

# CAPÍTULO 7

## Rentabilidad del Beneficio Ecológico

Características Económico-Financieras

| Nombre    | Valor | Unidades    |
|-----------|-------|-------------|
| nosInvers | 5     | (Años)      |
| CostoAgua | 50    | (\$)        |
| CostoKWH  | 70    | (\$/KWH)    |
| CostoCont | 20    | (\$/kgCC)   |
| CostoLOMB | 50    | (\$/KgLomb) |
| CostoMO   | 4 000 | (\$/Jornal) |
| Depreciac | 0,1   | (decimal)   |
| DTT       | 0,27  | (decimal)   |

| Nombre     | Valor  | Unidades   |
|------------|--------|------------|
| Intereses  | 0,3    | (decimal)  |
| PrecioCPS  | 31 025 | (\$/@CPS)  |
| PrecioLomb | 1 000  | (\$/@Lomb) |
| TasaAMOEM  | 0,15   | (decimal)  |
| TasaDesc   | 0,34   | (decimal)  |
| TasaMant   | 0,04   | (decimal)  |
| TasaSubs   | 0      | (decimal)  |
| VidaUtil   | 10     | (Años)     |

Efectuar Análisis

Glosario

Ayuda

Salir



## RENTABILIDAD DEL BENEFICIO ECOLÓGICO <sup>47</sup>

### 7.1. BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA TECNOLOGÍA NO CONTAMINANTE

Los proyectos de descontaminación de las aguas en países en desarrollo en forma general, o no se realizan, o se ejecutan parcialmente y con muchas demoras. Los costos de los proyectos se consideran muy altos y el agente que contamina normalmente no acepta su compromiso de mantener inalterado el medio ambiente. Las leyes del estado, aunque existen, la mayoría de las veces o no se aplican o no se ejecutan con el rigor necesario.

La tecnología BECOLSUB hace innecesarias las labores de descontaminación de las aguas que se contaminaban por utilizar las técnicas tradicionales de beneficio, porque simplemente no se contaminan, o esto ocurre en menos del 10%, con relación a las tecnologías convencionales.

Es muy poco frecuente encontrar soluciones para mantener la calidad del medio ambiente sin efectuar grandes inversiones y menos común, que la solución a la contaminación genere utilidades, como las demostradas en este estudio.

En efecto, en la tecnología BECOLSUB, se hacen inversiones relativamente pequeñas y se obtienen ventajas adicionales por el valor que representa el lombricompuesto y la proteína animal de la lombriz, de gran uso real y potencial para muchas fincas, y lo que es más importante, porque se evitan pérdidas físicas de café del orden del 4,5%, pérdidas que tradicionalmente se han aceptado como un desperdicio necesario para obtener café pergamino de excelente calidad.

En particular, la adopción del beneficio no contaminante del café presenta un gran número de ventajas físicas, que pueden cuantificarse en ventajas económicas por las siguientes razones:

- Debido a la reducción del consumo de agua de 40 a aproximadamente 0,6L/kg de cps.

---

<sup>47</sup> Preparado por Roa M., G. Ingeniería Agrícola, CENICAFÉ.

- Por el mejoramiento de la calidad del agua para el consumo humano y el consumo animal.
- Por la eliminación de la necesidad de pagar multas al gobierno por la contaminación de las aguas.
- Por el valor del lombricompost obtenido con un sustrato enriquecido, y más abundante, que a su vez genera mayores rendimientos de lombricompost en menor tiempo. Así mismo, por la facilidad del manejo manual del lombricompost que pesa menos, no se aglomera, y no genera olores indeseables.
- Por la mayor durabilidad de las estructuras civiles para manejar la pulpa sin exceso de agua.
- Por la reducción de las pérdidas de materia seca que son del orden del 1,5% por evitar la respiración y la lixiviación en los tanques de fermentación y del 3% por la transformación de aproximadamente el 60% de los granos pasillas, (media cara y guayaba) a café Tipo Federación.
- Por la disminución de la mano de obra en el proceso global.
- Debido a la disminución de las obras de infraestructura necesarias para el beneficio.
- Por el carácter portátil del sistema.

### 7.2. GENERALIDADES SOBRE LAS EVALUACIONES ECONÓMICAS DE INVERSIONES

Una de las características de las Ingenierías, que las identifica claramente dentro de otras áreas de la actividad humana, es que los resultados de sus aplicaciones modifican el ambiente que los seres comparten.

Siempre existe un riesgo de que las obras de ingeniería que se realicen, a pesar de los análisis efectuados que les antecedieron, resulten en equivocaciones, porque el futuro no se puede predecir con exactitud. La **teoría de costos** permite considerar las posibles mejores alternativas tecnológicas, para tomar las decisiones apropiadas, disminuyendo al máximo los riesgos involucrados.

La evaluación económica de proyectos es muy general porque se puede aplicar a todos los conceptos de la vida real, en donde se invierte dinero. El concepto de la evaluación económica de la inversión es inherente a toda posibilidad de modificación del ambiente por parte de cualquier obra de ingeniería.

La **ingeniería económica** es una área de estudio técnico que colabora para que se tomen las mejores decisiones y se define como: “**el estudio del conjunto de conceptos y técnicas cuantitativas de análisis, útiles para la evaluación y com-**

**paración económica de alternativas relativas a sistemas, productos, servicios, recursos, inversiones, equipos, etc., para lograr decisiones que seleccionen la mejor o mejores posibilidades entre las que se tienen en consideración”.**

El tema no es solamente estudiado por los ingenieros, sino por economistas, contadores, banqueros, financieros, administradores, inversionistas, etc. El nombre de Ingeniería Económica, como se ha definido también se conoce como los nombres de **matemáticas financieras, ingeniería de proyectos, análisis de inversiones, evaluación financiera de proyectos, evaluación socioeconómica de proyectos, estudios de factibilidad, planes de negocio**, según el área de conocimiento de donde provengan los estudios.

De las varias propuestas tecnológicas que los ingenieros presenten solo son posibles, aquellas consideradas **económicamente viables**. Además, deben cumplir con otros compromisos de carácter social o de conveniencia política, para que finalmente sean ejecutadas.

Cuando no se efectúan con buen juicio los análisis económicos de las inversiones y se construyen las obras, o se modifican o sustituyen los equipos de alguna empresa, después de algún tiempo, normalmente se demuestra con los resultados reales funestos, el real resultado económico de la decisión tomada.

Así como el ingeniero utiliza los conceptos matemáticos para el diseño, cálculo de las obras y de los equipos, es muy conveniente que el propio ingeniero utilice las mismas herramientas matemáticas para efectuar el análisis económico correspondiente para indagar sobre la factibilidad económica de su propuesta. En general, las matemáticas necesarias para efectuar estos cálculos generales son mucho más sencillas que las que normalmente utiliza para los cálculos afines a su profesión.

No obstante, aunque los cálculos de la factibilidad económica son, en forma general, muy sencillos, no lo es así la **conceptualización del análisis económico** de la inversión, que puede incluir supuestos y simplificaciones económicas muy particulares, con relación a las variables que intervienen en el análisis. Solo los buenos especialistas, basados en las teorías económicas y en su experiencia pueden estudiar y definir algunos casos particulares. En particular, en el planteamiento económico no se permite que se ignoren algunas variables claves, de mucha importancia, que pueden ser determinantes en el éxito de la decisión.

De otro lado, la obra en consideración puede incluir otros aspectos que no son de estricto origen tecnológico o económico, como las variables financieras (posibilidad y costo de la consecución de los recursos necesarios), las ecológicas, las comerciales, las legales, y otras de aún más difícil cuantificación, como las humanas, sociales y políticas.

En el caso de la tecnología BECOLSUB, si se recoge la opinión de especialistas en el análisis económico de inversiones ambientales (23), de los directivos de la Fed-

ración de Cafeteros de Colombia, especialistas agrícolas, instituciones científicas<sup>48</sup>, instituciones comerciales<sup>49</sup>, extensionistas y fabricantes, se concluye de manera preliminar que no existen variables o consideraciones que puedan demostrar desventajas determinantes en la modificación de la tecnología convencional del beneficio por medio de la tecnología BECOLSUB.

Los resultados de los análisis económicos, aunque sean bien planeados, bien desarrollados y bien ejecutados **no pueden ser mejores que la información que les sirvió de base**, y de los supuestos que se establecieron como verdaderos. El análisis económico, como cualquier modelo matemático, aunque perfecto pero ejecutado con base a informaciones incorrectas o con suposiciones inválidas, dará necesariamente resultados incorrectos.

Muchos son los parámetros y variables que influyen en la evaluación de los costos en el beneficio del café. Tradicionalmente se ha dificultado la evaluación de estos costos por la muy poca precisión que se tiene sobre la conceptualización de ellos y porque no se han efectuado los suficientes estudios. Es por tanto importante que antes de que se efectúe un análisis de la factibilidad de la tecnología BECOLSUB se le compare con evaluaciones económicas realistas del sistema de beneficio tradicional.

Los análisis económicos se pueden simplificar, cuando los procesos incluyen algunas tecnologías comunes y es entonces posible eliminar las formulaciones que corresponden a estas características. Este es el caso de la comparación de las tecnologías del beneficio convencional y BECOLSUB, en las cuales las variables como el secado de los granos, el transporte del café al beneficiadero y aún, el transporte del café cereza y del café lavado dentro del beneficiadero, son operaciones comunes. Se deben considerar entonces solo los procesos del beneficio que evidencian diferencias reales.

El proceso metodológico de la evaluación económica debe empezar por la caracterización de la situación en análisis; sólo cuando se tiene claridad completa sobre los escenarios técnico y económico adecuados, se pueden definir las necesidades de información, elaborar los modelos con los supuestos requeridos, definir el tipo de criterio decisorio y, finalmente, escoger la herramienta de ejecución específica que mejor se adapte a la situación de análisis.

---

<sup>48</sup> El Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología «Francisco José de Caldas» – COLCIENCIAS, en 1996 premió y catalogó como «Grupo de Excelencia en Investigación» al Programa de Postcosecha de Cenicafé, por el desarrollo de la tecnología BECOLSUB.

<sup>49</sup> El Banco de Occidente concedió el Primer Premio, dentro de la especialidad de Categoría Empresarial, del CONCURSO «PLANETA AZUL» al Programa de Postcosecha de Cenicafé, por el desarrollo de la tecnología BECOLSUB, en 1997.

### 7.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA PRELIMINAR DEL PROGRAMA DE BENEFICIO ECOLÓGICO DEL CAFÉ

Con la finalidad de cuantificar económica y financieramente el **Programa de Incentivos para Transformación a Beneficiaderos Ecológicos** (69), creado por la Gerencia Técnica de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia en Octubre de 1994 (para fomentar la tecnología desarrollada por Cenicafé), se contrató con la Universidad de los Andes el estudio, a través del Programa de Magister en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Durante la evaluación de la fase inicial del programa, 1994–1995, el equipo de UNIANDES entrevistó a 370 caficultores en todos los Comités de Cafeteros del país, la mitad de ellos adoptantes de la nueva tecnología; entrevistó a los directores técnicos de dichos Comités, a los ingenieros de beneficio y extensionistas.

Se desarrolló por parte del grupo de UNIANDES un programa de software de análisis económico y financiero denominado “**Calculador de Costos y Beneficios del Beneficio Ecológico**”.

Después de haber evaluado el programa numerosas veces, con la colaboración y participación de los representantes de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, relacionados con el programa de Beneficio Ecológico, el equipo de UNIANDES concluyó que la inversión era rentable para la mayoría de los cafeteros. En el estudio se encontró que la inversión se podría pagar en uno, dos o tres años, y que el modelo BECOLSUB que contiene la tecnología optimizada, el cual sólo se implantó al final de esta primera etapa en 1995, debería ser la tecnología básica adoptada por el caficultor (23).

El programa de computador generado incluyó los datos básicos para establecer los costos comparativos del beneficio convencional y del beneficio con el módulo BECOLSUB, de acuerdo a los datos físicos y de costos suministrados por Cenicafé, y los costos de inversión para la remodelación de los beneficiaderos suministrados por la Gerencia Técnica de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

El programa incluye formulaciones de costos y de finanzas para calcular las utilidades marginales o adicionales, por incluir ganancias introducidas por el beneficio ecológico originadas en mayor venta de café, mayor producción de abono orgánico, ahorro de agua, las cuales se descuentan al valor presente durante los años de la inversión.

### 7.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA MEDIANTE SOFTWARE DESARROLLADO EN CENICAFÉ. PROGRAMA ANEFSUB

El objetivo principal de desarrollar el programa ANEFSUB en Cenicafé, que inicialmente se fundamenta en los datos de laboratorio y en muy limitadas mediciones

reales al nivel de finca, es el de establecer una base de desarrollo que deberá ser aumentada, cada año, con nuevos conocimientos obtenidos con la ayuda de los expertos en el área económica y nutrido de datos reales de operaciones comerciales, para finalmente poder dar las respuestas de la forma más cercana a la realidad de cualquier cafetero, mediante las simulaciones matemáticas obtenidas.

En particular, se deberán obtener y validar datos experimentales obtenidos en fincas de diferentes tamaños, desde el caficultor que utiliza el módulo BECOLSUB 100 hasta el gran empresario que utiliza varios módulos BECOLSUB 3000, en las diferentes regiones productoras del país, que anteriormente utilizaban el beneficio convencional y pasaron a adoptar la tecnología BECOLSUB.

Un proceso de evaluación comparativa de una inversión de modernización, como es el de implantar la tecnología BECOLSUB, analizada económica y financieramente mediante el programa "ANEFSUB", incluye las siguientes etapas:

- Caracterización de las ventajas de la nueva tecnología.
- Establecimiento de los supuestos válidos para analizar las diferentes alternativas.
- Obtención de las informaciones técnicas, de costos, ecológicas, comerciales, legales, sociales y políticas, pertinentes.
- Definición del criterio decisorio; las evaluaciones económicas comparativas en la que se contempla una nueva alternativa se deben siempre efectuar con base en modelos que se construyen sobre un criterio decisorio.
- Desarrollo y evaluación del análisis mediante la creación del modelo matemático correspondiente.
- Discusión de los resultados.
- Desarrollo de estudios de simulación matemática y de análisis de sensibilidad.
- Toma de las decisiones correspondientes.

A continuación se amplía cada una de las etapas enumeradas:

Las ventajas en general de la tecnología BECOLSUB, en forma cualitativa se han presentado a lo largo de este trabajo y se enumeran en diferentes secciones de esta obra (3.10.7., 3.19.3.11. y 7.1.). Se ha aceptado de antemano que la tecnología BECOLSUB presenta ventajas técnicas, económicas, ambientales, sociales, comerciales y de política general.

Las ventajas técnicas, económicas y ambientales se han aceptado de antemano, en forma cualitativa por las presentaciones anteriores; se trata ahora de efectuar los análisis cuantitativos.

La principal **ventaja social** se desprende del hecho de que se libera parcialmente la mano de obra por la simplificación del proceso de beneficio en la época más crítica

de la producción de café, en la cual coinciden el beneficio y la cosecha. Esta última, la actividad de mayor demanda de mano de obra. El caficultor podrá, por tanto, disponer de más tiempo para realizar estas operaciones de manera más humana y más eficientemente y dispondrá también de mayor tiempo para realizar más oportunamente y en la mejor manera, la comercialización de su producto.

La principal **ventaja comercial** de la adopción de la tecnología BECOLSUB consiste en que por reducirse el volumen de los equipos necesarios, hasta una cuarta parte del valor tradicional, y ser construidos por la industria metalmeccánica no especializada, ha sido posible que los fabricantes construyan equipos compactos, de volúmenes manejables, incluyendo modelos portátiles, que pueden ser remolcados cómodamente en las topografías montañosas. El montaje de estos equipos, que no requiere de infraestructura sofisticada en ferroconcreto, facilita enormemente la comercialización de la tecnología.

La principal **ventaja política** de la nueva tecnología BECOLSUB consiste en que a Colombia se le podrá continuar conociendo como el **país líder en la conservación del medio ambiente cafetero**. En efecto, desde el inicio de la creación de Cenicafé, hace 60 años, el principal tema de investigación fue la **conservación de los suelos de la zona cafetera** (156).

Hoy se premia a los países e instituciones que logran desarrollar tecnologías no contaminantes. También se castiga a los que perturban el medio ambiente. Con la tecnología BECOLSUB, Colombia continúa enseñando al mundo cafetero como eliminar las principales causas del deterioro ambiental. Compañías multinacionales, que representan a los países compradores ya han comenzado a premiar a Colombia financiando equipos BECOLSUB para eliminar la contaminación en la región de Pijao, departamento del Quindío. También se constituyó en premio y distinción la asistencia de 25 técnicos extranjeros a un **Curso sobre Beneficio Ecológico del Café**, dictado por el Programa de Post-Cosecha de Cenicafé, en Octubre de 1995. La firma multinacional Jacobs de Alemania, decidió donar 100 equipos BECOLSUB para descontaminar la cuenca del río Paez, Quindío, en 1997 - 1998.

Cenicafé optó por desarrollar un modelo propio para el **ANálisis Económico-Financiero** del módulo **BECOLSUB**, programa **ANEFSub** para el estudio de la rentabilidad de las inversiones necesarias para la transformación de los beneficiaderos convencionales a la tecnología BECOLSUB, por no tener en su momento acceso al programa original, de carácter privado y, principalmente, para poder utilizarlo en forma amplia en sus programas de investigación aplicada (6, 10, 145), con las ventajas de un software de programación moderno (Microsoft VISUAL BASIC 6.0, sistema operacional WINDOWS 98).

El modelo de Cenicafé se basa en el modelo original de la Universidad de los Andes, del cual se obtuvo la concepción metodológica y los supuestos económicos iniciales. La selección de los modelos económicos, el desarrollo de los algoritmos y

la programación, no obstante, fue realizada completamente por Cenicafé, utilizando los principios fundamentales de la teoría económica del análisis de inversiones (2, 78, 178).

El modelo se inició con base en los resultados técnicos de las evaluaciones del beneficio del café cereza para transformarlo en café lavado, realizadas bajo la dirección de los propios investigadores de Cenicafé, en experiencias conducidas en los laboratorios o en fincas seleccionadas. El desarrollo del programa tiene un carácter dinámico que se está modificando a medida que se generan datos de campo reales en fincas de caficultores, y según los diferentes programas de origen de los dineros (propios, subsidiados o financiados), a los cuales tenga acceso el caficultor.

El programa está escrito en forma general, amplia y de muy fácil modificación, de forma que facilita los estudios de factibilidad económica en todos los posibles rangos de las principales variables de interés. Se puede entonces obtener aproximaciones a cada uno de los casos específicos de cada caficultor.

Se considera que éste es el inicio de un gran esfuerzo que deberá compartirse entre los investigadores, generadores de la tecnología, los diferentes organismos que considerarán la opción de adoptar o recomendar la sustitución de equipos tradicionales del beneficio del café, y los caficultores.

### 7.4.1. Supuestos en el análisis económico de la inversión

Se presentan los siguientes supuestos como válidos para analizar económicamente las dos alternativas: continuar con el beneficio convencional o adoptar la tecnología BECOLSUB.

La inversión necesaria para colocar en funcionamiento la tecnología BECOLSUB es básicamente una **inversión de reemplazo** (178), por la cual algunos equipos convencionales de beneficio se sustituyen debido a que han llegado a ser tecnológicamente obsoletos y la posibilidad de modificarlos se considera inadecuada.

Las inversiones son de carácter de modernización, porque la sustitución de los equipos tradicionales por el módulo BECOLSUB se hace en consideración a que el último efectúa un trabajo superior, obteniéndose ventajas en productividad, disminución de costos, mejoramiento de calidad, disminución de la contaminación, etc.

En el caso de adoptar la tecnología BECOLSUB, se supone que se adopta el sistema de mezcla de mucílago con pulpa y la producción comercial de lombricomposto.

Existen otras posibilidades fuera de las dos contempladas, como por ejemplo, continuar con el beneficio convencional y producir comercialmente el lombricultivo a partir de la pulpa sin el mucílago. El análisis económico de esta posibilidad podrá ser efectuado en el futuro modificando el programa ANEFSUB, sin ninguna dificultad.

Con éstas premisas la evaluación económica se hará comparando dos alternativas que producen **diferentes servicios**, que es el caso más general y frecuente en los análisis de inversiones o proyectos de la vida real. En los casos de evaluaciones de alternativas que producen diferentes servicios, tanto los ingresos como los egresos de la empresa deben ser tenidos en cuenta, a diferencia del caso en que las alternativas producen igual servicio, en el que se puede hacer un análisis correcto simplificado teniendo en cuenta solamente los egresos.

Las dos alternativas de beneficio en consideración son **mutuamente excluyentes**, o sea que no tiene sentido operar los dos procesos simultáneamente en la misma finca o empresa. Si se opta por la inversión del beneficio ecológico, el sistema convencional debe desaparecer.

Varias son las razones para este planteamiento; la primera es que si se procesa alguna parte sin el concepto ecológico, todo el beneficiadero se debe considerar como no ecológico y se desvirtúa el principal objetivo de la inversión. En segundo lugar, operar dos sistemas de beneficio implica tener y mantener dos infraestructuras diferentes, de diferentes tiempos de operación y más operarios para el proceso. En tercer lugar, al transformar un beneficiadero convencional en beneficiadero ecológico, lo más sensato es utilizar parte de los equipos como la despulpadora, los motores, y una parte de la obra civil para reducir los costos de inversión.

Se considera que los equipos de las dos alternativas de beneficio tienen la **misma vida útil**, por la similitud de sus materiales, de su construcción y de la infraestructura general en donde están ubicados. En las fincas cafeteras es tradición que las máquinas tengan una vida útil superior a los 15 años, debido a lo robusto de su construcción y a que las piezas desgastables se sustituyen periódicamente. Los costos de mantenimiento serán mayores para la alternativa ecológica por tener mayor número de equipos mecánicos.

#### 7.4.2. Criterio decisorio

Por tratarse de dos alternativas que producen diferentes servicios, el criterio decisorio que nos permitirá indagar sobre cuál de las alternativas es la más ventajosa es el de **maximizar los valores netos** (178), que se explica con más detalle en las siguientes secciones.

En general los criterios decisorios económicos, y en este caso particular, el objetivo de maximizar los valores netos, operan sobre la siguiente igualdad, base de la factibilidad de cualquier inversión, y que se plantea para cada una de las alternativas de beneficio:

$$\text{Ingresos} = \text{Egresos Producción de Café} + \text{Egresos Beneficio} + \text{Excedentes} < 19 >$$

Los ingresos, para este caso, los constituyen los pagos que el caficultor recibe por la venta del café pergamino seco y del lombricompuesto; los egresos son todos los

gastos necesarios para la producción del café cereza y los necesarios para tener en plena operación el beneficiadero. En la Sección 7.4.5. se enumeran cada uno de los egresos, clasificados según su categoría económica.

Los excedentes deben existir para que el negocio sea económicamente factible y representan los intereses sobre el capital no amortizado que ha sido invertido en el negocio, más un dinero de ganancia adicional. Los excedentes deben ser computados con una tasa mínima (**tasa mínima de retorno**) que el inversionista determina, con base en los valores corrientes de los intereses comerciales y de sus pretensiones económicas. Si los excedentes corresponden a una tasa superior a la tasa mínima de retorno, la inversión será aún más rentable. Si los excedentes corresponden a una tasa inferior a la tasa mínima de retorno, más le hubiera convenido al caficultor colocar su dinero en otro negocio.

Al aplicar la ecuación < 19 >, para cada una de los dos sistemas de beneficio (convencional y BECOLSUB) y al establecer las diferencias de las expresiones, el término de egresos para la producción del café cereza se elimina por ser idéntico para los dos casos y la ecuación de análisis se reduce a considerar:

$$\begin{aligned} \text{Ingresos1} - \text{Ingresos2} = & (\text{Egresos Beneficio 1} - \text{Egresos Beneficio2}) \\ & + (\text{Excedentes1} - \text{Excedentes2}) \end{aligned} \quad < 20 >$$

Ecuación que compara los ingresos de las dos tecnologías de beneficio en un período dado de análisis. Si la diferencia de la expresión de la izquierda es positiva la alternativa económica 1 será la más rentable; el algoritmo determina que la tecnología BECOLSUB produce mayor cantidad de café Tipo Federación, dependiendo de las características de los sistemas, que pueden ser modificadas por el usuario.

En la diferencia de los egresos de los dos tipos de beneficio (primera diferencia del lado derecho de la ecuación) se incluyen todos los gastos, o costos, que deben ser considerados y que son de tipo fijo y variable.

Los gastos fijos y variables, considerados en el programa ANEFSUB se presentan en las Figuras 127, 128 y 129 (Sección 7.4.5.)

Las variables ingresos, egresos y excedentes en el beneficio corresponden a los valores acumulados en un período de análisis, que puede ser semestral, anual o de varios años, según el objetivo del análisis que se desea. Un período de análisis de 5 años es considerado conveniente en consideración a las inversiones iniciales de importancia que se hacen en el primer año de la adaptación de la tecnología BECOLSUB. Puede también el tiempo ser una variable del estudio, como por ejemplo, para averiguar en cuantos años se logra pagar la totalidad de la inversión, o los años en que se paga 2 o 3 veces la misma inversión (Figuras 134, 135 y 136).

### 7.4.3. Valor del dinero en el tiempo

Al evaluar la ecuación < 20 > es necesario tener en cuenta que las variables toman lugar en todo el período de análisis considerado que por lo general, es de uno o varios años y en el cual el valor del dinero varía, por lo que no se puede usar un valor constante.

En efecto, el valor de cierta cantidad de dinero hoy es diferente al valor de la misma cantidad en el pasado o en el futuro, por básicamente tres razones :

- Por el concepto propio del **interés**, que representa directamente el cambio del valor del dinero en el tiempo, o sea, que el interés es un alquiler que se paga por el uso del dinero, para el que lo recibe prestado, o la tasa de retorno, desde el punto de vista del que lo presta.
- Internamente en el país, por la **inflación** (que tiene en nuestros países modificaciones cada mes).
- Por la **devaluación**, un factor externo que determina las variaciones relativas del valor de nuestra moneda con relación al de las monedas extranjeras fuertes, que también están cambiando, pero normalmente a tasas menores que las nuestras.

Las tres fuentes de variación del valor del dinero en el tiempo normalmente se reúnen por un solo término general, denominado **interés corriente**. Si uno se coloca dentro del punto de vista del inversionista, él desea recuperar el dinero que presta al menos con un interés corriente igual, pero ojalá superior a la tasa mínima de retorno, que es el punto crítico para la aceptación o rechazo de la viabilidad económica de un proyecto.

Para un análisis adecuado, que incluya las variaciones del dinero con relación al tiempo, se deben utilizar las relaciones matemáticas de equivalencia del valor del dinero en el tiempo, que son básicamente tres ecuaciones muy sencillas, y se incluyen en todos los libros de ingeniería económica (2, 78, 178).

### 7.4.4. Valor presente neto. Relación beneficio/costo

Como se mencionó anteriormente, el criterio decisorio adoptado para éste análisis de factibilidad económica es el del **valor presente neto máximo**.

El término **presente** se refiere a que los resultados de los análisis de la evaluación económica que van a ocurrir en los años venideros, se deben referir a la base de tiempo 0 o sea, en el momento que se hace el análisis. Todo valor del dinero futuro deberá ser transformado matemáticamente mediante las relaciones de equivalencia a la base de tiempo 0, o sea al **valor presente**.

Los análisis podrían referirse a las otras dos bases de referencia, a valores futuros o a valores de anualidades. Cuando se transforma el dinero a la base futura, por ejemplo, al final del período que se va a efectuar el análisis, todos los movimientos

de flujo de caja (ingresos y egresos a lo largo del período del análisis) deben transformarse matemáticamente a la misma base futura. La base de valor de anualidad implica que los valores presentes y los valores futuros se transforman matemáticamente a un valor equivalente de ingreso o egreso igual durante los (n) períodos o años de que consta el análisis.

El término **neto** se refiere a que se hace el análisis de evaluación no sobre los ingresos y egresos individualmente sino sobre la diferencia, o sea sobre los ingresos menos egresos.

Un proyecto **económicamente factible** según el criterio del valor presente neto indica entonces que la inversión permite recuperar completamente todos los egresos, ofrecer una rentabilidad igual a la tasa de retorno mínima y dejar un excedente que representa la ganancia neta de la inversión.

Finalmente, por la alta rentabilidad de la inversión en la tecnología BECOLSUB, se consideró adecuado (para fines de presentación principalmente) la adopción de la variable **relación Beneficio / Costo**, calculada como la relación de las diferencias acumuladas de los ingresos y los egresos totales, originados por las dos tecnologías de beneficio en consideración, en el período completo del análisis y con base en los valores presentes.

### 7.4.5. Utilización del programa ANEFSUB

No se incluyen en éste trabajo los algoritmos que contienen las ecuaciones utilizadas por tratarse de ecuaciones básicas de dominio común de análisis económico y financieros, y porque las funciones de costos particulares de la tecnología BECOLSUB están siendo actualmente ampliadas y mejoradas, a medida que se continúen las investigaciones programadas en Cenicafé.

En la Figura 127 se incluyen las informaciones básicas que caracterizan al **beneficiadero tradicional** y al **beneficiadero ecológico**. Todos los valores indicados en las casillas blancas pueden ser modificados por el usuario del programa; las unidades de las variables se indican a la derecha.

A la derecha del cuadro se encuentran cuatro botones. El botón extremo superior, Efectuar Análisis, le permite al usuario ejecutar el programa con los valores de entrada de la ventana Características del Beneficiadero y con los valores de entrada de las otras ventanas, que se presentan a continuación. El segundo botón, Glosario, le permite al usuario encontrar cada una de las definiciones de las variables de que consta el programa; el siguiente botón, hacia abajo, Ayuda, le permite al usuario obtener una descripción general y de operación del programa. Oprimiendo el botón final, Salir, el usuario puede abandonar ésta ventana sin ejecutar el programa. Las variables que corresponden a esta ventana son las siguientes:

| Nombre     | Valor | Unidades         | Nombre   | Valor | Unidades      |
|------------|-------|------------------|----------|-------|---------------|
| AguaConv   | 40    | (Litros / kgCPS) | KGpARR   | 12,5  | (Kg / Arroba) |
| AguaBec    | 3     | (Litros / KgCPS) | KWpHP    | 1     | (KW / HP)     |
| CCpCPS     | 5     | (decimal)        | LitpM3   | 1000  | (Litros / M3) |
| DíaspAño   | 40    | (Días / Año)     | LombpCPS | 0,45  | (Decimal)     |
| DíaPico    | 0,025 | (decimal)        | ProdCPS  | 5.000 | (@CPS)        |
| HoraspDíah | 5     | (Horas/Día)      | RedPerd  | 0,03  | (decimal)     |
| HoraspJor  | 8     | (Horas/Día)      |          |       |               |

Figura 127. Características básicas aplicables a los beneficiaderos tradicional y BECOLSUB.

- **AguaConv y AguaBec.** Consumo unitario del agua con la tecnología convencional y con la tecnología BECOLSUB.
- **CCpCPS.** Relación del café cereza al café pergamino seco.
- **CostoCont.** Valor unitario que se debe pagar por beneficiar sin el concepto ecológico; se calcula con base en las reglamentaciones del gobierno colombiano, a través del Ministerio del Medio Ambiente (103, 104).
- **DíaspAño.** Días por año trabajados en el beneficiadero.
- **DíaPico.** Valor de la producción diaria máxima en el año, expresada en %.
- **HoraspJor.** Horas por trabajadas por jornal.
- **KGpARR.** Relación numérica del número de kilogramos por cada arroba.
- **KWpHP.** Relación numérica del número de kilovatios por cada caballo de fuerza.
- **LitpM3.** Relación numérica del número de litros contenidos en un metro cúbico.
- **LombpCPS.** Relación del lombricomposteo por unidad de café pergamino seco obtenido.
- **ProdCPS.** Producción anual de café pergamino seco.
- **RedPerd.** Reducción de pérdidas físicas utilizando la tecnología BECOLSUB, en relación con el beneficio convencional.

En la Figura 128 se incluye información que **caracteriza a los tres módulos BECOLSUB iniciales**, que se construyen comercialmente, de 600, 1.000 y de 3.000kg de café cereza por hora; todos los valores de las casillas blancas pueden ser modifi-

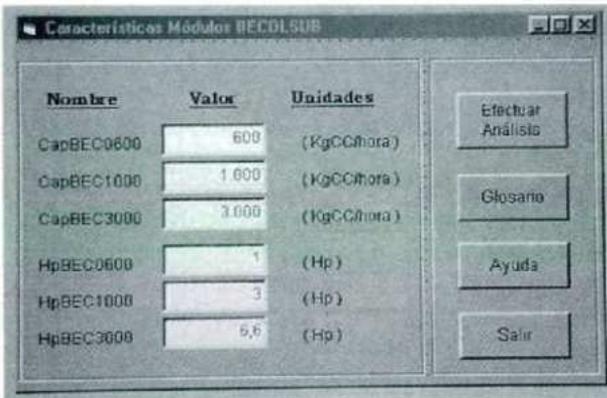


Figura 128. Características de los módulos BECOLSUB.

cados por el usuario del programa. Las unidades de las variables se indican a la derecha. Los botones de la derecha tienen la misma función de la anotada en la Figura 127.

Cada una de las variables representa las siguientes cantidades:

- **CapBEC0600, CapBEC1000, CapBEC3000.** Capacidades de procesamiento de los tres primeros modelos comerciales BECOLSUB.
- **HpBEC0600, HpBEC1000, HpBEC3000.** Potencias eléctricas de los motores de cada módulo comercial BECOLSUB.
- **CostoBEC0600, CostoBEC1000, CostoBEC3000.** Costos aproximados, en pesos colombianos, de cada uno de los modelos comerciales BECOLSUB.

De la misma forma que en la ventana anterior, a la derecha existen cuatro botones cuyas funciones son exactamente iguales a las descritas para la Figura 127.

En la Figura 129 se incluye la información que caracteriza las principales **variables económico-financieras** que deben considerarse para la evaluación; todos los valores indicados en las casillas blancas pueden ser modificados por el usuario del programa. Las unidades de las variables se indican a la derecha.

Las principales características económico-financieras consideradas en el estudio son:

- **AñosInvers.** Número de años de estudio para la inversión.
- **CostoAgua.** Costo unitario, por metro cúbico, del agua.
- **CostoKWH.** Costo unitario, por kilovatio-hora, de la energía eléctrica.
- **CostoLOMB.** Costo unitario, por kg, para la producción del lombricultivo.
- **CostoMO.** Costo unitario, por jornal, de la mano de obra.
- **Depreciac.** Valor de la tasa de depreciación de los equipos, calculada utilizando el método de depreciación lineal.

| Nombre     | Valor | Unidades    | Nombre     | Valor  | Unidades   |
|------------|-------|-------------|------------|--------|------------|
| AñosInvers | 5     | (Años)      | Intereses  | 0,3    | (decimal)  |
| CostoAgua  | 50    | (\$)        | PrecioCPS  | 31.025 | (\$/@CPS)  |
| CostoKWH   | 70    | (\$/KWH)    | PrecioLomb | 1.000  | (\$/@Lomb) |
| CostoCont  | 20    | (\$/kgCC)   | TasaAMOEM  | 0,15   | (decimal)  |
| CostoLOMB  | 50    | (\$/kgLomb) | TasaDesc   | 0,34   | (decimal)  |
| CostoMO    | 4.000 | (\$/Jornal) | TasaMant   | 0,04   | (decimal)  |
| Depreciac  | 0,1   | (decimal)   | TasaSubs   | 0      | (decimal)  |
| DTF        | 0,27  | (decimal)   | VidaUtil   | 1,0    | (Años)     |

Figura 129. Características económico-financieras relacionadas con los módulos BECOLSUB.

- **DTF.** Valor actual de los intereses causados según el índice de Depósitos a Término Fijo, utilizado como referencia de la tasa de interés.
- **Intereses.** Tasas actuales de los intereses comerciales.
- **PrecioCPS.** Precio unitario de la venta del café (por arroba de café pergamino seco).
- **PrecioLomb.** Precio unitario de venta del lombricompuesto (por arroba).
- **TasaAMOEM.** Tasa de aumento anual de los costos de la mano de obra y de mantenimiento.
- **TasaDesc.** Tasa de descuento que se aplica para transformar flujos de caja futuros a valores presentes.
- **TasaMant.** Tasa de mantenimiento de los equipos.
- **TasaSubs.** Tasa de subsidio de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia que promueve la modernización o sustitución de los equipos financiando un porcentaje de los costos totales.
- **VidaUtil.** Vida útil promedio de los equipos.

De la misma forma que en las ventanas anteriores, a la derecha de la ventana existen cuatro botones, cuyas funciones son exactamente iguales a las descritas para la Figura 127.

En la Figura 130, Variables de respuesta, se incluye los resultados técnicos y económicos correspondientes a las informaciones incluidas en las tres ventanas de datos de entrada, descritas anteriormente. Las variables respuesta son:

- **CapBEC.** Capacidad del módulo BECOLSUB, calculada con base en los valores de la producción de la finca, el valor del día pico, el valor de conversión café cereza a café pergamino seco y las características de producción de los módulos BECOLSUB.
- **CostoBEC.** Costo del módulo BECOLSUB; valor total de la inversión en el módulo BECOLSUB, incluyendo los equipos y las modificaciones en la infraestructura del beneficiadero.
- **Inversión.** Valor pagado por el caficultor que es igual al CostoBEC menos el valor subsidiado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Si los valores CostoBEC e **Inversión** fuesen iguales, el valor del subsidio es nulo.
- **UtiMargAP.** Utilidad marginal o adicional por la disminución de las pérdidas físicas convencionales que ocurren en el beneficio tradicional.

| Nombre      | Valor        | Unidades    |
|-------------|--------------|-------------|
| CapBEC      | 600          | (KgCC/Hr)   |
| CostoBEC    | \$11.207.392 | (\$)        |
| HoraspDía   | 2,6          | (Horas/día) |
| Inversión   | \$11.207.392 | (\$)        |
| UtiMargAP   | \$7.309.513  | (\$)        |
| UtiMargAgua | \$261.360    | (\$)        |
| UtiMargCont | \$2.599.473  | (\$)        |
| UtiMargLomb | \$6.624.070  | (\$)        |
| UtiTotalVPN | \$16.794.416 | (\$)        |
| Ben / Costo | 1,5          | (Decimal)   |

Carac BEN

Carac BEC

Carac EF

Resumen Datos  
Entrada y  
Respuesta

Hoja Electrónica

Ben/Costo VS  
Variables

Leer del Disco  
Grabar en Disco

Instrucciones  
Glosario

Por Defecto

Terminar

Figura 130. Variables de respuesta correspondientes a cálculos físicos y económicos.

- **UtiMargAgua.** Utilidad marginal o adicional por el ahorro del agua; es igual al valor del ahorro de agua multiplicado por su costo unitario.
- **UtiMargCont.** Utilidad marginal o adicional por evitar tener que pagar al gobierno los costos de contaminar el agua utilizada en el beneficio convencional.
- **UtiMargLomb.** Utilidad marginal o adicional por la producción del lombricultivo.
- **UtiTotalVPN.** Utilidad total, obtenida de la suma de las utilidades marginales o adicionales, expresada según el criterio decisorio del Valor Presente Neto.
- **Ben/Costo.** Relación de beneficios totales sobre los costos totales expresados en valores presentes netos.

En la Figura 130, a la derecha, se incluyen 12 botones, que al oprimirlos ofrecen diferentes opciones de modificar los datos de entrada, efectuar cálculos adicionales, obtener respuestas en formatos especiales, o en gráficos, grabar los resultados en el disco de su computador, obtener ayudas o terminar sus indagaciones. La función de cada botón se explica a continuación:

**CaracBEN,** abre la ventana Características de los Beneficiaderos (Figura 127).

**CaracBEC,** abre la ventana Características de los módulos BECOLSUB (Figura 128).

**CaracEF,** abre la ventana Características Económico-financieras (Figura 129).

**Resumen Datos Entrada y Respuesta** (Figura 131), en donde se presentan, en

| BENEFICIO |                 | ECON-FIN   |                | VAR_RESP    |                      |
|-----------|-----------------|------------|----------------|-------------|----------------------|
| AguaConv  | 40 Lts/kgCPS    | AñosInven  | 5 Años         | CostoBEC    | 600 KgCC/H           |
| AguaDec   | 3 Lts/kgCPS     | CostoAgua  | 50 \$          | CostoBentEl | \$11,207.25 \$       |
| CCpCPS    | 5 decimal       | CostoCont  | 20 \$/kgCC     | HorasDia    | 2.6 \$               |
| DiaspAño  | 343 g CC        | CostoWH    | 70 \$/kWh      | Inversión   | \$11,207.25 \$       |
| DiaPico   | 40 Dias/Año     | LOMB       | 50 \$/g.lomb   | UtiMargP    | \$22,043.08 \$       |
| HorasDial | 0.025 Horas/Dia | CostoMO    | 4000 \$/tonel  | UtiMargAgua | \$261.360 \$         |
| HorasDio  | 5 Horas/Dia     | Depreciaci | 0.1 %          | UtiMargCon  | \$16,896.57 \$       |
| KgPAPR    | 8 Horas/Año     | DTI        | 0.27 %         | UtiMargCom  | \$6,624.070 \$       |
| KwHP      | 12.5 Kg/Arriba  | Intereses  | 0.3 %          | UtiTotalVPN | \$45,831.099 decimal |
| Lpm3      | 1 kwh/HP        | PrecioCPS  | 31025 \$/kgCPS | ServCosto   | 4.1                  |
| LomboCPS  | 1000 Litros/M3  | PrecioLomb | 1000 \$/g.lomb |             |                      |
| ProdCPS   | 1000 Decimal    | TasaMOE    | 0.15 %         |             |                      |
| ReduccPen | 5000 @ CPS      | TasaDesc   | 0.34 %         |             |                      |
|           | 0.03 %          | TasaMant   | 0.04 %         |             |                      |
| BECOLSUB  |                 | TasaSubv   | 0 %            |             |                      |
| Cap600    | 600 KgCC/H      | VidaUtil   | 10 Años        |             |                      |
| Cap1000   | 1000 KgCC/H     |            |                |             |                      |
| Cap3000   | 3000 KgCC/H     |            |                |             |                      |
| Hp600     | 1 Hp            |            |                |             |                      |
| Hp1000    | 3 Hp            |            |                |             |                      |
| Hp3000    | 6 g Hp          |            |                |             |                      |

Figura 131. Resumen de los datos de entrada y de respuesta del programa ANEFSUB.

una hoja electrónica producida autónomamente por el propio programa de computación, el resumen de los datos de entrada y de respuesta correspondiente a la información de las ventanas presentadas en las figuras anteriores.

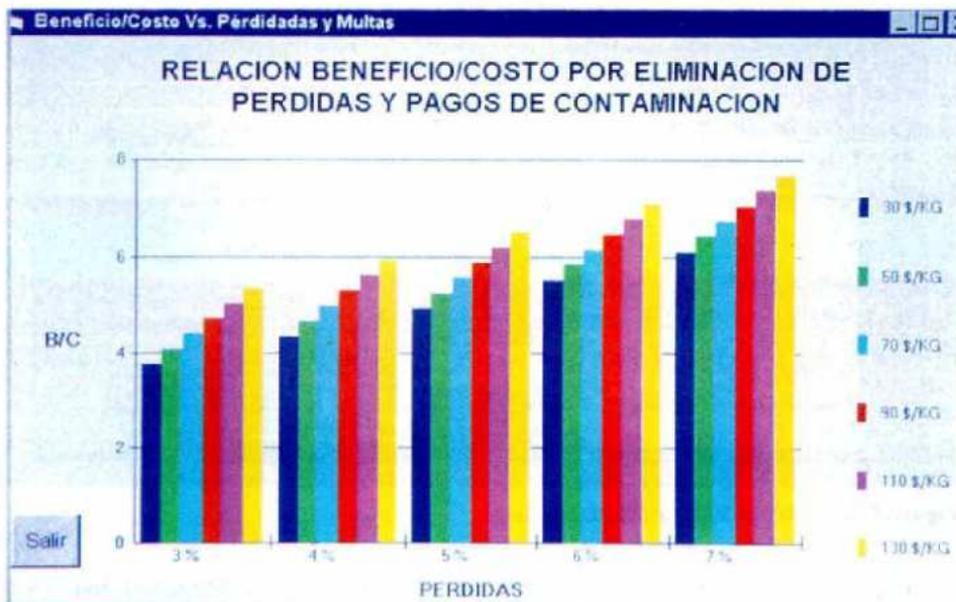
La hoja electrónica descrita presenta particularmente la ventaja de que se puede copiar integralmente o las celdas seleccionadas con el indicador digital, en el portafolio del programa Windows 95 ó 98 y después pegarse o transportarse a cualquier programa que trabaje bajo el mismo ambiente de computación.

**Hoja Electrónica.** Al pulsar el botón Hoja Electrónica se presenta otra hoja electrónica, igualmente originada autónomamente por el mismo programa, y que inicialmente está vacía. Al margen izquierdo de la ventana se permite indicar el rango deseado de análisis de la variables: **Pérdidas ahorradas y Pagos contaminación** que en el presente momento son las dos variables económicas que más ventajas presentan en el análisis del beneficio ecológico; al pulsar el botón **Calcular**, se obtienen las relaciones de los ingresos sobre los egresos, (Beneficio/Costo) expresados en forma de valores presentes netos para cada una de las combinaciones de la variables de estudio. En la Figura 132 se indican los valores de 3 a 7 % como pérdidas ahorradas y de 30 a 120 pesos por kg de café cereza mal beneficiado. En las celdas de la hoja electrónica aparecen los valores de las razones de beneficio/costo correspondientes.

Si se pulsa el botón **Graficar** se abre otra ventana que contiene los mismos resultados de la hoja electrónica, pero en la forma de gráfico de barras, (Figura 133) que el programa crea automáticamente. Los valores de las celdas pueden señalarse y co-

|           | 3 %Pérd | 4 %Pérd | 5 %Pérd | 6 %Pérd | 7 %Pérd |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 30 \$/kg  | 1,6     | 1,9     | 2,3     | 2,6     | 2,9     |
| 50 \$/kg  | 1,8     | 2,2     | 2,5     | 2,8     | 3,2     |
| 70 \$/kg  | 2,1     | 2,4     | 2,7     | 3,1     | 3,4     |
| 90 \$/kg  | 2,3     | 2,6     | 3,0     | 3,3     | 3,6     |
| 110 \$/kg | 2,5     | 2,9     | 3,2     | 3,5     | 3,9     |
| 130 \$/kg | 2,8     | 3,1     | 3,4     | 3,8     | 4,1     |

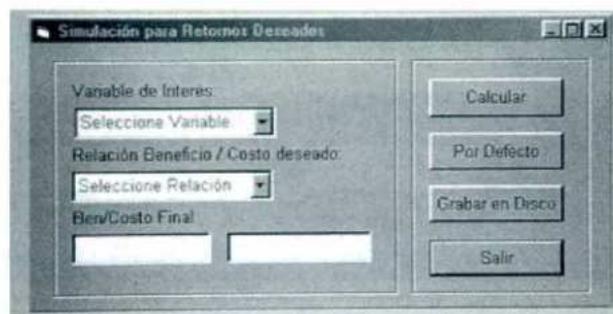
Figura 132. Resultados de la relación beneficio/costo vs. pérdidas físicas y pago por contaminación.



**Figura 133.** Gráfico de la relación beneficio/costo, ajustada teniendo en cuenta la eliminación de las pérdidas físicas y los pagos por contaminación.

piarse, utilizando el botón inferior – izquierdo para almacenarlos temporalmente en el portafolio del sistema operacional y trasladarlos, o copiarlos, a cualquier otro programa, que corra bajo el ambiente de Windows 95 ó 98. Adicionalmente e inmediatamente se obtiene el gráfico de barras, queda copiado en el portafolio del programa y puede también trasladarse a cualquier otro programa, como por ejemplo, a un procesador de texto para hacer un informe.

El siguiente botón hacia abajo, (Figura 130), Ben/Costo vs Variables, abre una nueva ventana, de Simulación para Retornos Deseados (Figura 134) en donde se señala la **variable de interés** de estudio, como se indica en la Figura 135, e inmediatamente se indica un valor predeterminado, que puede ser escogido, de **Relación Beneficio/Costo deseada**. Al apretar el botón **Calcular** se inicia un proceso de búsqueda automático del valor de la variable deseada mediante el algoritmo



**Figura 134.** Selección de la variable de estudio y de la relación beneficio/costo deseada.

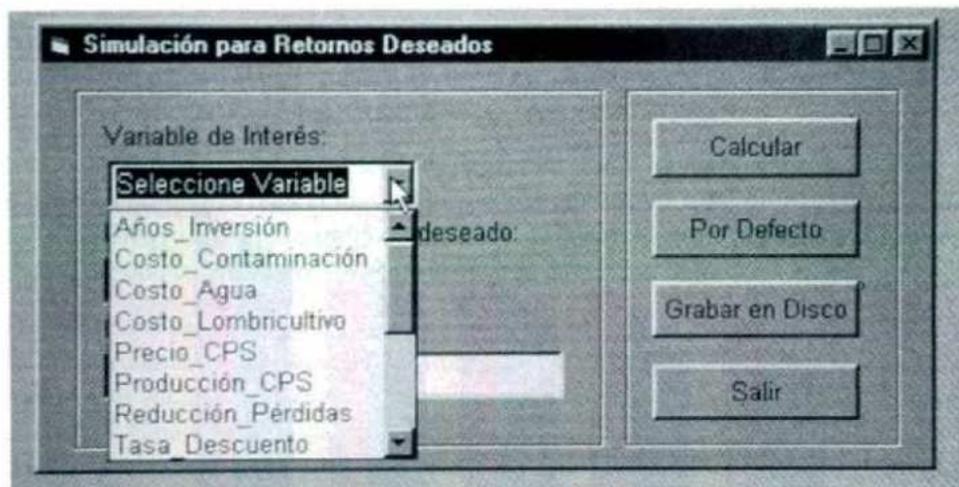


Figura 135. Selección de la variable de estudio.

iterativo, para solución de ecuaciones por el método de la "Regula Falsi" (32) hasta obtener el valor Ben/Costo indicado, como se indica en la Figura 136.

Debe tenerse presente que todos los resultados enunciados se calculan para los valores que el usuario indicó en las ventanas de las Figuras 127, 128 y 130. Cualquier modificación de alguno de estos datos, originará diferentes resultados.

El botón **Por Defecto** de las Figuras 130, y 135 permite borrar todas las alteraciones que el usuario haya efectuado a las variables independientes, después de haber iniciado la sesión de simulación, y son reemplazadas por los valores por defecto, de inicio del programa, que solo tienen el interés de iniciar el programa indicando resultados, los cuales pueden no tener ningún sentido real para el usuario.

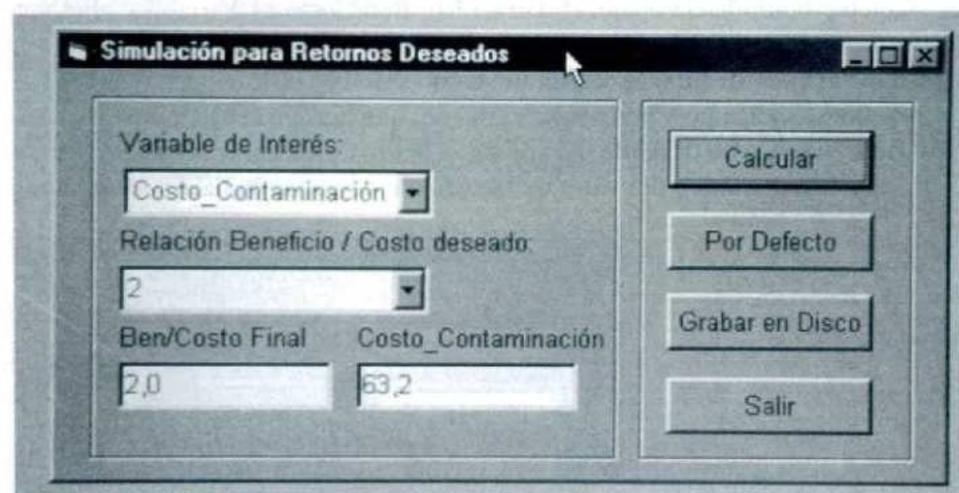


Figura 136. Resultado del valor de la variable de estudio.

Finalmente, existen en la Figura 130 dos botones adicionales, **Leer del Disco** y **Grabar en Disco**, que le permiten al usuario leer ó grabar los datos de entrada y de respuesta en el disco duro de su computador, en el subdirectorio, que seleccione, para lo cual el programa le ayuda a localizarlo mediante la misma tecnología de grabar en directorios y subdirectorios del sistema operacional Windows 95 ó 98. Esta opción es de la mayor importancia como herramienta de análisis para cuantificar monetariamente las ventajas de la tecnología BECOLSUB.

En general, los resultados obtenidos mediante algunos estudios preliminares utilizando el programa aquí presentado indican que las ventajas económicas de la tecnología BECOLSUB, hacen que se pague de 1 a 3 años la inversión efectuada para la sustitución de la tecnología.