

ZAMORANO  
Carrera de Gestión de Agronegocios

**Estudio de factibilidad para la  
producción de carbón vegetal en  
Zamorano y su comercialización en  
Tegucigalpa, Honduras.**

Proyecto especial presentado como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado  
académico de Licenciatura

Presentado por:

.Franklin Gerardo Padilla Castellón

Honduras  
Diciembre, 2002

## RESUMEN

Padilla Castellón, Franklin Gerardo. 2002. Estudio de factibilidad para la producción de carbón vegetal en Zamorano y su comercialización en Tegucigalpa, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 36 p.

Zamorano, a través de la Zamoempresa de Productos y Servicios Forestales (ZEFOR), ejecuta un plan de manejo del Monte Uyuca y la micro cuenca de Santa Inés, del cual se obtiene madera y subproductos forestales. Para reducir la sub utilización del recurso forestal, la ZEFOR pretende aprovechar estos desperdicios convirtiéndolos en carbón vegetal de buena calidad para la venta en el mercado de Tegucigalpa, Honduras. El objetivo del estudio fue determinar la viabilidad técnica y financiera de producir carbón vegetal. Se realizó un estudio de mercado (demanda, oferta, precios y canales de comercialización) en la ciudad de Tegucigalpa, para determinar la viabilidad del proyecto. A partir del volumen de producción y el flujo de producción del producto, se elaboró un estudio técnico, donde se describe los insumos y las instalaciones necesarias para la producción de carbón. El proyecto estará ubicado en Santa Inés y otra parte en el aserradero de Zamorano. Ambas localidades cuentan con vías de acceso adecuadas por lo cual no presentan un problema de transporte ni acarreo de la materia prima. En el estudio financiero se estableció un flujo de caja proyectado a 5 años, utilizando medidas financieras con y sin financiamiento. Los flujos de caja se actualizaron a una tasa de inflación del 4%. Las medidas financieras del proyecto consolidado o sin financiamiento, dieron un VAN de US \$242,160 y una TIR de 481 %, indicando la conveniencia financiera de implementar el proyecto. Según el análisis de sensibilidad, el proyecto no es riesgoso si bajan los precios del carbón vegetal. El estudio resultó ser altamente rentable, con bajas inversiones y altos ingresos.

**Palabras claves:** Análisis, flujo de caja, TIR, VAN, viabilidad.

## **NOTA DE PRENSA**

### **EL CARBÓN VEGETAL: UNA OPCIÓN RENTABLE PARA DISMINUIR LA DEFORESTACIÓN EN HONDURAS.**

Honduras es un país altamente forestal en el cual la mayor parte de la población del área rural utiliza la leña como única fuente de energía para consumo doméstico. Es necesario enfatizarle a las personas que existe una escasez de leña y graves problemas de deforestación en el país. El uso del carbón se presenta como una alternativa viable, ha sido utilizado como combustible para cocinar durante muchos años, la ausencia de humo y peso ligero se reconocen como sus mayores características.

La producción de carbón puede ser una industria muy rentable, especialmente, donde la madera se ordena para proporcionar un suministro continuo. El ordenamiento es un proceso mediante el cual se reduce la superficie de tierra para obtener la leña necesaria en la producción de carbón vegetal.

En un estudio realizado en la ciudad de Tegucigalpa se comprobó la demanda, rentabilidad y comercialización de este producto, además se determinó que el proyecto en Zamorano es viable, ya que requiere de una mínima inversión de infraestructura. La inversión inicial para realizar el proyecto es mínima si se compara con los múltiples beneficios que pueden obtenerse. Un dólar invertido, equivalen a 1.8 dólares de ingresos, resultando en una fuente de altos ingresos.

## INDICE GENERAL

Portadilla. . . . .		I
Autoría .....		11
Página de firmas. . . . .		III
Dedicatoria. . . . .		IV
Agradecimientos .....		V
Agradecimientos a patrocinadores. ....		VI
Resumen.....		VII
Nota de prensa.....		VIII
Índice General.....		IX
Índice de Cuadros... ..		Xii
Índice de Figuras.....		XIII
Índice de Anexos.....		Xiv
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	ANTECEDENTES. . . . .	1
1.2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4	LIMITES DEL ESTUDIO.....	2
1.4.1	Alcances. . . . .	2
1.4.2	Límites .....	2
1.5	OBJETIVOS .....	3
1.5.1	Objetivo general .....	3
1.5.2	Objetivo específico.....	3
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1	IMPORTANCIA DEL CARBÓN VEGETAL.....	4
2.1.2	Plantaciones para leña.....	4
2.2	PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CARBÓN.....	5
2.2.1	Cultivo de la leña. . . . .	5
2.2.2	Cosecha y transporte de la madera... ..	5
2.2.3	Secado y preparación de la madera. . . . .	5
2.2.4	Carbonización de la madera.....	5-6

3.	MATERIALES Y METODOS.....	7
3.1	LOCALIZACION DEL ESTUDIO.....	7
3.2	ESTUDIO TECNICO .....	7
3.3	ESTUDIO DE MERCADO ... ..	8
3.3.1	Determinación del mercado meta.....	8
3.3.2	Segmentación de mercado.....	8
3.3.3	ESTRUCTURA DE LA DEMANDA.....	9
3.3.4	ESTRUCTURA DE LA OFERTA.....	9
3.3.5	Comercialización del producto.....	10
	RESULTADOS y DISCUSIÓN.....	11
4.1	DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA...	11
4.1.1	Población a muestrear y unidad de muestreo.....	11
4.1.2	Tamaño de la muestra.....	12
4.2	ESTUDIO DE MERCADO.....	13
4.2.1	Presentación del carbón vegetal.....	13
4.2.2	Estudio de consumidores finales.....	13
4.2.2.1	Nivel de compra del carbón vegetal.....	14
4.2.2.2	Lugares de compra .....	15
4.2.2.3	Presentación del carbón vegetal.....	16-17
	PROPUESTA PLAN DE COMERCIALIZACION.....	18
4.3	ANALISIS FINANCIERO.....	19
4.4	Inversiones.....	19
4.4.1	Financiamiento .....	20
4.4.2	Costos de Operación. ....	21
4.4.3	Flujo de caja .....	22
4.4.4	Evaluación Financiera.....	23
4.4.5	"Sin Financiamiento".....	23
4.4.5.1	"Con Financiamiento".. ..	23
4.4.5.2	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	24
4.6	ANÁLISIS FINANCIERO/SEGUNDO ESCENARIO	25
4.7		
5.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	26
6.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	27
7.	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	28
8.	<b>ANEXOS</b> .....	29

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANTECEDENTES

"El carbón vegetal es el residuo sólido que queda después del proceso de pirólisis de la madera en condiciones controladas y en un espacio cerrado como es el horno para su producción. La carbonización es el proceso químico de sustancias complejas (madera, residuos agrícolas), que producen otras más simples como es: carbón, cenizas, alquitrán, carboncillo, carbonilla, etc. por la acción del calor" (Hast, M. y M. Padillas 1996).

El carbón ha sido utilizado como combustible para cocinar durante muchos años. La ausencia de humo y peso ligero ha sido reconocida desde entonces. A medida que se va educando a la gente de la escasez de leña y los problemas de deforestación en el país, el mundo está mirando al carbón con mucho interés. Honduras es un país altamente forestal, donde la mayor parte de la población que vive en áreas rurales utiliza la leña como la única fuente de energía para consumo doméstico y para la elaboración de sus alimentos.

## 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El estudio se basa en la producción de carbón en el Zamorano y la comercialización del mismo a nivel de Tegucigalpa. La ZEFOR desconoce cuál sería el nivel de aceptación (demanda) y la rentabilidad de dicho proyecto por lo cual se realizó un estudio de factibilidad para definir los indicadores financieros, así mismo se identificó el mercado de Tegucigalpa para este proyecto. Es importante resaltar las características de producir carbón con eucalipto de las demás especies forestales.

Un 15-20% del árbol es perdido como deshecho, el cual va destinado a leña pero generalmente se pierde. El porcentaje de resina no influye mucho en este caso ya que los desechos que se utilizarían serían de árboles jóvenes y de las puntas de los árboles donde la resina se encuentra en menor concentración<sup>1</sup>

Debido a la subutilización del recurso forestal, se decidió agregar o darle un valor extra mediante la utilización de desperdicios forestales en el campo y el aserradero.

<sup>1</sup> Orellana. 2002. Influencia de la resina en la quema de leña, ZEFOR, Zamorano, Honduras (Comunicación Personal).

Es necesario poder establecer las necesidades del mercado en cuanto al producto final se refiere y así establecer la ventaja competitiva que nuestro producto ofrecerá en comparación a los ya presentes.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Según la FA O (1983), el carbón vegetal se hace con la leña, y por lo general alrededor de 5 ton de leña producen 1 ton de carbón vegetal. Es por eso que la producción de carbón puede ser una industria muy rentable exclusivamente donde la madera, se ordena para proporcionar un suministro continuo. Este ordenamiento de los recursos se hace para reducir la superficie de tierra usada para obtener la leña necesaria en la producción de carbón vegetal.

Es necesario desarrollar dicho estudio para poder analizar si es rentable para la ZEFOR producir dicho producto y sacarlo al mercado con la competencia dada en la ciudad de Tegucigalpa. Se necesita saber si el consumidor final esta satisfecho con el carbón de eucalipto y pino, que es la materia prima que más se produce en la Escuela Agrícola Panamericana. Al realizarse dicho proyecto, puede servir como ejemplo a demás productores de carbón, que esta es una buena alternativa ya que de esta forma serán más eficientes en el manejo de los recursos.

### **1.4 ALCANCES Y LIMITES DEL ESTUDIO**

#### **1.4.1 ALCANCES**

Con el estudio se conocerá la rentabilidad del proyecto a través de un análisis financiero de la producción y comercialización de carbón vegetal, al igual que identificar y establecer los parámetros técnicos y de mercado.

#### **1.4.2 LIMITES**

- El estudio se enfocó únicamente en la producción y comercialización de carbón vegetal.
- E estudio de factibilidad está basado en la producción de carbón vegetal utilizando eucalipto y pino como materia prima, dicho proyecto puede servir como modelo a aquellos productores con este mismo tipo de madera.
- La limitada disponibilidad de información acerca del mercado.
- El estudio se hizo partiendo por los datos proporcionados por productores en Siguatepeque.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la rentabilidad de producir carbón vegetal en Zamorano y comercializarlo en el mercado de Tegucigalpa.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Cuantificar la oferta y demanda del producto en Tegucigalpa.
- Establecer mediante el estudio de mercado que características busca el consumidor final al comprar carbón.
- Obtener mediante un estudio técnico la factibilidad de producción.
- Identificar los costos de inversión y producción para determinar la rentabilidad del proyecto.
- Determinar el proceso de comercialización a utilizar.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 IMPORTANCIA DEL CARBÓN VEGETAL**

Según la FAO(1983), el carbón vegetal en los países de desarrollo se usa principalmente como combustible doméstico, calefacción y para cocinar, pero es también un importante combustible industrial. Grandes cantidades se emplean en fundiciones y forjas; en la extracción y refinado de metales, especialmente de hierro, y en otras numerosas aplicaciones metalúrgicas y químicas. Para los países en vía de desarrollo, abundantemente dotados de bosques, la exportación de carbón vegetal puede ser una industria provechosa.

Durante el último decenio se ha expresado una preocupación cada vez mayor por la escala masiva de la deforestación que se esta produciendo en muchas partes del tercer mundo. Entre las consecuencias ambientales de la gran destrucción de la cubierta arbórea figuran la erosión de los suelos, la reducción de la fecundidad de estos, las inundaciones, las sequías y en casos extremos, la creación de desiertos (F AO, 1986).

Según la F AO (1986), para muchas comunidades, el que la reducción del consumo de leña produzca o no menos deforestación y que no se disponga de un abastecimiento suficiente de madera de una fuente cercana sigue constituyendo un problema importante.

Si un país busca garantizar un adecuado suministro de leña y de carbón vegetal para sus ciudadanos, el primer paso a dar es formular una política energética nacional para la leña y el carbón vegetal, puesto que la asignación de recursos necesarios para satisfacer la demanda de leña exige una acción a dicho nivel.

#### **2.1.1 PLANTACIONES PARA LEÑA**

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F AO), explica que dados los problemas en el abastecimiento de leña y carbón vegetal en muchos países en desarrollo donde los bosques naturales han sido eliminados, o cuanto menos devastados, la ciencia forestal ha desarrollado métodos para el cultivo de plantaciones hechas por el hombre con árboles forestales de rápido crecimiento (FAO, 1983). Los eucaliptos, nativos de Australia, han sido en todo el mundo ampliamente adoptados y modificados por selección para este propósito (FAO, 1983).

## **2.2 FASES DE FABRICACIÓN DE CARBÓN VEGETAL**

### **2.2.1 Cosecha y transporte de la madera**

Llevar la leña desde el árbol en el bosque al costado del horno o fosa de carbonización, es la operación mas costosa en la producción comercial de carbón vegetal y requiere una buena organización para mantener los costos bajo control (F AO, 1983).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F AO), dice que cuando la madera viene carbonizada se produce una reducción de peso de cuatro a seis veces, haciendo que sea el carbón vegetal terminado el que absorba la mayor distancia de transporte.

### **2.2.2 Secado y preparación de la madera para la carbonización**

El secado de la leña influye mucho sobre el rendimiento del carbón vegetal. Cuanto mas seca es la madera tanto menos combustible se usa dentro del equipo de carbonización para evaporar la humedad (FA O, 1983).

Con el secado de la leña se logra acortar el tiempo de evaporización de agua dentro del horno y de esta forma se reduce el tiempo de carbonización y se obtiene un producto de mejor calidad. Para obtenerse una materia prima bien seca; esta debe apilarse de forma que reciba suficiente aire y luz solar, el secado ideal tarda de 4-8 semanas hasta lograr un 14-16% de humedad en la leña (CEMAPIF, 1999).

### **2.2.3 Carbonización de la madera para obtener el carbón vegetal**

Carbón vegetal es lo que queda cuando se carboniza o se hidroliza la madera en condiciones controladas, en un espacio cerrado, como es el horno de carbón (FAO, 1983).

Durante la acción de pirólisis o carbonización de la madera, esta es calentada en un compartimiento cerrado lejos del oxígeno del aire ya que este provocaría que la madera se encendiera y quemara a cenizas. Sin oxígeno, forzamos a la madera a que se descomponga en una variedad de sustancias donde predomina el carbón (F AO, 1985).

Según la FA O (1983) el primer paso en la carbonización en el horno es secar la madera a 100 grados centígrados, hasta llegar a un contenido de cero humedad. Cuando la madera esta seca y es calentada a una temperatura alrededor de 280 grados, comienza espontáneamente a fraccionarse, produciendo carbón mas vapor de agua, metanol, ácido acético y compuestos químicos mas complejos, fundamentalmente en la forma de alquitranes y gases no condensables, que consisten en hidrogeno, monóxido y bióxido de carbono.

La FAO (1985) ha reconocido a través de formación de carbón en condiciones de laboratorio los siguientes niveles en el proceso de carbonización:

- De 20 a 110°C: La madera absorbe calor mientras es secada liberando vapor de agua.
- De 110 a 270°C: La madera suelta lo último que queda de agua y comienza a descomponerse liberando monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido acético y metanol Calores absorbido.
- De 270 a 290°C: Este es el punto donde descomposición exotérmica comienza. Una mezcla de gases y vapores continúan liberándose junto a algo de resina.
- De 290 a 400°C: Mientras la descomposición de la estructura de la madera continua, los vapores comprenden los gases combustibles como dióxido de carbono, hidrogeno y metanol que juntos con dióxido de carbono y vapores condensables: agua, ácido acético, metanol, acetona y resina comienzan a predominar mientras la temperatura se eleva.
- De 400 a 500°C: La transformación de la madera a carbón esta prácticamente completa. El carbón en esta etapa aun contiene cantidades apreciables de resina, 30% atrapado en la estructura. Debe de seguir por otro rato en el calor para eliminar mas resina y así elevar su contenido de carbono fijo a un 75%, lo cual lo convierte en un carbón de buena calidad.

## **3. MATERIALES Y METODOS**

### **3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO**

El proyecto estará ubicado en Santa Inés y otra parte en el aserradero del Zamorano. Ambas localidades tienen perfectas vías de acceso por lo cual no presentan un problema de transporte y de acarreo de la materia prima.

En la región existe una precipitación promedio de 1200 mm al año. Se encuentra a una altura de 800 metros sobre el nivel del mar.

### **3.2 ESTUDIO TÉCNICO**

Cada galera a construirse en cada una de las localidades antes descritas, tendrá un área de 20x10 metros. La galera ubicada en Santa Inés tendrá 3 hornos de "media naranja" y la galera del aserradero tendrá solo un horno "media naranja" y otro horno metálico.

Cada horno "media naranja" tiene un volumen de producción de 7 m<sup>3</sup> con capacidad de producir 941 bolsas de carbón con presentación de 5 libras cada bolsa. La capacidad instalada teórica es de producir 35.5 m<sup>3</sup> pero se tuvo que estimar una capacidad instalada real. Esta fue calculada al multiplicar la capacidad instalada teórica por 0.80%. Con la nueva capacidad real de 28.4 m<sup>3</sup>, calculamos la cantidad de leña que vamos a utilizar. Para esa conversión utilizamos la tabla del (anexo 2).

Al sacar dicha conversión, la cantidad total de leña es de 113,600 kg. Estos 113,600 kg. de leña, los multiplicamos por 2.2 libras para sacar la cantidad total en libras y luego por el coeficiente de conversión de carbón que es de 0.30 dándonos un total de 76,339 libras de carbón. Teniendo 15,268 bolsas de 5 libras mensuales. Vale la pena recalcar que los hornos tienen capacidad para efectuar 4 quemas al mes.

Los hornos "media naranja" se construyen totalmente de ladrillo usando como mezcla el polvo del carbón (carboncillo), barro, cal y arena. Los hornos no llevan soportes de hierro, su forma es esférica con una altura de 1.8 metros. El horno está formado por ladrillos. Cada horno tiene una puerta que sirve para cargar y descargar el horno, esta puerta se cierra completamente una vez que se haya cargado el horno y se abre una vez que el proceso de carbonización y de enfriamiento ha concluido. La puerta y la abertura en la parte superior del horno se cierran con barro. En su contorno el horno tiene varias hileras de agujeros pequeños que se usan como bocas de aire que al mismo tiempo permiten la salida del humo. El

apilamiento de la leña dentro del horno es importante para tener una quema eficiente y se hace en forma vertical la primera base y luego el resto puede ir en forma vertical u horizontal.

El horno metálico, como su nombre lo indica es construido de metal y tiene un volumen de producción de 7.5 m<sup>3</sup>. Pero de igual forma le calculamos una capacidad instalada real resultando 6 m<sup>3</sup>.

Para el establecimiento se elaboró una estructura de costos que incluye toda la infraestructura necesaria e insumos que deberán utilizarse para obtener una producción adecuada.

### **3.3 ESTUDIO DE MERCADO**

#### **3.3.1 Determinación del mercado meta**

Debido a la presentación que se le dará al producto terminado, el estudio se enfocó a un mercado meta de nivel socio económico medio, medio-alto y alto. La gente que normalmente compra este tipo de producto, lo adquiere fácilmente en supermercados o clubes de bodega (price mart). También tomamos en cuenta los hoteles de mayor importancia en Tegucigalpa ya que ellos utilizan buenas cantidades de carbón en sus barbacoas, parrilladas y brunch' s dominicales.

#### **3.3.2 Segmentación de Mercado**

En este estudio, nuestro mercado meta va dirigido al nivel socio económico medio, medio-alto y alto debido al tipo de presentación que se le piensa dar. La gente que normalmente compra este tipo de producto, lo adquiere fácilmente en supermercados.

Para poder segmentar nuestro mercado meta adecuadamente, se utilizarán las siguientes variables:

- Segmentación Geográfica
- Segmentación Demográfica
- Segmentación Psicográfica
- Segmentación Conductual

Por medio de estas cuatro variables, se identificará el perfil del consumidor definiendo sus hábitos, tendencias y patrones de consumo que lo caracterizan.

### 3.3.3 Estructura de la demanda

para poder determinar la demanda se hizo una encuesta piloto en los supermercados de la ciudad de Tegucigalpa. Mediante la encuesta piloto se determinó el tamaño del marco muestral que se tuvo que encuestar para poder cuantificar la demanda de carbón en Tegucigalpa. Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$N = \frac{P(1 - P) * t^2}{e^2}$$

Donde:

N= tamaño necesario de la muestra

T = número de unidades de desviación estándar en la distribución normal, que producirá el grado deseado de confianza.

P= proporción de la población que posee la característica de interés.

E= error, o máxima diferencia entre la proporción muestral y la proporción de la población que estamos dispuestos a aceptar en el nivel de confianza que hemos señalado.

Una vez terminado el proceso de encuestación, se tabularon los datos y se realizaron los gráficos e histogramas respectivos que nos daban una mejor visión de la demanda de carbón y de las características que buscaba el consumidor final al momento de comprar carbón.

### 3.3.4 Estructura de la oferta

Se realizó un análisis de la oferta de carbón en Tegucigalpa para identificar la competencia existente en el mercado, ya que de dicha competencia depende la durabilidad y crecimiento del proyecto.

Es muy importante el análisis de la oferta del carbón vegetal, ya que la viabilidad del proyecto está sujeta a cuán competitiva sea en relación a la competencia. Se encontró varias marcas de carbón vegetal en los supermercados de la ciudad con un precio promedio de L.16.83. Se observó que la gente de la ciudad de Tegucigalpa está interesada en comprar un carbón de rápido encendido y de buen precio dependiendo de la calidad que éste presente.

### **3.3.5 Comercialización del producto**

Se determinó el principal canal de distribución del producto, analizando cada uno de los agentes de distribución involucrados en la cadena desde el productor hasta el consumidor final. Los parámetros de calidad y de presentación están dictados por los consumidores ya que en nuestros países la calidad no es algo que se toma tan en cuenta cuando es un producto de venta nacional en comparación con productos que son exportados.

## 4. RESULTADOS y DISCUSIÓN

### 4.1 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Para la determinación de la muestra se hizo necesario definir la población a muestrear, los elementos de muestreo y la unidad de muestreo.

#### 4.1.1 Población a muestrear y unidad de muestreo.

La población a muestrear definida para este estudio esta formada por las familias de Tegucigalpa, pertenecientes a los estratos de nivel medio, medio-alto y alto, ya que son los pobladores dentro de este estrato los que consumen carbón y están dispuestos a pagar mas por la calidad que se le de al producto final y a su presentación.

Según el último censo realizado en Tegucigalpa la cantidad de hogares que hay es de 201,870, cada uno formado por un promedio de 5 habitantes por hogar.

En el cuadro 1 se presentan los hogares divididos por niveles de pobreza.

Cuadro 1. Hogares Según el nivel de pobreza\* y dominio.

Dominio	Total		No Pobres	
	Hogares	%	Hogares	%
<b>Total</b>	<b>1,258,299</b>	<b>100</b>	<b>447,209</b>	<b>35.5</b>
<b>Urbano</b>	630,735	100	275,346	43.7
Distrito Central	201,870	100	88,342	43.8
San Pedro Sula	116,621	100	62,655	53.7
Ciudades Medianas	109,358	100	57,499	52.6
Ciudades Pequeñas	202,886	100	66,365	32.7
<b>Rural</b>	627,564	100	164,331	26.2

\*Pobreza calculada utilizando el ingreso per capita del hogar, calculado mediante el ajuste de los ingresos del hogar provenientes de la actividad principal, ingresos monetarios.

Con la información del cuadro 1 se definió un aproximado de la población total del mercado meta en la ciudad de Tegucigalpa. A continuación se presentan dos cuadros donde se muestra la población de Tegucigalpa y la población real del mercado meta.

Cuadro 2. Datos aproximados calculados para promediar la población total \*

	Total	%
Población total de Tegucigalpa	1,009,350	100
Población Total de Mercado Meta	441,710	44

\* Aquí se incluye toda la población: niños, ancianos, mujeres y hombres.

Cuadro3. Datos calculados de nuestro mercado meta real\* .

	Total	%
Población real meta	335,700	33

\*Este cuadro muestra la población real de Tegucigalpa que representa el mercado meta total en personas. Hay que recalcar que lo que se utilizará para definir la demanda es el número de hogares dentro del meta, en este caso son 67,140 hogares.

#### 4.1.2 Tamaño de la muestra.

Para la determinación del tamaño de la muestra se usó la fórmula para variables discretas, tomando como principal variable de interés el consumo de carbón en las familias de Tegucigalpa y la frecuencia de compra, los resultados fueron los siguientes:

P= 0.76 (porcentaje de las personas encuestadas en la prueba piloto que si consumen carbón) Q= 0.24 (porcentaje de las personas encuestadas en la prueba piloto que no compran carbón)

t= 1.96 (Número de unidades de desviación estándar en la distribución normal, que producirá el grado deseado de confianza)

E= 0.05 (error a aceptar)

$$N = \frac{(0.76*0.24) * 0.96}{(0.05)^2}$$

$$N= 280$$

El tamaño de la muestra fue de 280 personas a encuestar pertenecientes a los estratos medio, medio-alto y alto de la ciudad de Tegucigalpa. La encuesta, ver anexo (10 ) tenía preguntas claves necesarias para nuestro estudio que nos dio una mejor visión de lo que el consumidor final busca al momento de comprar carbón.

## 4.2 ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado resultó ser algo complicado ya que en la actualidad no se encuentran registros ni datos históricos de producción de carbón en Honduras.

### 4.2.1 Presentación del carbón vegetal.

Se visitaron los diferentes supermercados grandes de la ciudad de Tegucigalpa al igual que el puesto de ventas que se encuentra en la escuela para comparar las diferentes presentaciones ya existentes e n e 1 mercado de carbón vegetal para poder analizar e n que características variaba un producto del otro y así poder comparar los precios ya existentes.

En el análisis se encontró los siguientes productos:

Cuadro 4. Productos ya existentes en el mercado y sus precios.

Nombre	Presentación	Características	Precio
El Corral	3 Lbs	Bolsa Plástica	L. 15.70
La Fogata	3 Lbs	Bolsa plástica con fósforos incluidos	L. 17.75
El Venado	3 Lbs	Bolsa plástica con encendido “sure fire”	L. 20.25
Carbón “Vegetal”	3 Lbs	Bolsa plástica con fósforo y ocote	L. 13.60

Todas incluyen: Código de barra, logo, teléfono y lugar donde se produce.

Precio promedio: L16.83

Se observó que debido al estudio de mercado realizado se tiene una gran ventaja para competir en el mercado en base a una penetración por precio y calidad.

### 4.2.2 Estudio de consumidores finales.

Para determinar las características de los consumidores de carbón vegetal se realizaron encuestas en diversos supermercados de Tegucigalpa y los resultados obtenidos son los siguientes:

#### 4.2.2.1 Nivel de compra del carbón vegetal.

El nivel de aceptación del carbón vegetal se muestra en la siguiente figura:

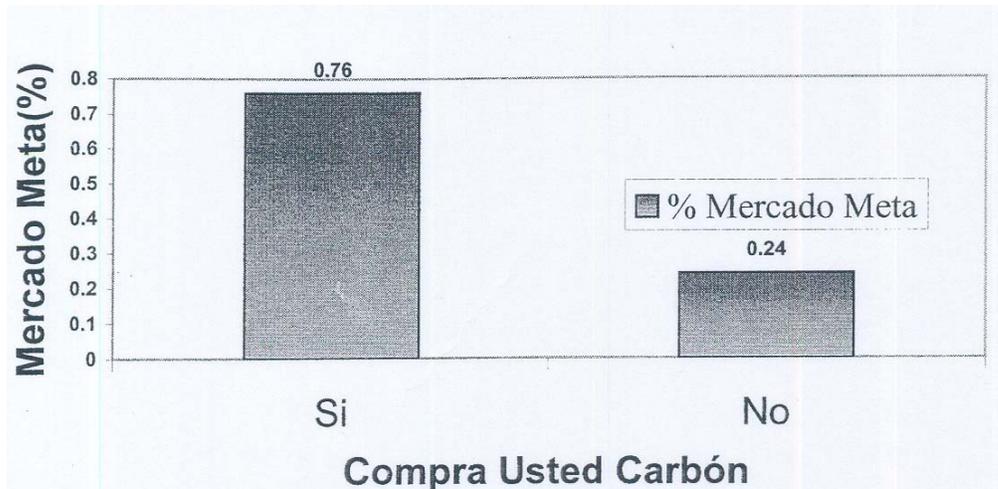


Figura 1. Nivel de aceptación del carbón vegetal por la población de Tegucigalpa.

Se puede observar que del total del mercado que son 88,342 hogares, 67,140 consumen carbón y esto representa un 76% del mercado siendo entonces solo un 24% el resto de la población que no consume carbón.

El carbón como se puede observar tiene una alta demanda dentro del mercado meta. En la figura 2. veremos como la frecuencia de compra es sumamente importante al momento de hacer las proyecciones de venta.

Una vez determinada la demanda del producto, se definió la cantidad a ofertar por el proyecto. Mediante los datos del cuadro 5 se proyecta un consumo total de libras que se consumirá por el mercado meta anualmente siendo de 805,680 lbs. Este dato se calculó al multiplicar el mercado meta (67,140) por 12 meses. También se calculó la participación que se tendrá en el mercado dando un valor del 23%. Esta participación se calculó al dividir las bolsas producidas mensualmente (15,268) entre el mercado meta (67,140).

Debido a nuestra cultura en cuanto al consumo de carbón en Tegucigalpa, la mayoría de nuestra población meta compra una vez al mes, comprando en promedio una bolsa de tres libras que son las existentes en el mercado.

En el cuadro 5 se observan los porcentajes de la población en los diferentes niveles de frecuencia de compra.

Cuadro 5. Frecuencia de compra de carbón vegetal en Tegucigalpa.

Frecuencia	% de la población
Diario	0
Semanal	8
Mensual	40
Trimestral	20
Quincenal	8

#### 4.2.2.2 Lugares de compra.

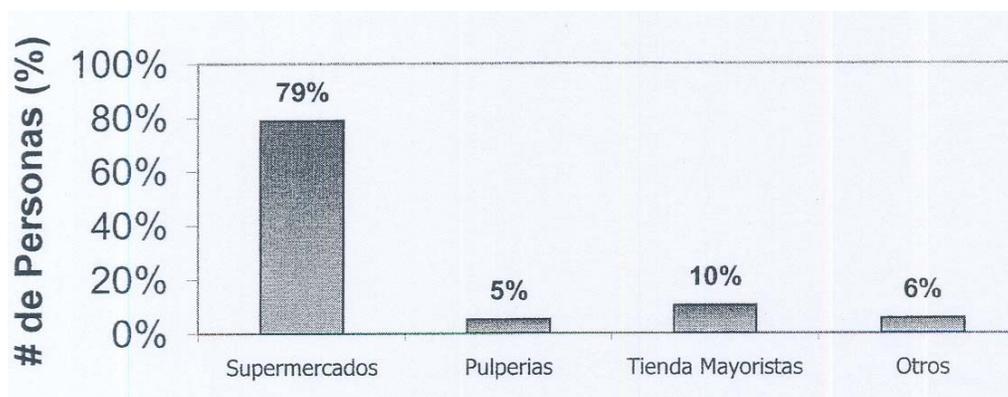


Figura 3. Lugares donde la gente compra carbón.

Según las encuestas se pudo analizar que el lugar donde la mayoría de la población compra carbón es en los supermercados de la ciudad. Este dato representa el 79 % de la población total que adquiere el carbón vegetal en los supermercados.

#### 4.2.2.3 Presentación del carbón vegetal.

Las diferentes presentaciones de mayor aceptación en el mercado se presentan en la figura 4.

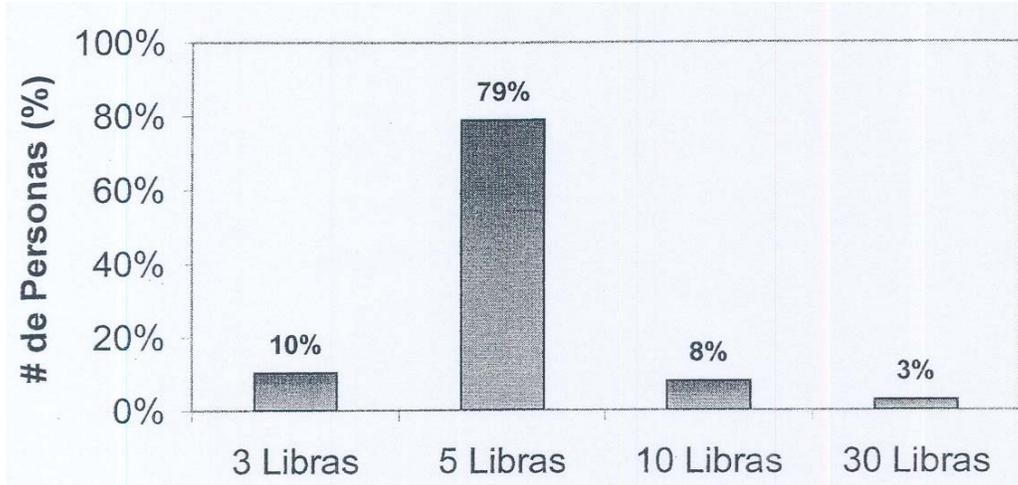


Figura 4. Presentaciones que más prefiere nuestro mercado meta.

La mayoría de los encuestados prefieren una presentación de 5 lbs. Las presentaciones existentes son de tres libras con un precio promedio de 16.871empiras.

La mayoría de la población prefiere la presentación de 5 libras ya que es fácil de manejar al momento de realizar la compra y por lo general una vez al mes hacen algún tipo de barbacoa. De esta forma no tienen que estar ocupando espacio de almacenamiento si les sobra.

Con los datos de la figura 4 se logró calcular un ponderado de compra por hogar. Se tomó cada presentación y se multiplicó por el número de hogares dentro de esa presentación, se sumó los resultados y se dividió para el total de la población en este caso 67,140 hogares. Se tuvo un resultado ponderado de 4.4 libras por hogar cada vez que efectuaban una compra de carbón. Se puede concluir entonces que el tamaño de la presentación es el adecuado para el consumidor final ya que al momento de realizar la compra, no tendrán que preocuparse por almacenar producto que les sobre.

En la figura 5 se muestra las características deseadas por el consumidor final.

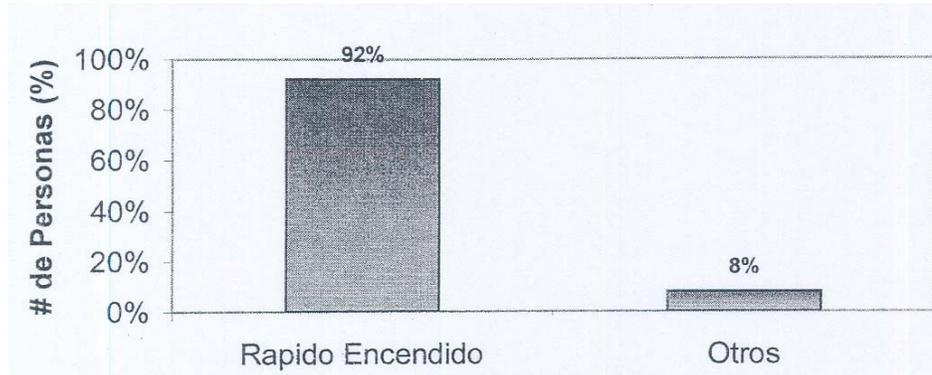


Figura 5. Características de mayor importancia para el consumidor final.

La mayor característica deseada por el consumidor es que el carbón tenga un rápido encendido. Según las encuestas realizadas el consumidor está dispuesto a pagar más por herramientas adicionales que les faciliten el encendido como ser fósforos, pedazos de ocote y algún tipo de fluido flamable.

En la figura 6 se analizó la influencia de compra que tiene la presentación sobre el consumidor final.

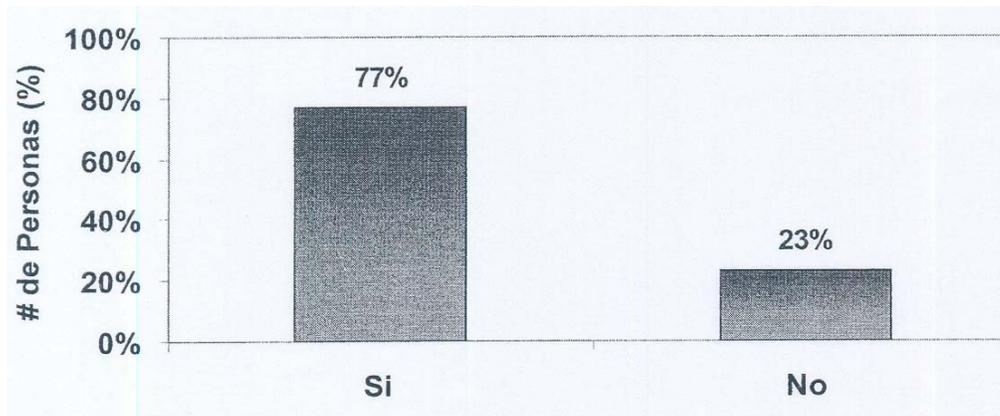


Figura 6. Influencia de la presentación en el consumidor final.

La presentación del carbón vegetal es de mucha importancia como se puede observar, el consumidor final prefiere una presentación de fácil manejo, buen tamaño y con las características propias de un producto de calidad.

### 4.3 Propuesta Plan de Comercialización

por medio de una estrategia básica de contra mercadeo, dar precios mas accesibles en comparación a los ya existentes en el mercado, ya que debido a las diversas plantaciones de pino y eucalipto en la Escuela Agrícola Panamericana, nuestros costos de producción son muy bajos.

El producto que se comercializará es carbón vegetal en presentación de 5 libras. Si se logra establecer un contrato con los mejores hoteles de la ciudad de Tegucigalpa como ser el hotel Clarion y el Inter-Continental, se comercializará en presentación en sacos de 30 libras.

La plaza que contempla la zamoempresa ZEFOR esta definida principalmente en supermercados y clubes de bodega como ser Price Mart en la ciudad de Tegucigalpa.

En el caso de supermercados por lo general requiere de financiamiento del producto vendido, es decir, se debe despachar el producto y el cobro se hace efectivo al menos a los 30 días. También se aplicará un descuento por volumen a los supermercados para aumentar la participación de nuestro producto en el mercado; los parámetros para este descuento son:

Cantidad de Bolsas	Descuento %
1-100	3
101-300	5
301-500	7

## 4.4 ANÁLISIS FINANCIERO.

### 4.4.1 Inversiones.

**Cuadro 6.** Desglose de inversión necesaria de la ZEFOR para producir carbón\*.

Descripción	Unidad	Cantidad	Co/Unitario	Costo Total
<b>Preparación del Sitio:</b>				
Santa Inés	Días/hombre	5	140	700
Aserradero	Días/hombre	5	140	700
<b>Sub-total:</b>				<b>L. 1,400</b>
<b>Construcción de Galera:</b>				
Piezas de Madera Pino Curada:*				
2x3x16	Piezas	34	68	2312
4x4x14	Piezas	34	158.67	5394.78
4x4x16	Piezas	10	181.33	1813.3
1x4x14	Piezas	110	39.67	4363.7
<b>Sub-total:</b>				<b>L. 13,884</b>
Insumos:				
Laminas 10'x3' cal.32	Laminas	186	92	17112
Pernos 3/8 x5"	Pernos	120	7.5	900
Clavos de 2 1/2"	Lbs.	50	7.25	362.5
Clavos de 3"	Lbs.	25	7.5	187.5
Clavos de 4"	Lbs.	25	8	200
Clavos de Zinc	Lbs.	50	7	350
Cemento	Bolsas	45	72	3240
Arena	m <sup>3</sup>	5	150	750
Piedra Ripion	m <sup>3</sup>	5	120	600
<b>Sub-total:</b>				<b>L. 23,702</b>
200 m <sup>2</sup> Artesón y Techo M. O.				28117.8
<b>Total:</b>				<b>L. 67,104</b>
(+) 10 % Imprevistos				6710.358
<b>Gran Total:</b>				<b>L. 73,814</b>
<b>Construcción de Hornos:</b>				
Horno Metálico	Unidad	1	12000	12000
Hornos Media Naranja(4)	Ladrillos	4800	2	9600
Mano de obra	Dias	6	140	840
<b>Sub-total:</b>				<b>L. 22,440</b>
<b>TOTAL DE INVERSION:</b>				<b>L. 96,254</b>
			<b>US DOLLARS</b>	<b>\$5,834</b>

\*Fuente: Zamoempresa de Servivios Generales y Mantenimiento, Zamorano.

para la realización de este proyecto se requerirán ciertas inversiones, entre ellas están las galeras necesarias para cuidar los hornos donde se producirá el carbón y donde tendremos las bolsas ya empacadas. Cada galera es de 20x10 metros y cada galera guardara tres hornos. Como se aprecia en el cuadro anterior, las construcción de las galeras será de L.73,814 lempiras, este valor se obtuvo luego de pedir una cotización al departamento de Materiales y Suministros de La Escuela Agrícola Panamericana.

El área de 20x10 se consideró como el más adecuado para guardar bajo su techo los tres hornos y las bolsas empacadas.

**Cuadro 7.** Depreciación de inversiones realizadas.

AÑO	DEPRECIACION		VALOR LIBROS
	ANUAL	ACUMULADA	
0			5834
1	1167	1167	4667
2	1167	2333	3500
3	1167	3500	2333
4	1167	4667	1167
5	1167	5834	0
<b>Valor Residual =</b>		<b>0%</b>	
<b>Años a Depreciar =</b>		<b>5</b>	

La depreciación fue calculada con base en las inversiones hechas. Para realizar la depreciación se utilizó el método de depreciación lineal, debido a que en Honduras no se permite utilizar otro método.

Se considera que los ingresos y los costos se mantendrán fijos, ya que para la elaboración del flujo se utilizó el cambio de moneda en dólares. Se asume que al mantener los precios en dólares estos se mantendrán constantes durante los próximos cinco años.

#### 4.4.2 Financiamiento

Para poder llevar a cabo el proyecto es necesaria la construcción de 4 hornos media naranja y de las galeras que servirán de techo a los hornos y a las bolsas de carbón embolsadas.

Para lograr hacer estas inversiones, la ZEFOR solicitó un préstamo del total de las inversiones a realizarse con un monto exacto de US \$12,962 a pagarse en 5 años a una tasa de interés del 10% con pagos mensuales de US \$275.40. Para ver el detalle de la amortización del préstamo bancario, se puede observar en el anexo 6 y 7.

## 4.4.3 Costos de operación.

A continuación se presentan los costos de operación de la ZEFOR, estimados para la producción de 15,268 bolsas de carbón de 5 libras al mes. Los hornos tienen capacidad de hacer cuatro quemas por mes. Este cuadro de costos fue calculado utilizando el costo por carga de leña de 12 lempiras.

Cuadro 8. Costos de operación para producir carbón vegetal.

Desglose de Actividades	Insumos			Mano de Obra		\$US Dollars
	Insumo	Cantidades	Total (Lps.)	Cantidades	Total (Lps.)	
Apilamiento				8 días/hombre	L. 1,120	
Carbonización				8 días/hombre	L. 1,120	
Enfriamiento y Descarga				12 días/hombre	L. 1,680	
Embolsado	Bolsas	1	15,268	15,268 bolsas	L. 61,071	
Bolsas	Bolsas	15,268	30,536			
Madera o leña	Carga	454	5,448			
Sub-totales			51,252		L. 64,991	
Totales					L. 116,244	\$7,045
Costo/Bolsa					L. 8	
Precio de Venta					L. 14	
Ganancia/Bolsa					L. 6	
Ganancia Total Lps./mes					L. 97,508	\$5,910
Rentabilidad(%)		84%				
Tasa de Cambio		16.5				

Si se compara el flujo de producción (anexo 1) con este cuadro de costos de operación, se observa que hay ciertas etapas dentro del flujo que no se tomaron en cuenta debido a que la Escuela Agrícola Panamericana ofrece el servicio de entregar las piezas de madera o leña ya limpias, de manera que solo se tengan que colocar dentro de los hornos. El costo de este servicio es de 12 lempiras la carga de leña limpia y lista para usarse.

La ZEFOR se encargan de todo lo que es el acarreo de la madera, corte de las trozas, descortezado y apilamiento, disminuyendo los costos de forma significativa. La mayoría de los costos caen en la mano de obra de empaquetar las bolsas de carbón vegetal, representando el 53% de los costos.

Este costo elevado de embolsado se debe a que se le pagará 4 lempiras por bolsa al peón encargado de cada galera por el proceso de embolsado y sellado de las bolsas.

La rentabilidad fue calculada de la ganancia total mensual (L.97,508) dividido para el costo total mensual (L.116,244). El costo por bolsa es de 8 lempiras teniendo un precio de venta a los supermercados de 14 lempiras. Suponiendo que los supermercados le ganen un 25% del precio de venta a los productos, teniendo el producto un precio al consumidor de L.17.50, pudiendo así establecer una penetración de mercado por precio y por calidad ya que la competencia oscila entre L.13.60 y L.20.25.

## 4.4.4 Flujo de caja.

Cuadro 9. Flujo de caja proyectado a 5 años.

Item	Año					
	0	1	2	3	4	5
Inversión inicial	\$5,834					
Inversión capital trabajo	\$7,045					
Ingresos						
Ventas Carbón		\$155,456	\$161,674	\$168,141	\$174,867	\$181,862
Costos Variables						
Costos variables MO		\$47,267	\$49,158	\$51,124	\$53,169	\$55,296
Costos variables Insumos		\$37,274	\$38,765	\$40,316	\$41,928	\$43,606
<b>TOTAL DE COSTOS VARIABLES</b>		<b>\$84,541</b>	<b>\$87,923</b>	<b>\$91,440</b>	<b>\$95,097</b>	<b>\$98,901</b>
<b>UTILIDAD BRUTA</b>		<b>\$70,915</b>	<b>\$73,752</b>	<b>\$76,702</b>	<b>\$79,770</b>	<b>\$82,960</b>
Egresos						
Costos fijos de producción		\$853	\$887	\$923	\$960	\$998
Gastos x Intereses						
Gastos x Depreciación		\$1,167	\$1,167	\$1,167	\$1,167	\$1,167
Imprevistos (10%)		\$8,571	\$8,909	\$9,261	\$9,626	\$10,007
Utilidad antes impuestos		\$60,324	\$62,788	\$65,351	\$68,017	\$70,789
Utilidad neta		\$60,324	\$62,788	\$65,351	\$68,017	\$70,789
(+) Depreciación		\$1,167	\$1,167	\$1,167	\$1,167	\$1,167
CT						\$7,045
Préstamo						
Amortización de deuda						
Valor de Rescate						
Saldo neto de efectivo	\$12,879	\$61,491	\$63,955	\$66,518	\$69,183	\$79,000

Se encontró que en el primer año se recupera toda la inversión, siendo los flujos anuales muy altos en comparación a esta inversión inicial. En este análisis se utilizaron dos enfoques en la elaboración de los flujos proyectados de caja. En este enfoque, le denominamos "sin financiamiento", donde no se toma en cuenta capitales de terceros invertidos en la empresa.

Cuadro 10. TIR Y VAN del enfoque sin financiamiento.

TIR	481%
VAN	\$242,160
Tasa de inflación	4%

Se utilizó una tasa de inflación del 4% ya que los datos están presentados en dólares y se esta considerando esta tasa como una tasa alta de oportunidad. Las inversiones ascienden a \$12,962, o sea que son 213,873 lempiras a una tasa de cambio de 16.5 lempiras por dólar.

#### **4.4.5 Evaluación Financiera**

Para la determinación de la rentabilidad se usaron una serie de medidas financieras que variaron dependiendo del enfoque o tipo de flujo analizado. Entre estas medidas tenemos: VAN, la TIR y la relación beneficio/costo.

##### **4.4.5.1 "Sin Financiamiento"**

En el cuadro 11 se puede observar que el VAN fue de \$242,160 lo que indica la conveniencia del proyecto dado el costo de capital invertido. La TIR dio 481 %, es decir que el costo de los capitales totales tendría que subir un 481 % para que el proyecto dejara de ser una opción atractiva a la inversión.

El periodo de recuperación representa el momento a lo largo del periodo de evaluación en que el proyecto presenta saldos positivos. En este proyecto tenemos que nuestro periodo de recuperación es de 1 año. La relación beneficio/costo fue de 1.82, lo que significa que por cada dólar que se invierte, gana \$1.82.

##### **4.4.5.2 "Con Financiamiento"**

El VAN en este caso resultó un poco mas bajo, \$231,448. La TIR resulto ser un poco más baja que la anterior (467%), dado estos resultados podemos concluir que el proyecto es bastante rentable.

El periodo de recuperación es también en el primer año, donde nos dan saldos positivos. La relación beneficio/costo es de 1.84, indicando que por cada dólar invertido, se obtienen \$1.84.

Cuadro 11. Medidas financieras principales dentro de los flujos de caja.

<b>Concepto</b>	<b>Sin Financiamiento</b>	<b>Con Financiamiento</b>
<b>Ingresos</b>	\$842,000	\$842,000
<b>Costos</b>	\$462,524	\$457,415
<b>Razón Beneficio/costo</b>	1.82	1.84
<b>VAN</b>	\$242,160	\$231,448
<b>TIR</b>	481%	467%

Fuente: El autor, 2002

#### **4.6 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

Para realizar este análisis, se tomo en cuenta el criterio de la variación de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) ante cambios porcentuales en los ingresos y egresos del proyecto. El aumento de precios y la disminución de producción se establecieron en un máximo de 25%. Los resultados del análisis se pueden ver en detalle en el Anexo 8 y 9.

El análisis de sensibilidad para el Valor Actual Neto muestra que si la producción se mantiene en 0 %, los precios tendrían que bajar un 20% para que el VAN se convirtiera en negativo. Demostrando que el proyecto no es tan sensible a cambios en los precios. Se puede hacer la misma observación en cuanto a la producción, si los precios se mantuvieran en 0%, la producción tendría que reducirse un 20% para que el VAN fuera negativo.

## 4.7 Análisis Financiero/Segundo escenario.

Cuadro 12. Costos de operación para producir carbón vegetal utilizando un costo mas real para la compra de la leña.

Desglose de Actividades	Insumos			Mano de Obra		\$US Dollars
	Insumo	Cantidades	Total (Lps.)	Cantidades	Total (Lps.)	
Apilamiento				8	L. 1,120	
Carbonización				8	L. 1,120	
Enfriamiento y Descarga				12	L. 1,680	
Embolsado	Bolsas	1	15,268	15,268	L. 61,072	
Bolsas	Bolsas	15,268	30,536			
Madera o leña	Carga	454	45,400			
Sub-totales			91,204		L. 64,992	
Totales					L. 156,196	\$9,466
Costo/Bolsa					L. 11	
Precio de Venta					L. 14	
Ganancia/Bolsa					L. 3	
Ganancia Total Lps./mes					L. 57,556	\$3,488
Rentabilidad(%)		37%				
Tasa de Cambio		16.5				

Este cuadro de costos fue calculado utilizando el costo de comprar la leña a un precio de 100 lempiras la carga, ya que es a este precio que cualquier persona fuera de Zamorano lo pudiera obtener. Nuestra ganancia total en dólares se ve reducida en un 59 % debido a este aumento en costos. Las medidas financieras para ambos escenarios con y sin financiamiento se vieron reducidos como se puede observar en el cuadro 13.

Cuadro 13. Medidas financieras principales de los flujos de caja.

Concepto	Sin Financiamiento	Con Financiamiento
Ingresos	842,000	842,000
Costos	\$619,900	\$614,791
Razón Beneficio/Costo	1.36	1.37
VAN	\$110,970	\$98,754
TIR	197%	184%

Fuente: el autor, 2002.

Se puede concluir entonces que si se toma en cuenta el costo de la leña como si fuera cualquier proyecto, este tendría mas realidad en cuanto a los valores proyectados por los flujos.

## 5. CONCLUSIONES

- Existe una alta demanda de carbón en la ciudad de Tegucigalpa (76% de la población meta). La demanda estimada potencial para el total de la población que acepta el producto es de 805,680 lbs. al año, teniendo una participación en el mercado del 23%.
- Dado que la escuela cuenta con sus propias plantaciones y los costos de producción son bajos, se puede ofrecer al consumidor final una bolsa de carbón vegetal con mayor producto a un menor precio que el ya existente en el mercado.
- El monto de capital necesario para el establecimiento del proyecto es muy bajo con respecto a los ingresos generados.
- El VAN obtenido del proyecto es de US \$242,160 y una TIR del 481 % siendo muy adecuada para el establecimiento del proyecto.
- El proyecto no es muy sensible a cambios en los precios; manteniendo en 0% la producción, los precios tendrían que bajar un 20% para que el VAN se convirtiera en negativo.
- El proyecto es viable económicamente.
- El periodo de recuperación del proyecto es de 1 año.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el establecimiento del proyecto para la producción de carbón vegetal de acuerdo a los índices financieros.
- Empezar a producir y comercializar carbón vegetal con un solo horno y medir la aceptación del producto en el mercado de Tegucigalpa para así saber en que proporción se debe producir cada mes.
- Calcular el flujo de caja utilizando las conversiones necesarias para trabajar con solo la compra o construcción de un solo horno.
- Segmentar los supermercados o lugares de venta del producto dependiendo de la capacidad de pago de las personas ya que las zona donde estén ubicados es de mucha importancia para definir la cantidad de producto a ofrecer y el precio que se le de.
- Dependiendo de la aceptación del producto a nivel local, realizar otro estudio para posicionar el producto a nivel nacional.
- Realizar un estudio para ver si es rentable para las industrias nacionales tales como las salineras en el sur del país seguir trabajando con leña a comprar carbón.
- Es necesario que se haga un análisis en cuanto a la densidad y % de agua que la madera contenga antes de meterla a los hornos, ya que así se podrá ser más eficiente en la conversión de leña a carbón.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Hast, M y M. Padilla. 1996. Producción de carbón vegetal. CEMAPIF. Siguatepeque, Honduras. 12 p.
- Instituto Nacional de Estadística. 2002. Hogares según el nivel de pobreza y dominio. Accesado julio 2002. Disponible en: <http://www.ine.online.hn>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1983. Métodos simples para fabricar carbón vegetal. F AO. Roma, Italia. 152 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1985. Industrial Charcoal Making. FAO. Roma, Italia. Vol. 63. Accesada junio 2002. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/x5555E/x5555eOOhtml>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1986.
- University of Hawaii. 2002. Technology Background and Licensing Information for "Process for Charcoal Production". Accesado junio 2002. Disponible en [http://www.mic.hawaii.edu/dev\\_techlengineer/charcoal.html](http://www.mic.hawaii.edu/dev_techlengineer/charcoal.html)