

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA.
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE.
ESUELA DE CIENCIAS FORESTALES.
DEPARTAMENTO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL.

TRABAJO DE DIPLOMA

ANALISIS COMPARATIVO DE DOS METODOS
DE PRODUCCION DE CARBON VEGETAL.

AUTOR: Br. Francisco Giovanni Reyes Flores.
ASESOR: Ing. Norvin Sepúlveda Ruiz., M.Sc.

Managua , Nicaragua 1990

DEDICATORIA.

A mis padres:

FELIX PEDRO REYES MORALES.

ELBA DEL CARMEN FLORES TORREZ.

Por todo el esfuerzo y el apoyo moral y económico que me brindaron en todos estos años de estudios hasta completar mi carrera y principalmente a DIOS por darme la sabiduría del entendimiento para llevar a cabo esta empresa.

A todos mis hermanos; Raúl, Concepción, Yaqueline, Jásmina, Marisol y en especial a **LILLIAM REYES FLORES**, por su apoyo incondicional que me brindó a lo largo de estos años, de su hijo y hermano;

FRANCISCO GIOVANNI REYES FLORES.

AGRADECIMIENTO.

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos a la Empresa COMSONICSA, por brindarme la oportunidad de realizar la presente investigación en dicha Empresa.

Al Ing. NORVIN SEPULVEDA por el asesoramiento en la realización de dicho trabajo.

Al Ing. CLAUDIO CALERO que me brindó consultas y recomendaciones.

A la ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES por apoyarme con materiales y el uso de la microcomputadora.

A todas aquellas personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo incondicional para realizar dicho trabajo.

MUCHAS GRACIAS.

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN	1
I.- INTRODUCCION	1
II.- OBJETIVOS	3
III.- METODOLOGIA	
3.1.- Materiales Técnicos	4
3.2.- Metodología	
3.2.1.- Determinación del contenido de humedad	4
3.2.2.- Determinación del contenido de material volátil ..	5
3.2.3.- Determinación del contenido de ceniza	6
3.2.4.- Método empleado para el análisis de rendimiento ..	6
3.2.5.- Método utilizado para el análisis económico	8
IV.- DESARROLLO.	
4.1.- Carbón vegetal.....	8
4.2.- Carbón activado.....	9
V.- RESULTADOS.....	11
VI.- DISCUSION.	
6.1.- Proceso comparativo teórico y de COMSONISCA	
6.1.1.- Fosa de tierra.....	13
6.1.2.- Hornos industriales.....	14
6.2.- Calidad del carbón vegetal	
6.2.1.- Contenido de humedad	16
6.2.2.- Contenido de material volátil.....	17
6.2.3.- Contenido de cenizas.....	18
6.3.- Análisis del rendimiento.....	19
6.4.- Análisis económico.....	20
VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	22
VIII.- BIBLIOGRAFIA.....	24
IX.- ANEXOS.....	26

INDICE DE CUADROS

Quadro Nº

	PAGINA
1 Contenido de humedad.....	11
2 Contenido de material volátil.....	11
3 Contenido de cenizas y carbón sólido.....	12
4 Costos finales en fosas y hornos	12
5 Rendimiento de carbón.....	12
6 Costos finales de producción de un metro cúbico de car bón.....	12

INDICE DE FIGURAS

Figura Nº

	PAGINA
1 Perfil del horno brasileño	30
2 Vista frontal del horno brasileño	31
3 Base y cámara del horno.....	32
4 Fosa de tierra.....	33

RESUMEN

En este trabajo se analiza la producción de carbón vegetal en la empresa COMSONICSA (Combustibles Sólidos de Nicaragua S.A), y se desarrolló utilizando diferentes especies (Crescentia alata, Calycophyllum candidissimum, Albizia caribaea, Ceiba pentandra entre otros), debido a la dificultad de proveer a los hornos industriales de una sola especie, ya que la explotación u obtención de madera se hizo en un bosque seco tropical (b.s.t.) degradado.

Con la obtención del carbón vegetal se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo. Lo cualitativo comprende análisis químico del carbón vegetal siguiendo la técnica internacional ASTM - D - 1762 - 64, (GUATEMALA, M.; SEPULVEDA, N. 1987) en cuanto a lo cuantitativo se tomó en cuenta los costos preliminares que genera la producción de carbón para determinar la rentabilidad de la empresa y la capacidad de obtención de carbón vegetal por cada metro cúbico de madera utilizada.

La importancia del trabajo consiste principalmente en brindar información de los costos preliminares y de la calidad del carbón vegetal que se dan en los dos sistemas de producción.

La fabricación de carbón vegetal también posee una importancia fundamental en la actualidad debido a los precios crecientes de los combustibles derivados del petróleo, que ha originado una corriente favorable hacia la búsqueda de formas de energía; en este caso aprovechamiento de la biomasa (TROSSERO, 1980). La calidad del carbón vegetal producido depende del tipo de madera utilizada y del método de carbonización empleado.

Se describen las principales características física y química del carbón, y los ensayos a que es sometido. Una industria viable del carbón permite aumentar la rentabilidad de los montes. La explotación de los bosques tropicales presenta, en particular grandes dificultades por la poca abundancia de árboles maderables y el rápido crecimiento de la vegetación no aprovechable comercialmente (D.E. 1975).

Para la obtención de carbón se puede utilizar toda clase de madera y desperdicios agrícola como son: árboles deformados, enfermos, con fustes limitados, residuos de los aserraderos, desperdicios de las explotaciones forestales (tocones, puntas, ramas, árboles quebrados y quemados); todo este tipo de materia prima puede ser empleado en la fabricación del carbón.

I.- INTRODUCCION

A nivel mundial se presentan problemas en muchos países, para la obtención de fuentes energéticas, las causas que la producen son por la falta de planificación en la explotación de los recursos naturales y a la poca difusión de como aprovechar nuestros recursos. Nicaragua ha sufrido un despale indiscriminado en todo el territorio lo que repercute en la insuficiencia del suministro de combustible (leña y carbón) a la población urbana, principalmente en la zona del Pacífico.

El área de los bosques productivos disminuye a razón de 97,000 hectáreas por año, lo cual significa una reducción gradual de nuestros recursos forestales. Las principales causas de esta reducción gradual lo componen los aspectos siguientes: Utilización de grandes cantidades de leña especialmente en la periferia de la ciudades y el campo, en donde se utiliza como leña cualquier tipo de madera por desconocimiento de sus propiedades explotaciones forestales y sobre todo el avance de la frontera agrícola a zonas eminentemente forestales.

Nicaragua no tiene producción propia ni de petróleo, ni de carbón a gran escala o de gas natural, sino que tiene que importar una gran cantidad de petróleo crudo, el que es refinado en la única refinaria del país. La importación de los productos del petróleo es una pesada carga en la balanza comercial, el objetivo debe ser mantener las importaciones lo más bajo posible, pero al mismo tiempo hay que asegurar el suministro de combustible que se requieren para el desarrollo técnico y económico del país.

En el futuro al usar madera para cocinar (uso residencial) y en la industria, para uso residencial el ahorro neto puede estimarse entre 5 - 15 USD/metro cúbico de leña al compararlo con el uso de gas licuado importado. A nivel industrial, como resultado de una mayor eficiencia, el ahorro puede alcanzar 20 -40 USD/metro cúbico comparado con el uso de petróleo importado. (PLAN DE DESARROLLO FORESTAL DE LA REPUBLICA DE NICARAGUA,1985).

Una forma relativamente sencilla de aprovechar la riqueza forestal de un país con fines de desarrollo, es fomentar la producción de carbón vegetal destinado a los hogares y a la industria, reduciendo así el uso del Keroseno por la población urbana y rural, este tipo de industria ofrece ventajas económicas y sociales por que genera empleos, crea un flujo de dinero del sector urbano al sector rural, se economiza y se obtienen divisas de la exportación del carbón vegetal.

La Empresa COMSONICSA (Combustible Sólidos de Nicaragua S. A.), tiene como objetivo principal la producción de carbón vegetal a partir de la obtención de madera de diferentes especies arbóreas, para lo cual se realiza una tala rasa en un bosque seco tropical degradado, el cual se reforesta en las áreas aprovechadas con especies energéticas de rápido crecimiento como Eucaliptus camaldulensis y Azadirachta indica, que son utilizados para la fabricación de carbón vegetal. La Empresa se localiza en el extremo suroeste del Departamento de Managua (Región III) a unos 52 Kms. de la capital en la comarca Salamina jurisdicción de Villa Carlos Fonseca. La forman dos bloques, separados entre sí por unos 3 Kms. aproximadamente, el bloque I (al norte) con una superficie de 834 hectáreas y el bloque II (al sur) con 1050 hectáreas lo que totaliza 1884 hectáreas.

II.- OBJETIVOS

- 1.- Comparar los métodos de producción de carbón vegetal en fosa de tierra y hornos industriales.
- 2.- Evaluar las características cualitativas de dos sistemas de obtención de carbón vegetal con diferentes especies energéticas.
- 3.- Obtener información preliminar de los costos de mano de obra y materiales utilizados en ambos métodos.
- 4.- Describir y comparar el proceso de carbonización en COMSONICSA con el proceso de la FAO.

III.- METODOLOGIA

3.1.- Materiales Técnicos.

Para el análisis comparativo entre la fosa de tierra y el horno industrial se utilizó los siguientes materiales:

Balanza electrónica.	Serrucho.
Carbón vegetal.	Tablas.
Caja de madera de un metro cúbico.	Termómetro.
Clavos.	Trinchante.
Calculadora.	Trípode.
Cinta métrica.	Tractor con
Cápsula de porcelana.	grúa hidráulica
Escuadra de albañilería.	Zacate.
Gas butano.	Sacos.
Horno Marca EHRET capacidad de 70° centígrados.	Rastrillo.
Leña.	Prensa manual.
Martillo.	Piocha.
Mecate.	Palín.
Mechero.	Pala.
Motosierra.	Machete.

3.2.- METODOLOGIA

3.2.1.- DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.

Se utilizó un análisis secuencial para las muestras del carbón vegetal, en base a la técnica internacional ASTM-D-1762.

En la fosa de tierra se utilizó Guazuma ulmifolia Lam. (guácimo) y Crescentia alata HBK (jícaro).

En los hornos industriales, se tomaron diversas especies (ver anexo 5).

Se empleó la fórmula siguiente;

$$\% H = [PH - (PS - PPV)/PH]. 100$$

Donde;

% H: Porcentaje de humedad

PH: Peso húmedo del carbón vegetal con la porcelana.

PS: Peso seco del carbón vegetal y porcelana.

PPV: Peso de porcelana vacía.

3.2.2.- DETERMINACION DEL CONTENIDO DEL MATERIAL VOLATIL

Para determinar el porcentaje de material volátil se empleó la fórmula siguiente:

$$\% MV = [(PS - PPV) - (FMV - PPV) \ (PS - PPV)]. 100$$

Donde:

% MV : Porcentaje del material volátil

PS : Peso seco del carbón vegetal

PPV : Peso de la porcelana vacía.

FMV : Peso del material volátil

3.2.3.- DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CENIZAS

Para determinar el porcentaje de cenizas se empleó la fórmula siguiente:

$$\% C = (PC - PFV) \times 100$$

donde:

% C : Porcentaje de cenizas

PC : Peso de cenizas

PFV : Peso de porcelana vacía

3.2.4.- METODO EMPLEADO PARA EL ANALISIS DE RENDIMIENTO.

Para conocer el rendimiento de producción de carbón vegetal y madera entre la fosa de tierra y el horno industrial se determinó el volumen estéreo. En las fosas de tierra se calculó el volumen estéreo multiplicando largo por ancho y por altura. Para el caso específico del horno industrial se determinó que el volumen estéreo es de 47 metros cúbicos.

Para determinar la cantidad de sacos que caben en un metro cúbico se realizó la construcción de una caja de un metro cúbico.

Para conocer la cantidad de metros cúbicos estéreos de carbón vegetal se utilizó una regla de tres simple.

Para realizar los cálculos de volumen sólido tanto de la madera, como del carbón, se determinó un coeficiente de apilamiento el cual se auxilió de una pila que tiene las siguientes dimensiones: 1.5 m. de ancho por 1 m. de alto por 0,60 m. de largo.

Se ocupó una muestra 63 trozas de madera rolliza determinando su volumen real utilizando la fórmula siguiente:

$$VR = [(\pi / 4) \times (dm)^2] \times L$$

Donde:

VR : Volumen real.

$\pi / 4$: 0.7854

L : Longitud.

Para determinar el volumen real de la fosa de tierra y el horno industrial se utilizó un coeficiente de apilamiento para multiplicarlo por el volumen estereo. (CARRILLO, E; FLORES, E.)

Se utilizó la fórmula siguiente:

$$CA = VR/VA$$

Donde:

CA : Coeficiente de apilamiento.

VR : Volumen Real.

VA : Volumen Aparente.

Para el cálculo del carbón vegetal sólido se tomó una caja se midió sus dimensiones para conocer el volumen aparente y posteriormente se volvió a medir con el carbón vegetal triturado para conocer su volumen real.

Se utilizó la fórmula siguiente para determinar el carbón vegetal sólido:

VA : Ancho x largo x alto

VR : Ancho x largo x alto

Al igual que en la madera se empleó un coeficiente de apilamiento, en el cual se utilizó la fórmula siguiente:

$$CA = VR/VA$$

Donde:

CA : Coeficiente de apilamiento.

VR : Volumen real.

VA : Volumen aparente.

3.2.5.- METODO UTILIZADO PARA EL ANALISIS ECONOMICO.

Para determinar los costos de producción, se investigaron los precios de materiales usados, combustibles, lubricantes y salarios. Con todos estos datos se hizo comparaciones entre los costos de producción de un metro cúbico de carbón vegetal en la fosa de tierra y el horno industrial.

IV.- DESARROLLO.

4.1.- CARBON VEGETAL.

Se define el carbón vegetal como el residuo sólido que queda después de carbonizar la madera o se hidroliza en condiciones controladas en un espacio cerrado como es el horno de carbón.

El proceso de la pirólisis produce carbón vegetal que consiste principalmente en carbón, junto a una pequeña cantidad de residuos alquitranosos, cenizas, gases de combustión y una cierta cantidad de productos químicos principalmente ácido acético y metanol del carbón vegetal ya obtenido de la madera por medio del calentamiento se puede obtener el carbón activado.

4.2.- CARBÓN ACTIVADO.

El carbón puede ser activado por calentamiento en una retorta y en presencia de un agente oxidante tal como dióxido de carbono o de vapor y de un agente impregnante tal como cloruro de zinc o ácido fosfórico a una temperatura de 816°C a 982°C. El carbón activado tiene varios usos en los cuales estan: azúcar, productos alimenticios, bebidas alcohólicas, químicos y farmacéuticos, mejoramientos de solventes, suministro de agua potable. (D.E.,1975)

El carbón activado es la denominación que se da a un cuerpo que contienen carbono y que tiene un gran poder absorbente. Contiene hasta 97% aproximadamente de Carbono, además Hidrógeno, Oxígeno, cenizas y eventualmente también algo de Nitrógeno. Sin embargo, la constitución química es de poca importancia para la eficiencia de los carbones. Carbones activados fabricados según distintos métodos y que tienen igual poder adsorbente pueden tener una composición química distinta. Su poder adsorbente esta determinado por su estructura porosa de gran superficie. (CENIT, 1984).

El carbón vegetal ordinario cuya superficie es de solo uno o dos metros cuadrados por gramos, es relativamente inerte si se compara con el activado, cuya superficie interna es mucho mayor de 200 a 300 metros cuadrados por gramos. A causa de esta gran superficie interna, el carbón vegetal activado puede absorber gases líquidos, en una extensión al parecer completamente desproporcionada con la cantidad utilizada.

Durante la pirólisis o carbonización de las sustancias orgánicas se elimina casi todo el Hidrógeno y el Oxígeno y el carbono restante cristaliza en formaciones irregulares, cuyos intersticios están parcialmente rellenos de carbono amorfo desorganizado derivado de la descomposición de los alquitranes de la madera. Esta obturación de los intersticios da como resultado que el producto carbonizado tenga una capacidad de absorción relativamente baja.

El carbón vegetal puede ser parcialmente activado calentándolo con una corriente de gas inerte o utilizando un disolvente o producto químico adecuado que disuelva o reaccione con los productos del alquitrán, pero para conseguir el máximo poder de absorción posible, el carbón vegetal tiene que activarse en condiciones tales que el agente utilizado reaccione con el carbono. (D. E.1975).

V.- RESULTADOS.

Análisis Químico.

CUADRO N° 1. Contenido de Humedad. Resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio.

Muestra	P. Vacía	P. con C. H.	P E S O Seco 1 hr.	Seco 2 hr	% c.h.
Fosa G-1	41.1	42.1	41.9	41.9	20
Fosa G-2	41.6	42.6	42.5	42.5	10
Fosa J-1	41.2	42.2	42.1	42.1	10
Fosa J-2	46.6	47.6	47.5	47.5	10
Horno -1	45.6	46.6	46.2	46.2	30
Horno -2	39.1	40.1	39.7	39.7	40

Donde:

P: Porcelana.

C.H.: Carbón Húmedo.

% c.h.: Porcentaje del contenido de humedad.

CUADRO N° 2. Contenido del material volátil. Datos obtenidos en el análisis de laboratorio.

Muestra	T° en 4 min.	P. del Material Volátil	% del Mat. Vol.
Fosa G-1	120°C	41.7	25
Fosa G-2	130°C	42.2	33
Fosa J-1	120°C	41.8	33
Fosa J-2	125°C	47.2	33
Horno -1	220°C	46.1	14
Horno -2	210°C	39.5	33

donde:

T°: Temperatura.

P : Peso.

% del Mat. Vol: Porcentaje del Material Volátil.

CUADRO N° 3. Contenido de cenizas y carbón sólido.

Muestra	P. de Cenizas	% de Cenizas	% de Carbón Sólido
Fosa G-1	41.4	30	25
Fosa G-2	41.8	20	37
Fosa J-1	41.4	20	37
Fosa J-2	46.7	10	47
Horno -1	45.7	20	36
Horno -2	39.2	10	17

Donde:

P: Peso.

%; Porcentaje.

CUADRO N° 4 Costos globales finales comparativos en la Fosa de Tierra y en los Hornos Industriales.

Costos Generales en \$	Fosa de Tierra	Hornos Industriales
Costos de Mano de Obra	17.04	24.5
Costos de Combustibles	90.11	107.0
Costos de Materiales.	36.05	114.2
TOTAL	143.20	245.7
TOTAL EN C\$	4,296,000.00	7,371,000.00

ANALISIS DE RENDIMIENTO.

Resultado de Producción de Carbón vegetal y Madera Utilizada.

CUADRO N° 5 Rendimiento de carbón.

Método	Volumen Aparente			Volumen Real		Rendimiento de carbón %
	Cnt.	Mdra.	Cbón.	Mdra.	Cbón.	
Fosa 1	60	14.3 m ³	5 m ³	14.0 m ³	2.6 m ³	35
Fosa 2	30	10.3 m ³	2.5 m ³	10.0 m ³	1.3 m ³	24
Horno	250	47.0 m ³	20.83 m ³	46.0 m ³	10.8 m ³	44

CUADRO N° 6 Costos finales de Producción de un metro cúbico de carbón vegetal en la fosa de tierra y los hornos.

METODO	VOLUMEN APARENTE EN C\$ / US\$ *
F. DE TIERRA	572,805.00 / 19.09
HORNOS	353,864.60 / 11.09

* El US \$ para Noviembre de 1989 — C\$ 30,000.00 x 1.

VI.- DISCUSION.

6.1.- PROCESOS COMPARATIVOS TEORICO Y DE COMSONICSA.

6.1.1.- FOSA DE TIERRA.

Para realizar el proceso de carbonización en la fosa de tierra se llevaron a cabo diversas actividades (ver anexo N° 6.4).

Se hace el transporte de leña del sitio a la fosa de tierra. El acomodado de leña en la fosa se dispuso primero en trozas de 25-30 cms. de diámetro, dejando alrededor de 10 cms. entre el suelo y la primera capa de madera gruesa para que pueda haber circulación de aire, después de dicha capa se pone madera de menor diámetro dejando el menor espacio posible. Al terminar con el acomodado de leña, se procede a cubrir con zacate y tierra utilizándolo como una barrera contra el aire (ver anexo 5). Hay que resaltar que COMSONICSA ya no produce carbón vegetal por medio de la fosa de tierra, sino que utiliza los hornos como un medio más tecnificado.

El tiempo para que se llevara a cabo todas las actividades fueron ejecutadas en 19 días esto fue provocado en la falta de madera y combustible para llevarse a cabo dicho trabajo. (ver anexo N° 6.4).

Esto repercute elevando los costos de producción. Teóricamente las etapas de cada duración según la FAO, (1983) es la siguiente:

CARGUE.....	1 día.
QUEMA.....	8 días.
ENFRIAMIENTO.....	2 días.
SACADO DEL CARBON.....	1 día.
TOTAL.....	12 días.

La comparación resultante entre lo que afirma la FAO y en la práctica se puede observar que el total de días laborables es mucho más elevado, esto es provocado por que la Empresa tiene dificultades para proveer de combustible principalmente a la maquinaria y a la misma motosierra e incide negativamente en los costos de producción del carbón vegetal, por no contar con un presupuesto estable para realizar la actividad. Además el combustible llega con bastante irregularidad y en pocas cantidades, algunas veces 15 galones de diesel que son ocupados para otro tipo de actividad que la Empresa realiza.

6.1.2.- HORNOS INDUSTRIALES.

La producción de carbón vegetal por medio del método de los hornos industriales, (ver anexo 5) se realiza una serie de etapas consecutivas.(ver anexo N° 6.1).

La técnica empleada es la brasileña. El cargue o llenado se realiza por una escuadra de cuatro hombres, el apilado dentro del horno se realiza de manera vertical; en la parte superior, que es la cúpula del horno se introduce madera de diámetro menor dejando el menor espacio posible. En la quema se introduce madera en la cámara de compresión procediendo al encendido de éste, la oxigenación se realiza por la abertura que posee la cámara de combustión. El proceso de carbonización tuvo una duración de 23 días en la Empresa.

Según la FAO, (1983) todo el proceso dura 15 días, distribuidas de la siguiente manera:

CARGUE.....	3 días.
QUEMA.....	7 días.
ENFRIAMIENTO.....	4 días.
SACADO DEL CARBON.....	1 día.
TOTAL.....	15 días.

Tanto en la fosa de tierra como en los hornos industriales en COMSONICSA, indica que en este último se obtiene mucho más carbón (ver cuadro N° 5), la producción por este método es muy rentable cuando la capacidad del volumen de madera aparente es mayor, la técnica empleada es correcta, si no hay escases de materia prima (madera) y con combustible necesario para llevar a cabo la operación de este trabajo.

Si se obtuviera carbón como lo indica la FAO, en un lapso de 15 días, todos estos costos de producción preliminares bajarían, pero por falta de presupuesto algunas actividades se llevan más tiempo de lo necesario.

En esta quema en los hornos industriales hay que tomar en cuenta que las especies utilizadas son diferentes, por lo tanto hay madera donde la carbonización es más rápida que otras y afecta el rendimiento de carbón y su valor calorífico por lo tanto es variable debido que existe madera de distintas densidades y contenido de humedad distinto. El abastecimiento es muy importante en los hornos porque esto repercute también en los costos de producción, al observarse un mayor tiempo para el llenado de éste.

6.2.- CALIDAD DEL CARBÓN VEGETAL.

Se define según algunas de sus propiedades y si bien todas en cierto modo están interrelacionadas se miden y se evalúan por separado, a continuación se analizan estos diversos factores de calidad:

6.2.1.- CONTENIDO DE HUMEDAD.

El carbón fresco, apenas abierto el horno contiene muy poca humedad, generalmente menos del 1%. La absorción de humedad del aire es rápida, y gana con el tiempo humedad que aún sin mojarse con la lluvia, puede llegar a un contenido del 5 al 10%, aún para el carbón bien quemado. (FAO,1985). Esto implica que solamente al comienzo tendremos carbón con bajo contenido de humedad en los hornos.

La humedad es un adulterante que baja el valor calorífico o de calefacción del carbón vegetal. Es evidente que el carbón con un elevado contenido de humedad (10% o más) tiende a desmenuzarse y produce carbonilla fina cuando se calienta en las fundiciones lo que no es deseable en la producción de hierro.

El contenido de humedad obtenido en los hornos es alto de (40%) con respecto a la fosa de tierra (20%), lo cual induce a desmenuzarse y producir carbonilla, esto es producto de la mala técnica usada por los obreros en la Empresa COMSONICSA, como aplicarle agua directamente al horno recién abierto, no hacerle baños de lodos a como lo indica la técnica por 4 días, todo por economizar tiempo; tampoco existe vigilancia adecuada (control), esto incide en un bajo valor calorífico que posee este carbón.

En estudio realizados por la FAO (1983); con diferentes especies de latifoliadas se obtuvo un 5,4% de humedad, comparando los resultados se puede observar que el porcentaje es muy alto, con un 40% en los hornos y un 20% en la fosa de tierra debido al mal empleo de dicha técnica.

6.2.2.- CONTENIDO DE MATERIAL VOLATIL.

La materia volátil dispersa en el agua del carbón vegetal comprende todos los residuos líquidos que no fueron eliminados completamente durante el proceso de carbonización. Cuando la pirólisis es prolongada y a alta temperatura entonces el contenido de material volátil es baja. Cuando la temperatura de carbonización es baja y el período en el horno es breve, entonces el contenido de substancia volátiles aumenta (FAO,1985).

Las substancias volátiles en el carbón vegetal pueden variar desde un máximo del 40% o más hasta un 5% o menos. El carbón vegetal con mucha materia volátil se enciende fácilmente, pero al quemar produce humo. El carbón de pocos volátiles tiene dificultades al encenderse y su combustión es muy limpia. Un buen carbón vegetal comercial puede tener un contenido de substancias volátiles neta (libre de humedad) del 30% aproximadamente.

El material volátil en los hornos (33%), es similar a la fosa de tierra ya que su combustión no es limpia.

En los hornos se obtiene la temperatura más alta y mejor teóricamente; esto implica que el contenido de volátiles es bajo (FAO), pero el carbón pudo reabsorber los alquitranes y los ácidos piroleñosos con la aplicación de agua para enfriar el carbón, por ello, el carbón pudo ser bien quemado, pero por esta causa, tener un

elevado contenido de sustancias volátiles. Los ácidos reabsorbidos hacen que el carbón se vuelva corrosivo, provocando la podredumbre de las bolsas de yute y además no tiene una combustión limpia.

Los estudios hechos por la FAO muestran un 17,1% de material volátil utilizando diferentes especies en comparación con los resultados obtenidos (33%) es alto debido a la causa ya explicada anteriormente.

6.2.3.- CONTENIDO DE CENIZAS

Las cenizas se determinan calentando las muestras, hasta obtener un color rojo con acceso al aire para quemar completamente toda las sustancias combustible, quedando un residuo denominado cenizas. Se trata de sustancias minerales como la arcilla, sílice, óxido de calcio y Magnesio, presentes en la madera original y recogidas como contaminaciones del suelo, durante el proceso, FAO (1985).

El contenido de cenizas es bajo en los hornos industriales (10%) en comparación con la fosa de tierra (30%) lo que significa que el primero no posee gran cantidad de sustancias minerales, tanto la madera como el lugar en donde se realiza la carbonización, respecto a la fosa de tierra donde hay que tomar en cuenta la gran cantidad de materiales inorgánicos y orgánicos que la rodea durante el proceso de carbonización (tierra y hierba), que sirven de aislante a la madera. Mientras en los hornos industriales antes de realizar el llenado se realiza una limpieza en su interior lo que baja el contenido de cenizas.

El contenido de cenizas tiene que ver directamente con el porcentaje de materia orgánica que contenga la madera, dicho contenido puede oscilar entre el 0.5 -10% dependiendo de la especie. Hay que notar que la corteza de los árboles proporciona alto contenido de cenizas (a veces mayor del 30%). En la Empresa no se realiza el descortezado razón por lo cual se encontró un alto contenido de cenizas.

Comparando trabajos de la FAO con diferentes especies obtuvo un 8,9% de contenido de cenizas el cual con nuestros resultados es alto 10% en los hornos y 30% en la fosa.

6.3.- ANALISIS DE RENDIMIENTO.

Al obtener carbón vegetal por cualquier medio ya sea en parva, fosa de tierra, hornos industriales u otros, el principal objetivo es aprovechar la madera de tal modo que tenga un rendimiento satisfactorio, lo que implica que los costos sean menores y que los beneficios sean más altos.

En base a los resultados, tanto en la fosa de tierra como en los hornos industriales en COMSONICSA, en este último se obtiene mucho más carbón, la producción por este método es más rentable cuando la capacidad del volumen de madera aparente es mayor, la técnica empleada sería la correcta, y si no presentaran problemas de madera y combustible necesario para llevar a cabo la operación, se obtendría mayor rendimiento.

En esta quema de los hornos industriales hay que tomar en cuenta que las especies utilizadas son diferentes, por lo tanto afecta el rendimiento de carbón ya que unas consumen más tiempo que otras.

El tiempo en la fosa de tierra en dependencia de la cantidad de madera utilizada a veces es mayor o igual que en los hornos industriales, lo cual genera en cierto modo menos costos, pero el rendimiento es bajo en comparación con los hornos industriales ya que no es un método tecnificado.

6.4.- ANALISIS ECONOMICO.

Los presentes resultados presentan una análisis preliminar los cuales pueden observar en los cuadros N° 5 y 6.

En los dos métodos fosa de tierra y hornos industriales se obtienen beneficios; en este último se obtienen los mayores beneficios económicos, ya que la capacidad que tiene de volumen de madera, y el bajo precio por cada metro cúbico de carbón vegetal (ver cuadro N° 6).

Se invirtió \$143.2 en la fosa de tierra y se obtuvo 90 sacos de carbón a \$3.3 cada uno, esto genera un total de \$297 lo que nos da un ingreso de \$153.8 sin incluir el transporte de la Empresa al aserrío donde se comercializa.

Mientras que en los hornos industriales se invirtió \$245.7 y dio una producción de 250 sacos de carbón a \$3.3 cada uno, esto nos da un total de \$825 obteniendo un ingreso de \$579.3 sin incluir transporte, como se observa no solamente beneficios económicos, sino también que el recurso se aprovecha mejor debido al empleo del horno industrial que es un método más técnico. Estas ganancias se pueden aumentar si se superan las fallas encontradas ya explicadas anteriormente.

Para llevar a cabo este tipo de análisis en ciertas actividades hay que tener un control ya que esto influye en la rentabilidad de la empresa, se observó actividades donde hay muchas fallas y se debe supervisarla y superarlas porque esto aumentan los beneficios tanto económicos como de recursos (madera) que tendrá la empresa.

Haciendo una comparación entre el número de días que menciona la FAO (15), con los hornos industriales en la Empresa COMSONICSA (23) se puede observar (ver cuadro N° 6.1) que la actividad como quema y sacado del carbón tienen similitud y otros como el enfriamiento se reduce a la mitad. Se puede observar que la actividad más tardada consiste principalmente en el corte de leña, transporte y el acomodado el cual se realiza en 11 días en comparación de 3 días que cita la FAO. Esto es debido a la falta de presupuesto para abastecer de combustible a estas actividades, si esto se redujera los costos serían mínimos. Igual similitud ocurre con la fosa de tierra,

Generalmente, el análisis económico, es para el uso directo en la fase de la planificación del desarrollo de una empresa, para proyectar el costo de construcción. El objetivo es demostrar la factibilidad económica de la propuesta para luego movilizar los fondos de inversión necesaria y establecer como serán manejados y devueltos. El control de costos, por otra parte, se refiere más a una empresa instalada y en funcionamiento, es la herramienta de gerencia que permite a la empresa mantenerse económicamente viable. (FAO, Informe sobre cuestiones forestales N° 1).

VII.- CONCLUSIONES Y REDOMENDACIONES

7.1.- CONCLUSIONES.

- 1.- El alto contenido de humedad en los hornos industriales es debido a la falta de capacitación de los obreros de la Empresa COMSONICSA, ya que la técnica que usan es la brasileña y no realizan baños de lodos, para su enfriamiento, sino aplican agua directamente al carbón al momento en que abren el horno, incidiendo en la baja calidad.
- 2.- Los resultados en laboratorios demuestran que el carbón resultante en los hornos industriales posee mucho mayor calidad que el obtenido en la fosa de tierra a pesar de la mala técnica empleada por los obreros.
- 3.- Según el análisis en rendimiento de carbón se obtiene mucho más carbón en un metro cúbico de madera en los hornos industriales que en las fosas de tierra, debido a que genera mayor producción.
- 4.- El uso de los hornos industriales es rentable ya que genera un mejor producto por lo tanto es necesario revisar el salario de los obreros y sostener un básico cuando hay escasez de material.
- 5.- Existe problemas en el suministro de combustible lo cual afecta el abastecimiento de materia prima, generando una baja rentabilidad a la Empresa.

7.2.- RECOMENDACION.

- 1.- Es conveniente que los obreros de COMSONICSA reciban capacitación para trabajar en los hornos industriales, lo que permitirá la obtención de mayor rendimiento y calidad del carbón vegetal.
- 2.- Durante el proceso de carbonización es necesario que el obrero obtenga no solo el carbón, sino que con una rajadora obtener leña para la comercialización en la zona rural o urbana ya que es un producto rentable y los costos son más bajos.
- 3.- Llevar control estricto sobre las actividades que se realizan o nombrar un responsable en esta área de trabajo.
- 4.- Continuar estudios económicos que determinen la factibilidad económica de producir carbón por medio de una plantación.

VIII.- BIBLIOGRAFIA

- BAUER, J. A. 1984. Especies para leña, arbustos y árboles para la producción de energía. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 343 p.
- CARRILLO E, G.; Flores A, E.; LEON T, J.A. Comparación de coeficiente de apilamiento para Brazuelo. Boletín Técnico Nacional de Investigación Forestal. Nº 103. Mexico 13 p.
- CASTIGLIONE, J. 1989. La madera como combustible en Nicaragua . INTECFOR. 31 p.
- CENTRO NICARAGUENSE DE INFORMACION TECNOLOGICA. 1984. Proceso para carbón activado utilizando como materia prima: coco y madera.
- D.E,EARL. 1975. Informe sobre el carbón vegetal. Roma.
- ESCOTO, M. Producción y características del carbón vegetal. Serie informativa Tecnológica Apropriada. N°4. 28 p.
- FAO. Madera para producir energía. Informe sobre cuestiones forestales.N°1. 41p.
- FAO. 1983. Métodos simples para fabricar carbón vegetal. Roma, Italia 153 p.
- GONZALEZ, FELIX. 1982. Introducción a la Geoquímica. Segunda Edición. OEA. Washington, D. C.
- GUATEMALA, M.; SEPULVEDA, N. 1987. Alternativas de la producción de carbón vegetal en Nicaragua. Instituto de Madera, Celulosa y Papel. Universidad de Guadalajara. (No publicado).
- GUATEMALA, M.; SEPULVEDA, N. 1987. Práctica de producción y análisis del carbón vegetal. Instituto de Madera, Celulosa y Papel. Universidad de Guadalajara. (No publicado)

PLAN DE DESARROLLO FORESTAL DE LA REPUBLICA DE NICARAGUA. 1985.

Informe Principal.

SMIRNOV, V. I. 1982. Geología de Yacimiento minerales.

Editorial MIR . Moscú.

SORGEL, N. 1985. Introducción en Inventario Forestales.

Managua, Nicaragua. 120 p.

TROSSERO, MIGUEL ANGEL. 1980. Fabricación de Carbón Vegetal en

Nicaragua. Managua.

WOLF, F.; VOGEL, E. 1985. Manual para la Producción de Carbón

con Métodos Simples. Facultad de Silvicultura Y Manejo de
Recursos Renovables. México.

IX.- ANEXOS

ANEXO 1.-

Datos tomados a 12 trozas de madera rollizas que se utilizó para determinar el coeficiente de apilamiento.

Dms. en cm	T R O Z A S											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dme	10	10	8	7	25	30	6	12	12	5	5.5	5
Dma	11	10.5	8.5	9	26	60	6.3	12.5	13.	6	7	5.5
DM	32.5	32	30.5	26	89	1.15	20.5	42	42.5	17	19	17
L	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

En donde; .

Dms: diámetros en centímetros.

Dme: diámetro menor.

Dma: diámetro mayor.

DM : diámetro medio.

L : Longitud.

ANEXO 2.-

Cálculos para determinar la depreciación de la maquinaria utilizada.

Para realizar este cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$D = V / N$$

Donde:

D = Depreciación

V = Valor inicial

N = Vida útil.

Motosierra.

Según cálculos de costos operacionales de la CORFOP EXTRACIONES,S.A. la depreciación por hora/ valor, es de U\$ 0.44.

En las fosas se ocupó; 5 hrs x U\$ 0.44 = 2.2

En hornos industriales; 16 hrs x U\$ 0.44 = 7.04

Tractor Valmet 4 x 4:

Según la CORFOP la depreciación por hora /valor, es de U\$ 2.64.

En fosa de tierra se ocupó : 3 hrs x U\$2.64 = 7.92

En hornos industriales : 9 hrs x U\$2.64 = 23.76

Trailer Forestal:

Según la CORFOP, éste tiene un costo de U\$15,000 más el 25% de impuesto, su vida útil es de 5 años.

$$V_i = U\$15,000 + \$3,750 = U\$ 18,750.$$

$$D = U\$18,750 / 5 \text{ años} = U\$ 3,750 / \text{año}$$

$$D = U\$3,750 / 365 \text{ días} = U\$ 10.2 / \text{día}$$

$$D = U\$0.42 / \text{hora}$$

En vista de que el trailer trabajó 9 horas x U\$ 0.42 = 3.78 en el caso de los hornos, en las fosas de tierra se trabajó 3 horas por lo tanto es de U\$ 1.26.

ANEXO 3.-

Cálculos del Volumen real de madera en el apilamiento para encontrar el coeficiente de apilamiento.

VR1	=	0.7854	(0.105) ²	·	(0.60m)	=	0.005 m
VR2	=	0.7854	(0.102) ²	·	(0.60m)	=	0.004 m
VR3	=	0.7854	(0.082) ²	·	(0.60m)	=	0.003 m
VR4	=	0.7854	(0.080) ²	·	(0.60m)	=	0.003 m
VR5	=	0.7854	(0.255) ²	·	(0.60m)	=	0.030 m
VR6	=	0.7854	(0.480) ²	·	(0.60m)	=	0.108 m
VR7	=	0.7854	(0.062) ²	·	(0.60m)	=	0.002 m
VR8	=	0.7854	(0.122) ²	·	(0.60m)	=	0.007 m
VR9	=	0.7854	(0.125) ²	·	(0.60m)	=	0.011 m
VR10	=	0.7854	(0.055) ²	·	(0.60m)	=	0.001 m
VR11	=	0.7854	(0.062) ²	·	(0.60m)	=	0.001 m
VR12	=	0.7854	(0.005) ²	·	(0.60m)	=	0.002 m

$$x = \frac{0.177}{12} = 0.014$$

$$VR = 0.014 \times 63 \text{ Trozas} = 0.882 \text{ metros cúbicos sólido de madera}$$

ANEXO 4.-

DESCRIPCION FISICA DEL HORNO BRASILEÑO.

El horno de ladrillo que se va a describir a continuación es el llamado horno brasileño que tiene la Empresa COMSONICSA en funcionamiento y del que se ha fabricado uno similar en una cooperativa en la zona de Dipilto, es sumamente barato, y fácil de operar, solo requiere de 13,000 ladrillos que pueden ser fabricados en el lugar, algunas bolsas de cemento y 4 láminas de acero.

Existen otros modelos de hornos de ladrillos, pero solo se describirá ya que existe en funcionamiento en Nicaragua. Este horno esta basado en el principio de carbonización con cámara de combustión externa, tiene varias características:

- .- Posee 3 cámara de presión, una central que comunica a la chimenea y 2 cámara de combustión.
- .- Es completamente hecho de ladrillos, pegados con barro pastoso.
- .- Consta de 2 puertas, una para llenado de madera sólida y la otra para el sacado del carbón.
- .- La posición de los ladrillos le dan forma, solidez y resistencia al calor.
- .- Tiene una capacidad de 47 metros cúbicos estereos de madera apilada.

Se compone de 13 mil ladrillos pegados con barro pastoso. Su diámetro es de 5m. de altura respectivamente con una cúpula superior de 1.45m de altura, en el centro terminando en una tabadera central, la cual dá una altura total de 3.50m . Todo el horno descansa sobre una base de camisa hecha de ladrillos, pegada con barro pastoso, la puerta tiene una altura de 1.80m por un metro de ancho, descansando esta sobre una base de 90 cm.

La chimenea se compone de 3 tubos de cemento cada uno de 1 m que van montado uno sobre el otro, sumando todo esto el alto del horno. Una cinta metálica de 2 pulgadas y $\frac{1}{4}$ de grueso, dividida en 4 segmentos unida por 4 pernos de 5 pulgadas de largo.

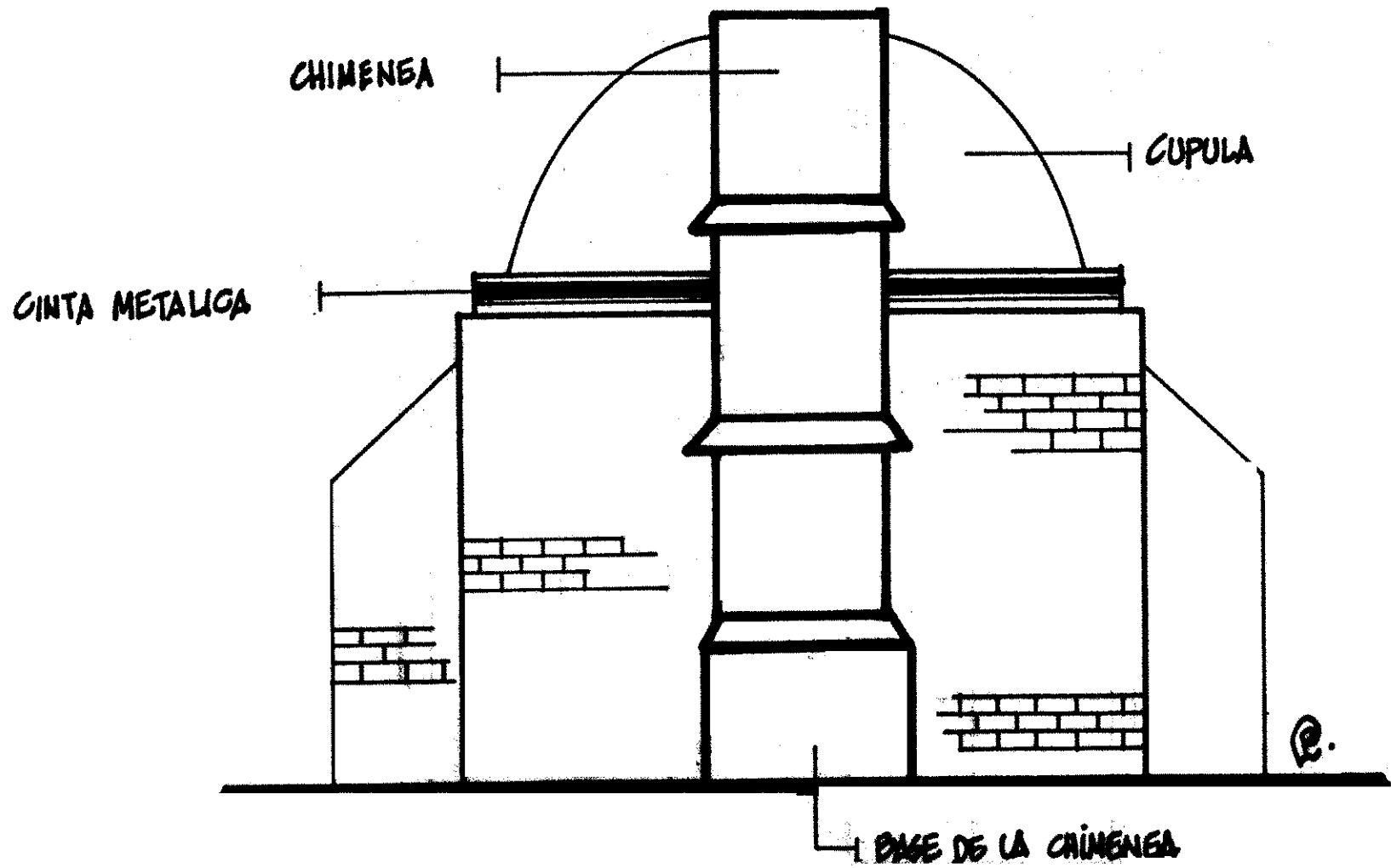


FIG. Nº 1 PERFIL DE HORNO BRASILEÑO

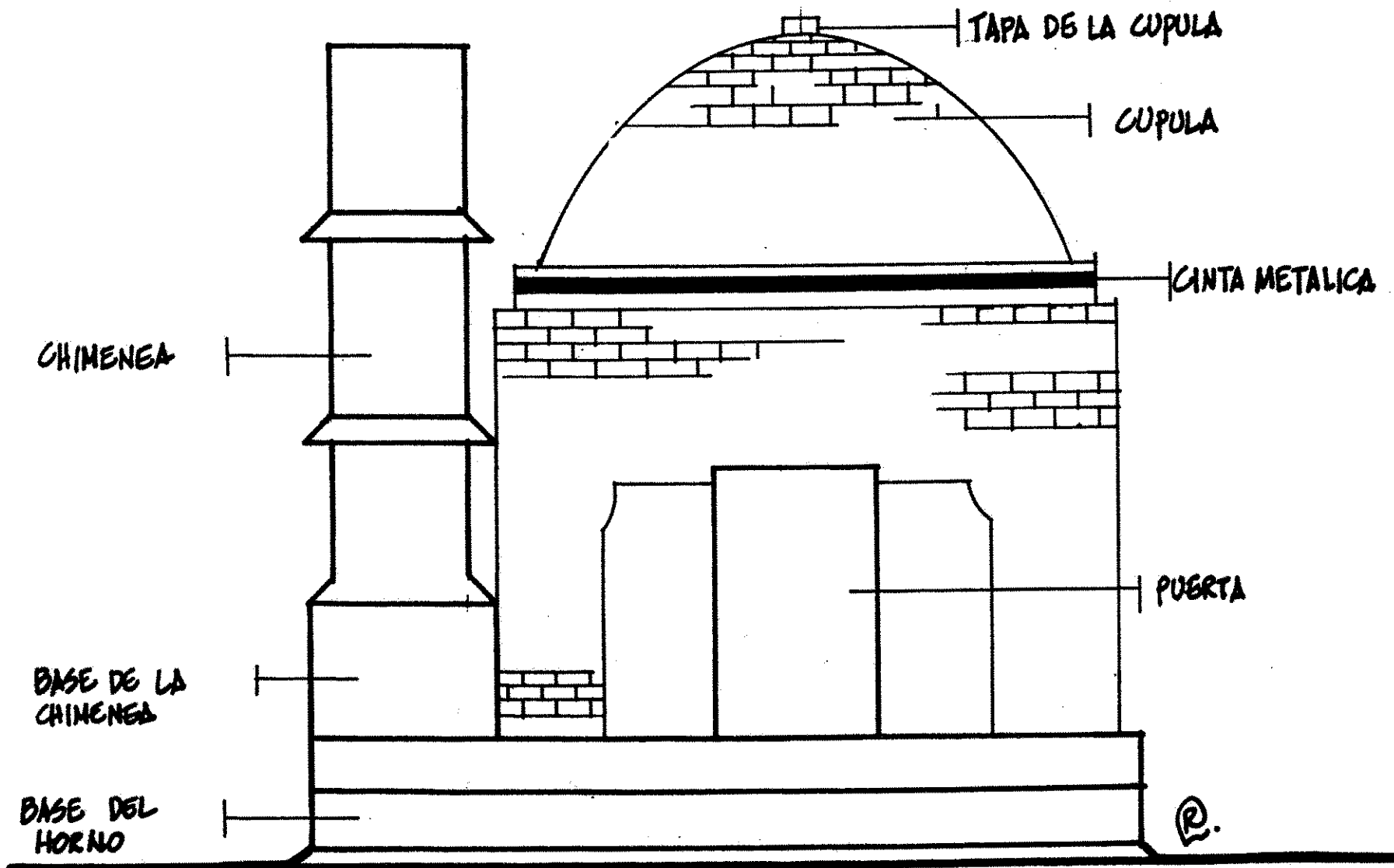


FIG. N.º 2. VISTA FRONTAL DE HORNO BRASILEÑO

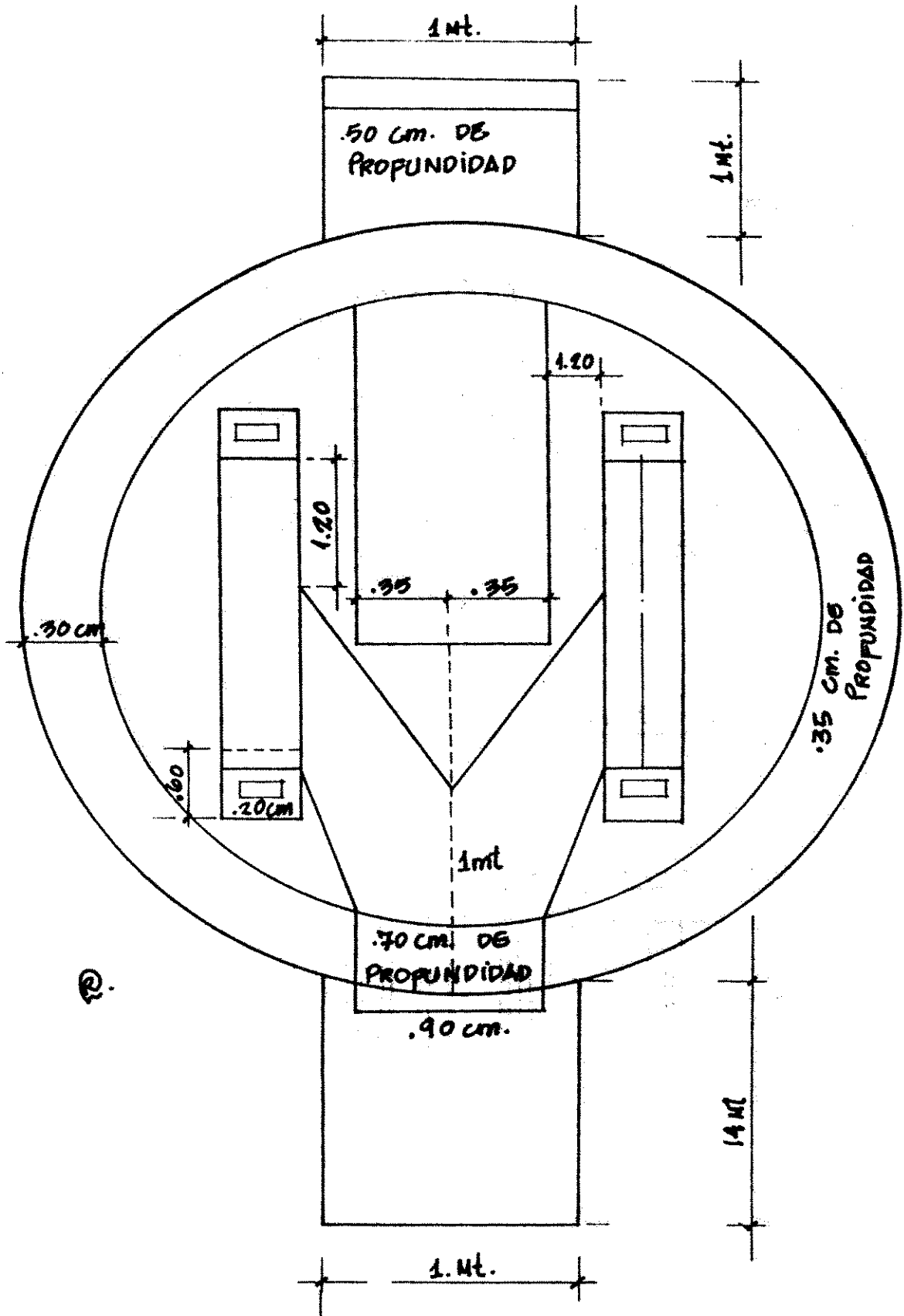
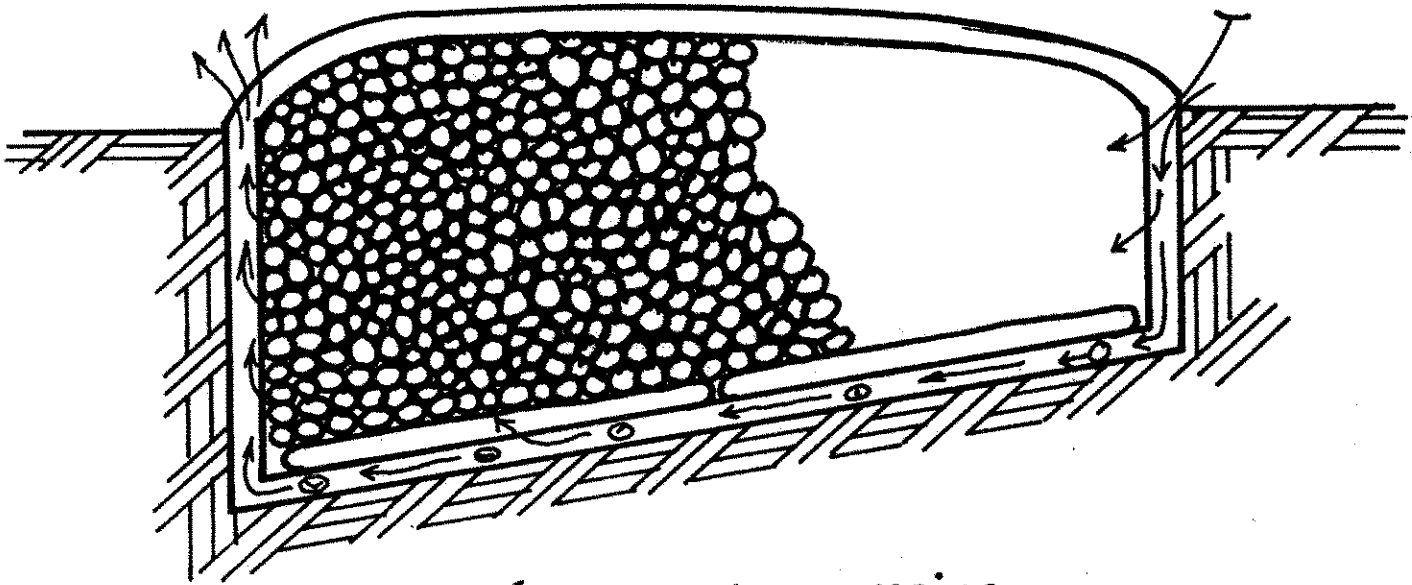


FIG N°3 BASE Y CAMARA DEL HORNO

SALIDA DE HUMO

ENTRADA DE
AIRE



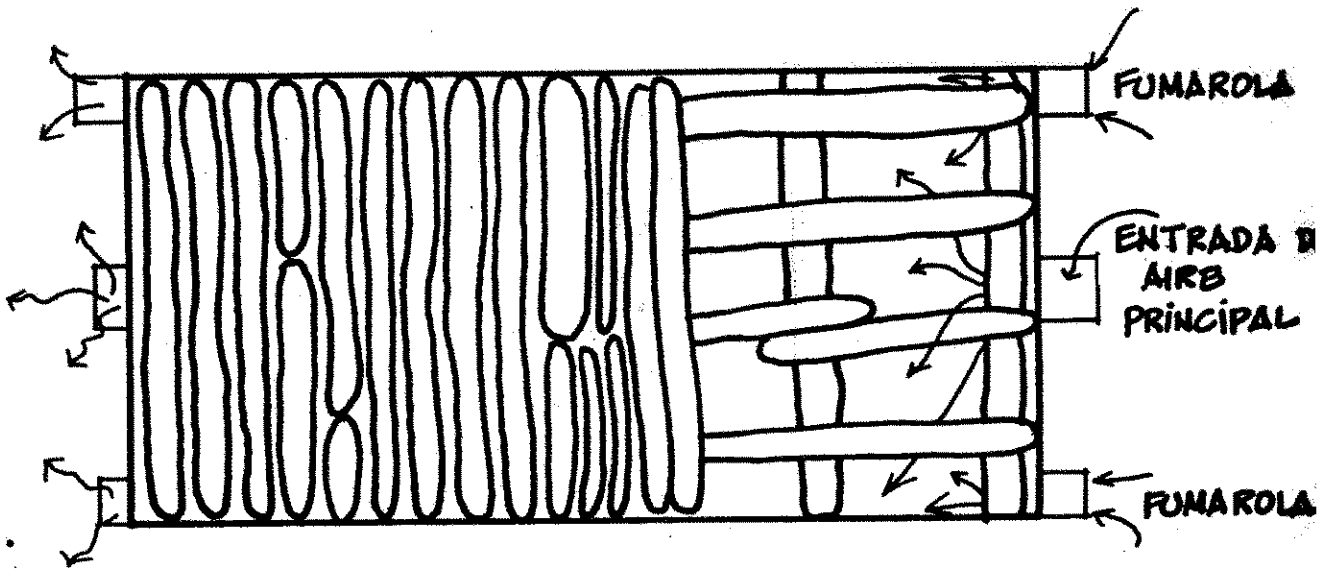
SECCION LONGITUDINAL

SALIDA
DE
HUMO

FUMAROLA

ENTRADA DE
AIRE
PRINCIPAL

FUMAROLA



VISTA DE PLANTA SIN COBERTURA DE TIERRA

FIG. N°4. FOSA DE TIERRA

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	DENSIDAD BASICA (gr/cc)	DENSIDAD ANHIDRA (gr/cc)	DENSIDAD SECA AL AIRE (gr/cc)	GRUPO
María/Sta María	<u>Calophyllum brasiliense</u>	Clusiaceae	0.52	0.61		2
Melero	<u>Thounidium decandrum</u>	Sapindaceae	0.67	0.78		3
Mora	<u>Chlorophora tinctoria</u>	Moraceae	0.88			4
Mufeco	<u>Cordia bicolor</u>	Boraginaceae	0.36	0.42		1
Nancite	<u>Byrsonia crassifolia</u>	Malpighiaceae	0.59	0.67		2
Nambar	<u>Delbergia retusa</u>	Fabaceae	1.08			4
Ojoche	<u>Brosimum alicastrum</u>	Moraceae	0.64	0.72		3
Palanco	<u>Sapranthus palanga</u>	Arnonaceae	0.63	0.74		3
Palo de Leche	<u>Sapim sp.</u>	Euphorbiaceae	0.5	0.57		2
Panamá	<u>Sterculia apetala</u>	Sterculiaceae	0.33	0.4		1
Papalón	<u>Coccoloba sp.</u>	Polygonaceae	0.53	0.61		2
Papaturro	<u>Coccoloba caracasana</u>	Polygonaceae	0.43	0.5		2
Pellejo de toro	<u>Lonchocarpus sp.</u>	Fabaceae	0.64	0.72		3
Piojillo, Mata Piojo	<u>Trichillia sp.</u>	Meliaceae	0.57	0.64		2
Pochote	<u>Bombacopsis quinata</u>	Bombacaceae	0.45	0.5		2
Poro Poro	<u>Cochlospermum vitifolium</u>	Bixaceae	0.17	0.21		1
Quebracho	<u>Lysiloma auritum</u>	Mimosaceae			0.77	3
Roble Macuelizo	<u>Tabebuia rosea</u>	Bignoniaceae	0.52	0.57		2
Ron Ron/Quita Calzón	<u>Astronium graveolens</u>	Anacardiaceae	0.96	1.11		4
Sangregrado	<u>Pterocarpus officinalis</u>	Fabaceae	0.36	0.45		1
Talalate	<u>Gyrocarpus americanus</u>	Hernandiaceae	0.32			1
Tempisque	<u>Mastichodendron capiri</u>	Sapotaceae	0.76	0.9		3
Tiguilote	<u>Cordia dentata</u>	Boraginaceae	0.36	0.42		2
Toloto	<u>Guarea glabra</u>	Meliaceae	0.52	0.57		2
Vainillo	<u>Sesbania sp.</u>	Fabaceae	0.42			2
Zapotillo	<u>Cupania dentata</u>	Sapindaceae	0.55	0.64		2
Zopilote	<u>Laetia sp.</u>	Flacourtiaceae	0.59	0.69		2

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	DENSIDAD BASICA (gr/cc)	DENSIDAD ANHIDRA (gr/cc)	DENSIDAD SECA AL AIRE (gr/cc)	GRUPO
Acetuno	<u>Simarouba glauca</u>	Simaroubaceae	0.38	0.4		1
Aguja de Arra	<u>Xylosma excelsum</u>	Flacourtiaceae	0.65	0.77		3
Almendra de Rfo	<u>Andira inermis</u>	Fabaceae	0.64	0.73		3
Anona	<u>Annona reticulata</u>	Annonaceae	0.55	0.63		2
Anona de Rfo	<u>Annona glabra</u>	Annonaceae	0.57	0.66		2
Brasil	<u>Haemateylon brasiletto</u>	Caesalpinaceae			0.95	3
Burillo	<u>Apeiba tibourbou</u>	Tiliaceae	0.27	0.35		1
Cáchito	<u>Stemmadenia obovata</u>	Apocynaceae	0.47	0.55		2
Cáoba	<u>Swietenia humilis</u>	Meliaceae	0.5			2
Cácao	<u>Cassia grandis</u>	Caesalpinaceae	0.59	0.68		2
Céno Macho	<u>Carapa guianensis</u>	Meliaceae	0.47	0.53		2
Ceiba	<u>Ceiba pentandra</u>	Bombacaceae	0.24	0.28		1
Chocoyito	<u>Diospyros nicaraguensis</u>	Ebenaceae	0.41	0.46		2
Cortez	<u>Tabebuia chrysantha</u>	Bignoniaceae	0.78	0.94		3
Cuejoché, Chiquirín	<u>Myrospermum frutescens</u>	Fabaceae	0.83	0.96		4
Escobillo	<u>Phyllostylon brasiliensis</u>	Ulmaceae			0.95	4
Espavel	<u>Anacardium excelsum</u>	Anacardiaceae	0.38	0.42		1
Espino de Playa	<u>Pithecellobium dulce</u>	Mimosaceae	0.55	0.6		2
Espino Negro	<u>Pisonia neochanthocarpa</u>	Nyctagynaceae	0.42	0.5		2
Frutillo	<u>Casearia barouitana</u>	Flacourtiaceae	0.66	0.76		3
Gavilán	<u>Albizzia guachapele</u>	Mimosaceae	0.55	0.6		2
Genizaro	<u>Pithecellobium saman</u>	Mimosaceae	0.52	0.57		2
Guaba, Guabillo	<u>Inga spuria</u>	Mimosaceae	0.56	0.62		2
Guácimo de Ternero	<u>Guazuma ulmifolia</u>	Sterculiaceae	0.57	0.58		2
Guacuco	<u>Eugenia salamensis</u>	Myrtaceae	0.84	1.05		4
Guanacaste Blanco	<u>Albizzia caribaea</u>	Mimosaceae	0.63	0.7		3
Guanacaste de Oreja	<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	Mimosaceae	0.38	0.42		1
Guarumo	<u>Cecropia peltata</u>	Moraceae			0.35	1
Guaysabón	<u>Terminalia oblonga</u>	Combretaceae	0.66	0.76		3
Guiliguiste	<u>Kerwinisia calderonii</u>	Rhamnaceae			1.05	4
Guitarra, Uña de gato	<u>Machaerium sp.</u>	Fabaceae	0.52	0.65		2
Helequene	<u>Erythrina sp.</u>	Fabaceae			0.25	1
Hoja Tostada	<u>Licania sp.</u>	Chrysobalanaceae	0.63	0.74		3
Jagua	<u>Genipa americana</u>	Rubiaceae	0.66			3
Jicaro Salanero	<u>Crescentia alata</u>	Bignoniaceae			0.6	2
Jiríocuabo	<u>Bursera simaruba</u>	Burseraceae	0.33	0.36		1
Jocomico	<u>Ximenia americana</u>	Oleaceae	0.7	0.8		3
Jocote Garrobo	<u>Spondias sp.</u>	Anacardiaceae	0.35	0.38		1
Jocote Jobo	<u>Spondias mombin</u>	Anacardiaceae	0.4	0.44		2
Lagarto	<u>Zanthoxylum belizense</u>	Rutaceae	0.57	0.68		2
Laurel Negro	<u>Cordia alliodora</u>	Boraginaceae	0.44	0.48		2
Madero Negro	<u>Glicicidia sepium</u>	Fabaceae	0.96			4
Madroño	<u>Calycohyllum candidianum</u>	Rubiaceae	0.73	0.83		3

ANEXO 6. Costos de las actividades en los diferentes métodos de obtención de carbón vegetal.

ANEXO 6.1 Costos de las actividades en los hornos industriales.

Actividad	días	Personal	Salario C\$	total C\$	total U\$
Corte de leña	5	3	16,000.00	240,000.00	8.0
Tran. de leña	3	2	20,000.00	120,000.00	4.0
Acom. de leña	3	3	-----	-----	----
Proc. de Carb.	8	2	-----	-----	----
Enfriamiento.	2	4	-----	-----	----
Sac. y llenado	2	4	375,000.00	375,000.00	12.5
TOTAL	23	-	-----	735,000.00	24.5

ANEXO 6.2 Costos de los combustible para los hornos industriales.

Producto	Unidad	Costos C\$	Total C\$	Total U\$
Aceite 2T	1.5 lt.	142,500.00	142,500.00	4.75
Aceite 40	5 Glns.	160,000.00	800,000.00	26.66
Aceite 140	3 Glns.	320,000.00	960,000.00	32.0
Aceite 10	4 Glns.	146,000.00	584,000.00	19.46
Gasolina	6 Glns.	52,100.00	208,000.00	6.93
Diesel	20 Glns.	25,800.00	516,000.00	17.2
TOTAL	-----	-----	3,210,500.00	107.0

ANEXO 6.3 Costos de los materiales utilizados en los hornos industriales.

Producto	Unidad	Costo C\$	Total C\$	Total U\$
Pala	1	123,000.00	123,000.00	4.1
Trinchante	1	70,000.00	70,000.00	2.33
Sacos	250	4,000.00	1,000,000.00	33.33
Mecate	6	2,500.00	15,000.00	0.5
Hornos	1	1,200,000.00	1,200,000.00	40.0
Depr. Motos.	1	211,000.00	211,000.00	7.03
Depr. Tract.	1	826,000.00	826,000.00	27.53
TOTAL	----	-----	3,445,000.00	114.82