Avances de Investigación

Ahorro potencial de leña mediante la implementación de la ecoestufa "Justa" en la subcuenca del río Copán y su aporte a la conservación del capital natural

E. Cruz¹, J. León², C. Villanueva³, F. Casanoves⁴, F. DeClerck⁵

RESUMEN

Se analizó el ahorro potencial de leña a través de la implementación de la ecoestufa "Justa", y los posibles beneficios sobre la conservación del capital natural de la zona. El marco conceptual empleado es el marco de los capitales de la comunidad (CCF). Se entrevistaron a 23 familias, se realizó observación dirigida y se trabajó en talleres de socialización e intercambio de experiencias. Se registraron diferencias en la disponibilidad de capitales entre las comunidades en estudio. Existe un factor cultural costumbrista muy arraigado para el consumo de leña, lo que ocasiona una fuerte presión especialmente sobre los bosques de coníferas. Por otro lado, hay un desconocimiento generalizado de leyes, reglamentos o normas vinculadas con el aprovechamiento del bosque o la protección del capital natural. El alto nivel de consumo de leña en la zona contribuye en la deforestación de la subcuenca. El uso de las ecoestufas, modelo "Justa", permite ahorrar leña entre un 73 hasta un 89% del consumo habitual y las familias reconocen otros beneficios sobre su bienestar. Si bien el uso de las ecoestufas promueve un ahorro en el consumo de leña, es necesario complementar con otras actividades que promuevan el mejoramiento del estado de los fragmentos de bosques, y las zonas de recarga hídrica a lo largo de la subcuenca del río Copán.

Palabras claves: aprovechamiento de pino (*Pinus* sp.) y roble (*Quercus* sp.), biodiversidad, bosques de coníferas, capitales de la comunidad, caracterización de unidades para la venta de leña, deforestación

ABSTRACT

We studied the potential fuelwood saving that could be made through the use of an ecofriendly improved stove and the benefits that the use of this stove would have on the natural capital of the region. We used the community capitals (CCF) as the framework for our study and interviewed 23 families. In addition we utilized methods of direct observation, and organized several workshops to facilitate socialization and exchange of ideas between farmers in the community. Overall we found that there were distinct differences in the access to certain capitals by members of the community. There is a strong cultural dependency on the use of fuelwood in the region, which drives a important deforestation pressure, particularly on the pine forests. On the other hand, there is a general lack of knowledge on rules, laws and norms associated with the use of forest resources and the protection of natural capital. The high degree of dependency and use of fuelwood in the region is an important contributing factor to deforestation in the Copan River watershed. In contrast, the use of the improved stoves permits fuelwood savings between 73-89% in comparison to households without the use of the stove. The families that do use the stove recognize the impact of the stove on their well-being. Although the use of the stove is successful in promoting important savings in fuelwood consumption, its use must be complemented with other activities in the region that improve the conservation status of forest fragments in the region.

Keywords: harvesting pine (*Pinus* sp.) and oak (*Quercus* sp.), biodiversity, forests of conifers, capital of the community, characterization of units for the sale of firewood, deforestation

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las proyecciones realizadas por el estudio sobre el balance energético de Honduras, el consumo doméstico de leña para el año 2000 fue de aproximadamente 7,3 millones de m³, lo que representa el 92% del consumo total nacional de madera. Dentro de este porcentaje, predomina el consumo domiciliar rural con 5,5 millones de m³/año, equivalente al 75%

¹ Estudiante de Posgrado. Maestría en Socioeconomía Ambiental, CATIE. Correo electrónico: ecruz@catie.ac.cr

Coordinador de proyecto Focuencas II en Honduras. Correo electrónico: josueleonci@yahoo.es

³ Técnico del programa GAMMA del CATIE. Correo electrónico cvillanu@catie.ac.cr

⁴ Catedrático de estadística, análisis multivariado y métodos cuantitativos para socioeconomistas. Jefe de la unidad de biometría del CATIE. Correo electrónico: casanoves@catie.ac.cr

⁵ Ecólogo de paisaje y líder del proyecto The impact of improved cattle production practices on biodiversity, financiado por el Banco Mundial. Correo electrónico: fdeclerck@catie.ac.cr

del consumo nacional. De acuerdo al Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal (COHDEFOR), actualmente conocido como Instituto de Conservación Forestal (ICF) (1996) y la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (1997), en Honduras el 75% de los hogares usan leña como combustible para cocinar. El ocote (*Pinus oocarpa*) es la especie con mayor demanda y cubre el 49% del consumo comercial, lo que equivale a 96.000 m³/año. El roble (*Quercus* sp.) es la especie preferida por sus características caloríficas y alcanza un consumo de 42.000 m³/año, satisface el 27% de la demanda.

Pérez (2006) menciona que de los sistemas silvopastoriles (SSP) presentes en la subcuenca del río Copán, como los árboles dentro de potreros (ADP), las cercas vivas (CV) y el bosque de pino con pastoreo (BPP), los productores hacen explotaciones permanentes de madera para diferentes usos. Dentro de ellos, el consumo de leña como combustible.

De los ADP los productores ganaderos extraen en promedio el 25% de la leña que consumen en su hogar, de las CV obtienen el 20%, mientras que de los BPP se extrae en promedio el 11% de la leña. Cruz (2007) señala que el 100% de productores en la subcuenca del río Copán asegura consumir leña como combustible en sus hogares. El promedio de consumo de leña por productor al año es de 17 m³ y las especies más utilizadas son el roble (*Quercus* sp.), pino (*Pinus* sp.), guamo (*Inga* sp.), pepeto (*Inga* sp.), madreado (*Gliricidia sepium*), cablote (*Guazuma ulmifolia*), plumajillo (*Schizolobium parahyba*) y los materiales vegetales obtenidos de la poda del café (Pérez, 2006 y Cruz, 2007).

En cuanto a las características de las especies utilizadas para leña, se menciona la disponibilidad, accesibilidad, cercanía y calidad. Esta última referida a combustión duradera, alta capacidad calorífica, producir poco humo y cenizas, que sea compacta y fácil de manejar (Pérez, 2006 y Cruz, 2007). De la caracterización de los árboles para ser aprovechados para leña éstos deben alcanzar un diámetro a la altura de pecho (dap) entre 20 cm y 30 cm. Además, deben contar con un promedio de 7,5 ramas delgadas y uniformes y una altura superior a 12,5 m (Pérez, 2006).

Esta situación de explotación del bosque para la obtención de leña es preocupante también desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad, debido a que se favorece la fragmentación de hábitats resultante de la remoción de grandes segmentos de bosques que

son eliminados por completo, con lo cual quedan numerosos segmentos más pequeños separados unos de otros. Con la pérdida de bosques se producen pérdidas de hábitats en el paisaje, disminución en el tamaño de los hábitats y mayor aislamiento de éstos a medida que se cambia el uso del suelo (Bennett, 2004-CIGEA, 2006).

Actualmente el CATIE, a través del proyecto Focuencuas II y en coordinación con la Mancomunidad de los Municipios de Copán Ruinas, Santa Rita, Cabañas y San Jerónimo (MANCORSARIC), están ejecutando el proyecto de implementación de las ecoestufas modelo "Justa", con el propósito de disminuir la cantidad de leña consumida por las familias situadas en las zonas de recarga hídrica de las microcuencas abastecedoras de agua para el consumo humano. La fase piloto de este proyecto ha resultado relativamente un éxito debido a la gran aceptación de la población, de manera que existe una demanda potencial para la masificación del uso de las ecoestufas. A través del presente estudio se plantearon los siguientes objetivos:

- Caracterizar y cuantificar el consumo actual de leña de la población rural de la subcuenca del río Copán
- Determinar el potencial de ahorro de leña a través del uso de las ecoestufas y su aporte a la conservación del capital natural de la subcuenca
- Realizar el análisis económico del ahorro potencial de leña

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La subcuenca del río Copán está ubicada en el sector noroeste del departamento de Copán, en el extremo occidental de Honduras que limita con Guatemala (Cisneros, 2005). La subcuenca tiene una extensión de 619 km², aproximadamente. Abarca territorios de los municipios de Copán Ruinas, Santa Rita, Cabañas y San Jerónimo. El relieve de la subcuenca presenta fuertes pendientes y la altitud varía entre los 600 y 1.600 msnm. La precipitación promedio anual es de 1.609 mm, siendo setiembre el mes más lluvioso (229 mm) y marzo el mes más seco (11 mm). El periodo seco dura de cinco a siete meses. La temperatura mínima promedio es de 16 °C y la máxima alrededor de 26 °C. Estas condiciones caracterizan a una zona de trópico semihúmedo.

Metodología de toma de datos

En el presente estudio se empleó el marco de los capitales de la comunidad (Flora et al. 2004a, 2004b) para analizar la situación del consumo actual de leña y el ahorro potencial a través de la implementación de la

ecoestufa "Justa" en la subcuenca del río Copán, así como su aporte a la conservación del capital natural.

Del listado de personas interesadas en la instalación de las ecoestufas se seleccionó una muestra al azar con un tamaño correspondiente al 25% del total de personas inscritas (23 familias). Con las familias seleccionadas se trabajó en la caracterización y cuantificación del consumo de leña actual. Además, se aplicó una entrevista semiestructurada con el propósito de determinar factores humanos, sociales, culturales y económicos que se relacionen con el consumo de leña. Se realizaron cuatro evaluaciones del consumo de leña, dos evaluaciones antes de la instalación de la ecoestufa (uso del fogón tradicional) y dos evaluaciones después de la instalación de la ecoestufa. Se caracterizaron las distintas unidades utilizadas en el consumo y comercialización de leña señaladas por las familias (manojo, tercio, carga y tarea). Se pesaron y midieron cada uno de los leños, por cada una de las tres primeras unidades señaladas.

La caracterización de la tarea se realizó a través de cálculos matemáticos. Se evaluaron en total 10 variables y 58 indicadores. En el análisis de la información se aplicó un análisis de contingencia con pruebas Chi Cuadrado para los indicadores categóricos. Los indicadores cuantitativos se transformaron a rangos para someterse a un Análisis de Varianza Univariados (ANOVA), de un diseño experimental completamente al azar, empleando a las localidades como tratamientos. Finalmente, se utilizó para la separación de promedios el Rango Múltiple de Duncan al 5%.

La información cualitativa permitió complementar la caracterización del consumo de leña. Para la transformación de kilogramos (kg) de leña consumida a árboles utilizados se empleó un valor de densidad básica promedio (12% de contenido de humedad), de las especies forestales más utilizadas. Este valor corresponde a 465,0 kg/m³. De acuerdo a Pérez (2006), para el consumo de leña como combustible en la zona 1,0 m³ de madera, equivale a 0,76 árboles.

RESULTADOS

Análisis del estado de los capitales disponibles de los pobladores de cuatro comunidades de la subcuenca del río Copán

Capital humano

En las familias que participaron en el estudio, el 45% de los jefes de familia no cuentan con ningún nivel educativo. Existe dependencia entre el nivel de educación

del jefe de familia y la localidad donde vive (prueba Chi Cuadrado, valor p = 0,0547). Los niveles de analfabetismo más altos se alcanzan en las comunidades Planes de La Brea, Tegucigalpita y Club de Leones (Cuadro 1).

En el caso de los cónyuges este indicador disminuye y se registra que el 83,33%, cuentan con educación primaria (Cuadro 1). Cruz (2007) señala que el capital natural interactúa positivamente con el nivel de educación de las familias en la subcuenca del río Copán (tendencia positiva). De esta forma, lo mínimo que se requiere para que el capital natural se beneficie es que la familia cuente con educación primaria. A nivel de estas comunidades, como se observa en los resultados, las tasas de analfabetismo son altas.

Cuadro 1. Nivel educativo del jefe de familia y su cónyuge

Localidad	Jefe de fai	milia	Cónyuge		
Locandad	Ninguno	Primaria	Ninguno	Primaria	
Buena Vista	0%	100%	0%	100%	
Club de Leones	50%	50%	33%	67%	
Planes de La Brea	67%	33%	17%	83%	
Tegucigalpita	60%	40%	20%	80%	
Total	45%	55%	17%	83%	
Chi Cuadrado	0,0547			0,5744	
(valor p)					

Proporción relativa por filas

Las familias en la zona están integradas en promedio por cinco miembros. Existen diferencias entre las comunidades en cuanto al número de personas responsables de la recolección y el traslado de la leña (p = 0,0184), ver Cuadro 2. Esta actividad es realizada por distintos miembros del hogar, dependiendo de la comunidad. En Planes de La Brea, el responsable es el jefe de familia, debido a que debe tumbar el árbol para fragmentarlo y trasladarlo (modalidad de compra de leña en pie). En las comunidades Club de Leones y Tegucigalpita la responsabilidad corresponde a la ama de casa o a los hijos.

Entre las comunidades existen diferencias estadísticas en cuanto a la participación en eventos de capacitación sobre la conservación del medioambiente (p = 0,0793), ver Cuadro 2. Club de Leones y Tegucigalpita solo nombran al evento de socialización de experiencias en el uso de la ecoestufa, donde se analizó la situación de dependencia de los servicios ecosistémicos que ofrece el bosque y la biodiversidad. A parte de este evento, los pobladores señalan que no se han organizado capacitaciones relacionadas a este tema. En

la comunidad Buena Vista mencionan la participación en un evento realizado por la municipalidad de Copán Ruinas sobre el consumo de agua y la protección de las fuentes, también con la intervención del proyecto Focuencas II.

En cuanto al número de atenciones médicas al año, existen diferencias estadísticas de un 10% entre las comunidades (p = 0,0620), ver Cuadro 2. Los problemas respiratorios como inflamación de garganta, bronquitis, gripes, alergias y pulmonías son los principales problemas por los cuales los pobladores recurren a atención médica. Planes de La Brea y Buena Vista alcanzan el número más alto de atenciones. Según Smith *et al.* (2004), la combustión incompleta de leña en los hogares produce un humo dañino para la salud humana.

La leña que no arde debidamente da lugar a productos de combustión incompleta, como el monóxido de carbono, benceno, butadieno, formaldehído, hidrocarburos poliaromáticos y muchos otros compuestos peligrosos para la salud. Los mismos autores señalan que el mejor indicador de peligro para la salud, causado por el humo de combustión, son las pequeñas partículas que contienen muchas sustancias químicas. De lo observado en las comunidades de la subcuenca del río Copán, la mayoría de familias tienen sus estufas dentro de su vivienda y se observa a simple vista en las paredes y en el techo la acumulación de partículas de color negro que la gente conoce como hollín. Además, indican que han convivido con esto toda su vida y no lo relacionan con problemas de salud.

También, Smith et al. (2004) señalan que a través del uso de estufas y fogones adecuados y con buenas prácticas de ventilación y combustión es posible el consumo limpio de leña y carbón vegetal, así como de otra biomasa, lo que da lugar a la transformación en energía calórica,

dióxido de carbono y agua. Pero tales condiciones son difíciles de alcanzar en zonas rurales y urbanas pobres en las que se utilizan pequeños fogones baratos alimentados con leña.

Capital cultural

En promedio, las familias entrevistadas señalan que han consumido leña durante 37 años. La combustión de leña se realiza principalmente para la preparación de los alimentos y para calentar agua. Las especies forestales más utilizadas son el roble (*Quercus* sp.) y el pino (*Pinus* sp.), además, mencionan que aprovechan el tronco y las ramas.

Existen diferencias estadísticas para el número de horas que permanece encendido el fogón a nivel de las cuatro comunidades (p = 0,0063). En Planes de La Brea el fogón permanece encendido en promedio 19,3 horas/día, en Tegucigalpita 13,2 horas, en Club de Leones 9,5 horas y en Buena Vista 4,6 horas/día (Cuadro 3).

La jornada diaria inicia desde la madrugada (5 a.m.) para la cocción del maíz y el fríjol, luego se prepara el desayuno. En el transcurso de la mañana, en especial en las comunidades de Tegucigalpita y Club de Leones, las mujeres y los niños deben ir a recoger leña. A su regreso necesitan atizar el fuego rápidamente para preparar el almuerzo. Por la tarde calientan las tortillas y se deja encendido para espantar a los insectos y para abrigar la casa.

La rutina descrita es bastante parecida a nivel de las comunidades, excepto en Buena Vista, donde los pobladores señalan que el fogón de leña se utiliza únicamente para la cocción del maíz, del frijol y la preparación de tortillas. Para el resto de actividades se emplean la estufa eléctrica o de gas. En esta comunidad se observó la disponibilidad de estas alternativas tecnológicas.

Cuadro 2	ANOVA	de cuatro indicadores del capital humano	
CHAOFO Z.	ANUVA	de cuairo indicadores dei cabilai numano	

Localidad	Miembros de la familia (#)	Personas responsables recolección y traslado leña (#)	Participaciones en eventos capacitación (#)	Atenciones médicas/ año EPOC* (#)
Buena Vista	6,2	0,2 b	0,8 ab	2,0 ab
Club de Leones	5,5	1,5 a	1,0 a	1,0 ab
Planes de La Brea	5,3	1,0 a	0,0 b	2,5 a
Tegucigalpita	4,6	1,2 a	0,6 ab	0,4 b
CV (%)	32,2	39,7	42,1	47,7
Promedio	5,4	0,95	0,55	1,55
Valor p	0,5581	0,0184*	0,0793*	0,0620*

*Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas

Las letras distintas representan diferencias significativas al nivel 0,10.

Cuadro 3. ANOVA de cinco indicadores del capital cultural relacionado al uso de leña

Localidad	Años de consumo de leña	Actividades usa leña (#)	Especies usadas para leña	Partes del árbol usadas (#)	Horas/día encendido el fogón
Buena Vista	45,8	1,8	1,20 a	1,80	4,60 b
Club de Leones	29,0	2,5	1,50 ab	1,50	9,25 b
Planes de La Brea	35,3	2,3	0,33 b	1,83	19,33 a
Tegucigalpita	35,8	2,0	0,80 ab	1,20	13,20 ab
CV (%)	49,47	35,14	44,11	28,95	41,22
Promedio	36,80	2,15	0,90	1,60	12,10
Valor p	0,5827	0,4980	0,0961*	0,1374	0,0063*

Las letras distintas representan diferencias significativas al nivel 0,10.

Capital social

Con respecto al capital social, los resultados de los indicadores evaluados evidencian el estado crítico y la vulnerabilidad a nivel de las cuatro comunidades. Los pobladores señalan y muestran preocupación por no desarrollar iniciativas locales en favor de la conservación del ambiente y la biodiversidad, como formación de viveros forestales comunitarios, protección del bosque, entre otros. Además, entre los miembros de la comunidad no se observan vínculos sociales para el préstamo o intercambio de leña, solo manifiestan su comercialización.

En relación a la presencia de organizaciones comunitarias responsables de la protección del bosque, el 70% de los entrevistados indican que no existen estas organizaciones en sus comunidades. El 30% reconoce la presencia de este tipo de organizaciones pero manifiestan que su acción no es efectiva. Los resultados del Análisis de Contingencia evidencian la dependencia entre la presencia de organizaciones comunitarias responsables de la protección del bosque y la localidad en estudio (prueba Chi Cuadrado, p = 0.0246), ver Cuadro 4.

Esta relación de individualismo puede deberse a que la recolección y el traslado de la leña depende de la esposa o de los hijos, actividades que se realizan en las comunidades Tegucigalpita y Club de Leones de forma diaria. En muchos hogares, solo se cubre el requerimiento diario debido a la baja disponibilidad actual (ya no quedan bosques cercanos), o porque ya les han prohibido obtener leña de propiedades aledañas a las comunidades. Esto dificultaría contar con excesos de leña para intercambiarla o prestarla. Por otra parte, también puede ser el resultado de la aparente rentabilidad en la venta de leña y la alta demanda en las comunidades en estudio, excepto Buena Vista, pues se trata de una necesidad básica cotidiana que deben resolverla comprando leña. De acuerdo a Cruz y Centeno (2001), el 100% de la población rural usa leña, es decir, en el medio rural la leña sigue siendo la única alternativa energética de mayor accesibilidad.

Capital político

Relacionado al indicador del capital político, conocimiento de leyes que estén vinculadas con el aprovechamiento del bosque o la protección del capital

Cuadro 4. Análisis de contingencia de los indicadores del capital social

Localidad	Realización de actividades colectivas	Formación de viveros forestales comunitarios	Préstamo o intercambio de leña	Presencia de organizaciones comunitarias	
				No	Si
Buena Vista	100%	100%	100%	25%	0%
Club de Leones	100%	100%	100%	20%	0%
Planes de La Brea	100%	100%	100%	15%	15%
Tegucigalpita	100%	100%	100%	10%	15%
Chi Cuadrado (valor p)	0,9397	0,9397	0,9397	0,024	16 dp

dp = dependencia estadística (nivel 0,05)

natural, el 100% de los entrevistados señalan desconocerlas. Para el indicador número de organizaciones estatales, privadas, organismos no gubernamentales que participen en la regulación del aprovechamiento del bosque, el 60% de los entrevistados manifiestan que no están presentes en la zona. El 40% restante menciona la presencia de una (35%) o dos organizaciones (5%). Existe dependencia entre el indicador señalado y la comunidad de estudio (prueba Chi Cuadrado = 0,0793), ver Cuadro 5. La principal organización señalada por los entrevistados es el COHDEFOR, actualmente conocido como el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), pero afirman que su acción para controlar la tala del bosque es ineficiente.

Cuadro 5. Análisis de contingencia. Frecuencias al total para el número de organizaciones que regulan la extracción de leña

T P.J J	# de org	T 4 1		
Localidad	0	1	2	- Total
Buena Vista	10	15	0	25
Club de Leones	20	0	0	20
Planes de La Brea	25	5	0	30
Tegucigalpita	5	15	5	25
Total	60	35	5	100
Chi Cuadrado (valor p)	0,0793			

Capital natural

En las comunidades visitadas la generalidad de la población utiliza fogones de leña formados con bloques de cemento, adobes, ladrillos o piedras y varillas de acero colocadas sobre ellas. Se deja un espacio reducido para introducir la leña y usualmente se ubican dentro de la

vivienda. La baja circulación de aire y en consecuencia, la menor presencia de oxígeno que actúa como comburente en la combustión, provoca que la combustión sea incompleta. Por esto, se demandan altas cantidades de leña para cubrir las necesidades del hogar.

Esta ineficiencia de los fogones, conjuntamente con la costumbre de cocinar con leña, provocan una fuerte presión sobre los bosques de la subcuenca, a tal punto que en algunos sectores ya no se cuentan con bosques cercanos, ni fragmentos de éstos. Con el uso de este tipo de fogones se alcanza en promedio un consumo potencial de 6.505 kg de leña al año por familia (Cuadro 6). Esto representa cortar alrededor de once árboles para este propósito.

Medina (2006) indica que en Honduras entre 80.000 y 100.000 hectáreas de bosque se pierden anualmente por problemas de deforestación. En la actualidad, el área deforestada es de alrededor de 4,1 millones de hectáreas. El consumo de leña como combustible, de acuerdo a Cruz y Centeno (2001), es una de las principales causas de la deforestación. Con la pérdida de bosques se producen pérdidas de hábitats en el paisaje, disminución en el tamaño de los hábitats y mayor aislamiento de éstos a medida que se cambia el uso del suelo, afectándose también a la biodiversidad (Bennett, 2004).

Existen diferencias estadísticas en el consumo de leña antes y después de la instalación de la ecoestufa (Prueba T, p = 0,0058). Esta diferencia corresponde a un ahorro potencial alrededor de 5.284,05 kg al año (11,36 m³ de leña), ver Cuadro 7. Este ahorro implicaría menor presión sobre los bosques. Pero además se debe generar una estrategia basada en capacitación y planes de reforestación, a través de la formación de viveros comunitarios.

Cuadro 6. ANOVA de la comparación del consumo de leña como combustible antes y después de la instalación de la ecoestufa

Localidad	Antes		Después		
	Consumo poter	ncial/año	Consumo potencial/año		
	Kg	Árboles	Kg	Árboles	
Buena Vista	4.570,80	7,47	426,62 b	0,70	
Club de Leones	6.612,48	10,81	699,53 ab	1,14	
Planes de la brea	6.968,10	11,39	1.852,65 a	3,03	
Tegucigalpita	7.800,59	12,75	1.057,38 ab	1,73	
CV (%)	60,71		52,75		
Promedio	6.505,77	10,63	1.302,04	2,13	
Valor p	0,9481		0,02736		

Las letras distintas representan diferencias significativas al nivel 0,10.

Estas actividades deberían desarrollarse fundamentalmente en las zonas de recarga hídrica y en las riberas de los ríos. Para esto, podrían utilizarse las especies de mayor demanda que señalan los entrevistados y que corresponden a especies forestales nativas. Estas especies son el roble (*Quercus* sp.), el pino (*Pinus* sp.), el cablote (*Guazuma ulmifolia*), el nance (*Byrsonima crassifolia*) y las ingas (*Ingas* sp.), ver Cuadro 8.

Con relación a la presencia de bosques cercanos, en promedio los habitantes de estas comunidades señalan estar cerca de al menos dos bosques (Cuadro 8), aunque también mencionan que el tiempo que les lleva ir a buscar leña oscila entre dos a tres horas de su casa (Tegucigalpita y Club de Leones), y en algunos casos indican que caminan hasta cuatro y seis horas (Planes de La Brea). Por esto, asignan dos días a la semana para la recolección y el traslado de la leña.

Para el indicador número de sitios de los que obtienen leña se registran diferencias estadísticas (p = 0,0083), ver Cuadro 8, entre las localidades. En la comunidad de Planes de La Brea respondieron que obtienen la leña de 2,5 sitios diferentes. El 100% de entrevistados afirman no obtener leña de bosques aledaños a las fuentes de agua, aunque se encuentren cerca y exista la disponibilidad. También son enfáticos en afirmar que la recolección es solo de ramas caídas, pero en las visitas se observó leños de diámetros diferentes al de las ramas.

Según manifiestan los entrevistados, el roble (*Quercus* sp.) y el pino (*Pinus* sp.) son las especies más utilizadas por características como durabilidad, el calor que generan y la baja cantidad de formación de ceniza. Estos criterios concuerdan con los resultados señalados por Pérez (2006). Otro aspecto importante que se observó en todos los hogares visitados es el uso de astillas de

Cuadro 7. Análisis comparativo del consumo de leña antes y después de la implementación de la ecoestufa DE (dif) Obs (1) Obs (1) Media (dif) Bilateral p 5.284.05 Antes kg Después kg 0,0058 m^3 m^3 11.36 6.000,02 3,30 Árboles Árboles 8.64

pecie utilizada	Nombre científico	Frecuencias	% Frecuen.
ble	Quercus sp.	19	90,48
10	Pinus sp.	18	85,71
blote	Guazuma ulmifolia	4	19,05
nce	Byrsonima crassifolia	4	19,05
peto	Inga sp.	3	14,29
caguanance	Gliricidia sepium	2	9,52
te	Bursera simaruba	2	9,52
guacate	Persea americana	1	4,76
dro	Cedrela odorata	1	4,76
ayabo	Psidium guajava	1	4,76
o	Erythrina berteroana	1	4,76
potillo	Pouteria sp.	1	4,76
ıce	Salix humboldtiana	1	4,76
urel	Cordia alliodora	1	4,76
e	Leucaena leucocephala	1	4,76

⁶ Cotización del dólar = 18,85 lempiras. Junio de 2007.

pino para encender el fuego, aunque utilicen otras especies para la combustión. En promedio, las familias a lo largo de la subcuenca consumen 2,4 cargas (Cuadro 9) con un peso promedio de 49,8 kg.

Los indicadores número de cargas de leña (p = 0.2835), ver Cuadro 9, que compran por semana y el número de cargas que obtienen del bosque (p = 0.0430), se relacionan. Existen diferencias significativas para los dos indicadores entre las localidades (Cuadro 10).

Las familias de Buena Vista señalan comprar toda la leña que utilizan y esto se debe a que esta localidad se sitúa en el centro de la ciudad de Copán Ruinas. Las comunidades Club de Leones y Tegucigalpita obtienen del bosque la mayor parte de la leña que consumen. En Planes de La Brea para el indicador número de cargas que le regalan o le permiten recolectar, el 100% de los entrevistados manifiesta que les permiten obtener de las propiedades aledañas, pero a través de un mecanismo de prepago. Este mecanismo consiste en cancelar cien lempiras (5,30 USD6) por árbol a los encargados de las propiedades donde hay bosque y cada usuario se encarga de cortar.

De esta forma, los propietarios de las áreas con bosques evaden responsabilidades y sanciones por deforestación, pues lo justifican como robo de leña de sus propiedades.

Capital físico

El análisis de este capital evidencia la relación de dependencia entre los indicadores disponibilidad de electricidad, presencia de sitios cercanos para la adquisición de gas doméstico y la disponibilidad de estufa eléctrica de la población con la localidad donde vive. De esta forma, el 100% de los pobladores de Buena Vista señalan disponer de electricidad, un sitio cercano para adquirir gas doméstico y poseer estufa eléctrica. Mientras que para las comunidades de Club de Leones, Planes de La Brea y Tegucigalpita el acceso de estos servicios es restringido (Cuadro 11).

Capital financiero

No se encontraron diferencias estadísticas a nivel de las localidades para las unidades de comercialización y consumo de leña como combustible. Las unidades más empleadas para la comercialización corresponden a la carga (que contiene 50,28 leños con un peso total de

Localidad	Bosques cercanos (#)	Sitios en los que obtiene leña (#)	Ríos o fuentes de agua cercanos (#)	Especies forestales utilizadas (#)	Cargas leña que consume/semana (#)
Buena Vista	1,2	0,4 c	0,0 b	3,2	2,1
Club de Leones	2,5	1,8 ab	0,8 a	2,3	2,8
Planes de La Brea	2,5	2,5 a	0,0 b	1,8	2,8
Tegucigalpita	2,0	1,2 bc	1,0 a	2,2	1,8
CV (%)	47,7	41,7	20,6	57,5	52,6
Promedio	2,1	1,5	0,4	2,4	2,5
Valor p	0,1592	0,0083*	< 0,0001*	0,6579	0,2835

Localidad	No. cargas que compra/semana	No. cargas obtiene del bosque/sem.	No. cargas de regalo o permiten recolectar	Tarea (kg)	No. leños/ tarea
Buena Vista	1,80 a	0,00 b	0,00 b	515,12	510
Club de Leones	0,38 b	2,38 a	1,13 ab	413,76	500
Planes de La Brea	1,50 a	2,17 a	1,67 a	433,23	500
Tegucigalpita	1,00 a	2,50 a	0,40 ab	575,85	500
CV (%)	52,63	46,27	45,68	50,11	5,7
Promedio	1,23	1,75	0,83	478,79	502,5
Valor p	0,2835	0,0430	0,1331	0,7422	0,9609

	Disponi	bilidad	Sitio c	ercano	Dispon	ibilidad
Localidad	electricidad		compra gas doméstico		estufa eléctrica	
	No	Si	No	Si	No	Si
Buena Vista	0	100	0	100	0	100
Club de Leones	50	50	25	75	75	25
Planes de La Brea	50	50	66	33	100	0
Tegucigalpita	20	80	20	80	80	20
Total	30	70	30	70	65	35
Chi Cuadrado (valor p)	0,1347		0,0631		0,0009	

49,8 kg) y la tarea (equivalente a 500 leños). Otra unidad utilizada, más a nivel de consumo, es el manojo que se trata fundamentalmente de ramas de árboles (74,4 ramas). En promedio un manojo pesa 29,2 kg.

Tampoco se encontraron diferencias estadísticas para el consumo de cargas al año entre las localidades. El promedio de consumo de cargas de leña corresponde a 130,8 durante un año (peso de una carga = 49,8 kg). Por otra parte, sí se registraron diferencias estadísticas entre las localidades para el precio de una carga de leña y los ingresos anuales de las familias. El precio de comercialización de la carga de leña más alto se registra en la comunidad Buena Vista (4,56 USD), ver Cuadro 12. Al año las familias, de costear todo su consumo, deberían invertir en promedio 425,48 USD.



Una estufa de biogas (izquierda) y una de leña tradicional (derecha). Foto: BNPP

Con relación a los ingresos familiares al año, existen diferencias estadísticas entre las comunidades. Los ingresos de las familias de la comunidad Buena Vista se destacan con un nivel de ingresos de 2.839,26 USD en promedio (Cuadro 13). Los ingresos más bajos se registran en las familias de la comunidad Planes de La Brea. Al relacionar el costo potencial del consumo de leña con el nivel de ingresos se observa que para las comunidades Tegucigalpita, Planes de La Brea y Club de Leones representa una inversión superior al 24% de los ingresos anuales (Cuadro 12). El alto consumo de leña, en especial de las dos primeras comunidades mencionadas, se constituye en un primer indicador del alto grado de presión sobre las áreas con bosque de las zonas aledañas.

La implementación de las ecoestufas modelo "Justa" tiene un efecto positivo en la disminución de la cantidad de leña consumida. Si analizamos para las dos comunidades que más consumen leña, se tendría que en Tegucigalpita pasaría de un consumo potencial al año de 157 cargas, a 21 cargas (Cuadro 12), lo cual representaría una reducción del 88%. Para la comunidad Planes de La Brea, representaría un ahorro del 73,41%. En Club de Leones correspondería a un ahorro del 89,42%, mientras que en Buena Vista estaría alrededor del 89,52%.

Este ahorro potencial por el uso de las ecoestufas (modelo "Justa") no sólo beneficiaría al bienestar familiar (reducción de humo y ceniza dentro de la vivienda, limpieza, menor inversión en tiempo y costos para la adquisición de la leña, etc.), sino que además se constituiría en un ahorro ecológico. Este ahorro potencial contribuiría a la reducción en la presión sobre los bosques, al no requerirse las mismas cantidades de leña. De

Cuadro 12. ANOVA del análisis económico del consumo de leña como combustible antes de la instalación de la ecoestufa

Localidad	Cargas/año	Precio/carga (USD)	Costo consumo /año (USD)	Ingresos/año (USD)	Proporción del costo sobre los ingresos
Buena Vista	91,87	4,56 a	418,18	2.839,26 a	14,73
Club de Leones	132,91	2,65 b	352,22	1.475,01 b	23,88
Planes de La Brea	140,06	3,18 b	481,93	738,46 c	65,26
Tegucigalpita	156,80	2,76 b	423,64	1.298,68 b	32,62
CV (%)	60,71	31,42	59,86	30,98	
Promedio	130,77	3,31	425,48	1.551,02	
Valor p	0,9481	0,0003	0,8406	0,0001	

Las letras distintas representan diferencias significativas al nivel 0,05.

Cuadro 13. ANOVA del análisis económico del consumo de leña como combustible después de la instalación de la ecoestufa

Localidad	No. cargas/año	Precio (USD)/carga	Costo consumo/año (USD)	Ingresos/año (USD)	Representación porcentual costo sobre los ingresos
Buena Vista	8,58 b	4,56 a	45,45	2 839,26 a	1,60
Club de Leones	14,06 ab	2,65 b	37,27	1.475,01 b	2,53
Planes de La Brea	37,24 a	3,18 b	133,15	738,46 с	18,03
Tegucigalpita	21,25 ab	2,76 b	58,06	1.298,68 b	4,47
CV (%)	52,75	31,42	55,67	30,98	
Promedio	26,17	3,31	86,37	1.551,02	
Valor p	0,2736	0,0003	0,4254	0,0001	

Las letras distintas representan diferencias significativas al nivel 0,05.

forma indirecta se beneficiaría la conservación de la biodiversidad presente en los bosques y las zonas de recarga hídrica. Pero es necesario complementar esta medida con el acompañamiento de otras, debido a que a través de las ecoestufas se reduce el consumo actual, pero es imprescindible trabajar por mejorar las condiciones actuales de los fragmentos y bosques remanentes en la zona.

CONCLUSIONES

El alto consumo de leña de la población de la subcuenca del río Copán (consumo de leña 6.506 kg por familia al año), está vinculado a factores culturales, humanos, económicos y sociales que amenazan tanto la presencia como la permanencia de los remanentes de bosques. Entender la problemática en torno al recurso forestal (parte del capital natural), requiere un análisis holístico e integral que permita abordar todos los aspectos involucrados y los recursos disponibles.

El marco de los capitales de la comunidad como una herramienta metodológica permitió analizar la presión humana ejercida sobre los bosques y fragmentos de bosque en la subcuenca. Este enfoque facilitó la identificación de las distintas interacciones (positivas y negativas) generadas entre los capitales disponibles de las familias en las cuatro comunidades de la subcuenca. A nivel del capital humano los altos niveles de analfabetismo, la falta de capacitación y concienciación en temas ambientales y de conservación del capital natural inciden negativamente sobre la conservación de los fragmentos de bosques en la zona.

Afectaciones en la salud de los miembros de la familia podrían ser efectos negativos generados por la quema de leña en fogones inadecuados, aunque los pobladores no lo perciben así. Todos los antiguos fogones de las familias entrevistadas se encontraban en el interior de la vivienda y esencialmente, a decir de las familias, los problemas de salud más frecuentes son los problemas pulmonares crónicos.

Existe un factor cultural muy arraigado en torno al consumo de leña como combustible. Los entrevistados lo señalan como una actividad tradicional, aspectos como calidad de llama, durabilidad del fuego, poca formación de ceniza, entre otras, son características que inciden en

la selección de las especies forestales para leña. Además, el alto consumo de leña se asocia con la particular rutina cotidiana de los hogares de la zona, permaneciendo encendido el fogón en algunos hasta 19 horas. El capital cultural puede ser una alternativa potencial para desarrollar planes de reforestación con las especies más utilizadas por las características señaladas.

Existe un bajo capital social cognoscitivo a nivel de los pobladores de las comunidades en estudio, lo cual ha incidido negativamente sobre el capital natural. No se evidenciaron organizaciones comunitarias o el desarrollo de iniciativas colectivas tendientes a mejorar su entorno o conservarlo. No existen mecanismos de préstamos de leña o intercambio, únicamente comercialización. Incluso los entrevistados indican que se provocan incendios de áreas aledañas con bosque para luego extraer la leña. Esto evidencia la falta de conciencia ambiental, el irrespeto a la propiedad privada y además, la falta de coordinación de las comunidades para la protección y la vigilancia de las áreas boscosas cercanas.

A nivel del capital político señalan el desconocimiento de reglamentos, normas o leyes que regulen o sancionen la sobreexplotación de los bosques. Mencionan la presencia en la zona del ICF, pero señalan que su desempeño en el control de la sobreexplotación de los bosques es ineficiente.

En relación con el estado de los bosques en la zona, se observa que existe una alta presión sobre los remanentes de bosques, en especial los bosques de coníferas. El pino (*Pinus* sp.) y el roble (*Quercus* sp.) son las especies más utilizadas como leña. Esta presión sobre los bosques también afecta de forma negativa a la biodiversidad y a las áreas de recarga hídrica por la deforestación e incendios provocados.

El uso de las ecoestufas modelo "Justa" permite por una parte ahorrar leña entre un 73 hasta un 90% del consumo habitual de leña. Por otro lado, las familias afirman que existen otros beneficios sobre su bienestar, como mejor apariencia dentro de la vivienda, mayor orden, resaltan la limpieza y la comodidad porque el humo sale fuera de la vivienda. Si bien el uso de las ecoestufas promueven un ahorro en el consumo de leña, es necesario complementar con otras actividades que promuevan el mejoramiento del estado de los fragmentos de bosques y las zonas de recarga hídrica.

Existe una alta demanda por parte de la población para beneficiarse de la instalación de las ecoestufas, considerando aún que las familias aportan parte de los materiales y mano de obra como contraparte. Pero existen dificultades económicas, falta de voluntad política y hay problemas en la identificación de usuarios estratégicos como beneficiarios.

Una alternativa es el desarrollo de viveros comunitarios con especies de interés para la comunidad y especies nativas. Para esto se requiere continuar con el proceso de delimitación participativa de las zonas de recarga hídrica para priorizar los planes de reforestación. Adicionalmente, existe interés de la población de desarrollar especies de frutales dentro de viveros.

En las comunidades Planes de La Brea, Tegucigalpita y Club de Leones, que son los poblados que más consumen leña, si las familias pagaran al costo actual de la leña que consumen su valor superaría el 24% de sus ingresos anuales promedios. De ahí que existe un incentivo positivo para desarrollar en estas poblaciones actividades en favor de la conservación de los bosques (capital natural), con lo cual también se beneficiaría la biodiversidad y la protección de las zonas de recarga hídrica.

El gobierno local debe gestionar la obtención de recursos económicos para continuar con la implementación de las ecoestufas en la zona, pero es necesario priorizar los usuarios a beneficiarse.

También, es necesario socializar y capacitar a la población en la conservación de la biodiversidad presente en los remanentes de bosque, las funciones que desempeñan para dotar de servicios ecosistémicos de los cuales ellos se benefician.

Desarrollar planes de conservación en las zonas de recarga hídrica y fragmentos de bosques y no sólo medidas aisladas. La implementación de las ecoestufas disminuye la presión sobre los fragmentos de bosques de la zona, pero no soluciona por sí sola el grave problema de deforestación de la subcuenca. Dentro de este proceso se requiere trabajar con las comunidades y estructurar estrategias que integren: capacitación de la población, formación de viveros, reforestación de zonas prioritarias, masificación de las ecoestufas, ferias de concienciación sobre los servicios ecosistémicos a nivel de instituciones de educación, entre otras.



Realizando entrevistas a los productores de Copán, Honduras. Foto: BNPP

Por otra parte, es importante continuar con el proceso de demarcación de las zonas de recarga hídrica para identificar áreas de priorización para la reforestación. Además, se deben crear espacios para la socialización entre las usuarias de las ecoestufas. Estos espacios permitirían conocer experiencias en el uso de las ecoestufas que optimicen su uso, detectar dificultades para mejorar y capacitar en el mantenimiento de las mismas para alargar su periodo de vida útil.

Por último, se requiere sistematizar las experiencias desarrolladas en cuanto al uso de las ecoestufas y realizar el análisis económico comparativo con otro tipo de tecnologías alternativas a las ecoestufas para determinar el costo oportunidad de su uso.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Banco Mundial. 2002. Más allá del crecimiento económico: indicadores de la sostenibilidad del desarrollo. Foro de participación (en línea). Consultado 28 set. 2007. Disponible en http://www.worldbank.org/depweb/spanish/beyond/global/chapter16.html

Bennett, A. 2004. Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. San José, CR, UICN. p. 3-14.

CIGEA (Centro de Información. Gestión y Educación Ambiental). sf.

Desertificación y sequía. Serie: Información Ambiental No.1.

Agencia de Medio Ambiente (Convención internacional de lucha contra la desertificación. p 8-32 (en línea). Consultado el 8 jul. 2007. Disponible en http://www.unccd.int/main.php. http://www.ambiente(ecologico.com//revist60/avita60.htm

Cisneros, J. 2005. Valoración económica de los beneficios de la Protección del recurso hídrico y propuesta de un marco operativo para el pago por servicios ambientales en Copán Ruinas. Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 12-15 p.

COHDEFOR (Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal, H). 1996. Plan de acción forestal de largo plazo período 1996-2015. PLANFOR Vol. (2). Evolución, Problemática y Proyección. Tegucigalpa, Honduras (en línea). Consultado 19 oct. 2007. Disponible en http://www.cohdefor.hn/documentos/principales_ecosistemas.

Cruz, E. 2007. Estudio sobre la interacción entre la biodiversidad y el bienestar de los productores ganaderos para la implementación de sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Copán-Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 126 p.

Cruz, A; Centeno, G. 2001. Estudios de casos sobre combustibles forestales. FAO-Proyecto información y análisis para el manejo forestal sostenible: integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América Latina. Santiago, CL.16 p.

Flora, C.B; Emery, M; Fey, S; Bregendahl, C. 2004a. Community Capitals: A Tool for Evaluating Strategic Interventions and Projects (en línea). North Central Regional Center for Rural Development. Iowa State University. 2p. Consultado 18 jun. 2007. Disponible en http://www.ncrcrd.iastate.edu/projects/ commcap/7-capitalshandout.pdf.

Flora, C.B, Flora. J.L; Fey, S. 2004b. Rural Communities: Legacy and Change. (2nd edition) Boulder. CO: Westview Press, United States. p. 17-20, 60-66.

Medina, N. 2006. Situación del sub sector forestal en Honduras. Taller de Consulta Nacional. (Preparación V DIPECHO). Comisión Europea. p. 4-8.

Pérez, E. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica en productores ganaderos de Copán. Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. 115 p.

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. 1997. Balance energético. Dirección general de energía (en línea). Tegucigalpa, Hon. Consultado 19 oct. 2007. Disponible en http://www.serna.gob. hn/documentos

Smith, K.R. 2006. El uso doméstico de leña en los países en desarrollo y sus repercusiones en la salud. Unasylva 224. Vol (57). p. 41-46.