



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Ciencias e Ingenierías

Maya K'áak', estufas ahorradoras de leña. Estudio comparativo de eficiencia de combustible con respecto al fogón tradicional, en una población de Quintana Roo.

TESIS

Para obtener el grado de

LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

Presenta

Irvin Alfredo Hidalgo Sandoval

Director

Dr. Celestino Chargoy Zamora



Chetumal, Quintana Roo, Mayo del 2012.

1
064991

UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Ciencias e Ingenierías



Trabajo de Tesis elaborado bajo la supervisión del comité del programa de Licenciatura y aprobada como requisito para obtener el grado de:

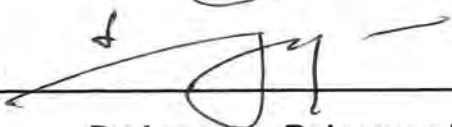
LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

COMITÉ DE TRABAJO DE TESIS

Director: _____


Dr. Celestino Chargoy Zamora

Asesor : _____


Dr. Inocente Bojorquez Báez

Asesor:: _____


Dr. Ricardo Torres Lara



Chetumal, Quintana Roo, México, Mayo de 2012

AGRADECIMIENTOS

Gracias Dios, por darme la oportunidad de terminar, mi carrera.

Quiero dedicarle esta investigación a ti Yanelli por regalarme a mis dos hijos Alfredo y Dyland, gracias a ustedes por ser el motor que me impulso a ser mejor cada día, por tenerme paciencia y apoyarme en todo.

A ustedes Mama y Papa, por enseñarme que con dedicación y esfuerzo solo así se valoran las cosas.

Gracias por apoyarme en toda la investigación, ustedes más que nadie saben que fue difícil pero ahí estuvieron conmigo y sé muy bien que no hay forma de recompensarlo, lo LOGRAMOS.

A mis maestros les quiero agradecer el compromiso que tuvieron para conmigo por enseñarme los conocimientos y por orientarme a lo largo de toda la carrera.

Al Dr. Celestino Chargoy, Dr. Inocente Bojorquez, Dr. Ricardo Torres por apoyarme y trasmitirme sus conocimientos para poder desarrollar con éxito esta investigación.

Al Lic. Edgar Aguilar Padilla por su incondicional apoyo para prepararme mejor cada día.

Gracias a todas y cada unas de las personas que prestaron sus hogares de la comunidad de José María Morelos, para poder realizar esta investigación. Especialmente a la Sra. Asunción Contreras, Paula Kú, Edilia Blanco, Delta May, Estela Damas, Magdalena Poot.

Gracias a la DCI por financiar una parte del proyecto.

ÍNDICE

INDICE DE TABLAS	III
INDICE DE GRAFICAS.....	III
Resumen.....	IV
Introducción	V
Marco teórico	VII
Planteamiento del problema.....	XXI
Objetivo General	XXII
Objetivos particulares	XXII
1.- Métodos empíricos	XXIII
. Hipotético – deductivo	XXIII
. Experimentación.....	XXIII
2.- Teóricos	XXIII
. Analisis y síntesis	XXIII
Aportes	XXIII
Capitulo 1.....	1
1.1 Sitio de estudio	1
1.2 Metodología	2
1.3 Trabajo participativo	2
1.4 Diseño muestral de la construcción de la estufas	3
1.5 Diseño muestral para la obtención de los resultados de eficiencia.....	3
Encuesta	3
1.6 Obtención del tamaño de muestra (encuestas).....	5
1.7 Evaluación Técnica.....	5
Capítulo 2.....	7
RESULTADOS.....	7
2.1 Tamaño de la muestra	7

2.2. Datos de encuesta	8
2.2.1 Ocupación de la cabeza de familia	8
2.2.2. Dispositivo utilizado para cocinar.....	10
2.2.3. Tipo de combustible utilizado	11
2.2.4 Especie maderable utilizada como primera opción para leña	11
2.2.5 Sitio de obtención de materiales.....	12
2.2.6. Forma obtención materiales	14
2.2.7 Horas / hombre invertidas en la colecta por ocasión	15
2.2.8 Frecuencia del suministro	16
2.2.9. Cantidad del suministro por ocasión.....	16
2.2.10. Periodo de mayor consumo de combustible.....	18
2.2.11. Racionamiento del consumo	19
2.2.13 Tipos de efectos sobre salud	20
Capítulo 3.....	21
3.1 Estimación del consumo actual de leña en los fogones tradicionales y su costo económico....	21
3.2 Evaluación de la eficiencia del diseño de construcción de la estufa Maya K'áak'	23
3.3 Construcción de las estufas	26
3.4 Evaluación de la eficiencia de consumo de combustible	31
3.5 Discusión.....	33
Conclusiones.....	35
Recomendaciones	37
Bibliografía.....	39
ANEXOS.....	41
MEMORIA FOTOGRAFICA.....	42

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de Especies vegetales usados para leña en el Estado de Quintana Roo.....	X
Tabla 2. Consumo residencial de leña en México.....	XIII
Tabla 3. Volumen de Tzalam (44 kg) de la carga de leña muestreada	21
Tabla 4. Volumen de Habin (86 kg) muestreado.....	22
Tabla 5. Materiales obtenidos de los usuarios. Los cálculos de los costos se hicieron de manera aproximada (fueron aportación)	26
Tabla 6. Materiales adquiridos	26
Tabla 7. Pruebas de eficiencia energética para cocinado de la estufa Maya K'áak'contra fogón tradicional (tipo Koben).....	31
Tabla 8. Resultados de prueba de eficiencia de combustible Estufa Maya K'áak'	32

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Carga estimada de enfermedad por principales factores de riesgo, medida en porcentaje del total de años de vida sana perdidos en el mundo en 2000 (Smith, K.,2006).....	XIX
Gráfica 2. Ocupación de la cabeza de la familia	8
Gráfica 3. Relación de sectores	9
Gráfica 4. Dispositivo para cocinar.....	10
Gráfica 5. Tipo de combustible utilizado.....	11
Gráfica 6. Leña. Especie utilizada como primera opción para combustible.....	12
Gráfica 7. Sitio de colecta de materiales	13
Gráfica 8. Forma de obtención de materiales	14
Gráfica 9 Horas/ hombre colecta por vez (ocasión).....	15
Gráfica 10 Frecuencia del suministro	16
Gráfica 11. Suministro semanal	17
Gráfica 12. Suministro quincenal.....	18
Gráfica 13. Periodo de Mayor consumo.....	18
Gráfica 14 Racionamiento del consumo de leña.....	19
Gráfica 15. Molestias en la salud por uso del fogón	19
Gráfica 16 Tipo de molestias a la salud de usuarios directos del fogón tradicional	20

Resumen

Las condiciones económicas de las comunidades rurales de nuestro país son muy difíciles, razón por la cual muchas personas no tienen acceso al gas LP y tienen que recurrir a otros combustibles, como lo es la leña. El presente estudio se realizó con el objetivo de analizar y comparar la eficiencia del consumo de leña del fogón tradicional en comparación del diseño de estufa Maya K'áak'(MK), en hogares de la comunidad de José María Morelos, Quintana Roo. Se aplicó una encuesta en la comunidad para obtener información sobre los usuarios que tienen acceso directo al recurso, además de dos cursos de capacitación a algunas familias, sobre las características, materiales y beneficios de la estufa Maya K'áak'(MK). Se realizaron 3 pruebas estándar a las estufas construidas: a) hervir una determinada cantidad de agua y medir el tiempo de ebullición, b) cocinar un kilo de frijol y medir el tiempo de cocción, y c) evaluar el consumo de las familias que construyeron la estufa en un determinado tiempo. Se midieron y pesaron los leños que se iban a utilizar durante una semana por familia. Los resultados más sobresalientes que se obtuvieron con el diseño Maya K'áak' son que reduce en un 43% el consumo de leña a la semana, aportando beneficios económicos, ambientales y de salud a los usuarios de la comunidad.

Introducción

El fogón es una herramienta primordial en las cocinas de las localidades rurales, y el acopio y consumo de leña, principalmente para la preparación de alimentos, es una actividad cotidiana. Estos fogones, y todos los riesgos que implican para la salud, están ahora en proceso de mejora, con el apoyo de diversas instancias de gobierno (CONAFOR, DIF, CDI) a fin de mejorar no sólo las condiciones de salud de los usuarios directos; además, busca efficientar el consumo de combustible para garantizar la sustentabilidad del recurso forestal.

En los hogares rurales y suburbanos, la actividad que demanda la mayor cantidad de leña es la cocción de los alimentos, además de otras actividades domésticas, como por ejemplo el calentar el agua para el baño o lavado de ropa. Esta tarea se realiza principalmente en los llamados "fogones" o "cocinas de leña", que son prácticamente una fogata abierta en el interior de los hogares, con tres piedras para apoyar el comal y las cazuelas o algún soporte para colocar las ollas sobre el fuego.

En estos fogones no se aprovecha totalmente el calor producido por la leña, ya que el calor, generado sobre una superficie abierta, se dispersa de tal forma que no logra ser eficiente a la hora de cocinar, con un riesgo agregado de generación de humos que se dispersan por toda la cocina y la casa.

Esta combustión ineficiente conlleva un doble problema: un alto consumo de combustible (leña), que a su vez produce un impacto negativo sobre los recursos forestales, ya que con el crecimiento de las poblaciones rurales la tasa de extracción de leña se incrementa. Y en segundo lugar, la combustión poco controlada disminuye la calidad del aire de la vivienda, con las constantes emisiones de humo que son inhaladas por los usuarios, lo cual puede afectar su salud.

La leña, por otra parte, es el recurso natural más usado, como principal combustible para cocinar en las poblaciones rurales de México. Cuando la leña se utiliza en forma adecuada, es un recurso renovable que aporta grandes

beneficios al ambiente y a la población (Díaz- Jiménez, 2000). No obstante, se requiere de una enorme y adecuada planificación que contribuya a garantizar su adecuado manejo y la comprensión de los incentivos y desincentivos para realizarlo.

La estufa Maya K'áak' fue diseñada en Quintana Roo por Asesoría Ecotecnológica SC (Asesoría Ecotecnológica, 2008) en base al modelo "Patsari", empleando básicamente la misma estructura, pero empleando materiales de la región. Mientras "Patsari" maneja tabiques, arena y arcilla roja, en Quintana Roo se utiliza sascab, piedra, cemento, cal, polvo, ceniza (como aislante para el calor).

Si se desea promover el uso de alternativas ecológicas y mejores, en términos de eficiencia de uso de leña y de la salud de sus usuarios directos e indirectos, tales como las estufas ahorradoras de leña, para ayudar a usar adecuadamente los recursos naturales y a mejorar la calidad de vida de la población rural, es necesario comprender la conceptualización del recurso (leña) y su esquema de colecta, acopio, uso (y en algunos casos su alternativa como fuente de ingreso para los proveedores o colectores consuetudinarios). Si se desea que los fogones ecológicos y el uso sustentable de la leña estén al alcance de todas las familias y se puedan ofrecer beneficios en el corto plazo, se debe comenzar por entender y respetar las costumbres cotidianas.

Era pues necesario, para el presente estudio, conocer con mayor detalle las formas de uso de la leña en las familias de la comunidad, sus prácticas de cocinado, los tipos de fogones más utilizados y aspectos contables de volumen de combustible *per capita* y la comparación entre el fogón tradicional y la estufa Maya K'áak'.

En una primera instancia el trabajo buscó identificar algunos parámetros de los usuarios de fogones o estufas de leña en la población (tomando una muestra de 240 familias, del total de 2500 familias aproximadamente que tiene el poblado), se aplicó un cuestionario que aportó información para el marco de referencia del uso del fogón, de las fuentes de colecta de combustible, la frecuencia, el volumen y

especies utilizadas. Además era muy importante para el estudio el desarrollar un perfil de los usuarios para tratar de encontrar uno o varios factores en común que pudieran indicar las motivaciones o desincentivos de usar una forma más eficiente de cocinado, que posteriormente pueda ser utilizado para promover estufas más eficientes, como el modelo Maya K'áak' aquí probado. Con este último modelo se realizaron no sólo pruebas de eficiencia comparativa de consumo de combustible, se evaluó además la percepción de los usuarios piloto para determinar un cambio a largo plazo.

Marco teórico

La leña desempeña una función sobresaliente en el suministro energético de las comunidades rurales y, en muchos casos, de los grupos más desfavorecidos, de escasos recursos, en las colonias populares y los cinturones de miseria, en los centros urbanos. En las comunidades rurales de Quintana Roo, la leña ocupa un lugar preponderante en el consumo doméstico de energía y por el hecho de que se produce dentro mismo del sistema de producción agropecuario (como residuo) o forestal (como material de desecho) (Díaz-Jiménez, R. 2000).

La leña suele ser el combustible preferido de las poblaciones rurales, básicamente debido a que su producción responde perfectamente a la dispersión de los ecosistemas y paisajes rurales de su entorno y puede ser obtenida casi siempre sin grandes costos y porque, debido a las extensiones agropecuarias o de selva existentes, calculado en 533,238 (54.4%) del territorio estatal (INEGI, 2011), es posible mantener un abasto continuado.

A nivel internacional se ha buscado soluciones técnicas y económicamente viables que permitan al menos mantener o restablecer la contribución de la leña a la satisfacción de necesidades energéticas esenciales para la subsistencia de las

poblaciones rurales, e incluso aumentarla, contribuyendo así poner a su disposición las mayores cantidades de energía que necesitan para el desarrollo. Tal es el caso de la estrategia dendroenergética de México (FAO; 1996).

La leña es una de las principales fuentes de energía utilizada en las zonas rurales de México (Díaz-Jiménez, 2000). Algunos estudios han calculado que 25 millones de mexicanos, tanto del sector rural como del urbano, utilizan la leña como combustible (Masera, Drigo y Trossero, 2003), lo que representa un consumo de entre 28 y 33 millones de metros cúbicos de madera al año (Masera, 1997; Díaz – Jiménez, 2000).

La mayor parte de los usuarios de leña se concentra en los estados de Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Díaz-Jiménez, 2000). La leña como fuente renovable de energía, que no es controlada de manera centralizada, responde particularmente bien a las características propias de los sistemas energéticos rurales. Las necesidades domésticas de energía – básicamente para la cocción de los alimentos y la calefacción de la vivienda - representan la parte más importante del consumo energético total en las zonas rurales. En las comunidades rurales de la entidad, el sistema energético, como otros procesos de uso de recursos, es un reflejo de las relaciones entre los recursos naturales y las actividades productivas y las de subsistencia (Cayetano H., 1992).

Aparte del hecho de que la leña es un recurso renovable, descentralizado de los energéticos (generalmente administrados por el gobierno), de su relativamente sencilla obtención está el hecho de que pueden utilizarse con técnicas sencillas y sin necesidad de equipos costosos por casi cualquier miembro de la familia, y ello hace que sea una fuente de combustible que responda particularmente bien a las necesidades y las posibilidades de los usuarios.

La utilización de leña en las zonas rurales del Estado, para uso doméstico, se considera una forma tradicional de subsistencia. Con la finalidad principal del autoconsumo, los miembros de la familia se dedican a recoger leña para atender las necesidades del hogar; en esta actividad se involucran generalmente las mujeres y los niños, pero no es excluyente para los varones, que suelen hacerlo en las proximidades de la comunidad.

De un documento de uso de recursos realizado en 105 comunidades, llevado a cabo por Villarreal y Balam (2008) en el período de 1992 a 2008, determinaron en el Estado de Quintana Roo que la obtención (por recopilación o derribo) de leña utilizada para generación de energía en las comunidades y ejidos mencionados en su documento (105 comunidades), se observó en casi 80% de las cocinas de la población rural.

La leña se recoge de la vegetación leñosa seca (rara vez se utiliza leña verde debido a que se reduce su capacidad de combustión), que se encuentra como material de desperdicio o derribo por causas naturales o procesos de limpieza de predios para actividades tradicionales de agricultura de subsistencia (milpa o parcela) en diversas zonas del espacio ejidal. Cuando la comunidad comienza a crecer y la demanda aumenta, o bien cuando el acceso a las fuentes de suministro se hace más difícil, suele surgir un espacio para la creación de recolectores (proveedores) que comercializan la leña, lo cual crea puestos de trabajo y generan ingresos. Esta es una opción para la creación de economías complementarias en las comunidades rurales.

En las comunidades rurales del Estado, y de manera práctica, se debe realizar un esfuerzo enorme por desarrollar esquemas de manejo de este recursos bioenergéticos, pues el término leña¹ se aplica de manera general a cualquier trozo de madera que pueda ser combustible. En su documento, Villarreal y Balam

¹ El término Leña, se define en el Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable como... "Materia prima en rollo o en raja proveniente de vegetación forestal maderable que se utiliza como combustible o celulosa, así como para hacer tableros y obtener carbón. Título I, artículo 2. Término XVIII. DOF 16/02/2005.

(2008), reportan haber observado cerca de 40 especies de madera utilizadas en los sitios de estudio (Ver Tabla 1).

Reportaron que este combustible, proviene de derribos, residuos de extracción forestal, de aserradero, de carpinterías, por desmontes de *huamiles*, acahuales, e incluso de zonas de humedales; sin mucha discriminación de especie, tamaño o estatus, con una sola característica indispensable: que esté seca (sin humedad).

Las familias que realizan la colecta de manera permanente, suelen desplazarse a lo largo de los caminos y brechas de tránsito desde las inmediaciones de los poblados, hacia las parcelas y *huamiles*, y por último desplazándose a las áreas forestales. El criterio principal para realizar la colecta, fue obtener material de áreas comunes o de la propia parcela (régimen de propiedad del predio) no se deseaba tener conflictos con vecinos por introducirse a colectar en áreas no públicas, y también el hacer un esfuerzo más eficiente, así como el gasto del tiempo de colecta en zonas cercanas (Villarreal y Balam, 2008).

Tabla 1. Listado de Especies vegetales usados para leña en el Estado de Quintana Roo.

Nombre Común	Especie
Amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i>
Bari	<i>Calophyllum brasiliense</i>
Bayo	<i>Aspidosperma cruentum</i>
Bobchiche	<i>Coccoloba spicata</i>
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
Caracolillo	<i>Sideroxylon gaumeri</i>
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>
Chaka Rojo	<i>Bursera simaruba</i>
Chakte Kok	<i>Cosmocalyx spectabilis</i>
Chakte Viga	<i>Caesalpinia platyloba</i>
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>
Copal	<i>Protium copal</i>
Elemuy	<i>Malmea depresa</i>
Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>

Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i>
Guayacan	<i>Guaiacum sanctum</i>
Guayacox	<i>Matayba sanctum</i>
Higo	<i>Ficus tecolutensis.</i>
Jabin	<i>Piscidia communis</i>
Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>
Jobo	<i>Spondias mombin</i>
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>
Machich	<i>Lonchocarpus castilloi</i>
Maculis	<i>Tabebuia pentaphylla</i>
Majagua	<i>Hampea trilobata</i>
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>
Palo de Tinte	<i>Haematoxylon campechianum</i>
Pich	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Pimienta	<i>Pimienta dioica</i>
Pixoy	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Pochote	<i>Ceiba aesculifolia</i>
Pucte	<i>Bucida buceras</i>
Ramon Blanco	<i>Brosimum alicastrum</i>
Siricote	<i>Cordia dodecandra</i>
Sac Chaka	<i>Dendropanax arboreus</i>
Subin	<i>Acacia cornigera</i>
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliqua</i>
Yaaxnik	<i>Vitex gaumeri</i>
Zapotillo	<i>Pouteria unicularis</i>

FUENTE: La Selva Util, Villarreal y Balam, 2008, pag 49.

Por lo general, el derribo no es una opción primera para obtención de leña (toda vez que la madera "verde" no es útil para quema). Estas familias, realizan una labor permanente de limpieza de materia orgánica combustible de áreas agrícolas y forestales que de otro modo peligrarían cada año². El listado de especies utilizadas para leña es tan amplio como especies maderables se encuentren disponibles (Villarreal y Balam, 2008).

No obstante, existe una seria deficiencia en el cálculo oficial del consumo de leña como producto forestal, especialmente para el caso de Quintana Roo, que

² Artículo 73 del Reglamento de la LGDFS establece a la letra... "La leña para uso doméstico deberá provenir de arbolado muerto, desperdicios de cortas silvícolas, limpia de monte, poda de árboles y poda de especies arbustivas..." DOF 16/02/2005

continúa apareciendo en ceros en los anuarios estadísticos de producción de leña, esto debido a que el cálculo en economía se basa en producción comercializable, y a pesar de la gran cantidad de leña que puede estar utilizándose en el Quintana Roo rural, es básicamente para subsistencia, y no se integra en los cálculos oficiales. (INEGI, 2000; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2011).

La leña como recurso energético, es una pieza clave para la subsistencia de las comunidades rurales, por lo que la búsqueda de soluciones a esas problemáticas, fue unas de las razones a impulsar este trabajo de investigación; primero para conocer la demanda de la leña y la construcción y uso de el diseño Maya K'áak'.

Para ello la definición que se utilizara para la leña según la (FAO, 1981, citado por Reyes, 2000) es la siguiente: *La madera en bruto troncos, ramas, y otras partes de árboles y arbustos provenientes de bosques, selvas o plantaciones forestales, que se empleen con fines de calefacción y generación de energía.* Quedando fuera de esta definición los desechos forestales como aserrín, corteza y desperdicios de aserraderos.

La leña es el principal producto que se extrae del manejo de las selvas nativas, y su uso depende, en gran medida, de la necesidad e interés económico de sus usuarios. Se estima que en México la leña aporta entre el 8% y el 10% de la energía final y entre el 36% y el 45% del sector residencial (Masera, 1993; Sheinbaum, 1996; Díaz, 2000; SENER, 2002).

Algunos estudios detallados sobre el consumo de leña en las comunidades rurales se realizaron en las década de los ochenta. Por ejemplo, en 1987 la entonces SEMIP(1998) realizó estudios detallados de la energía rural de nuestro país aplicando encuestas en 110 comunidades, incorporando información de 42 poblaciones generada por el Instituto de Investigaciones Eléctricas(1986). El estudio de la SEMIP es la primera aproximación al consumo real de la leña en México. Como se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Consumo residencial de leña en México.		
Estimación	Consumo energético(PJ/año)	Volumen(m3/año)
SARH(1981)	n.d.(1980)	17.3 – 27.6
Guzmán et al.,(1985)	412(1970), 402(1980),	33.0, 32.0
SEMIP(1998)	293(1998)	n.d.
Masera et al.,(1993)	246(1987)	23.2
INIFAP(Castillo et al., 1989)	n.d.	17.0
Masera(1983)	334(1990)	34.6
Sheinbaum(1996)*	277(1980), 274(1990)	n.d., n.d.
Díaz y Masera(1999)	300(1990)	n.d.
Díaz(2000)	316(1990), 320(2000)	29.4 – 34.3
SENER (2002)	256(2001), 338(2001)	n.d.

Notas: El número entre paréntesis de la columna de consumo de energético indica el año de estimación. ///

*Incluye leña por cocción de alimentos y calentamiento de agua, n.d. significa no definido.

Posteriormente Masera (1993) retoma la base de datos de la SEMIP, a la cual le hace algunos ajustes y genera una propuesta metodológica clara que permite estimar de forma más precisa el consumo de leña en México. Asimismo, estima la demanda de leña de la pequeña industria y analiza los impactos ambientales ocasionados por el uso de este combustible.

De igual forma utilizando el enfoque de usos finales (Reddy, 1987) o de abajo hacia arriba "botton-up "(Schipper et al., 1985) y haciendo una desagregación de los usos finales de la leña, Masera et al. (1993), y Sheinbaum(1996) logran mejores estimaciones del consumo de este energético en el sector residencial.

Finalmente, Díaz (2000) basándose en el enfoque de usos finales (Reddy, 1987) propone una metodología con un mayor nivel de desagregación de las tareas

energéticas o usos finales; la cual permite estimar el consumo de la leña. Queda claro que a partir de estas metodologías, que han ido cambiando con el tiempo, se observa una disminución, porque muchos de los usuarios tienen un uso mixto de combustibles, tal es el caso de la leña- gas LP. Sin embargo, debido al aumento del precio de Gas LP, la gente de las comunidades rurales, que había comenzado a usarlo, ha regresado al uso de la leña (Díaz, 2000).

Díaz (2000) realizó su clasificación de los estados en cuatro grupos, construyendo un índice de consumo estatal de leña (ICEL). Cabe enfatizar que esta unidad de medida se basa en tres variables a) saturación de usuarios de leña en el área rural, b) población que usa leña, c) tasa media de crecimiento anual de los usuarios de leña. Como resultado se obtuvo la siguiente clasificación.

Actualmente Masera *et al.*, (2003) han desarrollado una herramienta denominada WISDOM (Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping) para realizar balances de oferta-demanda de leña e identificar áreas prioritarias.

La metodología WISDOM se basa en SIG (Sistemas de Información Geográfica) y permite combinar e integrar información estadística y espacial sobre la producción (oferta) y el consumo (demanda) de combustibles leñosos (leña, carbón vegetal y otros combustibles). Asimismo permite la presentación de resultados visuales comprensibles y sencillos para funcionarios, así como especialistas en el tema. Es posible usarlo para análisis de diferentes escalas, región o subregión o país. Más que un instrumento operacional es una herramienta de planeación estratégica que se propone integrar la información existente sin necesidad de generar nuevos estudios que son lentos y costosos.

Una de sus ventajas es que puede adaptarse a la información disponible, ya sea directa (consumo de leña y su tendencia, productividad) o indirecta (variables a la oferta y demanda de biocombustibles). Gracias a esta metodología se reportan que existen aproximadamente 240 municipios donde el uso de la leña eso puede

volverse un problema. Estos municipios representan el 10% del total, sin embargo se concentran el 21% de la población total usuaria de leña del país.

La problemática del uso permanente y mal manejo del recurso leña viene dada por el propio carácter integral de los sistemas productivos y de aprovisionamiento de energéticos a nivel rural, las dificultades crecientes que se encuentran para aprovisionarse de leña tienen graves repercusiones, si no existe un manejo integral del recurso. Ante todo, las poblaciones de esas zonas, que no tienen acceso a otras fuentes de energía, tienen que dedicar una parte cada vez mayor del tiempo y el dinero de que disponen, ambos limitados, a aprovisionarse de leña, lo cual podría traer consigo una sobreexplotación acelerada de la vegetación leñosa restante, que puede incluso conducir a su desaparición.

Del cálculo de uso de leña por familia, Villarreal y Balam (2008), realizaron mediciones de los paquetes o "atados" de leña que los productores de diversas comunidades del Estado de Quintana Roo emplean. Estos autores realizaron un ejercicio de cubicación de madera en 16 sitios, obteniendo un intervalo de 7 ft³ (.1982 m³) a 15 ft³ (.4248 m³) de madera utilizada por fogón (por semana), por familia; reconocieron, además, que el volumen varió dependiendo de la humedad contenida en la madera, del tipo de madera (dura, blanda e incluso de la especie), la temporada del año (con los "nortes"³ y los "surestes"⁴ se mantiene el fogón encendido todo el día) en la que se colectó, y volumen de uso dependió principalmente del tamaño de la familia.

La importancia del adecuado manejo y eficiente uso para evitar a mediano y largo plazo su escasez, que podría traducirse en mayores dificultades para subsistir y en una crisis de sus necesidades de suministro energético para llevar actividades básicas y en los casos extremos, podría ocasionar una afectación importante a los

³ Norte: Reducción en la temperatura debido a una masa de aire frío proveniente del Norte del hemisferio (norte de México, Sur – Sureste de los Estados Unidos), acompañado de lluvia y viento.

⁴ Sureste: Condiciones climatológicas de lluvia y una ligera reducción de temperatura, acompañada de viento fuerte proveniente del sur – sureste de la Entidad (Caribe – Antillas).

ecosistemas que desestabilice al ambiente, debido a la desaparición de ecosistemas forestales y al uso acelerado e insostenible de toda la vegetación leñosa.

Adicionalmente, y en lo particular para el Estado de Quintana Roo, el derribo continuado de material leñoso, ocasionado por causas naturales (huracanes, tormentas puntuales, surestes y nortes) o por conversión de uso de suelo (roza, tumba, quema, mecanizado, desarrollo urbano), genera una cantidad importante de material combustible que, puede representar un riesgo para los propios ecosistemas donde es depositado.

El aprovechamiento o colecta de leña después de eventos climáticos severos como los huracanes o de derribos provocados por el desarrollo de infraestructura vial o de aprovechamientos forestales, los desarrollos turísticos o urbanos puede ser una alternativa interesante, desde el punto de vista de prevención de incendios y de utilización integral del recurso (ibid).

A partir de la década de 1980, las acciones desarrolladas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (actualmente reubicadas en la Comisión Nacional Forestal), se enfocaron principalmente al establecimiento de plantaciones y al mejoramiento de los sistemas para el uso de leña, como una estrategia dendroenergética incipiente (FAO; 2000)

El reto de la sustentabilidad del uso de la leña debe verse desde tres dimensiones importantes: los aspectos propios del manejo forestal, del uso como energético y los aspectos del impacto positivo y negativo de tipo ecológico. Precisamente por eso es necesario apreciar claramente que su función en los sistemas energéticos rurales no es sólo un problema de subsistencia sino también un problema de desarrollo (FAO; 1996).

En este sentido, el desarrollo de fogones de leña, que fueran más eficientes, en las comunidades rurales en México se volvió una estrategia básica de reducción de presión sobre el recurso, pero sobre todo para reducción de riesgos para la salud de aquellos individuos expuestos a la inhalación de contaminantes del humo de la quema ineficiente de los biocombustibles (leña, carbón y otro tipo de biomasa) en las zonas rurales y urbanas empobrecidas (Olguín, 1994).

La necesidad de reducir el impacto de la combustión ineficiente y la exposición de los usuarios (el efecto sobre la salud ambiental y humana) ha estado presente en la preocupación de autoridades y de los propios usuarios por décadas.

Smith K., *et al.* (2005), en su estudio sobre el uso doméstico de leña en los países en desarrollo y sus repercusiones en la salud para la FAO, determinó que en muchos hogares de países en desarrollo que utilizan fogones, parrillas o "cocinillas" de leña no se cuenta con chimeneas o campanas que recojan el humo para expulsarlo al exterior. Mencionó adicionalmente, que tales implementos producen importantes concentraciones de pequeñas partículas en el interior de la casa, que pueden alcanzar a largo plazo niveles de 10 a 100 veces superiores a los recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en las directrices sobre calidad del aire para proteger la salud (OMS, 2005 mencionado en Smith, 2006).

La generación de humos con contaminantes nocivos para la salud combinadas con el uso diario para preparación de alimentos y otras necesidades energéticas de los hogares, con exposición directa de mujeres y otros miembros del hogar, significa que la combustión de biomasa en los hogares expone considerablemente a los usuarios a riesgos de enfermedades respiratorias, entre otros riesgos a la salud.

Smith (1993, en Smith *et al.*, 2005), menciona que esta exposición es probablemente mayor que la causada por el uso mundial de combustibles fósiles,

debido a la exposición directa, y alcanza su mayor intensidad entre las mujeres y los niños pobres de los países en desarrollo, expuestos más tiempo y de modo más directo en cocinas, tanto en zonas rurales como urbanas, ya que estos sectores de la población son los que más suelen estar presentes mientras se cocinan los alimentos.

La OMS (Organización Mundial de la Salud) establece la combustión de materiales sólidos en las viviendas, como uno de los factores de riesgo para la salud, a nivel mundial, por encima del sobrepeso y los accidentes de tráfico (Ver gráfica 1. Tomada de Smith, K. 2006). En este sentido, la Organización Mundial de la Salud comenzó a realizar desde mediados de la década de 1980, diferentes estudios epidemiológicos encaminados a examinar una serie de efectos para la salud debidos a la contaminación del aire en el interior de las viviendas producida por combustibles sólidos.

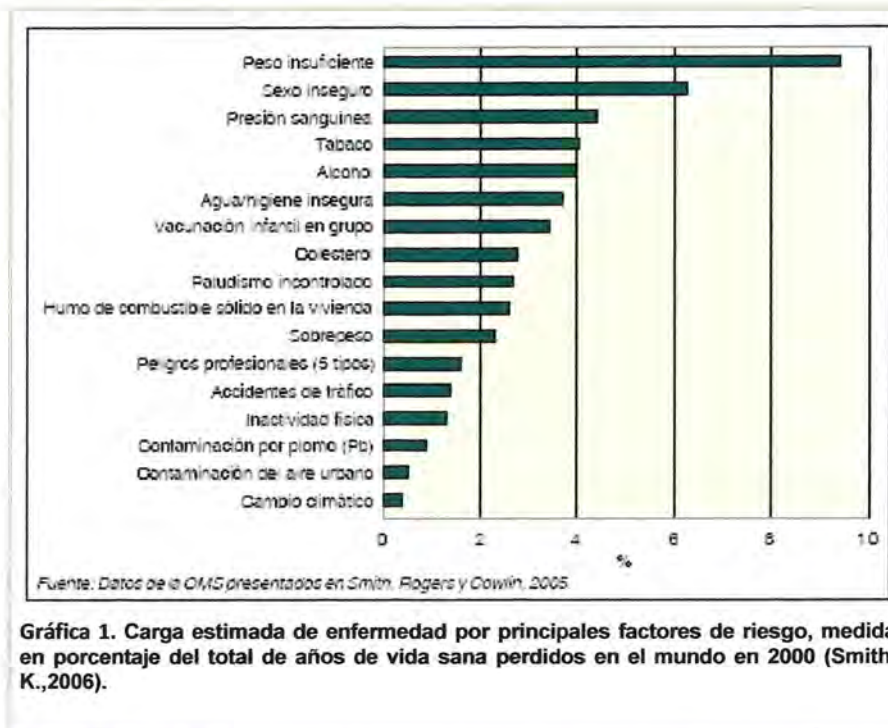
Aunque con la información actual no sea posible distinguir los efectos para la salud de los diferentes combustibles de la biomasa, de acuerdo a la OMS y a FAO (Smith, 2006), los estudios muestran que en general la leña es algo más limpia que los otros principales tipos de tales combustibles: los residuos de cosechas y los excrementos animales.

Los estudios de tipo cualitativo, llevado por Smith, K (1993), Smith, K.R., *et al.*, (2004, 2005, 2006); al igual por la OMS (2005), y reconocida la imprecisión de las mediciones (basadas básicamente en entrevistas), detectaron diversos efectos para la salud en hogares que utilizaban combustibles de la biomasa, en la mayoría de los casos total o parcialmente leña.

Algunos de los efectos reportados incluyeron infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (pulmonía) en niños pequeños y algún tipo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, como bronquitis crónica y enfisema, en mujeres

adultas que durante muchos años han cocinado con combustibles sólidos sin ventilación (OMS, 2006).

La OMS, en una evaluación de riesgos que combinó los resultados de muchos estudios publicados (Ezzati *et al.*, 2002, en Smith *et al.*, 2006), comparó la carga de la enfermedad y la muerte prematura debidas al uso de combustibles sólidos con otros factores de riesgo importantes, tales como contaminación del aire exterior, tabaquismo e hipertensión. Los resultados indican que el uso de combustibles sólidos puede ser responsable de 800,000 a 2,4 millones de muertes prematuras cada año (Smith, Mehta y Maeusezahl-Feuz, 2004).



En otros diversos estudios el consumo de combustible de la biomasa se ha asociado con la tuberculosis, las cataratas, la insuficiencia de peso al nacer cuando la madre gestante ha estado expuesta al riesgo, y otros efectos nocivos para la salud. No obstante, las pruebas no se consideran tan definitivas como para las enfermedades anteriores.

En 2006 el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer revisó los datos mundiales y clasificó el humo de combustibles de la biomasa en los hogares como probable carcinógeno humano, mientras que el humo de carbón de hulla se clasificó como carcinógeno humano demostrado (Straif e IARC Monograph Working Group, 2006). Puede interpretarse esto en el sentido de que el humo de biomasa es solo levemente carcinógeno. La mayoría de los datos sobre combustibles de la biomasa se refería a la leña (Smith, K. et al., 2005).

El Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), fundaciones internacionales y organizaciones del sector civil, promueven la construcción de estufas rurales, en coordinación con los gobiernos de los Estados y las universidades públicas, con acciones orientadas a la determinación de balances de energía, demandas de leña y estudios para la producción de carbón.

El principal antecedente de las estufas ahorradoras de leña es la denominada estufa LORENA, cuyo nombre es un apócope de las palabras lodo y arena, que son los materiales básicos con los que se construye. Este tipo de estufa consiste de un bloque de barro, con ductos y agujeros donde se colocan los utensilios para cocinar, y si se utiliza adecuadamente puede ahorrar entre 25 y 50% de la leña que consume un fogón tradicional. En México esta ha sido la estufa ahorradora de leña que mayor difusión ha tenido (Cáceres et al., 1989), sin embargo actualmente este prototipo ha tenido unas variantes en el diseño y los materiales, ya que estos dependen de las necesidades de sus usuarios.

En 1980 se genera el proyecto de estufas rurales a cargo de la Dirección General para el Desarrollo Forestal de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (DGDF, 1984, citada por Vargas, 1990). Posteriormente diversas instituciones gubernamentales y no gubernamentales han impulsado este tipo de programas:

SARH, INI, SSA, DIF, SEDUE, ORCA, GIRA, ANAGEDES, ASETECO, etc. La mayoría de estos programas han promovido la estufa Lorena con algunas variantes (dimensiones, número de hornillas, materiales de construcción, forma de construcción, etc.). A pesar de la importancia de estos programas, sólo existe información sobre su desempeño para algunas regiones de Guerrero, Oaxaca y Michoacán (GIRA A.C.).

Sin embargo de los modelos promovidos por las diferentes asociaciones gubernamentales y no gubernamentales, solo responden a las necesidades de las comunidades y características de los materiales de las regiones norte y centro del país.

Dadas las características diferentes al resto del país la península de Yucatán está conformada por rocas sedimentarias, además de formaciones cársticas (calizas), existen muy pocos materiales arcillosos.

Dentro los materiales más sobresalientes están el sascab y el kankab, materiales que al combinarlos con otros, sirvieron como base para la construcción de un nuevo modelo denominada estufa "Maya K'áak", diseño que utiliza materiales de la región además que es fácil de construir y consume menos leña.

Planteamiento del problema

Si bien la leña es un recurso renovable y asequible para la mayor parte de la población rural en el Estado y el municipio de José María Morelos, la utilización del mismo pudiera estar lejos de ser sostenible, debido a diversos factores, en la medida en que los ecosistemas forestales están siendo reemplazados de manera sistemática por explotaciones agropecuarias y forestales no reguladas y por incendios recurrentes. A ello se suma una demanda creciente de materiales (leña) debido al natural crecimiento poblacional en el ámbito rural y periurbano para

suministrar los fogones y cubrir la necesidad de combustible para cocinar los alimentos.

Hipótesis

El diseño K'áak' reduce el consumo de leña con respecto al fogón tradicional.

Objetivo General

Comparar la eficiencia económica y de consumo de combustible del diseño Maya K'áak', en comparación de los fogones tradicionales utilizados en hogares de la comunidad de José María Morelos Quintana Roo.

Objetivos particulares

Estimar el consumo actual de leña en los fogones tradicionales y su costo económico.

Evaluar la eficiencia energética del diseño de construcción de la estufa Maya K'áak'.

Comparar la estufa Maya K'áak' desde el punto de vista económico y de consumo de recursos con respecto al fogón tradicional.

Metodología

1.- Métodos empíricos

. Hipotético – deductivo

Con base a la teoría estudiada y a las observaciones hechas, se consideraron diferentes variables implicadas en el proceso del consumo del recurso leña.

. Experimentación

Se realizaron tres tipos de pruebas a las estufas Maya K'áak', con fundamento a las pruebas estándar que se realizan a los fogones para evaluar su eficiencia. Estas pruebas fueron realizadas en tres hogares que cumplieran con los mismos requisitos tales como, número de integrantes de la familia, patrones de consumo y actividades cotidianas.

2.- Teóricos

. Análisis y síntesis

La base de datos creada, sirvió para hacer un análisis de la información real obtenida de los usuarios. Estos datos fueron analizados y sintetizados, para determinar relaciones entre algunas variables, por medio de un análisis estadístico.

Aportes

Diseño de estufa ecológica, que aporta beneficios económicos, de salud y ambientales, para los usuarios.

Capítulo 1

1.1 Sitio de estudio

José maría Morelos es la cabecera del municipio del mismo nombre. Es una población de alrededor de 11,000 personas con un porcentaje mayoritario de indígenas mayas (INEGI, 2011).

Se localiza al noroeste del Estado de Quintana Roo. Es un área urbana con servicios de urbanización disponibles para una población aproximada de 11,000 personas. En el área urbana predomina el tipo de vivienda unifamiliar de piedra, de con una sola planta y con techo de piedra o de guano.

Con una población predominantemente de etnia maya, destaca que en la comunidad aun se conservan muchas tradiciones en cuanto a la distribución de las partes esenciales de una casa, la cocina es una parte indispensable y utiliza fogones convencionales.

De acuerdo a la clasificación de Rzedowsky (1978) predomina en el municipio el bosque tropical perennifolio que incluye un complejo conjunto de asociaciones vegetales, entre las cuales las especies dominantes son el guano yucateco, tzalam, ramón, zapote, el chaka, ramón También se presenta el bosque tropical subcaducifolio, de clima un poco más seco y con especies dominantes de ya'axnik, chechen, palmares y corzales. Dadas las características climáticas favorecen la existencia de maderas preciosas como la caoba y el cedro consideradas con alto valor económico.

1.2 Metodología

La investigación se desarrollo en tres etapas:

1. Trabajo participativo
2. Evaluación técnica
3. Trabajo de gabinete

1.3 Trabajo participativo

Se desarrollaron dos talleres comunitarios, así como la aplicación de una encuesta con un total de 240 entrevistas a fin de obtener información directa de los usuarios de leña y fogones que se usan en la comunidad de la comunidad.

Taller comunitario

- Se busca obtener información de referencia a través de informantes clave y reuniones comunitarias para trabajar sobre la siguiente agenda:
- Presentación del estudio
- Obtención de información sobre aspectos culturales, sociales y económicos del uso del fogón tradicional
- Obtención de información sobre problemática identificada por los usuarios de fogones tradicionales
- Verificar conocimiento previo de estufas ahorradoras de leña y sus beneficios

De este taller se obtuvo también datos de mapas hablados para ubicación de fuentes de leña, distancias y esquemas de manejo y costos intrínsecos.

Taller de diagnostico participativo

Se realizó un taller participativo cuyos ejes se centraron en obtener información del acceso a la leña y su papel en la vida cotidiana entre los hombres y mujeres de la comunidad; los impactos en la salud derivados del uso de los fogones de leña tradicionales, aspectos técnicos de la construcción y mantenimiento de la estufa ahorradora Maya K'áak', y las situaciones que implica en el cambio de tecnología. El taller fue llevado a cabo con familias de la comunidad, en donde participaron todos los integrantes, un total de 30 personas, desde la fase informativa hasta la de construcción.

El objetivo del primer taller, era obtener información de los usuarios acerca del manejo que le dan al recurso leña, las formas y lugares de obtención del mismo y su eficiencia energética.

El segundo taller participativo a diferencia del primero que fue meramente informativo, se buscó, incluir a las familias en la capacitación y construcción del diseño Maya K'áak', precisamente para que se compare las diferencias de utilizar una nueva tecnología dentro de sus hogares y sus beneficios a corto plazo.

1.4 Diseño muestral de la construcción de la estufas

En vista de diferentes familias interesadas en el taller, se realizó la construcción de 7 estufas, en siete hogares diferentes escogidos de manera aleatoria, considerando factores importantes como el mismo número de integrantes de familia, y que tuvieran un uso similar de las estufas, en tiempo y actividades (cocer comida, calentar agua, tortear.)

1.5 Diseño muestral para la obtención de los resultados de eficiencia.

Encuesta

Como parte de la obtención de información se aplicó una encuesta a los habitantes de la comunidad, información que era indispensable para conocer el

uso y manejo de fogones. Los aspectos sobre los que se obtuvo información, incluyen:

- Número de integrantes de la familia (a fin de realizar un análisis de tendencias de uso o consumo de combustible por integrante – para poder estandarizar la muestra)
- Ocupación cabeza de familia (para determinar segmentos de la población y aspectos de estrato y capacidad económica)
- Tipo de dispositivo para cocinar
- Tipo de usos, como: calentar agua para baño, hervir agua (purificación), cocinar, hervir ropa, calentar la casa o especificar otros usos y priorizarlos (jerarquía de importancia relativa a tiempo y frecuencia de uso, una valoración cualitativa de la prioridad)
- Tipo de combustible usado (gas, leña, ambos) a fin de determinar el porcentaje de usuarios de leña, de otros combustibles o de ambos, así como la razón para utilizarlo.
- Especies utilizadas como leña (habin, tzalam, frutales, parcelas, monte – maderas diversas -)
- Forma de obtención (recolecta, compra, ambos)
- En caso de colecta (autoabasto) responsable (Esposo, Hijos, Esposa, Familia completa, Otro)
- Frecuencia de colecta (Diario, Semanal, Quincenal)
- Cantidad (Kilogramos para leña o gas)
- Diferenciación de consumo por temporadas (Primavera, Verano, Otoño o Invierno)
- Frecuencia de uso para cocinar al día y aspectos de manejo del fogón
- Aspectos de salud para usuarios directos e indirectos (molestias o enfermedades ocasionadas por humo)
- Interés en conocer sobre fogón de consumo reducido de leña/humo Interés en construir

1.6 Obtención del tamaño de muestra (encuestas)

De manera que se tuvo que sacar una muestra de la población total. A fin de simplificar el cálculo y basado en el diseño del estudio por familias que usan fogones en la comunidad, no individuos. Para ello se aplicará la siguiente fórmula (CEA D'ANCONA, M^a A, 1998).

Ecuación 1.
$$n = \frac{Z^2 pq N}{NE^2 + Z^2 pq}$$

Donde n es el tamaño de la muestra, Z es el nivel de confianza, N es el tamaño de la población, p es la variabilidad positiva, q es la variabilidad negativa, y E es la precisión o del error.

Adicionalmente, mediante un mapa obtenido en el catastro municipal previamente, se seleccionaron aleatoriamente las manzanas necesarias para aplicar un número igual de entrevistas por manzana.

1.7 Evaluación Técnica

Delimitación de zona de obtención de material combustible (leña)

Tomando como referencia los mapas hablados de los sitios de colecta y la información participativa del taller comunitario, se procedió a delimitar áreas forestales que se utilizan para extracción de leña, utilizando cartas topográficas 1:50,000 para determinar las zonas con mayor disponibilidad del recurso, cuando los datos no estaban actualizados.

Para medir la eficiencia energética del diseño de estufa y compararla con el fogón tradicional, se aplicó el siguiente diseño experimental:

Se seleccionaron hogares de la comunidad con características similares en cuanto al número de integrantes de la familia y a los patrones de consumo de leña para la preparación de alimentos. En siete hogares se construyeron estufas con el diseño Maya K'áak'. En tres de los siete hogares seleccionados se midió el volumen y peso seco de la leña antes de realizar las siguientes pruebas.

Se realizaron pruebas de funcionamiento y eficiencia en diferentes estufas de leña (3 piedras, fogón tradicional y estufa mejorada Maya K'áak'). El desempeño de las estufas eficientes de leña se evaluó a través de tres pruebas estándar:

- Prueba de Ebullición de Agua (PEA o WBT, Water Boiling Test),
- Prueba de Cocinado Controlado (PCC o CCT, Controlled Cooking Test) y
- Prueba de Funcionamiento en Cocina (PFC o KPT, Kitchen Performance Test).

Estos métodos han sido revisados, actualizados y adaptados para su aplicación en estudios internacionales (Shell, 2004). Consisten de lo siguiente:

- PEA: es una prueba de simulación de cocinado donde el agua toma el lugar de los alimentos. A partir de esta prueba se calcula la eficiencia térmica como indicador de la eficiencia de la estufa.
- PCC: es una prueba para el consumo de combustible en una tarea de cocinado específica, se utiliza para comparar el funcionamiento en la preparación de una comida estandarizada en diferentes dispositivos. Se calcula el peso de leña consumida por peso de alimentos preparados como índice de funcionamiento de cada estufa.
- PFC: esta prueba evalúa el comportamiento de las estufas en condiciones reales de operación, se analiza el consumo de leña por parte de una familia durante un ciclo y se evalúan aspectos relacionados al funcionamiento de la estufa

y factores referentes al uso de combustible, salud, costumbres de alimentación, condiciones de vida, aceptación de la tecnología, entre otros. El índice que se obtiene es el consumo específico diario y se refiere a la cantidad de leña consumida por adulto estándar por día.

Las primeras dos pruebas fueron realizadas en 3 hogares en donde se construyó la estufa Maya K'áak', que de igual forma fue aplicado para el fogón tradicional con el objetivo de obtener datos reales.

Con respecto a la tercera prueba fue aplicada a los 3 hogares seleccionados durante un periodo de un mes, para tener datos reales de consumo del recurso leña.

Con respecto a la cuestión económica, se compararon los costos de los materiales, el tiempo para la construcción de cada estufa y el costo de consumir la leña en cada uno de los tipos de estufa y fogón.

Capítulo 2.

RESULTADOS

2.1 Tamaño de la muestra

Con el propósito de abarcar la mayoría de la comunidad, se tuvieron que aplicar 240 entrevistas directas con los usuarios de la leña, para ello se aplicó una entrevista por manzana.

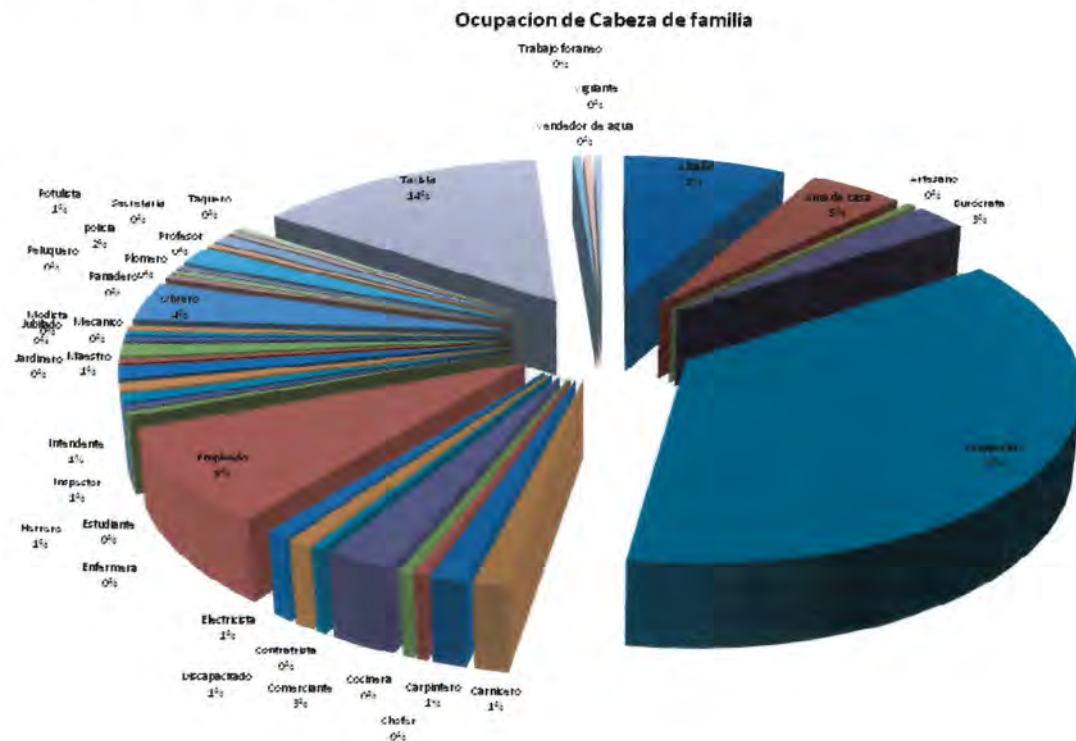
Se compararon las diferencias entre el diseño de estufa Maya K'áak', y el fogón en cuanto al tiempo de cocción, tipo de leña y costo de la misma.

2.2. Datos de encuesta

Se analizaron los datos de la encuesta para determinar algunos parámetros que ayudasen a cumplir con los objetivos del estudio, evaluar la eficiencia del consumo de combustible de los fogones tradicionales contra la estufa Maya K'áak', estimación de consumo de leña actual, el esquema de uso, evaluar la eficiencia del diseño de construcción de la estufa Maya K'áak', para poder realizar el análisis comparativo desde el punto de vista económico y de consumo de recursos.

Para ello se realizó un análisis sobre la entrevista aplicada como a continuación se muestra.

2.1.1 Ocupación de la cabeza de familia



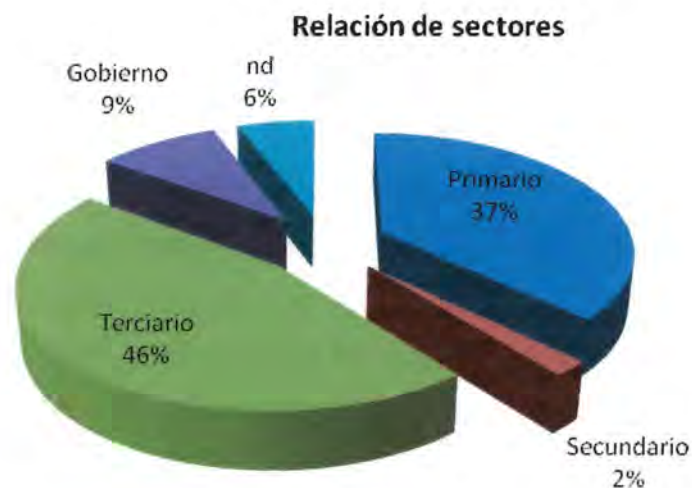
Gráfica 2. Ocupación de la cabeza de la familia

El 37% de las familias entrevistadas manifestaron que su cabeza de familia se dedica a actividades agropecuarias, básicamente de subsistencia (campesino).

Por otra parte cerca del 31% de las actividades con mayor numero de incidencia detrás estas actividades primarias, fueron Taxistas – tricitaxis - (14%), Empleados de comercios (9%) y albañiles (8%) de la muestra. Se observó en el muestreo que prácticamente existen tres sectores donde los habitantes de la comunidad obtienen su economía: Agricultura y ganadería de subsistencia (Campesinos), Servicios y comercio (transporte, comercio, proveedores) y Gobierno (policías, burócratas, maestros, profesores – universidad – secretaria e inspectores) 7,5%

Existe un 46% de la muestra cuyo jefe de familia obtiene ingresos en actividades relacionadas con el sector terciario (comercio y servicios). Siendo las actividades preponderantes los tricitaxis.

Por otra parte el sector secundario es el menos representado con algunas pocas actividades del sector de transformación como fuente de ingreso de las familias(Grafica 3).



Gráfica 3. Relación de sectores

2.2.2. Dispositivo utilizado para cocinar

De las casas muestreadas se verificó el dispositivo utilizado para cocinar, a fin de determinar el alcance del uso del fogón como instrumento básico, y establecer la importancia de la leña como combustible de uso difundido y generalizado. (Gráfica 4).



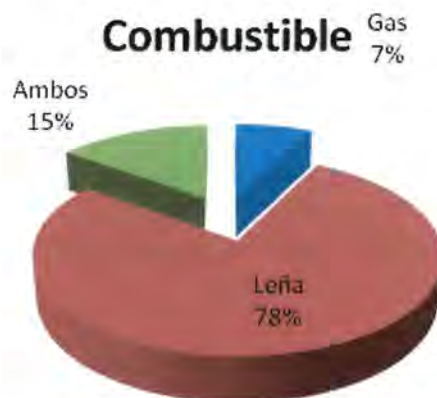
Gráfica 4. Dispositivo para cocinar

En este sentido la muestra arrojó un 77% de uso exclusivo de fogón en los hogares lo cual representa prácticamente 8 de cada 10. Del mismo modo las cocinas que utilizan estufas de gas y fogones de leña de manera alternada es un 15%. Lo que representa, casi un 92% de familias que tienen el fogón como instrumento básico o alternativo para cocinar.

Es interesante observar que del 8% restante, que utiliza exclusivamente estufa, un número significativo de las cabezas de familia trabajan en el sector gobierno, o el sector terciario (servicios y comercio) y una familia muestreada tiene como cabeza de familia a un integrante jubilado que obtiene sus ingresos a través de ministraciones realizadas por los hijos o parientes cercanos.

2.2.3. Tipo de combustible utilizado

En relación proporcional directa con los resultados del tipo de dispositivo de cocinado utilizado, encontramos el tipo de combustible para llevar a cabo la actividad. Basicamente un 78% de la muestra indica como combustible de uso exclusivo la leña, y un 15% de uso alterno de gas y leña. Solo un 8% de la muestra indicó uso exclusivo de gas, para cocinar. Si se revisa con detalle la base de datos se encuentra que los usuarios principales de gas como combustible exclusivo pertenecen al sector terciario, pero principalmente al sector gobierno. (Grafica 5)



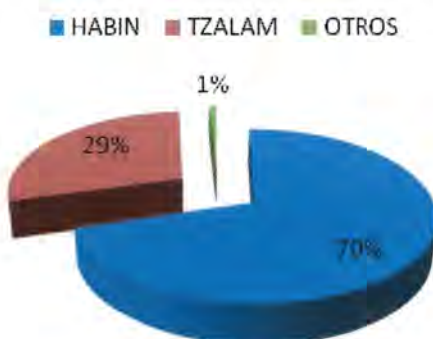
Gráfica 5. Tipo de combustible utilizado

2.2.4 Especie maderable utilizada como primera opción para leña

El habin (*Piscidia* sp.) es definitivamente la primera opción como combustible para los fogones de la localidad con un 70% de la muestra que prefieren esta madera seca por sus cualidades de alta densidad y peso, lo que permite una combustión más lenta.

Adicionalmente los entrevistados refirieron su preferencia basada en otro criterio, el hecho de que la madera seca de habin genera relativamente poco humo al consumirse. El tzalam (*Lysiloma latisilicua*) también es preferido como material combustible, pero una de las razones por las que su consumo no es tan generalizado es la menor disponibilidad de esta especie en las áreas de colecta. (Grafica 6)

Leña. Especie usada 1a opcion



Gráfica 6. Leña. Especie utilizada como primera opción para combustible

2.2.5 Sitio de obtención de materiales

De la muestra del 92% de los entrevistados que utilizan leña como opción exclusiva o combinada con el uso del gas, el 53% indicó las áreas de vegetación mediana subcaducifolia en torno a la localidad y algunas áreas de acahuales (vegetación secundaria). Mientras que un 22% indicó las parcelas de trabajo como zona de obtención de madera seca. Finalmente un 25% indicó que utiliza prácticamente cualquier zona donde pueda realizarse la colecta de oportunidad. (Grafica 7).

Sitio obtencion materiales



Gráfica 7 Sitio de colecta de materiales

Los criterios para seleccionar las áreas de colecta tienen que ver con el acceso a zonas de uso de uso común, la existencia de caminos, brechas y vías de acceso para el caso de las zonas de monte.

De igual manera los que colectan en parcelas, refieren a la colecta en sus propias áreas de trabajo o bien en zonas aledañas de parcelas de familiares, amigos o conocidos (lo cual nos remite al asunto de tenencia de la tierra y tipo de propiedad así como acceso al terreno). La colecta exclusiva en parcelas es más restringida en términos de disponibilidad del volumen de material combustible, ya que sólo durante e inmediatamente después de la temporada de preparación del terreno es cuando existe material disponible, lo que obliga a los productores a moverse a otras parcelas o a las áreas de monte aledañas (colecta de oportunidad) a fin de tener material disponible seco para su uso como reserva para temporada de lluvias.

2.2.6. Forma obtención materiales

El 68% de la muestra obtiene el material a través de la colecta directa, básicamente por cuestiones de tipo económico (es material disponible de manera gratuita – a excepción de las inversión en tiempo) y de la disponibilidad de áreas para realizarla, en torno a la comunidad. Por otra parte un 21% adquiere a terceros (proveedores de leña) que ofertan este combustible en la comunidad. (Grafica 8)



Gráfica 8. Forma de obtención de materiales

Los compradores refiere como principal motivación aspectos como comodidad y precio. Si bien un tanque de gas en la comunidad cuesta 212 pesos (20 kilos) y puede rendir hasta 3 meses, es importante entender la dinámica económica de esta comunidad en el sentido de que el ingreso promedio por cabeza de familia ronda el promedio de 100 a 150 pesos diarios para la clase media y la mayoría de los productores (principalmente los del sector primario) no ingresan más allá de 70 pesos al día. Comprar un triciclo de leña (aproximadamente 50 pesos semanal o quincenal) si bien resulta más caro a mediano plazo el consumo de leña, el pago puntual de 50 pesos es, en terminos de su dinámica económica familiar más asequible que el desembolsar 212 pesos (equivalente muchas veces a 3 días de

salario) para adquirir un tanque de gas. También habría que considerar aspectos culturales propios de esta región.

2.2.7 Horas / hombre invertidas en la colecta por ocasión

De la gente que realiza la colecta de combustibe para su consumo, se obtuvo un estimado del 40% invirtiendo 2 horas por ocasión (cada semana o cada quincena) para realizar la obtención del material. 31% invierte una hora y de lado contrario un 19% invierte hasta tres horas en la colecta. Un aspecto muy interesante de la dinámica de colecta es que los entrevistados que invierten de 1 a 3 horas lo refieren para eventos exclusivos de colecta, con un objetivo de colecta claro, es decir, 1 a 3 horas para coleccionar el material exclusivamente sin realizar otra actividad. Aquellos que refirieron de 4 a 6 horas de colecta no pudieron separar esta actividad de sus labores diarias, es decir la colecta como parte del trabajo de la parcela o de sus ratos libres durante sus trabajos, por ello conceptualizan una labor más lenta o una mayor inversión de tiempo de colecta. (Gráfica 9)



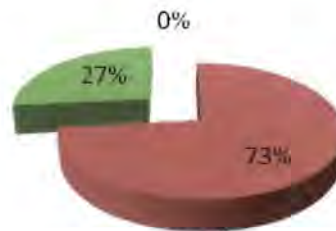
Gráfica 9 Horas/ hombre colecta por vez (ocasión)

2.2.8 Frecuencia del suministro

Si bien se les presento tres opción de frecuencia de suministro, de manera general no se presentó un solo caso de colecta diaria (básicamente porque a opinión de los entrevistados) esto representaría demasiado esfuerzo e inversión de tiempo. 73% de la muestra indicó colecta semanal del material y un 27% colecta quincenal(Grafica 10).

FRECUENCIA DEL SUMINISTRO

■ DIARIO ■ SEMANAL ■ QUINCENAL



Gráfica 10 Frecuencia del suministro

2.2.9. Cantidad del suministro por ocasión

SEMAMAL

De los que colectan semanalmente el 83% indicó un volumen de suministro de 1 triciclo (es un concepto culturalmente aceptado en el contexto del estudio, se utiliza el triciclo como unidad de medida porque la gente está familiarizada con el

concepto, el artefacto y con el cálculo de consumo del volumen, así medido). Mientras que un 15% consume hasta dos triciclos semanalmente.

La justificación del volumen de consumo deriva de 2 cuestiones. Primero el número de integrantes por familia, un triciclo semana es suficiente para una familia de 4 a 7 integrantes que usan exclusivamente fogón, mientras que al utilizar gas (en la opción de estufa/fogón) nos encontramos un consumo igual de leña por semana para familias con mas integrantes (hasta 10 u 11 integrantes) lo cual indica que se utiliza de manera paralela el gas para apoyar las actividades de cocinado en estas familias(Grafica 11).



Gráfica 11. Suministro semanal

Un aspecto interesante de esta frecuencia, entre los entrevistados fue el caso de una ama de casa que consume hasta 10 triciclos por semana pues su fogón es también horno y se dedica a la venta de pan en casa.

QUINCENAL

Las familias que obtienen quincenalmente suministro de leña basicamente ocupan 1 triciclo de leña cada dos semanas. Estas familias argumentaron que su consumo es reducido con respecto a otras familias en condiciones similares debido a que

cocinan de manera puntual una o dos alimentos al día, por cuestiones de tiempo o de la propia dinamica de la familia (integrantes, ocupación de los integrantes, nivel de ingreso).(Grafica 12)



Gráfica 12. Suministro quincenal

2.2.10. Periodo de mayor consumo de combustible

De manera generalizada el periodo de mayor consumo se refiere como Invierno. Lo anterior debido a la presencia menor temperatura en las noches y en la mañanas. En esta situaciones el fogon funciona como calentador de agua para el baño, y en donde esta dentro de la casa, se usa como un tipo de calentador ambiental para la casa.(Grafica 13)

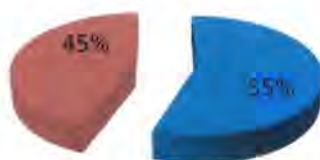


2.2.11. Racionamiento del consumo

El 55% de la muestra indicó que realiza un consumo racionado, donde se optimiza el uso de la leña enciendo el fogon, haciendo uso del mismo y apagando el fuego justo despues de terminar las labores de cocinado, a fin de reducir el consumo de leña y no invertir mas en tiempo o en dinero. (Grafica 14)

RACIONA CONSUMO

■ APAGA FOGON ■ NO APAGA FOGON



Gráfica 14 Racionamiento del consumo de leña

2.2.12. Molestias en la salud por uso de fogón

Enfocados en aquellos entrevistados que utilizan el fogon de manera exclusiva o complementario (junto con estafa) el 48% de la muestra indicó que no existen molestias o enfermedades que ellos atribuyan al uso del fogón. Mientras que un 52% indicaron enfermedades o dolencias que atribuyen directamente al uso del fogón. (Grafica 15)

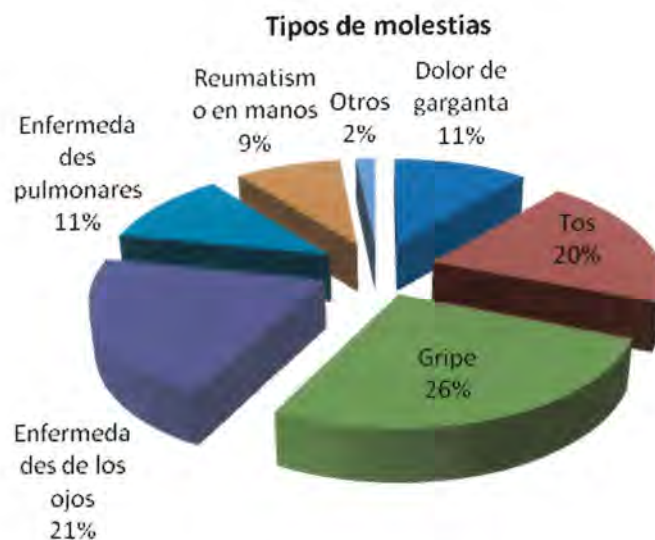
Molestias en la salud por uso del fogon



Gráfica 15. Molestias en la salud por uso del fogón

2.2.13 Tipos de efectos sobre salud

Del 52% de la muestra que utiliza de manera exclusiva o complementaria con estufa de gas, un gran porcentaje identificó las molestias principales como de tipo respiratorio – 68% - (Enfermedades pulmonares, Dolor de garganta, Tos, gripa) y enfermedades de los ojos – 21% -, las cuales atribuyeron al humo generado por sus fogones tradicionales. Un número menor de afecciones tuvieron que ver con la exposición directa a la fuente de calor, como es el caso del reumatismo (9%). Otras enfermedades (2%) incluyeron irritación de la piel, ampollas y quemaduras. (Gráfica 16)



Gráfica 16 Tipo de molestias a la salud de usuarios directos del fogón tradicional

Capítulo 3

3.1 Estimación del consumo actual de leña en los fogones tradicionales y su costo económico.

Se buscó determinar el largo y el diámetro promedio de los leños de un triciclo de leña (la medida comúnmente utilizada en la comunidad). Para realizar esto y tomando como referencia las dos especies más solicitadas para leña (habin y el tzalam) se promedió a selección una muestra de manera dirigida, así se midió el largo y el diámetro de cada tronco (para determinar m³ de madera) y el peso del volumen completo en kilogramos (kg), buscando corroborar lo expuesto por los entrevistados en cuanto a que la preferencia por estas dos especies derivaba del peso y de su capacidad para consumirse de manera más lenta (con mayor rendimiento).

El triciclo tuvo un peso aproximado de 130 kilogramos, con una proporción aproximada de 2/3 de habin y 1/3 tzalam.

Se procedió a realizar la medición (ver memoria fotográfica proceso de evaluación de volumen de triciclo de madera) calculando el largo por el diámetro (utilizando cinta diamétrica) para estimar el volumen en metros cúbicos por especie, de la carga de un triciclo. Los resultados se presentan en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Volumen de tzalam (44 kg) de la carga de leña muestreada

Num	largo	Diámetro	m3
1	0,63	0,04	0,03
2	0,62	0,10	0,06
3	0,68	0,05	0,04
4	0,68	0,05	0,03
5	0,71	0,06	0,04
6	0,66	0,06	0,04
7	0,72	0,06	0,04

Tabla 3. Volumen de tzalam (44 kg) de la carga de leña muestreada

Num	largo	Diámetro	m3
8	0,62	0,06	0,04
9	0,63	0,07	0,04
			0,4

Tabla 4. Volumen de habin (86 kg) muestreado

Num	largo	diámetro	m3
1	0,67	0,1	0,0
2	0,46	0,1	0,0
3	0,66	0,1	0,1
4	0,68	0,1	0,0
5	0,74	0,1	0,1
6	0,65	0,1	0,0
7	0,62	0,1	0,0
8	0,63	0,1	0,0
9	0,64	0,1	0,0
10	0,65	0,0	0,0
11	0,71	0,1	0,0
12	0,62	0,1	0,0
13	0,65	0,1	0,0
			0,6

Los resultados permitieron estimar aproximadamente un metro cubico (m^3) de madera por carga de triciclo, con un peso aproximado de 130 kilogramos. De este cálculo se desprendió el razonamiento de estimar el volumen total aproximado por consumo estimado de leña de la muestra de las entrevistas de dinámica de uso del recurso.

Esta información arrojó que, en base al razonamiento de $1 m^3$ por familia por semana, conjuntando los usuarios de leña exclusivos (que solo usan fogón) y los usuarios complementarios (que usan fogón y estufa se tiene un volumen de $9672 m^3$ anuales para usuarios exclusivos de la muestra (186 familias) y de $1872 m^3$ de leña anual para los usuarios complementarios (36 familias); dando un total

estimado de 11,544 m³ de leña anualmente extraída para las 222 familias usuarias.

Se inquirió a los entrevistados sobre la proporción del consumo de leña y estimaron un cálculo de un triciclo por semana o por quincena lo que representa un consumo estimado de 1 m³ por familia a la semana, lo que significa aproximadamente 130 kilos de combustible.

3.2 Evaluación de la eficiencia del diseño de construcción de la estufa Maya Ka'ak

Se investigaron y se documentaron los tipos de fogón existentes en la comunidad. Se preguntó a los propietarios de los fogones encuestados la razón para diseñar de una u otra manera su implemento. La razón generalizada fue disponibilidad de materiales y practicidad para el usuario. Se encontraron 6 tipos de fogones:

Fogón tipo 1

El diseño de este modelo consiste en la construcción de dos niveles, en la parte izquierda, existe un desnivel con el objetivo de poner sobre el los ollas, sartenes y otros utensilios de cocina, en la parte derecha, se encuentra el fogón, este no cuenta con hornillas, tiene la función de asador, con una parilla de metal, la entrada de la leña básicamente es del ancho del asador, no cuenta con ninguna chimenea.

Su ubicación es fuera de la casa, pero aun así se puede observar el hollín que se ha acumulado en las paredes durante el tiempo de su uso.

Sus materiales, son una base de cemento, polvo, cal, y blocks, además de loza para recubrir la base.

Fogón tipo 2.

Este diseño tiene dos fases de construcción, la base es de cemento, esta deja un espacio para depositar la leña. La segunda fase es son dos compartimientos en forma de asador, el cual utiliza una parrilla de metal, para sostener los utensilios para cocinar, la entrada de la leña es de la misma medida de los dos compartimientos, no tiene una chimenea para la salida del humo.

La ubicación del diseño de la misma forma, es en la cocina, que está ubicada fuera de la casa. Los materiales básicos son, piedra, cemento, polvo, cal y blocks.

Fogón tipo 3.

Este diseño de fogón estaba prácticamente echa la primera fase, la base estaba hecha de bloques, lo único era que tenía la forma básica de un asador, utilizaban un comal para sostener los utensilios de la cocina.

Sus materiales que utilizaron para su construcción fueron bloques, cemento y piedra, la entrada de la leña era muy grande, y no contaba con chimenea para la salida del humo.

Fogón tipo 4.

El diseño de este fogón, era de forma horizontal, este está construido en una sola fase que es la base, la entrada de la leña es lateral y con unas varillas de acero para sostener las ollas, la base está prácticamente rellena de toda la ceniza que quedaba del proceso de combustión de la leña.

Se puede observar claramente que no cuenta con una chimenea y todo el hollín acumulado en la pared. Este fogón está ubicado dentro de la casa.

Los materiales de construcción son meramente bloques.

A un costado se puede observar un fogón de metal. Sus materiales son básicamente un rin de un volquete con barrillas de metal. Utiliza una parrilla para sostener las ollas.

Posterior a las entrevistas, y a fin de poder seleccionar los sitios donde se construirían las estufas Maya K'áak', se procedió con el criterio de número de integrante de la familia y su disposición a colaborar con el estudio.

Se realizó un taller comunitario de presentación del proyecto para informarles de la metodología, los compromisos y la ruta crítica que se seguiría con ellos para el estudio.

Una vez acordados los términos se procedió a construir con cada familia su estufa. Los materiales utilizados estaban disponibles de manera gratuita y accesible en la comunidad: piedra, saskab, kankab como estructura (ver anexo fotográfico) y ceniza como compactante para el mortero y aislante de calor. Otros elementos adquiridos en la comunidad incluyeron polvo, cemento y cal (Ver anexo hojas técnicas).

La primera etapa consistió en construir la base. Sus medidas dependiendo de las necesidades de la familia usuaria, fueron de 80 cm de ancho (parte frontal), 60 cm de altura, 100 cm de largo.

La segunda etapa consistió en la construcción de las hornillas, con número variable dependiendo de las necesidades de la familia usuaria, normalmente se construyeron dos: una hornilla grande, para instalar el comal; y la segunda, de tamaño, para cocinar (colocar sartenes y ollas).

La altura de las hornillas es de 20 cm, para realizar los moldes de las hornillas se utilizaron por lo general dos cubetas de diferente medidas y tallos de plátano lo suficientemente gruesos para moldear el canal de fuego.

La chimenea tuvo que posicionarse en la parte final del canal de fuego cuidando que esta funcionara perfectamente, para sacar el humo generado.

Materiales internos (aporte de los beneficiarios)

Tabla 5. Materiales obtenidos de los usuarios. Los cálculos de los costos se hicieron de manera aproximada (fueron aportación)

Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total \$
Sascab	12 latas	10 pesos	120
pedras	1 m ³	150 pesos	150
Tallos de platano	2 tallos	10 pesos	20
kankab	5 latas	5 pesos	25
Agua de nixtamal	40 litros	1 peso	40

Materiales externos

Tabla 6. Materiales adquiridos

Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total.
Cemento gris	1 bulto	130 pesos	130
cal	1 bulto	60 pesos	60
Polvo	5 latas	10 pesos	50
chimenea	2 metros	75 pesos	150

3.3 Construcción de las estufas

Para medir la eficiencia energética del diseño de estufa y compararla con el fogón tradicional, se aplicará el siguiente diseño experimental:

Se seleccionaron 7 hogares de la comunidad con características similares en cuanto al número de integrantes de la familia y a los patrones de consumo de leña para la preparación de alimentos. En cada hogar se construyó el diseño Maya K'áak'.

Casos de Estudio.

Estudio de Caso 1

Número de integrantes de familia: 5

Originalmente la ama de casa tenía un fogón de metal, consistía en un tambo de metal cortado por la parte frontal, que servía como entrada para la leña, así como una parilla hechas de cabilla como sujetador de recipientes llámese ollas, sartenes. Este se encontraba fuera de la casa, por el humo que producía, en las imágenes se puede observar el hollín que produce el humo.

Lo primero que se realizó fue determinar la ubicación de la estufa así como las características de la misma, es decir, el tamaño y número de hornillas de acuerdo a las necesidades de la ama de casa. Se aprovechó la oportunidad de que la señora estaba construyendo su cocina afuera de la casa, para construir la Maya K'aa'k afuera.

Las especificaciones fueron 3 hornillas 70 cm de ancho * 80 cm de alto* 100 cm de largo.

La preparación de los materiales consistió en revolver sascab, polvo, cemento, cal, kankab, agua de nixtamal y la ceniza. La piedra se tuvo que quebrar en medidas grandes para hacer la base, y posteriormente quebrarlas en partes más pequeñas para el cimientto.

Una vez hecha la base o cimientto la segunda fase de construcción de la estufa consistió en hacer las hornillas, para ello se utilizaron tallos de plátano para hacer los moldes. Posteriormente se cubrió con mezcla y piedra hasta cubrirlos completamente tal como lo muestra la imagen

El tubo de la chimenea debe ser puesto de tal forma que el humo sea capaz de pasar por el conducto. Una vez construido toda la estufa se dejó secar durante 3 días para posteriormente probarla y afinar detalles.

Tal como lo muestran las imágenes, la familia completa estuvo presente durante la construcción de la estufa, estuvieron participando activamente en la preparación de mezcla y construcción.

Caso 2

Número de integrantes de familia: 6

Originalmente la usuaria de casa tenía un fogón de bloques, consistía en una base rellena de ceniza con bloques que sirven como base para cabillas que sostienen las ollas y sartenes, pero de igual forma tiene un asador, de metal, pero casi no lo utiliza por su tamaño pequeño. El fogón se encontraba dentro de la casa, la razón es porque se le hace más fácil a la usuaria de casa cocinar durante todo el día, cabe destacar que toda la cocina está cubierta por el hollín que ha producido la acumulación del humo. Dadas las necesidades de la ama de casa la estufa se hizo con 3 hornillas, porque ella acostumbra a cocinar varias cosas a la vez.

Dadas las características originales de la forma y ubicación del fogón, la ama de casa pidió que se conserve el mismo lugar y tamaño, de manera que lo que se tuvo que hacer fue retirar toda la ceniza del lugar y fijar los bloques para posteriormente rellenarla con la misma ceniza y mezcla de materiales.

Para los moldes se utilizaron los tallos de plátano para luego rellenarlos para los molde de las 3 hornillas, el tubo de la chimenea se puso en posición diagonal, con el propósito de que el humo sea expulsado al exterior de la cocina.

Caso 3

Número de integrantes de familia: 6

Inicialmente el fogón que se tenía en esta casa era completamente de bloques en forma de cuadro, con cabillas en la parte de arriba como sujetadores de utensilios de cocina.

Para este diseño la ama de casa pidió solamente 2 hornillas, una pequeña para un guisado y otra grande para tortear. Ateniéndonos a las necesidades tuvimos que derrumbar completamente el fogón para iniciar la estufa. El cimientó fue la primera etapa, la cual llevo mucho material porque el ama de casa la quería muy firme.

Con el cimientó ya hecho, se utilizaron los tallos de plátano para hacer los moldes, por el tamaño de la estufa se requirió mucho más material. Una vez concluido la construcción el verificó su funcionamiento al tercer día.

Caso 4

Número de integrantes de familia: 6

Inicialmente el fogón que se tenía en esta casa era Koben o tres piedras, con cabillas en la parte de arriba como sujetadores de utensilios de cocina, este estaba ubicado completamente fuera de la casa.

La ama de casa pidió que fueran dos hornillas una para guisado y la otra para tortear, pero con la diferencia que lo quería dentro de la cocina, su esposo fue el que realizo el cimientó.

En este caso, el esposo de la ama de casa sabia de albañilería y se tomó la delicadeza detallar los moldes de las hornillas, como lo muestra la imagen. Después de la construcción la familia decidió hacer un tinglado de madera para cubrirla.

Caso 5

Número de integrantes de familia: 6

El ama de casa en su casa tenía el fogón tipo Koben o tres piedras, con cabillas en la parte de arriba como sujetadores de utensilios de cocina, éste estaba ubicado completamente fuera de la casa.

Sin embargo en ésta caso fue diferente porque con ella ya contaba con el cimientó, cosa que nos facilitó la construcción de la estufa, lo único que tuvimos que hacer fue hacer los moldes para dos hornillas, ya que ella solo necesitaba una para un guisado y otra más grande para tortear.

La única diferencia, fue que en vez de tallos de plátanos, utilizamos tubos de 15 pulgadas como molde para las hornillas, de cierta forma quedaron mejor. La estufa fue probada después de 3 días quedando eficiente su uso.

Caso 6

Número de integrantes de familia: 5

En este caso existía en la afueras de la casa un fogón que estaba hecho a base bloques, sin embargo solo era un canal e fuego con cabillas en la parte de arriba como sujetadores de utensilios de cocina.

En realidad solo necesitaba el molde para las hornillas, cosa que resultó mucho más sencillo, tal como se muestra en las siguientes imágenes.

De igual forma se utilizaron tubos de 15 pulgadas para los moldes. Al cabo de 3 días se probó la estufa y funcionó correctamente.

Caso 7

Número de integrantes de familia: 4

Inicialmente el jefe de familia de este hogar ya había hecho un intento de fogón, pero no logro terminarlo, de manera que lo único que se tenía que hacer era realizar 2 hornillas, este fogón esta fuera de la casa. Dos hornillas se construyeron una para un comal para tortear y otra para un guisado, los tallos de plátano fueron utilizados para esta ocasión.

3.4 Evaluación de la eficiencia de consumo de combustible

Prueba de eficiencia energética

Se realizaron dos pruebas de cocinado para determinar el tiempo de cocimiento y evaluar si existía un ahorro de tiempo (a razón de una mayor eficiencia del calor).

Estas dos pruebas consistieron en:

A) Calentar 5 litros de agua a punto de ebullición

B) Cocinar un kilogramo de frijol negro con agua potable

Los resultados se presentan en la tabla siguiente

Tabla 7. Pruebas de eficiencia energética para cocinado de la estufa Maya Káa 'k contra fogón tradicional (tipo Koben)

Prueba	Fogón tipo Koben		MK 1		MK 2		MK 3	
	Inicio:	Minutos	Inicio:	Minutos	Inicio:	Minutos	Inicio:	Minutos
a) Ebullición de 5 lt agua	10:00	27	11:36	17	15:15	8	15:36	9
	Termino: 10: 27		Termino: 11:53		Termino: 15:23		Termino: 15:45	
b) Cocinado de frijol	9:00	2:57	9:10	141	13:10	120	11:00	135
	Termino: 11:57		Termino: 11:31		Termino: 15:10		Termino: 13:15	

Consumo de leña durante una semana

La tabla 8 a continuación, muestra los resultados de las pruebas de consumo de combustible (leña) para tres estudios de caso que se siguieron de cerca con mediciones del volumen promedio estimado inicialmente por triciclo (130 kg) de leña.

	1a semana		2a semana		3a semana		4a semana		Promedio	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
CASO 1	130	100	130	100	130	100	130	100		
Ahorro	48,1	37	52	40,9	39,4	30,2	51,7	39,7	47,8	36,95
Consumo	81,9	63	76,8	59,1	90,6	69,8	78,3	60,3		
CASO 2										
	130	100	130	100	130	100	130	100		
Ahorro	57,7	44,4	29	22,3	70,2	54	51,9	39,9	52,2	40,15
Consumo	72,3	55,6	101	77,7	59,8	46	78,1	60,1		
CASO 3										
	130	100	130	100	130	100	130	100		
Ahorro	56,7	43,6	86,1	66,2	54,1	41,6	73,7	56,7	67,65	52,02
Consumo	73,3	56,4	43,9	33,8	75,9	58,4	56,3	43,3		
									55,9	43%

Tomando en cuenta el ahorro promedio de combustible para estos tres casos, se puede estimar en un 43%, equivalente a 55.9 kg de leña por semana, en comparación de los fogones tradicionales, lo cual se traduce en ahorro económico, reduciendo su gasto en leña en un 43%, que equivale a 21.5 pesos a la semana, o 1118.0 pesos al año y una reducción de 670 kg de leña al año (1560 kg del fogón tradicional por año, contra 889,2 kg al año, de la Maya K'áak'.

Si extrapolamos el consumo de leña de la muestra del estudio, que equivalía (entre consumidores obligados y complementarios de leña) a 9672 m³ anuales para usuarios exclusivos de la muestra (186 familias) y de 1872 m³ de leña anual para los usuarios complementarios (36 familias); dando un total estimado de 11,544 m³ de leña anualmente extraída para las 222 familias usuarias, esto significaría una reducción de 4963,9 m³ de leña al año.

3.5 Discusión

De la estimación del consumo actual de leña en los fogones tradicionales y su costo económico, el estudio mostró una marcada eficiencia de la estufa Maya K'áak' (MK) con respecto a los fogones tradicionales. Esta eficiencia deriva del diseño del “canal de fuego” de la Maya K'áak', que permite canalizar la energía de la fogata en su interior y aprovechar la energía calorífica que se genera en los humos del proceso de combustión.

La reducción del 43% del consumo de la leña significaría un elemento clave para apoyar esquemas de conservación de ecosistemas forestales en la zona, ya que si bien el volumen anual de consumo de leña (en m³) estimado en el estudio – de 9672 m³ – pudiese parecer benéfico si se toma como punto de referencia que es material combustible retirado de los bosques en torno a la comunidad de José María Morelos (lo que parecería ayudar a reducir el potencial de siniestros en época de “secas” (incendios), no debe olvidarse que estos 9672 m³ corresponden únicamente a la muestra de 222 familias, un aproximado de 10% de la población

de la zona, lo cual dispararía los volúmenes de leña por 10, es decir un aproximado de 96,720 m³.

Esta situación es real, en la medida en que existe una enorme demanda de leña en la zona, y un grupo nutrido de comerciantes / extractores de leña que a diferencia de los colectores de autoconsumo, derriban arbolado vivo para poder suministrar un mercado demandante, cautivo y creciente de este tipo de combustible.

Desde el punto de vista económico y de consumo de recursos con respecto al fogón tradicional, la estufa Maya K'áak', permitiría un ahorro equivalente a 1118 pesos al año (un promedio de 21,5 pesos por semana) que en una economía deteriorada o restringida de tipo rural equivale a 7,5 jornales (a razón de \$150.00) que pueden invertir en otras necesidades.

Finalmente el diseño de la Maya K'áak', que permite canalizar el humo generado a través del canal de fuego y hacia el exterior sin afectación directa para quien cocina, puede representar un ahorro aún mayor derivado del menor número de días con ausencias o reducida productividad por enfermedad, y de gastos en medicinas y tratamientos médicos, derivados de la exposición directa al humo.

En términos de tiempo invertido en la colecta, estimado como promedio en 2 horas, lo que equivaldría a 104 horas anuales, la reducción del 43% también se ve reflejado en un ahorro de 44,72 horas al año en colecta de combustible.

En resumen, con un ahorro de 43% de insumos y dinero, con apoyo para mejorar la calidad de vida de los usuarios directos en términos económicos y de salud, pero sobre todo, la reducción del consumo de biocombustible (leña), y la consecuente reducción en la emisión de gases de efecto invernadero y de la necesidad de extracción de madera verde (arboles vivos) para suministrar el mercado, sin violentar los usos y costumbres de los pobladores, lo cual a largo

plazo podría llevarlos a incrementar el consumo de combustibles fósiles, en detrimento de su economía y del medio ambiente, puede ayudar a preservar la cultura, la economía y el medio ambiente.

Conclusiones

1. La leña es un combustible ampliamente utilizado en la comunidad de José María Morelos, con un 92% de usuarios obligados (solo tienen fogón) y usuarios complementarios (que pueden optar por fogón y/o estufa de gas) de la muestra.
2. El volumen calculado de leña extraída de los ecosistemas en torno a la comunidad de José María Morelos implica, para la muestra, un aproximado de 9672 m³ de madera, en una muestra del 10% de la población, que se convierte en dióxido de carbono en las estufas y que implica tala ilegal para que los vendedores de leña puedan suministrar el mercado local, para una demanda aproximada de 96,720 m³ anuales.
3. La estufa Maya Káa 'k demostró ser más eficiente, con un ahorro del 43% de leña, con respecto a los fogones tradicionales.
4. En términos económicos representa un ahorro de 21,5 pesos/semana, o 1118 pesos al año por familia.
5. Un aspecto muy importante que debe mencionarse es que aunque, el costo de obtención de leña (\$50 semanales o \$200 mensuales), contra el costo del gas LP, como combustible parece ser mayor (\$212 de un tanque de gas de 20 kg cada dos meses), esto se explica de la siguiente manera:
 - El ingreso promedio del campesino y del empleado en la región equivale aproximadamente a \$70 por día, por lo que, comprar un tanque de gas implicaría un desembolso de 2.8 días de salario en una sola exhibición, lo cual no es posible para un trabajador promedio con cuatro o más miembros de familia.
 - La dinámica de la colecta (gratuita – con excepción de las horas/hombre invertidas en ella) permite a los miembros de los

estratos económicos más bajos, el poder hacerse de una fuente de combustible, disponible y económica, prácticamente gratuita.

Recomendaciones

La utilización de leña como un recurso energético por las familias de la población de José María Morelos, en el municipio del mismo nombre, se vuelve cada vez más complicada en la medida en la que el recurso forestal va siendo sustituido por parcelas agropecuarias y por áreas urbanas. Una solución factible en el mediano plazo será del promover la plantación de cultivos forestales dentroenergéticos, que generen material combustible y a la vez funcionen como zonas de captura de carbono, áreas de manejo y restauración de ecosistemas degradados y como zonas controladas donde se puede realizar el aprovechamiento de autoconsumo de manera controlada y de manera responsable.

La utilización de leña a largo plazo continúa siendo una opción viable por representar una forma gratuita de obtener combustible para poder suplir las necesidades básicas de cocinar alimentos calentar agua y puede realizarse aún de manera prácticamente gratuita. Para poder continuar con este suministro casi limitado de recursos forestales, es necesario comenzar a plantear estrategias ordenadas de valoración de los recursos naturales con los que cuenta las poblaciones urbanas y suburbanas que pueden aún encontrarse de manera relativamente accesible en las inmediaciones de las comunidades y, tratar de promover el uso responsable de estos recursos para reducir la presión sobre algunas especies, como es el caso en particular del árbol Tzalam , representa a una opción que tenderá volverse necesaria a medida en que se continuará presionando los recursos forestales, sobre todo en las comunidades principalmente indígenas donde la mayor parte de la población continúa utilizando los fogones de leña y de carbón como principal fuente de cocinado de alimentos y de ambientación la temperatura la casa.

Los manejadores de recursos naturales tienen el reto entonces de tener una visión integral que nos permitan no sólo pensar en los recursos biológicos que está

siendo sobreexplotados o que requieren del manejo adecuado, es también un compromiso adicional que vuelve más complejo a la problemática el encontrar que las poblaciones humanas y los grupos sociales que dependen de estos recursos y que han interactuado con ellos durante generaciones entiendan la relevancia de poder contar con esquemas de manejo actuales que cumplan y cubran los retos del manejo responsable y la visión del conservación de los recursos naturales a largo plazo.

De manera que es de vital importancia implementar talleres de educación ambiental, con el objetivo de promover el desarrollo sustentable de las mismas comunidades a partir de la ecotecnia de estufas ahorradoras de leña como una solución para eficientizar el manejo de la leña en sus hogares. Para ello mantendrán asesorías sobre la construcción, uso sustentable de las estufas ahorradoras de leña.

Así como la elaboración de un manual de construcción del diseño de la estufa, en donde se explique a detalle, los materiales de construcción de la estufa, sus beneficios económicos, ecológicos y sociales.

Bibliografía

Arias, T y V. Cervantes, (1994), Las estufas de barro ahorradoras de leña ¿Una tecnología apropiada para la región de la Montaña de Guerrero?, PAIR-UNAM, México.

Cáceres, R., (1989), Stoves for People: Proceedings of the Second International Workshop on Stoves. Intermediate Technology Publications. FWD, CEMAT y AT. Londres, Inglaterra. pp. 161

Cayetano H., (1992), Diagnóstico de leña combustible en cinco cuadrillas de San Pedro Amuzgos, Putla de Guerrero, Oax., Asesoría Técnica a Comunidades Oaxaqueñas, A. C (ASETECO), Oaxaca.

Cayetano, H. (1997). Curso taller de promoción y construcción de estufas rurales en la comunidad de Santa Cecilia Lalana, Oax., ASETECO, Oaxaca, Oax.

Chargoy, C. (2008) Estufas ahorradoras de Leña Maya K'aák para la zona rural de Quintana Roo. Asesoría ecotecnológica(ASECO) S.C., Chetumal, Quintana Roo.

CEA D `ANCONA, Mª A (1998). Metodología cuantitativa: Estrategias y Técnicas de Investigación Social. Síntesis. Madrid.

Díaz-Jiménez, R. (2000), Consumo de leña en el sector residencial de México. Evolución histórica y emisiones de CO₂, Tesis Maestría en Ingeniería (energética), División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, p. 113, México, D. F.

Masera, O. R., R. Drigo, M. A. Trossero. (2003). Woodfuels Integrated Supply/Demand Overview Mapping (WISDOM): A methodological approach for Assessing woodfuel sustainability and support wood energy planning. FAO Reports, Wood Energy Program, Forest Products Division, FAO, Rome, July.

- Masera, O. (1990), Sustainable Energy Scenarios for Rural Mexico: An Integrated Evaluation Framework for cooking Stoves. Tesis de Maestría, Energy & Resources Group, U.C. Berkeley.
- Masera, O. (1995), Socioeconomic and Environmental Implications of Fuelwood use Dynamics and Fuel Switching in Rural Mexico. Tesis de Doctorado, Energy & Resources Group, U.C. Berkeley.
- Masera, O. (1997), Uso y Conservación de Energía en el Sector Rural: El Caso de la Leña. Documento de Trabajo No. 21, GIRA A.C., Pátzcuaro, Mich. p. 6
- Masera, O. (1993) Sustainable Fuelwood Use in Rural Mexico, Volume I: Current Patterns of Resource Use. Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Berkeley, California.
- Olgún, E. (1994). "Evaluación y optimización del uso de la leña a nivel familiar y de pequeñas industrias rurales". Instituto de Ecología, A.C. Jalapa, Veracruz.
- Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Ed. Limusa. México, DF.
- Sheinbaum, C. (1996). Tendencias y perspectivas de la energía residencial en México. Análisis comparativo con las experiencias de conservación de los países de la OCDE. Programa Universitario de Energía (PUE), Documentos de análisis y prospectiva del PUE. UNAM. México, D. F.
- Secretaría de Energía (SENER) (2002) Balance Nacional de Energía, (2001). SE, México D. F.
- Vargas, F. (1990). Breve diagnóstico sobre el proyecto de estufas rurales en México. SARH. Mecanografiado. 8p.

ANEXOS

MEMORIA FOTOGRAFICA

A.1- TALLER COMUNITARIO Y ENCUESTA



A.2.1 Aplicación de encuesta



A.2.2. Taller sobre el diseño Maya K'áak'

A.3.- CONSTRUCCION ESTUFAS



A.3.1. Recolección de materiales



A.3.2. Preparación de materiales



A.3.3. Construcción del canal de fuego



A.3.4. Funcionamiento de estufa.

4.- PRUEBAS DE VOLUMEN DE LEÑA



A.4.1. Medición de peso de la leña



A.4.2. Medición del largo de la leña



A.4.3 Medición del diámetro de la leña