

**MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS-MEM  
PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN RURAL EN ZONAS  
AISLADAS-PERZA  
BANCO MUNDIAL**

**INFORME FINAL**

**ENCUESTA NACIONAL DE LEÑA**

**RESUMEN EJECUTIVO**



**Preparado por  
MULTICONSULT & CIA. LTDA  
ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE**

**Nicaragua  
2006 - 2007**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>I. TAREA A: DIAGNÓSTICO SOBRE LA OFERTA Y CONSUMO DE ENERGÉTICOS</b>	<b>2</b>
1. Diagnóstico: examen de la situación actual a partir de la información existente	2
2. Directrices para la realización del estudio e identificación de las principales variables	11
<b>II. TAREA B: DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LA MUESTRA</b>	<b>15</b>
1. Metodología	15
2. Diseños Muestrales	16
<b>III. TAREA C: LEVANTAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LA ENCUESTA</b>	<b>20</b>
1. Levantamiento de Campo	20
2. Procesamiento de Resultados	21
3. Resultados de la Encuesta	22
<b>IV. TAREA D: PROGRAMA NACIONAL DE BIOMASA</b>	<b>42</b>

## **I. TAREA A: DIAGNÓSTICO SOBRE LA OFERTA Y CONSUMO DE ENERGÉTICOS**

El resumen ejecutivo de esta tarea se compone de 2 partes, la primera de tipo diagnóstico, la segunda de tipo resolutive y conclusivo. En la primera parte –DIAGNOSTICO- se presenta un examen de la situación actual del sector energético nicaragüense en base al análisis de la información existente y también de la información faltante, a la luz de los objetivos del estudio. En la segunda parte –CONCLUSIONES- se proponen las directrices que se pretende imprimir a las etapas sucesivas del presente estudio con el objeto de cubrir esa información faltante y permitir el mejoramiento de la base estadística por un lado y el reforzamiento de la actividad de planificación y formulación de políticas por el otro.

### **1. Diagnóstico: examen de la situación actual a partir de la información existente**

#### **a. Apreciación General**

La información energética en Nicaragua presenta una situación paradójica, pues por un lado existe una gran cantidad de fuentes de datos previas a este estudio que han debido ser examinadas, y por el otro faltan estudios consistentes en sectores clave de la cadena energética, especialmente en lo concerniente a oferta, suministro y precios. El sector más estudiado de la cadena energética es el consumo, pero los diversos relevamientos de datos efectuados en distintas épocas no han sido objeto de un análisis comparativo, y ello va en detrimento de la posibilidad de construir series temporales consistentes. Otro de los problemas encontrados es que varios de esos estudios no tienen cobertura nacional sino que han sido llevados a cabo en tal o cual región, resultando difícil su extrapolación a todo el país.

Por todo ello, el estudio “Encuesta Nacional de Leña” deberá apuntar tanto a cubrir lagunas informativas específicas, como a otorgar consistencia espacial y temporal a las variables energéticas agregadas que son la base del balance energético y de la elaboración de políticas. En todo los casos, se tratará de revertir el actual escenario de fragmentación informativa apelando a los mejores instrumentos disponibles dentro de las restricciones de costos impuestas por el presupuesto.

#### **b. Apreciaciones Particulares**

A continuación se resumen los principales elementos que caracterizan la situación actual de la oferta, el abastecimiento, el consumo residencial, el consumo de los sectores económicos, los precios y el marco legal y regulatorio del mercado de dendrocombustibles.

## **b.1 Oferta de Dendrocombustibles**

Diversos estudios respecto a la leña se han realizado en Nicaragua, todos ellos orientados principalmente a cuantificar el consumo. La información existente para determinar la oferta y el sistema de abastecimiento de leña es mínima y dispersa y en general, no cubre las variables necesarias, ni se detallan las circunstancias nacionales en las cuáles se desarrollaron. La carencia de esta información impide hacer un análisis de las inconsistencias encontradas cuando se confrontan los datos de la oferta con la demanda.

En consecuencia no existe información estadística independiente sobre la oferta de leña para consumo energético, y la mayor parte de la misma es apropiada por las familias rurales, que son las que mayoritariamente la consumen. Por ello es que la oferta se ha calculado hasta hoy, a partir del consumo, y ello implica que se desconocen los eventuales inventarios y las eventuales cantidades no aprovechadas. Si bien un relevamiento cuantitativo de estas magnitudes mediante la futura encuesta está excluido por razones de costo, se pueden practicar algunas indagaciones para determinar su relevancia y tal vez su orden de magnitud.

La producción de biomasa como fuente de energía primaria representa casi el 95% del total, y dentro de este total la leña participa con el 82%. La leña también es utilizada para ser transformada en carbón vegetal y en electricidad. La generación eléctrica con leña dio inicio en 1997 en los ingenios azucareros como complemento del bagazo de caña.

Siendo la leña la fuente energética más utilizada en el país, y a pesar de haber regulaciones ambientales sobre su aprovechamiento, el mercado de oferta no está debidamente regulado y los permisos para su explotación se otorgan sin más requisitos que el pago del canon establecido aplicado al leñador o transportista.

Respecto de la presión del consumo de leña sobre la vegetación boscosa y leñosa, los estudios no son concluyentes. Si bien algunos sostienen que el gran consumo -aunado al hecho que se la utiliza de manera ineficiente y a que es insumo para producir carbón vegetal- presiona negativamente sobre la oferta, la experiencia internacional tiende a responsabilizar de ello más a la expansión de la frontera agrícola que al consumo. Máxime si se toma en cuenta que éste proviene de bosques arbustivos de fácil regeneración y de desechos de la explotación del bosque, más no del bosque mismo. Se buscará clarificar estos aspectos de manera cualitativa mediante indagaciones.

Por otro lado, son pocas las plantaciones con fines energéticos para sustituir el bosque utilizado. Hasta hoy y a gran escala, sólo se conocen las plantaciones que algunos ingenios azucareros han efectuado, pero no como mecanismo de reposición si no como suministro para generar energía adicional durante y después de la zafra, como complemento o ausencia respectivamente, del combustible tradicional que es el bagazo de caña.

Los estudios examinados indican que el consumo de leña ha crecido, aunque se prevé que en el largo plazo los patrones de consumo puedan cambiar, debido a la escasez, el incremento en los precios y la sustitución por otros combustibles. El consumo de leña estimado por encuestas es enormemente superior a las estimaciones de oferta que hace el

Instituto Nacional Forestal (INAFOR), quien cubre apenas un 2%-3% de lo que esos estudios indican como consumo. Las características informales del mercado hacen que la oferta registrada sea mínima; como consecuencia de ello, la oferta nacional deberá ser siempre determinada a partir del consumo, aunque, como se ha indicado anteriormente, se procurará obtener alguna idea sobre movimientos de inventarios y desechos no aprovechados mediante indagaciones en los centros de consumo, acopio y distribución.

Por otro lado, la mayor parte de la producción de carbón vegetal (99%), la realizan pequeños agricultores en hoyos o parvas tradicionales, durante la época seca. El bajo volumen de producción individual y el carácter nómada de muchos parveros, han mantenido la utilización de técnicas con baja eficiencia. Este sector está compuesto por una población dispersa y con bajos volúmenes de producción. La actividad carbonífera se considera como un complemento a las labores agrícolas y de pesca.

## **b.2 Abastecimiento de Dendrocombustibles**

Encuestas enfocadas al abastecimiento de leña y carbón vegetal a nivel nacional no ha habido. A nivel de Managua y León hay algunos estudios con estimaciones de abastecimiento para estas ciudades que no coinciden con las cifras oficiales. De igual manera, se indican las distancias que se recorren entre el sitio de extracción y el de abastecimiento, observándose diferencias significativas entre ambas ciudades: Managua entre 70-80 kilómetros y León entre 15-20 kilómetros. Las especies que se utilizan en cada ciudad también son diferentes. Algo interesante es que los sitios de extracción han cambiado para Managua, no así para León.

La producción de leña y su comercialización es similar en todas las regiones del país. El ejemplo típico es el del productor agropecuario sin empleo ni fuentes de financiamiento que con su machete y hacha, corta árboles de su finca o de otras fincas vecinas, raja la madera en diferentes dimensiones y la lleva al mercado, a los centros de acopio, o la pone a la orilla de los caminos o carreteras para venderla, o bien la vende a algún comerciante quien la lleva al mercado. Son escasísimos los casos en que estas personas tienen el permiso del INAFOR, lo cual confirma la presunta informalidad del mercado.

El amplio mercado y mejores precios en Managua, contribuyen a que los intermediarios o comercializadores de leña y carbón, prefieran trasladarlo a la capital en vez de venderlo en las ciudades cercanas a los centros de producción. Generalmente, el transportista es el intermediario que hace la comercialización del producto. El se encarga de acopiar y negociar los volúmenes de leña y carbón producidos en la zona. Una de las razones principales de este arreglo para la comercialización es que la producción de leña y carbón es hecha por una gran cantidad de pequeños productores, que no cuentan con los recursos financieros, ni equipos de transporte para acudir directamente a los centros de consumo.

Para determinar el verdadero costo de producción de carbón vegetal es necesario considerar el asunto de la apropiación de la materia prima, la leña, obtenida directamente del bosque y de forma gratuita. Los costos atribuidos a la madera se relacionan directamente al costo de la mano de obra aportada por el productor en su corte, y otros insumos necesarios.



Una comparación entre la leña y el carbón vegetal, en términos de precios relativos energía final, indica que el carbón vegetal es 1.6 veces más caro que la leña, aunque en términos de energía útil, es 2.1 veces más caro usar leña en vez de carbón vegetal para la cocción de los alimentos.

No hay información reciente sobre la comercialización de la leña y el carbón vegetal a nivel nacional al nivel de detalle que se investiga. Solamente se han realizado estudios regionales (Pacífico, Norte, Cuenca Sur del Lago de Managua).

Los últimos datos que registra INAFOR sobre transporte de leña y carbón durante el período 1999-2003 a partir de los permisos que concede, subestiman fuertemente los movimientos reales, la mayoría de los cuales se realiza de forma ilegal.

Los estudios presentados concluyen que en la cadena de suministro, los transportistas y comercializadores son los que tienen las mayores utilidades del negocio de la leña y el carbón con un valor aproximado del 35%. El precio al usuario final es hasta 5 veces más alto que en los sitios de producción. La tendencia de los precios en los últimos años y la formación de los mismos es uno de los parámetros a actualizar por medio de la encuesta nacional.

Los canales de comercialización en la cadena de suministro son: -el productor o dueño del bosque, -el extractor o agente que se encarga del procesamiento de la leña, -el comerciante mayorista y el consumidor industrial de leña, que generalmente compran la leña al extractor, -el comerciante minorista que compra la leña al comerciante mayorista y algunas veces al extractor, -el consumidor final, que en este caso son las panaderías, tortillerías, alfarerías, tejares, rosquillerías, comiderías etc., que compran la leña al minorista, al mayorista y algunas veces al extractor.

### **c. Consumo Sector Residencial**

#### **c.1 Aspectos socioeconómicos**

Según los resultados del censo 2005, Nicaragua tiene una población de 5.143 millones de habitantes, donde el 59% es urbano y el 41% es rural. Respecto de los censos de 1971 y 1995, el porcentaje de la población rural ha disminuido, lo que podría afectar el consumo de leña considerando que la mayor parte de los consumidores se han ubicado en estas zonas. Igual comportamiento se registra con la distribución de las viviendas y con la cantidad de personas por vivienda. En general, la cantidad de viviendas rurales por región ha disminuido a lo largo de los años.

En cuanto a los indicadores económicos, el PIB Nacional y el PIB per cápita han crecido, lo que podría incidir en mayores consumos específicos de energía o en mayor participación de combustibles comerciales. Sin embargo, las cifras que anualmente presenta el Balance Energético Nacional (BEN), indican un consumo de leña residencial per cápita constante. En cuanto a los precios, algunos estudios efectuados por el INE durante el período 1991-1999 reportan una disminución en moneda constante.



De acuerdo con las estadísticas del Sistema de Cuentas Nacionales del Banco Central de Nicaragua, para el período 1994 a 2000, el gasto de los hogares en energía (en moneda constante) se incrementó de un promedio de 228 C\$/año en 1994 a 322 C\$/año en 2000. Sin embargo, el porcentaje de este gasto respecto del gasto total de los hogares se mantuvo relativamente constante durante los primeros tres años, para luego reducir su participación de 1.84% en 1997 a 1.57% en 2000.

El gasto en energía de los hogares aumentó en términos reales entre 1994 y 2000 de 284 a 322 C\$/año, sin embargo, la participación del gasto de los hogares en energía respecto del gasto total de los hogares, disminuyó de 1.84% en 1997 a 1.57% en 2000.

## **c.2 Consumo de Energía**

El sector residencial en 2004 consume cerca del 60% de la energía total y de esa energía, el 94% corresponde a leña. Esta información podría estar sobrevalorada. El estudio sobre Revisión de la Metodología de la Matriz Energética de Nicaragua, indica que desde 1980 se asume que el 100% de la población rural consume leña a pesar de la penetración en el uso de otros energéticos. El consumo específico que se utiliza hasta hoy en la elaboración de los Balances Energéticos es el mismo que resultó de la encuesta de 1980 de 2.509 Kg./habitante-día. La encuesta de 1994 da un consumo bastante menor, pero ese estudio –a pesar de haber sido muy detallado- no ha sido incorporado al balance ni a las estadísticas nacionales.

La población que consume leña en las zonas urbanas y rurales, ha sido estimada en los censos de población y en las encuestas de medición del nivel de vida que ha desarrollado el INEC. Estos censos y encuestas presentan como resultado la población que utiliza leña como combustible principal (o único), y muestran que el porcentaje de consumidores en el área urbana se ha reducido. Los BEN, presentan porcentajes sin mayores cambios, salvo en 2003 donde la población consumidora de leña en el área urbana se incrementó en 10% respecto al año 2001. La encuesta desarrollada por el INE en 1994, presenta valores superiores de la población consumidora de leña que la que muestran los censos y encuestas del INEC, debido probablemente a que en la primera, se incluyen todos los casos en que se consume leña para cocción como único combustible o en combinación con otro energético.

El consumo específico de leña ha sido calculado en varios estudios y encuestas con diferentes procedimientos, lo que podría explicar las diferencias encontradas. Estos procedimientos han sido: pesaje de la leña utilizada en determinado tiempo, cálculo del consumo en determinado período de tiempo, cálculo del consumo a partir del gasto en leña, combinación de los anteriores. Los diversos resultados se presentan a continuación:

Fuente de Información	Cantidad encuestas	Kg/hab/día	
		Urbano	Rural
Encuesta 1980 (nivel nacional)	2200 (encuestas y pesajes)	2.1	2.4
Proy. Leña/Fuentes Alternas Energía 1981	518 (encuestas en el Pacífico y Centro)	2.39	
Van Buren 1984		0.5 - 3	
PAF NIC 1990		2.3 Pacífico; 2.6 Centro; 3.0 Atlántico	
Encuesta INE 1994	967 (encuestas y mediciones)	1.4	1.8
BEN 1999-2003		2.509	

El consumo de carbón vegetal para cocción de alimentos es marginal, representando tan sólo el 0.2% de la energía consumida en las viviendas. La información histórica sobre la población consumidora de carbón vegetal es limitada, pero datos de 2005 indican una tendencia decreciente a nivel nacional y urbano.

El consumo específico de carbón vegetal ha sido calculado en la encuesta de 1994 y en la elaboración de los BEN con valores de 0.11 Kg./habitante/día y 0.14 g./habitante/día respectivamente.

Aunque la leña es la fuente de energía predominante en el sector (aproximadamente 94%), se pueden apreciar procesos de sustitución y penetración de los otros energéticos. La electricidad y el gas licuado de petróleo han incrementado su participación en forma continua y este último combustible ha sustituido los consumos de kerosene y carbón vegetal, los cuales han reducido significativamente su participación a menos del 0.5% en 1994.

El aprovechamiento real que se logra de la energía contenida en la leña no supera en la mayoría de los casos el 6%, en tanto que para el gas licuado de petróleo se obtiene un aprovechamiento no menor del 65%, por lo que en términos de energía útil, la participación de la leña, aunque sigue siendo elevada, se reduce notablemente en términos de la demanda real de energía

Entre 1970 y 1987, el consumo de energía en el sector residencial representaba alrededor del 50% del consumo total de energía del país y, a partir de 1988 esta participación se incrementa al 57%, debido a la reducción del consumo de energéticos diferentes de la leña, en especial del bagazo de caña en el sector industrial; los años siguientes muestran valores muy cercanos al 60%.

La encuesta de leña de 1994 indagó el tipo de estufas utilizadas para cocción con leña y carbón vegetal, encontrando una baja participación de las estufas con mejoras tecnológicas. Diversas organizaciones, especialmente Organismos No Gubernamentales (ONGs) y la CNE, han emprendido programas para promover el uso de las estufas mejoradas, sin embargo, los resultados no han sido monitoreados ni evaluados. En tal sentido, la "Encuesta

Nacional” a realizarse dentro del presente estudio, deberá llevar a cabo ciertas indagaciones específicas (target oriented) para detectar el estado de las estufas mejoradas, su grado de aceptación y las eventuales expectativas de expansión de ese mercado.

En 1995 una ONG, puso en marcha un programa piloto de sustitución del consumo de leña por kerosene distribuyendo estufas que utilizan este combustible, otorgando un financiamiento a las viviendas beneficiadas. Los resultados fueron evaluados un año después obteniendo reducción en el consumo de leña del 50%.

#### **d. Consumo de Sectores Económicos**

##### **d.1 Caracterización del Sector**

Dentro de este sector, se consideran las industrias de cerámica, cal, ladrillos, panaderías, tortillerías, comiderías, ingenios azucareros, secado de tabaco y establecimientos agrícolas. Si bien no son sectores de consumo sino centros de transformación en el balance energético, desde el punto de vista metodológico también se incluyen aquí las carboneras y las centrales eléctricas autoproductoras o de servicio público que consumen biomasa como insumo. El primer problema con que se enfrenta el estudio “Encuesta Nacional de Leña” es la identificación cuantitativa del universo de este sector. Desde ya se puede anticipar que en muchos de los casos va a ser imposible cuantificar un universo, por lo cual habrá que recurrir a estimaciones indirectas basadas en opiniones e indagaciones, al menos para obtener un orden de magnitud de los consumos y la oferta potencial no aprovechada. Cuando ello no sea posible, se procurará identificar cualitativamente el problema con el objeto de determinar su relevancia para la planificación energética y, si el caso lo amerita, recomendar la realización de estudios futuros que hagan posible su cuantificación.

##### **d.2 Caracterización del Consumo**

Según los datos actuales del balance energético, en el consumo final de leña, los sectores económicos participan con el 1.3%; de lo cual el sector industrial representa el 81.5%. En cuanto a los residuos vegetales, su consumo se da mayoritariamente en el sector industrial representando más del 95%, aunque ha tenido una reducción durante 2003 y 2004. El sector agropecuario ha incrementado su participación en estos últimos años. Se estima que este incremento se debe a que ha habido una penetración del uso de residuos vegetales como la cascarilla de café y de arroz, en los procesos de secado de estos granos. El consumo de carbón vegetal ha disminuido, manteniendo el sector comercio y servicios el mayor nivel de participación con aproximadamente el 70%.

La información suministrada por los ingenios azucareros presenta inconsistencias, puesto que en algunos años se declara que toda la generación de vapor se utilizó para generación eléctrica sin dejar parte del vapor para el proceso o viceversa lo cual contradice la dinámica de operación de la cogeneración en donde una fracción del vapor generado es utilizado para el proceso. Además, el BEN no presenta una desagregación del consumo de residuos vegetales en las principales actividades de los sectores comercial, industrial, agropecuario,

ni define los indicadores específicos de consumo por sector y/o actividad principal, por lo que el consumo final presenta los mismos valores en varios años.

Algunos pocos estudios se han efectuado para calcular los consumos específicos de biomasa en los sectores económicos, pero son demasiado fragmentados ya que no cubren todas las actividades ni todas las fuentes. Resultados de consumos para la producción de cerámica ornamental y utilitaria, panaderías y caleras fueron obtenidos en 1988, cerámica utilitaria en 1993, panaderías y secado de tabaco en 1994. Otros estudios realizados en 1999 en algunas ciudades del pacífico de Nicaragua, calcularon el consumo anual/mensual de leña en panaderías, caleras, ladrillerías, ingenios azucareros, rosquillerías, tortillerías y destace de cerdo pero no los consumos específicos. En 2005 se realizó un estudio en una cooperativa de tortilleras donde se estimó el consumo de leña para una producción específica de tortillas, información con la que se puede calcular el consumo específico para esa cooperativa. No se han detectado estudios adecuados para calcular el consumo específico de carbón vegetal.

### **d.3 Precios de la leña y del carbón vegetal**

El precio de la leña en el campo (para el productor) no parece estar sujeto a la oferta y demanda del mercado. El productor dueño de la tierra y del bosque no recibe un mejor precio por el hecho que la demanda de leña en la ciudad aumente.

Las cifras estadísticas del INE entre 1991 y 1999, presentan una tendencia negativa en los precios de la leña, es decir que los precios en 1999 son menores que los de 1991. Para el caso de Masaya los precios reales al consumidor decrecieron en un 33 %, para León 34%, para Chinandega 58%, y para Managua 28%. A pesar de ello, los precios de la leña en Managua, son los más altos de Centroamérica. La información sobre precios de leña y carbón es sumamente deficitaria y se deberá prodigar un esfuerzo notable para llenar, aunque sea parcialmente, este vacío.

### **d.4 Biogás y Biodiesel**

El uso del biogás es conocido en el país a pequeña escala, salvo una instalación industrial grande operando y otras dos en marcha. No se conoce el estado actual de las instalaciones de biogás que ONGs o universidades han promovido, tanto a nivel residencial como a nivel municipal o de pequeña industria ni tampoco ha habido evaluaciones públicas de sus resultados. La mayor parte de las instalaciones de biogas son para uso residencial sin monitoreo y sin seguimiento de los resultados; lo mismo ocurre con las pocas instalaciones existentes en sectores económicos.

La producción de biodiesel está tomando fuerza debido a la crisis energética originada por los altos precios del petróleo. Existen varias empresas industriales que están haciendo pruebas de producción. El Estado y empresas privadas, están elaborando el anteproyecto de ley para incentivar la producción de este combustible.

## **e. Marco Legal, Institucional y Regulatorio**

### **e.1 Los Instrumentos Existentes**

La ley de Organización, Procedimientos y Competencias del Poder Ejecutivo, Ley 290 determina las competencias sectoriales de las distintas dependencias del Estado y en relación con el sector forestal, asigna funciones específicas sobre la regulación de la actividad de la empresa privada en tierras privadas y también sobre las actividades forestales en tierras del Estado nicaragüense.

En cuanto al marco legal y regulatorio, se analizaron diversos instrumentos jurídicos los cuales permiten determinar que la utilización de la biomasa como combustible no está incluida como tal y las acciones están orientadas especialmente al control y regulación del bosque en cuanto a la extracción maderera, con excepción de la generación eléctrica y de los biocombustibles, esto último aún en proceso.

### **e.2 Los Problemas Identificados**

La Ley de Desarrollo Forestal es un esfuerzo consensuado entre los diferentes actores involucrados; se trata de una legislación moderna que pretende aplicar los lineamientos definidos en la política de desarrollo forestal, pero en ninguno de sus artículos hace referencia al recurso dendroenergético.

Los órganos de seguimiento y control establecidos en el decreto 73- 2003, son de poca aplicación debido a que el Estado no cuenta con los recursos suficientes ni con los mecanismos de implementación para un control efectivo de los permisos de aprovechamiento. A pesar de lo significativo de esta actividad, el INAFOR podría estar controlando como máximo el 10-20% de la leña comercial que se consume.

El Decreto 104-2005, crea los incentivos para el sector forestal en general, aunque no se hacen consideraciones específicas al sector dendroenergético, porque se sigue considerando la actividad de extracción de leña como una actividad secundaria y a la leña como un subproducto de la actividad, por lo que no es regulada.

El decreto 07-2005 que crea el FONADEFO, aborda en general el sector forestal sin hacer referencia específica al sector dendroenergético.

Desde el punto de vista de las políticas forestales como de la legislación en el ramo, que no es más que una forma de poner en práctica las políticas, se observa la falta de definición y la poca atención al sector dendroenergético.

A partir del año 2001 se han hecho esfuerzos para incluir al sector dendroenergético en algunos instrumentos legales, pero se hace necesario establecer estrategias adecuadas y políticas claras que lleven a acciones concretas, e incentivar su uso sostenible. Es necesario incluir el sector dendroenergético en los instrumentos legales a ser creados en el futuro.

Hay un vacío de legislación específica en el sector dendroenergético. La actividad leñera es catalogada, como secundaria dentro del sector forestal, razón por la cual no está claramente incluida en la mayoría de los instrumentos legales actuales. Esto crea confusión y diversidad de interpretaciones por parte de los funcionarios de las instituciones de control y seguimiento a la actividad de oferta y comercialización de leña y carbón.

La legislación se ha encargado sobre todo de regular la extracción de madera a gran escala, aunque las estadísticas demuestran que muchas actividades pequeñas para el aprovechamiento forestal con fines energéticos, a la postre terminan en mayores volúmenes de madera extraída.

Ante esta situación, el camino que ha tomado la legislación es el de las prohibiciones y sanciones, las que en definitiva son de poca aplicación debido a que el Estado no cuenta con los recursos suficientes ni los mecanismos de implementación para un control efectivo.

No se encontraron instrumentos jurídicos que promuevan la producción de biogás y el uso de la biomasa para usos diferentes de la generación eléctrica. La Ley de Promoción de la Generación de Energía con Fuentes Renovables menciona a la biomasa, y aunque el biogás está incluido, esta ley se aplica sólo a la generación de electricidad.

Falta la puesta en marcha de programas para el uso de tecnologías mejoradas para el uso de la leña en los sectores económicos.

Aunque el sector dendroenergía no está incluido específicamente en el marco legal e institucional, existe una buena base para incluirlo ya que hay varias instituciones trabajando en el sector forestal. La inclusión en la política energética de programas piloto para promover el uso eficiente de la leña y los viveros energéticos ha permitido que haya más conocimiento sobre el uso de las estufas mejoradas en el sector residencial.

## **2. Directrices para la realización del estudio e identificación de las principales variables**

### **a. Directriz General**

El diagnóstico de la Tarea A debe ser complementado con los resultados de las encuestas piloto que se realizan parcialmente en la Tarea B y las que se decidirá realizar más adelante. De todas maneras, ya se puede adelantar que la directriz general del estudio “Encuesta Nacional de Leña” deberá combinar instrumentos de recolección de datos cuantitativos basados en marcos muestrales aleatorios –en adelante ENCUESTAS- con indagaciones dirigidas (target-oriented studies) a revelar el orden de magnitud de determinado problema –en adelante INDAGACIONES.

La diferencia entre ambos instrumentos es que, mientras en una encuesta el investigador guiado por el marco muestral va al encuentro de las variables que puedan aparecer, en la indagación el investigador va en busca de ciertas variables que de antemano sabe que va a encontrar y sobre las cuales determinará el estado de situación (assessment). Una encuesta requiere siempre el conocimiento previo del universo, y si el muestreo es estadístico

permite expandir los resultados muestrales a todo el universo. La indagación se practica toda vez que no se conoce el universo o cuando no es posible construir marcos muestrales adecuados; los resultados son menos precisos pero permiten tener una idea acerca de si un cierto problema es relevante o no, y en consecuencia determinar si vale la pena invertir recursos en su esclarecimiento posterior.

## **b. Directrices Particulares**

El estudio “Encuesta Nacional de Leña” se propone poner en marcha 4 instrumentos de actualización de información y de actualización del estado del arte (assessment) en los diversos campos del sector energético, con miras a resolver o al menos a dimensionar los problemas identificados en la etapa de DIAGNOSTICO. Esos instrumentos –que como ya se ha dicho están sujetos todavía a discusión y a los resultados de los relevamientos piloto- se detallan en lo que sigue.

### **b.1 Encuesta del Sector Residencial**

Se llevará a cabo una encuesta aleatoria de hogares residenciales urbanos y rurales para determinar consumos específicos de leña, carbón vegetal, gas licuado, kerosene, etc., con miras a determinar el *fuel-mix* para cocción y otros usos secundarios. Se parte de un universo conocido conformado por el número de hogares que consumen determinado combustible para cocción dado por el censo de 2005. Al interior de este universo se tratará de determinar si hay mezcla de combustibles y se buscará determinar consumos específicos por habitante y por día para cada combustible. En base a los resultados de la encuesta se procurará reconstruir las series históricas del balance energético nacional para el sector residencial, y al mismo tiempo proporcionar un modelo de actualización de esas mismas series hacia el futuro.

La encuesta se complementará con procedimientos tendientes a cuantificar el gasto de los hogares en energía y las expectativas futuras acerca de posibles sustituciones y aumentos de eficiencia del equipamiento actual.

Se espera que los cambios en la distribución de la población en áreas urbanas y rurales influirá en el consumo de combustibles en el sector, por lo que resulta conveniente registrar la variación de este aspecto y confrontarlo con los cambios en el consumo específico de leña.

El tamaño de los hogares ha disminuido, tanto en el área urbana como en el área rural, por lo que se deberá establecer la relación e incidencia de factores socioeconómicos, tecnológicos y culturales en este parámetro y verificar en lo posible los valores históricos registrados en otros estudios.

El gasto de los hogares en energía presenta una tendencia a aumentar cada año pero disminuye el porcentaje de este gasto respecto al gasto total. La identificación de expectativas de cambiar o mantener un combustible deberá considerar no sólo el efecto precio sino de éste en conjunción con factores relacionados como costos de cambio de equipo, mayor comodidad, preservación de costumbres y tradiciones, etc.

Existen diferencias notables en los resultados sobre los parámetros que son la base para cuantificar la leña total consumida, sea consumo específico, consumos promedios, distribuciones de la población o saturación de combustibles. Además, los estudios disponibles no establecen procedimientos adecuados para su actualización en años posteriores, por lo cual las series que se han generado mantienen una estructura de consumos y comportamientos estáticas que podrían no corresponder con la realidad del sector. En tal sentido se buscará que la encuesta permita fijar una referencia homogénea de los parámetros que se utilizan en el cálculo de los consumos finales para la construcción de series históricas coherentes hacia el pasado y hacia el futuro.

La utilización de estufas eficientes y su aceptación parecerían tener poco avance, al menos hasta 1994 de acuerdo con la encuesta de leña de ese año, en que se registra marginalmente la utilización de estufas mejoradas (menos del 1%) o bajo monitoreo. Se tratará de establecer la situación actual de su utilización, acogida o rechazo y el potencial máximo y real de su disseminación para poder fijar en forma adecuada las metas reales de ahorro y uso eficiente de la biomasa.

Los distintos valores del consumo específico de leña que se han observado en este diagnóstico confirman la necesidad de hacer su medición y registro bajo procedimientos uniformes y teniendo una caracterización apropiada de la forma y condiciones en que se utiliza este combustible en las viviendas.

En base a las consideraciones que anteceden, las variables principales que tendrá en cuenta la encuesta del sector residencial son, hasta el momento, las siguientes:

- Población consumidora por tipo de combustible
- Posibles mezclas de 2 combustibles
- Tamaño familiar
- Consumos específicos
- Gasto energético
- Ingreso familiar o alguna otra variable socioeconómica afín
- Expectativas de sustitución por otro combustible
- Expectativa de sustitución por fogones mejorados
- Tipo y redes de abastecimiento

## **b.2 Encuesta/Indagación de los Sectores Económicos**

Como ya se ha señalado, no se cuenta con los universos de todos los subsectores que conforman el sector económico (caleras, ladrilleras, panaderías, tortillerías, secaderos de granos, tabacaleras, carboneras, ingenios, etc. ). Para los casos en que se conozcan los universos se practicarán encuestas aleatorias y se podrán obtener resultados expandibles a toda la población. En caso contrario se procederá a realizar indagaciones para establecer perfiles de consumo y órdenes de magnitud de los mismos.

Entre las variables que en principio, tendrá en cuenta este estudio, se cuentan las siguientes:

- Consumos específicos por unidad de producción
- Volúmenes mensuales o anuales de producción
- Tecnología de uso (hornos, hornillas, secado, estufas, etc.)
- Expectativas de sustitución por otros combustibles
- Circuitos de abastecimiento
- Precios

La inclusión de carboneras y generadores de electricidad, que en términos de balance energético son centros de transformación y no sectores de consumo, llevará posiblemente a considerar indagaciones más detalladas para estas unidades, a efectos de investigar la eficiencia de transformación y la tecnología utilizada.

### **b.3 Indagación para Oferta y Abastecimiento**

La metodología para evaluar la oferta y abastecimiento de leña a nivel nacional involucrará entrevistas con instituciones estatales y privadas y visitas a los productores, distribuidores y consumidores; con esto se intenta complementar los estudios anteriores, caracterizando la cadena de producción y distribución de la leña, poniendo énfasis en los segmentos poco estudiados y cubriendo los vacíos de información existentes.

Se prevé visitar determinados puntos de la cadena de oferta y abastecimiento que se determinarán a partir de encuestas piloto, tales como: puntos de explotación del bosque arbustivo y del bosque maderero, desechos de establecimientos agrícolas, puntos de venta al menudeo (mercados, camiones distribuidores, puestos al borde de carreteras, etc.).

Las variables que se listan a continuación serán tenidas en cuenta para la realización de la indagación sobre oferta:

- Tipo de recurso: bosque arbustivo, bosque maderero, desechos de aserradero, desechos de otra explotación
- Existencias de biomasa
- Disponibilidad, presión eventual sobre el recurso, presión debida a la expansión de la frontera agrícola, etc.
- Oferta no aprovechada
- Accesibilidad de los recursos explotables
- Especies forestales y tipo biomasa explotada
- Unidades locales y sus equivalencias en el SI
- Peso específico
- Contenido de humedad
- Poder calorífico

En cuanto al abastecimiento, las variables detectadas son, por el momento las siguientes:

- Circuitos de abastecimiento
- Autoabastecimiento

- Abastecimiento comercial
- Periodicidad de abastecimiento y modalidades de transporte
- Costos
- Cadenas y redes de distribución
- Precio al público y factores que inciden en la formación de los precios

#### **b.4 Indagación para temas especiales**

Se consideran bajo este rubro el biogás, el biocombustible, las estufas mejoradas, y todo otro aspecto o problema que resulte de relevancia y que no esté cubierto por alguno de los instrumentos anteriores. Mediante visitas de expertos dirigidas a las entidades respectivas, se espera relevar el estado del arte acerca de programas puestos en marcha en el pasado, así como evaluar las situaciones que podrían condicionar el lanzamiento de programas futuros.

Las variables a tener en cuenta han sido identificadas como sigue:

- Potencialidad del biogás, tecnología utilizada, factores de éxito o de fracaso, viabilidad de su uso.
- Potencialidad de los biocombustibles: productos (etanol, biodiesel, aceites vegetales), insumos (palma africana, caña de azúcar, etc.).
- Estufas mejoradas: tecnologías, costos, factores culturales, factores de éxito o de fracaso, etc.
- Otras variables no detectadas hasta el momento que pudieran aparecer en el transcurso de los relevamientos piloto.

## **II. TAREA B: DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LA MUESTRA**

### **1. Metodología**

La Encuesta Nacional de Leña (ENL), que realmente fue una Encuesta Nacional de Biomasa, fue realizada mediante el método de muestreo, obteniendo en la población objetivo, un conjunto de ciertas características de tipo cualitativo o cuantitativo en una parte o muestra de la misma.

De acuerdo al objetivo de la ENL, la Población Objetivo está constituida por los consumidores de biomasa en los sectores, Residencial, Industrial, Comercio y Servicios, Agricultura e Ingenios Azucareros, así como por los transportistas, productores y expendios de venta de la biomasa.

Para efectos del diseño muestral se consideró la información existente y disponible que permitiese un determinado método de selección de las unidades informantes en cada una de los sectores anteriores.



La forma de obtener la muestra depende en general entre otros elementos, de la información que se puede disponer antes y durante la colecta lo que determina si se utiliza o no una muestra probabilística dependiendo de la existencia de listas en las cuales se seleccionan de manera aleatoria las unidades donde se encuentran los informantes. Estas listas deben conceptualmente sino coincidir, por lo menos aproximarse lo mejor posible con la población objetivo. Esto con frecuencia en la práctica no es posible. De ahí la necesidad de investigar de antemano la información existente que pueda servir para los fines previstos.

No existían listas que sirviesen de marco para todas las poblaciones por lo que se combinaron los distintos marcos de lista que existían a saber:

1. Listado de juntas receptoras de votos del consejo supremo electoral. 2001.
2. Listado de municipios por población.
3. Listado de segmentos censales 2005 del INEC (hoy INIDE)
4. Directorio de establecimientos del Banco Central de Nicaragua 2002 por clasificación CIU.
5. Listado de socios de la Cámara de Industrias de Nicaragua.
6. Guía del sector agropecuario

No se dispuso de universo de productores de carbón vegetal (carboneras), ni de transportistas, productores y expendios de venta de la biomasa ya que no existe en el país.

El levantamiento de la información se realizó mediante entrevistas directas a una Muestra Probabilística de Hogares y Establecimientos (agropecuarios, industriales y comerciales), a un Censo de los Ingenios y a una muestra de transportistas, productores y expendios de venta de la biomasa.

Se realizaron tres grandes actividades: 1) Diseño de la muestra de hogares, de las muestras de establecimientos y de las muestras de oferta y abastecimiento 2) Organización del Trabajo de Campo y 3) La Captura automatizada y el Procesamiento de los datos.

Como parte de la Tarea B, se realizaron las actividades 1) y 2). Como parte de la Tarea C, se realizó la actividad 3).

## **2. Diseños Muestrales**

### **a. Metodología**

Para la recolección de datos del lado de la oferta y cadena de abastecimiento se llevó a cabo una encuesta de cadena. Primero se encuestaron las ventas y expendios de leña, luego a los abastecedores de acuerdo a la información obtenida en los primeros, para luego encuestar a los productores de leña que se determinaron de acuerdo a la información que proveen los intermediarios.

Este proceso secuencial de recolección de información permitió identificar los principales actores tanto en el abastecimiento como en la producción de leña, carbón y residuos vegetales.

Es muy difícil determinar la oferta de leña en las zonas rurales, porque existe un sistema de autoabastecimiento por lo que generalmente, estas estimaciones se hacen de acuerdo a las estimaciones de demanda donde sí se puede establecer un estimado de consumo en el área rural.

El consumo y oferta de leña más importante y de mayor impacto en el medio ambiente, es el de las ciudades importantes ya que esto genera fuerte presión sobre los recursos naturales adyacentes a las mismas, las encuestas de oferta y abastecimiento se centraron entonces, en las principales ciudades así como en las áreas que abastecen de leña a las mismas.

#### **b. Expendios y ventas de leña, carbón y residuos vegetales**

Se identificaron, según la bibliografía consultada, como los principales expendios de leña y carbón, los mercados de las ciudades importantes. Las encuestas se hicieron directamente con los dueños y administradores de los expendios explicándoles el objetivo de la encuesta, dejando en claro que la encuesta de ninguna manera es un instrumento coercitivo de control legal ni fiscal.

#### **c. Abastecimiento**

Para determinar la cadena de abastecimiento de leña se hicieron entrevistas y mediciones directas a los transportistas. Estadísticamente es imposible determinar una cantidad de encuestas a aplicar a los abastecedores y transportistas de leña ya que no existe un registro del número de unidades ni del tipo de transporte utilizado para la biomasa. Muchas veces el mismo medio de transporte utilizado para la leña es utilizado en otras actividades agrícolas y ganaderas y viceversa.

Por este motivo se utilizó el mismo método utilizado por ESMAP del Banco Mundial, considerado como el único método confiable para cuantificar la oferta de leña en las ciudades importantes de Nicaragua. Esta metodología se enfoca en llevar a cabo encuestas directas en puntos de control permanentes por un período determinado, en cada una de las entradas de las ciudades. En estos puntos de control, cada transporte con carga de leña o carbón se detuvo, teniendo la oportunidad de medir y cuantificar la carga así como entrevistar de manera directa al conductor.

#### **d. Oferta**

De la información recolectada con los transportistas dependió mucho poder hacer las encuestas con los productores de leña y carbón. Una vez identificados los productores más importantes así como las principales zonas de extracción para cada ciudad, se prepara fue al campo en busca de estas personas y poder, por primera vez en Nicaragua, obtener información relevante sobre el método de producción de leña, la cuantificación de las áreas aprovechadas, las especies utilizadas, las partes del árbol o árboles afectados.

#### e. Hogares.

El Diseño de la Muestra del Sector Residencial cumplió con los objetivos de la ENL especificados en los TDR: en primer lugar, la población objetivo definida por los hogares Consumidores de Energía, en segundo lugar la representatividad requerida a nivel departamental, regional y nacional con cortes urbano y rural y en tercer lugar el tamaño de la muestra aproximadamente de 3000 hogares, distribuidos a nivel nacional.

Se efectuaron ajustes en las asignaciones de la cantidad de encuestas a las regiones por área urbano y rural, determinando una muestra por región de la siguiente manera:

Región	Urbano	Rural	Total
1	420	300	720
2	288	252	540
3	288	252	540
4	384	288	672
5	270	252	522
6	270	252	522
<b>Total</b>	<b>1920</b>	<b>1596</b>	<b>3516</b>

Esta muestra tiene una representatividad aceptable con un nivel de confianza del 95% y un error de muestreo inferior al 5%. Se puede también obtener estimaciones al nivel departamental. No es posible obtener estimaciones al nivel municipal ya que no se visitarán todos los municipios sino solamente una muestra de ellos. Hacer cortes a nivel municipal es casi un censo y los costos se vuelven inmanejables. Por esta razón información con cortes municipal sólo se obtiene en general de los censos o de los registros administrativos cuando los hay.

#### f. Sectores Económicos

Para las poblaciones formadas por los consumidores de energía de los sectores Industrial, Comercio y Servicios se hace una selección Estratificada Aleatoria Simple, con reposición de las unidades vacías en el mismo municipio, al interior de cada estrato.

Para las actividades de la Pequeña y Mediana Industria constituidas por: tortillerías, panaderías y similares, elaboración de dulces, elaboración de artículos de cerámica, ladrillerías y caleras, el universo utilizado como referencia fueron los establecimientos registrados en el Directorio de Establecimientos del Banco Central.

Para las empresas salineras se utilizó la Guía Agropecuaria ya que no la detectamos en el Directorio anterior, donde aparecen únicamente tres direcciones de Cooperativas y/o similares



Para las actividades del Sector: Comercio y Servicios se incluyeron las actividades correspondientes a Hoteles y Pensiones, Comiderías y Restaurantes. También se utilizó como referencia el listado de establecimientos del Directorio del Banco Central.

En el sector Agropecuario, se incluye el secado de tabaco, arroz, café y maní utilizando como fuente la Guía Agropecuaria

Se hicieron algunos ajustes en la cantidad de encuestas asignadas para mantener la representatividad a nivel del sector y también para proporcionar información al nivel de actividad.

En los TDR se establece que para cada uno de los sectores de consumo se espera contar con al menos 300 encuestas, se determinó un total de 813.

Una vez identificado el tamaño de la muestra por sector se procedió en tres etapas para llegar a la asignación final por actividad y municipio:

1. Distribución de la cantidad de encuestas entre las actividades previamente identificadas en cada sector.
2. Identificación de los municipios del país con mayor actividad económica, esto es aquellos municipios donde estaban presentes el mayor número de actividades de las distintos sectores a investigar. (No se darán estimaciones por municipio, se encuesta en los municipios donde se realiza la actividad en estudio).
3. Distribución de la cantidad de encuestas de cada actividad entre los municipios previamente identificados.

### **3. La organización del trabajo de campo**

El trabajo de campo se organizó con tres brigadas compuesta de 5 encuestadores, un supervisor y un chofer en cada brigada. En oficina había un responsable de las operaciones de campo coordinando el trabajo de las tres brigadas.

Una brigada levantó la información correspondiente al Sector Residencial, una brigada dedicada al levantamiento de los establecimientos en Sectores Económicos y una brigada para las indagaciones de Oferta y Abastecimiento.

La metodología aplicada fue por “invasión departamental a partir del municipio”, es decir, se cubrieron los municipios de cada departamento asignando una brigada completa a cada uno hasta cumplir la muestra. En cada municipio, se contó con el auxilio de un “vaqueano”.

Antes de salir al campo, se efectuó el trabajo de identificación del sitio en la base cartográfica. Una vez identificada el área de trabajo se asignaron las viviendas que le correspondían a cada encuestador, de tal manera que cada integrante de la brigada supiese con exactitud el área que le corresponde.



Al interior de la brigada, cada encuestador identificaba su zona de trabajo o los establecimientos donde aplicará el cuestionario de manera consecutiva, hizo el barrido hasta completar la tarea asignada. Al finalizar el día, el supervisor revisaba todas las boletas hechas por cada encuestador.

La realización de la encuesta piloto, permitió validar los cuestionarios, hacer ajustes a los supuestos de trabajo y establecer los tiempos críticos

### **III. TAREA C: LEVANTAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LA ENCUESTA**

#### **1. Levantamiento de Campo**

La muestra de hogares se levantó en dos etapas, la primera etapa abarcó el período comprendido entre el 20 de noviembre y el 20 de diciembre del año 2006. Se inició con un mes de retraso, debido a que la encuesta piloto se retrasó el mismo tiempo debido a las elecciones presidenciales del país a inicios de noviembre 2006. Se encuestaron 2042 hogares en esta etapa. La segunda etapa comprendió el período entre el 16 de enero al 19 de febrero del 2007 y se encuestaron 1476 hogares para un total de 3518 hogares distribuidos en todos los departamentos del país.

Se levantaron además 56 encuestas pilotos y 54 encuestas de reposición para un total de 3628 encuestas residenciales.

En general el informante es la persona que se encargaba de hacer los alimentos.

El cuestionario quedó bastante comprensible, la brigada a cargo tenía experiencia en levantamiento de encuestas, más los dos esfuerzos de capacitación efectuados, hicieron que los miembros tuvieran bastante dominio del formulario. El levantamiento al principio fue un poco lento, pero esto se corrigió paulatinamente a medida que los encuestadores dominaban mejor el contenido del cuestionario, la técnica de la entrevista y el conocimiento de las características de los informantes. Se mantuvo durante todo el tiempo el comportamiento diferenciado entre los hogares del área urbana que son más desconfiados, menos dispuestos a colaborar con los entrevistadores y los hogares del área rural en general más abiertos y colaboradores. Como en el área urbana aumentaba el nivel de rechazo, así como casas vacías o bien no encontrar al informante adecuado se decidió sustituir estos hogares por otros hogares del mismo segmento y con características similares, esto con el fin de no disminuir demasiado la muestra. En los hogares rurales el rechazo fue prácticamente nulo. Los entrevistados preguntaron repetidamente si esta investigación era para promocionar la venta de cierto tipo de cocinas. La parte del cuestionario que más dificultad presentó, fue la identificación de la unidad utilizada para el consumo de leña por día y su correspondiente pesada.



En la primera etapa, a medida que se avanzó en la práctica aumentó la aceptación de la población y su disposición a colaborar. El número de encuestas por día varió según el grado de concentración de las viviendas en el segmento, lo que evidentemente reduce el tiempo de viaje entre viviendas.

Simultáneamente con el levantamiento de la información de los hogares se captaban las “indagaciones” previstas. Durante la primera etapa la dificultad constante fue el mal estado de los caminos debido al período en que se inició este levantamiento (noviembre – diciembre).

La segunda etapa dió inicio el 16 de enero del 2007 que salió de Managua con 8 días de retraso debido a que se consideró conveniente esperar que pasaran las actividades de la toma de posesión del nuevo gobierno dado que en los departamentos que faltaban, las distancias son significativamente mayores que en la Región del Pacífico. Tal y como ocurrió en la primera etapa, en esta segunda etapa se continuó con las llamadas “indagaciones”.

De manera similar al Sector Residencial, el levantamiento de las encuestas de los Sectores Económicos se levantó en dos etapas, dando inicio la primera etapa el día 22 de noviembre del 2006. Durante todo el período se levantaron 902 encuestas

## **2. Procesamiento de Resultados**

El procesamiento de datos se realizó en 2 partes:

- La captura de datos.
- La producción de tablas.

### **Captura de Datos**

La captura de datos se realizó con el software CSPRO, desarrollado por la empresa CERPRO S.A. y distribuido por el Buró de Censos de los Estados Unidos. Con este programa se procesan encuestas y censos en varios países de Latinoamérica.

La producción de información y entrega de la base de datos se realiza con el software SPSS, de amplia difusión, ya que este programa es muy amigable para el usuario.

La máscara de captura de datos se estructuró en 5 archivos de programas 1 por cada formulario empleado, 1) Residencial, 2) Pequeña y Mediana Industria, 3) Comercio y Servicios, 4) Secado de Granos y 5) Secado de tabaco.

Los programas de captura están conectados por una tabla ACCES desde el cual el digitador a partir de una clave de usuario carga el formulario a digitar.

## **Entrada de Datos**

La entrada de datos se diseñó originalmente siguiendo la estructura de los formularios, sin embargo ésta fue modificada, principalmente en las económicas, debido a que algunas respuestas en los formularios no fueron una imagen del formato, trayendo la información como anotaciones al margen de la hoja.

Los formatos en las encuestas económicas tienen la misma estructura, están formados por 5 páginas de programación:

- Identificación.
- Portada.
- Uso de Fuentes Energéticas.
- Combustibles y Producción.
- Perspectivas y conocimiento del entorno.

Las variables estructuradas como matrices se programaron para que el digitador entrara la información en el mismo orden.

Las variables de opción múltiple se entraron desde un solo campo guardando la posición del código.

La encuesta residencial se digitó en 3 formatos:

- Portada, Módulo I y Módulo II
- Módulo III al Módulo X.
- Módulo XI a Módulo IVX.

## **Archivos de Datos**

Los archivos de datos están en formato SPSS y constan de:

Los archivos de la entrada de datos están en formato ASCII (texto) los cuales son reconocidos por el sistema a partir de un diccionario de datos el cual contiene la posición y longitud para cada campo.

Estos a su vez contienen un conjunto de archivos asociados para las diferentes aplicaciones adicionales que usa el sistema.

### **3. Resultados de la Encuesta**

#### **a. Oferta**

En Nicaragua se han desarrollado diversos estudios respecto a la leña, todos ellos orientados a cuantificar únicamente el consumo. En este estudio, a través de indagaciones aplicadas a los productores, transportistas y distribuidores, se intenta complementar los estudios anteriores, caracterizando la cadena de distribución de la leña, poniendo énfasis en los segmentos poco estudiados.

Se destaca que la temática de la leña es compleja, por tener aristas que atraviesan todos los estratos sociales, así como también lo urbano y lo rural, lo económico, social y cultural, por lo tanto debe ser abordado con una política integradora, en la que todos los componentes de la sociedad deben estar involucrados.

Las indagaciones realizadas en el sector que conforma la oferta de leña en Nicaragua descubren realidades que encubrían paradigmas con respecto al sector leñero.

Una de las principales preocupaciones expresadas en varios documentos oficiales de las autoridades ambientales, forestales y energéticas de Nicaragua es la afirmación que el consumo de leña es un de las principales causas de deforestación en Nicaragua. Estas afirmaciones se encuentran en el Plan de Acción Forestal de Nicaragua (PAF-NIC, 1992) y el Plan de Acción Ambiental (PAA-NIC, 1993) que afirman que la extracción de leña es la principal causa de deforestación en el país. Las indagaciones en el sector de la oferta mostraron que la extracción del recurso dendroenergético no ha migrado a otras zonas, es decir, las áreas de extracción de leña no han variado al pasar de los años.

Sin embargo, las áreas de extracción se han incrementado, principalmente alrededor de la ciudad capital, Managua, por el incremento de la población y la demanda de leña.

El aprovechamiento de leña se realiza principalmente de la vegetación arbustiva anual o bianual que crece en potreros y áreas agrícolas abandonadas, principalmente del bosque tropical seco del Pacífico de Nicaragua.

Podemos concluir que la producción y abastecimiento de leña en Nicaragua es sostenible proveniente de la regeneración natural de las áreas agrícolas y ganaderas con poca intensificación. Sin embargo, existe la amenaza del Cambio Climático. Los escenarios climáticos para Nicaragua pronostican mayor temperatura y menor precipitación, lo que puede perturbar el ciclo natural de la regeneración natural del trópico seco y entonces sí causar desequilibrio en el sistema de producción, comercialización y consumo de leña.

Otro punto importante es la variación de precios detectada entre la estación seca y la lluviosa. Existe la percepción que los intermediarios incrementan arbitrariamente el precio de la leña en la época lluviosa y este incremento no se traduce a los productores de leña. Las indagaciones nos demostraron que este fenómeno se traduce por las características de la estacionalidad de la producción de leña.

Los productores de leña, son en su mayoría, productores agrícolas tradicionales, que se dedican a la producción de leña en época seca para obtener ingresos y poder subsistir hasta el próximo ciclo agrícola. Por este motivo en la época lluviosa se reduce hasta en un 75% la producción de leña. Por otro lado, en la época seca o verano los productores y

transportistas distribuyen directamente la leña a los consumidores finales (60% de la producción) y a los expendios (8% de la producción). Estos últimos acopian la leña en verano y cuando se reduce la oferta por parte de los productores en invierno, entran al sistema como los principales oferentes de leña y por ende con un precio más alto que el que ofrece el productor y/o el transportista.

Los resultados de la caracterización de los sistemas de producción, comercialización y consumo de leña se presentan en el orden en que realizaron las encuestas, partiendo con el sistema de consumo, comercialización y finalmente el sistema de producción. Se prefiere esta secuencia por ser el orden cronológico del estudio.

El tipo bosque que más se utiliza para la extracción del recurso es el tacotal, por ser el más accesible y de mayor productividad. El precio promedio que alcanza el kilogramo de leña en el lugar de extracción es de C\$ 0.37 y C\$ 1.87 el kilogramo de carbón vegetal. En las ciudades estos valores se incrementan a C\$ 1.31/ Kg y C\$ 4.60 / Kg, respectivamente.

Existen diferencias en cuanto a las especies empleadas en las ciudades de las distintas regiones del país, en cuanto a especies y formas de comercializar la leña.

Las principales especies que se usan como leña en Nicaragua son, por orden de importancia, el quebracho, el guácimo, el cornizuelo, el madero negro, el eucalipto, el chaperno y el espino que provienen principalmente de la región pacífica de Nicaragua caracterizándose por ser un ecosistema de trópico seco a muy seco. La extracción se realiza, en la mayoría de los casos, por pequeños propietarios, que utilizan el hacha y el machete como principales herramientas de corte.

Las principales medidas de venta de leña en Nicaragua en el sector residencial son la raja y el manojo. Aunque pueden existir grandes diferencias entre el peso y las medidas de estas unidades en las distintas regiones del país, el precio es proporcional con el peso, logrando una buena correlación por kilogramo de leña. En promedio global un raja pesa 1.78 Kilogramos por unidad y un manojo compuesto generalmente por 10 rajitas pequeñas tiene un peso de 2.71 kilogramos por atado.

La calidad de la leña ofertada y usada en Nicaragua no es la óptima ya que no es homogénea en cuanto a especies y contenido de humedad, lo que genera problemas en su comercialización y contaminación atmosférica, esto último asociado a los deficientes equipos de combustión empleados.

Se estiman que existen alrededor de 230,000 personas que se dedican a la extracción de leña, de ellos aproximadamente el 75% representan micro y pequeños productores con un promedio de producción de 25 Toneladas métricas de leña al año.

El medio de transporte más utilizado en Nicaragua para la comercialización de leña es la yunta de bueyes con carreta, representando un 40.71% del total de leña transportada. Seguido por la utilización de caballos, mulas, burros equipados con albardas que representan un aproximadamente un 20%. El total de medios de transporte no motorizado representa el 69%, cabe destacar que este tipo de medios de transporte de leña es muy

difícil de controlar y monitorear porque utilizan vías alternas a las carreteras principales para entrar a las principales ciudades.

En el sector de producción del carbón vegetal encontramos que el 100% de los productores encuestados utilizan tecnologías artesanales de producción de carbón vegetal. La más común en la fosa superficial, también conocida como “Parva” que no es otra cosa que un hoyo en la tierra de dimensiones variables. Estos hoyos en la superficie de la tierra tienen una profundidad de 9 a 10 pulgadas. Generalmente, las “Parvas” o fosas artesanales tienen una dimensión de 2,5 por 3 metros. La capacidad de volumen es de 1.85 m<sup>3</sup> estéreo de leña.

La tecnología artesanal utilizada por los productores tiene rendimientos en el peso del 26.74% de producción de carbón con respecto a la leña con un porcentaje de humedad del 20 al 22%.

La formación de precios en el sistema de oferta de carbón vegetal está bien definida. Los actores están claramente identificados y una sola cadena de distribución que va desde el productor, la transportista y finalmente el expendio. El carbón vegetal al no ser un producto de consumo diario hace que la distribución directa desde el productor o el transportista sea poco probable. El precio de venta del productor al transportista es de C\$ 1.87 por cada kilogramo, el transportista lo vende en C\$ 2.60/Kg., y el expendio lo ofrece a C\$ 4.60 / Kg., al consumidor final.

La realización de estas indagaciones en el sector de la oferta, en general, permitió romper algunos mitos y paradigmas que se tenían sobre el sector, lo que permitirá orientar de mejor manera las políticas y estrategias del sector dendroenergético de Nicaragua.

También servirá de base para orientar nuevos estudios hacia la cuantificación de la oferta de leña, a través de la inclusión del tema en los nuevos censos de población y sectores económicos. Con el fin de determinar de manera más precisa el número de personas que perciben ingresos económicos por producción y venta de leña.

### **Residuos Vegetales: cascarilla de arroz, café y maní**

La oferta fue calculada en base a la producción nacional en 2006 de arroz oro, café oro y maní y al porcentaje de cascarilla en grano de cada cultivo.

La producción en 2006 de arroz, café y maní oro fue en millones de quintales de 4.47, 1.2 y 2.3 respectivamente.

Los resultados de la encuesta indicaron que el porcentaje de cascarilla en grano oro es de 18% para el arroz, 21% para el café y 22% para el maní.

Con los datos anteriores la oferta nacional de cascarilla durante el año 2006, se estimó en miles de quintales en 804.54 para arroz, 252 para café y 506 para maní.

## **b. Residencial**

La Encuesta Nacional de Leña en el sector residencial se llevó a cabo a partir de una metodología diseñada para estimar con la mejor precisión posible los consumos de leña, carbón vegetal y residuos agrícolas en los hogares del país y establecer un procedimiento que, sin que se requiera repetir las encuestas, permita la actualización de los resultados para algunos años posteriores al año en que se realizó la encuesta así como la revisión de las series históricas de consumos de estos productos energéticos. Para esto, se formuló un modelo de cálculo constituido por dos tipos de estimadores, dependiendo de la forma en que se obtienen y pueden ser actualizados cada año. El primer tipo corresponde a estimadores que se obtienen directamente de encuestas en los hogares para identificar la forma en que se utilizan los combustibles para cocción, se miden las cantidades que se consumen y se registran las características que pueden incidir en mayores o menores consumos de combustibles. Estos estimadores solo pueden ser determinados por medio de encuestas especializadas como la encuesta nacional de leña, que se realizan muy ocasionalmente, por lo que se definen a tal nivel que sean estadísticamente invariables durante varios años. El segundo tipo corresponde a estimadores demográficos que se obtienen de publicaciones de instituciones encargadas de los censos y encuestas sociodemográficas y que proporcionan información sobre el número de hogares, su crecimiento en el tiempo y su distribución en el universo según distintas características de interés para el estudio.

**Características Demográficas.** Con base en los resultados del censo de población 2005 y anteriores se establecieron las características demográficas requeridas por los modelos desarrollados para calcular los consumos nacionales de biomasa en el año 2006 y para la revisión de la serie histórica desde 1970. La población en 2005 fue de 5,142,098 habitantes, con un crecimiento promedio anual desde 1995 de 1.68%. El 55.92% habitaba en viviendas urbanas y el 44.08% en viviendas rurales, con un crecimiento de 1.95% para la población urbana frente al 1.33% para la población rural. En cuanto a los hogares, en 2005, el 58.7% residía en el área urbana y el 41.3% en el área rural, con un crecimiento del 2.72% y del 2.60% respectivamente.

**Tamaño de los Hogares.** El tamaño promedio de los hogares difiere según sea que el hogar resida en el área urbana o en el área rural y se ha reducido en la última década a una tasa promedio del 2.7%. En 2005, el tamaño medio de los hogares era de 4.91 personas por hogar. Para el año 2006 se estima un promedio de 4.86 para todo el país, 4.64 para el área urbana y 5.17 para el área rural.

**Estrato Socioeconómico.** A partir de las características de las viviendas y las condiciones socioeconómicas de las personas, se asignó a cada hogar un nivel o estrato socioeconómico con base en los valores de ocho factores cuya suma puede variar entre cero y cien. Para los hogares que la suma está entre 0 y 60 se les asigna BAJO como nivel socioeconómico, entre 60 y 85 MEDIO y más de 85 ALTO.

**Combustible para Cocinar.** Se definen tres categorías para el uso de los combustibles para cocinar en los hogares, con base en el número de personas-comida que se preparan con cada fuente de energía en una semana: Único si todas las comidas se preparan con un solo

combustible. Primario, es el combustible con el que se prepara el mayor número de comidas, cuando se utiliza más de un combustible. Secundario, es el combustible que se utiliza para cocinar pero con el cual no se prepara el mayor número de comidas.

El Censo 2005 registró en las viviendas el combustible que se utilizaba principalmente para cocinar, por lo que los resultados sobre esta variable, en términos de las categorías descritas, corresponderán al uso de combustibles como único o primario.

La mayor parte de los hogares (72.6%) utiliza un solo combustible para cocinar. En los hogares rurales el 89% utiliza un solo combustible frente al 61% en el área urbana. Respecto del nivel socioeconómico, la proporción de hogares que utilizan un solo combustible es el 87.5% en el estrato Bajo, 68% en el medio y 69.9% en el Alto.

Se identificó el uso de leña (LE), gas licuado (GL), carbón vegetal (CV), electricidad (EE), residuos vegetales (RV), kerosén (KR) y ripio (RP) como los energéticos utilizados para la cocción de alimentos. Para los hogares que utilizan un solo combustible para cocinar, la fuente de energía de mayor participación es la leña con un 71.6%, seguido por el gas licuado con el 26.9%. El kerosén que hace algunos años tenía una participación importante presenta un uso marginal en la cocción de alimentos. Según el nivel socioeconómico, existe una alta preferencia por el gas licuado en el estrato Alto en tanto que los hogares del estrato Bajo utilizan en su gran mayoría la leña.

Para los hogares que utilizan más de un combustible para cocinar, el gas licuado es la fuente de energía más utilizada como combustible primario. En el área urbana, el 77.3% utilizan gas licuado en tanto que el 19.6% utilizan la leña. Para el área rural, el 35.2% utilizan gas licuado y el 60.7% leña.

**Número de Comidas al Día.** En la casi totalidad de los hogares se observó que se hacen 3 comidas o preparaciones por día, correspondientes al desayuno, almuerzo y cena, siendo muy reducidos los casos en que no se preparara una o más de las tres comidas.

**Personas Comida por Preparación.** El número de personas-comida (pc) por cada preparación o comida, corresponde en promedio con el tamaño del hogar. A nivel nacional se obtiene un promedio de 5.19 pc por preparación, en tanto que para el área urbana el promedio es de 5.08 y en el área rural 5.33.

### **Consumo de Leña**

**Uso de Leña en los Hogares.** La leña es el principal combustible que se utiliza para la cocción en el sector residencial. El 52% de los hogares utilizan leña como único combustible, el 7.2% como combustible primario y el 16.1% como secundario, en consecuencia, el 75.3% de la totalidad de hogares del país utiliza leña para cocinar sea como único, primario o secundario.

Respecto del nivel socioeconómico, los hogares que consumen un solo combustible prefieren combustibles distintos de la leña si el hogar es de un estrato alto. Para los hogares que cocinan con más de un combustible, es menor el número de hogares que utilizan leña como combustible primario y en la medida que se incrementa el nivel socioeconómico,

disminuye la proporción de hogares que la consumen. Este comportamiento podría estar relacionado con la facilidad de acceso y capacidad económica de los hogares para adquirir otros combustibles, de modo que al contar con tales condiciones se preferiría no utilizar leña.

**Número de Preparaciones con Leña.** El número de comidas o preparaciones que se hacen con un combustible no depende en sí del combustible que se consume sino de la condición de utilizarlo como único, primario o secundario. Los hogares que la utilizan como único combustible preparan 3 comidas por día con leña, los que la utilizan como primario 1.84 y como secundario 0.48 preparaciones con leña por día.

**Personas Comida por Preparación con Leña.** El número promedio de personas-comida que se hace por cada preparación con leña (PCPRLE) depende fundamentalmente del tamaño del hogar y a partir de los resultados de la encuesta se representa por la siguiente ecuación, donde  $k$  representa el tamaño del hogar:

$$S(k) = -0.04345 + 1.001614k$$

**Consumo Específico de Leña por Persona Comida.** El consumo de leña por persona comida depende principalmente del número de personas comida que se hace en cada preparación (PCPRLE). Por el concepto de economía de escala se plantea que al aumentar el número de PCPRLE, es menor el consumo específico de leña por cada persona comida y por análisis de regresión se estableció que esta variable depende de la categoría de uso de la leña

**Estimación del Consumo Nacional de Leña.** A partir de los resultados de análisis estadístico y las consideraciones de los puntos anteriores, se estableció el modelo para el cálculo del consumo nacional de leña para un año dado. El resultado de la aplicación del modelo para el año 2006, indica un consumo de 2619.6 miles de toneladas de leña donde 946.3 miles de toneladas corresponde al sector urbano y 1673.3 miles de toneladas al sector rural.

**Sustentabilidad del Modelo.** La metodología propuesta y el modelo obtenido se diseñaron de forma que sean aplicables a largo plazo y en lo posible permitan revisar las series históricas sobre esta información, en la medida que se disponga de la información demográfica adecuada que requiere el modelo y se mantengan válidos los estimadores del consumo específico, el número de preparaciones por día con leña y la función del número de personas comida por cada preparación según tamaño del hogar.

**Análisis Comparativo de Resultados Según BEN y la Encuesta Nacional de Leña.** La estimación del consumo nacional de leña para años distintos al que se realizó la encuesta (2006), se puede realizar en forma apropiada utilizando el modelo desarrollado, los resultados de la Encuesta Nacional de Leña e información demográfica adecuada obtenida de los censos y encuestas oficiales sobre demografía.

Al comparar los resultados obtenidos por el BEN y la Encuesta Nacional de Leña, se determinó que el consumo de leña estimado por el BEN es mayor que el estimado con el

modelo entre un 22% y un 47% debido fundamentalmente a que el BEN utilizó información demográfica sin actualizar y no se conoce la forma en que puede variar el consumo específico de leña por habitante, por lo que se utiliza un valor constante sin diferenciar la forma en que se utiliza este combustible.

**Estufas de Leña Utilizadas en el sector Residencial.** La estufa más difundida es la de fogón tipo U, que la utiliza el 65.2% de los hogares que consumen leña, en tanto que los hogares que utilizan el fogón de tres piedras representan el 25.1%. Managua es el departamento que tiene menor participación este tipo de estufa y en el que el fogón de tres piedras tiene la mayor participación. Los hogares que utilizan estufas eficientes no superan el 5.2%.

**Ubicación de la Estufa de Leña y Características de la Chimenea.** El 62% de las estufas de leña están ubicadas fuera de la vivienda, siendo esta proporción mayor en el área urbana (75.1%) que en el área rural (50.5%). Solo el 6.4% de las estufas de leña cuenta con chimenea, de las cuales el 84.7% está por encima de la altura de la vivienda.

**Formas de Acceso a la Leña.** En términos del total de hogares que utilizan leña para cocinar, el 54% la compra, el 45% la recolecta y el 1.5% la compra y la recolecta. Más del 80% de los hogares urbanos que consumen leña la adquieren por compra.

**Persona del Hogar que Recolecta la Leña.** En el 80% de los hogares que recolectan leña, los hombres adultos están a cargo de esta actividad; la mujer recolecta la leña en el 17% de los hogares y los niños en el 2.5%. En los departamentos se mantienen estas proporciones, con excepción del área urbana de Masaya en donde los hogares en que la mujer recolecta la leña son el 51% del total de hogares urbanos que recolectan leña.

**Medios de Transporte de la Leña Recolectada.** La carga de hombre es el principal medio de transporte de la leña recolectada; el 64.8% de los hogares que recolectan leña utilizan este medio, en tanto que el 18.8 utilizan la carga de mujer y el 3.9% la carga de niño. El 11.7% de los hogares se ayuda en el transporte con bestia, carreta o camión, este último solo en el 0.7% de los hogares.

**Origen de la Leña Recolectada.** El 59% de los hogares del país recolectan la leña en terrenos de su propiedad, en general en los que está ubicada la vivienda, en tanto que el 35.8% la recolecta en tierras vecinas que no son de su propiedad. Los hogares que la recolectan en otros tipos de origen representan el 5.1% a nivel nacional.

**Obtención de leña Recolectada.** Los hogares que recolectan leña la obtienen principalmente recogiendo del suelo 62.1% o cortando ramas de los árboles 41.1%, en tanto que el 9.2% cortan árboles. Esta característica es similar al considerar el área de residencia, en tanto que respecto del nivel socioeconómico, el porcentaje de hogares que cortan árboles es mayor si el estrato aumenta.

**Tipo de Terreno en que se Recoge la Leña.** En general los hogares indicaron un solo tipo de terreno, siendo el más utilizado el monte por un 59.3% de los hogares. A nivel de área

de residencia y estrato socioeconómico se observa el mismo comportamiento, siendo en general el segundo tipo de terreno más frecuente el potrero.

**Distancia para Recoger la Leña y Variación Relativa.** El 45.7% de los hogares urbanos recogen la leña en distancias menores a un kilómetro y cerca del 21% deben recorrer distancias mayores a tres kilómetros. Sin embargo, la distancia para recogerla solo ha incrementado para el 12.1%. En área rural, el 61.3% de los hogares recorren menos de un kilómetro para recogerla y solo el 5.6% deben recorrer más de 3 kilómetros. Para el 83.9% de los hogares, esta distancia no ha aumentado.

**Tiempo Empleado para Recoger la Leña.** Los hogares del área urbana dedican en promedio más tiempo que los rurales para recoger la leña; más del 60% de los urbanos dedican más de 1 hora frente a 53% en el área rural. Para el 13% de los hogares urbanos se ha incrementado el tiempo de recolección frente al 15% de los hogares rurales.

**Ventajas y Desventajas del Uso de Leña según los Hogares Encuestados.** En términos generales la leña tiene más ventajas que desventajas. Da buen sabor, es rápida y segura para más del 90% de los hogares; es fácil de recolectar, se recoge rápido y cerca y es fácil de transportar, para más del 60% de los hogares, por el contrario, es cara, inaccesible y escasa para más del 60% de los hogares y es contaminante para el 94%.

**Conocimiento y Perspectivas de Uso de Estufas Mejoradas.** Las estufas mejoradas son poco utilizadas, solo el 5.2% de los hogares disponen de estufas mejoradas. Menos del 17% de los hogares las conoce, pero cerca del 80% estaría en disponibilidad de usar una estufa más eficiente que la actual y alrededor del 70% la compraría.

**Usos de la Leña en los Hogares.** El 98.6% de los hogares que consumen leña la utilizan en la preparación de una o más de las tres comidas diarias, siendo su uso en otras preparaciones ocasionales o en iluminación poco significativa.

**Consumo de Carbón Vegetal.** El consumo de carbón vegetal en el país es reducido y está concentrado principalmente en las Regiones Autónomas y Managua.

Según el Censo 2005, el 0.59% de los hogares consumen carbón vegetal, 0.82% en el área urbana y 0.26% de los hogares rurales. Para el año 2005, 6184 hogares consumieron carbón vegetal, de los cuales el 81% está en Managua y las Regiones Autónomas, siendo estos hogares que lo utilizaron como único o primario, por lo que existe un número adicional de hogares que lo utilizan como combustible secundario o en forma ocasional.

**Uso de Carbón en los Hogares.** Se utiliza principalmente como secundario: el 59% en el área urbana y el 77% en el área rural. Como único solo se utiliza en las regiones autónomas.

**Número de Preparaciones con Carbón.** El número de preparaciones con carbón por día según categoría de uso es de 3 para único, 1.58 para primario y 0.22 para secundario, valores que constituyen la función  $v(j)$  en el modelo de consumo para carbón vegetal.

**Personas Comida por Preparación con Carbón.** El número promedio de personas-comida que se hace por cada preparación con carbón (PCPRCV), depende fundamentalmente del tamaño del hogar y se determinó que se representa por la siguiente función:

$$s(k) = 0.166 + 0.954*k$$

**Consumo Específico de Carbón por Persona Comida.** De acuerdo con lo indicado en el planteamiento de la metodología general, se determinó que el consumo específico de carbón se reduce al aumentar el número de PCPRCV y por análisis de regresión se obtuvo la siguiente ecuación para su estimación:

$$ce(s) = Ae^{Bs} \quad A=0.3225 \quad B=-0.05748$$

**Estimación del Consumo Nacional de Carbón.** A partir del análisis y las consideraciones de los puntos anteriores se establece el modelo para el cálculo del consumo nacional de carbón vegetal para un año dado. El resultado de la aplicación del modelo para el año 2006, dio como resultado un consumo anual de 10115.5 toneladas de carbón consumidas para cocción en los hogares donde 8052.8 toneladas corresponde al consumo urbano y 2062.7 toneladas al consumo rural.

**Sustentabilidad del Modelo de Carbón Vegetal.** El modelo obtenido para el cálculo del consumo nacional de carbón se basa en los mismos planteamientos metodológicos y principios conceptuales para el modelo de leña por lo que las consideraciones de sustentabilidad determinados para la leña le son igualmente aplicables.

#### **Análisis Comparativo de Resultados Según BEN y la Encuesta Nacional de Leña.**

Según el BEN, entre 2000 y 2005, el consumo de carbón se ha reducido a una tasa promedio anual de 18%, en tanto que el modelo identifica una reducción del 0.29%. El consumo total de carbón que se obtiene con el modelo es más de dos veces el que se obtiene en el BEN para el 2000 y es cerca de cinco veces el de 2005.

**Estufas de Carbón Utilizadas en el sector Residencial.** Los hogares que consumen carbón utilizan principalmente estufas de lámina (52%), en tanto que de los otros tipos de estufas el más utilizado es la estufa mejorada por el 13.8% de los hogares.

**Ubicación de la Estufa de Carbón y Características de la Chimenea.** El 75% de las estufas de carbón se utilizan fuera de la vivienda y el 97% no tiene chimenea. Considerando el nivel socioeconómico, en los estratos alto y medio más del 90% de los hogares la utiliza fuera de la vivienda en tanto que para los hogares del estrato bajo, el 50.8% la utiliza en el interior y el 49.2% fuera de la vivienda.

**Ventajas y Desventajas del Uso de Carbón según los Hogares Encuestados.** En términos generales para todos los hogares el uso de carbón tiene más ventajas que desventajas. La desventaja más importante es que produce humo en opinión del 53.4% de los hogares. Así mismo la totalidad de los hogares rurales opina que el carbón es escaso.

**Usos del Carbón en los Hogares.** El carbón se utiliza fundamentalmente para la preparación de una o más de las comidas diarias en el 80.7 % de los hogares que lo consumen., en tanto que el 18.7% lo utiliza para preparar asados en forma ocasional.

### **Residuos Vegetales, Ripio y Bagazo**

La participación de los hogares que utilizan estos combustibles es muy reducida en el país así como su representatividad en la muestra. Para los casos de Residuos Vegetales (RV), Ripio (RP) y Bagazo (BG), sus participaciones individuales no superan 0.3%, excepto el ripio como secundario.

La distribución de hogares por combustible para cocinar, según el Censo 2005, no identifica estos combustibles en forma específica, por lo que se asume que están incluidos en el rubro Otro, que tiene una participación del 0.08% que equivale a 842 hogares.

Por su baja participación y dada la información del universo, se consideran estos combustibles en conjunto, como una sola clase de fuente de energía, para la cual se determinó un consumo específico de 2.08 Kg./Hab.-día lo que da un consumo de 3,805 toneladas de residuos que incluyen residuos agrícolas, ripio y bagazo.

### **Sustitución de Combustibles para Cocinar.**

**Tipos de Sustitución que se hicieron.** El 93% de los hogares no han cambiado de combustible para cocinar en los últimos cinco años. Es mayor el porcentaje de sustitución al aumentar el estrato socioeconómico. La sustitución más común fue leña por gas licuado en el 87.5% de los casos que sustituyeron el combustible anterior. Por esta razón, el combustible más sustituido fue la leña, y el principal combustible sustituto el gas licuado. 2.5% sustituyeron el combustible anterior por electricidad. De los hogares que sustituyeron leña por gas licuado, el 87.7% fueron hogares urbanos.

**Motivos por los que se Sustituyó el Combustible Anterior.** Los hogares que cambiaron de leña a electricidad lo hicieron principalmente para proteger la salud, por disponibilidad y comodidad. Los que cambiaron de Leña a gas licuado principalmente por que es más barato, seguido por salud y disponibilidad. De leña a carbón por que da mejor sabor a las comidas. De gas licuado a electricidad por que esta es más barata y de kerosén a gas licuado también por precio.

**Motivos por los que no se Sustituyó el Combustible Actual.** Para todos los hogares que no sustituyeron, los principales motivos para continuar utilizando el combustible actual son el precio y la disponibilidad.

**Perspectivas de Sustitución.** El 80% de los hogares no cambiaría el combustible actual. Del 20% restante, el 92.6% cambiaría la leña por gas licuado. En proporción muy inferior se desearían otros cambios, siendo el de leña por kerosén el más importante, seguido de leña por electricidad.

**Motivos por los que se Sustituiría el Combustible Actual.** El tipo de sustitución que tienen en perspectiva el mayor porcentaje de los hogares es de leña a gas licuado, siendo el principal motivo el cuidado de la salud, 65.3%; el 26.4% lo haría por comodidad. Estos porcentajes son similares por área de residencia y estrato socioeconómico.

**Motivos por los que no se Sustituiría el Combustible Actual.** El principal motivo para no sustituir el combustible actual es el precio con un 44% seguido por la disponibilidad con el 29.5% y la comodidad con el 12.2%. La leña no se cambiaría porque es más barata que otros combustibles, según el 54.3% de los hogares y porque es más cómoda para el 34.2%. Así mismo, son estos los principales motivos para los hogares que utilizan carbón, electricidad, gas licuado y ripio.

**Combinación de Combustibles para Cocción.** Los hogares que utilizan leña la utilizan principalmente como único combustible y los que la utilizan como primario la complementan principalmente con gas licuado. El gas licuado es también el principal complemento o combustible secundario para carbón y electricidad. Por su parte, el principal complemento del gas licuado es la leña, seguido por el carbón.

### **Revisión de la Serie Histórica de Consumos de Biomasa en el Sector Residencial**

**Canasta Energética del Sector Residencial.** A partir de los resultados obtenidos se actualiza la matriz energética residencial para el año 2005, que de acuerdo con los ajustes indicados se reduce en cerca del 30%, al pasar de 1469.8 Ktep a 1031.68 Ktep y la participación de la leña en el sector residencial disminuye de 94.15% a 90.78%.

**Revisión de la Serie Histórica de Consumo de Leña.** Con el modelo desarrollado se calcularon los consumos de leña para la serie histórica 1970 – 2006, estimando por interpolación entre los censos y encuestas realizadas por el INEC las variables demográficas requeridas. Los consumos de leña calculados de esta forma coinciden con las estimaciones del BEN entre 1970 y 1991, siendo para este último de 2'329,000 toneladas. Sin embargo, a partir de este año los resultados del BEN tienen un crecimiento mayor a los determinados por el modelo de forma que para 2005 la estimación del BEN alcanza un consumo de 3'844,000 toneladas frente a 2'602,000 toneladas según el modelo. El análisis realizado sobre estos resultados permitió establecer la consistencia de las estimaciones obtenidas con el modelo y establecer que la sobre valoración del BEN se debe a la falta de actualización del consumo específico y de las variables demográficas.

**Revisión de la Serie Histórica de Consumo de Carbón.** El consumo de carbón vegetal que estima el BEN es significativamente menor que el obtenido con el modelo desarrollado en este estudio. Para 1970 el BEN estima un consumo de 2,000 toneladas, frente a 5,008 del modelo. En los dos casos se establece que hasta mediados de los años 90 crece el consumo total de carbón y a partir de entonces se reduce alcanzando en 2005 un consumo de 2,100 toneladas según el BEN frente a 10,157 toneladas según el modelo. Esta alta diferencia se debe principalmente a la identificación de los consumos de carbón vegetal como combustible secundario principalmente en el área urbana.

**Revisión de la Serie Histórica de Consumo de Residuos Vegetales.** El BEN no presenta estadísticas de consumo de residuos vegetales en el sector residencial, sin embargo, la Encuesta Nacional de Leña identificó su uso y consumo en cocción y de las estadísticas de encuestas y censos se establece el porcentaje de hogares que los consumen para cada año. A partir de los resultados se estimaron los consumos para la serie histórica de balances de energía correspondiendo para el año 2006 un consumo de 3,680 toneladas de residuos vegetales en el sector residencial.

## Conclusiones

El planteamiento conceptual así como la metodología determinada para el cálculo del consumo nacional de combustibles en el sector residencial, en especial para los derivados de la biomasa, que principalmente se utilizan para cocinar, es el más adecuado dadas las condiciones de disponibilidad de información y posibilidades de llevar a cabo encuestas residenciales sobre consumo de combustibles.

Los estimadores que hacen parte de los modelos de consumo de leña y carbón vegetal, que se determinaron con la encuesta, como consumo específico de combustible y número de preparaciones diarias promedio con cada combustible por categoría de uso según único, primario o secundario, se definieron de forma que su comportamiento y valores no se vean afectados por las variaciones naturales de la población.

La clasificación del uso de combustibles por categorías como único, primario y secundario establece importantes diferencias entre las características de los consumidores y permite complementar las participaciones que se obtienen del censo, que solo considera los usos como único y primario.

Los modelos sistematizados para el cálculo del consumo de leña y carbón, constituyen una herramienta práctica para el mantenimiento de la información estadística de estos energéticos; son garantía de que la metodología sea homogénea, de que los resultados sean consistentes con el crecimiento de la población y las variaciones que se presenten en el número de consumidores y se mantenga a futuro los mismos principios conceptuales; además, facilitarán la incorporación de los resultados al Sistema de Información Energética, con mayor desagregación que la obtenida en años anteriores.

La leña es el principal combustible utilizado para cocción en el sector residencial pero su participación se ha reducido especialmente en el área urbana por la penetración del gas licuado. Teniendo en cuenta que es mayor la tasa de crecimiento de los hogares urbanos que de los rurales, se esperaría para los próximos años que se reduzca la participación de la leña respecto de los demás combustibles que se utilizan en el sector residencial.

Los residuos vegetales, carbón vegetal y kerosén se utilizan marginalmente en el sector residencial y su tendencia para los próximos años es de seguir reduciendo su participación, con excepciones departamentales como es el caso del carbón vegetal en Managua y las regiones autónomas.

El uso de estufas eficientes tanto para leña como para carbón es muy reducido y no se conocen en la mayoría de hogares, no obstante los programas de desarrollo y difusión que

se han llevado a cabo. Dada la participación de leña en la canasta energética residencial, una mayor utilización de estufas eficientes redundará en un mejor aprovechamiento de la biomasa.

La mayor parte de los consumidores de leña la adquieren por compra. Los hogares en que se recoge la leña mantienen en los últimos años facilidad de acceso en las cercanías de la vivienda y en general dedican menos de una hora al día de una persona para recolectarla.

Más del 90% de los hogares que consumen leña no ha cambiado de combustible en los últimos 5 años y cerca del 80% de estos no tiene perspectivas de hacerlo, principalmente porque la consideran un combustible barato y disponible. Los hogares que sustituyeron la leña en los últimos cinco años lo hicieron en su gran mayoría por gas licuado y, los que tienen perspectivas de sustituirla, cerca del 20%, lo harían principalmente por gas licuado.

El gas licuado es la alternativa más importante para la sustitución de la leña y será la opción que tomarán los hogares urbanos que dispongan de medios para el cambio de estufa o para los que la leña se convierta en un combustible de difícil acceso, no adecuado para la salud y no proporcione las condiciones de comodidad que tienen los combustibles comerciales.

Se estableció la necesidad de realizar en el corto plazo un estudio de oferta y demanda de gas licuado en el sector residencial, que permita determinar los consumos reales de este combustible, las características de su suministro y distribución, las expectativas de sustitución y las perspectivas de crecimiento de la demanda.

Los residuos vegetales, ripio y bagazo son un potencial de recursos naturales que se aprovechan marginalmente con fines energéticos y su participación en la matriz energética residencial es muy reducida. Esta participación podría mantenerse en los mismos niveles actuales en los próximos años, a menos que se decida por promover su aprovechamiento como parte de una política de reducción de la presión sobre los bosques y la protección del medio ambiente.

### c. Sectores Económicos

**Cantidad de Establecimientos.** El total de establecimientos encuestados fue de 902. También se realizaron indagaciones en los sectores donde no se contó con un universo de establecimientos y por lo tanto no se estableció una muestra, estos sectores son la producción de Quesillos, la Matanza de Cerdos y los Comedores Institucionales.

**Formato de Encuesta.** El formato de encuesta permitió obtener la información pertinente para poder calcular las variables más importantes como son, las fuentes energéticas utilizadas, los consumos específicos de biomasa por unidad de producción, el origen y los precios de compra de la biomasa, los volúmenes de producción<sup>1</sup>, las especies de leña utilizadas. De igual manera, permitió conocer los equipos y tecnologías que se utilizan y las perspectivas en el uso y consumo de la biomasa y modernización tecnológica.

---

<sup>1</sup> En Nicaragua no se tienen estadísticas de los volúmenes de producción de las actividades estudiadas a excepción de la producción de arroz, café, maní, tabaco y caña de azúcar.

**Especies de Leña utilizadas.** Las especies de leña que más utilizan en el sector Industrial estudiado son el Guanacaste, el Guásimo y el Quebracho y en el sector Restaurantes y Comiderías, el Madero.

**Proveedores de Leña.** Todas las actividades excepto los Beneficios de Arroz y de Café, compran a Leñadores. Transportistas, Fiqueros y Acopiadores, son proveedores que también suministran leña a la mayoría de las actividades estudiadas.

**Compra, Recolección y Precio de la Leña.** En promedio, el 79% de los establecimientos compran la leña y el 21% la recolectan. En el sector Industrial, los Precios de Compra de la Leña oscilan entre 0.28 – 1.75 C\$/kg., para un promedio de 1.33 C\$/kg., donde el precio más barato corresponde al que compran los Trapiches y el más caro corresponde al que compran las Tortillerías. En el sector Comercio y Servicios, el precio promedio de compra en las Comiderías es de 1.59 C\$/kg, en los Restaurantes es de 0.67 C\$/kg., y en los Hoteles es de 1.28 C\$/kg.

**Tecnologías.** En el sector Industrial, entre el 64% - 100% utilizan tecnologías artesanales donde el porcentaje menor corresponde a los Trapiches y el porcentaje mayor a las Caleras. Entre el 10% y 36% utilizan tecnologías mejoradas donde el porcentaje menor corresponde a las Ladrilleras y el porcentaje mayor a los Trapiches. Solo las tortillerías utilizan en 3% cocinas industriales.

Entre el 50% - 70% de los Beneficios de Arroz, Café y Maní, utiliza Patios para secar el grano y entre el 23% - 50% utiliza Secadores Industriales.

La tecnología más utilizada para el secado de tabaco son las Casas de Secado con 84%, el 16% restante utilizan secadores industriales.

Las Comiderías utilizan en 72% Estufas Artesanales, donde la mayoría son del tipo Cocineros de concreto, Fogones o Fogonero y Estufas de Rin en menor medida. Los restaurantes utilizan en porcentajes iguales el Horno/Estufa Artesanal y el Horno/Estufa Industrial. Los Hoteles utilizan el Horno/Estufa Industrial con el 52.38% seguido del Horno/Estufa Artesanal con el 38.10%.

**Consumo Final de Biomasa.** Para el cálculo del Consumo Final en este sector, se utilizó como estimador el Consumo Específico de Biomasa, el volumen de producción y el universo de establecimientos existentes. Datos resultante de las encuestas, como la cantidad de días de operación mensual, de meses de operación anual y la participación de las fuentes energética en cada actividad, permitieron hacer las estimaciones anuales de consumo.

La siguiente tabla resume la cantidad de establecimientos encuestados/indagados por actividad, las fuentes energéticas utilizadas y el consumo específico de biomasa:

Actividad	Fuente Energética de Biomasa	Consumo Específico	Actividad	Fuente Energética de Biomasa	Consumo Específico
Ladrilleras	Leña (kg/ladrillo)	0.508	Tortillerías	Leña (kg/qq maíz)	135.983
	Leña (kg/teja)	0.356		Carbón Vegetal (kg/qq)	53.16
	Cascarilla de Café (kg/ladrillo)	0.795	Quesilleras	Leña (kg/lb queso)	2.52
	Ripio (kg/ladrillo)	0.259	Secado de Arroz	Leña (qq/qq)	0.0003
	Aserrín (kg/ladrillo)	0.547		Cascarilla de Arroz (qq/qq)	0.162
Caleras	Leña (kg/qq cal)	19.917	Secado de Café	Cascarilla de Café (qq/qq)	0.135
	Aserrín (kg/qq cal)	32.724		Leña (qq/qq)	0.199
Alfarerías	Leña (kg/pieza)	2.92	Secado de Tabaco	Carbón Vegetal (kg/qq)	17.33
	Cascarilla de café (kg/pieza)	1.402	Comiderías	Leña (kg/plato)	2.34
	Ripio de Pino (kg/pieza)	0.271		Carbón Vegetal (kg/plato)	0.397
Rosquillerías	Leña (kg/qq maíz)	168.49	Restaurantes	Leña (kg/plato)	1.52
Dulcerías	Leña (kg/qq azúcar)	141.36		Carbón Vegetal (kg/plato)	0.53
Trapiches	Leña (kg/atado)	4.896	Comedores	Leña (kg/plato)	0.34
	Bagazo de Caña (kg/atado)	16.779		Carbón Vegetal (kg/plato)	0.028
Panaderías	Leña (kg/qq harina)	48.06	Hoteles	Leña (kg/plato)	0.937
	Ripio (kg/qq harina)	106.11		Carbón Vegetal (kg/plato)	0.22
Destace de cerdos	Leña (kg/cerdo/mes)	7.182			

La fuente del universo de establecimientos proviene de dos años diferentes, estimado 2006 para Comedores, Destace de Cerdos y Quesilleras y 2002 para el resto de actividades. Los volúmenes de producción también fueron estimados para las PYME en base a los resultados de la encuesta dado que no hay estadísticas a nivel nacional en el país. En base a lo anterior, el indicador de Consumo Específico calculado no es utilizado para realizar la expansión necesaria para obtener el consumo final de biomasa 2006, salvo para el caso de Secado de Arroz, de Café y de Tabaco. Este indicador debe utilizarse una vez se tenga información sistemática anual de la producción nacional y del universo de las actividades en estudio.

Por tal razón se utiliza como indicador de expansión, la Intensidad Energética en TEP/10<sup>6</sup> US\$ PIB para todas las actividades estudiadas excepto para secado de arroz, de café y de tabaco cuyo indicador es el Consumo Específico en 10<sup>3</sup> TEP/10<sup>6</sup> qq. Las tablas a continuación, presentan este indicador:

### Intensidad Energética (TEP/10<sup>6</sup> US\$ PIB)

Actividad	Leña	Cascarilla de Café	Ripios	Aserrín	Cascarilla de Arroz	Carbón Vegetal	Bagazo de Caña	Cascarilla de Maní
Ladrilleras	35.7388	1.8208	5.2833	1.1910	-	-	-	-
Caleras	2.4433	-	-	0.5885	-	-	-	-
Alfarerías	0.9118	0.0441	0.00004	-	-	-	-	-
Rosquilleras	2.8425	-	-	-	-	-	-	-
Dulcerías	1.3323	-	-	-	-	-	-	-
Trapiches	1.0061	-	-	-	-	-	21.2617	-
Panaderías	22.4748	-	0.7541	-	-	-	-	-
Tortillerías	79.2875	-	-	-	-	0.0121	-	-
Quesilleras	0.3565	-	-	-	-	-	-	-
Destace de cerdos	11.2711	-	-	-	-	-	-	-
Cemex y Cerámica Chiltepe	-	2.7136	-	-	-	-	-	-
Comiderías	92.8994	-	-	-	-	6.0038	-	-
Restaurantes	21.6364	-	-	-	-	3.2317	-	-
Comedores	0.1091	-	-	-	-	0.0402	-	-
Hoteles	0.4590	-	-	-	-	0.0368	-	-
Aceitera El Real	-	-	-	-	-	-	-	19.71

El Consumo Final de Biomasa en las actividades económicas estudiadas es de:

2006	Consumo (10 <sup>3</sup> TEP)								Total
	Leña	Cascarilla de Café	Ripios	Aserrín	Cascarilla de Arroz	Carbón Vegetal	Bagazo de Caña	Cascarilla de Maní	
Ladrilleras	12.767	0.650	1.887	0.425					15.731
Caleras	0.873			0.210					1.083
Alfarerías	0.326	0.016	0.0000160						0.341
Rosquilleras	1.015								1.015
Dulcerías	0.476								0.476
Trapiches	0.359						0.049		0.408
Panaderías	8.029		0.269						8.298
Tortillerías	28.325					0.0043			28.329
Quesilleras	0.127								0.127
Secado de Arroz	0.020				12.8711				12.891
Secado de Café	3.478	2.945							6.423
Secado de Tabaco						0.0281			0.028
Comiderías	29.53					1.908			31.438
Restaurantes	6.88					1.027			7.905
Comedores	0.03					0.013			0.047
Hoteles	0.15					0.012			0.158
Destace de cerdos	4.026								4.026
Cemex y Cerámica Chiltepe		0.969							0.969
Aceitera El Real								7.041	7.041
<b>TOTAL</b>	<b>96.409</b>	<b>4.581</b>	<b>2.157</b>	<b>0.636</b>	<b>12.871</b>	<b>2.993</b>	<b>0.049</b>	<b>7.041</b>	<b>126.736</b>

**Ingenios Azucareros.** En Nicaragua operan cuatro (4) ingenios y todos cogeneran. Dos de ellos inyectan energía eléctrica a la red nacional con casi la misma participación. Uno de los ingenios que inyecta energía a la red nacional también compra aunque en pequeñas cantidades. Todos los ingenios generan electricidad quemando Bagazo de Caña y tres de ellos utilizan también Leña para generación.

**Biodigestores.** Se investigó el estado actual de casi 200 biodigestores construidos antes de 2005 de los cuales solo un 8% funciona. En 2005 fueron construidos 31 biodigestores los cuales están en funcionamiento. La mayor parte de los biodigestores inactivos se debe a la

falta de mantenimiento, deterioro o destrucción de alguno de sus componentes, abandonados, dañados por deslizamiento de tierras o desmantelados. Los biodigestores fueron instalados en Rastros Municipales, fincas pequeñas y haciendas de café. La mayoría de los que están activos se ubican en haciendas de café y algunas fincas pequeñas. La fuente de abastecimiento más utilizada es el estiércol de ganado y de cerdos, seguida de aguas residuales y en menor medida, aguas mieles de café y desperdicios biodegradables.

## Conclusiones

**Balance Energético Nacional:** es la primera vez que se calculan los consumos de biomasa a nivel nacional de todas y cada una de las actividades económicas. Con los resultados se obtienen los indicadores necesarios para elaborar los Balances Energéticos Anuales para los siguientes cinco (5) años. Los resultados sirven de base para la definición del Plan de Acción a implementar.

**Volúmenes de Producción.** Se han obtenido los estimados de producción de actividades industriales que podríamos llamar artesanales y de “platos de comida” en el sector de Comiderías, Restaurantes y Hoteles, información que no figura en las estadísticas y estudios consultados en las instituciones y organismos que trabajan con las mismas.

**Cantidad de Establecimientos.** La muestra encuestada fue amplia y en algunas actividades constituyó casi un censo como es el caso del Secado de Tabaco, Beneficios de Maní y Caleras.

**Especies de Leña utilizadas.** Las especies de leña más utilizadas son las que tienen un poder calorífico mayor que las menos utilizadas, comparación efectuada en base a la mediciones realizadas a una muestra de siete (7) especies.

**Precio de la Leña.** La mayor parte de los establecimientos compran la leña, los precios de compra por kilogramos guardan coherencia con los obtenidos como precio de venta en las indagaciones de la Oferta, ambos fueron calculados de manera independiente y con los resultados de las encuestas e indagaciones desarrolladas.

**Tecnologías utilizadas.** La mayor parte de las fuentes energéticas son utilizadas en tecnologías (equipos) artesanales. Salvo en las Panaderías, no es evidente que el consumo de energía sea menor en las tecnologías mejoradas respecto a las artesanales. El Secado de Tabaco es la actividad con más participación en el uso de tecnología mejorada seguido de las Tortillerías. En el sector Comercio y Servicios, esta participación es aún mayor.

**Consumo Final de Biomasa.** La Leña es el energético con mayor participación, seguido de la Cascarilla de Arroz y de la Cascarilla de Café. Las Tortillerías, las Ladrilleras y las Comiderías son las actividades de mayor consumo. Los Consumos Específicos obtenidos en las actividades de Ladrilleras, Alfarería, Panaderías y Caleras son menores que los obtenidos en estudios anteriores. En el Secado de Tabaco no se utiliza la leña, energético que se consumía hace más de 15 años según estudios anteriores. Los indicadores a utilizar para el cálculo del Consumo Final en años venideros, mientras no se actualicen, son, para el

Sector Industrial, Comercio y Servicios, la Intensidad Energética (consumo por dólar de PIB) y para el sector Agricultura, el Consumo Específico por unidad de producción.

**Ingenios Azucareros.** Los ingenios han elevado considerablemente las inyecciones de energía eléctrica a la red nacional y han eliminado prácticamente el uso de derivados del petróleo en la generación eléctrica.

**Factores de Conversión.** La encuesta recopiló una amplia variedad de unidades de medida de la leña siendo las más comunes: la raja (pequeña, mediana y grande), la carga, la carretada, el flete, la carga, la camionada y la camionetada. Una muestra de estas unidades de medida fue pesada en sitio y procesada posteriormente obteniendo los resultados a continuación:

Unidad de Medida	Peso Kg. promedio	Unidad de Medida	Peso Kg. promedio
<b>LEÑA</b>		<b>LEÑA</b>	
Raja Pequeña	1.23	Ramas Rollizas	1.06
Raja Mediana	1.63	Ramas	0.60
Raja Grande	2.03	Carretón de mano	98.50
Manejo	24.02	Saco de Ripios	28.67
Camionada	2122.17	<b>CARBÓN VEGETAL</b>	
Camioneta	244.19	Bolsa Pequeña	1.22
Carga	43.06	Bolsa Mediana	1.99
Carretada	430.22	Bolsa Grande	2.67
Flete	690.38	Lata	5
Marca	365.89	Saco	25.40
Palo Pequeño	0.47	<b>OTROS</b>	
Palo Mediano	2.61	Aserrín Saco	17.67
Palo Grande	2.66	Saco astillas (madero)	18.18
Tercio	8.62		

**Poder Calorífico.** Una muestra de especies de leña, de cascarilla de arroz, café y maní, de aserrín, de carbón vegetal y de briquetas de arroz, fue sometida a pruebas en laboratorio para determinar su poder calorífico. En el caso del Bagazo de Caña se utilizó el valor suministrado por el ingenio Cassur.

Energético	Poder Calorífico (kcal/kg)
Guásimo	3140.03
Quebracho	2979.03
Madero	2988.49
Guanacaste	3707.92
Pino	2726.75
Tigüilote	2981.88
Guabo	2265.86
Cascarilla de Arroz	3910.68
Cascarilla de Café	4000.00



Informe Final  
Resumen Ejecutivo  
Encuesta Nacional de Leña

---

Cascarilla de Maní	3585.44
Briqueta de Arroz	2157.22
Aserrín	3799.95
Bagazo de Caña	1788.16
Carbón Vegetal	3866.96

**Tabla de Equivalencias.** Las equivalencias utilizadas son:

- 1 Teracaloría (Tcal) = 100 Toneladas Equivalentes de Petróleo
- 1 Kilocaloría (Kcal) =  $10^9$  Tcal = 3.953 BTU
- 1 quintal = 45.45 kilogramos

#### IV. TAREA D: PROGRAMA NACIONAL DE BIOMASA

El Programa Nacional de Biomasa se ha estructurado de la siguiente manera:

##### ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

<b>Niveles</b>	<b>Contenido</b>	<b>Estructura</b>
Primer Nivel: Políticas Nacionales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Políticas relativas a la información</li><li>• Políticas relativas a la información</li><li>• Políticas de uso racional</li><li>• Políticas Ambientales</li><li>• Políticas de orden regulatorio e institucional</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diagnóstico</li><li>• Formulación</li><li>• Objetivo General</li><li>• Objetivos Específicos</li></ul>
Segundo Nivel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oferta</li><li>• Transformación</li><li>• Consumo Final: Sector Económico, Residencial</li><li>• Ambiental</li></ul>	
Tercer Nivel	Estrategias	
Cuarto Nivel	Acciones	
Quinto Nivel	Proyectos Demostrativos	

<b>Políticas Relativas a la Información</b> Desarrollar Sistema de Información Energética en el MEM			
	<b>Formulación Política</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Acciones</b>
<b>Oferta y Transformación</b>	Mejorar Base Informativa en el conocimiento del recurso biomásico y toda la cadena de suministro	Actualizar indagaciones efectuadas en la encuesta	Actualizar cantidad y precios de leña y carbón por regiones. Determinar impactos del aprovechamiento de leña en los bosques y en los tacotales a nivel local y en la biodiversidad en ecosistemas específicos y desarrollar guías de manejo.
		Realización encuestas de seguimiento en carboneras	Pesar el cargue y descargue de los hornos. Tomar muestras de leña y carbón y analizar su poder calorífico en laboratorio.
<b>Sectores Residencial y Económicos</b>	Mantener y ampliar base informativa obtenida en la encuesta	Ampliar encuestas a todas las fuentes energéticas y en energía útil en Universo de establecimientos, Consumo de energía	Constituir grupo de trabajo MEM/INIDE Reactivar encuesta anual industria manufacturera Diseñar encuesta energética para grandes empresas Efectuar encuesta de biomasa para, residencial, incluyendo electricidad y pequeña y mediana empresa en 5 años.
<b>Sector Residencial</b>	Ampliar base informativa	Caracterizar suministro de gas licuado	Diseño muestral Medición y toma de muestras Encuestas de consumo
<b>Nuevas Tecnologías</b>	Conocer situación emprendimientos tecnologías no tradicionales en comunidades rurales	Seguimiento instalaciones biogás y otras	Establecer registro maestro actualizado Determinar aciertos y falencias de programas implementados Asegurar seguimiento posterior
<b>Medio Ambiente</b>	Mejor conocimiento biodiversidad, y de relación frontera agrícola, uso leña, deforestación y medio ambiente	Acopiar información en temas ambientales y en la relación leña y medio ambiente	Mantener en el MEM, personal actualizado en la temática de energía y medio ambiente. Exigir que desarrollos agrícolas y energéticos contengan módulos relativos al medio ambiente

<b>Políticas Relativas al Uso Racional:</b> Promover el uso eficiente y sostenible de la biomasa en base a criterios económicos, sociales y ambientales			
	<b>Formulación Política</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Acciones</b>
<b>Oferta</b>	Apuntar a la sostenibilidad del aprovisionamiento de leña	Sustitución de ciertas especies de leña por otras con menos impactos para la sostenibilidad del recurso y del ambiente Fomentar sector leña en base a residuos agrícolas, forestales, plantaciones y bosques manejados Reposición oferta que potrerismo destruye por agricultura o ganadería extensiva, mediante reforestación y/o plantaciones.	Hacer estudio de caso en una región crítica, determinar sustentabilidad prácticas, impacto en bosques y tacotales. Fomentar establecimiento plantaciones comunes y crecimiento rápido en cercos de caminos y terrenos comunales. Estudiar viabilidad establecimiento fincas forestales y crear mercado para raleo de plantaciones. Establecer plantaciones de libre disponibilidad y rápido crecimiento. Interesar a cooperación técnica.
<b>Transformación</b>	Ampliación generación eléctrica en ingenios azucarero, mejorar tecnología producción carbón vegetal, considerar eventuales beneficios producción biodiesel	Fomentar y apoyar cogeneración eléctrica en ingenios de azúcar y aumentar ventas a la red nacional. Fomentar y apoyar generación eléctrica en ingenios de azúcar fuera de zafra para ventas a la red nacional. Incrementar eficiencia y uso residuos vegetales en industrias, generación eléctrica Incorporar tecnología a producción de carbón vegetal Apoyar producción local biodiesel	En corto plazo, estudiar la factibilidad económica y otorgar incentivos para generación fuera de zafra si factibilidad económica lo indica. Realizar estudio técnico-económico y determinar posibilidades de sustitución, fomentar uso residuos vegetales Examinar proceso actual de manejo de leña, proponer secado. Realizar factibilidad de reemplazo actuales hornos Seguimiento acciones biodiesel, monitoreo cadena de consumo, sustitución energéticos, rol en los BEN

<b>Políticas Relativas al Uso Racional:</b> Promover el uso eficiente y sostenible de la biomasa en base a criterios económicos, sociales y ambientales			
	<b>Formulación Política</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Acciones</b>
<b>Sectores Económicos</b>	Elevar eficiencia del uso de combustibles en hornos y estufas mejoradas	Hacer auditorías energéticas en hornos y estufas mejoradas	Realizar las auditorías en ladrillerías y secaderos de arroz.  Analizar y promover introducción estufas mejoradas en tortillerías y comiderías
<b>Residencial</b>	Aumento eficiencia en el uso de leña y posibilidades de sustitución	Difusión de tecnologías eficientes mediante campañas educativas  Análisis costo beneficio programa sustitución leña por carbón vegetal considerando desarrollo de una o más carboneras tecnificadas ubicadas estratégicamente	Diseño y puesta en marcha de campañas de promoción, elaboración folletos, afiches, etc., en eficiencia energética, estufas mejoradas, buenas prácticas en el uso  Cuantificación potencial sustitución  Selección comunidades consumidores con potencial sustitución  Diseño red suministro

<b>Políticas de Orden Regulatorio e Institucional:</b> Ejercer la acción del Estado para desanimar a los productores comerciales a sacar leña de bosques secundarios, vegetación remanente y regeneración natural temprana que no sean sosteniblemente manejados, sin que afecte las prácticas, generalmente sostenibles de los pobladores de autoconsumo.		
<b>Estrategia</b>	Promover mecanismos de control para fomentar sector leñero sostenible	Incrementar la efectividad de la regulación
<b>Acciones</b>	Implementar registro nacional de comercializadores (INAFOR, MEME, MTI) para monitorear la actividad  Implementar sistema de acreditación y certificación de comercializadores	Incrementar percepción y compromiso para reducir amenazas de recolección de leña en áreas donde impactos negativos son probables. Asegurar que productores de leña cumplan con normas y procedimientos para aprovechamiento sostenible Prohibir aprovechamiento de leña en áreas ecológicas críticas y frágiles.

<b>Políticas Ambientales:</b> Determinar impactos uso dendroenergético de leña sobre la biodiversidad del bosque tropical húmedo y seco de Nicaragua			
	<b>Formulación Política</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Acciones</b>
<b>Oferta</b>	Educar a productores, transportistas, comercializadores de leña sobre impactos ecológicos del aprovechamiento no sostenible del recurso forestal	Promover programa conjunto de educación entre el MARENA, el MEM y el INAFOR	Implementar campaña educativa y código de prácticas para sistema de acreditación (productores, transportistas, comercializadores) Implementar campaña educativa y de concientización en propietarios de tierras y productores para regular aprovechamiento privado
<b>Sectores Económicos y Residencial</b>	Educar a los consumidores de leña sobre impactos ecológicos del aprovechamiento no sostenible del recurso forestal	Desarrollar campaña general de educación y concientización  Formación en escuelas sobre medio ambiente y uso sostenible de la leña	Diseñar campaña sobre, -educar a la gente, -promocionar preferencias, -incrementar conciencia sobre impactos, -proveer información sobre buenas prácticas en el uso, -sobre aplicabilidad de especies no nativas, -difusión de comunidad ecológicamente sustentable Interesar a autoridades educativas para introducir estos temas Realizar talleres de formación comunal

## PROYECTOS DEMOSTRATIVOS

### Oferta

- **Sustitución de leña no sustentable en regiones desertificadas:** Llevar a cabo un estudio de caso en alguna región crítica, determinar el grado de sustentabilidad de las prácticas de aprovechamiento actuales, examinar las posibilidades de sustituirlas total o parcialmente por prácticas sostenibles.

- **Plan de educación a la comunidad** y población en general sobre los riesgos e impactos de la recolección de leña no sostenible en áreas críticas de amenaza a los ecosistemas y al hábitat de especies amenazadas, vinculando estos impactos a la pérdida de calidad de vida de la población afectada.
- **Implementar un registro nacional** de comercializadores de leña y mecanismos de mercado para fomentar un sector leñero más sostenible.
- **Implementar fuentes de producción de biomasa** en forma de plantaciones dendroenergéticas, cerca de las ciudades que demandan más de este recurso, apoyando a los finqueros con recursos financieros y tecnológicos, e incentivos provenientes del MDL.
- **Incrementar la efectividad de la regulación** en la comercialización de leña para evitar el aprovechamiento de leña en ecosistemas amenazados o frágiles.
- **Fomentar un sector de leña mas sostenible** que se base en el uso de residuos agrícolas, recuperación de madera en aserríos, residuos de aprovechamientos forestales, plantaciones dendroenergéticas y bosques manejados.

## Transformación

**Generación Fuera de Zafra en Ingenios Azucareros.** Conjuntamente con los ingenios, llevar a cabo un estudio de factibilidad para determinar la viabilidad económica de generar energía eléctrica durante los meses de invierno, una vez concluida la zafra azucarera.

**Estudio Técnico-Económico Potencial y Uso Eficiente de los Residuos Vegetales con fines energéticos.** La gran oferta y el poco uso encontrados en relación con ciertos residuos vegetales (cascarilla de arroz, de café, de maní, de cacao, etc.), conjuntamente con un aparente derroche en su utilización en algunos establecimientos ameritan la realización de un estudio técnico-económico integral para determinar las posibilidades de que estas fuentes sustituyan otras fuentes energéticas no biomásicas o leña, a la vez que fomentar el uso eficiente de los residuos vegetales.

**Estudio de Factibilidad Hornos Mejorados en Carboneras.** Llevar a cabo un estudio de factibilidad técnico-económica para determinar la viabilidad de reemplazar los actuales hornos de carbonización de leña por otros mejorados.

## Consumo

### Residencial

**Uso racional y eficiencia en el consumo de leña y carbón vegetal en el sector residencial.**

**Objetivo:** Demostrar los beneficios del uso de estufas eficientes y de aplicar recomendaciones prácticas para el ahorro y uso racional de combustibles en cocción.

**Acciones a Seguir:** En localidades en que sea de mayor interés promover nuevas tecnologías y el uso racional de energía, se seleccionan viviendas de características socioeconómicas similares en las que se utilice leña o carbón vegetal en equipos no eficientes y que estén dispuestas a servir como casos de estudio y modelo demostrativo. En algunas se instalan estufas eficientes y se capacita a las personas en el uso racional y ahorro de los combustibles que utilicen para cocción. Manteniendo el seguimiento de los consumos de combustibles y verificando la aplicación de las recomendaciones prácticas, se confrontan los resultados sobre costos y consumos de energía antes de iniciar el proyecto demostrativo y luego de uno o dos meses de implementarlo. Esta comparación podría también realizarse con viviendas que no utilicen estufas eficientes y no apliquen las prácticas recomendadas.

### **Sustitución de leña por carbón vegetal en el sector residencial.**

- **Objetivo:** Demostrar los beneficios de sustituir la leña por carbón vegetal obtenido en hornos de carbonización tecnificados.
- **Acciones a Seguir:** Desarrollar un proyecto piloto en que se ponga en operación un horno tecnificado para la elaboración de carbón vegetal, cuya producción abastezca a una comunidad cercana consumidora de leña. Realizar una evaluación costo beneficio que incluya la totalidad de la cadena del proceso desde el suministro de la leña al horno, su transformación en carbón vegetal, el suministro y distribución a los hogares y el consumo final en cocción y confrontarlo con las condiciones previas al desarrollo del proyecto, identificando las ventajas económicas, sociales, energéticas y ambientales. El menor uso de recursos forestales, permitiendo en consecuencia mantener una mayor capacidad de secuestro de CO<sub>2</sub>, hace de estos proyectos posibles candidatos para financiación con recursos de proyectos de MDL.

### **Sectores Económicos**

- **Uso de tecnologías mejoradas de producción.** Proyectos piloto en las actividades de mayor consumo de biomasa, que tienen hornos mejorados y que su utilización no ha resultado en un menor consumo de combustible: ladrillerías, alfarerías, dulcerías, trapiches y tortillerías. Asistencia técnica y Capacitación en el manejo de estas tecnologías. Implementación en los ajustes requeridos en una muestra de establecimientos de las actividades escogidas. Obtención de Resultados.
- **Sustitución de energéticos.** Sustituir la leña por otros combustibles biomásicos, en los establecimientos de las actividades que manifestaron desean cambiar de combustible: ladrilleras, caleras, alfarerías, dulcerías, trapiches, panaderías, tortillerías, comiderías, destace de cerdos. Asistencia técnica y Capacitación en la sustitución. Adecuación, ajustes en el equipamiento utilizado y/o cambio en la tecnología en una muestra de establecimientos. Obtención de Resultados.