



**ANALISIS DE LA PRESION QUE EJERCEN LOS
HOGARES RURALES SALVADOREÑOS SOBRE SUS
BOSQUE NATIVOS**

HELENA MARCELA DIAZ SANCHEZ

Asesor

Ph.D. JORGE HIGINIO MALDONADO

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ECONOMIA
MAGISTER EN ECONOMIA DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS
RECURSOS NATURALES
BOGOTA, 2006**

1. INTRODUCCION

El Salvador esta ubicado en Centro América, sobre el litoral del Océano Pacifico, es el único país de la región que no posee costa en el Océano Atlántico. Su extensión territorial es de 20,742 km² y cuenta con una población de 5,908.460 habitantes. El país esta dividido en 14 departamentos dentro de los cuales existen 262 municipios, cada municipio a su vez esta dividido en cantones o veredas.

En El Salvador, la tala indiscriminada de árboles ha generando como consecuencia que actualmente el país cuente con el 1% del área boscosa original (Maldonado, 2004). La densidad poblacional es la más alta de América; en promedio viven 285 personas por kilómetro cuadrado, mientras que en Colombia, por ejemplo, hay 39 personas por kilómetro cuadrado en promedio¹; como consecuencia directa de estas características existen problemas e regulación hídrica.

Las áreas que hoy en día están cubiertas por bosque, son consideradas estratégicas para la protección de cuencas hidrográficas de las cuales se surte de agua potable a la población urbana del país. Es por esta razón que se hace imperioso que entidades gubernamentales se involucren e ideen formas de proteger los recursos que hay en la actualidad.

Los hogares rurales que utilizan la leña para cocinar son más del 90%. Esta alta cifra es estudiada en esta investigación, para conocer formas de disminuirla y las implicaciones sociales y ambientales a que esto podría conllevar a la población en cuestión.

El objetivo general de esta investigación, es estudiar los factores que influyen en los hogares rurales salvadoreños, al momento de decidir el combustible que

¹ De acuerdo con el censo realizado en el año 1993 en Colombia.

se utiliza para cocinar; y con esto proponer políticas que contribuyan a disminuir la probabilidad de que se presenten enfermedades respiratorias en los menores debido al humo producto de la leña.

Este estudio se presenta en siete capítulos, el capítulo dos contiene el marco teórico que incluye una revisión general de la literatura que se revisó en el desarrollo de esta investigación. En el capítulo tres se describen características de la población estudiada de acuerdo a la información que revelan las encuestas de hogares rurales realizadas en El Salvador. En el cuarto capítulo se presentan todas las variables explicativas que se emplearon para los modelos desarrollados. El quinto capítulo contiene la especificación de los modelos econométricos empleados. En el sexto capítulo se presentan los resultados obtenidos de la modelación de los hogares rurales salvadoreños. El capítulo siete contiene las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

2. MARCO TEÓRICO

En muchos países del mundo es usual encontrar que al interior de los hogares en las zonas rurales todavía se cocina con leña. Las razones son variadas hay quienes atribuyen a la comida hecha en fogón de leña un mejor sabor; algunas mujeres mayores no quieren usar otras estufas como la de gas por que las consideran nuevas tecnologías que deben aprender a manejar (Morten, 2004); en otros casos los ingresos de la familia no son suficientes para adquirir otros combustibles.

Kirk R. Smith, Profesor de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Berkeley, ha estudiado por años la relación del consumo de leña como combustible para cocinar al interior de los hogares rurales, con características como la deforestación, la salud pública y el cambio climático.

En su estudio titulado *Household Fuels and Ill-Health in Developing Countries*, Smith señala que la sustitución de combustibles tradicionales de biomasa como la leña por combustibles más limpios como el gas o el kerosene; genera varias ventajas, entre las que se destacan:

- Reducción de la presión sobre los recursos forestales en algunas partes del mundo. Pero reconoce que existe incertidumbre en la relación deforestación consumo de leña.
- Mejora en la salud de personas pobres afectadas por el humo que generan los combustibles de biomasa.
- Reduce las emisiones de efecto invernadero, comparada con combustible sólidos.
- Incrementa la disponibilidad de desechos para el suelo en algunas regiones.
- Disminuye el tiempo requerido en las labores de la cocina, beneficiando mujeres y niños en muchas regiones.

El *Informe Final del Gas Licuado de Petróleo en Colombia* (Universidad de los Andes, et al. 2006), señala que la relación entre deforestación y consumo de leña es incierta debido a las características que presentan la oferta y la demanda de combustibles en cada zona; a que los patrones de consumo de los diferentes combustibles en los hogares rurales difícilmente pueden ser registrados en su totalidad; las fuentes de combustibles tradicionales se encuentran dentro de un sistema complejo; las fuentes de energía tradicional pueden ser muy diversas y no estar relacionadas con bosques de ningún tipo.

En el *Informe Final del Gas Licuado de Petróleo en Colombia* (Universidad de los Andes, et al. 2006), los autores encontraron que la masificación del gas genera una reducción en el consumo de leña, pero dado que la relación entre consumo de leña y deforestación no es necesariamente directa y que los bosques naturales no son la única fuente de este combustible, la reducción en la deforestación tiene un porcentaje bajo y por lo tanto la masificación del gas en zonas rurales no tendría un efecto significativo sobre las tasas de deforestación y tampoco en la regulación del recurso hídrico. El impacto del consumo de leña en el cambio climático y específicamente en el efecto invernadero, es muy bajo.

Afirma este informe que el mayor efecto ambiental producido por la leña como combustible para cocinar, es en la salud de las personas que están expuestas al humo que generan las estufas de leña, especialmente si no cuentan con chimeneas o ductos que evacuen el humo. Las infecciones respiratorias agudas, la enfermedad pulmonar crónica obstructiva y el cáncer pulmonar son problemas de salud a los que la población expuesta al humo del fogón de leña esta en alto riesgo de adquirir. Las cifras que se muestran en este informe y en el estudio de Smith titulado *Childhood asthma and indoor woodsmoke from cooking Guatemala* (2004), ratifican esta afirmación.

3. INFORMACION

Para el desarrollo de esta investigación se cuenta con los resultados de la encuesta de hogares realizada por la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES) y el programa de Finanzas Rurales de la Universidad Estatal de Ohio (OSU). En dicha encuesta se escogió una muestra representativa de los hogares rurales de El Salvador y se les preguntó sobre las actividades económicas realizadas el año anterior. Las encuestas se realizaron a nivel nacional y la muestra es representativa incluso por cantones (equivalente a veredas).

La primera encuesta se realizó a comienzos de 1996, la muestra inicial fue de 628 hogares más una muestra complementaria de 110 hogares. La segunda encuesta se hizo en 1998, incluye 623 hogares de los cuales 493 fueron encuestados por segunda vez. La tercera encuesta se llevó a cabo en el 2000, recopilando información de 696 hogares, 469 de los cuales participaron también en las dos encuestas anteriores, la última encuesta se llevó a cabo en el año 2002, en 689 hogares. 450 hogares fueron encuestados en las cuatro ocasiones y 672 las dos últimas veces. Todas las encuestas recogen datos del año inmediatamente anterior, es decir que la información corresponde a las actividades de los años 1995, 1997, 1999 y 2001.

Esta encuesta es una adaptación de un formato del Banco Mundial, en la que se recopila información respecto al número de personas que viven en la casa; su nivel de educación; salud; experiencia de la familia en trabajo agrícola, trabajo fuera o dentro de la tierra familiar o de su casa, otras actividades remuneradas; acontecimientos como muerte, nacimiento, divorcio, migración; subsidios; características de la vivienda; entorno de la comunidad; transacciones con la tierra e información sobre la misma en cuanto a usos y características; producción agrícola; actividades pecuarias con animales de crianza y sus derivados; asistencia técnica agropecuaria; lugar de origen de la familia; migración; servicios financieros, acceso, información y experiencia con

los mismos; deudas anteriores, ahorros, otros ingresos y gastos; dirección de residencia para dentro de dos años. En total el cuestionario es de 350 preguntas formuladas en 1996, 313 en el año 1998, 526 en el año 2000 y 442 en el año 2002.

La información consignada en las encuestas es confiable y se ha usado ya en varios estudios a nivel internacional.

Dadas algunas diferencias entre los cuestionarios de la encuesta de hogares de los diferentes años, para este estudio se trabaja únicamente con los resultados de las dos últimas encuestas (2000 y 2002). Estas son las que más información proveen, las dos primeras carecen de información relevante para el presente estudio.

Antes de plantear ecuaciones para regresarlas, se hace un análisis descriptivo de variables socioculturales y actividades económicas consideradas relevantes para esta investigación, con el fin de estudiar sus relaciones potenciales.

En el año 2002 se encuestaron 689 hogares donde habitaban 4110 personas, 2027 de las cuales eran hombres (49.32%) y 2083 mujeres (50.68%). La edad promedio es de 26.7 años, el 25.62% de la población tiene 10 años o menos, el 51.17% tiene 20 años o menos, el 3.94% de la población supera los 70 años. El 63.73% son solteros, el 18.18% son casados, las separaciones y divorcios son del 2%. La población es en general joven y la población infantil alta, esto refleja la alta tasa de natalidad de El Salvador en los últimos años.

Respecto a la educación, el 34.55% de la población rural es analfabeta, el 9.38% terminó la primaria, el 5.34% terminó el bachillerato y el 2.84% terminó sus estudios universitarios.

Cuando se les pregunta por las actividades realizadas en el año 2000, antes de los terremotos, el 16.62% dedicaba todo su tiempo a estudiar, el 20.54% no

trabajaba, el 1.19% se dedicaba solamente a recoger agua y leña. Para el 10.24% una de sus actividades era recoger agua y leña, en total 470 individuos tenían entre sus labores para el año 2000 esta actividad.

En el año 2001 el 62.75% de la población trabajó en la tierra o en su casa. 860 de las 4110 personas tenían un trabajo agrícola para venta o autoconsumo, 767 cuidaban animales para venta o autoconsumo, 58 trabajaban vendiendo cultivos o productos de animales, 196 en una tiendita, 130 en una microempresa de producción, 75 en microempresa comercial, 1432 se dedicaban a labores del hogar, 593 personas (14.43%) recogían agua y 960 (23.36%) recogían leña. Esto muestra un incremento del año 2000 al 2001 en el número de individuos que se dedican a recoger agua y leña, lo que se puede interpretar como un aumento en la presión sobre el recurso natural maderable o como un incremento en el esfuerzo necesario para obtener el recurso lo que refleja un aumento en la escasez.

Al cruzar esta última pregunta con el sexo, se observa que 301 hombres y 292 mujeres recogían agua, 589 hombres y 371 mujeres recogían leña. No hay una diferencia significativa en el sexo de quienes recolectan agua, pero la recolección de leña es una labor en la que el hombre es predominante.

El 36.88% de los individuos trabajó fuera de la tierra familiar en el 2001. El 1.1% cortó caña y el 8.68% recogió café. El 6.02% de la población buscó y no encontró trabajo en el año 2001, en promedio estuvieron en esta situación durante 11.8 meses, el 50% de estas 192 personas buscó trabajo por 2 meses. De los 1184 individuos que trabajaron fuera de la tierra familiar, 11 trabajaron en industrias de madera y carpintería.

Al analizar la información de los 689 hogares, se observa que en promedio viven 6 personas (5.97) por unidad de vivienda, pero en el 10% de los casos viven más de nueve personas en una casa.

38 de los hogares, equivalentes al 5.52%, son de colonos, que son quienes talan el bosque para quedarse con esos predios.

Para evaluar la calidad de vida de los individuos en los hogares se analizan las características de la vivienda; el 48.33% de los pisos de las casas son en tierra y el 23.66% en losa de cemento; el 39.62% de los hogares tienen sus paredes de adobe, el 37.45% en concreto o ladrillo y en el 9.29% de los casos las paredes son en lámina metálica. El 58.78% de los techos es en teja, el 30.62% es en lámina metálica.

510 hogares (74.02%) tienen acceso a electricidad, solo 11 de éstos tienen un alumbrado para su casa diferente a electricidad, 107 hogares alumbran la casa con gas (kerosene) y 18 hogares con candela.

El 77.21% de los hogares tiene por servicio sanitario letrina privada, el 9.87% no tiene ningún tipo de servicio sanitario y solo el 5.81% tiene inodoro privado. El 39.77% dispone las aguas negras a una letrina común, el 24.38% a un pozo séptico, el 22.06% al suelo y el 2.76% a un río.

La leña es utilizada como único combustible para cocinar por el 53.41% de los hogares, el 39% utilizan leña y gas. El lugar de donde obtienen el carbón o la leña queda en promedio a 0.94Km, hay a quienes les queda en el mismo predio pero a otros les queda lejos. En promedio se gastan hasta ese sitio 10.57 minutos.

El 67.8% de los terrenos no tiene ningún tipo de fuente de agua², el 13.42% se surte de una quebrada o río y el 7.33% de otra fuente. Esto evidencia una vez más problemas de regulación hídrica. Las personas han identificado en el 22,22% de los casos que la cantidad de agua del terreno ha disminuido desde que están trabajando allí. El 40% de las personas atribuye esta disminución a

² Esta fuente de agua se refiere a quebradas, ríos, nacimientos de agua, lagunas naturales, estanques, pozos y sistemas de riego público o privado que posea el terreno.

las sequías, el 16.67% le atribuye el problema de disminución el agua a la deforestación. Esto puede ser un problema de concientización de la gente.

Con respecto al agua para riego, sólo en el 7.84% de los hogares no hay problemas; en el 81.86% de los casos no hay disponibilidad de agua para riego, lo que evidencia el problema de regulación hídrica que se presenta al momento de la encuesta.

Tan solo 4 (0.34%) de los terrenos trabajados tienen incluidos dentro de sus productos los árboles maderables o silvicultura, lo que refleja los bajos niveles de reforestación en un país que esta altamente deforestado.

La presión sobre el recurso maderero suele tener como fines el uso de esta como material constructivo, como combustible o para procesos industriales donde la transforman, existen también quienes talan árboles para ampliar la frontera agrícola y así usar estos predios para cultivos, potreros o pastos.

La encuesta de hogares indago respecto al material empleado para material del piso o de las paredes de las casas. De acuerdo con los resultados de la encuesta del 2000, la madera es el material de las paredes de las casas en el 3.88% de los casos (27 casas) y no es el material del piso en ningún caso. De acuerdo con los datos de la encuesta de hogares del 2002, la madera es el material de las paredes de las casas en el 3.48% de los casos (24 casas) y no es el material del piso en ningún caso. Esto denota un uso bajo y decreciente de la madera con fines constructivos, probablemente debido a que su escasez se refleja en altos precios frente a otros materiales de construcción.

El 0.19% de las personas encuestadas en el 2000 (8 de 4140), trabajaron en la industria de la madera y carpintería, para los encuestados en el 2002 este porcentaje pasó a ser del 0.26% (11 de 4110). Lo anterior evidencia una baja actividad industrial relacionada con la madera y carpintería en el sector rural, que por lo tanto requiere de bajas cantidades de insumos, es decir madera,

esto indica que esta actividad genera una presión baja sobre el recurso maderable, o la cantidad existente no generó una oferta suficiente para el desarrollo de la industria.

De los hogares encuestados en el 2000, el 60% cocinaban únicamente con leña y el 31.66% cocinaban con leña y otro combustible. Dos años más tarde el 52.41% de los hogares cocinaban solo con leña y el 40.5% utilizaba leña y otro combustible para cocinar. Estas cifras evidencian una fuerte presión sobre el recurso para extraer la leña y usarla como combustible en los hogares rurales de El Salvador.

De acuerdo con la encuesta del 2002, el área dedicada a cultivos aumentó en un 2,49% respecto a esa misma área dos años atrás. El 5.88% del área dedicada a cultivos en el 2001 era bosque en 1999. El área dedicada a potreros o pastos en el 2001 aumentó un 1,13% respecto a esa misma área dos años atrás, aunque ninguna porción del área dedicada a potreros o pastos en el 2001 era bosque en 1999.

A pesar de estos datos, no se puede intuir que los hogares rurales de El Salvador ejerzan una mayor presión sobre sus bosques nativos por talar árboles y extraer la madera con fines combustibles, pues la leña que utilizan para cocinar no siempre proviene de la tala de árboles, también se utilizan ramas que caen de los árboles y el rastrojo entre otros, tal como se mencionó en el capítulo dos, adicionalmente la baja cobertura de bosque nativo en el país dificulta el viaje hasta el bosque nativo para talar árboles y luego emplearlos como combustible en la cocina.

4. VARIABLES DEL MODELO

Se propone un modelo en el cual la variable explicada es el tipo de combustible que se consume al interior de los hogares rurales Salvadoreños para cocinar. Las variables explicativas son las siguientes:

- El **ingreso**³ de los hogares, medido en colones por año. Se utilizó el ingreso del hogar que incluye transferencias y remesas pero no subsidios. Este ingreso fue calculado por el programa de Finanzas Rurales de la Universidad Estatal de Ohio (OSU). El signo esperado es negativo; si es mayor el ingreso de la familia, menor será la probabilidad de que consuma leña como combustible para cocinar. La forma funcional que se espera mejor represente la relación entre el ingreso del hogar y su consumo de leña para cocinar es la logarítmica, asumiendo un impacto positivo pero marginalmente decreciente.
- La **educación** del jefe del hogar medida en años de estudio. Se espera que sea de signo negativo; a mayor educación, menor probabilidad de que se consuma leña como combustible para cocinar. Dado que el efecto esperado es marginalmente menor a medida que aumenta la educación, pero debido a que hay varios casos en los que la educación es cero años, la forma funcional que mejor representa esta relación sería la raíz cuadrada de la variable educación.
- El **acceso a electricidad** de la vivienda. Variable dicótoma que toma valor cero si la vivienda no posee electricidad y uno de lo contrario. Se espera que el signo sea negativo, si la vivienda tiene acceso a la electricidad, disminuye la probabilidad de que en ese hogar cocinen sus alimentos con leña, bajo la hipótesis de que tener acceso a electricidad

³ Tanto en la encuesta del 2000 como en la del 2002 las preguntas de las bases de datos cuyas respuestas están en unidades monetarias, se tienen colones constantes del año 2001, donde un dólar equivale a \$8.75 colones (US\$1 = 8.75 colones).

significa un mejor acceso a combustibles diferentes a la leña. La relación de esta variable con el tipo de combustible que se consuma es lineal.

- **Gasto en combustible** para cocinar, medido en colones por año. El signo esperado de esta variable es ambiguo. El signo es positivo, si aumenta el gasto en combustible, entonces aumentará la probabilidad de que el hogar consuma más leña, siempre y cuando suba el precio del combustible o este aumento en el gasto sea solo para adquirir leña. Se espera que esta variable sea de signo negativo cuando aumenta el gasto en combustible, porque sube la cantidad consumida de éste o por que ese aumento es en pago por combustible diferente a leña, entonces disminuirá la probabilidad de que el hogar consuma más leña como combustible. La relación es lineal.
- Las horas al año que los integrantes del hogar le dedicaron a **recolectar leña**. El signo esperado es positivo; si aumenta el número de horas dedicadas a recolectar leña, entonces aumenta la probabilidad de que el hogar consuma más leña como combustible para cocinar, siempre y cuando la relación número de horas dedicadas a recolectar leña sea directamente proporcional a la cantidad de leña recolectada. También se espera que esta variable explicativa pueda tener signo negativo; si aumenta el número de horas dedicadas a recolectar leña, entonces disminuye la probabilidad de que el hogar consuma más leña como combustible, esto para el caso en que se requiera ir más lejos para recoger la leña y por lo tanto dedicar más tiempo a esta labor no implica recolectar más leña. Si el signo es negativo implica que el esfuerzo por unidad de recolección es mayor y por lo tanto que el recurso está siendo severamente afectado.
- Las horas al año que los integrantes del hogar le dedicaron a realizar **labores domésticas**. Bajo la hipótesis de que cocinar con leña implica más tiempo que cocinar con otros combustibles, se espera que el signo

sea positivo; si aumenta el número de horas dedicadas a labores domésticas, entonces aumenta la probabilidad de que el hogar consuma más leña como combustible, porque tienen más tiempo para dedicarle a las labores referentes a la cocina y por ende pueden cocinar más. Se espera que sea de signo negativo (si aumenta el número de horas dedicadas a labores domésticas, entonces disminuye la probabilidad de que el hogar consuma más leña como combustible), porque se incrementa el tiempo empleado en labores domésticas diferentes a las relacionadas con cocinar. Esta variable se toma per capita.

- **Silvicultura**⁴, en la encuesta realizada en el 2002 se pregunta si dentro de los productos que se cultivaron se encuentran los árboles maderables. Esta variable categórica toma valores de cero si no cultivó árboles maderables y uno de lo contrario. El signo esperado es negativo; si en el terreno que el hogar rural tiene para sus cultivos dedica una parte a la silvicultura, entonces la probabilidad de que ese hogar consuma leña como combustible disminuye bajo la hipótesis de que este hogar es conciente del daño que se le está haciendo al medio ambiente al talar los árboles y consumir la leña como combustible para cocinar.
- El **tiempo** que gastan los integrantes del hogar en llegar desde la casa **hasta** el lugar donde obtienen **la leña o el carbón**⁴, medida en minutos. Se espera que el signo de esta variable sea negativo, pues entre más tiempo se necesite para llegar hasta el lugar donde se obtiene el carbón o la leña, menor será la probabilidad de que en ese hogar consuman leña como combustible para cocinar. Se espera que esta relación sea lineal.

⁴ Estas variables solo se pueden incluir en el modelo del año 2002, dado que las demás encuestas no incluyen estas preguntas.

- **Número de integrantes del hogar.** Se espera que sea de signo positivo; entre más personas vivan en el hogar, mayor será la probabilidad de que la cantidad de leña usada sea mayor.
- El **tiempo** que gastan los integrantes del hogar en llegar desde la casa **hasta la carretera pavimentada** más cercana, medida en minutos. Se espera que tenga una relación lineal y positiva con la variable dependiente; entre más lejos esté la carretera pavimentada más cercana, mayor será la probabilidad de utilizar la leña como combustible para cocinar en el hogar. Esta variable revela información acerca del acceso al hogar, entre más lejos se encuentre de una carretera pavimentada, significa que es más difícil acceder al hogar, que esta más alejado de zonas urbanas, que es más difícil obtener combustibles diferentes a la leña.
- El **tiempo** que gastan los integrantes del hogar en llegar desde la casa **hasta la parada de buses** más cercana, medida en minutos. Se espera que esta variable sea de signo positivo; entre más lejos esté la parada de buses más cercana, mayor será la probabilidad de usar leña como combustible para cocinar, pues se supone que es más difícil conseguir o acceder a otro tipo de combustibles.
- El **tiempo** que gastan los integrantes del hogar en llegar desde la casa **hasta el almacén comercial** más cercano, medido en minutos. El signo esperado es positivo; entre más lejos del hogar se encuentre el almacén comercial más cercano, más difícil será acceder a combustibles diferentes a la leña y por lo tanto mayor será la probabilidad de usar leña para cocinar, esto bajo la hipótesis de que es el almacén comercial más cercano el sitio donde el hogar puede obtener los combustibles diferentes a la leña (gas y kerosene).

Tal como se observa en la matriz de correlación presentada en las tablas 8 y 9 (ver anexo), existe un problema de colinealidad entre estas tres últimas variables explicativas, pues todas capturan información acerca del acceso a los hogares, su facilidad de desplazamiento y la posibilidad que estos tienen para obtener combustibles diferentes a la leña. Para realizar las regresiones se escogió el tiempo que emplea la familia en llegar a la *carretera pavimentada más cercana*, pues de las tres, está es la variable que mayor correlación tiene con el tipo de combustible que se consume en el hogar.

De los 689 hogares encuestados en el año 2002 solo cuatro reportaron tener siembra de árboles en sus predios, razón por la cual no se incluyó la variable *silvicultura* para las regresiones pues genera problemas de colinealidad perfecta. Dado que son tan pocos los hogares donde hay silvicultura, dejar esta variable no representa ningún tipo de beneficio para el modelo.

La variable gasto en combustible tal como está definida no revela la información esperada, pues los hogares gastan dinero en todo tipo de combustibles, leña y otros. Para no perder la información que puede brindar el gasto en combustible que realiza el hogar, se crearon dos variables de interacción.

- ***Gasto en leña*** como combustible, es el costo que tiene para el hogar conseguir la leña con la que se cocina; está medida en colones por año. Esta variable toma valores de cero si el combustible que se usa en el hogar es gas propano, kerosene, electricidad u otro diferente de leña; es igual a la variable gasto en combustible anteriormente descrita si el hogar utiliza como combustible para cocinar únicamente la leña y el valor de gasto en leña es igual a gasto en combustible multiplicado por 0,125 si el hogar consume leña y otro combustible.
- ***Gasto en otros combustibles***, colones gastados por el hogar al año para obtener combustibles diferentes a la leña. Esta variable es cero en

los casos en que el hogar utiliza para cocinar únicamente la leña, es igual a la variable gasto en combustible cuando el hogar cocina únicamente con gas propano, kerosene, electricidad u otro. Cuando en el hogar utilizan la leña y otro combustible para cocinar esta variable toma el valor de la variable gasto en combustible multiplicado por 0,875.

Lo anterior bajo la hipótesis de que la cantidad de hogares que prefieren para cocinar la leña a otro combustible es igual a la cantidad de hogares que prefieren cocinar con otro combustible que con leña. Tanto en las encuestas realizadas en el año 2000 como en el 2002, se encontró que el 24,2% de los hogares que solo cocinan con leña pagan por ella. Por lo tanto los hogares que cocinan con leña y otro combustible, utilizan la misma cantidad de leña que del otro combustible, pero por la leña solo pagan la cuarta parte y por el otro combustible el cien por ciento. Es decir que del gasto total en combustible en promedio los hogares pagan un octavo por la leña (0,125) y el resto por el otro combustible (0,875).

Al incluir gasto en leña y gasto en otros combustibles en el mismo modelo se generan problemas de multicolinealidad perfecta entre estas dos variables pues ambas están capturando el mismo tipo de información, por lo tanto se escoge trabajar con solo una de las dos.

La inclusión de estas variables de interacción en el modelo, hace que sean significativas y que cada una tenga solo un signo esperado. En el caso de la variable *gasto en leña*, se espera que el signo sea positivo; entre más dinero gaste el hogar en comprar leña, mayor será la probabilidad de que utilicen la leña para cocinar. En el caso de la variable *gasto en otros combustibles* se espera que el signo sea negativo; si aumenta el gasto en combustibles diferentes a la leña, disminuirá la probabilidad de que en el hogar cocinen con leña.

Las principales estadísticas descriptivas para las variables explicativas del modelo tanto para el año 2000 como del año 2002 se presentan en la tabla 1.

Variable	2000			2002		
	Obs.	Mean	D.E.	Obs.	Mean	D.E.
Ingreso del hogar (miles de colones por año)	696	26.57	29.022	689	30.12	34.907
Educación del jefe del hogar (años)	696	2.86	3.199	689	0.69	1.929
Acceso a electricidad (%)	696	68.8	0.464	689	74.0	0.439
Distancia a la carretera pavimentada más cercana (minutos)	691	32.9	35.495	681	26.96	28.077
Número de viajes a recolectar leña por año en el hogar.	NA	NA	NA	668	3723.9	122001
Distancia al sitio donde obtiene la leña o el carbón (minutos)	NA	NA	NA	668	10.57	18.529
Recolección de leña en el hogar (horas al año)	696	405.38	600.56	689	426.07	758.565
Labores domésticas por persona (horas al año)	696	731.99	429.84	689	689.55	450.294
Número de miembros en el hogar	696	5.95	2.62	689	5.96	2.696
Gasto en combustible (colones al año)	696	526.07	1156.6	689	519.52	1033.15
Gasto en leña (colones al año)	695	253.52	1055.8	689	240.19	829.349
Gasto en otro combustible (colones al año)	695	273.3	525.78	689	279.33	622.185
Distancia al almacén comercial más cercano (minutos)	632	42.07	35.028	643	44.29	34.782
Distancia a la parada de buses más cercana (minutos)	692	17.21	24.823	683	15.77	22.07

Tabla 1. Principales estadísticas descriptivas de las variables explicativas para los años 2000 y 2002

Por problemas de colinealidad en el modelo del 2002 entre las variables horas totales empleadas en recoger leña y el tiempo que gastan los integrantes del hogar en llegar desde la casa hasta el lugar donde obtienen la leña o el carbón, se creó otra variable de interacción que se llama **número de viajes a recolectar leña**, definida como número de horas empleadas en recoger leña, dividido entre horas necesarias para llegar al sitio donde obtienen la leña. A través de esta variable se puede conocer el número de viajes a recoger leña

que realiza cada hogar al año. Se espera que esta nueva variable sea de signo positivo; entre más viajes realicen los integrantes del hogar a recoger leña, mayor será la probabilidad de que utilicen leña para cocinar.

Para el modelo econométrico, en la variable *ingreso* se perdieron las observaciones de todos aquellos hogares cuyo ingreso es negativo debido a la forma funcional empleada. Algunos hogares encuestados no reportaron el tiempo que gastan en llegar al *almacén comercial*, a la *parada de buses* o a la *carretera pavimentada más cercana* entre otras preguntas tomadas como variables explicativas para el presente estudio.

5. MODELO

Para el análisis de este estudio se realizaron diferentes modelos, en todos ellos la variable explicada, tipo de combustible que consumen los hogares rurales para cocinar, se define como categórica. Los hogares pueden escoger entre cocinar con leña, gas propano, kerosene, electricidad o una combinación de las anteriores en la que siempre se usa la leña y otro combustible y se aclara cuál de los dos combustibles se prefiere. En la tabla 2 se presenta la frecuencia con la que los hogares encuestados consumen cada uno de los posibles combustibles.

Combustible	2000		2002	
	Cant.	Porcent.	Cant.	Porcent.
leña	417	60.00	368	53.41
gas propano	55	7.91	40	5.81
kerosene	1	0.14	1	0.15
otro	3	0.43	4	0.59
más leña que gas propano	142	20.43	137	19.88
más leña que kerosene	4	0.58	6	0.87
más leña que electricidad	1	0.14	0	0.00
más gas propano que leña	70	10.07	132	19.16
más kerosene que leña	2	0.29	1	0.15
Total	695		689	

Tabla 2. Tipo de combustible consumido en los hogares.

El uso en el hogar de kerosene, gas propano, electricidad y otro; como único combustible se considera equivalente a no usar nada de leña. Las categorías que puede tomar la variable dependiente son:

- Leña
- Nada de leña (Otro combustible)
- Más leña que otro combustible
- Más de otro combustible que leña

El estudio del tipo de combustible que se consume al interior de los hogares rurales salvadoreños se realizó con tres modelos diferentes.

Para el **primer modelo** se tomó la variable combustible dicótoma, toma el valor de cero (0) si el hogar no usa nada de leña o si prefiere el gas o el kerosene⁵ a la leña, y uno (1) si el hogar solo usa leña o prefiere la leña al gas, el kerosene y la electricidad. Esta categorización de la variable combustible permite conocer las preferencias de los hogares por la leña como combustible para cocinar. De esta categorización se obtiene que los hogares con valor de cero son el 18.84 y 25.86% respectivamente para los años 2000 y 2002, tal como se observa en la tabla 3.

Combustible	2000		2002	
	Cant.	Porcentaje	Cant.	Porcentaje
Nada de leña	59	8.48	45	6.55
más gas propano que leña	70	10.07	132	19.16
más kerosene que leña	2	0.29	1	0.15
Total (0)	131	18.84	178	25.86
Solo leña	417	60.00	368	53.41
más leña que gas propano	142	20.43	137	19.88
más leña que kerosene	4	0.58	6	0.87
más leña que electricidad	1	0.14	0	0.00
Total (1)	564	81.15	511	74.16

Tabla 3. Clasificación del consumo de combustible para el primer modelo

Dado que la variable dependiente es discreta, no se pueden emplear los métodos de regresión clásicos y es necesario utilizar modelos de respuesta cualitativa. Se han sugerido diferentes distribuciones para modelar este tipo de problemas, los más utilizados en econometría han sido el logit y el probit (Greene, 2001).

El modelo probit se obtiene asumiendo que los errores siguen una distribución normal:

⁵ De los hogares encuestados en el 2000 y el 2002 ninguno reportó usar solamente la electricidad para cocinar.

$$Prob(Y = 1) = \int_{-\infty}^{\beta'x} \phi(t) dt = \Phi(\beta'x) \quad (1)$$

Utilizando la distribución logística en los errores del modelo se da lugar al modelo logit:

$$Prob(Y = 1) = \frac{e^{\beta'x}}{1 + e^{\beta'x}} = \Lambda(\beta'x) \quad (2)$$

donde Y es la variable dependiente, x es el vector que agrupa las variables que explican la decisión de consumo de combustible que se toma en el hogar y β es el vector de parámetros que refleja el impacto que tiene el vector x sobre la probabilidad.

Los modelos probit y logit tienden a dar probabilidades muy similares a los valores intermedios de $\beta'x$. En la mayoría de las aplicaciones se llega a los mismos resultados (Greene, 2001). El primer modelo de este estudio se regresó utilizando el modelo logit.

En el **segundo modelo** estudiado la variable combustible es policótoma, toma como valor cero (0) si en el hogar no usan nada de leña, uno (1) si usan leña y otro combustible y dos (2) si solo usan leña. La clasificación es como se observa en la tabla 4.

Combustible	2000		2002	
	Cant.	Porcentaje	Cant.	Porcentaje
Nada de leña (0)	59	8.48	45	6.55
Leña y otro combustible (1)	219	31.51	276	40.06
Solo leña (2)	417	60.00	368	53.41

Tabla 4. Clasificación del consumo de combustible para el segundo modelo

Este es un modelo de elección múltiple no ordenado, en el cual el consumidor puede elegir entre $J+1$ opciones y escoge la que mayor utilidad le proporciona (U_{ij} , donde $U_{ij} = \beta'z_{ij} + \varepsilon_{ij}$). Bajo estas condiciones, el modelo más utilizado ha

sido el logit multinomial. Se pueden calcular J probabilidades independientes, cuya suma es uno, se asume que todos los coeficientes de la categoría base son iguales a cero.

$$\text{Prob}(Y_i = j) = \frac{e^{\beta_j X_i}}{1 + \sum_{K=1}^J e^{\beta_K X_i}} \quad \text{para } j=1,2,\dots,J \quad (3)$$

En los modelos logit multinomial existe el supuesto de que los cocientes de probabilidades (P_j/P_K) son independientes del resto de alternativas y las perturbaciones son homocedásticas, lo cual simplifica el proceso de estimación pero añade una restricción en la modelación del comportamiento de los hogares llamada independencia de alternativas irrelevantes (Greene, 2001).

Para analizar la validez de la hipótesis de independencia de alternativas irrelevantes se realiza el contraste de especificación de Hausman que, de acuerdo con Greene (2001), parte del principio que si un subconjunto de posibles alternativas es irrelevante entonces omitirlo del modelo no generará cambios sistemáticos en los estimadores de los parámetros. La exclusión de estas alternativas originará ineficiencia pero no inconsistencia. Si los cocientes de las demás probabilidades no son independientes de estas alternativas entonces los estimadores obtenidos para los parámetros serán inconsistentes al eliminar dichas alternativas. El estadístico de contraste es

$$\chi^2 = (\hat{\beta}_s - \hat{\beta}_f) [\hat{V}_s - \hat{V}_f]^{-1} (\hat{\beta}_s - \hat{\beta}_f) \quad (4)$$

donde $\hat{\beta}_s$ es el estimador obtenido con el conjunto restringido, $\hat{\beta}_f$ es el estimador obtenido con el conjunto de todas las alternativas posibles, y \hat{V} es el estimador de las matrices de covarianzas asintóticas. El estadístico es el chi-cuadrado con k grados de libertad, donde k es el número de variables explicativas del modelo. La hipótesis nula es que se cumple la condición de alternativas irrelevantes y el hecho de que esta no se rechace significa que las categorías fueron adecuadamente elegidas.

El **tercer modelo** que se analiza es similar al primero, la variable explicada es dicótoma y toma los valores de acuerdo a la categorización ya definida en la tabla 3, pero se regresa en un modelo de data panel con las observaciones comunes entre los dos años analizados (2000 y 2002).

El modelo de regresión clásico en data panel es de la forma:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta' x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

donde y es la variable dependiente, hay k regresores en x_{it} , sin incluir el término constante y α_i es el efecto individual, considerado constante a lo largo del tiempo t y específico para la unidad de sección cruzada individual (Greene, 2001).

Para modelos de regresión con efectos aleatorios, α_i es el error específico del grupo que tiene una única extracción muestral para cada grupo y que aparece en la regresión muestral de forma idéntica cada periodo (Greene, 2001).

El tercer modelo de este estudio, se regresó con un modelo probit de efectos aleatorios, considerado para este caso, más apropiado que el de efectos fijos puesto que la muestra con la que se cuenta es una extracción de una población grande.

La probabilidad de una observación para este caso, está asociada a la siguiente ecuación:

$$\text{Pr ob}(y_{it}) = \int_{-\infty}^{q_{it} \beta' x_{it}} f(\varepsilon_{it}) d\varepsilon_{it} = \Phi[q_{it} (\beta' x_{it})] \quad (6)$$

donde $q_{it} = 2y_{it} - 1$ con el fin de no tratar por separado los casos en que la variable dependiente es igual a cero y a uno.

6. ANALISIS DE RESULTADOS

Previo a la estimación de los modelos se realizó el análisis de correlación entre variables dependientes para detectar multicolinealidad; la matriz de correlación se presenta en las tablas 8 y 9 del anexo. En éstas se observa que el coeficiente de correlación entre las variables explicativas empleadas dentro de cada uno de los diferentes modelos no es mayor a 0,3 en ninguno de los casos, excepto entre las variables distancia a la carretera pavimentada más cercana, distancia al almacén comercial más cercano y distancia a la parada de buses más cercana; lo que ya se ha tenido en cuenta en el modelo. Por lo tanto se puede suponer que la potencial multicolinealidad existente entre las variables independientes de los modelos no afecta los resultados.

6.1 Modelo Logit Dicótomo

El primer modelo que analiza el tipo de combustible que los hogares rurales eligen para cocinar tiene como variables explicativas el *ingreso*, la *educación*, el acceso a *electricidad*, la *distancia a la carretera pavimentada más cercana*, el tiempo empleado en realizar *labores domésticas* al año por persona, el número de *miembros del hogar*, los colones al año que la familia *gastó en otro combustible* diferente a la leña y el tiempo que la familia emplea en la *recolección de leña* o el *número de viajes a recolectar leña*⁶.

Tal como se observa en la tabla 5, donde se presentan los resultados del primer modelo, a excepción de *labores domésticas* todas las variables independientes son estadísticamente significativas, es decir que explican a la variable dependiente, *tipo de combustible que se consume en el hogar para cocinar* y tienen el signo esperado.

La variable *labores domésticas* no es significativa ni para el año 2000 ni para el 2002; esto puede explicarse por la forma en que está planteada la pregunta en

⁶ Dependiendo si se trata del modelo para el año 2000 o para el año 2002.

la encuesta, la variable está capturando información respecto al número de horas al año dedicadas a labores domésticas sin diferenciar entre las empleadas dentro y fuera de la cocina.

Un incremento en el número de horas que se dedique a dicha labor no implica que se cocine más en la casa o que la familia dedique más tiempo a las labores relacionadas con la cocina; el incremento puede deberse a un aumento en labores dentro de la casa que no están relacionadas con la cocina, en cuyo caso la variable no está explicando el *tipo de combustible que se consume en el hogar*. El incremento del tiempo dedicado a esta labor, tal como se explicó anteriormente, depende de la razón por la cual se incrementen las horas que la familia dedica a realizar labores domésticas, entonces se espera que el signo de esta variable pueda ser tanto positivo como negativo.

Variable	2000			2002		
	Coef.	Efecto Marginal		Coef.	Efecto Marginal	
		Media	Mediana		Media	Mediana
Ingreso	-0.4109**	-0.0361**	-0.0646***	-0.5291***	-0.0760***	-0.1028***
Educación	-0.3458***	-0.0295***	-0.0528***	-0.2149*	-0.0309*	-0.0418*
Acceso a electricidad	-1.1133***	-0.0851***	-0.1215***	-1.2087***	-0.1450***	-0.1673***
Recolección de leña	0.0015*	0.0001**	0.0002*	NA	NA	NA
Distancia a la carretera pavimentada más cercana	0.0135**	0.0012**	0.0021**	0.0097*	0.0014*	0.0019*
Número de viajes a recolectar leña	NA	NA	NA	0.0001**	0.0000**	0.0000**
Labores domésticas per capita	0.0003	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
Miembros en el hogar	0.0923*	0.0081*	0.0145*	0.2127***	0.0306***	0.0413***
Gasto en otro combustible	-0.0006**	-0.0001**	-0.0001***	-0.0004	-0.0001*	-0.0001*
No. de observaciones		658			633	
Wald chi2(8)		82.3			74.54	
Log-L		-239.896			-289.652	
Pseudo R ²		0.2361			0.178	

Significancia: *** al 1%, ** al 5%, * al 10%

Tabla 5. Resultados de la regresión para el primer modelo

Para que *labores domésticas* sea significativa y explique la elección del *tipo de combustible para cocinar* se necesita una variable que exprese el número de horas al año que la familia le dedica a las labores domésticas, pero específicamente a las relacionadas con la cocina. Se supone que utilizar la leña para cocinar implica más trabajo que usar estufa de kerosene, gas o eléctrica; por lo tanto si hay más tiempo para realizar labores en la cocina debería aumentar la probabilidad de cocinar con leña.

Desafortunadamente en este caso no es posible crear una variable de interacción con *labores domésticas* de modo que se separen las horas empleadas en labores domésticas dentro de la cocina y fuera de ella.

En la tabla 5, se observa que, tal como se esperaba, la variable *ingreso* es estadísticamente significativa y de signo negativo, lo que indica que a medida que aumenta el ingreso de los hogares, disminuye la probabilidad de que éstos prefieran la leña como combustible para cocinar.

La *educación* y el *gasto en otro combustible* diferente a la leña explican el *tipo de combustible que se consume al interior del hogar*, a medida que estas variables aumentan, es decir el jefe del hogar es más educado y se incrementa el gasto en combustibles como el kerosene y el gas, disminuye la probabilidad de que se prefiera usar la leña como combustible en los hogares.

El *acceso a la electricidad* es significativo al 1%, aquellos hogares que poseen electricidad tienen una menor probabilidad de preferir la leña al gas o kerosene frente a los hogares que no poseen electricidad.

Otras variables que contribuyen a explicar la elección del *tipo de combustible empleado en el hogar para cocinar* son la *distancia a la carretera pavimentada más cercana*, el número de *miembros del hogar*, y el tiempo que la familia emplea en la *recolección de leña* o el número de *viajes a recolectar leña* según corresponda. Todas ellas tienen un coeficiente con signo positivo, es decir que

a medida que éstas aumentan la probabilidad de utilizar leña como combustible para cocinar también aumenta.

El signo positivo para la *recolección de leña*, significa que la relación número de horas dedicadas a recolectar leña es directamente proporcional a la cantidad de leña recolectada.

Tal como se esperaba, entre mejor sea el acceso de los hogares a los mercados, menor será la probabilidad de consumir leña. Esto es lo que demuestra la variable *distancia a la carretera pavimentada más cercana*.

Con el fin de analizar los efectos de cada una de las variables independientes del modelo, se presentan sus efectos marginales calculados tanto en la media como en la mediana (Ver tabla 5).

Al observar los efectos marginales de las variables cuyas unidades son colones por año, medidos en la media y en la mediana tanto para el año 2000 como para el año 2002, se encontró que el efecto marginal del *ingreso* es mayor al efecto del *gasto en otros combustibles*.

Esta relación entre el efecto marginal del *ingreso* y del *gasto en otro combustible* indica que en el momento de tomar la decisión del *tipo de combustible que se empleará para cocinar* en el hogar, un cambio en el ingreso de los hogares tiene un mayor impacto que un cambio en el gasto en otros combustibles. Es decir que con el fin de desincentivar el uso de leña como combustible para cocinar y así disminuir las enfermedades respiratorias causadas por el humo que genera esta actividad, es preferible aumentar el ingreso al hogar que crear una política (por ejemplo un subsidio) con el fin de que el consumo del hogar en otros combustibles sea mayor.

El efecto marginal en la mediana muestra que el aumento de un colon por año en el ingreso del hogar disminuye la probabilidad de preferir la leña para cocinar en 0,0646 para el año 2000 y en 0,1028 para el año 2002.

Un incremento del *gasto en otro combustible* disminuye la probabilidad de que se prefiera la leña como combustible para cocinar en 0,0001.

Los resultados indican que la variable con mayor influencia a la hora de elegir el *tipo de combustible para cocinar*, es el *acceso a la electricidad* por parte del hogar, por lo tanto debe ser la primera a tener en cuenta en el momento de formular políticas que tengan como objetivo final desincentivar el uso de leña como combustible.

VARIABLES como el *gasto en otros combustibles*, el *número de viajes a recolectar leña* y el tiempo que la familia emplea en la *recolección de leña*, tienen una influencia baja en el momento de tomar la decisión del tipo de combustible a utilizar para cocinar.

6.2 Modelo Logit Multinomial

Para estimar el segundo modelo se escogieron como variables explicativas el *ingreso* del hogar, la *educación* del jefe de la familia, el *acceso a electricidad*, la *distancia a la carretera pavimentada más cercana*, el tiempo empleado en realizar *labores domésticas* al año por miembro del hogar, el número de *miembros del hogar*, los colones al año que la familia *gastó en leña* y el tiempo que la familia emplea en la *recolección de leña* o la *distancia al sitio donde consiguen el carbón o la leña* según corresponda. El grupo base de comparación para este caso es el dos (2), es decir aquellos hogares que solo cocinan con leña.

Antes de continuar y aceptar este modelo se realizó la prueba de Hausman para las tres diferentes alternativas posibles. Con una significancia del 1% no

se rechaza la hipótesis nula en ninguno de los tres casos, se concluye por lo tanto que las categorías fueron adecuadamente elegidas (Ver anexo 2).

En la tabla 6 se presentan los resultados de la regresión para el segundo modelo. Al igual que en el primer modelo la variable explicativa *labores domésticas* no es significativa.

Al analizar el signo se observa que un incremento en la variable *ingreso*, aumenta las probabilidades de utilizar solamente gas y kerosene (nada de leña) o una combinación de leña y otros combustibles, frente a utilizar únicamente la leña. Es decir que un aumento en el ingreso disminuye la probabilidad de utilizar la leña como único combustible en el hogar. Este resultado concuerda con el obtenido en el primer modelo.

Variable	Solo leña		Nada de leña		Algo de leña	
	2000	2002	2000	2002	2000	2002
	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana
Ingreso	-0.1620***	-0.1178***	0.035	0.0394	0.1270***	0.0684***
Educación	-0.0868***	-0.0471	0.035	0.0622***	0.0517**	-0.0151
Acceso a electricidad	-0.3356***	-0.4318***	0.0902	0.0904***	0.2454***	0.3414***
Recolección de leña	0.0006***	NA	-0.0011***	NA	0.0005***	NA
Distancia a la carretera pavimentada más cercana	0.0036***	0.0029***	-0.0027*	-0.0039***	-0.0009	0.0009
Distancia al sitio donde obtiene la leña o el carbón	NA	0.0055**	NA	-0.0104**	NA	0.0049
Labores domésticas per capita	-0.0001	-0.0001	0	-0.0001	0.0002	0.0002
Miembros en el hogar	0.0225**	0.0230**	-0.01212	-0.0161*	-0.0135	-0.0069
Gasto en leña	0.2849**	0.2480***	-0.6190*	-0.6026***	0.3341*	0.3547***
No. de observaciones			658	633		
Wald chi2 (8)			1014.86	1649.83		
Log-L			-360.708	-406.027		
Pseudo R ²			0.3683	0.2506		

Significancia: *** al 1%, ** al 5%, * al 10%

Tabla 6. Efectos marginales del consumo de combustible para las variables consideradas en el segundo modelo

La *educación* y el *acceso a electricidad* son significativas al 1% y un aumento en estas variables incrementa la probabilidad de utilizar gas y kerosene o una combinación de leña y otros combustibles, frente a la posibilidad de usar solamente leña.

La *distancia a la carretera pavimentada más cercana* y el número de *miembros en el hogar*, son variables que con su incremento disminuyen la probabilidad de cocinar únicamente con gas o kerosene o con una combinación entre gas, kerosene y leña; a su vez aumentan la probabilidad de que el hogar solamente utilice leña para cocinar.

Incrementos en las variables *gasto en leña*, tiempo empleado en *recolectar leña* o la *distancia al sitio donde se obtiene la leña o el carbón*, aumentan la probabilidad de utilizar solamente leña o una combinación de leña con otro combustible y disminuyen la probabilidad de que el hogar cocine con combustibles diferentes a la leña. Estos resultados están ratificando los obtenidos en el modelo anterior.

Con el fin de analizar los efectos de cada una de las variables independientes del modelo, se presentan sus efectos marginales calculados en la mediana (Ver tabla 6).

Al observar los efectos marginales para las variables cuyas unidades son colones por año, se encontró que el efecto marginal del *ingreso* es menor al efecto del *gasto en leña*.

El efecto marginal en la mediana muestra que el aumento de un colon por año en el *ingreso* del hogar disminuye la probabilidad de preferir la leña para cocinar en un 0,1620 para el año 2000 y en un 0,1178 para el 2002, a su vez aumenta la probabilidad de que no se use la leña como combustible en 0,035 para el año 2000 y en 0,0394 para el 2002.

Si el *gasto en leña* se incrementa en un colón, la probabilidad de que solo se consuma leña en el 2000 sube en 0,2849 y disminuye en 0,619 la probabilidad de no consumir nada de leña.

El *gasto en leña* del hogar es la segunda variable más influyente a la hora de decidir que combustible utilizar al interior del hogar, contrario al gasto en otro combustible, que en el modelo anterior mostró un efecto marginal bajo. Es decir que con el objeto de desincentivar el consumo de leña como combustible para cocinar, es más relevante incrementar el precio de la leña que se use con estos fines que disminuir los precios de los demás combustibles. Un incremento en el precio de la leña reflejaría la escasez del recurso natural.

En el segundo modelo la variable *labores domésticas* es significativa cuando solo se cocina con leña o cuando se utiliza algo de leña, el valor del efecto marginal tanto en este modelo como en el primero es cero o muy cercano a cero, es decir que un aumento del hogar en las horas dedicadas a realizar labores domésticas disminuye la probabilidad de utilizar solo leña en 0,0001 y aumenta la probabilidad de utilizar leña y otro combustible en 0,0001 ó 0,0002 dependiendo si es un hogar promedio o un hogar mediano respectivamente.

Un aumento en el *ingreso*, en los años de *escolaridad* del jefe del hogar o la posibilidad de tener *acceso a electricidad* disminuyen las probabilidades de consumir solo leña, aumentando las probabilidades de consumir leña y otro combustible y solamente otros combustibles.

Como era de esperarse para todas las variables explicativas los efectos marginales de consumir únicamente leña y de no consumir leña en absoluto son de signos contrarios y coinciden con los esperados. La probabilidad de que se consuma leña y otro combustible, es decir algo de leña, se incrementa por aumentos en el *ingreso*, en la *educación*, por tener *acceso a electricidad* en el hogar, por incrementos en el *gasto en leña*, en el tiempo que la familia le dedica a la *recolección de leña* y en la distancia al *sitio donde obtienen la leña*

o el carbón y disminuye por aumentos en la *distancia a la carretera pavimentada más cercana* y el número de *miembros en el hogar*.

Al analizar los signos de los efectos marginales medidos en la mediana se observa que cambios en las variables *ingreso, educación, acceso a electricidad, distancia a la carretera pavimentada más cercana* y *miembros en el hogar* generan la probabilidad de que el hogar pase de usar solamente leña a usar leña y otros combustibles para cocinar. Cambios en las variables tiempo empleado en *recolectar leña, distancia al sitio donde obtienen la leña o el carbón* y *gasto en leña*, generan la posibilidad de que el hogar deje de usar leña y otros combustibles y use solamente otros combustibles. Los resultados de este modelo evidencian que existe una transición en la cual los hogares pasan de consumir únicamente leña a una combinación de leña y otro combustible y otra transición en la cual los hogares dejan la combinación de leña y otro combustible y solo consumen otros combustibles.

6.3 Modelo Probit Panel

El tercer modelo tiene como variables explicativas el *ingreso*, la *educación*, el *acceso a electricidad*, la *distancia a la carretera pavimentada más cercana*, el tiempo empleado en realizar *labores domésticas* al año por persona, el número de *miembros del hogar*, los colones al año que la familia *gastó en otro combustible* diferente a la leña y el tiempo que la familia emplea en la *recolección de leña*. Los resultados se presentan en la tabla 7.

Los resultados del tercer modelo ratifican los resultados de los dos modelos anteriores y muestran que variables como el *ingreso*, el *acceso a la electricidad*, el *tiempo empleado en recolectar leña*, la *distancia del hogar a la carretera pavimentada más cercana*, el *número de miembros en el hogar* y el *gasto en otro combustible*, contribuyen a explicar la elección del tipo de combustible que se utiliza en los hogares rurales salvadoreños.

Tal como sucedió con los dos modelos anteriores, los signos de las variables arrojados por el tercer modelo son los esperados. El *ingreso*, la *educación*, el *acceso a la electricidad* y el *gasto en otros combustibles*, son variables que disminuyen la probabilidad de utilizar la leña como combustible para cocinar al interior de los hogares.

Variable	Coef.	S.E.
Ingreso	-0.3724	0.0664***
Educación	-0.0504	0.0515
Acceso a electricidad	-0.7847	0.1849***
Recolección de leña	0.0007	0.0001***
Distancia a la carretera pavimentada más cercana	0.0083	0.0026***
Labores domésticas per capita	0.0002	0.0001
Miembros en el hogar	0.1107	0.0272***
Gasto en otro combustible	-0.0004	0.0001***
No. de observaciones		681
Wald chi2(8)		129.67
Log-L		-528.579

Significancia: *** al 1%, ** al 5%, * al 10%

Tabla 7. Resultados de la regresión para el tercer modelo

De estas variables, el *acceso a la electricidad* por parte del hogar, es nuevamente la variable que mayor influencia tiene en el momento de decidir que tipo de combustible consumir.

El tiempo que emplea la familia en *recolectar leña*, la *distancia a la carretera pavimentada más cercana* y el *número de miembros en el hogar*, son variables que a medida que aumentan, incrementan la probabilidad de que el hogar cocine con leña.

Este modelo ratifica también que un aumento en el *ingreso* tiene una mayor influencia en el tipo de combustible que se consume que un incremento en el *gasto en otros combustibles*.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Estudios previos, han demostrado que a nivel mundial el consumo de leña como combustible para cocinar al interior de los hogares no es una de las principales causas de la deforestación de bosques nativos. La sustitución de la leña por combustibles más limpios como el gas o el kerosene no tienen un efecto significativo sobre las tasas de deforestación, ni sobre la regulación del recurso hídrico. El uso de leña afecta principalmente la salud de las personas que cocinan y que habitan en estas casas, especialmente mujeres y niños.

Por esto, con el objeto de disminuir la frecuencia y probabilidad de que se presenten enfermedades respiratorias en los niños y mujeres que viven en las zonas rurales de El Salvador, es necesario crear políticas que desincentiven el uso de la leña como combustible en los hogares.

Las variables empleadas para explicar el *tipo de combustible que consumen en los hogares salvadoreños para cocinar*, resultaron ser todas significativas y del signo esperado a excepción de *labores domésticas*, que, antes de no explicar el fenómeno, está definida de forma tal que no está revelando la información que se requiere, pues no se puede saber con certeza si la familia dedica las horas adicionales de labores domésticas a trabajos realizados dentro o fuera de la cocina.

De esta manera, aumentos en el *ingreso*, la *educación* del jefe del hogar, el *gasto en otro combustible* diferente a la leña y el hecho de tener *acceso a la electricidad*; disminuyen la probabilidad de que los hogares utilicen la leña para cocinar. El tiempo que le dedique la familia a *recolectar leña*, la *distancia al sitio donde obtienen la leña o el carbón*, el número de *miembros en el hogar*, el *gasto en leña* y el acceso de la vivienda a mercados, medida como la *distancia a la carretera pavimentada más cercana*; son variables directamente proporcionales a la probabilidad de usar la leña para cocinar.

La variable con mayor importancia en la toma de decisiones del hogar es el *acceso a electricidad*; a pesar de que ningún hogar reportó utilizar estufa eléctrica, el hecho de tener energía eléctrica en la vivienda implica una disminución en la probabilidad de utilizar la leña como combustible. El acceso a la electricidad puede estar relacionado con la distancia de la vivienda a la carretera pavimentada más cercana, entonces aquellas viviendas que se encuentren cerca de carreteras pavimentadas tendrán una mayor probabilidad de contar con el servicio de energía eléctrica y las viviendas ubicadas lejos de carreteras pavimentadas, lo que implica un acceso más difícil del hogar a los mercados y tendrán una menor probabilidad de contar con energía eléctrica. La matriz de correlación muestra que la relación entre estas dos variables es estadísticamente significativa, pero aun así el valor de la correlación es menor a 0,3 tanto para el año 2000 como para el 2002.

El *ingreso* de los hogares es la segunda variable que mayor influencia tiene en el momento de tomar la decisión del combustible que se utilizará. Un cambio en el *ingreso* de los hogares tiene un mayor impacto que un cambio en el *gasto en otros combustibles* o en el *gasto en leña*; es decir que con el fin de desincentivar el uso de leña como combustible para cocinar; sería más efectivo un aumento en el ingreso a los hogares, que un subsidio para combustibles diferentes a la leña como el gas, el kerosene o la electricidad.

A su vez tiene un mayor efecto un cambio en el *gasto en leña* que el *gasto en otros combustibles*. Es recomendable crear políticas que aumenten el precio comercial de la leña, de modo que se internalicen todas las externalidades posibles y el precio de la leña refleje la escasez del recurso.

Los resultados evidenciaron que los hogares que cocinan únicamente con leña antes de dejar de usarla por completo, utilizan una combinación de leña y otros combustibles. Las variables que más contribuyen a esta transición son *ingreso, educación, acceso a electricidad, distancia a la carretera pavimentada más cercana* y número de *miembros en el hogar*. A la vez, con el fin de

incentivar exclusivamente el uso de otros combustibles en los hogares, es necesario realizar cambios en las variables tiempo empleado en *recolectar leña, distancia al sitio donde obtienen la leña o el carbón y gasto en leña*, pues son las más influyentes para este caso.

Es de gran importancia generar políticas que incentiven la reforestación en las zonas rurales de El Salvador, así como realizar campañas que concienticen a la comunidad de la importancia de mantener el bosque nativo para la regulación hídrica, pues según indican las estadísticas, la presión sobre el recurso natural maderable va en aumento, los problemas de regulación hídrica son evidentes y menos del 5% de la población encuestada cree que la disminución en los recursos hídricos se debe a la tala de bosques nativos. Esto muestra una gran falta de información en el tema por parte de la población rural.

La política de promover la reforestación además de disminuir la presión sobre el recurso, genera ingresos para la población y la concientización de la población contribuye a que muchas personas colaboren con la conservación y protección de los bosques nativos.

8. BIBLIOGRAFIA

- Annis, Sheldon. *Poverty natural resources, and public policy in Central America*. Transaction publishers. Oxford. 1992.
- Dale Whittington, Stavros Georgiou, David Pearce & Dominic Moran. (1997). *Economic Values and the Environment in the developing world*. Edward Elgar Publishing limited. Gran Bretaña.
- Greene, W. (2001). *Análisis econométrico*. 3ra. Edición. Madrid: Prentice Hall.
- Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. (2000). *Biocomercio: estrategias para el desarrollo sostenible en Colombia*. Editado por María Paula Quiceno. Bogotá. Instituto Humboldt.
- Kirk R. Smith, et al. (2005). *Household Fuels and Ill-Health in Developing Countries: What improvements can be brought by LP Gas*. World LP Gas Association.
- Maldonado, J.H. (2004). *Linking poverty, access to credit, and land use: evidence from rural households in El Salvador*. Chapter two of Doctoral Dissertation. The Ohio State University. Estados Unidos de América.
- Morten A. Schei, et al. (2004). *Childhood asthma and indoor woodsmoke from cooking in Guatemala*. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology 14, S110-S117.
- Pleitez, R.A. (2004). *Remittances as a strategy to cope with systemic risk: panel results from rural households in El Salvador*. Doctoral Dissertation. The Ohio State University. Estados Unidos de América.
- Rodríguez –Mesa, Southgate & González-Vega (2003). *Rural poverty, household responses to shocks, and agricultural land use: panel results from El Salvador*. The Ohio State University. Estados Unidos de América.
- Universidad de los Andes, Ecopetrol, Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (2006). Informe Final del Gas Licuado de Petróleo en Colombia. Bogotá, Colombia.

ANEXO 1

	combus1	combus2	ing	edur	elec	rele	carre
combus1	1.0000						
combus2	0.4192	1.0000					
ing	-0.1549	-0.2949	1.0000				
edur	-0.1600	-0.2344	0.1804	1.0000			
elec	-0.1362	-0.3702	0.2183	0.1292	1.0000		
rele	0.1373	0.2571	-0.0804	-0.1107	-0.2069	1.0000	
carre	0.1194	0.2431	-0.1736	-0.1112	-0.2691	0.1180	1.0000
ladopc	0.0563	0.0039	-0.2889	-0.1053	0.0099	0.1104	0.0522
p1	0.0492	0.1616	0.2419	-0.0434	-0.0765	0.2813	0.0741
gaotro	-0.1967	-0.5447	0.2689	0.1382	0.2469	-0.1566	-0.1608
gale	0.0499	0.1321	-0.0450	-0.0463	0.0435	-0.0053	0.0613
bus	0.1207	0.2529	-0.1587	-0.0781	-0.3349	0.1209	0.5514
alco	0.1573	0.1952	-0.1342	-0.0804	-0.1450	0.1174	0.6019
		ladopc	p1	gaotro	gale	bus	alco
ladopc		1.0000					
p1		-0.2428	1.0000				
gaotro		0.0298	-0.0669	1.0000			
gale		0.0310	0.0261	-0.0468	1.0000		
bus		0.0403	0.0588	-0.1601	-0.0218	1.0000	
alco		0.0390	0.0650	-0.1572	0.1192	0.4182	1.0000

Tabla 8. Matriz de correlación de todas las variables para el año 2000

Donde:

Combus1	Tipo de combustible que consumen en el hogar para el modelo 1
Combus2	Tipo de combustible que consumen en el hogar para el modelo 2
ing	Logaritmo del ingreso
edur	Raíz de la educación
elec	Acceso a electricidad
carre	Distancia a la carretera pavimentada mas cercana
bus	Distancia a la parada de buses mas cercana
alco	Distancia al almacén comercial mas cercano
ladopc	Tiempo empleado en realizar labores domésticas al año por persona
P1	Numero de miembros en el hogar

gaotro	Colones al año que la familia gastó en otro combustible diferente a la leña
gale	Colones al año que la familia gastó en leña
rele	Tiempo que la familia emplea en la recolección de leña
releca	Numero de viajes a recolectar leña
leca	Distancia al sitio donde la familia obtiene la leña o el carbón.

	combus1	combus2	ing	edur	elec	rele	carre
combus1	1.0000						
combus2	0.6912	1.0000					
ing	-0.2430	-0.2441	1.0000				
edur	-0.1289	-0.1224	0.0815	1.0000			
elec	-0.2438	-0.3335	0.1702	0.0538	1.0000		
rele	0.2000	0.2512	-0.0671	-0.0762	-0.1727	1.0000	
carre	0.1791	0.2030	-0.1883	-0.0137	-0.2171	0.1946	1.0000
ladopc	0.0216	-0.0106	-0.1096	0.0233	0.0329	-0.0258	-0.0083
p1	0.1462	0.1174	0.2415	-0.0307	-0.0347	0.1812	0.0540
gaotro	-0.2019	-0.4200	0.1605	0.0147	0.2029	-0.1069	-0.1127
gale	0.1328	0.1801	0.0151	-0.0006	-0.0453	-0.0624	0.0051
bus	0.1653	0.1875	-0.1539	0.0295	-0.2640	0.1719	0.6378
alco	0.2051	0.2007	-0.1191	0.0207	-0.1885	0.2161	0.5976
leca	0.0742	0.1084	-0.0643	0.0274	-0.0005	0.0590	0.0947
releca	0.1126	0.1093	-0.1053	-0.0274	-0.1100	0.5473	0.1218
	ladopc	p1	gaotro	gale	bus	alco	leca
ladopc	1.0000						
p1	-0.2209	1.0000					
gaotro	-0.0148	0.0476	1.0000				
gale	-0.0348	0.1133	-0.0073	1.0000			
bus	-0.0225	0.0725	-0.0843	-0.0303	1.0000		
alco	-0.0009	0.0584	-0.1232	0.0429	0.4616	1.0000	
leca	0.1096	0.0193	-0.0390	0.0256	0.0354	0.0916	1.0000
releca	-0.0131	0.1562	-0.0764	-0.0612	0.0995	0.1063	-0.0847

Tabla 9. Matriz de correlación de todas las variables para el año 2002

ANEXO 2

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE HAUSMAN

Resultados cuando la variable combustible es diferente de 0

mlogit combustible4 ing edur elec rele carre ladopc p1 gale if combustible4!=0

```
Multinomial logistic regression          Number of obs   =       605
                                          LR chi2(8)      =      183.84
                                          Prob > chi2     =       0.0000
Log likelihood = -294.76912              Pseudo R2       =       0.2377
```

combustible4	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
ing	.6834012	.1187859	5.75	0.000	.4505851 .9162173
edur	.3345028	.0937638	3.57	0.000	.150729 .5182765
elec	1.293585	.255185	5.07	0.000	.7934313 1.793738
rele	-.0005858	.0002057	-2.85	0.004	-.000989 -.0001826
carre	-.010033	.0037838	-2.65	0.008	-.0174492 -.0026169
ladopc	.0008582	.000288	2.98	0.003	.0002936 .0014227
p1	-.075001	.0440973	-1.70	0.089	-.1614301 .0114282
gale	-.0013617	.0003624	-3.76	0.000	-.0020719 -.0006514
_cons	-8.180281	1.237482	-6.61	0.000	-10.6057 -5.75486

(Outcome combustible4==2 is the comparison group)

```
. est store partial
. hausman partial all, alleqs constant
```

	---- Coefficients ----			
	(b) partial	(B) all	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
ing	.6834012	.6528668	.0305344	.0271746
edur	.3345028	.3159697	.0185331	.0137129
elec	1.293585	1.296852	-.0032672	.0238465
rele	-.0005858	-.0005872	1.46e-06	.
carre	-.010033	-.010452	.000419	.
ladopc	.0008582	.0008258	.0000323	.0000426
p1	-.075001	-.0755871	.0005861	.
gale	-.0013617	-.0013635	1.85e-06	.0000173
_cons	-8.180281	-7.814198		
	-.3660833	.3062448		

b = consistent under Ho and Ha; obtained from mlogit
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from mlogit

Test: **Ho: difference in coefficients not systematic**

```
chi2(6) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
          = 0.87
Prob>chi2 = 0.9901
```

(V_b-V_B is not positive definite)

Resultados cuando la variable combustible es diferente de 1

```

Multinomial logistic regression          Number of obs   =       454
                                         LR chi2(8)      =       200.38
                                         Prob > chi2     =       0.0000
Log likelihood = -63.421261             Pseudo R2       =       0.6124

```

combustible4	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ing	.4646771	.2289567	2.03	0.042	.0159302	.9134239
edur	.319406	.195643	1.63	0.103	-.0640472	.7028593
elec	2.402027	1.074851	2.23	0.025	.2953577	4.508696
rele	-.0122302	.0031535	-3.88	0.000	-.018411	-.0060495
carre	-.0299394	.0141889	-2.11	0.035	-.057749	-.0021297
ladopc	.0000692	.0005269	0.13	0.895	-.0009635	.001102
p1	-.1676179	.0988962	-1.69	0.090	-.3614509	.0262151
gale	-.3043622	.1948245	-0.00	1.000	-3818490	3818489
_cons	-5.846539	2.409156	-2.43	0.015	-10.5684	-1.124681

(Outcome combustible4==2 is the comparison group)

```

. est store partial
. hausman partial all, alleqs constant

```

	---- Coefficients ----		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) partial	(B) all		
ing	.4646771	.741867	-.2771899	.
edur	.319406	.5602996	-.2408935	.
elec	2.402027	2.909971	-.5079444	.
rele	-.0122302	-.0124222	.000192	.0006361
carre	-.0299394	-.0351987	.0052594	.
ladopc	.0000692	.0007033	-.000634	.
p1	-.1676179	-.1754125	.0077946	.0120187
gale	-.3043622	-6.874324	6.569962	1487142
_cons	-5.846539	-8.78471	2.938171	.

b = consistent under Ho and Ha; obtained from mlogit
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from mlogit

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

```

chi2(1) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
          = 0.00
Prob>chi2 = 1.0000
(V_b-V_B is not positive definite)

```

Resultados cuando la variable combustible es diferente de 2

```

Multinomial logistic regression          Number of obs   =       257
                                         LR chi2(8)      =       261.58
                                         Prob > chi2     =       0.0000

```

Log likelihood = -7.661e-15

Pseudo R2 = 1.0000

combustible4	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ing	-24.27487	2.60e+07	-0.00	1.000	-5.10e+07	5.10e+07
edur	-21.25338	5.21e+07	-0.00	1.000	-1.02e+08	1.02e+08
elec	8.255303	8.10e+08	0.00	1.000	-1.59e+09	1.59e+09
rele	-.964763	917773.4	-0.00	1.000	-1798804	1798802
carre	4.442844	4315541	0.00	1.000	-8458301	8458309
ladopc	-.017945	58037.96	-0.00	1.000	-113752.3	113752.3
p1	75.14884	1.07e+08	0.00	1.000	-2.09e+08	2.09e+08
gale	-45.37323	1.96e+07	-0.00	1.000	-3.85e+07	3.85e+07
_cons	136.976	1.06e+09	0.00	1.000	-2.09e+09	2.09e+09

(Outcome combustible4==1 is the comparison group)

```
. est store partial
. hausman partial all, alleqs constant
```

	---- Coefficients ----			
	(b) partial	(B) all	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
ing	-24.27487	.741867	-25.01674	2.60e+07
edur	-21.25338	.5602996	-21.81368	5.21e+07
elec	8.255303	2.909971	5.345332	8.10e+08
rele	-.964763	-.0124222	-.9523407	917773.4
carre	4.442844	-.0351987	4.478043	4315541
ladopc	-.017945	.0007033	-.0186483	58037.96
p1	75.14884	-.1754125	75.32425	1.07e+08
gale	-45.37323	-6.874324	-38.49891	1.96e+07
_cons	136.976	-8.78471	145.7608	1.06e+09

b = consistent under Ho and Ha; obtained from mlogit
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from mlogit

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

```
chi2(8) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
= 0.00
Prob>chi2 = 1.0000
```