

# **Niveles de consumo de leña y su disminución a través del uso de estufas Lorena mejoradas en comunidades del Suroeste de la República Dominicana**

## **Levels of firewood consumption and its reduction by improved stoves in the South West of the Dominican Republic**

*Thomas May\**

### **Resumen**

A partir de mediciones diarias, antes y después de la instalación de las estufas Lorena mejoradas, determinamos el consumo de leña en 16 casas rurales de familia y en la cocina de una escuela, dentro de comunidades de la provincia de Elías Piña (zona fronteriza de la República Dominicana), tanto en la zona de bosque seco como en la zona de bosque de pinos. El consumo medio anual fue de 2.689 toneladas, cocinando de forma tradicional, y de 1.476 toneladas, utilizando la estufa Lorena mejorada. El ahorro promedio anual fue de 1.214 toneladas o 44.1%. Se encontraron variaciones entre las casas y entre las comunidades, probablemente debidas a diferentes comidas, diferentes grados de escasez económica y diferentes estilos de cocinar. No encontramos ninguna relación entre el consumo de leña y el número de personas o de veces que se cocina. Existen diferencias en cuanto a la eficiencia de la leña entre las especies de árbol utilizadas. No hay indicios de que estas diferencias influyan en el ahorro de leña.

**Palabras clave:** fogones mejorados, costumbres de cocinar, consumo de leña, ahorro de leña, eficiencia interespecífica.

### **Abstract**

From daily measurements, during seven days, before and after the installation of improved firewood-saving stoves, firewood consumption was determined in 16 rural households and in a school kitchen, at some villages in the province of Elías Piña, (the frontier region of the Dominican Republic), in the dry forest zone as well as in the pine forest zone. Average annual consumption was 2.689 tons, cooking in a traditional way, and 1.476 tons, cooking with improved stoves, which

---

\* Doctor en Ciencias (Geografía) de la Universidad de Friburgo en Brisgovia, Alemania. Áreas de especialidad: diagnóstico, uso sostenible y conservación de los recursos naturales, agroecología, plantas de interés apícola, productos no maderables de los bosques. Correo electrónico: may\_gutierreztr@yahoo.es

corresponds to a mean yearly saving of 1.214 tons per household. Variations between the different households were found, probably due to different meals, different degrees of privation, and different cooking styles. No relationships were found between firewood consumption and the number of persons per household, or the number of meals per day. Efficiency changed with different tree species used as firewood. However, there is no evidence that these differences can affect the saving of firewood by improved stoves.

**Key words:** improved cooking stoves, cooking customs, firewood consumption, firewood saving, differences in efficiency between species used as firewood.

## Introducción

Desde hace varias décadas, en áreas rurales de América Latina se han empezado a promover las estufas mejoradas, que usan la leña de forma más eficiente (Granados 1991). De este cambio tecnológico se espera una disminución del consumo de leña que frene los procesos de deforestación. Además se espera que el tiempo y trabajo necesarios para la recolección de la leña se reduzcan, así como la contaminación del aire en las cocinas por el humo, como aportación a la salud.

El ahorro de leña al usar estas estufas varía ampliamente. Orozco Hernández *et al.* (2012) menciona un ahorro de leña de 50% en Michoacán (México), comparando fogones mejorados con los fogones abiertos que se usan en la región, en los cuales se disipa mucho calor en el aire. FAO/SAGARPA (2007) reporta tasas de ahorro de entre 50 y 70% en diferentes zonas rurales de México. En un estudio de sistematización en el estado de Chihuahua, en el norte de México, 69% de las personas entrevistadas respondieron que con las estufas mejoradas gastaban la mitad de leña que antes, y 22% respondieron que el ahorro de leña era de más de la mitad (SAGARPA *et al.* 2010). Figueroa *et al.* (2003), en una comunidad indígena en el estado de Jalisco, México, pesaron la cantidad de leña usada cada día para cocinar, y reportaron una tasa media de ahorro de combustible de 70% —si bien calculando el ahorro a partir de datos publicados en el mismo estudio, sólo se obtiene una tasa de ahorro de 61%—. Una publicación divulgativa de Perú más reciente estima un ahorro de combustible de 40% (ANTIAMINA/ADRA Perú 2010). En contraste a las importantes tasas de ahorro mencionadas anteriormente, Aristazábal Hernández (2009) afirma que en la Cordillera Oriental de Colombia el ahorro de leña con los fogones mejorados fue de 15%, realizando medidas exactas de la cantidad de leña que se necesita para la preparación de una comida típica de la región. Las diferencias entre las tasas de ahorro en distintas regiones y proyectos se relacionan con factores como el tipo de estufa mejorada, la forma tradicional de cocinar, que sirve como referencia de base, y probablemente con las costumbres alimenticias, el número de veces al día que se cocina, el número de personas para quien se cocina, las prácticas de cocina, la especie de que proviene la

leña, su grado de humedad y su grosor, sin olvidar el método que se aplica para evaluar el consumo de leña, por supuesto. Para tener una idea más exacta del ahorro de leña que pueden alcanzar los fogones mejorados, y de los factores culturales, sociales, ambientales y tecnológicos que originan variaciones en este ahorro, es importante realizar estudios locales en condiciones reales, y describir con precisión todos los posibles factores: sociales, culturales y tecnológicos.

Desde el año 2008 la Fundación para el Desarrollo de Azua, San Juan y Elías Piña (FUNDA-SEP) de la Diócesis de San Juan de la Maguana en el suroeste de la República Dominicana, está implementando programas de instalación de estufas Lorena mejoradas en comunidades rurales. El objetivo del presente estudio es cuantificar el consumo de leña, cocinando de forma tradicional y utilizando estufas Lorena mejoradas, en comunidades del suroeste de la República Dominicana, y detectar posibles diferencias de calidad entre la leña de distintas especies de árboles. La hipótesis inicial es que existe una reducción en el consumo de leña cuando se utilizan estufas Lorena mejoradas.

### **Características de la zona de estudio, materiales y métodos**

El estudio se llevó a cabo en ocho comunidades ubicadas en tres municipios: Elías Piña, Bánica y Pedro Santana, de la provincia de Elías Piña. Estos municipios se encuentran en la región fronteriza de la República Dominicana con Haití, que es una de las zonas más deprimidas del país (May 2011). Todas las comunidades formaban parte de los programas mencionados de instalación de estufas Lorena mejoradas.

En términos de vegetación, en los municipios de Elías Piña y Bánica predomina un bosque seco, en parte alterado y fragmentado. Las especies más abundantes son la bayahonda (*Acacia macracantha*) y almácigo (*Bursera simaruba*); también están presentes el guayacán (*Guayacum officinale*), el candelón (*Acacia scleroxylon*), el campeche (*Haematoxylon campechianum*) y en algunas partes la caoba criolla (*Swietenia mahogany*).<sup>1</sup> Una parte importante del área se utiliza para agricultura de secano de cultivos de ciclo corto. En el norte del municipio de Pedro Santana, los restos de la vegetación natural son pinares ralos de pino criollo (*Pinus occidentalis*), restos de bosques latifoliados en las cañadas, en medio de un mosaico de áreas utilizadas para el cultivo de frutos menores de ciclo corto, sabanas de pajón, y zonas con árboles y arbustos latifoliados, colonizadores después de abandonar parcelas de agricultura migratoria.

La economía de los habitantes está basada en la agricultura de subsistencia. Mientras que en la zona de bosque seco y de transición los cultivos más comunes son yuca (*Manihot esculenta*), maíz (*Zea mays*), guandules (*Cyanus cayana*), auyama (*Cucurbita moscata*) y maní (*Arachis hypogaea*), en la zona de bosque de pinos, con temperaturas menos elevadas y precipitaciones un poco

<sup>1</sup> Esta información se obtuvo durante numerosos recorridos de campo.

mayores, las habichuelas (*Phaseolus vulgaris*) son el cultivo dominante; también están presentes los cultivos de yuca, maíz, guandules y auyama. Mientras que la yuca, y en menor grado el maíz y los guandules, son los cultivos más importantes para el autoconsumo, el maní, la auyama y las habichuelas se siembran principalmente para la venta. La crianza extensiva de chivos y ovejas y en algunos lugares también de vacas tiene gran importancia, sobre todo en la zona de bosque seco y de transición.

Como en toda la República Dominicana, en la zona se acostumbra comer arroz a mediodía, acompañado con habichuelas (*Phaseolus vulgaris*) o guandules (*Cayanus cayan*), y dependiendo de la situación económica algunas veces de carne de pollo, arenque, salami o huevos (raras veces de puerco o res). Las habichuelas y los guandules se cocinan a parte o junto con el arroz, como “moro”. Para desayuno y cena, se suelen cocinar musáceas (guineos o plátanos) verdes, yuca u otros tubérculos, o auyama, acompañado con huevos fritos o revueltos, o salami. En tiempos de escasez, en las casas de familias con bajos recursos muchas veces se prescinde de carne, huevos o salami, y en general se trata de reducir el consumo de alimentos que se adquieren a cambio de dinero. En algunas casas también se reduce el número de comidas por día y se cocina solamente para almuerzo y cena. Se suele tomar café, una o varias veces al día.

La estufa Lorena mejorada (ELM) tiene una estructura hecha con bloques de cemento, chimenea de zinc y tres hornillas. El aire caliente circula desde la primera hornilla a las dos hornillas secundarias de forma paralela, en la parte posterior de la estufa, y de allí a la chimenea. Las hornillas y el sistema de conductos de aire dentro de la estufa están hechos de barro cocido. Después de terminar la construcción de las estufas, se les dio un breve curso sobre uso y mantenimiento a las y los usuarias/os.

Para el estudio presente, registramos el consumo de leña en un total de 16 casas en ocho comunidades. De ellas, seis casas pertenecen a las comunidades Cerro del Batey, Las Patillas y Corocito, del municipio de Elías Piña, y a las comunidades de Guayabal y Hato Viejo, de Bánica. Estas comunidades participaron en el Proyecto Binacional Fronterizo, financiado por Caritas Dominicana. Diez casas pertenecen a las comunidades de Guayajayuco, Pueblo Nuevo, Billiguín, Los Jengibres y Rossó, del municipio de Pedro Santana. Esas comunidades participaron en un proyecto combinado de plantación de árboles frutales y maderables e instalación de estufas Lorena mejoradas, financiado por el programa PROMAREN. Además se incluyó en el estudio una estufa Lorena mejorada que en el marco del primero de los dos proyectos se había instalado en la escuela de la comunidad de Guayabal, en Bánica, para preparar el desayuno escolar.

Durante una semana, cada día pesamos la cantidad de leña que se iba a utilizar para cocinar, utilizando la técnica tradicional de preparación de comida. Después repetimos durante una

semana la medición, utilizando las estufas Lorena mejoradas. La leña se pesaba con una báscula mecánica del mismo tipo como se suelen usar en los pequeños negocios rurales, en el estado de humedad en que se iba a utilizar. Levantamos datos sobre el número de personas viviendo en las casas, el número de veces que se suele cocinar en el día, y las especies de árboles cuya madera se usa para leña.

En algunos casos no fue posible realizar mediciones los siete días de la semana, sino únicamente cinco o seis. Calculamos el consumo promedio de leña por día, como unidad de comparación, cocinando de forma tradicional y cocinando con la estufa Lorena mejorada para cada una de las 16 casas y para la cocina escolar. De estos datos, calculamos para cada una de las casas el consumo promedio anual, por extrapolación, además de los valores absolutos de consumo de leña por día y persona, así como por año y persona.

Para detectar posibles influencias de la especie de árboles cuya madera se usa para leña, calculamos también el promedio de consumo de leña por separado para cada especie, cocinando de forma tradicional y cocinando con estufas Lorena mejoradas. No tomamos en cuenta especies que se utilizaran menos de dos veces durante el período de medición. La mayoría de las especies eran bien conocidas por autor, tanto por el nombre científico como por el nombre común. En caso de duda, consultamos el diccionario de nombres comunes de La Española de Liogier (2000). Analizamos la relación entre el consumo cocinando de forma tradicional y con las ELM con cálculos de regresión lineal. El cálculo de regresión lineal para el conjunto de las 17 estufas (16 casas de familia y una cocina escolar) se utilizó como base para depurar el conjunto de datos, excluyendo los casos con residuos extremos de los cálculos de los promedios de los parámetros mencionados arriba. Para determinar si las diferencias de consumo eran significativas utilizamos el test t de Student, al igual que para determinar si eran significativas las diferencias entre valores de ahorro de leña en términos absolutos y tasas de ahorro entre dos subgrupos de comunidades.

## Resultados

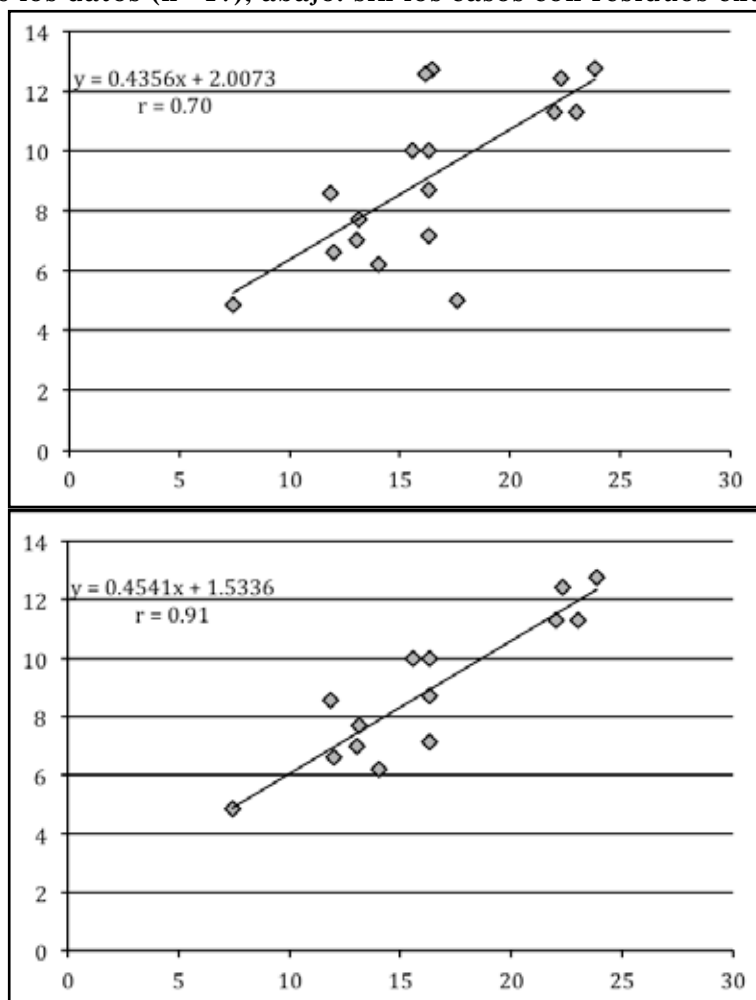
### Depuración de los datos

Realizando un análisis de regresión entre la cantidad de leña consumida por día cocinando de forma tradicional y cocinando con ELM, obtuvimos la recta de regresión expuesta en la Fig.1 (arriba), con un coeficiente de correlación de Pearson de  $r= 0.70$ . En los gráficos se pueden observar tres casos con residuos extremos. Dos de ellos, en que el consumo de leña al cocinar con ELM era mayor de lo que predice la ecuación de regresión, se identificó como dos casas en las cuales las ELM presentaron desperfectos: las amas de casa se quejaron de que las dos hornillas secundarias, aunque

servían para mantener caliente la comida cocinada, no estaban calentando lo suficiente para cocinar. En el tercer caso, en que el consumo de leña al cocinar con ELM era sensiblemente menor de lo que predice la ecuación de regresión, la causa de la desviación no está tan clara. Se excluyeron estos tres casos de los análisis posteriores de consumo de leña. La recta de regresión que se obtiene sin los tres casos mencionados, de residuos extremos, está representada en la Fig.1 (abajo). En este caso, el coeficiente de correlación de Pearson es de  $r= 0.91$ , mientras que la pendiente de la ecuación de regresión se encuentra muy cerca del pendiente de la ecuación para el caso anterior.

**Fig.1. Consumo diario de leña en libras, cocinando con estufas Lorena mejoradas (ordenada, y), en función del consumo de leña cocinando de forma tradicional (abscisa, x).**

Arriba: todos los datos (n= 17); abajo: sin los casos con residuos extremos (n= 14).



Fuente: levantamiento de datos en el contexto de proyectos de FUNDASEP y cálculos del autor

*Consumo medio diario, tasa de ahorro y consumo anual de leña (Tabla 1)*

En las casas de familias, el consumo medio diario fue de 16.2 libras de leña, cocinando de forma tradicional, y de 8.9 libras de leña, cocinando con estufas Lorena mejoradas. La diferencia entre ambos valores es altamente significativa, según el test t de Student ( $p=0.00$ ). Los valores extremos se encontraron en 7.4 libras y 23.8 libras, cocinando de forma tradicional, y en 4.9 libras y 12.8 libras, cocinando con estufas Lorena mejoradas. En ambos casos, los valores mínimos y los valores máximos se registraron en las mismas casas. La tasa media de ahorro fue de 44.1%, oscilando los valores entre 27.7% y 56.1%.

Por extrapolación lineal se calculó que estos datos corresponden a un consumo de leña promedio de 2.689 toneladas anuales, cocinando de forma tradicional, y de 1.476 toneladas anuales, cocinando con estufas Lorena mejoradas, con valores mínimos de 1.232 toneladas (tradicional) y 0.806 toneladas (ELM), y valores máximos de 3.954 toneladas (tradicional) y 2.115 toneladas (ELM), respectivamente (Tabla 2). De estos valores se desprende que el ahorro de leña promedio por estufa y año, en términos absolutos, fue de 1.214 toneladas, con un mínimo de 0.427 toneladas y un máximo de 1.944 toneladas.

**Tabla 1 - Consumo y ahorro de leña por casa/estufa**

Comunidad	Personas	V e c e s que se cocina	Consumo diario (li- bras)		Consumo anual (t)		Ahorro anual (t)	Ahorro (%)
			trad.	ELM	trad.	ELM		
Cerro del Batey	5	2	23.0	11.3	3.816	1.872	1.944	50.9
Guayabal	5	3	22.3	12.4	3.697	2.062	1.635	44.2
Las Patillas I	8	2	16.3	8.7	2.702	1.446	1.256	46.5
Las Patillas II	5	2	16.3	10	2.702	1.659	1.043	38.6
Escuela Guayabal	46	2	16.3	7.1	2.702	1.185	1.517	56.1
Los Corocitos	5	3	22.0	11.3	3.65	1.872	1.778	48.3
Guayajayuco I	4	2	13.0	7.0	2.15	1.161	0.995	46.2
Guayajayuco II	5	s. d.	14.0	6.2	2.323	1.029	1.294	55.7
Guayajayuco III	3	3	12.0	6.6	1.991	1.095	0.896	45.0
Billiguín	10	2.5	15.6	10	2.583	1.659	0.924	35.8
Los Jengibres I	7	3.5	11.9	8.6	1.967	1.422	0.545	27.7
Los Jengibres II	4	2.5	7.4	4.9	1.232	0.806	0.427	34.6
Los Jengibres III	7	2.5	13.1	7.7	2.181	1.280	0.901	41.3
Rossó	6	3	23.8	12.8	3.954	2.115	1.839	46.5
media			16.2	8.9	2.689	1.476	1.214	44.1

Fuente: levantamiento de datos en el contexto de proyectos realizados por FUNDASEP, y cálculos del autor



No hubo correlaciones entre el número de personas en la casa y el consumo de leña, ni cocinando de forma tradicional ni usando la estufa Lorena mejorada. Tampoco se observa una correlación entre el consumo de leña y el número de veces que se cocina en el día, en ninguna de las dos formas de cocinar.

Se observan diferencias entre el consumo de leña en las comunidades ubicadas en la zona de bosque seco, y las comunidades de la zona de bosque de pinos: en las seis estufas ubicadas en comunidades de bosque seco, el consumo promedio fue de 19.4 libras por día, cocinando de forma tradicional, y de 10.1 libras por día, cocinando con estufas Lorena mejoradas. Esto corresponde a un consumo anual de 3.212 toneladas de leña, cocinando de forma tradicional, y de 1.683 toneladas de leña, cocinando con estufas Lorena mejoradas, lo que equivale un ahorro anual de 1.529 toneladas de leña, en términos absolutos, y significa a una tasa de ahorro de 47.6%. en promedio, utilizando estufas Lorena mejoradas.

En las ocho estufas ubicadas en comunidades de la zona de bosque de pinos, el consumo medio diario fue de 13.9 libras por día, cocinando de forma tradicional, y de 8.0 libras por día, cocinando con estufas Lorena mejoradas. Esto equivale a un consumo anual de 2.298 toneladas de leña, cocinando de forma tradicional, y de 1.321 toneladas de leña, cocinado con estufas Lorena mejoradas, y a un ahorro en términos absolutos de 0.978 toneladas de leña anuales, lo que equivale a una tasa media de ahorro de 42.5%. Las diferencias entre el consumo de leña por estufa en las comunidades de la zona de bosque seco y en las comunidades de la zona de bosque de pinos son significativas, tanto cocinando de forma tradicional como cocinando con estufas Lorena mejoradas, al igual que la diferencia entre los valores promedios de la reducción del consumo de leña en términos absolutos, en ambas zonas ( $p= 0.05^2$  en el test t de Student, en todos los casos). Sin embargo, las diferencias entre los valores promedios de las tasas de ahorro en porcentaje a través del uso de estufas Lorena mejoradas en ambas zonas no eran significativas, según el test t.-A partir de los valores obtenidos calculamos que el consumo de leña fue 28.4% mayor en la zona de bosque seco que en la zona de bosque de pinos, cocinando de forma tradicional, y de 21.5% mayor en la zona de bosque seco que en la zona de bosque de pinos, cocinando con estufas Lorena mejoradas. Cabe observar que los valores de consumo de leña y los valores de la tasa de ahorro para ambas zonas son indicativos, ya que el tamaño de la muestra en ambos casos es muy pequeño.

En los dos casos en que los beneficiarios reportaron desperfectos y que fueron excluidos del análisis de regresión, ambos en la zona de bosques de pinos, las tasas de ahorro cocinando con estufas Lorena mejoradas fueron de 22.1% y de 22.6%, respectivamente.

---

2 El valor de  $p= 0.05$  indica que las diferencias sí son significativas, a pesar del tamaño de muestra que realmente es muy pequeño.



**Tabla 2 - Consumo diario y anual de leña por persona**

Comunidad	Consumo diario por persona (libras)		Consumo anual por persona (t)		Ahorro anual por persona (t)
	trad.	ELM	trad.	ELM	
Cerro del Batey	4.6	2.3	0.763	0.374	0.389
Guayabal	4.5	2.5	0.739	0.412	0.327
Las Patillas I	2.0	1.1	0.338	0.181	0.157
Las Patillas II	3.3	2.0	0.540	0.332	0.209
Los Corocitos	4.4	2.3	0.729	0.207	0.521
Guayajayuco I	4.4	1.8	0.730	0.374	0.356
Guayajayuco II	3.3	1.8	0.539	0.290	0.249
Guayajayuco III	2.8	1.2	0.465	0.206	0.259
Billiguín	4.0	2.2	0.664	0.365	0.299
Los Jengibres I	1.6	1.0	0.258	0.166	0.092
Los Jengibres II	5.5	4.2	0.909	0.703	0.205
Los Jengibres III	4.0	3.1	0.670	0.521	0.148
Rosó	1.7	1.2	0.281	0.203	0.078
<b>media</b>	<b>3.5</b>	<b>2.0</b>	<b>0.586</b>	<b>0.334</b>	<b>0.253</b>
Escuela Guayabal	0.4	0.2	0.059	0.026	0.033

Fuente: levantamiento de datos en el contexto de proyectos realizados por FUNDASEP, y cálculos del autor

### Consumo y ahorro de leña por persona

El consumo diario de leña promedio por persona fue de 3.5 libras, cocinando de forma tradicional, y de 2.0 libras, cocinando con estufas Lorena mejoradas. Los valores extremos fueron de 1.6 libras diarias y 4.6 libras diarias, cocinando de forma tradicional, y de 1.0 libras diarias y 4.2 libras diarias, cocinando con estufas Lorena mejoradas.

Los datos de la cocina escolar de Guayabal no fueron incluidos en el análisis general, porque las condiciones eran diferentes a las de una casa familiar. En esta cocina, el consumo diario de leña por persona fue de 0.4 libras, cocinando de forma tradicional, y de 0.2 libras, cocinando con una estufa Lorena mejorada.

Analizando por separado los datos de la zona de bosque seco y de transición y los datos de la zona de bosque de pinos, el consumo promedio diario por persona fue de 3.7 libras en el primer caso, y de 3.4 libras en el segundo caso, cocinando de forma tradicional, y de 1.8 libras en la zona de bosque seco y de transición, y de 2.1 libras en la zona de bosque de pinos (Tabla 3).

Por extrapolación, se calculó para las casas de familia de toda la zona un consumo anual promedio por persona de 0.586 toneladas, cocinando de forma tradicional, y de 0.334 toneladas, cocinando con estufas Lorena mejoradas. El ahorro medio anual de leña consumida a través de la utilización de estufas Lorena mejoradas es de 0.253 toneladas por persona (Tabla 3). En la cocina

escolar de Guayabal, todos los valores de consumo de leña por persona y de ahorro de leña por persona en términos absolutos eran de 8 a 12 veces menores que en las casas de familia (Tabla 3).

### Consumo de leña y especies de árboles utilizadas (Tabla 3)

Tanto cocinando de forma tradicional como cocinando con estufas Lorena mejoradas, se observa una variabilidad considerable entre las diferentes especies de árbol utilizadas en el consumo medio diario. En la zona de bosque seco y de transición, cocinando de forma tradicional, la leña del candelón (*Acacia scleroxylon*) fue la más eficiente, con un consumo medio diario de 15.7 libras, mientras que el consumo medio diario de leña de la especie menos eficiente, el palo de burro (*Senna spectabilis*) fue de 24.0 libras, lo que corresponde a 153% del consumo de leña de *A. scleroxylon*. En la zona de bosque de pinos, cocinando de forma tradicional, la leña más eficiente fue la del jobobán (*Trichilia hirta*), con un consumo medio diario de 6.8 libras. Para la leña del capá (*Petitia domingensis*), se obtuvo un consumo medio diario de 10.9 libras, y para la leña del palo de burro (*Senna spectabilis*), que resultó menos eficiente, de 15.7 libras. Este último valor corresponde a 231% del consumo de la leña del jobobán, y a 144% del consumo de la leña del capá. Cabe guardar ciertas reservas respecto al valor de consumo de leña de jobobán, por el tamaño muy pequeño de la muestra (n= 5).

Las tasas de ahorro que se obtienen utilizando estufas Lorena mejoradas se encuentran entre 40.8 y 48.4% para el candelón (*Acacia scleroxylon*), la bayahonda (*Acacia macracantha*), el guayabo (*Psidium guayaba*) y el palo de burro (*Senna spectabilis*). Para el capá (*Petitia domingensis*) y el guávana (*Cupania americana*), las tasas de ahorro se encuentran por debajo de estos valores, son de 33.9% y 33.3%, respectivamente, mientras que para el abey (*Pithecellobium arboreum*) la tasa de ahorro está en 21.7% y para el mango (*Mangifera indica*) en 53.7%. En el último caso hay que considerar que el número de días que se utilizó leña de esta especie fue muy pequeño, lo que puede haber viciado los resultados.

Comparando el consumo medio diario de leña, cocinando de forma tradicional, se observa que en casi todos los casos los valores son mayores en la zona de bosque seco y de transición que en la zona de bosque de pino. Lo mismo se comprueba al comparar los valores de consumo medio diario de leña cocinando con estufas Lorena mejoradas. Durante el período de medición, utilizando leña del palo de burro (*Senna spectabilis*), el consumo medio diario era de 24.0 libras en la zona de bosque seco y de transición, y de 15.7 libras en la zona de bosque de pino, en ambos casos cocinando de forma tradicional. Utilizando leña del guayabo (*Psidium guayaba*), el consumo medio diario era de 11.0 libras en la zona de bosque seco y de transición, y de 7.5 libras en la zona de bosque de pino, en ambos casos cocinando con estufas Lorena mejoradas. Esto corresponde a un consumo medio diario de 53% y 47% mayor, respectivamente, en la zona de bosque seco que en la zona de bosque de pinos, para la misma especie.

**Tabla 3 - Consumo diario de leña y tasas de ahorro con diferentes especies de árboles utilizadas**

Nombre común	Nombre científico	Consumo diario medio, bosque seco				TA	Consumo diario medio, bosque de pinos				TA
		trad.	n	ELM	n		trad.	n	ELM	n	
candelón	<i>Acacia scleroxylon</i> Tus-sac	15.7	7	9.3	14	40.8	-	-	-	-	-
bayahonda	<i>Acacia macracantha</i> H. & B.	18.9	13	10.5	21	44.4	-	-	-	-	-
palo de chivo	<i>Senna atomaria</i> (L.) Irwin & Barneby	22.0	8	-	-	-	-	-	-	-	-
palo de burro	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) Irwin & Barneby	24.0	3	-	-	-	15.7	9	8.1	4	48.4
guayabo	<i>Psidium guayaba</i> L.	-	-	11.0	5	-	14.0	4	7.5	6	46.4
guáрана	<i>Cupania americana</i> L.	-	-	-	-	-	11.4	7	7.6	12	33.3
capá	<i>Petitia domingensis</i> Jacq.	-	-	-	-	-	10.9	8	7.2	8	33.9
abey	<i>Pithecellobium arboreum</i> (L.) Urban	-	-	-	-	-	11.5	6	9.0	5	21.7
mango	<i>Mangifera indica</i> L.	-	-	-	-	-	15.0	3	7.0	1	53.3
jobobán	<i>Trichilia hirta</i> L.	-	-	-	-	-	6.8	5	-	-	-

Fuente: levantamiento de datos en el contexto de proyectos realizados por FUNDASEP, y cálculos del autor  
TA: tasa de ahorro de leña en % con la estufa Lorena mejorada. ELM: cocinando con estufas Lorena mejoradas. n: número de días para que se dispone de datos

## Discusión

Comparando la forma tradicional de cocinar, en la que se emplean tres piedras, con la preparación de las comidas con las estufas Lorena mejoradas, en condiciones reales de campo, la tasa media de ahorro de leña es de 44.1%, ahorro considerable –aunque se encuentra por debajo de algunos valores que se dan en la literatura, mencionados en la introducción. Cabe señalar también que el consumo de leña por estufa tiene un amplio margen de variación, tanto cocinando de forma tradicional como cocinando por estufas Lorena mejoradas, lo que repercute en una variación de los valores absolutos de ahorro de leña, y de las tasas de ahorro de leña que generó la utilización de estufas Lorena. Hay que tener en cuenta que algunos desperfectos en la construcción y/o en los materiales utilizados pueden incidir en la circulación del aire caliente dentro de la estufa, reduciendo la tasa de ahorro de leña a cerca de la mitad.

Los valores anuales de consumo de leña, cocinando de forma tradicional, en base a los datos obtenidos en este estudio, con un promedio de 2.689 toneladas, se encuentran sensiblemente por debajo del valor obtenido por Figueroa *et al.* (2003) en Jalisco, México, de 4.324 toneladas anuales. Sin embargo, el consumo medio anual utilizando estufas Lorena mejoradas obtenido en el estudio presente, de 1.476 toneladas, está relativamente próximo al valor obtenido en Jalisco, de 4.5 kg/diarios, de los que se extrapola un consumo anual de 1.643 toneladas. Consecuentemente, la tasa de ahorro calculado a 61% en el estudio de Jalisco, es superior a la tasa media de ahorro calculada para los datos de la zona del estudio presente, de 44.1%, lo que se debe esencialmente a un mayor consumo de leña cocinando de forma tradicional en Jalisco. No es posible analizar las causas de esta diferencia sin informaciones adicionales. De todas formas, es interesante que se corroboren los valores absolutos de consumo anual de leña utilizando estufas Lorena mejoradas.

Tanto en el estudio presente como en el de Figueroa *et al.* (2003), los valores de consumo de leña por estufa y año, cocinando de forma tradicional, quedan muy por debajo de los datos arrojados por un estudio sobre el uso de leña en una zona de Yucatán, México (Quiroz-Carranza & Orellana 2010), donde generalmente se cocina con fogón abierto o con tres piedras, y el consumo medio anual por habitante es de 2.06 toneladas, con un promedio de 4.9 habitantes por casa, característico para la zona, según los autores. Esto corresponde a un consumo anual de 10.094 toneladas por casa, casi tres veces más que en el estudio presente, y más de dos veces el consumo de leña que se menciona en el estudio de Jalisco (Figueroa *et al.* 2003). Es posible que el alto consumo de leña en Yucatán esté relacionado con que la leña en estos lugares no se usa sólo para cocinar, sino también para calentar el agua de baño, a diferencia de la zona del estudio presente.

Aristizábal (2009), en la Cordillera Oriental de Colombia, obtuvo valores de consumo de leña por comida de 2,651 gramos, cocinando de forma tradicional, y de entre 2,118 gramos y 2,178 gramos con estufas mejoradas, ahorradoras de leña. Suponiendo que se preparan tres comidas diarias, resultan valores de consumo anual de 2.903 toneladas de leña, cocinando de forma tradicional, y de entre 2.323 toneladas y 2.389 toneladas, cocinando con estufas mejoradas, de lo que resulta una tasa de ahorro de entre 14 y 18%. El consumo anual de leña en este caso, cocinando de forma tradicional, se encuentra en un nivel similar al consumo anual de leña en el estudio presente, a pesar de que en la Cordillera Oriental de Colombia se suele cocinar con fogones tradicionales, que disipan mucho calor en el aire, pero que supuestamente son más eficientes que cocinar sobre tres piedras. El consumo de leña con estufas mejoradas en este estudio parece alto, en comparación con los valores obtenidos en el estudio presente y en el estudio de Jalisco. Se puede concluir que esta diferencia se debe al diseño de la estufa mejorada, que es diferente de las estufas Lorena mejoradas. Tampoco hay que olvidar que la forma de medir el consumo en el estudio de Aristizábal (2009) fue diferente a la del estudio presente.

No pudimos detectar relaciones entre el consumo de leña y el número de personas para quienes se cocina, ni entre el consumo de leña y el número de veces que se cocina. En el caso de la cocina escolar, el consumo de leña por persona fue considerablemente menor que en las casas de familia, ya que el uso de energía es más eficiente cuando se cocina en calderos grandes para un gran número de personas.

Llama la atención que el consumo de leña suele ser menor en las comunidades de la zona de bosque de pinos que en las de la zona de bosque seco y de transición, tanto cocinando de forma tradicional como cocinando con estufas Lorena mejoradas. Según el análisis de los datos de consumo de leña por especies, esta diferencia no se debe a que la leña de las especies de árboles que se utilizan en la zona de bosque de pinos sea más eficiente que la leña de las especies que se usan en la zona de bosque seco: comparando los valores de consumo de leña de las dos especies de las que se obtuvieron datos de ambas zonas, se refleja la misma diferencia en el consumo diario de leña que existe a nivel general.

Una posible explicación del menor consumo de leña en la zona de bosque de pinos que en la zona de bosque seco podría ser que los datos se levantaron en los meses de junio y julio.<sup>3</sup> En las comunidades de la zona de bosques de pinos ya habían pasado varios meses desde la última cosecha de habichuelas y de auyamas, que son los rubros agrícolas que más contribuyen a los ingresos monetarios. Por la escasez de dinero en efectivo, durante esa época en muchas familias no se cocina el habitual arroz con habichuelas para el almuerzo, sino guineos verdes u otros víveres que quedan menos tiempo sobre el fuego. Esto es debido a que el arroz no se cultiva en la zona y hay que comprarlo, mientras que los guineos y otros víveres generalmente se producen en la misma finca y comerlos no implica gastos monetarios. Aunque los meses de junio y julio también suelen ser de cierta escasez económica en las comunidades de la zona de bosque seco y de transición, muchas veces la cosecha de maní produce algunos ingresos monetarios durante esta época. Además, la mayor proximidad a los pueblos cabeceros de municipios como Comendador, Bánica y Pedro Santana ofrece algunas oportunidades de conseguir ingresos monetarios, lo que da más posibilidades de comprar arroz.

Cabe señalar que la proyección del consumo anual de leña por extrapolación lineal a partir de mediciones durante dos semanas que se aplicó en este estudio puede ser problemática. Es recomendable para futuros estudios realizar mediciones del consumo de leña en varios momentos del año, para obtener datos más realistas sobre el consumo anual y el consumo de leña de varios platos diferentes que se suelen cocinar en las casas campesinas. De todos modos, aunque estos factores pueden incidir en el consumo de leña y en su reducción en términos absolutos, los datos levantados

<sup>3</sup> Para futuros estudios, se recomienda realizar un período de muestreo más largo, tomando en cuenta varias estaciones del año, como se recomienda en el párrafo siguiente.

en este estudio indican que su efecto en la tasa de ahorro probablemente sea poco, ya que la diferencia entre los promedios de estas tasas en ambas zonas no era significativa.

El análisis del consumo de leña por especie mostró además que existen diferencias importantes en la eficiencia de la leña. Para la zona de bosque seco, las dos especies más utilizadas, candelón (*Acacia scleroxylon*) y bayahonda negra (*Acacia macracantha*) son también las más eficientes, según los datos levantados en el estudio presente (Tabla 3), y las que se prefieren para leña (May, en prensa). Para la zona de bosque de pinos, las dos especies más usadas, guáрана (*Cupania americana*) y capá (*Petitia domingensis*) también pertenecen a las especies más eficientes. Cabe destacar que el palo de burro (*Senna spectabilis*) como especie poco eficiente es utilizado con cierta frecuencia en esta zona (Tabla 3), lo que podría indicar escasez de leña de especies de mejor calidad y mayor eficiencia. El consumo de leña de jobobán (*Trichilia hirta*) parece tener una eficiencia muy alta, sin embargo se necesita confirmar este resultado, ya que los datos que lo indican están basados en un número muy pequeño de días.

Uno de los objetivos de los programas de instalación de estufas ahorradoras de leña es reducir en la medida de lo posible los procesos de deforestación. Así pues, tenemos plantearnos cuánto bosque se evitaría deforestar anualmente en la zona con el uso de una estufa Lorena.

Se necesita conocer la densidad de la madera para convertir los datos de consumo de leña en libras por día o toneladas por año en datos de volúmenes de madera en  $m^3$ , con el fin de comparar estos datos con datos de productividad de los bosques que usualmente se miden en  $m^3/año$ . La densidad de las maderas tropicales varía ampliamente: Gomes *et al.* (2007) dan valores de densidad aparente, medida en muestras de madera a humedad ambiental, entre 694  $kg/m^3$  y 1221  $kg/m^3$  para un listado de 24 especies de madera en Brasil. A *Prosopis multiflora* (Sw.) DC., especie común en los bosques secos dominicanos, los mismos autores le atribuyen un valor de densidad aparente de 1068.58  $kg/m^3$ , y un valor de densidad básica, con un contenido de humedad de 12%, de 932.14  $kg/m^3$ . Gutiérrez Vázquez *et al.* (2010) atribuye densidades de 0.47 a 0.61  $g/cm^3$  a la madera de *Pinus oocarpa* Schiede ex. Schltdl. del estado de Chiapas en México, correspondiendo a un rango de 470  $kg/m^3$  a 610  $kg/m^3$ . Para una estimación *grosso modo* del volumen de consumo de madera parece razonable escoger un rango de valores de densidad de entre 500  $kg/m^3$  y 1000  $kg/m^3$ , para la zona del estudio presente, encontrándose los valores probablemente más cerca del valor superior, ya que para leña se suele preferir madera densa, con un alto poder calorífico por volumen. Bajo estas suposiciones, el consumo medio anual de leña por casa, utilizando estufas Lorena mejoradas, se encontraría entre 1.476 y 2.952  $m^3$  y el ahorro medio anual de leña, con referencia a la forma tradicional de cocinar, entre 1.214 y 2.428  $m^3$ . Cocinando de forma tradicional, el consumo medio anual de leña estaría entre 2.689  $m^3$  y 5.378  $m^3$ , en términos de volumen de madera.



Tomando como base los datos reportados por Lamprecht (1989) sobre el incremento de madera en plantaciones forestales en ambientes de bosque seco tropical, que corresponden aproximadamente a valores de 1 a 2.5 m<sup>3</sup> anuales por hectárea, se puede estimar que, cocinando de forma tradicional, una familia consume anualmente una cantidad de leña que se encuentra en el orden de magnitud de la producción anual de madera de una plantación de 1 a 2 hectáreas, en condiciones de bosque seco, mientras que cocinando con estufas Lorena mejoradas, este valor se reduce aproximadamente a la mitad. El ahorro anual aproximado de la producción iría de de 0.5 a 1 hectárea.

Es más difícil relacionar los datos de consumo con la productividad de bosque seco natural, ya que ésta varía ampliamente, en función de muchos factores. Torres-Lezama *et al.* (2002), en Los Llanos, Venezuela obtuvieron valores que se encontraban entre 0 y 2.86 toneladas por hectárea y año para diferentes tipos de bosque seco. El valor máximo es muy cercano al consumo anual que se obtuvo en el presente estudio, cocinando de forma tradicional. Esto significa que, para sitios menos productivos, en el ambiente de bosque seco, el consumo anual fácilmente excede la producción anual de una hectárea de bosque natural, cocinando de forma tradicional, y la producción de media hectárea, cocinando con estufas Lorena mejoradas. Podemos entonces estimar que cocinando con estufas Lorena mejoradas se evita el consumo de por lo menos media hectárea de bosque seco por año, suponiendo que la leña que se usa para cocinar se corta en el bosque.

Es importante mencionar que en esta zona se suele buscar madera seca en los montes para utilizarla para cocinar, recolectando ramos secos de árboles o madera seca del suelo, como lo señalaron los habitantes en varias conversaciones. No es común cortar árboles para utilizarlos como leña, cuando se trata de combustible para el uso casero. Quiroz-Carranza & Orellana (2010) reportaron que en Yucatán aproximadamente dos tercios de los usuarios de leña también recolectan madera seca para utilizar en casa. En la zona del estudio presente, según afirmaron varios usuarios de leña, se acostumbra hacerlo así porque la madera seca se puede utilizar inmediatamente, sin tener que secarla en casa. Sin embargo, hay comunidades en la zona del presente estudio donde sí se cortan árboles para leña. Esta leña generalmente es objeto de comercialización y se vende a personas que viven en los pequeños pueblos de la zona, donde es más difícil recolectar madera seca, o para el uso en microempresas locales como panaderías. Por lo tanto, aunque el ahorro de consumo de leña con las estufas Lorena mejoradas es considerable, la instalación de estas estufas en las comunidades rurales de la zona no frenará perceptiblemente la deforestación. Su utilidad práctica tiene más relación con una reducción del esfuerzo y del tiempo necesarios para la recolección de la leña, y con una mejora del microambiente en las cocinas, libres de humo y de trozos de brasa en el suelo que representan un peligro para niños pequeños descalzos. Un efecto ambiental positivo que

sí se puede esperar del ahorro de leña de las estufas Lorena mejoradas en las comunidades rurales es una reducción de las emisiones de dióxido carbónico a través de la combustión de leña al cocinar.

## **Conclusiones y recomendaciones**

Los resultados confirman que las estufas Lorena mejoradas tienen el potencial de reducir de 40% a 50% el consumo de leña en las casas de familia, en la zona. Este ahorro del consumo de leña varía de una casa a otra, probablemente debido a las costumbres de cocinar. Los datos indican que los valores de consumo de leña, en términos absolutos, también están influidos por la calidad de la leña, es decir por las especies de árboles que se utilizan. Sin embargo, este factor influye poco o nada en la tasa de ahorro a través del uso de estufas Lorena mejoradas.

Limitando la instalación de las estufas ahorradoras de leña a comunidades rurales, donde la costumbre es utilizar para leña la madera seca que se recolecta en los montes, no se puede esperar efectos significativos en la reducción de los procesos de deforestación en la zona, a pesar de que el ahorro de leña con las estufas Lorena mejoradas es considerable. Si la reducción de la tala de árboles para leña es un objetivo importante, entonces sería interesante extender los programas de instalación de estufas Lorena mejoradas o dispositivos similares a los pequeños pueblos de la zona, donde muchas familias y algunas microempresas locales suelen comprar leña para cocinar, que en su mayor parte fue cortada en los bosques de la zona. Para apoyar la conservación de los bosques en la zona es importante dirigir proyectos e investigaciones a otros factores además del consumo de leña, tales como la concentración excesiva de los pequeños productores en cultivos de ciclo corto de orientación comercial, principalmente las habichuelas. El endeudamiento de muchos pequeños productores y ciertas prácticas usureras incentivan el interés en estos cultivos, de retorno económico rápido pero de alto riesgo ante situaciones climáticas extremas como sequías y exceso de lluvia. No hay mucho conocimiento sobre técnicas eficientes y aplicables a nivel local que sirvan para mantener y restaurar la productividad de los agroecosistemas sin o con pocos insumos externos. Todos estos factores favorecen prácticas de agricultura itinerante, que resultan en una necesidad permanente de convertir bosques, tanto secundarios como primarios, en terrenos agrícolas.

## **Agradecimientos**

El autor agradece a Bartomé Garriga Andreu, Director de Programas de la Fundación para el Desarrollo Azua, San Juan y Elías Piña (FUNDASEP), por haber insistido siempre en la necesidad de obtener más datos en el terreno sobre el ahorro de leña a través de las estufas Lorena mejoradas, y a Dolores Moreta de los Santos, coordinadora del Departamento de Recursos Naturales de

FUNDASEP, así como a José Miguel Pérez Alcántara, técnico del mismo Departamento, por haber organizado la recolección de los datos en las comunidades.

## Referencias

- ANTAMINA/ADRA Perú. (2010). “Cocinas mejoradas”. Serie Manual. Lima, Perú, 48 pp.
- Aristazábal Hernández, J. D. (2009). Estufas mejoradas y bancos de leña: una alternativa de autoabastecimiento energético a nivel de finca para comunidades dependientes de los bosques de roble en la Cordillera Oriental. *Revista Colombia Forestal* 13 (2): 245 – 265.
- FAO (Food and Agriculture Organization)/SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2007). “Programa Especial para la seguridad alimentaria PESA. Proyecto tipo Estufas ahorradoras de leña”. México. 17 pp.
- Figuroa, P., Cruz, G., Villalvazo, V. & Gerritsen, P. R. W. (2003). “Tecnología apropiada para el desarrollo endógeno: La experiencia de la estufa Lorena y el ahorro de leña en la comunidad indígena de Cuzalapa”. Reunión Nacional de Educación y Capacitación Forestal, 7 a 9 de agosto 2003, Guadalajara, México.
- Gomes, J. J., Toledo Filho, R. D., do Nascimento, J. W. B., da Silva, V. R. & da Nóbrega, M. V. (2007). Características tecnológicas da *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. e alternativas para o uso racional. *Revista Brasileira da Engenharia Agrícola e Ambiental* 5 (11): 537 – 542.
- Gutiérrez Vázquez, B. N., Gómez Cárdenas, M., Valencia Manzo, S., Cornejo Oviedo, E. H., Prieto Ruíz, J. A. & Gutiérrez Vázquez, M. H. (2010). Variación en la densidad de madera en poblaciones naturales de *Pinus oocarpa* Schiede ex. Schltdl. del Estado de Chiapas, México. *Revista fitotécnica mexicana* 33 n.spec., 75 – 78.
- Lamprecht, H. (1989). *Silviculture in the Tropics. Tropical forest ecosystems and their tree species – possibilities and methods for their long-term utilization*. GTZ, Eschborn, 296 pp.
- Liogier, A. H. (2000). *Diccionario botánico de nombres vulgares de La Española*. Santo Domingo, República Dominicana.
- May, T. (2011). Dificultades para la apropiación de técnicas de conservación de suelo en la zona de montaña de Pedro Santana (Provincia Elías Piña, República Dominicana). *Ambiente y Desarrollo* 15 (29): 91 – 112.
- May, T. (en prensa). Plantas preferidas para leña en la zona de bosque seco de Pedro Santana y Bánica, República Dominicana. Aspectos etnobotánicos y de manejo sustentable. *Ambiente y Desarrollo*, Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Orozco Hernández, M. E., Mireles Lezama, P., Jaimes Ramírez, S. & Gomora Lara, B. (2012). La experiencia de las estufas ahorradoras de leña en dos comunidades indígenas del Estado de México. *Ambiente y Desarrollo* 16 (31): 91 – 105.
- Quiroz-Carranza, J. & R. Orellana. (2010). Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán, México. *Madera y Bosques* 16 (2): 47 – 67.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación)/ Gobierno del Estado de Chihuahua/Consultoría Técnica Comunitaria A.C./CEDAIN. (2010). “Diagnóstico y seguimiento del programa: Estufas Lorena Mejorada una alternativa tecnológica para el ahorro de leña”. Chihuahua, México, 8 pp más anexos.

Torres-Lezama, A, Bello, N. & Ramírez, H. (2002). Productividad del bosque natural en varias zonas de vida de Venezuela y su relación con algunas variables climáticas y edáficas. *Revista Forestal Venezolana* 46 (2): 63 – 76.

Recibido: 7 de septiembre de 2013

Aceptado: 27 de octubre de 2013