	13	13	13	13
4	Determinar el uso adecuado de fertilizantes por ambiente.	12	12	12	12
5	Determinar el manejo eficiente del suelo.	9	9	9	9
6	Reducir las pérdidas post-cosecha.	3	2	3	3
7	Establecer recomendaciones apropiadas para el uso de madurantes.	8	7	7	7
8	Establecer modelos para el uso racional de las labores de campo por ambiente.	8	7	8	8
Total %		100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia con base a ejecución presupuestaria 1996/1997 y datos de los especialistas de CENGICAÑA.

Cuadro 7

**COSTOS DE INVESTIGACIÓN
PERIODO 1992 - 2007
(millones de quetzales)**

AÑO²⁵	FUNCIONAMIENTO	INVERSIÓN	FINANCIERO	TOTAL
1992	1.390	1.682	0.000	3.072
1993	4.082	1.052	0.000	5.134
1994	4.274	0.794	4.234	9.302
1995	4.222	0.449	0.000	4.671
1996	5.323	1.317	4.710	11.350
1997	6.865	1.358	3.259	11.482
1998	7.364	0.994	2.912	11.270
1999	7.800	0.800	2.850	11.450
2000	8.350	0.700	2.500	11.550
2001	8.800	0.900	1.850	11.550
2002	9.500	1.000	0.00	10.500
2003	10.000	1.000	0.000	11.000
2004	10.500	0.500	0.00	11.000
2005	10.500	0.500	0.00	11.000
2006	10.500	0.500	0.00	11.000
2007	10.500	0.500	0.00	11.000

Fuente: Elaboración propia con base a ejecuciones presupuestarias 1992-1998, y proyección 1999-2007.

²⁵ Los valores de 1992 a 1998 son datos reales y de 1999 a 2007 son datos estimados

6.2 DETERMINACIÓN DE BENEFICIOS

Partiendo de los proyectos de investigación, y tomando en consideración que la meta fundamental de CENGICANA consiste en proveer de productos tecnológicos para mejorar la productividad del cultivo de la caña de azúcar en Guatemala, se utilizó el siguiente procedimiento:

6.2.1 Entrevistas con los Especialistas:

Se llevaron a cabo reuniones con cada uno de los especialistas de las diferentes áreas para establecer de acuerdo a su experiencia y metas fijadas cuáles han sido los beneficios obtenidos en términos monetarios en el período 1992-1998, y cuales de acuerdo al avance que tiene cada área se puede proyectar hacia el año 2007.

Se enfatizó en la necesidad de diferenciar aquellos beneficios que son exclusivamente debido al esfuerzo de CENGICANA, ya que en aspectos de desarrollo tecnológico existen otras fuentes de nuevos conocimientos.

Todos los especialistas de las áreas expresaron los beneficios de cada uno de sus proyectos de investigación en tres escenarios: Optimista, el Promedio y el Pesimista. En términos porcentuales de probabilidades de éxito corresponde al 85%, 60% y 35% respectivamente.

6.2.2 Estandarización de la captura de Información

Para uniformizar la información de cada especialista se elaboró un formato que fue llenado por cada investigador. Ver anexo 4.

6.2.3 Aportes Tecnológicos de los Proyectos

Al efectuarse un análisis específico de los proyectos ejecutados por el Programa de Agronomía se pudo constatar de que no existen acciones concretas en dos proyectos: 1) El uso y Manejo Eficiente del Suelo 2) Modelos para el uso racional de las labores de campo por ambiente. Por dicha razón, se consideró operativamente conveniente integrar estos proyectos a otros afines a la actividad, por tal motivo el de uso del suelo se unió al uso óptimo de fertilizantes, y el de secuencia de labores a madurantes. Por ello finalmente se analizaron 6 proyectos de investigación, 2 en el Programa de Variedades, 3 en el Programa de Agronomía y 1 en el área de Química.

A continuación se describe en forma resumida el procedimiento utilizado para determinar los beneficios económicos de cada uno de los proyectos basado fundamentalmente en sus respectivos aportes tecnológicos debidamente monetarizados.

6.2.3.1 Desarrollo y manejo varietal.

El impacto económico del proyecto de desarrollo y manejo varietal tiene básicamente 2 fuentes principales:

1. Recuperación del azúcar en el último tercio de la zafra (abril-mayo)

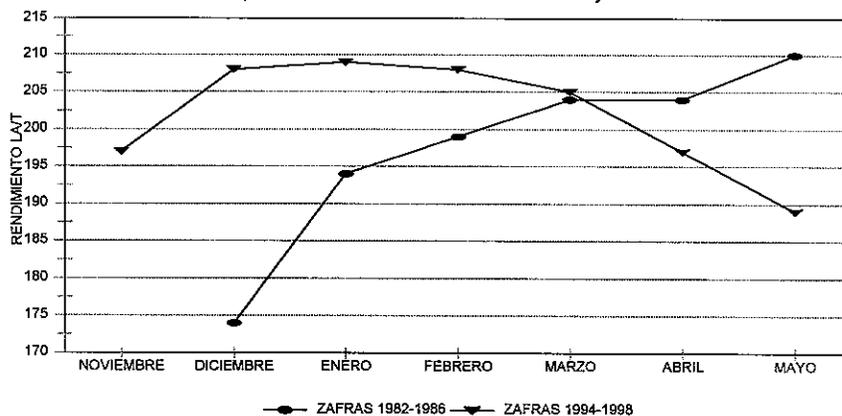
El rendimiento en lbs. de azúcar/tonelada de caña se ha visto disminuido en los meses de abril-mayo en las zafras recientes (1994-1998) comparativamente con el rendimiento observado en las zafras de la década de 1980 (1982-86).

En forma general es posible recuperar 7 libras azúcar/tonelada de caña para el mes de abril, y 21 libras azúcar/tonelada de caña para el mes de mayo; es decir pasar de 197 a 204 libras en abril y de 189 a 210 libras en mayo.

Lo anterior se logra efectuando una modificación a la composición varietal, sembrando variedades tardías que permitan tener la madurez apropiada para los meses de abril y mayo.

En la figura número 5 y cuadro número 8 se puede observar en forma gráfica y analítica el efecto de la recuperación del azúcar.

Figura 5
Recuperación de azúcar meses abril-mayo



Fuente: Elaboración propia con base a información de ASAZGUA.

Cuadro 8

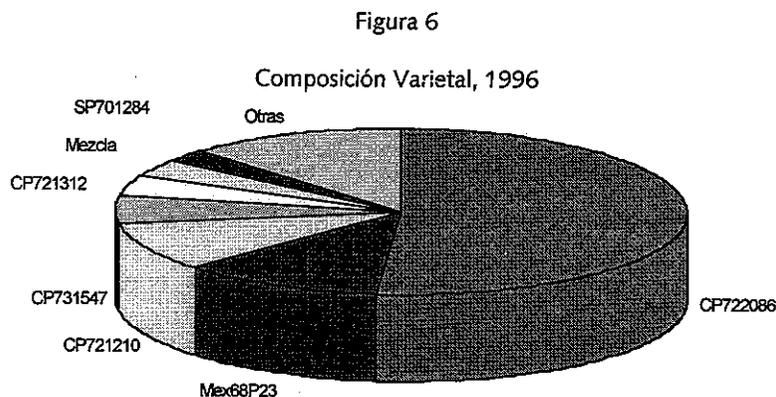
Rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña por mes de zafra

MES	ZAFRAS 1982-1986 (A)	ZAFRAS 1994-1998 (B)	DIFERENCIA B-A
NOVIEMBRE	---	197	
DICIEMBRE	174	208	34
ENERO	194	209	15
FEBRERO	199	208	9
MARZO	204	205	1
ABRIL	204	197	-7
MAYO	210	189	-21

Fuente: Elaboración propia con base a información del Programa de Variedades de CENGICAÑA.

2. Mejorar composición varietal para los meses de noviembre a marzo

Como puede observarse en la figura 6, más del 50% del área sembrada con caña de azúcar tiene la variedad CP-722086, la cual es una variedad temprana.



Fuente: Elaboración propia con base a información del Programa de Variedades de CENGICAÑA.

Mediante el proyecto de desarrollo y manejo varietal se persigue modificar la composición varietal, con lo cual se estima reducir un 5% de pérdidas de azúcar, lo cual implicaría incrementar en aproximadamente 1,249,174 qq de azúcar en cada zafra para el total del período noviembre marzo.

En el anexo 5 se encuentra la hoja de cálculo que permitió cuantificar los beneficios económicos incrementales atribuibles al proyecto de desarrollo y manejo varietal.

El principal efecto del desarrollo de variedades está orientado a la generación de variedades tardías que eviten la disminución del rendimiento de azúcar en el último tercio de la zafra, es decir en los meses de Abril y Mayo respectivamente.

Las variedades tardías tienen un incremento en rendimiento en el mes de abril de 7 lbs/tonelada de caña y en el mes de Mayo de 20.75 lbs/tonelada de caña. En el mes de abril, se muele en total 2,125,386 toneladas de caña, y en el mes de mayo se muelen 906,583 toneladas de caña.

Al multiplicar las toneladas de caña molida por el incremento en libras de azúcar por tonelada, se obtiene el incremento en términos de azúcar, los cuáles se expresan en quintales de azúcar, obteniéndose 148,177 qq para el mes de abril y 188,116 qq para el mes de mayo, obteniéndose un total incremental de 336,893 quintales de azúcar.

Para cuantificar en términos monetarios el incremento en azúcar, se multiplicó dicho incremento por una tasa de adopción, por un porcentaje de participación institucional y por el precio ponderado del año correspondiente. Para el caso específico del año 1999, se consideró el 15% de tasa de adopción, 50% de participación institucional y un precio ponderado de Q 84/qq.

Al multiplicar 336,893 qq x 0.15 x 0.5 x 84 nos da un resultado de Q 2,122,426 que es el beneficio económico para el año 1999.

El procedimiento anteriormente indicado, se utilizó para el cálculo de los beneficios económicos de todos los años incluidos en el presente estudio, y cuyos resultados se visualizan en el anexo 5.

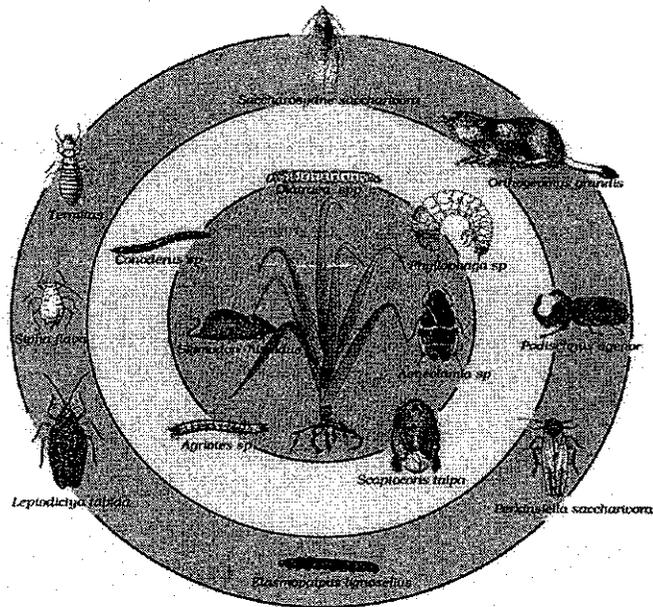
6.2.3.2 Reducción de plagas y enfermedades a niveles que minimicen el daño económico

En este proyecto se pretende reducir los niveles de daño de las plagas y enfermedades principales que afectan a la caña de azúcar, en la figura 7 se observan las principales plagas y para el caso del presente estudio se consideraron las reducciones de pérdidas de las principales plagas:

- a) Chinche Salivosa
- b) Barrenadores
- c) Ratas
- d) Plagas de la raíz

Figura 7

Principales plagas que afectan a la caña de azúcar en Guatemala

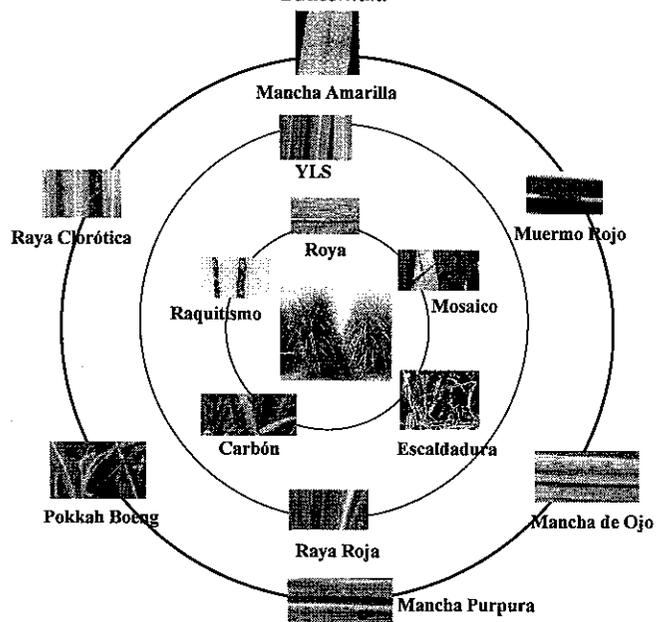


Fuente: Area de Entomología, CENGICAÑA.

Los beneficios económicos para el lado de las enfermedades se integraron en el proyecto de desarrollo y manejo varietal, sin embargo en la figura 8 se pueden observar las principales enfermedades que afectan a la caña en Guatemala.

Figura 8

Principales enfermedades que afectan a la caña de azúcar en Guatemala



Fuente: Area de Fitopatología, CENGICAÑA.

Para determinar el impacto económico del manejo integrado de plagas, se consideraron aquellas plagas de mayor importancia económica en el cultivo de la caña de azúcar, es decir: a) Chinche salivosa b) Barrenadores c) Ratas d) Plagas de la raíz.

En el anexo 5 se observa la hoja de cálculo de los beneficios económicos de cada uno de los proyectos de manejo integrado de cada una de las cuatro plagas.

Para el caso de chinche salivosa, y tomando de referencia el año 1996, se determinó que la tecnología MIP se había adoptado en 5000 hectáreas,

y cada hectárea tiene un incremento de 5 toneladas por efecto MIP, luego se multiplica por el rendimiento promedio de 2.2 qq/tonelada lo que equivale a 55,000 qq de azúcar de incremento, multiplicados por el precio ponderado de Q 94/qq nos da un beneficio bruto de Q 5,170,000; a éste valor se le restan los costos de implementación de la tecnología que fué de Q 2,730,000, con lo cuál se obtiene un beneficio económico neto de Q 2,440,000. Finalmente éste valor se multiplica por la participación institucional que se estableció en el 35% con lo cuál el beneficio atribuible a CENGICAÑA es de Q 854,000.

En el caso de barrenadores se estima que hasta el año 2000 se tendrán beneficios, los cuáles se estiman en 4.5 qq por hectárea. Para un área de 10,000 hectáreas se estima un incremento de 45000 quintales, multiplicado por el precio ponderado de Q 86/qq nos da un incremento bruto de Q 3,870,000. A esto se le resta el costo del MIP barrenadores que es de Q 2,308,900, lo cuál nos da un beneficio neto de Q 1,561,100, que finalmente se multiplican por 35% que es el porcentaje de participación institucional, dando un beneficio económico atribuible a CENGICAÑA de Q 546,385.

Para el caso de MIP en ratas, se determinó un incremento en tonelaje de 2.8 toneladas por hectárea, y para el caso de 1997 se tenían 10,000 hectáreas adoptadas es decir un incremento total de 28,000 toneladas por 2.2 qq de azúcar por tonelada no da un incremento en qq de azúcar de 61,600 multiplicados por el precio ponderado para dicho año que fué de Q 81/qq nos da un beneficio bruto de 4,989,600; a esto se le resta los costos de implementar dicha tecnología lo cuál asciende a 2,771,400, lo que nos da un beneficio neto de Q 2,218,200 por el factor del 40% de participación institucional, se obtiene un beneficio económico atribuible a CENGICAÑA de Q 887,280.

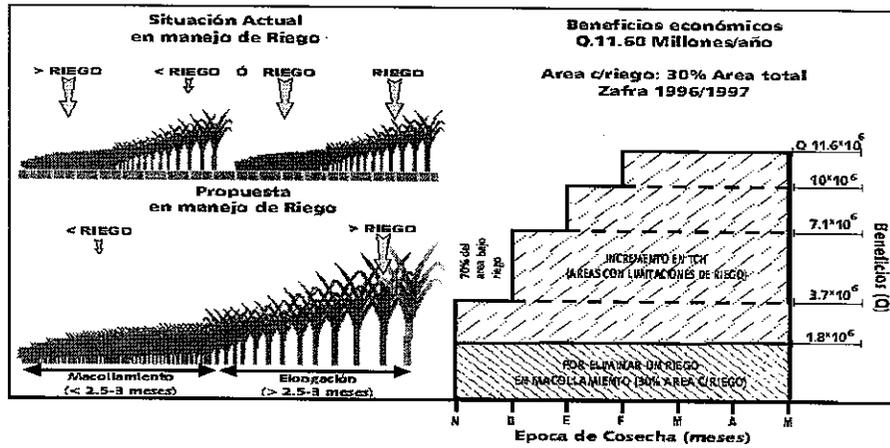
Para el caso de MIP en plagas de la raíz se puede visualizar la hoja de cálculo en el anexo 5.

6.2.3.3 Determinar niveles económicos adecuados para el riego

Este proyecto orienta sus productos tecnológicos mediante la vía del uso eficiente del agua para riego, en la figura 9 se visualiza en términos generales la propuesta de CENGICAÑA que básicamente consiste en colocar menos riego en la época de macollamiento (< 2.5 - 3 meses de edad) y mayor riego en la época de elongación (> 2.5 - 3 meses de edad).

Figura 9

Impacto económico del uso óptimo del agua



Fuente: Area de suelo y agua, CENGICAÑA.

El proyecto Uso Óptimo del agua está conformado por los sub-proyectos: Requerimiento de Riego, Riego de Germinación, Fertirrigación y Riego por surco alterno. Los beneficios económicos de estos sub-proyectos son obtenidos mediante la vía de reducción de costos, y únicamente en el caso del sub-proyecto Requerimientos de Riego existe incremento de producción.

En el anexo 5 se visualiza las correspondientes hojas de cálculo de los beneficios económicos de este proyecto.

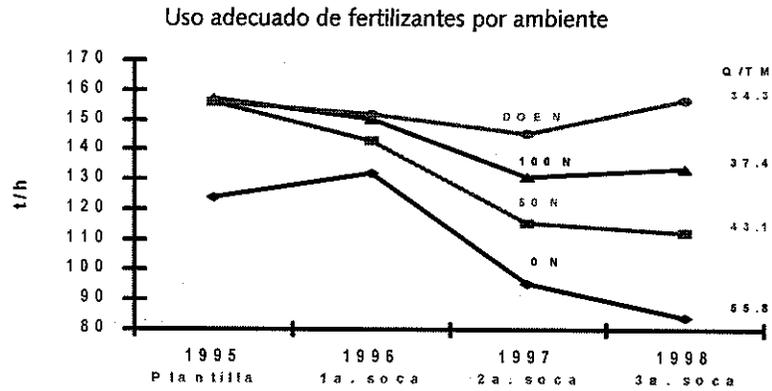
6.2.3.4 Determinar el uso adecuado de fertilizantes por ambiente y el manejo eficiente del suelo

En este proyecto se encuentran en ejecución varios sub-proyectos, cuya finalidad está orientada al uso óptimo de los fertilizantes y el suelo.

Se incluyen entre otros la fertilización fosforada, nitrogenada en plantillas y socas.

En la figura 10 se observa la evaluación de respuestas de N en 4 cortes de la variedad CP-722086 en un suelo tipo mollisol (2% de materia orgánica).

Figura 10



Fuente: Area de Edafología, CENGICAÑA.

El proyecto tiene en ejecución catorce sub-proyectos y la forma de obtención de los beneficios económicos de cada uno de dichos sub-proyectos se puede observar con mayor detalle en el anexo 5.

6.2.3.5 Reducir las pérdidas post-cosecha

Este proyecto propone elementos operativos que permitan reducir los tiempos de entrega desde la quema del cañal, corte, transporte y molienda en el ingenio.

Existe una relación inversamente proporcional entre el tiempo de entrega y el rendimiento tal y como puede observarse en el cuadro número 9.

Cuadro 9

Tiempo de entrega y su impacto en el rendimiento

PAIS	RENDIMIENTO %	TIEMPO DE ENTREGA hrs
Australia	13.60 (90/94)	18
Colombia	11.62 (96/97)	30
México	10.93 (97/98)	40
Guatemala	10.14 (97/98)	48

Fuente: Area de Química, CENGICAÑA.

En el anexo 5 se observa la hoja de cálculo para determinar los beneficios económicos de este proyecto. Tomando de referencia el año 1999 se estableció un techo de adopción de 9,000,000 de toneladas métricas, y una tasa de adopción del 10%, una participación institucional de 10% lo cual implica un incremento en qq de azúcar de 2,160 que multiplicados por el precio ponderado para dicho año de Q.84.00 se obtiene un beneficio económico de Q,181,440.

- 6.2.3.6 Establecer recomendaciones apropiadas para el uso de madurantes y establecer modelos para el uso racional de las labores de campo por ambiente.

El uso de madurantes se ha venido incrementando en la zona cañera guatemalteca desde 1992 y a 1998 se tiene una aplicación de madurante en 90,000 has, que representa el 50% del área cultivada con caña de azúcar en Guatemala.

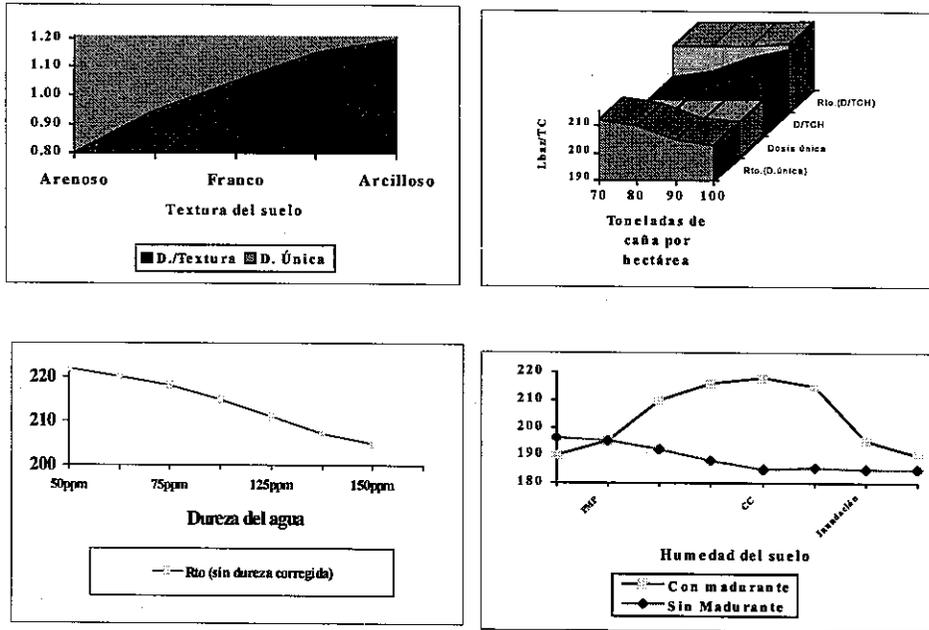
En la figura 11 se observan algunas recomendaciones técnicas para el uso adecuado de los madurantes.

En términos generales se pueden lograr incrementos en rendimiento de 10-15 lbs de azúcar por tonelada de caña.

La tecnología de madurantes se ha venido utilizando a partir de 1992, y su objetivo consiste en acelerar la maduración de la caña que va ser cosechada en las primeras semanas de la zafra. Normalmente se aplica el madurante durante el mes de septiembre en aquellas plantaciones que cosecharán en las próximas 8-10 semanas, es decir en la primera quincena de noviembre, que es el inicio de zafra en Guatemala.

Figura 11

Recomendaciones para el uso de madurantes



Fuente: Area de Fitotecnia, CENGICAÑA.

La dosis que se aplica de madurante depende de varios factores entre los cuáles se pueden mencionar: a) textura del suelo b) dureza del agua c) humedad del suelo d) biomasa (producción/hectárea).

En el anexo 5 se puede observar la hoja de cálculo utilizada para la determinación de los beneficios económicos de la tecnología de madurantes.

Se estableció que en promedio el rendimiento de azúcar por tonelada producida de caña sin madurante es de 200 lbs; pero al agregar madurante con las recomendaciones apropiadas se puede lograr incrementos hasta 20 lbs de azúcar por tonelada. Para los efectos de cálculo de los beneficios se estableció que de 1992 a 1997 se logró incrementos de 10 lbs de azúcar por tonelada, y de 1998 a 2007 se estimó incrementos de 15 lbs de azúcar por tonelada de caña. Se estableció los costos de aplicación en términos de lbs de azúcar, las cuáles se le restaron al incremento absoluto, teniendo las libras netas de incremento por tonelada de caña.

La producción promedio por hectárea considerada para el cálculo de las libras incrementadas por hectárea fue de 85 toneladas de producción por hectárea.

El área en la cuál se utiliza dicha tecnología fue en incremento desde el año de 1992, en donde únicamente se utilizaba en 8,500 hectáreas; hasta llegar a un techo máximo que se logrará a partir de 1999 estimado en 100,000 hectáreas.

Las hectáreas de aplicación de madurante se multiplicaron por las libras netas por hectárea, luego se multiplicaron por el factor de participación institucional que fue definido en el 15%, esto se convirtió en qq de azúcar total y luego se multiplicó por el precio ponderado de cada año, obteniéndose de esta manera el beneficio económico de cada año.

Para el caso del año de 1992, se aplicó la tecnología en 8,500 hectáreas; el incremento en libras netas fue de 7.15 lbs de azúcar/tonelada de caña y la producción promedio fue de 85 toneladas de caña por hectárea. Al multiplicar por el 15% de participación institucional, nos da que los qq de incremento de azúcar fueron de 7,748.81 y para monetizar los beneficios se multiplicó por el precio ponderado de Q 67/qq dando un beneficio económico de Q 519,170.

6.2.4 Integración de la Información:

Para el cálculo de los beneficios se utilizó la estructura del precio del azúcar que se observa en el cuadro 10.

Cuadro 10

ESTRUCTURA DEL PRECIO DEL AZUCAR
QUETZALES/gg
(Período 1992-2007)

AÑO	PRECIO (Q/gg)			% PRODUCCION			PRECIO PONDERADO Q/gg
	NAC	MUND	EEUU	NAC	MUND	EEUU	
1992	93.90	48.09	104.03	34	60	6	67
1993	101.64	56.82	109.50	34	64	2	73
1994	101.24	67.12	112.83	30	66	4	79
1995	115.32	62.60	114.56	31	61	8	83
1996	155.00	66.40	120.22	27	66	7	94
1997	155.00	52.08	124.00	25	70	5	81
1998	155.00	52.08	124.00	25	70	5	81
1999	162.75	52.08	127.72	25	70	5	84
2000	170.89	52.08	131.55	25	70	5	86
2001	179.43	52.08	135.50	25	70	5	88
2002	188.70	52.60	139.56	25	70	5	91
2003	198.14	53.13	143.75	25	70	5	94
2004	208.05	53.66	148.06	25	70	5	97
2005	218.45	54.20	152.51	25	70	5	100
2006	229.37	54.74	157.09	25	70	5	104
2007	240.84	55.29	161.80	25	70	5	107

Fuente: Elaboración propia con base a datos reales 1992-1998 y proyecciones 1999-2007.

Con la información proporcionada por cada especialista en el anexo 4 se procedió a la elaboración de un cuadro resumen que expresa los beneficios económicos de cada proyecto de investigación durante el período 1992-2007. Cuadro 11.

De igual forma en el cuadro 12 se puede observar los costos de la investigación para cada uno de los proyectos para el mismo período 1992-2007

Cuadro 11

BENEFICIOS DE LA INVESTIGACION
CENGICAÑA
PERIODO 1992-2007
(miles de quetzales corrientes)

Nº.	LINEA DE INVESTIGACION	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TOTAL
1	DESARROLLO Y MANEJO VARIETAL	0	0	0	0	0	0	0	2,122	20,460	39,645	60,351	82,329	105,987	125,270	147,433	151,685	738,886
2	REDUCCIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES A NIVELES QUE NO CAUSEN DAÑO ECONÓMICO	0	0	0	0	4,692	3,833	9,513	13,934	13,808	13,697	13,700	13,951	14,175	14,800	15,568	15,256	146,947
3	DETERMINAR NIVELES ECONÓMICOS ADECUADOS PARA EL USO DEL RIEGO	0	0	0	0	0	0	133	494	833	1,488	2,237	3,554	5,122	8,015	12,365	16,126	50,367
4	DETERMINAR EL USO ADECUADO DE FERTILIZANTES/AMBIENTE Y MANEJO DEL SUELO	0	0	0	405	837	947	1,154	3,275	6,826	11,939	16,622	20,920	24,455	28,645	32,825	36,003	184,853
5	REDUCIR LAS PÉRDIDAS POST-COSECHA	0	0	0	0	0	0	0	184	372	570	786	1,015	1,257	1,512	1,757	2,060	9,573
6	ESTABLECER RECOMENDACIONES APROPIADAS PARA EL USO DE MADURANTES Y SECUENCIA DE LABORES	919	2,194	3,133	3,927	7,541	6,535	11,293	12,802	12,829	12,903	12,937	12,884	12,800	12,750	12,597	12,278	149,972
	TOTAL	919	2,194	3,133	4,332	13,070	11,315	22,093	32,861	55,128	80,246	106,633	134,653	163,396	194,992	222,505	233,428	1,280,596
	TOTAL ACUMULADO	919	2,713	5,846	10,178	23,248	34,563	56,656	89,517	144,645	224,891	331,524	466,177	629,573	824,565	1,047,170	1,280,596	

Fuente: Elaboración propia con base a información de técnicos de CENGICAÑA responsables de los proyectos de investigación.

Cuadro 12

**COSTOS DE LA INVESTIGACION
CENGICAÑA
PERIODO 1992-2007
(miles de quetzales en precios nominales)**

No.	UNEA DE INVESTIGACION	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TOTAL
1	DESARROLLO Y MANEJO VARIETAL	983	1,643	2,977	1,485	3,632	3,674	3,606	3,664	3,696	3,696	3,360	3,520	3,520	3,520	3,520	3,520	60,026
2	REDUCCIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES A NIVELES QUE NO CAUSEN DAÑO ECONÓMICO	492	621	1,488	747	1,816	1,837	1,838	1,832	1,848	1,848	1,680	1,780	1,760	1,760	1,760	1,760	25,012
3	DETERMINAR NIVELES ECONÓMICOS ADECUADOS PARA EL USO DEL RIEGO	389	667	1,209	607	1,476	1,483	1,465	1,489	1,502	1,502	1,365	1,430	1,430	1,430	1,430	1,430	20,324
4	DETERMINAR EL USO ADECUADO DE FERTILIZANTES/AMBIENTE Y MANEJO DEL SUELO	645	1,078	1,953	981	2,384	2,411	2,366	2,405	2,426	2,426	2,205	2,310	2,310	2,310	2,310	2,310	32,830
5	REDUCIR LAS PÉRDIDAS POST-COSECHA	92	154	275	140	341	344	338	344	347	347	315	330	330	330	330	330	4,691
6	ESTABLECER RECOMENDACIONES APROPIADAS PARA EL USO DE MADURANTES Y SECUENCIA DE LABORES	401	770	1,395	701	1,703	1,723	1,691	1,718	1,733	1,733	1,575	1,660	1,660	1,660	1,660	1,660	23,453
	TOTAL	3,072	5,134	9,302	4,671	11,350	11,482	11,270	11,450	11,560	11,560	10,600	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	156,331
	TOTAL ACUMULADO	3,072	8,206	17,508	22,179	33,529	45,011	56,281	67,731	79,281	90,831	101,331	112,331	123,331	134,331	145,331	156,331	

Fuente: Elaboración propia con base a ejecución presupuestaria 1992-1998 y proyección 1999-2007.

6.3 CALCULO DE RENTABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Para medir la rentabilidad de la inversión en investigación agrícola realizada por CENGICAÑA se usará la técnica del flujo de caja descontado y el método de imputación contable del excedente económico.

Como herramienta auxiliar para el cálculo de la rentabilidad y otros criterios financieros como el Valor Actual Neto y Beneficio Costo se utilizará los paquetes de cómputo denominados: a) CASH FLOW, desarrollado por el departamento de recursos forestales de la Universidad de Minnesota, EE.UU. y b) EVALTEC, desarrollado por el EMBRAPA de Brasil²⁶.

²⁶Rodríguez, E. y Dias, A. *Manual del Software Evaltec, Versión 1.0 Programa de Informática para la evaluación económica de la tecnología agropecuaria*. IICA. Costa Rica. (1996). 66 p.

Con los valores obtenidos de Costos y Beneficios para cada proyecto de investigación para el período 1992-2007 se procedió al cálculo de la rentabilidad que incluyó la determinación de las variables financieras siguientes:

2. Beneficio-Costo
3. Tasa Interna de Retorno
4. Valor Actual Neto.

Para ello se menciona en términos generales los conceptos utilizados en el presente trabajo de investigación.

A. Técnica de flujos de fondo actualizado

"Análisis Financiero basado en los costos y beneficios incrementales netos, que constituyen el Flujo de Fondos incremental".

B. Software Evaltec

Evaluación Económica de Tecnologías Agropecuarias, diseñado por EMBRAPA, Brasil para evaluar el impacto económico de la investigación Agrícola.

C. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Es la utilidad generada por un proyecto a valores actuales, se trata del valor actual de los beneficios menos el valor actual de los costos de un Proyecto.

D. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Es la tasa máxima de interés que puede pagar un Proyecto por los recursos utilizados si se desea que el proyecto recupere su inversión y los gastos de operación y de todos modos termine sin pérdidas y ganancias, (VAN = 0).

E. BENEFICIO COSTO (B/C)

Es el valor actual de la corriente de beneficios divididos por el valor actual de la corriente de costos.

F. CRITERIOS DE ACEPTACION

VAN	>	0
TIR	>	Tasa de Descuento
B/C	>	1

El VAN es el criterio preferido de selección para opciones que se excluyan mutuamente.

G. SUPUESTOS

- G.1 El área sembrada con Caña de Azúcar no se incrementara de 1999 - 2007.
- G.2 Se utilizó precios ponderados en Q/qq de Azúcar de los tres mercados: INTERNO, EE.UU Y EL MUNDIAL.
- G.3 Tasa de descuento 10 %
- G.4 Participación Institucional del 10% al 30% dependiendo de la tecnología generada.

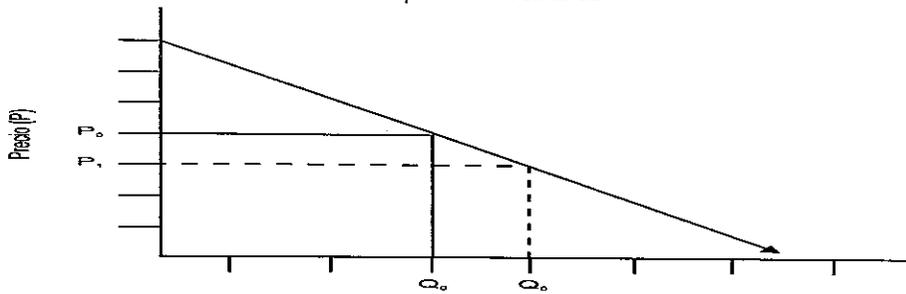
En el método de imputación contable del excedente económico se utilizan los siguientes conceptos:

a) Curva de Demanda:

Muestra la relación existente entre la cantidad que se demanda de cierto bien y su precio por unidad. Típicamente la curva de demanda se muestra -con el precio en el eje vertical y la cantidad (total) demandada en el eje horizontal- inclinada hacia abajo, de izquierda a derecha, para indicar que la cantidad demandada aumenta, conforme el precio por unidad disminuye (ver figura 12).

Figura 12

Curva típica de la demanda



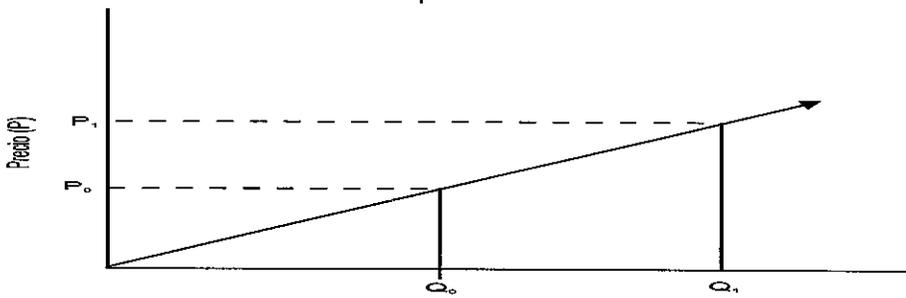
Fuente: Elaboración propia, con base teórica generalmente aceptada.

b) **Curva de Oferta:**

Muestra la relación existente entre la cantidad (total) ofrecida (por productores) y el precio de cierto bien por unidad. Se muestra -con el precio en el eje vertical y la cantidad ofrecida en el eje horizontal- como una curva inclinada hacia arriba, de izquierda a derecha, para indicar que la cantidad ofrecida aumenta conforme el precio unitario del bien en cuestión aumenta (ver figura 13).

Figura 13

Curva típica de la oferta

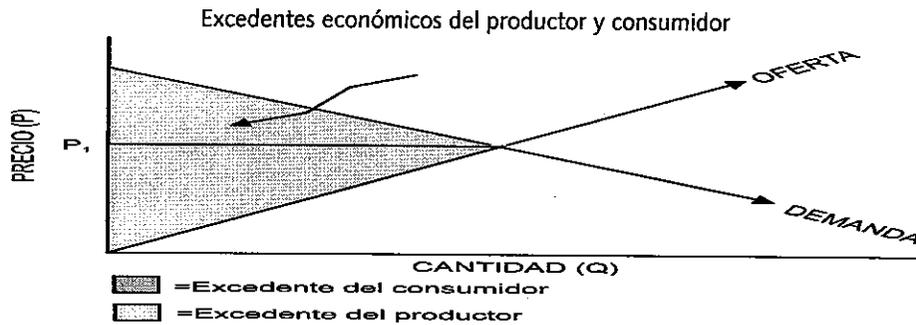


Fuente: Elaboración propia, con base teórica generalmente aceptada.

c) **Excedente del Consumidor:**

Comúnmente se refiere al área debajo de la curva de demanda y arriba del precio, es una medida del beneficio neto que obtiene un consumidor al adquirir un bien a determinado precio. Este concepto es utilizado en el análisis de costo-beneficio, como una medida aproximada de cambio en el bienestar del consumidor (ver figura 14).

Figura 14



Fuente: Elaboración propia, con base teórica generalmente aceptada.

Cuando un consumidor adquiere cierta cantidad de un bien a determinado precio, él está dispuesto a pagar más, que el precio que de hecho paga, por las cantidades inferiores a la adquirida. Entonces el consumidor obtiene un beneficio al pagar un precio menor por las unidades iniciales de dicho bien. Este beneficio se representa por el área debajo de la curva de demanda y arriba del precio pagado.

d) **Excedente del Productor:**

Típicamente se representa por el área arriba de la curva de oferta y debajo del precio obtenido. El excedente es apropiado por los dueños de los factores de producción por obtener una mayor utilidad que el beneficio que estaban dispuestos a ceder (ver figura 14).

Modelo básico:

El modelo básico del excedente económico es la herramienta más comúnmente utilizada para evaluación de la investigación agrícola.

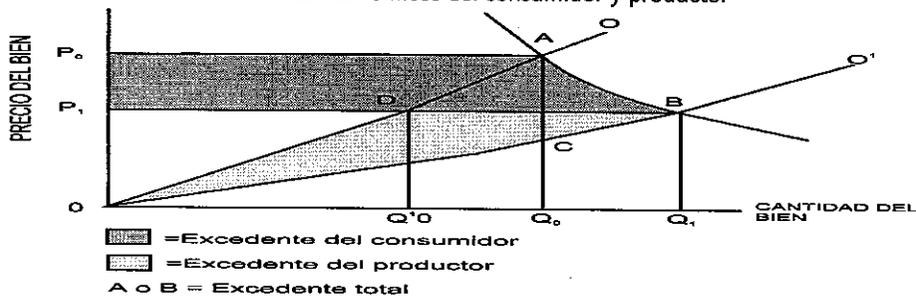
Para cualquier bien agrícola se supone que el cambio tecnológico, hecho posible por la investigación y extensión, traslada la curva de oferta de dicho bien a la derecha, tal como se muestra en la figura 15 (de OO a OO'). Este movimiento de la curva de oferta produce un cambio en el excedente del consumidor equivalente al área $PoABP1$. En el caso general, los consumidores se benefician del cambio tecnológico teniendo más a su disposición del bien a un menor precio. Los productores se pueden beneficiar por la reducción en los costos de producción.

El mismo movimiento anterior de la curva de oferta produce un cambio en el excedente del productor, equivalente al área BDO menos el área $PoABP1$. El cambio total en el excedente económico (excedente del consumidor más excedente del productor) es el área AOB , la cual constituye la ganancia social neta o beneficios como consecuencia de un cambio tecnológico particular. En este modelo básico, la cantidad del bien aumenta de Qo a $Q1$ y el precio declina del Po a $P1$.

Para estimar los beneficios de la investigación usando este enfoque, se requiere conocer cuánto o en qué magnitud el cambio técnico mueve la curva de oferta y también los parámetros de las curvas de oferta y demanda (elasticidades) del bien en cuestión. Luego se combinan los beneficios con los costos de la investigación (y extensión) para obtener así una razón beneficio-costos o una tasa interna de retorno en la forma convencional, después de lo cual será posible efectuar juicios acerca de la eficiencia del uso de los recursos usados en un programa de investigación.

Figura 15

Modelo básico para el análisis de la investigación agrícola usando el método de excedentes económicos del consumidor y productor



Fuente: Curso-Taller Regional IICA-BID, Actualización en Metodologías y Aplicaciones de Prioridades de Investigación Agropecuaria. (1995)

VII. RESULTADOS OBTENIDOS

7.1 ASIGNACIÓN PRESUPUESTARIA VERSUS PRIORIDADES DE LINEAS DE INVESTIGACIÓN

En el cuadro 13 se puede visualizar la relación existente entre las prioridades de los proyectos de investigación y la asignación de recursos financieros durante el período 1992- 2007.

Cuadro 13

Asignación presupuestaria y su relación con las prioridades de los proyectos de investigación

No.	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	COSTOS (millones Q)	PRIORIDAD ORIGINAL
1	Desarrollo y manejo varietal	50.026	1
2	Uso óptimo de fertilizantes y suelo	32.830	4
3	Reducción de plagas y enfermedades	25.012	2
4	Uso de madurantes y secuencia de labores	23.452	5
5	Uso óptimo de agua	20.324	3
6	Pérdidas post-cosecha	4.691	6

Fuente: Elaboración propia, con base a resultados de EVALTEC.

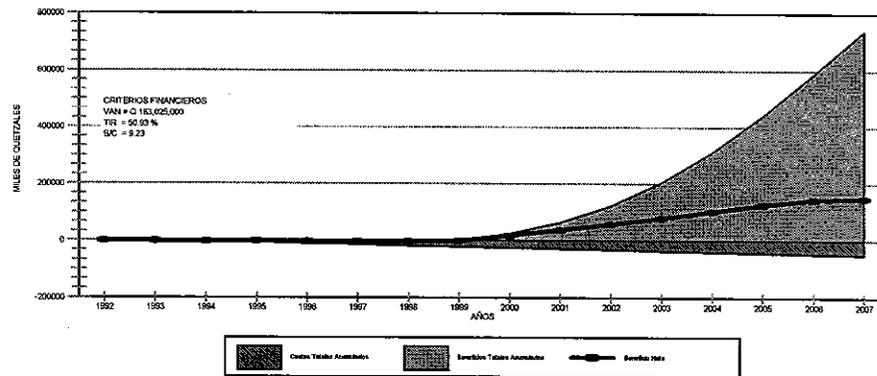
7.2 RENTABILIDAD FINANCIERA DE CADA PROYECTO DE INVESTIGACION

En las figuras 16-21 se observan los resultados obtenidos en cuanto a la rentabilidad de cada trabajo de investigación.

En la figura 22 se puede observar los resultados globales de CENGICAÑA

Figura 16

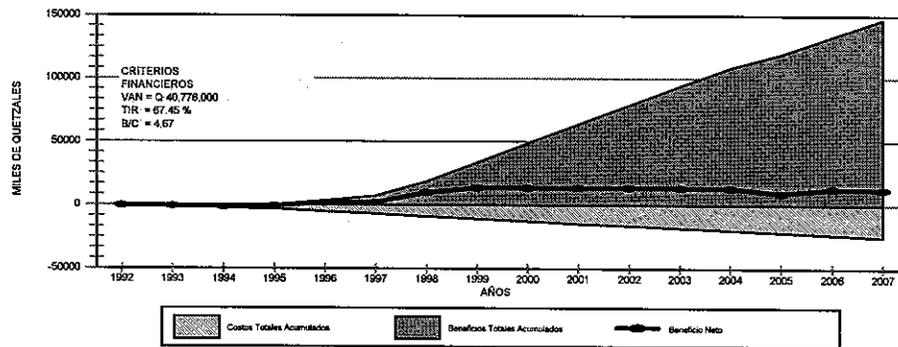
Análisis Financiero Proyecto: Desarrollo y Manejo Varietal CENGICAÑA



Fuente: Elaboración propia, con base a resultados de EVALTEC.

Figura 17

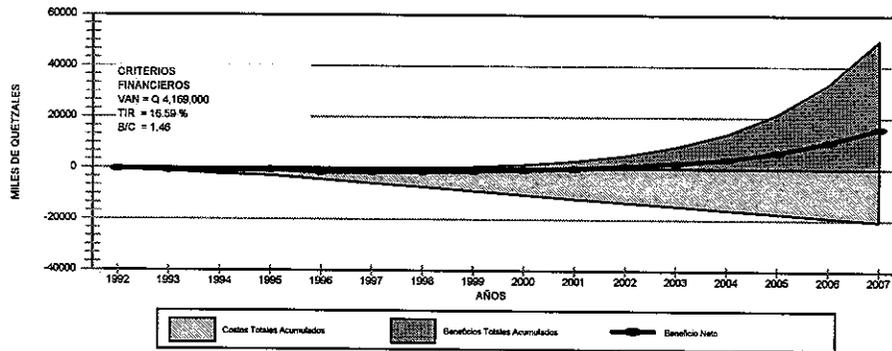
Análisis Financiero Proyecto: Reducción de Plagas y Enfermedades
CENGICAÑA



Fuente: Elaboración propia, con base a resultados de EVALTEC.

Figura 18

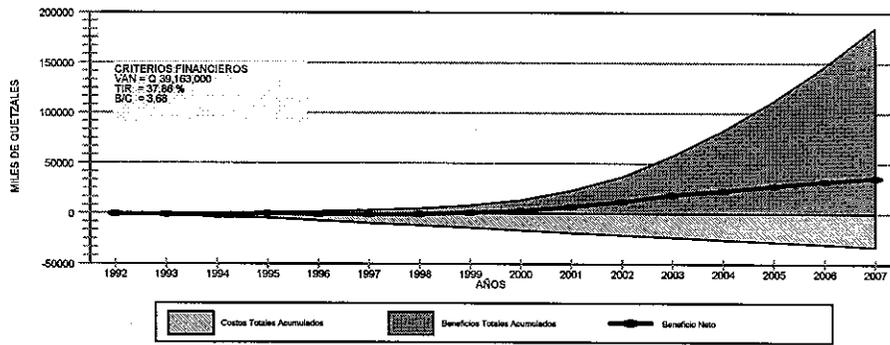
Análisis Financiero Proyecto: Uso Óptimo del Agua
CENGICAÑA



Fuente: Elaboración propia, con base a resultados de EVALTEC.

Figura 19

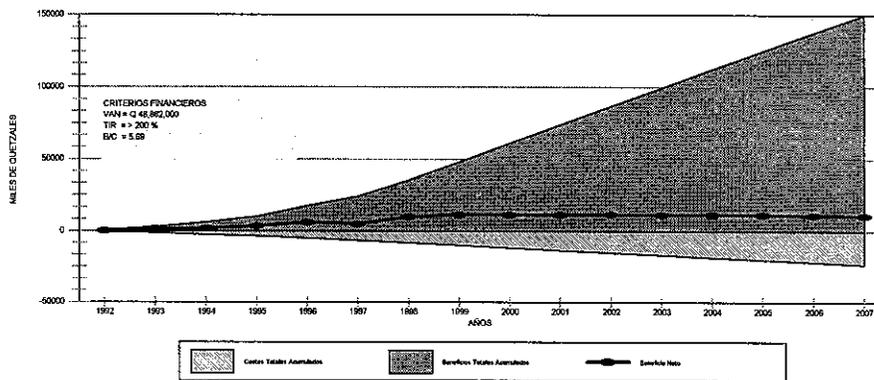
Análisis Financiero Proyecto: Uso Óptimo de Fertilizantes y suelo
CENGICAÑA



Fuente: Elaboración propia, con base a resultados de EVALTEC.

Figura 20

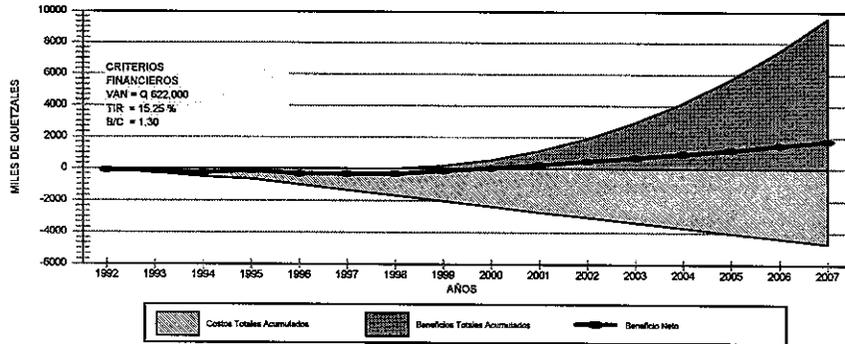
Análisis Financiero Proyecto: Uso de Madurantes
CENGICAÑA



Fuente: Elaboración propia, con base a resultados de EVALTEC.

Figura 21

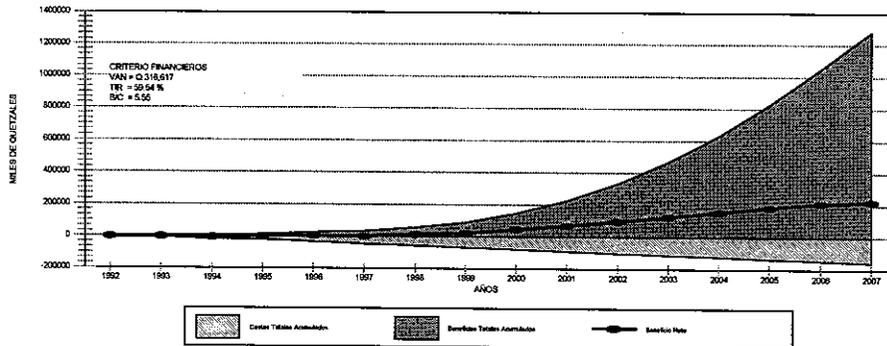
Análisis Financiero Proyecto: Pérdidas Post-Cosecha
CENGICAÑA



Fuente: Elaboración propia, con base a resultados de EVALTEC.

Figura 22

ANÁLISIS FINANCIERO GLOBAL
CENGICAÑA



Fuente: Elaboración propia, con base a resultados de EVALTEC.

7.3 Priorización de proyectos de investigación según criterios financieros

En el cuadro 14 se puede observar la priorización de los proyectos de investigación según los resultados obtenidos de rentabilidad

Los proyectos fueron ordenados en forma decreciente tomando de referencia el valor Actual Neto (VAN) y el Beneficio-Costo (B/C).

Cuadro 14
Priorización de proyectos de investigación según criterios financieros

No.	PROYECTO	VALOR ACTUAL NETO (VAN)				PRIORIDAD ORIGINAL
		MILLONES DE QUETZALES	%	B/C	TIR (%)	
1	DESARROLLO DE VARIEDADES	183.000	57.80	9.23	50.93	1
2	USO DE MADURANTES	48.862	15.40	5.69	> 200	2
3	REDUCCION PLAGAS Y ENFERMEDADES	40.776	12.90	4.67	67.45	4
4	USO OPTIMO DE FERTILIZANTES Y SUELO	39.163	12.40	3.68	37.86	5
5	USO OPTIMO DEL AGUA	4.169	1.30	1.46	16.59	3
6	PERDIDAS POST-COSECHA	0.622	0.20	1.30	15.25	6
7	GLOBAL CENGICAÑA	316.592	100.00	5.55	59.54	

fuente: Elaboración propia, con base a resultados de EVALTEC.

En los anexos del 6 al 12 se puede observar la hoja generada por el software Evaltec para cada uno de los proyectos indicados en el cuadro 14.

7.4 Excedentes Económicos

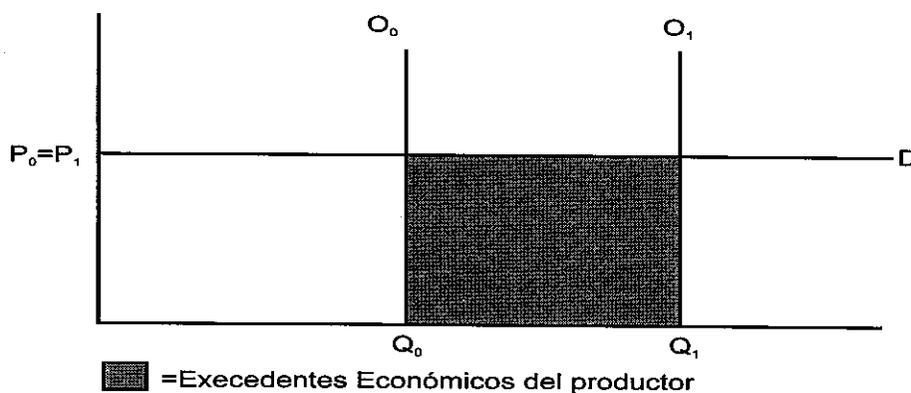
En la determinación de los excedentes económicos se utilizó el software de EVALTEC, en donde existe el supuesto de la existencia de una curva de demanda agregada a la producción agrícola (D) perfectamente elástica y una curva de oferta agregada (O_0) vertical. De esta forma el desplazamiento de la curva de oferta hacia la derecha (O_1) como consecuencia de la adopción de resultados de la investigación no afecta el índice agregado de precios agrícolas ($P_0 = P_1$)²⁷.

²⁷ Rodríguez, Op. Cit.; p. 41

Por la naturaleza del mercado del azúcar, haciendo un promedio ponderado del precio del azúcar en Q/\underline{q} para los tres mercados: a) Interno (Guatemala) b) Preferencial (E.E.U.U.) y c) Internacional se puede asumir que se tiene una oferta inelástica y una demanda elástica, siendo por consiguiente es como se muestra en la figura 23, que todo el excedente de la tecnología de CENGICANA es apropiado por los productores.

Figura 23

Impacto del cambio tecnológico sobre la oferta inelástica y demanda elástica en la producción de caña de azúcar



Fuente: Manual del software EVALTEC.

Esta es una limitante del modelo EVALTEC. Si no hay disminución de precios resultado del progreso tecnológico, los beneficios de la investigación quedan en manos de los productores. Los consumidores se benefician con la mayor disponibilidad de productos, pero no se apropian de los beneficios económicos en este modelo de análisis del excedente generado por la investigación.

De acuerdo a lo expresado por Rodríguez²⁸ este supuesto de oferta y demanda agregada de productos agrícolas fue adoptada inicialmente por Tosterud et al (1972), Kislev y Hoffman (1978) y fue utilizado en todas las evaluaciones del impacto social y económico de la investigación de EMBRAPA en Brasil (Cruz, et al, 1982; Barbosa, et al, 1988).

²⁸ Loc. Cit.

VIII. DISCUSION DE RESULTADOS

8.1 RENTABILIDAD GLOBAL DE CENGICAÑA

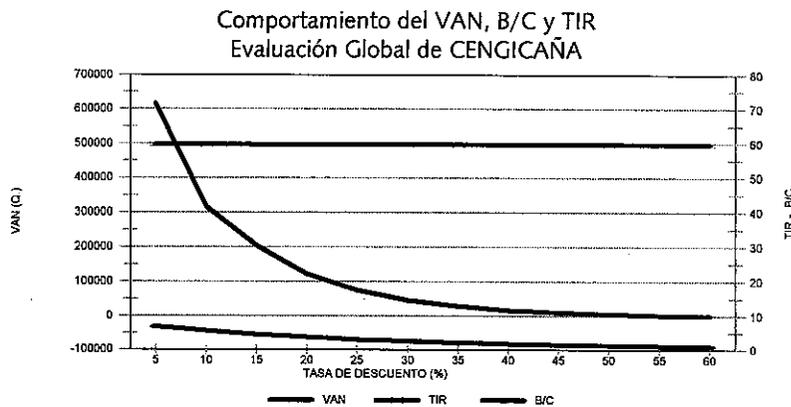
Las inversiones efectuadas y proyectadas para CENGICAÑA en el período 1992-2007 tiene un B/C de 5.55, una TIR de 59.54% y un VAN de 316 millones de quetzales, lo cual genera una utilidad anual de 19.75 millones de quetzales.

La tasa de descuento es el factor fundamental que define el monto de las variables financieras consideradas, por ello se efectuó un análisis comparativo utilizando tasas de descuento desde el 5% hasta el 60%, con intervalos de 5%.

En el cuadro 15 y figura 24 se observa el comportamiento del VAN, BC, y TIR, como no existe una modificación en el flujo de efectivo de fondos la TIR se mantiene en un 59.54%.

En lo concerniente al VAN y B/C a medida que la tasa de descuento aumenta dichos valores disminuyen, y se necesitaría llegar a una tasa de descuento del 60% para que el proyecto de CENGICAÑA no tenga pérdidas y por lo menos recupere la inversión, es decir cuando el VAN es igual a Cero (0).

Figura 24



Fuente: Elaboración propia, con base a resultados de EVALTEC.

Al realizar un análisis de la Tasa Interna de Retorno, y observando la posición más pesimista que consiste en incrementar el 25% de los costos y disminuir el 25% de los beneficios se obtiene una TIR del 41%; y en la posición más optimista que consiste en disminuir el 25% de los costos y en aumentar el 25% de los beneficios, se obtiene una TIR del 90%, es decir que el rango de la variación de la TIR sería del 41% al 90%, lo cual demuestra la alta rentabilidad de las inversiones destinadas a CENGICAÑA.

En el anexo 12 se puede observar el análisis de sensibilidad de la TIR para varias situaciones, tales como: a) Flujo original de costo constante con flujo de beneficios, variando dentro de un límite de +25% hasta -25%. b) Flujo original de beneficios constantes y flujo de costos variando de +25% hasta -25%.

Cuadro 15

Análisis global rentabilidad de proyectos modificando tasas de descuento

TASA DE DESCUENTO (%)	VAN (miles de quetzales)	TIR (%)	B/C
5	614,942.12	59.54	6.79
10	316,617.00	59.54	5.55
15	203,681.00	59.54	4.52
20	121,982.90	59.54	3.68
25	74,387.82	59.54	3.01
30	45,823.75	59.54	2.47
35	28,213.40	59.54	2.06
40	17,090.15	59.54	1.73
45	9,910.82	59.54	1.48
50	5,187.95	59.54	1.28
55	2,029.41	59.54	1.12
60	-112.48	59.54	0.99

Fuente: Elaboración propia, con base a resultados de EVALTEC.

Se tiene referencia de varios estudios en países desarrollados y en países en vías de desarrollo, en donde se obtuvieron diferentes resultados de la Tasa Interna de Retorno (TIR) de la inversión en investigación agrícola.

Alston y Pardey²⁸ realizaron una recopilación de los principales estudios de impacto económico de la investigación agropecuaria efectuados en los países desarrollados durante el período de 1972 a 1992, encontrándose los siguientes datos:

- a) Duncan en 1972, en Australia, realizaron durante el período 1948-1969 (21 años) la medición del impacto económico del mejoramiento de pasturas, obteniéndose una TIR de 58-68%.
- b) Hayami y Aquino (1977), en Japón, durante el período 1932-1961 (29 años), midiendo el impacto económico de la inversión en el mejoramiento varietal de arroz, se obtuvo una TIR de 73-75%.
- c) Widmer et al (1988), en Canadá, durante el período 1968-1984 (16 años), midiendo impacto económico en la producción de carne, se obtuvo una TIR de 63%.
- d) Huffman and Evenson (1992), en U.S.A., durante el período 1949-82 (33 años), midiendo impacto económico en cultivos y ganadería, se obtuvo una TIR de 45%.

A nivel promedio, los anteriores estudios determinaron una TIR de 61%.

En varios países de Latinoamérica, también se han realizado varios estudios de impacto económico de las inversiones en investigación agropecuaria, encontrándose los siguientes resultados representativos:

- a) Rubalcava y Genzdles (1986) en México, en el Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA), durante el período 1961-1981 (20 años), en desarrollo de variedades de Maíz, se obtuvo una TIR de 77-81%.
- b) Rodríguez (1992) en Centroamérica, evaluando el impacto de las tecnologías generadas por Programa de mejoramiento de Café (PROMECAFE), se obtuvo una TIR de 48%.

²⁸Alston, J.; Pardey, P. (1996) Making Science Pay. The economics of Agricultural R & D Policy. Washington.

- c) Jaramillo (1976) en Colombia, evaluando el impacto de investigación en Cebada, obtuvieron una TIR de 53%
- d) Romano (1987) en Colombia, evaluando el impacto económico de la investigación agrícola, en forma agregada en el período 1960-1982 (22 años), se obtuvo una TIR de 50%.

A nivel promedio, los trabajos de evaluación económica de la investigación agrícola en países de latinoamérica, reportan una TIR de 58%. Es decir, que a nivel general se tiene una TIR promedio de 59.5%. (58-61%).

El informe anual 1996 de COPERSUCAR en Brasil reporta un beneficio- costo de 6 para sus programas de tecnología, y en el informe anual 1998 de CENGICAÑA en Colombia, se reporta un B/C de 5 de sus programas de investigación tecnológica.

Esta información bibliográfica nos revela que en términos de la TIR y el B/C, los resultados de la evaluación económica obtenidos en CENGICAÑA presentan alta coherencia con los resultados obtenidos en similares estudios realizados a nivel mundial, lo cuál permite enfatizar que lo trabajado en CENGICAÑA tiene un buen soporte metodológico, y los datos de costos y beneficios calculados representan con un alto nivel de certeza los impactos verdaderos de la investigación generada por CENGICAÑA.

Los resultados obtenidos, complementado con lo observado en similares estudios a nivel mundial, nos confirman la importancia estratégica que tiene para la agroindustria azucarera guatemalteca, la inversión en investigación, capacitación y transferencia de tecnología.

En una economía cada vez más globalizada las Empresas deben desarrollar ventajas competitivas, lo cuál se logrará a través de la innovación tecnológica, es decir a través de la incorporación de nuevos conocimientos tecnológicos a los procesos productivos.

La generación, adaptación y transferencia de tecnología juega también un papel importante en el desarrollo sostenible, ya que mediante ésta se puede lograr un uso más eficiente de los recursos, encontrando formas de sustituir los recursos no renovables por recursos renovables, desarrollar nuevas técnicas para recuperar recursos naturales degradados.

Una de las principales diferencias del crecimiento económico entre países desarrollados y países en vías de desarrollo lo constituye la inversión en ciencia y tecnología, Alston y Pardey²⁹ que en el período comprendido de 1981-1985 los países desarrollados invirtieron un promedio de 2.03% de su PIB, mientras que los países en vías de desarrollo los hicieron

²⁹Op. Cit.

en 0.41%.

En el caso de CENGICAÑA dicha inversión se realiza en promedio en 0.40% del PIB de la producción de azúcar en Guatemala, lo cuál equivale al promedio de lo invertido en Latinoamérica.

CENGICAÑA como otros Centros de Investigación Agrícola en el mundo, investigan problemas de producción agrícola de importancia económica. Sí se parte del hecho de que la actividad agrícola es un negocio, se contrae la obligación de preocuparse en que la investigación tecnológica sea orientada con criterios económicos.

Es importante resaltar que la inversión en investigación agrícola y en actividades de transferencia son factores cruciales ó de importancia estratégica para el desarrollo rentable y sostenible de cualquier actividad agropecuaria, y por consiguiente es importante para el desarrollo rentable y sostenible de la producción de Caña de Azúcar en Guatemala.

Por ello, insistimos con mucha certeza y seguridad que la investigación aplicada, no es una actividad que se hace por entretenimiento ó por conveniencia, sino que la investigación es la herramienta que permite la sostenibilidad y competitividad de la producción agropecuaria.

8.2 Rentabilidad por cada proyecto de investigación

8.2.1 Desarrollo y manejo varietal

Este proyecto es el más rentable de los que actualmente ejecuta CENGICAÑA, tiene un VAN de 183 millones de quetzales, el cual es equivalente al 57.80% del VAN global. Su B/C es de 9.23 y tiene una tasa de rentabilidad de 50.93%

Estos resultados financieros ubican al proyecto de desarrollo de variedades en la prioridad número 1, y en concordancia con los objetivos de la planificación estratégica debe aumentarse la probabilidad de que los recursos destinados a la investigación sean invertidos allí donde la rentabilidad sea la más elevada.

Al observar el cuadro 9 se puede constatar que presupuestariamente es éste proyecto al cual se le asigna la mayor cantidad de recursos financieros.

También guarda estrecha relación con las priorizaciones efectuadas por los técnicos de los ingenios al ubicar éste proyecto en prioridad 1.

En el anexo 6 se observa el análisis de sensibilidad de la TIR el cual su rango de variación es de 41 % a 90%.

Rojas (1993), en el Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar (IMPA), en México, en el período comprendido de 1962-1989, determinaron que la TIR para el proyecto de Mejoramiento de la Caña de Azúcar, era de 35%.

Pinnaza, Gemente y Moutsouca (1984) en Brasil, en el Plan Nacional del Azúcar (Planalsucar) en el período 1972-1982, determinaron que en el proceso de generación de la variedad de caña NA-56-79, se obtuvo una TIR de 35.14%.

Bullio De Maura (1988), en Brasil (COPERSUCAR) en el período 1986-1990, determinaron que el proceso de desarrollo varietal de las variedades de caña SP, se obtuvo una TIR de 31 %.

A nivel promedio de la información recopilada, la TIR del proceso de desarrollo y manejo varietal es de 34%; lo cuál es similar al menor valor de la TIR observado en el análisis de sensibilidad de la TIR, es decir 41 %.

Es importante recalcar que para el caso del proyecto de desarrollo varietal que ejecuta CENGICAÑA, además de su alta rentabilidad financiera también tiene un fuerte impacto desde el punto de vista de la sostenibilidad de toda la agroindustria azucarera, ya que en la actualidad existe más del 50% del área sembrada con la variedad CP-722086, lo cuál hace muy vulnerable a la zona productora de caña, en caso de que alguna enfermedad la afecte.

El proyecto de desarrollo varietal se convierte en el proyecto estratégico para la sostenibilidad de la agroindustria azucarera guatemalteca, y además es el proyecto que mayor rentabilidad ofrece, tomando de referencia el valor actual neto.

Sus aportes tecnológicos van por el lado de mejorar la estructura de la composición varietal, que reduce vulnerabilidad al ataque de plagas y enfermedades; se mejora el rendimiento en azúcar en el último tercio de la zafra, al producir variedades tardías.

El impacto económico del proyecto de desarrollo y manejo varietal tiene básicamente 2 fuentes principales:

- a) Recuperación del azúcar en el último tercio de la zafra (abril- Mayo)

El rendimiento en lbs. de azúcar/tonelada de caña se ha visto disminuido en los meses de abril-mayo en las zafras recientes (1994-1998) comparativamente con el rendimiento observado en las zafras de la década de 1980 (1982-86).

En forma general es posible recuperar 7 libras azúcar/tonelada de caña para el mes de abril, y 21 libras azúcar/tonelada de caña para el mes de mayo; es decir pasar de 197 a 204 libras en abril y de 189 a 210 libras en mayo.

Lo anterior se logra efectuando una modificación a la composición varietal, sembrando variedades tardías que permitan tener la madurez apropiada para los meses de abril y mayo.

b) Mejorar composición varietal para los meses de noviembre a Marzo:

Al modificar la composición varietal, se estima reducir un 5% de pérdidas de azúcar, lo cuál implicaría incrementar aproximadamente 1,249,174 qq de azúcar en cada zafra para el total del período noviembre-marzo.

Prácticamente la tecnología de desarrollo de nuevas variedades por parte de CENGICAÑA, es decir CG's, ó bien variedades Introducidas es una tecnología en esencia liberadora de recursos, y a nivel general se podría indicar que por cada libra por tonelada de caña que se logre recuperar, significa liberar aproximadamente de 900 a 1000 hectáreas de las actuales extensiones sembradas, pudiendo utilizar dichas áreas para otros usos alternativos que sean rentables y que permitan diversificar la zona cañera guatemalteca.

8.2.2 Establecer recomendaciones apropiadas para el uso de madurantes y secuencia de labores

Este proyecto de acuerdo a los resultados obtenidos se ubica en la prioridad 2, con un B/C de 5.69 y un VAN de 49 millones de quetzales, que representa el 15.40% del VAN total. Su Tasa Interna de Retorno es mayor del 200%.

En el anexo 7 se puede observar un análisis de sensibilidad para la TIR, y los efectos del VAN al variar la tasa de descuento del 4% al 14%, cuyo VAN tendría un rango de 84 a 35 millones de quetzales respectivamente.

El impacto tecnológico del uso de madurantes consiste en el incremento de 10-15 libras de azúcar por tonelada de caña.

Como su nombre lo indica los madurantes se utilizan para facilitar la maduración de la caña que va ser cosechada en las primeras semanas de la zafra, es decir en la primera quincena de noviembre.

El uso de los madurantes, a pesar que en Guatemala se vienen aplicando desde 1992, los aportes de CENGICAÑA son valiosos en el sentido de que se han definido dosis de aplicación interrelacionando los siguientes factores: Textura del suelo, dureza del agua, humedad del suelo, y biomasa (producción/hectárea).

8.2.3 Reducción de plagas y enfermedades a niveles que minimicen el daño económico

En función de los criterios financieros del VAN y B/C este proyecto tiene la prioridad 3.

Tiene un B/C de 4.67 y un VAN de 41 millones de quetzales, siendo su TIR de 67.45%.

En el anexo 8 se puede observar un análisis de sensibilidad para la TIR, observándose un rango de 47% al 90%, y para el VAN un rango de 77 a 27 millones de quetzales.

El aporte tecnológico del proyecto de manejo integrado de plagas y enfermedades básicamente ésta orientado a la reducción de dichas plagas a niveles que no causen daño económico, es decir minimizar las pérdidas de tipo económico.

Las plagas de importancia económica dentro de la zona cañera guatemalteca lo constituyen la Chinche Salivosa, Barrenadores, Ratas y plagas de la raíz.

El proceso de investigación en el manejo de plagas, implican los siguientes impactos de tipo productivo: a) al implementar las medidas de MIP en Chinche salivosa, se pueden obtener un incremento promedio de 5 toneladas de caña por hectárea b) al tener un control efectivo de barrenadores se lograría un incremento de 4.5 qq de azúcar/hectárea, c) El MIP en Ratas puede lograr un incremento de 2.8 toneladas de caña por hectárea, d) un adecuado manejo integrado de plagas de la raíz permite lograr incrementos de 10 toneladas métricas por hectárea.

El proyecto de manejo integrado de plagas además de sus impactos tecnológicos que se traducen en incremento de la productividad del cultivo, también tiene impacto de carácter ambiental, ya que todas las tecnologías de MIP en caña de azúcar impulsadas por CENGICAÑA van orientadas a eliminar ó minimizar el uso de insecticidas. Con lo cuál se pretende minimizar la probabilidad que ocurra situaciones similares como en el caso del Cultivo del algodón en Guatemala, que el abuso de insecticidas prácticamente ocasionó su desaparición como actividad empresarial.

Traxler y Byyercee(1992) en México, en el período comprendido de 1980 a 1990, obtuvieron una TIR del 100% en un proyecto de investigación de manejo Integrado de plagas; lo cuál es un punto de referencia al 67.45% obtenido para el caso del proyecto de investigación MIP en CENGICAÑA.

Definitivamente los esfuerzos de investigación que realiza CENGICAÑA en lo concerniente al manejo de plagas y enfermedades, además de ser un proyecto de alta rentabilidad, contribuye a la protección ambiental y consecuentemente a la sostenibilidad de la producción de caña de azúcar en Guatemala.

8.2.4 Determinar el uso de fertilizantes por ambiente y manejo eficiente del suelo

Este proyecto se ubica en la prioridad 4, teniendo un B/C de 3.68 y un VAN de 39 millones de quetzales , equivalente al 12.40% del VAN total, y su TIR es del 37.86%.

A partir de este proyecto existe coincidencia de los 3 criterios financieros para la priorización de los proyectos.

En el anexo 9 se observa el análisis de sensibilidad para la TIR, la cual varía de 27% al 50%. Para el caso del VAN puede variar de 87 a 23 millones de quetzales.

Uno de los proyectos con mayores esfuerzos en la cobertura investigativa, lo constituye el uso óptimo de fertilizantes por ambiente y manejo de suelos. Este proyecto ejecuta subproyectos que tienen beneficios económicos por el lado de la reducción de costos ó bien por el incremento de la productividad del cultivo.

Las tecnologías que tienen un impacto por el lado de la reducción de costos son las siguientes:

- a) Aplicación de cachaza (abono orgánico)
- b) Fertilización fosforada.
- c) Fijación Biológica de Nitrógeno.
- d) Fertilización nitrogenada en plantilla.
- e) Fraccionamiento de Nitrógeno en suelos profundos.

Por el lado de incremento en la producción CENGICAÑA está impulsando las siguientes tecnologías:

- a) Fertilización fosforada en plantilla (NPK).
- b) Fertilización fosforada en Socas en suelos Andisoles.

- c) Fertilización con Macronutrientes secundarios.
- d) Fertilización potásica
- e) Fertilización Nitrogenada en socas.
- f) Fraccionamiento de Nitrógeno en suelos livianos.

De los 14 subproyectos que se encuentran implementados, debe darse prioridad aquellos que ofrecen mejores beneficios económicos, dentro de los cuáles están los siguientes en orden decreciente de importancia:

- a) Fertilización fosforada en socas en suelos andisoles.
- b) Aplicación de Cachaza localizada incorporada en plantilla.
- c) Fertilización nitrogenada en socas.
- d) Fraccionamiento de Nitrógeno en suelos livianos.

Sin embargo, es importante considerar que las anteriores tecnologías incrementan tonelaje, y ello implica incrementos de costos en corte, alce y transporte de la producción. Para condiciones de precios desfavorable dichas tecnologías no serían las más recomendables, a no ser que se complementara con reducción de áreas de cultivo.

8.2.5 Determinar niveles económicos adecuados para el uso de riego

Este proyecto se ubica en la prioridad 5, teniendo un B/C de 1.46, una TIR de 16.59%, y un VAN de 4 millones de quetzales, equivalentes al 1.30% del VAN total.

Este proyecto no consideró el precio del agua, lo cual podría significar ahorros monetarios considerables al mejorar su uso, y por consiguiente se esperaría una mayor rentabilidad de la investigación que actualmente se ejecuta.

En el anexo 10 se observa un análisis de sensibilidad para la TIR, la cual puede variar de 7.63% a 25.20%.

Si consideramos el valor mínimo de la TIR en dicho análisis, este es inferior a la tasa de descuento utilizada en el análisis que fue del 10%, ello implicaría que este proyecto debería rechazarse, en el caso de que se obtuviera la opción más pesimista que constituiría en aumentar el 25% de los costos y disminuir el 25% de los beneficios.

El VAN podría variar de 1 a 15 millones de quetzales.

El proyecto de uso óptimo de agua, se orienta principalmente a la reducción de costos, lo cuál se constituye en tecnologías importantes para escenarios con precios desfavorables en el azúcar.

En orden de prioridad, debe dársele énfasis a los siguientes subproyectos:

- a) Riego de Germinación.
- b) Requerimientos de riego.
- c) Riego en surcos alternos.

Es importante mencionar que en el caso de éste proyecto de uso óptimo del agua, al momento de existir una legislación con respecto al uso y manejo de éste recurso, los valores de beneficios económicos indudablemente variarían en forma considerable.

8.2.6 Reducir las pérdidas post-cosecha

De los proyectos estudiados, este es el que tiene la más baja rentabilidad.

Su B/C es de 1.3; la TIR de 15.25%; y su VAN de 0.6 millones, equivalentes al 0.20% del VAN total.

A pesar de ello este proyecto al igual que el uso óptimo del agua son estratégicos para la industria, y en la medida que se propongan tecnologías que reduzcan las pérdidas post-cosecha, su rentabilidad podría mejorar considerablemente.

En el anexo 11 se observa un análisis de sensibilidad para la TIR, existiendo un rango de 4.67% a 25%, en cuyo caso al igual que el proyecto de uso óptimo de riego deberá rechazarse ya que una TIR de 4.67% es inferior al 10% de la tasa de descuento utilizada.

El Valor Actual Neto estaría variando de 0.1 a 2.4 millones de quetzales.

Los esfuerzos tecnológicos que realiza CENGICAÑA están más orientados al área de campo, es decir producir cañas con buen tonelaje y buena cantidad de sacarosa, dependiendo de la variedad, condiciones climáticas y época de cosecha.

En promedio, en Guatemala se pueden estar dando pérdidas de 40-50 lbs de azúcar por tonelada, por lo que los esfuerzos en ésta línea se tornan muy importantes.

El objetivo de CENGICAÑA se centra en recopilar información y ser facilitadora de esfuerzos para que los ingenios puedan encontrar mecanismos concretos que permitan reducir las pérdidas postcosecha.

Si utilizamos de referencia los valores generados por EVALTEC, los cuales pueden observarse en los anexos del 6 al 12, y considerando la opción más pesimista se tendrían valores para el VAN y la TIR tal y como se observa en el cuadro 16 (tasa de descuento para el valor mínimo del VAN es el 14%).

Cuadro 16

Opciones pesimista VAN TIR

Proyecto	VAN (millones)	TIR (%)
Desarrollo y manejo varietal	111	41
Uso de madurantes/secuencia de labores	35	>100
Reducción de plagas y enfermedades	27	47
Uso adecuado de fertilizantes/suelo	23	27
Uso óptimo del agua	1	7.6
Pérdidas post-cosecha	0.1	4.7
Global CENGICAÑA	198	41

Fuente: Elaboración propia, con base a resultados de EVALTEC.

Utilizando de referencia estos valores se tendría un VAN global de 198 millones de quetzales, equivalentes a una utilidad anual de 12.4 millones de quetzales.

X. CONCLUSIONES

- 9.1 Las tecnologías que está impulsando CENGICAÑA contribuyen en el incremento de la productividad del cultivo de la caña de azúcar bajo las condiciones de Guatemala, por lo que se acepta la hipótesis planteada en el aspecto de productividad.

Existen tecnologías que permiten reducir los costos de producción, y otras que se orientan al incremento de producción.

Es decir, que CENGICAÑA ofrece tecnologías alternativas que pueden implementarse para condiciones de precios favorables y para condiciones de precios desfavorables.

Por consiguiente existe una capacidad de respuesta tecnológica para épocas de crisis, y épocas de abundancia; que serán determinadas por las condiciones de oferta y demanda del azúcar.

CENGICAÑA por la naturaleza y fines de su creación, y por el tiempo de funcionamiento, únicamente tiene líneas de investigación en el área agronómica; sin embargo es conveniente incluir otras tecnologías en el campo de la administración y finanzas y las innovaciones tecnológicas, como la cosecha mecanizada.

A la fecha únicamente existe una acción de apoyo al departamento ambiental de ASAZGUA, pero no hay líneas concretas de investigación de tecnologías compatibles con el ambiente, concretamente como evitar ó disminuir las quemadas y reducción ó eliminación del envío de residuos a los ríos.

- 9.2 Desde la zafra 1989/90, a la agroindustria azucarera guatemalteca se le presentan amplias oportunidades que desde el punto de vista del potencial de los recursos naturales y de las posibilidades tecnológicas del sector, pueden concretarse a través de los excedentes exportables y la ampliación del mercado interno, en el marco de una perspectiva de precios favorables. Esta tendencia se refuerza en función de la disminución de los subsidios agrícolas por parte de los países del hemisferio norte y de una creciente demanda de alimentos dentro de los cuáles se incluye el azúcar.
- 9.3 La globalización de la economía y el desarrollo de iniciativas de integración económica y comercial han ampliado las posibilidades de comercio internacional e interregional, impulsando la especialización productiva y una mayor competitividad.

- 9.4 Desde el punto de vista operativo, existen dos limitaciones que condicionan la realización de proyectos conjuntos de investigación regional e integral que involucren a los técnicos y zonas agroecológicas de los ingenios. La primera, se refiere a la falta de pensamiento estratégico y prospectivo que oriente y motive los intereses de los ingenios en la generación de tecnología en las áreas de campo, fábrica y taller. **La segunda, es la escasez de metodologías de apoyo a la toma de decisiones que posibiliten la cuantificación de impactos y valoración de estrategias cooperativas a nivel del complejo agroindustrial azucarero guatemalteco.** Estas deben posibilitar la evaluación de los retornos esperados de la investigación a nivel de cada ingenio y del conjunto de ingenios, de manera que facilite la evaluación de beneficios y costos, favoreciendo la participación y el compromiso de las partes involucradas.

Dichas limitaciones pueden ser superadas planteando proyectos de investigación en donde CENGICAÑA asuma un papel coordinador de los esfuerzos de todos los ingenios involucrados. De lo que se trata es que CENGICAÑA aporte tecnologías de carácter general, pero cada ingenio realice investigación bajo sus condiciones agroecológicas específicas.

Un caso concreto y de mucho éxito lo constituyó el Plan Regional de Manejo Integrado de la Chinche Salivosa realizado en 1996-1997, en donde se asignaron roles específicos para CENGICAÑA y para los departamentos de investigación de cada ingenio en donde se tenía presencia de dicha plaga. El resultado fue que a nivel de toda la zona cañera se disminuyeron en forma exitosa los problemas de la plaga tanto en distribución geográfica como en niveles de infestación.

La misión de búsqueda de incremento en la productividad y rentabilidad del cultivo de caña de azúcar debe involucrar en forma integral y coordinada todo el proceso agroindustrial, desde las acciones de campo, pasando por taller y fábrica..

La presente tesis aporta elementos fundamentales para superar la segunda limitante mencionada, ya que ofrece el marco teórico y metodológico para la medición de los impactos de la tecnología agrícola.

- 9.5 Las inversiones efectuadas y proyectadas en CENGICAÑA tienen alta rentabilidad a nivel global de CENGICAÑA, y cuatro de los seis proyectos analizados ofrecen beneficios económicos sostenidos; por lo que se acepta la hipótesis planteada en el aspecto de rentabilidad. Puede lograrse un aumento de la rentabilidad al reorientarse y fortalecer esfuerzos en los proyectos de uso óptimo de agua y pérdidas post-cosecha.

En el caso del proyecto de uso óptimo de agua, además de los esfuerzos que actualmente se realizan en la tecnología de aplicación de riego, que se orienta a medir la respuesta de la caña de azúcar al riego, y establecer la frecuencia y duración del mismo, debe incluirse el efecto meteorológico en la producción y rendimiento de azúcar.

Debe partirse de la relación agua y suelo, y posteriormente incluir clima y planta, de tal forma de manejar el concepto de balance hídrico, lo que permitiría la zonificación con fines de riego para el área actualmente sembrada con caña de azúcar.

En el proyecto de pérdidas post-cosecha es importante cuantificar bajo las condiciones de Guatemala los valores de pérdidas de azúcar para cada uno de los ingenios, efectuar un diagnóstico y evaluación de las tecnologías utilizadas a nivel mundial para reducir dichas pérdidas, y determinar las posibilidades de adaptación a las características de Guatemala. Es fundamental contar con un proyecto regional e integral como el planteado en la conclusión anterior.(9.4)

- 9.6 Las inversiones destinadas al desarrollo y manejo varietal comparativamente con los otros cinco proyectos estudiados son las que ofrecen la mayor rentabilidad. En concordancia con ello se puede concluir que la orientación de los recursos financieros ha tenido coherencia, ya que ha sido en éste proyecto en donde mayores recursos financieros se han asignado.

- 9.7 Las acciones desarrolladas por CENGICAÑA, además de generar una rentabilidad desde el punto de vista financiero para la agroindustria azucarera guatemalteca, también genera impactos en el área social, y ambiental.

En el área social, mediante los procesos y actividades de capacitación se logra mejorar la calidad de la mano de obra tanto en medios operativos, técnicos y profesionales. Una mano de obra más calificada permitirá más eficiencia laboral, acceso a mejores oportunidades de empleo y por consiguiente una mejor remuneración.

Algunas tecnologías propuestas por CENGICAÑA, implican utilización de mano de obra intensiva lo que redundará en generar mayores fuentes de empleo.

En el aspecto ambiental se promueve el manejo integrado de plagas, en donde destaca el uso de biológicos, para minimizar o eliminar el uso de insecticidas.

- 9.8 Las operaciones de CENGICAÑA son financiadas con aportes de 16 de los 17 ingenios que actualmente operan en Guatemala. Dichas aportaciones se realizan proporcionalmente a la producción de cada ingenio con respecto a la producción total.

La inversión en investigación se orienta a lograr mejoras en la productividad del cultivo de la caña de azúcar, y una de las metas de CENGICAÑA dice explícitamente que deben implementarse proyectos de investigación que sean rentables.

Este estudio permitió responder a las demandas de las autoridades de CENGICAÑA, especialmente de su Junta Directiva, ya que de acuerdo a orientaciones expresas en éste sentido, se pudo determinar cuantitativamente la rentabilidad de los proyectos de investigación implementados.

X. RECOMENDACIONES

A pesar de que los resultados obtenidos nos confirman que las inversiones destinadas a CENGICAÑA son altamente rentables, la búsqueda de la excelencia en el desarrollo de las actividades que ejecuta CENGICAÑA deben ser permanentes, y en este sentido se plantean las siguientes recomendaciones:

10.1 Capacitación de personal

La capacitación de personal es un facilitador de la transferencia de tecnología, se deben implementar cursos de capacitación en los temas de:

- a) Análisis económico-financiero de proyectos de investigación
- b) Planificación estratégica
- c) Administración de proyectos de investigación
- d) Técnicas de Beachmarking
- e) Trabajos en equipo
- f) Globalización y bloques tecnológicos

Es fundamental que exista coherencia entre los temas de capacitación y los proyectos de investigación que se están impulsando en CENGICAÑA.

10.2 Fomentar el desarrollo de investigación rentable a través de:

- 10.2.1 Elaborar documento técnico sobre teoría y práctica de la evaluación financiera de proyectos de investigación agrícola.

- 10.2.2 Establecer mecanismos para minimizar costos, maximizar ganancias y por ende aumentar la rentabilidad de la investigación generada por CENGICAÑA.
 - 10.2.3 Implementar como herramienta de evaluación anual de los planes operativos el análisis financiero de los proyectos.
 - 10.2.4 Aprobar nuevos proyectos si cumplen de manera ex-ante con los criterios financieros de aceptación.
 - 10.2.5 Fomentar el uso de metodologías de priorización de proyectos de investigación agrícola.
- 10.3 Transferir tecnología de calidad a través de la asistencia técnica, capacitación y divulgación.
- 10.3.1 Desaprender de los criterios tradicionales de transferencia de tecnología y adaptarlos a las condiciones propias del sector cañero guatemalteco.
 - 10.3.2 Implementar mecanismos para tener una medición actualizada de las tasas de adopción de los proyectos que están generando tecnologías concretas.
 - 10.3.3 Establecer mecanismos de retroalimentación que permitan determinar nuevas demandas de investigación de los ingenios.
- 10.4 Aumentar la productividad de azúcar por unidad de área

Replantear el Plan Estratégico para el año 2000-2020 con base a la creación del modelo tecnológico guatemalteco, incorporando nuevas demandas de la agroindustria guatemalteca y partiendo de una actualización del FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) y para ello se proponen los siguientes elementos generales:

- 10.4.1 Manejar una estrategia que vaya de lo particular a lo general: Solamente mejorando la productividad a nivel de finca cañera se podrá mejorar la productividad a nivel de ingenio, y por ende a nivel de toda la zona cañera guatemalteca.

Heterogeneidad de intereses y necesidades de investigación, nos sugiere que debe replantearse la estrategia de investigación regional en la zona cañera

guatemalteca; ya que existen áreas de competencia y objetivos estratégicos particulares de cada ingenio, incluso de cada finca.

- 10.4.2 Identificar y priorizar temas de investigación que sean de interés regional para los 16 ingenios que aportan recursos financieros. Para seleccionar los temas de interés común para la región cañera guatemalteca se necesita contar con información prospectiva sobre escenarios futuros teniendo en cuenta amenazas y oportunidades.

Lo anterior permitiría aprovechar de mejor manera las capacidades existentes, favoreciendo las economías de escala y la especialización para la generación de tecnología, evitando la duplicación de esfuerzos y mejorando la competitividad. Los beneficios de este proceso redundarán en una mayor productividad de los recursos y la posibilidad de aumentar el número de proyectos en el futuro.

- 10.4.3 Definir una estrategia común basada en los escenarios futuros y, además proporcionar información que clarifique efectos e impactos esperados a nivel de zonas agroecológicas e ingenios. Para pasar de la cooperación tecnológica, caracterizada por el intercambio técnico-científico y las actividades de capacitación, a una mejor integración tecnológica, donde los departamentos de investigación puedan planificar en conjunto, diciendo la localización, dimensión o impacto de los proyectos de investigación.

- 10.4.4 Incorporar en el proceso de mejorar las tecnologías, además de campo a las áreas de fábrica, taller y transportes para que se pueda analizar en forma integrada los aspectos de CAT y pérdidas post-cosecha.

Lo anterior implica complementar la visión agronomicista con la que fué fundada CENGICANÁ, y plantear líneas de investigación en el área financiera y administrativa que permita mejorar la rentabilidad del cultivo de la caña de azúcar, y la rentabilidad de las inversiones en el Centro de Investigación.

Algo que debe quedar muy claro es que el negocio de la producción de caña de azúcar, no es producir toneladas de caña, tampoco es producir azúcar, sino que es maximizar la función de utilidad, es decir producir una mayor utilidad por unidad de área.

- 10.4.5 Establecer el peso específico de los costos de producción de una hectárea de caña de azúcar, y realizar un trabajo que permita visualizar las productividades parciales. Es decir, relacionar el nivel de producción con un solo insumo y calcular muchas medidas parciales de productividad, por ejemplo: a) productividad de la mano de obra, b) productividad de la tierra, c) productividad del capital, d) productividad de la gestión empresarial (manejo

gerencial).

- 10.5 Establecer el concepto y determinar el rol de la Gerencia Científica y Tecnológica del sector agroindustrial del azúcar, que tenga como misión asumir un liderazgo en el proceso de coordinación de los distintos esfuerzos que se realizan en los ingenios, organismos nacionales e internacionales de investigación en caña de azúcar y otros cultivos. Que la investigación se considere no como un esfuerzo aislado, sino como parte integrante del proceso de optimización del negocio de producción de azúcar.

Debe lograrse la integración horizontal y vertical, y debe ser un planteamiento de carácter regional que permita conjuntar esfuerzos en campo, fábrica, taller, transporte, de tal forma de que la ciencia y tecnología sea el soporte principal para la lograr la rentabilidad y sostenibilidad de la producción de azúcar.

- 10.6 CENGICANA debe ampliar y fortalecer su apoyo a la oficina de medio ambiente de ASAZGUA, estableciendo líneas de investigación que generen, adapten y transfieran tecnologías que permitan la sostenibilidad de la producción de caña de azúcar, disminuyendo ó eliminando los efectos ambientales y sociales negativos que producen las actuales tecnologías de producción.

Especial atención merecen las líneas de investigación en el manejo de las Quemadas, uso de la cachaza y otros residuos que se vierten a los ríos.

A pesar de que no existen proyectos concretos en el área ambiental, por principio se estableció que CENGICANA debe realizar investigación rentable y sostenible, y en el marco de dicha sostenibilidad deben fortalecerse los esfuerzos en las actividades siguientes:

- a) Para el caso de las Quemadas, continuar desarrollando variedades de caña que permitan ser cosechadas en forma mecanizada, y cuyas variedades se podrían sembrar prioritariamente en los alrededores de pueblos y ciudades, evitando las molestias de la pavezca (residuos de hojas de caña quemadas que las traslada el viento). De igual manera se debe continuar con los estudios para instalación de una red meteorológica automatizada que permitirá programar las quemadas, de tal forma que tomando en cuenta dirección y velocidad del viento se minimicen los efectos a lugares poblados.
- b) En el proyecto de uso óptimo de fertilizantes por ambiente, continuar con el subproyecto de uso de cachaza como abono orgánico, de tal forma de que en lugar de tirarla a los ríos se está fomentando su uso como abono con el

impacto de disminución de costos por compra de fertilizantes, y disminución de la contaminación de ríos.

- c) En el proyecto de manejo integrado de plagas seguir con la orientación de la disminución y probable eliminación del uso de insecticidas, estableciendo las metodologías de producción de entomopatógenos (ej. Hongo *Metarhizium*, para control de chinche salivosa). Ello evita indudablemente la contaminación del ambiente y efectos nocivos a los trabajadores por intoxicaciones en el mal uso de los insecticidas.

XI. BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, J. A. 1985. Introducción a la evaluación económica y financiera de inversiones agropecuarias. Manual de instrucción programada. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 191 p.
- ALSTON, J.; Pardey, P. 1996. Making Science Pay. The economics of Agricultural R&D Policy. Washington, The American Enterprise Institute. 373 p.
- ASOCIACION DE AZUCAREROS DE GUATEMALA (ASAZGUA). 1990. Memoria de Labores 1989/1990. Guatemala. 43 p.
- BERON SOTO, J. 1987. Análisis microeconómico de la investigación en CENICAÑA. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA). Documento técnico No. 106. Cali, Colombia. 3 p.
- BUENAVENTURA, C. 1992. Estudio para la conformación del Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de la Azúcar de Guatemala. Guatemala, CENGICA. 52 P. Documento técnico No. 1.
- CENGICAÑA(Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar). 1996. Informe Anual 1995-1996. Guatemala. 47 p.
- CENGICAÑA. 1997. Análisis de los resultados de la zafra 1995/96. Guatemala. 48 p.
- CENICAÑA. 1984. Análisis Económico sobre el impacto de la introducción de variedades de largo, mediano y corto período. Cali, Colombia. 17 p.
- CENICAÑA. 1991. Informe Anual 1991. Cali, Colombia.
- CENICAÑA. 1992. Informe Anual. Cali, Colombia.
- CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia). 1995. El Cultivo de la Caña en la zona azucarera de Colombia. Cassalet, C.; Torres, J.; e Isaacs, C.(eds.). Cali, Colombia. 412 p.
- CENICAÑA. 1996. Informe anual 1994. Cali, Colombia. 78 p.
- COLEGIO DE INGENIEROS AGRONOMOS DE GUATEMALA. 1986. Factores determinantes en el desarrollo agrícola de Guatemala y propuestas legislativas prioritarias. Memoria V Congreso Nacional. Quetzaltenango, Guatemala. 221 p.

- CORTES, R., LOPEZ, P. 1986. Censo Varietal y análisis de rendimiento, elementos fundamentales para el aumento de la productividad en la agroindustria azucarera. Memorias del 2o. Congreso Azucarero Nacional. Caraballeda, Venezuela.
- DE LEON, C. 1987. La agroindustria en Guatemala y su carácter de país subdesarrollado. Revista Economía No. 94. Instituto de Investigaciones Económicas y sociales. Facultad de Economía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. pp. 35-53.
- DRUCKER, P. 1995. Gerencia para el futuro; el decenio de los 90 y más allá. Colombia. 353 p.
- FAO. 1991. Desarrollo agropecuario: de la dependencia al protagonismo del agricultor. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 45p.
- FLORES CACERES, S. 1996. Características de la industria azucarera de México. México, Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcohólica. 17 p. Ponencia presentada a la VI reunión de Directores de Centros de Investigación de la caña de azúcar de América Latina y el Caribe, Cuba, Julio 1996.
- FONDO REGIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. 1996. Identificación de Prioridades . Hacia una propuesta metodológica que compatibilice intereses de investigación a nivel regional y subregional. Inédito. BID. 28 p.
- GANOZA, V., NORTON, G, POMAREDA, C, EVENSON, R, WALTERS, E. 1985. Evaluating Agricultural Research and Extension in Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA). Perú. 21 p.
- GAZMURI, P. 1992. Educación superior en Chile: Los programas de posgrado y el desarrollo científico. Foro de la educación superior. Santiago de Chile. 198 p.
- GEPLACEA. (Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar). 1989. Manual sobre comercialización internacional del azúcar. México. 551 p.
- IICA. 1967. Investigación económica y experimentación agrícola. Editores Montero, Emilio y Pérez, Santos. San José, Costa Rica, IICA. 303 p.
- IICA. 1985. Guía para la elaboración de proyectos de desarrollo agropecuario. Costa Rica. 382 p.
- IICA. 1994. Glosario anotado de términos utilizados en el análisis económico de proyectos agrícolas. Washington, D.C. 134 p.

- IICA. 1995. Actualización en metodologías y aplicaciones de prioridades de investigación agropecuaria. Curso-taller Regional IICA-BID (Cali, 1995). Memir Editores: Héctor Medina y Stanley Wood. San José, Costa Rica. 48 p.
- LMC INTERNATIONAL LTD. 1997. The competitive position of Leading sugar industries. Executive summary. A multi-client Report. EE.UU. 35 p.
- LMC INTERNATIONAL LTD. 1997. The competitive position of Leading sugar industries. Main Report. A multi-client Report. EE.UU. 458 p.
- LINARES, C. 1996. Guatemala: La Modernización de la agricultura y del sector público agropecuario en la década del 90, un ensayo de interpretación. Tesis Maestría economía agrícola. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Económicas. 213 p.
- LUNA, C; Arias, O; Palma, A. 1992. Comportamiento comercial de la Caña de Azúcar cosechada en 1990. CENICAÑA, Cali, Colombia. 29 p.
- MCLEOD, R. 1994. Sugar Evaluation Tool (SET); Cost-Benefit Decision Support. Australia, Bureau of Sugar Experiment Station. 52 p.
- MELENDERAS SOTO, T.; Rivera González, J. A. 1989. La crisis de la industria guatemalteca, o la necesidad de modernizar el capitalismo de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales (IIES). 171 p.
- MELGAR, M.; Meneses, A. y Catalán, J. 1997. Misión, proyectos y logros del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la caña de Azúcar. 15 p. Documento de trabajo.
- MENDEZ BARRIOS, J.C. 1996. Criterios generales para definir y priorizar proyectos de investigación. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la caña de Azúcar (CENGICAÑA). 11P.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION (MAGA). 1989. Curso de preparación y evaluación de proyectos agrícolas con aplicación del programa computacional -DASI-. Unidad Sectorial de Planificación Agropecuaria y de Alimentación(USPADA). Guatemala. 135 p.
- ORTIZ AMIEL, R. 1990. Compilación de textos para el curso de metodología de la investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala. Escuela de Estudios de Postgrado, facultad de Ciencias Económicas. 265 p.

- PINAZZA, A.H.; BRUGNARO, C. 1985. Introducao a analise economica em experimentacao canavieira. Instituto do acucar e do alcool. Brasil. 61 p.
- RIVAS, L. et al. 1992 Modelo de análisis de excedentes económicos (MODEXC). Centro Internacional de agricultura tropical (CIAT). Cali, Colombia. 71 p.
- RODRIGUES, L.. 1997. Comentarios sobre avallacao economica dos programas de tecnologia do Centro Tecnologia COPERSUCAR. Brasil, COPERSUCAR. 4 p.
- ROJAS MARTINEZ, B. 1993. La rentabilidad de las investigaciones agrícolas: el ejemplo de las variedades de caña. Simposio Nacional: La capacitación y desarrollo tecnológico en el campo cañero Mexicano. Memoria tomo II, Xalapa, Veracruz, Mexico. 14 p.
- ROMANO, L. 1988. Evaluación económica de la investigación agropecuaria. Teoría y práctica. Instituto Colombiano Agropecuario, Ministerio de Agricultura. Bogotá, Colombia. 83 p.
- ROUSSEL, P. et. al. 1991. Tercera generación de I + D, su integración en la estrategia de negocio. McGraw-Hill/interamericana de España, S.A. Madrid, España. 188 p.
- SALLENAVE, J. P. 1995. Gerencia y planeación estratégica. Colombia, p.
- SANDOVAL, A. et al. 1980. Dependencia tecnológica. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 47 p.
- SUMANTH, D. Ingeniería y administración de la productividad. Mexico. 547 p.
- VALENZUELA, R. 1997. Plan regional para el manejo integrado de la chinche salivosa (Aeneolamia Sp) en la zona cañera guatemalteca. CENGICANA, Guatemala. Documento técnico No. 11. 51 p.
- VELASCO CORONADO, J. 1977. Evaluación agronómica de nueve variedades de caña de azúcar en la zona de Morán, departamento de Guatemala. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala. 41 p.
- VELASQUEZ CARRERA, E.; Peláez Almengor, O. 1993. Economía urbana y periodización histórica de Guatemala: Dos Estudios. Guatemala, Universidad de San Carlos, Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR). 77 p.
- VIVAS, L; Luna, C. 1995. Comportamiento comercial de la Caña de Azúcar cosechada en 1993. CENICANA. Serie técnica No. 16. Cali, Colombia. 54 p.

WOOD, S.; Wood-Sichra. 1995. Dream, Versión 1. A program for the ex-ante assessment of the likely magnitude and distribution of the economic benefits of agriculture research. EE.UU, The International Service for National Agricultural Research (ISNAR). 59 p.

XII. ANEXOS

ANEXO 1, 2 Y 3

Costos de funcionamiento
Costos de Inversión
Costos financieros

ANEXO 2

DISTRIBUCION DE INVERSIONES
1997-1998
CENEGICANA

No.	I. LINEAS DE INVESTIGACION	AREAS													TOTAL	Vehiculos	%										
		Dirección General	Dirección administrativa	Fitomejoramiento	Biotecnología	Entomología	Fitopatología	Fitecma	Riegos	Edafología	Meteorología	Capacitación	Transferencia de Tecnología	Química				Biblioteca	Economía y estadística	Estación experimental							
1	Proporcionar variedades necesarias		5250	123250														41850	3200	4500	36737	4500	115000	344307	34		
2	Reducción de plagas y enfermedades a niveles que no causen daño económico		1050			13500	3630														4582	4500	6400	8370	115000	157042	16
3	Determinar el uso adecuado de fertilizantes/ambiente		1050						13205												27553	4500	4800	8370	57500	116978	12
4	Determinar el manejo eficiente del suelo		1050						13205												0	4500	3200	8370	57500	87825	9
5	Determinar niveles económicos adecuados para el uso del riego		525						11040												4592	4500	4800	8370	0	130992	13
6	Establecer modelos para el uso racional de las labores de campo por ambiente		525																		0	9000	3200	8370	0	69377	7
7	Establecer recomendaciones apropiadas para el uso de madurantes		525																			6725	3200		0	67916	7
8	Reducir las pérdidas post-cosecha		525																			6725	3200		0	19634	2
	TOTAL	0	10500	123250	0	13500	18150	0	11040	26410	101129	72000	20000	91842	44950	32000	83700	345000	993471	100							

Fuente: Elaboración propia con base a Información de Ejecución Presupuestaria 1997-1998

ANEXO 3 DISTRIBUCION FINANCIERA
1997-1998

CENGICAMA

No.	I . LINEAS DE INVESTIGACION	TOTAL Q.	%
1	Proporcionar variedades necesarias	931840	32
2	Reducción de plagas y enfermedades a niveles que no causen daño económico	465920	16
3	Determinar el uso adecuado de fertilizantes/ambiente	349440	12
4	Determinar el manejo eficiente del suelo	262080	9
5	Determinar niveles económicos adecuados para el uso del riego	378560	13
6	Establecer modelos para el uso racional de las labores de campo por ambiente	232960	8
7	Establecer recomendaciones apropiadas para el uso de madurantes	203840	7
8	Reducir las pérdidas post-cosecha	87360	3
	TOTAL	2912000	100

Fuente: Elaboración propia con base a Información de Ejecución Presupuestaria 1997-1998

ANEXO 4

Formato para captura de información técnica

CENGICAÑA
BOLETA INFORMATIVA
RENTABILIDAD FINANCIERA DE LA INVESTIGACION

DATOS GENERALES:

- 1.1 Proyecto: _____
1.2 Investigador (es) responsable (es): _____
1.3 Fecha en que se proporciona la información: _____

I. TECNOLOGIA GENERADA:

- 2.1 Unidad de rendimiento: _____
2.2 Tipo de tecnología generada: _____

- a) Incrementa rendimientos: SI: _____ NO: _____
b) Reduce costos de producción: SI: _____ NO: _____
c) Hay expansión del área de cultivo: SI: _____ NO: _____

- 2.2 Probabilidad de éxito: _____

III. BENEFICIOS:

3.1 INCREMENTO DE RENDIMIENTOS:

- a) Rendimiento de la nueva tecnología: _____
b) Rendimiento de la tecnología tradicional: _____
c) Rendimiento adicional esperado (%): _____
d) Costo adicional esperado (%): _____
e) Area actual (has): _____
f) Tasa anual de adopción (%): _____
g) Participación institucional (%): _____

3.2 REDUCCION DE COSTOS DE PRODUCCION:

- a) Costo de producción total: _____
- b) Reducción de costo esperada (%): _____
- c) Area de cultivo con posibilidad de adopción (%): _____
- d) Tasa de adopción: _____
- e) Participación institucional (%): _____

IV. ENUMERAR LOS IMPACTOS SOCIALES:

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- e) _____

V. ENUMERAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES:

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- e) _____

VI. OTROS CRITERIOS COMPLEMENTARIOS:

- a) Indicar los recursos que teóricamente le podrían ahorrar: _____

- b) Tiempo necesario para complementar la investigación: _____

c) Tiempo necesario para transferir la tecnología generada: _____

VII. OBSERVACIONES FINALES:

NOMBRE _____ FIRMA: _____



ANEXO 5

Hojas de cálculo
de los beneficios económicos de cada proyecto

ANEXO 5A

HOJA DE CALCULO
PROYECTO: MADURANTES

CENICANA

AÑO	1 lbs CON MADURANTE	2 lbs SIN MADURANTE	3 COSTO lbs MADURANTE	4 AREA has	5=(1)-(2+3) lbs NETAS	6=(5*85) lbs * ha	7=(6*.15) lbs CENICANA	8=(4*7)/(100) gal * ha	9 PRECIO PONDERRADO (\$/gal)	10=(8*9) BENEFICIOS (Q)
1,992	210	200	2,85	8,500	7,15	607,75	91,16	7,748,81	67	519,170
1,993	210	200	2,85	33,000	7,15	607,75	91,16	30,083,63	73	2,196,109
1,994	210	200	2,85	43,500	7,15	607,75	91,16	39,655,69	79	3,132,799
1,995	210	200	2,85	51,900	7,15	607,75	91,16	47,313,34	83	3,927,007
1,996	210	200	2,85	88,000	7,15	607,75	91,16	80,223,00	94	7,540,962
1,997	210	200	2,85	88,500	7,15	607,75	91,16	80,678,81	81	6,534,984
1,998	215	200	2,85	90,000	12,15	1032,75	154,91	139,421,25	81	11,293,121
1,999	215	200	3,00	100,000	12,00	1020,00	153,00	153,000,00	84	12,852,000
2,000	215	200	3,30	100,000	11,70	994,50	149,18	149,175,00	86	12,809,050
2,001	215	200	3,50	100,000	11,50	977,50	146,63	146,625,00	88	12,903,000
2,002	215	200	3,85	100,000	11,15	947,75	142,16	142,162,50	91	12,936,788
2,003	215	200	4,25	100,000	10,75	913,75	137,06	137,062,50	94	12,883,875
2,004	215	200	4,65	100,000	10,35	879,75	131,86	131,962,50	97	12,800,363
2,005	215	200	5,00	100,000	10,00	850,00	127,50	127,500,00	100	12,750,000
2,006	215	200	5,50	100,000	9,50	807,50	121,13	121,125,00	104	12,597,000
2,007	215	200	6,00	100,000	9,00	765,00	114,75	114,750,00	107	12,278,250
TOTAL										149,974,474

Fuente: Elaboración propia con base a información de Filitecnista de CENICANA

ANEXO 5B

HOJA DE CALCULO
PROYECTO: PERDIDAS POST-COSECHA
CENEGICAÑA

AÑO	1 TECHO DE ADOPCION (TON)	2 TASA DE ADOPCION (%)	3=(1*2) TONELADAS ADOPTADAS	4 IMPACTO TECNOLOGICO (lbs/TM)	5 PARTICIPACION INSTITUCIONAL (%)	6=(3*4*5)/100 LIB AZUCAR	7 PRECIO PONDERARO (O/ton)	8=(6*7) BENEFICIOS (O)	
1,992	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,993	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,994	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,995	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,996	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,997	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,998	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,999	9,000,000	10%	900,000	2.4	10%	2,160	84	181,440	
2,000	9,000,000	20%	1,800,000	2.4	10%	4,320	86	371,520	
2,001	9,000,000	30%	2,700,000	2.4	10%	6,480	88	570,240	
2,002	9,000,000	40%	3,600,000	2.4	10%	8,640	91	786,240	
2,003	9,000,000	50%	4,500,000	2.4	10%	10,800	94	1,015,200	
2,004	9,000,000	60%	5,400,000	2.4	10%	12,960	97	1,257,120	
2,005	9,000,000	70%	6,300,000	2.4	10%	15,120	100	1,512,000	
2,006	9,000,000	80%	7,200,000	2.4	10%	17,280	104	1,797,120	
2,007	9,000,000	90%	8,100,000	2.4	10%	19,440	107	2,080,080	
TOTAL								97,200	9,570,960

Fuente: Elaboración propia con base a información de Químico de CENEGICAÑA

ANEXO 5C **BENEFICIOS ECONOMICOS TOTALES**
PROYECTO: DESARROLLO DE VARIEDADES
CENGINCAÑA

AÑO	COMPONENTE		TOTAL
	RECUPERACION AZUCAR ABRIL-MAYO	COMPOSICION VARIETAL NOVIEMBRE-MARZO	
1,992	0	0	0
1,993	0	0	0
1,994	0	0	0
1,995	0	0	0
1,996	0	0	0
1,997	0	0	0
1,998	0	0	0
1,999	2,122,426	0	2,122,426
2,000	4,345,921	16,114,336	20,460,257
2,001	6,670,483	32,978,176	39,648,659
2,002	9,197,181	51,153,648	60,350,829
2,003	11,875,481	70,453,376	82,328,857
2,004	14,705,383	90,877,457	105,582,840
2,005	16,844,654	112,425,700	129,270,354
2,006	17,518,440	129,914,096	147,432,536
2,007	18,023,780	133,661,618	151,685,398
TOTAL	101,303,749	637,578,407	738,882,156

Fuente: Elaboración propia con base a información proporcionada por Filomejoradores de CENGINCAÑA

ANEXO 5E
HOJA DE CALCULO
PROYECTO: DESARROLLO DE VARIETADES
COMPONENTE: COMPOSICION VARIETAL NOVIEMBRE - MARZO
CENEGICANA

AÑO	1 TECHO INCREMENTO 800 AZUCAR	2 % TASA ADOPCION	3 PARTICIPACION INSTITUCIONAL (%)	4=(1*2*3*) INCREMENTO (qq AZUCAR)	5 PRECIO PONDERADO (C./qq)	6=(4*5) BENEFICIOS (Q)
1,992	0	0	0	0	0	0
1,993	0	0	0	0	73	0
1,994	0	0	0	0	79	0
1,995	0	0	0	0	83	0
1,996	0	0	0	0	94	0
1,997	0	0	0	0	81	0
1,998	0	0	0	0	81	0
1,999	0.00	0	0	0	84	0
2,000	1,249,174.00	15%	100%	187,376	86	16,114,336
2,001	1,249,174.00	30%	100%	374,752	88	32,978,176
2,002	1,249,174.00	45%	100%	562,128	91	51,153,648
2,003	1,249,174.00	60%	100%	749,504	94	70,453,376
2,004	1,249,174.00	75%	100%	936,880	97	90,877,457
2,005	1,249,174.00	90%	100%	1,124,257	100	112,425,700
2,006	1,249,174.00	100%	100%	1,249,174	104	129,914,096
2,007	1,249,174.00	100%	100%	1,249,174	107	133,661,618
TOTAL						637,578,407

Fuente: Elaboración propia con base a información proporcionada por Fitomejoradores de CENEGICANA

ANEXO 5F
 BENEFICIOS ECONÓMICOS TOTALES
 PROYECTO: PLAGAS Y ENFERMEDADES
 CENIGICAÑA

AÑO	COMPONENTE				TOTAL
	CHINCHES SALIVOSA	RATAS	BARRENADORES	PLAGAS DE LA RAIZ	
1,992	0	0	0	0	0
1,993	0	0	0	0	0
1,994	0	0	0	0	0
1,995	0	0	0	0	0
1,996	854,000	0	0	3,837,720	4,691,720
1,997	547,225	887,280	0	2,398,400	3,832,905
1,998	2,203,268	2,057,200	0	5,252,800	9,513,268
1,999	2,345,448	3,325,760	0	8,263,200	13,934,408
2,000	2,242,716	3,257,280	546,385	7,761,120	13,807,501
2,001	2,133,852	3,184,480	1,128,776	7,249,920	13,697,028
2,002	2,111,256	3,205,760	1,301,580	7,081,280	13,699,876
2,003	2,081,940	3,222,240	1,744,008	6,902,560	13,950,748
2,004	2,045,820	3,233,760	2,181,900	6,713,280	14,174,760
2,005	2,002,308	3,240,000	3,044,566	6,512,960	14,799,834
2,006	2,043,636	3,339,200	3,552,752	6,652,960	15,588,548
2,007	1,984,584	3,334,240	3,508,288	6,428,800	15,255,912
TOTAL	22,596,053	32,287,200	17,008,255	75,055,000	146,946,508

Fuente: Elaboración propia con base a información proporcionada por Entomólogo de CENIGICAÑA

ANEXO 51

HOJA DE CALCULO
PROYECTO: PLACAS
COMPONENTE: BARRERADORES
CENICANA

AÑOS	1	2	3	4	5	6=(2*5)	7	8=(6*7)	9	10=(9*4)	11=(9+10)	12	13=(6*12)	14=(13*11)	15=(14*10,35)
	AREA TOTAL HAS	TECHO ADOPCION HAS	TASA ADOPCION HAS	HAS ADOPTADAS	HA AZUCAR INCREMENTO POR HA ADOPTADA	TOTAL QUINTALES DE INCREMENTO	COSTO INCREMENTO POR HA AZUCAR ADICIONAL (C)	COSTO TOTAL INCREMENTO QUINTALES	PRECIO MIP	COSTO MIP INCREMENTO	COSTOS TOTALES INCREMENTO	PRECIO PONDERADO	BENEFICIOS TOTALES	BENEFICIOS NETOS	BENEFICIO CENICANA
1,992	139,000	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0,7	0	0	0
1,993	135,000	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0	73	0	0	0
1,994	140,000	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0	79	0	0	0
1,995	150,000	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0	83	0	0	0
1,996	165,000	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0	94	0	0	0
1,997	170,000	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0	81	0	0	0
1,998	181,200	0	0,00	0	0	0	13,64	0	0	0	0	81	0	0	0
1,999	181,200	0	0,00	0	0	0	14,32	0	0	0	0	84	0	0	0
2,000	181,200	50,000	0,20	10,000	4,5	45,000	15,04	676,800	163,21	1,632,100	2,308,900	86	3,870,000	1,561,100	546,383
2,001	181,200	70,000	0,30	21,000	4,5	94,500	15,79	1,492,125	171,37	3,698,770	5,060,975	88	8,316,000	3,225,025	1,129,778
2,002	181,200	80,000	0,30	24,000	4,5	108,000	16,58	1,790,640	179,94	4,318,560	6,109,200	91	9,628,000	3,718,800	1,301,690
2,003	181,200	80,000	0,40	32,000	4,5	144,000	17,41	2,507,040	188,94	6,046,080	8,555,120	94	13,536,000	4,982,880	1,744,038
2,004	181,200	80,000	0,50	40,000	4,5	180,000	18,28	3,290,400	193,39	7,935,600	11,226,000	97	17,462,000	6,234,000	2,181,000
2,005	181,200	80,000	0,70	56,000	4,5	252,000	19,19	4,835,880	208,31	11,655,560	16,501,240	100	25,200,000	8,698,760	3,044,696
2,006	181,200	80,000	0,80	64,000	4,5	288,000	20,15	5,805,200	218,27	13,998,080	19,805,280	104	29,952,000	10,158,720	3,552,782
2,007	181,200	80,000	0,80	64,000	4,5	288,000	21,16	6,094,080	229,66	14,698,240	20,792,320	107	30,416,000	10,023,680	3,580,088
															17,808,285

Fuente: Elaboración propia con base a información proporcionada por Entidad de CENICANA

ANEXO 5.J
 HOJA DE CALCULO
 PROYECTO: PLAGAS
 COMPONENTE: PLAGAS DE LA RAIZ
 CENICANA

AÑOS	1	2	3	4=(2*3)	5	6=(4*5)	7=(3*2)	8	9=(8*9)	10	11=(7+10)	12	13=(4+12)	14=(8+11+13)	15	16=(7+15)
	AREA TOTAL HAS	TECHO ADOPCION HAS	TASA ADOPCION HAS	HAS ADOPTADAS	TONELADAS METRICAS INCREMENTO POR HA	TOTAL TONELADAS INCREMENTO	QUINTALES DE INCREMENTO	COSTO INCREMENTO POR TONELADAS ADICIONALES	COSTO INCREMENTO * TONELAJE	COSTO INCREMENTO POR TONELAJE	COSTO INCREMENTO MOJENDA	PRECIO MIP	COSTO MIP	INCREMENTO COSTOS TOTALES	PRECIO PONERADO	BENEFICIOS TOTALES
1,992	130,000		0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0
1,993	135,000		0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0
1,994	140,000		0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	0
1,995	150,000		0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	0
1,996	165,000	50,000	0,20	10,000	10	100,000	220,000	34	3,400,000	26	5,720,000	196,57	1,965,700	11,095,700	84	20,850,000
1,997	170,000	50,000	0,20	10,000	10	100,000	220,000	35	3,600,000	28	6,150,000	206,4	2,064,000	11,824,000	81	17,820,000
1,998	181,200	50,000	0,50	25,000	10	250,000	550,000	36	5,500,000	30	16,500,000	216,72	5,418,000	31,418,000	81	44,550,000
1,999	181,200	50,000	0,80	40,000	10	400,000	880,000	40	16,000,000	32	28,150,000	227,55	8,102,000	53,267,000	84	73,600,000
2,000	181,200	50,000	0,80	40,000	10	400,000	880,000	42	16,800,000	34	29,070,000	238,93	8,557,200	56,277,200	86	75,860,000
2,001	181,200	50,000	0,80	40,000	10	400,000	880,000	44	17,600,000	36	31,650,000	250,85	10,035,200	59,315,200	88	77,440,000
2,002	181,200	50,000	0,80	40,000	10	400,000	880,000	46	18,400,000	38	33,440,000	263,82	10,536,800	62,376,800	91	80,950,000
2,003	181,200	50,000	0,80	40,000	10	400,000	880,000	48	19,200,000	40	35,200,000	276,59	11,063,500	65,463,500	94	82,720,000
2,004	181,200	50,000	0,80	40,000	10	400,000	880,000	50	20,000,000	42	36,950,000	290,42	11,576,800	68,576,800	97	85,360,000
2,005	181,200	50,000	0,80	40,000	10	400,000	880,000	52	20,800,000	44	38,720,000	304,94	12,187,600	71,717,600	100	88,000,000
2,006	181,200	50,000	0,80	40,000	10	400,000	880,000	54	21,600,000	46	40,490,000	320,19	12,897,600	74,897,600	104	91,220,000
2,007	181,200	50,000	0,80	40,000	10	400,000	880,000	56	22,400,000	48	42,240,000	338,2	13,448,000	78,088,000	107	94,160,000
TOTAL																

Fuente: Elaboración propia con base a información proporcionada por Entidad de CENICANA

ANEXO 5L
BENEFICIOS ECONÓMICOS TOTALES
PROYECTO: USO ÓPTIMO DE FERTILIZANTES POR AMBIENTE Y MANEJO DE SUELO
CENICIGANA

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	TOTAL	AJUSTE POR PROBABILIDAD DE EXITO
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	578,117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	578,117	404,682
1996	0	0	0	0	1,196,337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,196,337	837,436
1997	0	0	0	0	1,054,563	258,272	0	0	0	0	0	0	0	0	1,353,535	947,475
1998	0	0	0	0	1,054,563	451,629	0	0	0	0	172,400	0	0	0	1,645,593	1,154,006
1999	191,520	1,429,688	47,880	416,086	1,157,039	937,160	0	0	0	0	244,800	9,679	137,268	87,729	4,678,815	3,275,171
2000	383,040	2,827,288	35,760	683,206	1,748,739	3,545,720	97,920	138,802	0	50,746	499,600	19,350	144,072	227,503	9,751,396	6,826,190
2001	766,080	3,174,132	191,520	916,378	1,310,410	8,788,760	195,840	241,338	0	106,496	372,200	38,700	377,340	472,965	17,056,159	11,593,311
2002	1,149,120	4,303,360	287,280	1,446,737	1,402,915	11,076,400	321,680	512,832	91,370	250,556	1,224,000	59,050	806,180	748,058	23,245,575	16,621,903
2003	1,915,200	4,633,020	478,800	2,531,712	1,495,424	11,855,600	587,520	1,089,856	182,700	1,281,472	1,284,000	77,400	1,786,460	1,311,113	29,886,273	20,920,391
2004	1,915,200	4,585,660	478,800	2,653,096	1,587,936	12,574,800	979,200	1,219,072	274,050	1,995,264	1,724,000	96,750	2,272,800	2,200,740	34,936,398	24,456,461
2005	1,915,200	5,299,300	478,800	2,777,480	1,680,432	13,314,000	979,200	3,015,600	365,600	2,483,040	1,224,000	36,750	3,342,400	3,455,550	40,971,152	28,644,806
2006	1,915,200	5,741,800	478,800	2,830,980	1,803,778	14,399,600	979,200	3,216,240	456,750	2,680,016	1,224,000	96,750	6,175,440	4,881,960	46,897,541	32,824,779
2007	1,915,200	6,074,480	478,800	3,023,376	1,896,278	15,039,800	979,200	3,346,720	730,800	2,845,248	1,224,000	96,750	8,645,760	5,077,880	51,433,272	36,009,291
TOTAL	12,065,760	37,845,108	3,016,440	17,395,123	17,576,843	92,018,472	5,189,760	13,296,490	2,701,050	11,642,246	9,190,000	990,175	23,687,640	19,473,697	264,076,704	184,655,093

Fuente: Elaboración propia con base a información proporcionada por Especialista en Regos de CENICIGANA

ANEXOS 6, 7, 8, 9, 10, 11 Y 12

Análisis Evaltec para cada uno de los proyectos

ANEXO 6

SEVALTEC - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 SCUSBEN - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

EVALUACION EX-POST

EVALUACION PROYECTO DESARROLLO Y MANEJO VARIETAL

FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS - En Q. 1000

PERIODO DE INVERSION	BENEFICIO BRUTO	COSTO TOTAL	BENEFICIO NETO
1992	0	983	-98300
1993	0	1643	-164300
1994	0	2977	-297700
1995	0	1495	-149500
1996	0	3632	-363200
1997	0	3674	-367400
1998	0	3606	-360600
1999	2122	3664	-154200
2000	20460	3696	1676400
2001	39649	3696	3595300
2002	60351	3360	5699100
2003	82239	3520	7871900
2004	105587	3520	10206700
2005	129270	3520	12575000
2006	147433	3520	14391300
2007	151685	3520	14816500

TASA INTERNA DE RETORNO -----> 50.93 %

REL. BENEFICIO/COSTO (10% DESCUENTO)> 9.23

Pagina: 1/2

SEVALTEC I - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 SCUSBEN I - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

SEVALUACION EX-POST I (Continuacion)

EVALUACION PROYECTO DESARROLLO Y MANEJO VARIETAL

VALOR ACTUAL NETO - En Q. 1000

T A S A A N U A L D E D E S C U E N T O					
4 %	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
399043	306245	236195	182996	142361	111151

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

PORCENTAJE DE VARIACION	I T E M D E V A R I A C I O N		
	COSTOS	BENEFICIOS	COSTOS/BENEFICIOS
+ 25.00	46.71	55.23	41.38
+ 20.00	47.48	54.44	43.32
+ 15.00	48.28	53.61	45.23
+ 10.00	49.12	52.75	47.13
+ 5.00	50.00	51.86	49.03
(*) 0.00	50.93	50.93	50.93
- 5.00	51.91	49.95	52.85
- 10.00	52.95	48.93	54.79
- 15.00	54.05	47.85	56.77
- 20.00	55.23	46.71	58.81
- 25.00	56.49	45.51	60.91

(*) - Tasa Interna de Retorno segun el flujo de costos y beneficios estimado

Institucion: CENGICANA
 Responsable por el analisis: ING. ROGER ANIBAL VALENZUELA BONILLA
 Sitio: ZONA CAÑERA DE GUATEMALA
 Fecha: 22/10/98
 Nombre de Archivo: DESAMAVA

Pagina: 2/2

ANEXO 7

JEVALTECÍ - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 ICUSBEN ¶ - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

JEVALUACION EX-POST¶

EVALUACION USO DE MADURANTES

FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS - En Q. 1000

PERIODO DE INVERSION	BENEFICIO BRUTO	COSTO TOTAL	BENEFICIO NETO
1992	519	461	5800
1993	2194	770	142400
1994	3133	1395	173800
1995	3927	701	322600
1996	7541	1703	583800
1997	6535	1723	481200
1998	11293	1691	960200
1999	12852	1718	1113400
2000	12829	1733	1109600
2001	12903	1733	1117000
2002	12937	1575	1136200
2003	12884	1650	1123400
2004	12800	1650	1115000
2005	12750	1650	1110000
2006	12597	1650	1094700
2007	12278	1650	1062800

TASA INTERNA DE RETORNO -----> 0.00 %

REL. BENEFICIO/COSTO (10% DESCUENTO)> 5.69

Pagina: 1/2

#EVALTEC# - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 #CUSBEN # - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

#EVALUACION EX-POST# (Continuacion)

EVALUACION USO DE MADURANTES

VALOR ACTUAL NETO - En Q. 1000

T A S A A N U A L D E D E S C U E N T O					
4 %	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
84307	69725	58140	48862	41373	35282

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

PORCENTAJE DE VARIACION	I T E M D E V A R I A C I O N			
	COSTOS	BENEFICIOS	COSTOS/BENEFICIOS	
+ 25.00	0.00	0.00		395.24
+ 20.00	0.00	0.00		625.76
+ 15.00	0.00	0.00		0.00
+ 10.00	0.00	0.00		0.00
+ 5.00	0.00	0.00		0.00
(*) 0.00	0.00	0.00		0.00
- 5.00	0.00	0.00		0.00
- 10.00	0.00	0.00		0.00
- 15.00	0.00	0.00		0.00
- 20.00	0.00	0.00		0.00
- 25.00	0.00	0.00		0.00

(*) - Tasa Interna de Retorno segun el flujo de costos y beneficios estimado

Institucion: CENGICAÑA
 Responsable por el analisis: ING. ROGER ANIBAL VALENZUELA BONILLA
 Sitio: ZONA CAÑERA DE GUATEMALA
 Fecha: 21/10/98
 Nombre de Archivo: MADURANT

ANEXO 8

SEVALTEC - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 CUSBEN - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

EVALUACION EX-POST

EVALUACION DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS - En Q. 1000

PERIODO DE INVERSION	BENEFICIO BRUTO	COSTO TOTAL	BENEFICIO NETO
1992	0	492	-49200
1993	0	821	-82100
1994	0	1488	-148800
1995	0	747	-74700
1996	4692	1816	287600
1997	3833	1837	199600
1998	9513	1803	771000
1999	13934	1832	1210200
2000	13808	1848	1196000
2001	13697	1848	1184900
2002	13700	1680	1202000
2003	13951	1760	1219100
2004	14175	1760	1241500
2005	14800	1760	1304000
2006	15588	1760	1382800
2007	15256	1760	1349600

TASA INTERNA DE RETORNO -----> 67.45 %

REL. BENEFICIO/COSTO (10% DESCUENTO)> 4.67

Pagina: 1/2

SEVALTEC - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 SCUSBEN - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

SEVALUACION EX-POST (Continuacion)

EVALUACION DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

VALOR ACTUAL NETO - En Q. 1000

T A S A A N U A L D E D E S C U E N T O					
4 %	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
77150	61998	50133	40776	33345	27404

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

PORCENTAJE DE VARIACION	I T E M D E V A R I A C I O N		
	COSTOS	BENEFICIOS	COSTOS/BENEFICIOS
+ 25.00	58.42	76.95	47.39
+ 20.00	60.04	75.17	51.36
+ 15.00	61.74	73.34	55.33
+ 10.00	63.54	71.44	59.31
+ 5.00	65.44	69.48	63.34
(*) 0.00	67.45	67.45	67.45
- 5.00	69.59	65.33	71.65
- 10.00	71.87	63.13	75.97
- 15.00	74.32	60.83	80.44
- 20.00	76.95	58.42	85.11
- 25.00	79.80	55.89	90.00

(*) - Tasa Interna de Retorno segun el flujo de costos y beneficios estimado

Institucion: CENGICANA
 Responsable por el analisis: ING. ROGER ANIBAL VALENZUELA BONILLA
 Sitio: ZONA CAÑERA DE GUATEMALA
 Fecha: 02/10/98
 Nombre de Archivo: PLAGAS

ANEXO 9

FEVALTEC - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 UCUSBEN - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

EVALUACION EX-POST

EVALUACION USO OPTIMO FERTILIZANTES Y SUELO

FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS - En Q. 1000

PERIODO DE INVERSION	BENEFICIO BRUTO	COSTO TOTAL	BENEFICIO NETO
1992	0	645	-64500
1993	0	1078	-107800
1994	0	1953	-195300
1995	405	981	-57600
1996	837	2384	-154700
1997	947	2411	-146400
1998	1154	2366	-121200
1999	3275	2405	87000
2000	6826	2426	440000
2001	11939	2426	951300
2002	16622	2205	1441700
2003	20920	2310	1861000
2004	24455	2310	2214500
2005	28645	2310	2633500
2006	32825	2310	3051500
2007	36003	2310	3369300

TASA INTERNA DE RETORNO -----> 37.86 %

REL. BENEFICIO/COSTO (10% DESCUENTO)> 3.68

Pagina: 1/2

SEVALTECI - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 SCUSBEN I - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

REVALUACION EX-POSTI (Continuacion)

EVALUACION USO OPTIMO FERTILIZANTES Y SUELO

VALOR ACTUAL NETO - En Q. 1000

TASA ANUAL DE DESCUENTO					
4 %	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
87388	66674	51036	39163	30098	23142

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

PORCENTAJE DE VARIACION	ITEM DE VARIACION		
	COSTOS	BENEFICIOS	COSTOS/BENEFICIOS
+ 25.00	32.95	42.94	26.81
+ 20.00	33.84	42.00	29.04
+ 15.00	34.77	41.02	31.24
+ 10.00	35.74	40.00	33.44
+ 5.00	36.77	38.95	35.64
(*) 0.00	37.86	37.86	37.86
- 5.00	39.01	36.71	40.11
- 10.00	40.24	35.52	42.42
- 15.00	41.54	34.27	44.80
- 20.00	42.94	32.95	47.27
- 25.00	44.46	31.56	49.85

(*) - Tasa Interna de Retorno segun el flujo de costos y beneficios estimado

Institucion: CENGICANA
 Responsable por el analisis: ING. ROGER ANIBAL VALENZUELA BONILLA
 Sitio: ZONA CAÑERA DE GUATEMALA
 Fecha: 23/10/98
 Nombre de Archivo: FERTSUEL

ANEXO 10

IEVALTEC - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 ICUSBEN - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

EVALUACION EX-POST

EVALUACION DE RIEGOS

FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS - En Q. 1000

PERIODO DE INVERSION	BENEFICIO BRUTO	COSTO TOTAL	BENEFICIO NETO
1992	0	399	-39900
1993	0	667	-66700
1994	0	1209	-120900
1995	0	607	-60700
1996	0	1476	-147600
1997	0	1493	-149300
1998	133	1465	-133200
1999	494	1489	-99500
2000	833	1502	-66900
2001	1488	1502	-1400
2002	2237	1365	87200
2003	3554	1430	212400
2004	5122	1430	369200
2005	8015	1430	658500
2006	12365	1430	1093500
2007	16126	1430	1469600

TASA INTERNA DE RETORNO -----> 16.59 %

REL. BENEFICIO/COSTO (10% DESCUENTO)> 1.46

Pagina: 1/2

FEVALTEC - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 FCUSBEN I - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

FEVALUACION EX-POST (Continuacion)

EVALUACION DE RIEGOS

VALOR ACTUAL NETO - En Q. 1000

T A S A A N U A L D E D E S C U E N T O					
4 %	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
14625	9971	6605	4169	2406	1133

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

PORCENTAJE DE VARIACION	I T E M D E V A R I A C I O N		
	COSTOS	BENEFICIOS	COSTOS/BENEFICIOS
+ 25.00	12.75	20.37	7.63
+ 20.00	13.46	19.68	9.53
+ 15.00	14.19	18.96	11.37
+ 10.00	14.96	18.21	13.14
+ 5.00	15.76	17.42	14.88
(*) 0.00	16.59	16.59	16.59
- 5.00	17.47	15.72	18.29
- 10.00	18.38	14.79	19.99
- 15.00	19.35	13.80	21.70
- 20.00	20.37	12.75	23.44
- 25.00	21.46	11.62	25.20

(*) - Tasa Interna de Retorno segun el flujo de costos y beneficios estimado

Institucion: CENGICANA
 Responsable por el analisis: ING. ROGER ANIBAL VALENZUELA BONILLA
 Sitio: ZONA CAÑERA DE GUATEMALA
 Fecha: 21/10/98
 Nombre de Archivo: RIEGOS

ANEXO 11

SEVALTEC - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 ICUSBRN - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

SEVALUACION EX-POST

EVALUACION PROYECTO PERDIDAS POST-COSECHA

FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS - En Q. 1000

PERIODO DE INVERSION	BENEFICIO BRUTO	COSTO TOTAL	BENEFICIO NETO
1992	0	92	-9200
1993	0	154	-15400
1994	0	279	-27900
1995	0	140	-14000
1996	0	341	-34100
1997	0	344	-34400
1998	0	338	-33800
1999	184	344	-16000
2000	372	347	2500
2001	570	347	22300
2002	786	315	47100
2003	1015	330	68500
2004	1257	330	92700
2005	1512	330	118200
2006	1797	330	146700
2007	2080	330	175000

TASA INTERNA DE RETORNO -----> 15.25 %

REL. BENEFICIO/COSTO (10% DESCUENTO)> 1.30

Pagina: 1/2

SEVALTEC - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 SCUSBEN - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

EVALUACION EX-POST (Continuacion)

EVALUACION PROYECTO PERDIDAS POST-COSECHA

VALOR ACTUAL NETO - En Q. 1000

T A S A A N U A L D E D E S C U E N T O					
4 %	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
2366	1595	1032	622	322	104

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

PORCENTAJE DE VARIACION	I T E M D E V A R I A C I O N		
	COSTOS	BENEFICIOS	COSTOS/BENEFICIOS
+ 25.00	10.77	19.59	4.67
+ 20.00	11.60	18.80	6.97
+ 15.00	12.46	17.98	9.14
+ 10.00	13.36	17.11	11.23
+ 5.00	14.28	16.20	13.26
(*) 0.00	15.25	15.25	15.25
- 5.00	16.26	14.23	17.21
- 10.00	17.31	13.16	19.15
- 15.00	18.42	12.00	21.11
- 20.00	19.59	10.77	23.09
- 25.00	20.83	9.45	25.09

(*) - Tasa Interna de Retorno segun el flujo de costos y beneficios estimado

Institucion: CENGICANA
 Responsable por el analisis: ING. ROGER ANIBAL VALENZUELA BONILLA
 Sitio: ZONA CAÑERA DE GUATEMALA
 Fecha: 22/10/98
 Nombre de Archivo: PERPOSCO

ANEXO 12

SEVALTEC - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 ICUSBEN 1 - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

EVALUACION EX-POST

EVALUACION GLOBAL CENGA

FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS - En Q 1000

PERIODO DE INVERSION	BENEFICIO BRUTO	COSTO TOTAL	BENEFICIO NETO
1992	519	3072	-255300
1993	2194	5134	-294000
1994	3133	9302	-616900
1995	4332	4671	-33900
1996	13070	11350	172000
1997	11315	11482	-16700
1998	22093	11270	1082300
1999	32861	11450	2141100
2000	55128	11550	4357800
2001	80246	11550	6869600
2002	106633	10500	9613300
2003	134653	11000	12365300
2004	163396	11000	15239600
2005	194992	11000	18399200
2006	222605	11000	21160500
2007	233428	11000	22242800

TASA INTERNA DE RETORNO -----> 59.54 %

REL. BENEFICIO/COSTO (10% DESCUENTO)> 5.55

Pagina: 1/2

SEVALTEC - SISTEMA DE EVALUACION ECONOMICA DE TECNOLOGIAS AGRICOLAS
 SCUSBEN 1 - EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

SEVALUACION EX-POST (Continuacion)

EVALUACION GLOBAL CENGICARA

VALOR ACTUAL NETO - En Q 1000

T A S A A N U A L D E D E S C U E N T O					
4 %	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
664938	516255	403180	316617	249928	198237

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

PORCENTAJE DE VARIACION	I T E M D E V A R I A C I O N		
	COSTOS	BENEFICIOS	COSTOS/BENEFICIOS
+ 25.00	50.66	70.42	41.07
+ 20.00	52.17	68.23	44.40
+ 15.00	53.80	66.05	47.85
+ 10.00	55.55	63.88	51.49
+ 5.00	57.45	61.71	55.36
(*) 0.00	59.54	59.54	59.54
- 5.00	61.83	57.35	64.11
- 10.00	64.36	55.15	69.20
- 15.00	67.20	52.92	74.98
- 20.00	70.42	50.66	81.67
- 25.00	74.10	48.36	89.65

(*) - Tasa Interna de Retorno segun el flujo de costos y beneficios estimado

Institucion: CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION
 Responsable por el analisis: ING. ROGER ANIBAL VALENZUELA BONILLA
 Sitio: ZONA CAÑERA DE GUATEMALA
 Fecha: 19/01/99
 Nombre de Archivo: GLOBAL

ANEXO 13

Explicación de siglas

ANEXO 13

IDENTIFICACION DE SIGLAS

IID:	Agencia Internacional para el Desarrollo
IASZGUA:	Asociación de Azucareros de Guatemala
B/C:	Beneficio-Costo
CAT:	Corte, Alce, Transporte
CENIGCAÑA:	Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar.
CENICANA:	Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia
CIAT:	Centro Internacional de Agricultura Tropical
EMBRAPA:	Empresa Brasileira de Pesquisa Agrícola
EVALTEC:	Evaluación de Tecnologías Agropecuarias
EVAL-ANTE:	Evaluación antes de Ejecutar el Proyecto
EVAL-POST:	Evaluación después de Ejecutar el Proyecto
HA:	Hectáreas
ICTA:	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola
IMPA:	Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar
PIB:	Producto Interno Bruto
T/AH:	Toneladas de Azúcar por Hectárea
T/CH:	Toneladas de Caña por Hectárea
TIR:	Tasa Interna de Retorno
VA:	Valor Actual Neto

