

0/H 22211  
R19  
I

M FN - 208

38777

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

CONTRATO DE OBRA

EXPEDIENTE No 2459

PROVINCIA: MISIONES

TITULO: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL EN LA ZONA  
NORDESTE DE LA PROVINCIA

EXPERTO : ING. AGR. ENRIQUE M. RIEGELHAUPT

PRIMER INFORME PARCIAL

Período Mayo - Julio de 1993

CONTENIDO

I. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

II. RESULTADOS OBTENIDOS

1. Caracterización del área
2. Técnicas de carbonización aplicables
3. Factores favorables y limitantes para la producción de carbón
4. Impacto ambiental de la carbonización
5. Mercados y precios del carbón



0/H 22211  
R19  
I

Buenos Aires, 23 de Julio de 1993

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

**I. ACTIVIDADES DESARROLLADAS**

Durante la primera etapa de ejecución del estudio, el experto ha realizado dos viajes a la zona de trabajo, en las fechas y recorridos que se detallan a continuación.

**Primer Viaje:**

- Paraná - Buenos Aires (31/5/93). Entrevistas en sede de CFI.
- Buenos Aires - Posadas (31/5/93). Entrevistas en el Ministerio de Ecología de Misiones, con Ings. Carlos Ferrreyra y Mariano Marczewski.
- Posadas - María Soledad (2/6/93). Incorporación de colaboradores, reconocimiento de la zona, primeras encuestas a productores.
- Santo Antonio - Pranchita (4/6/93). Encuestas a cerámicas.
- Santo Antonio - Foz do Iguazú (5/6/93). Consumidores y precios de carbón en zona fronteriza del Brasil.
- Foz do Iguazú - Puerto Iguazú (8/6/93). Consumidores y precios de carbón en zona fronteriza argentina.
- Puerto Iguazú - María Soledad (9/6/93). Muestreos forestales y encuestas a productores.
- María Soledad - El Dorado (11/6/93). Revisión de antecedentes en Facultad de Ingeniería Forestal.
- El Dorado - Paraná (12/6/93)

**Segundo Viaje:**

- Paraná - Posadas (5-7-93). Entrevista con Director de Bosques, Ing. Mariano Marczewski.
- Posadas - El Dorado (6-7-93). Revisión de antecedentes en Facultad de Ingeniería Forestal.
- El Dorado - María Soledad (8-7-93). Levantamientos de campo: características de los productores, disponibilidad de leña, efectos de la quema de restos en los rozados.
- María Soledad - El Dorado (14-7-93). Escala en viaje hacia Posadas.
- El Dorado - Posadas (15-7-93). Entrevista con Director de

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

Bosques.

- Posadas - Paraná (16-7-93)

Las actividades realizadas hasta la fecha son las incluidas en el Plan de Trabajos bajo los ítems 1, 2, 3, 4 y 5. Los resultados obtenidos se detallan a continuación.

## II. RESULTADOS OBTENIDOS

### 1. Caracterización del área

El Nordeste de la Provincia de Misiones está formado por tres departamentos: Guaraní, San Pedro y General Belgrano.

#### Relieve y Suelos.

La región es la más alta de la Provincia y corresponde a la parte menos rebajada del planalto paranense en el territorio argentino. Es una peneplanicie desarrollada sobre coladas basálticas de varias decenas de metros de espesor, cortada por los valles mas o menos profundos de numerosos cursos de agua.

Los suelos han evolucionado sobre basaltos o materiales derivados de su descomposición. Se distinguen tres complejos principales;

- Complejo 9: latosoles profundos, muy evolucionados, sobre relieves planos o de moderadas pendientes, profundos, arcillosos, permeables, ácidos a ligeramente ácidos.

- Complejo 6: latosoles poco profundos, pedregosos, poco evolucionados. El tipo 6A ocurre sobre relieves planos o poco inclinados y tiene poco peligro de erosión. El tipo 6B, sobre relieves muy inclinados, presenta mayor pedregosidad y riesgo de erosión.

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

- Complejo 3: suelos hidromórficos, arcillosos, gley-húmicos, desarrollados en porciones deprimidas del relieve o en áreas de drenaje impedido. Ácidos a muy ácidos, poco fértiles.

Los únicos suelos de aptitud claramente agrícola son los del complejo 9, aunque en todo caso requieren de prácticas de conservación. La aptitud forestal varía entre buena y muy buena, con restricciones ligeras en el caso del complejo 6B y severas en el complejo 3.

El relieve y los suelos de la región no son limitantes para la producción de carbón, salvo en los casos obvios de drenaje impedido (que genera áreas inundables, de muy pequeña extensión) y de fuertes pendientes (que dificultan la extracción de leña). Estas situaciones no deberían encontrarse en los rozados, que son realizados con finalidad agrícola. Sin embargo, ha podido comprobarse la existencia de rozados (en general clandestinos, pero en algunos casos autorizados) en terrenos de pendiente superior al 15 %. La aptitud principalmente forestal de los suelos indica que, de efectivizarse restricciones legales o de otro tipo para el uso de las tierras, la cobertura forestal de la región debería seguir siendo dominante en el futuro.

#### Clima.

La estación meteorológica más representativa de la región es la del ex-IFONA, en San Antonio. Los registros de 1968-75 y 1981-91, sobre un total de 12 años, dan los valores siguientes.

Temperaturas medias: anual 19,5 AC, Julio 14,4 AC, Enero 23,5 AC

Evaporación: media diaria 1,9 mm, media anual 684 mm.

Precipitación media anual: 2018 mm, sin concentración estacional.

Días con lluvias: 8,8 en Diciembre, 11,2 en Enero, 18,2 en Febrero, 5,2 en Julio. Entre 6 y 8 días/mes el resto del año.

Las características del clima regional no son las ideales

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

para la producción de carbón. La alta precipitación anual y la baja evaporación indican que el proceso de secado natural de la madera será lento durante la mayor parte del año. Las heladas, que ocurren entre Mayo y Setiembre, pueden favorecerlo, pero se debe tener en cuenta este hecho para organizar el transporte y acopio de leña. El alto número de días con lluvia en los meses de verano es un factor limitante para el uso de hornos de trinchera, y puede ocasionar atrasos en la operación de hornos de ladrillo.

**Recursos forestales.**

La cobertura vegetal original de la región es la selva misionera. El término incluye una variedad de asociaciones que aún no están bien diferenciadas, aunque en algunos casos pueden caracterizarse por la presencia o abundancia de algunos géneros o especies indicadoras (Aspidosperma y Euterpe en zonas altas libres de heladas, Nectandra y Ocotea en tierras bajas). Existen también muchas formaciones secundarias, colectivamente llamadas "capueras" (del tupi-guaraní "kaá-puera" o "kaá-cuera"; literalmente "monte que fué"), originadas en áreas desmontadas o quemadas, con dominancia actual de especies subleñosas, arbustivas, o arbóreas, según su edad.

En la selva original de la región se distinguen por lo menos cuatro estratos:

1. un estrato arbóreo alto, mas o menos discontinuo (cobertura menor al 50%), formado por árboles de primera magnitud, con alturas de 25 a 40 metros (o más), que incluye especies como palo de rosa, guayubira, incienso, guayca, canafístola, timbó, cedro, anchico, guatambú, laurel negro, entre otras;

2. un estrato arbóreo medio, mas o menos continuo (cobertura de copas casi total), formado por árboles de segunda magnitud, con altura de 10 a 25 metros, que incluye a las especies

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

anteriores junto a otras de valor económico como cancharana, peteribí, grapia, zoita, marmeleiro, ceibo, además de un gran número de especies no comerciales como rabo itá, rabo mole, sapuhi, guatambú amarillo, vasourinha, camboatá, yuqueri guazú, canela louro, guabiroba, ayuí, naranjillo, cocú, entre otras;

3. un estrato arbóreo bajo, de cobertura muy variable, de altura entre 3 y 10 metros, formado por los renuevos de las especies antes mencionadas junto a un gran número de otras de pequeño porte, con presencia de algunas bambúseas altas y de palmáceas como el palmito y el pindó; y

4. un estrato herbáceo-arbustivo dominado por las bambúseas bajas (tacuapí, tacuarembó, criciúma) junto a los helechos y hierbas latifoliadas, cuya cobertura y densidad son inversamente proporcionales a las de los estratos arbóreos.

Sin pretender establecer una regla estricta, puede aceptarse que en general los árboles del estrato superior tienen diámetros a la altura del pecho (DAP) mayores a 45 cm, los del segundo estrato entre 10 y 45 cm y los del tercero entre 3 y 10 cm. Esto indica que en los árboles del primer estrato, sólo las ramas entran en la categoría de leña carbonizable, con dominancia de leña gruesa. El segundo estrato puede dar leña gruesa (mayor de 30 cm de diámetro), con preponderancia de media (entre 10 y 30 cm) y fina (de 3 a 10 cm). El tercer estrato sólo puede producir leña fina.

Un inventario exploratorio realizado por el experto en la zona de trabajo (Reserva Palmital) permite estimar la densidad (número de árboles por hectárea) como sigue: estrato 1; 80 pl/ha, estrato 2; 380 pl/ha, estrato 3; 1800 pl/ha.

A los efectos de evaluar el potencial para producción de carbón es más interesante estimar el volumen y peso de la leña que se obtiene de las operaciones de rozado, antes que el volumen

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

total de madera existente en el bosque. Los datos obtenidos de diversas fuentes son bastante coincidentes al respecto.

Para el caso del desmonte realizado en el vaso de la presa Uruguai, Ferreyra, C. (com. pers.) indica que se obtuvieron entre 220 y 260 metros estéreos de leña por ha (mst/ha) después de una tala rasa, donde la extracción de trozas comerciabiles rindió 36 m<sup>3</sup>/ha.

En la zona de San Pedro, de acuerdo a las guías de transporte de madera emitidas a partir de los permisos de rozado, los volúmenes de madera rolliza comercial ("toras") obtenidas en los rozados oscilan regularmente entre 30 y 40 m<sup>3</sup>/ha, con una media de 35 m<sup>3</sup>/ha.

Una estimación preliminar del volumen de toras existente en los caminos de la colonia María Soledad (por conteo simple, sin medición individual) resultó en el equivalente de 51 m<sup>3</sup>/ha, pero es de suponer que luego del apeo este volumen se reducirá en un 20 o 30% por defectos de calidad, por lo cual el volumen comercial neto se situará entre 35 y 40 m<sup>3</sup>/ha.

En una medición directa realizada por el experto en un rozado de la colonia María Soledad mediante el trozado y apilado de la madera existente en 0,4 ha se encontró 71 mst de leña, lo que equivale a 177 mst/ha. Vale resaltar que en este caso se recuperó solamente la leña fina y media (hasta 30 cm de diámetro). Un colono de la misma zona, quien apiló y entregó a un secadero de yerba la leña de un rozado de 2,5 ha, registró 500 toneladas en total, equivalentes a 200 t/ha (o 285 mst/ha).

Considerando los antecedentes locales, el experto estima que el volumen de leña que puede obtenerse en los rozados de la región (incluyendo aquellos que ya han sufrido explotación selectiva de maderas de primera calidad) probablemente se sitúa entre 250 y 300 mst/ha, equivalentes a 175 - 210 t/ha de leña

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

"oreada". Las toras comercializables agregan entre 30 y 40 t/ha al volumen total de madera con diámetro superior a 3 cm.

No toda la leña existente es adecuada para la fabricación de carbón. Unas pocas especies, de peso específico bajo (cedro, sapuhí) o muy bajo (ceibo, samohú), deben ser evitadas, por cuanto producen carbón liviano y que arde con excesiva rapidez. Otras especies (canela loura) son de secado natural muy lento y es previsible que tengan bajo rendimiento en la carbonización. Por otra parte, el diámetro de la leña es un factor limitante en ciertos tipos de hornos que no pueden carbonizar las piezas más gruesas. Deduciendo un 20% del volumen existente por estas causas, restaría un volumen neto carbonizable del orden de 200 a 240 mst/ha, equivalentes a 140 -170 t/ha de leña oreada.

#### Rozados y Uso del Suelo.

El rozado (del portugués "roçado", y del latín "ruptiare"; desgarrar o romper) es un término local que se refiere a la acción y efecto del desmonte, o sea la eliminación del bosque natural por medio del corte, el fuego, o ambos, con el objeto de establecer cultivos o pastos. Localmente se distingue también el "topado" (desmonte con topadora), aunque este término se usa a veces para designar a la operación mecanizada de amontonar los restos de madera en un rozado para formar "escolleras". "Rozar" y "rozado" se usarán en adelante como sinónimos de "desmontar" y "terreno desmontado".

El rozado es la primera etapa de la ocupación agrícola del suelo en la región. Comienza siempre por un macheteado del estrato herbáceo-arbustivo (cortando incluso las lianas y los arbolitos de menor diámetro, que pueden ser abatidos con pocos golpes de machete o "foice"), al que se deja secar para luego quemar. El fuego mata la mayor parte de los árboles en pie, los que son posteriormente derribados con motosierras.



MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

Si el rozado cuenta con un permiso del Ministerio de Ecología, comúnmente por 5 ha, el colono está autorizado a explotar las maderas aserrables que se encuentren en el área. Por falta de recursos técnicos y de capital, el colono vende invariablemente la madera en pie, para lo cual debe previamente hacer una "descubierta" de los árboles que por especie, diámetro y calidad pueden interesar al maderero. Este se encarga del corte, la apertura de picadas y la extracción y carga de las toras. El colono recibe un monto de dinero que puede ser considerable, y como beneficio adicional le quedan picadas abiertas y hasta algún camino de penetración. Si el rozado no cuenta con permiso, algunos colonos dejan en pie los árboles que consideran de posible valor comercial y que podrán vender en el futuro.

Los árboles no comercializables, una vez derribados, son trozados en sus partes de menor diámetro (hasta 30 o 40 cm) y la leña resultante se apila para quemarla junto a los troncos de mayor diámetro. Esta quema suele ser incompleta y debe repetirse una o más veces hasta eliminar la mayor parte del material leñoso. Aún así, suelen quedar restos de troncos grandes semiquemados hasta después de varios años. La quema puede reducirse o hasta eliminarse desplazando la madera hacia montones o hileras donde se la apila formando "escolleras". Esta operación, sin embargo, es costosa y lenta, y deja una parte importante del suelo inutilizable para el cultivo durante muchos años. Son pocos los casos en que se la practica.

Los rozados se utilizan durante los primeros años para establecer cultivos anuales (maiz, mandioca, tabaco, porotos) que pueden efectuarse sin mecanización. Cuando el objetivo es establecer cultivos permanentes mecanizables (yerba, té, cítricos) se requiere una limpieza mas completa de los restos de madera, raíces, etc, lo que se logra con el laboreo repetido a tracción animal, o con el uso de tractores de oruga para topar y rastrear.

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

Los datos disponibles sobre áreas y destinos de los rozados realizados con permisos oficialmente emitidos por el Ministerio de Ecología indican que en 1990, 1991 y primer semestre de 1992, en la Provincia de Misiones, el área total ascendió a 20532 ha (promedio = 8212 ha/año), de los cuales 55 % en tierras privadas y 45 % en tierras fiscales. Los tres departamentos del NE concentraron 48 % del área. El destino de las tierras rozadas en estos departamentos es preponderantemente agropecuario (cultivos perennes 26%, pasturas 24%, cultivos anuales 22%), destinándose a reforestación el 28%. Existe además una superficie no medida pero importante de rozados no autorizados, tanto en tierras fiscales como privadas, que son realizados por intrusos.

Es difícil prever la evolución futura de los desmontes. Se trata de una zona de frontera agropecuaria, donde existe una gran presión poblacional endógena y exógena, un proceso inmigratorio intenso, y una política de tierras que procura regularizar las situaciones de tenencia y ocupación precarias que eran prevalecientes en la región. Estos factores permiten suponer que las tasas de desmonte se mantendrán en los niveles de los últimos años o aumentarán incluso en el futuro. La oferta de leña evolucionará correspondientemente.

**Consumo y oferta regional de leña.**

En la región no existen consumidores industriales de leña, fuera de tres secaderos de yerba y una pequeña fábrica de ladrillos en Andresito. El experto estima que el consumo industrial no supera las mil toneladas anuales. El consumo doméstico es más importante, ya que a razón de 0,7 t/hab/año los 30.000 habitantes de la región consumen 21.000 t/a.

La oferta de leña proveniente de rozados puede estimarse en el orden de 600 mil t/a, asumiendo un área desmontada de 4 mil ha/a con disponibilidad media de 150 t/ha.

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

## 2. Técnicas de carbonización aplicables

La fabricación de carbón de leña es una industria rural que generalmente se desenvuelve en la escala familiar o de pequeña empresa, y raramente alcanza el nivel de empresa mediana formalmente organizada. Varios factores se conjugan para determinar esta realidad, que es casi una constante a nivel mundial. Entre los principales se cuentan la dispersión espacial de la oferta de materia prima, su irregularidad en el tiempo, la baja tasa de conversión de leña a carbón y el costo relativamente alto del transporte de leña. Estos factores favorecen a los sistemas de producción descentralizados, con unidades de pequeño porte que reducen los radios de transporte de leña, equipos de baja inversión que minimizan los costos fijos y esquemas de operación flexibles que se adaptan a restricciones estacionales o climáticas.

En la región objeto de estudio, la ausencia de caminos pavimentados y la baja densidad y mal estado de los caminos rurales hacen muy altos los costos de transporte. La alta frecuencia de lluvias hace difícil el transporte mecanizado dentro de las chacras y la reducida dimensión de los rozados no permite justificar el costo de construcción de caminos internos. Consecuentemente, la primera etapa de la fabricación de carbón, que es la recolección de la leña, no puede ser mecanizada.

Otro factor condicionante de la tecnología a utilizar es la disponibilidad de leña. En un rozado común de la región, de 5 ha, pueden recuperarse entre 700 y 850 toneladas de leña oreada. Es razonable suponer que la inversión en hornos de carbonización sea recuperable en dos años o 20 meses de trabajo efectivo, para lo cual su capacidad no debería exceder a 35-42 tLE/mes, salvo cuando resulte posible procesar la leña de dos o más rozados en una sola unidad.

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

Un aspecto de particular importancia es la disponibilidad y origen de los insumos necesarios para la construcción y mantenimiento de las instalaciones o equipos de carbonización. Nuevamente en este caso, el aislamiento y atraso característicos de la región aconsejan evitar el uso de todo material o insumo que no esté disponible en las propias unidades de producción.

Las consideraciones anteriores orientan la selección de la tecnología de carbonización hacia métodos simples, de baja inversión y que utilicen hornos de capacidad reducida. Idealmente, los esquemas de operación deberían ser flexibles y los procesos tan discontinuos e interrumpibles como sea posible. Quedan absolutamente excluidos los sistemas de carbonización continua, que requieren energía eléctrica y agua corriente. Resultan contraindicados los equipos metálicos o que utilicen metal en su construcción. Y, finalmente, no es aconsejable la instalación de baterías o de hornos de gran capacidad.

Todo lo anterior lleva a seleccionar dos técnicas de carbonización aplicables a los rozados de la región en estudio:

- \* el horno de ladrillos tipo "rabo quente", y
- \* el horno de trinchera o fosa.

El horno de ladrillos tipo "rabo quente" (RQ) es similar a los hornos "media naranja" o "santiagueño" comunes en el Gran Chaco Argentino, diferenciándose por su menor tamaño y construcción simplificada. Al utilizar un perfil generador de curva catenaria en lugar del semicírculo característico del horno media naranja, la estructura del horno RQ minimiza los esfuerzos horizontales sobre las paredes y cimientos, y permite evitar la construcción de paredes reforzadas, reduciendo la cantidad de ladrillos necesarios. La sección de catenaria le permite también tener mayor altura para el mismo diámetro basal, lo que resulta en un horno mas cómodo para el trabajo de carga y descarga, con una puerta de altura suficiente para circular sin dificultad.

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

Su capacidad nominal, para un diámetro interior de 3,10 m, es de 10 mst de madera, pero con una carga cuidadosa puede aumentarse a 11 mst. Su ciclo de operación es corto, y requiere un día de trabajo efectivo con dos personas (para descarga y carga), tres días de trabajo liviano o vigilancia de una persona (durante la quema) y tres días de atención ocasional (durante el enfriamiento). Esto permite integrar su operación con otras actividades de la familia rural.

La calidad del carbón producido en este tipo de hornos es excelente para usos industriales y domésticos. El carbón es limpio y seco, tiene reducido tenor de volátiles y, siempre que se eliminen los trozos de madera incompletamente carbonizados, arde sin humo ni olor. El rendimiento depende de la humedad y del peso específico de la madera, pero en general se lo estima en 1 m<sup>3</sup> de carbón por cada 2,2 mst de leña, o 1 t de carbón por cada 5,1 t de leña.

El costo de construcción de un horno RQ depende del precio los ladrillos en la localidad. Se requieren 2.500 ladrillos comunes, con precio local (puesto en chacra) de 150 a 180 \$/mil. Un albañil experto con un ayudante pueden construir un horno en tres días. Su costo total se estima así en

$$(2,5 \text{ ml} \times 180 \text{ \$/ml} + 3 \text{ dA} \times 30 \text{ \$/dA} + 3 \text{ da} \times 15 \text{ \$/da}) = 585 \text{ \$}$$

El costo puede ser reducido en 30 % o más si se opta por fabricar los ladrillos "in situ".

El horno de trinchera o de fosa es uno de los medios más simples y baratos para fabricar carbón. No requiere prácticamente ninguna inversión de capital y su costo se limita a la mano de obra empleada para acondicionar el suelo y cavar la fosa. Su tamaño depende de las dimensiones de la leña: en general se aconseja cavar una fosa a de 0,4 a 0,5 m de profundidad, cuyo ancho sea 2,1 veces el largo de la leña y cuyo largo sea igual o

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

mayor que cinco largos de leña. En las cabeceras y laterales se excavan también pozos de ventilación y, en el extremo del viento dominante, un agujero de encendido.

Dos hombres pueden preparar un horno de trinchera de 8 m de largo en un día. Este carga unos 16 mst de leña, requiriendo un día de trabajo con dos hombres para cargar, tapar y encender. Su quemado lleva unos 8 días, y precisa de un asidua atención para controlar la aparición de aberturas en la capa de hojas y tierra que forma la cobertura del horno y debe mantener aislados a la leña y el carbón del aire exterior.

Este tipo de horno tiene un alto riesgo de pérdidas debidas a las fisuras y roturas de la cubierta, que son -frecuentes y deben ser reparadas inmediatamente. Otra desventaja es que una parte de la leña cargada, 15% como promedio, no se carboniza (aunque puede ser reutilizada en quemas posteriores). El carbón obtenido suele quedar sucio con tierra, es generalmente más húmedo y tiene mayor tenor de volátiles que el producido en hornos de ladrillos. Su calidad puede ser insuficiente para muchos usos industriales, pero es aceptable para uso doméstico.

La eficiencia de conversión d los hornos de trinchera es relativamente baja, ya que consumen 7 toneladas de leña por cada tonelada de carbón producido. La eficiencia se reduce en épocas lluviosas, en las cuales la aparición de roturas en la cubierta es mucho más frecuente.

El experto considera conveniente recomendar la utilización de los hornos de trinchera por cuanto no requieren inversión inicial, pueden reducir mucho las distancias de acarreo de leña debido a su ubicuidad, y son una forma rápida y barata de iniciar una experiencia de carbonización. En la preparación de los materiales didácticos y de difusión se prestará atención particular a recomendar detalles constructivos y de operación que

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

permitan reducir los riesgos de pérdidas debidas a lluvias y fisuras.

**3. Factores favorables y limitantes para la producción de carbón vegetal**

Para identificar y evaluar los factores y condiciones favorables o desfavorables para la producción de carbón en los rozados, se realizó un levantamiento de la Colonia María Soledad. Se obtuvo así un conjunto de datos e informaciones en una muestra de colonos que practican la agricultura en rozados. La muestra es pequeña, y la caracterización de los colonos sólo puede considerarse como preliminar. Pero la colonia es similar a otras áreas donde se está procediendo a la mensura y adjudicación de lotes rurales, en las cuales se desarrollarán formas de uso del suelo y estructuras de producción sin duda muy semejantes a las aquí descritas. Los tamaños de explotación incluidos en esta muestra (hasta 5 ha, de 5 a 10 ha, y de 10 a 25 ha) corresponden a estratos que, según el Censo Agropecuario de 1988, representan el 5,3%, 7,4% y 41,2%, respectivamente, del total de establecimientos rurales de la Provincia.

La muestra comprende a 19 colonos. Entre ellos, 8 tienen parcelas de 4 a 6 ha, que no les permiten ocupar su fuerza de trabajo de modo permanente. Estas **parcelas subfamiliares** tienen una superficie media de 5,5 ha de las cuales de 2,1 ha ya rozadas y 0,7 ha limpias. Utilizan los rozados para cultivos anuales de subsistencia (maíz, mandioca, batata, poroto) y 5 de ellos cultivan tabaco (entre 0,7 y 1,5 ha), que es su principal fuente de ingreso. Sólo uno de ellos tiene yunta de bueyes y carro, y 3 tienen motosierra. No tienen las condiciones mínimas para encarar la producción de carbón en forma individual, aunque podrían asociarse para hacerlo. Su déficit mas sentido es el de animales de tiro y carros para el transporte de leña. Representan el 42 % de los colonos en el grupo analizado y tienen el 19% de la

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

superficie total.

Hay 7 colonos con parcelas entre 9 y 14 ha (promedio, 11,1 ha), que pueden considerarse **unidades familiares**. Han rozado ya en promedio 6,9 ha por parcela, aunque sólo han limpiado un media de 2,1 ha. Cuatro de ellos tienen yunta de bueyes, cuatro tienen carro, y uno tiene un tractor de 10 HP. Todos plantan tabaco como cultivo de renta (de 0,6 a 2,0 ha) y maíz (de 2 a 5 ha) como cosecha complementaria y para alimentar cerdos y gallinas. Tienen posibilidades de asumir individualmente la producción de carbón, aunque no en todas sus parcelas se justificaría la construcción de un horno tipo RQ. Representan el 37 % de los colonos y tienen el 34 % de la tierra.

Hay 4 colonos con parcelas entre 21 y 28 ha (24,5 en promedio), de las cuales han rozado 10,7 ha y limpiado 9,7 ha por chacra. Estas son **unidades familiares grandes**, que ocupan toda la capacidad de trabajo familiar y a menudo utilizan mano de obra asalariada. Tres de ellos tienen plantíos de yerba mate, todos tienen yuntas, carros y motosierras. Todos pueden iniciar la producción de carbón con sus recursos propios, pero sus rozados están mayormente limpios de leña, por lo cual deberían obtenerla de rozados vecinos o de las áreas de reserva forestal en sus propias parcelas. Son el 22% de los colonos y tienen el 43 % de la tierra.

Casi todos los colonos tienen galpones para el secado de tabaco, y 15 sobre 18 lo cultivan. Este probablemente sea el factor limitante de mayor importancia para la actividad carbonera, por cuanto el tabaco exige una dedicación intensa desde Setiembre hasta Marzo. Otro factor limitante es la escasa proporción de hijos mayores de 14 años que integran los núcleos familiares: hay 14 mayores de un total de 67 hijos conviventes.

La falta de bueyes y/o carro afecta la mitad de los colonos. Dado que la capacidad de transporte de una yunta y carro es de



MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

unas 15 carradas/día, equivalentes a 10 t/día de leña puede calcularse que se requieren unos quince días de trabajo para transportar la leña existente en una ha, y que las 9 yuntas existentes podrían transportar en 70 jornadas las 6300 toneladas de madera que pueden recuperarse de las 42 ha de rozados aún no limpios. En forma global, la capacidad de transporte no sería limitante. Pero debe evaluarse si la mano de obra disponible en la propia colonia resultaría suficiente, ya que cada equipo de yunta y carro requiere dos ayudantes y un motosierrista.

La disponibilidad de mano de obra será probablemente el factor limitante de mayor importancia: en las 18 chacras existen 21 adultos varones y 14 jóvenes mayores de 14 años. Si suponemos que la mitad de esta fuerza de trabajo esté disponible durante seis meses al año, se dispondría un total de 2240 jornales/año. Estimando en 0,5 jornales/tLE a la demanda media de mano de obra para corte, transporte y carbonización, la disponibilidad local permitiría aprovechar unas 4480 tLE/año.

Un horno de tipo RQ puede carbonizar 10 mst (7,0 t) de leña por semana, o un máximo (teórico) de 350 t/a. Para carbonizar en un año la cantidad de leña arriba mencionada serían necesarios 13 hornos. Pero es dudoso que existan trece colonos en condiciones de asumir la producción de carbón como actividad permanente. En el caso de esta colonia en particular, el número de posibles "empresarios carboneros" puede resultar también limitante.

La disponibilidad de capital para inversión no pudo ser determinada durante el levantamiento, aunque es obvio que la mayor parte de los colonos se ha manejado con muy escasas disponibilidades de efectivo. La principal fuente de capital para inversión en las chacras la aportó la venta de la madera aserrable que se encontraba en las áreas de rozado, y en los últimos meses, un adicional de 50 árboles que se les ha autorizado a cortar en las áreas de reserva forestal de sus lotes para poder hacer mejoras en las chacras. Otra fuente de capital han sido los

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

créditos otorgados por las empresas tabacaleras, utilizados para la compra de motosierras, chapas para galpones, herramientas agrícolas y (mayormente) insumos y alimentos que conforman el capital de trabajo principal. Es probable que el capital necesario para la adquisición de ladrillos sea un factor limitante para la construcción de hornos, aunque esto puede obviarse en una primera etapa utilizando hornos de trinchera.

Entre los factores favorables a la producción de carbón en los rozados pueden citarse los siguientes:

- \* Necesidad de limpiar las áreas rozadas para facilitar su cultivo. Todos los colonos consideran que esta es una necesidad básica, y dedican entre 20 y 40 % de su tiempo y recursos a esta actividad, cuyos costos computan como importantes mejoras a la propiedad.

- \* Abundante disponibilidad actual de leña a costo nulo o negativo. Es un corolario del inmediato anterior.

- \* Interés por abandonar o reducir el cultivo del tabaco. La mayoría de los colonos quiere dejar el tabaco como cultivo y fuente de renta principal, aunque en la actualidad no tienen alternativas de rendimiento monetario equivalente.

- \* Suficiente disponibilidad de herramientas, animales de trabajo, e instalaciones para organizar la carbonización a escala familiar o de microemprendimiento, y adecuada dotación de destrezas y conocimientos básicos entre los colonos para el trabajo con la leña.

Entre los factores desfavorables o limitantes, vale resaltar los siguientes:

- \* Los altos valores de precipitación (2080 mm/a) y pluviosidad (95 d/a), que dificultan la carbonización a cielo

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

abierto y el secado y transporte de la leña.

\* Una proporción importante de madera gruesa, que requiere trabajo importante de corte para ser carbonizada junto a la leña mediana y fina.

\* Áreas de rozado muy pequeñas en una proporción importante de productores, que no les justifica invertir en hornos de ladrillos en forma individual.

\* Alta demanda de mano de obra durante los meses estivales debido a las exigencias del cultivo de tabaco.

\* Falta de capital para inversiones fijas en la casi totalidad de los colonos.

Durante el proceso de diseño del anteproyecto para la producción de carbón vegetal en los rozados de la región NE, los factores arriba mencionados deberán ser tenidos en cuenta como condiciones internas, junto a las condiciones externas o de mercado, para el dimensionamiento e implementación de las acciones propuestas.

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

#### 4. Impacto ambiental de la carbonización

Para realizar esta evaluación preliminar del impacto ambiental de la carbonización, se han considerado tres aspectos fundamentales:

- \* incidencia en el balance de nutrientes y materia orgánica;
- \* influencia en la conservación del suelo; y
- \* contaminación del aire y del agua.

En la práctica habitual, la madera remanente en el rozado después del aprovechamiento de las toras comerciales y algunos postes, se quema junto a otros restos vegetales para limpiar así la superficie y facilitar el laboreo del suelo y las operaciones de cultivo. Cuando se implantan cultivos permanentes, los trozos más grandes de madera se alinean en los surcos y entre las plantas (de yerba, cítricos, forestales) para permitir las labores, reduciendo la necesidad de quemado y ayudando a la protección del suelo contra la erosión. Pero cuando el suelo se destina a cultivos anuales o implantación de pasturas lo corriente es quemar todos los restos leñosos.

La quema de madera y otros restos vegetales destruye la materia orgánica acumulada como biomasa aérea en el bosque original, y los nutrientes en ella contenidos se mineralizan.

El nitrógeno orgánico se oxida a nitrógeno libre u óxido nitroso, en tanto que el carbono pasa a monóxido y dióxido de carbono. Estos gases se difunden en la atmósfera, donde contribuyen al "efecto invernadero", y su efecto directo sobre el ecosistema local es una pérdida neta de nutrientes que no serán reciclados.

Los restantes nutrientes contenidos en la materia orgánica se transforman en cenizas: una parte de ellas es transportada por viento o agua y puede ser reciclada en áreas vecinas, pero otra parte, arrastrada o disuelta en cursos de agua, sale del sistema.

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

Aunque no hay datos precisos sobre las proporciones en que estos procesos ocurren, parece evidente que la mayor parte de las cenizas permanece en el suelo, en los lugares donde se quema la madera.

El aprovechamiento de la leña para producción de carbón no alterará el actual balance de materia orgánica y nitrógeno, que son casi totalmente perdidos por la quema habitual y también lo serán durante la carbonización. Pero en cuanto a los otros nutrientes significará un saldo negativo, ya que todos los contenidos en la leña carbonizada saldrán del sistema. La magnitud de esta pérdida será estimada durante el curso del estudio mediante análisis del tenor de nutrientes en la leña carbonizada.

En cuanto a la conservación del suelo, la práctica habitual de coivarado y quemado provoca serias alteraciones fisico-químicas en la capa superficial, llegando a la ceramización de los agregados arcillosos y a una virtual esterilización del suelo. Las áreas afectadas son muy considerables: un levantamiento expeditivo realizado por el experto sobre 0,24 ha de un rozado reciente permitió identificar y medir un equivalente a 192 manchones quemados por ha, con una superficie de 3195 m<sup>2</sup>/ha, o sea el 32% del área total, siendo que aún restaba una requema final por realizar.

La carbonización de la leña, al eliminar la necesidad de amontonar y quemar, evitará el deterioro físico y la quema de materia orgánica del suelo y compensará parcialmente la exportación de biomasa leñosa.

En lo referido a la contaminación del aire, la producción de carbón tiene un impacto menor que la combustión a cielo abierto. Las cenizas quedan fijadas en el carbón, y buena parte de los hidrocarburos volátiles se queman dentro del horno durante el proceso de carbonización. Sin embargo, el humo puede afectar a

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

las personas si los hornos se construyen muy cerca de las viviendas.

Una parte de los volátiles puede condensar a la salida del horno y acumularse o ser arrastrada en épocas de lluvia hacia cuerpos de agua cercanos. Estos condensados contienen alquitranes, derivados fenólicos y cresoles, que son tóxicos para la vida animal y muy especialmente la acuática. No se han registrado casos de contaminación notable en la escala de producción propuesta, pero es aconsejable evitar la localización de hornos cerca de cursos y cuerpos de agua.

#### 5. Mercados y precios del carbón.

El levantamiento preliminar de los precios y mercados para el carbón vegetal se realizó en El Dorado y Puerto Iguazú (Provincia de Misiones) y en Santo Antonio y Foz de Iguazú (Estado de Paraná, Brasil). Simultáneamente se analizó la demanda y precios para leña en las cerámicas de Pranchita - Santo Antonio, zona limítrofe con San Antonio, para evaluar la posibilidad de realizar intercambio de leña por ladrillos y así abaratar la construcción de los hornos de carbón.

En cuanto a la demanda y precios de leña, las perspectivas no son alentadoras para los colonos. El precio de la leña en Brasil, en la condición "puesto fábrica", es de 4,50 US\$/mst, o 90 US\$ por camionada de 20 mst. El precio de mil ladrillos macizos oscila entre 90 y 110 US\$, en fábrica. El intercambio procedería a razón de una camionada de leña por cada mil ladrillos, quedando los fletes por cuenta del colono. El precio de mil ladrillos macizos en Almirante Brown es de 100 \$ puesto fábrica, y 150 \$ puesto en obra. La demanda en las cerámicas de Pranchita es modesta: 450 a 500 mst/mes, equivalentes a 22 - 25 miles de ladrillos.

En Foz de Iguazú y Santo Antonio se encontraron precios del

MISIONES: PRODUCCION DE CARBON PARA USO INDUSTRIAL  
PRIMER INFORME PARCIAL

carbón vegetal muy constantes en el comercio minorista. La bolsa de papel de dos pliegos conteniendo 5 kg se vende al público a 1,00 US\$, con muy pequeñas variaciones entre comercios. Este precio de 0,20 US\$/kg al por menor se reduce a 0,10 o 0,11 US\$/kg (puesto en consumidor) en las ventas al por mayor, como es el caso del carbón en sacos de 22 kg que se entrega por camionada a grandes consumidores como parrillas, comedores, u hoteles. Los precios nominales en estos casos deben ser reducidos en 15 a 30%, ya que la práctica comercial en Brasil es el pago con cheques a 15/30 días, y los documentos se descuentan al 30 % mensual.

En El Dorado y Puerto Iguazú los precios son mucho más altos. Las bolsas plásticas de dos kg se venden al por menor a 1,20 \$/u, entanto que al por mayor se entregan a 0,60 \$/u. Las bolsas de 5 kg tienen precio al público de 2,50 \$/u. En ambos casos el precio unitario es de 0,60 \$/kg al por menor y 0,30 \$/kg al por mayor, en la condición de envasado y entregado. El precio pagado por las parrillas osciló entre 0,18 y 0,25 \$/kg, en bolsas de 22 kg.

Los resultados aquí presentados son preliminares y meramente orientativos, ya que el estudio detallado de mercados se realizará en una etapa posterior.

