



## Alcances ambientales de la adopción de la estufa ahorradora de leña *tlecalli* en dos comunidades rurales del Estado de Morelos, México\*

### Environmental Outreach of the Introduction of the Firewood-Saving Stove *Tlecalli* in Two Rural Communities in the State of Morelos, Mexico

María Teresa Flores Sotelo\*\*

*Recibido: 2016-01-24 // Aprobado: 2016-05-10 // Disponible en línea: 2016-06-30*

Cómo citar este artículo: Flores Sotelo, M. T. (2016). Alcances ambientales de la adopción de la estufa ahorradora de leña *tlecalli* en dos comunidades rurales del Estado de Morelos, México. *Ambiente y Desarrollo*, 20(39), 143-157. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.ayd20-39.aaae>  
doi:10.11144/Javeriana.ayd20-39.aaae

#### Resumen

Mejorar la calidad del aire a nivel mundial es un compromiso establecido en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Cmnucc, 2016): un acuerdo histórico que busca combatir el cambio climático e impulsar medidas para un futuro resiliente y sostenible. En ese contexto, las estufas ahorradoras de leña implican progresos en las prácticas que involucra la acción de cocinar. Con el fin de conocer los alcances de la estufa ahorradora de leña *tlecalli* (EALT), se aplicaron 83 cuestionarios y 12 entrevistas en dos comunidades rurales del estado de Morelos. Dichas acciones fueron complementadas con observación participante, registro fotográfico y videos. Se pudo observar que el uso de la estufa ahorradora *tlecalli* disminuye el humo al interior de los hogares y acarrea un ahorro de leña de más del 60%.

**Palabras clave:** alcances; ahorro de leña; ambiente libre de humo; estufa ahorradora de leña

---

\* Este artículo hace parte de la tesis de investigación *Factores sociales, ambientales y económicos en el ámbito familiar por el uso sostenido de la estufa tlecalli, en el Estado de Morelos, México* desarrollada por la autora para optar al doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

\*\* Maestra en Ciencias: Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Colegio de Postgraduados Campus Puebla, y estudiante de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). Correo electrónico: terefmx@yahoo.com.mx



### Abstract

The global improvement of air quality is a commitment made at the UN Conference on Climate Change (Cmnucc, 2016): a historic agreement which aims to combat climate change and promote measures for a resilient and sustainable future. The saving stoves improve practices that deal with the action of cooking. In order to define the scope of *tlecalli* saving stoves (EALT), 83 questionnaires and 12 interviews in two rural communities in the state of Morelos were applied. Such actions were supplemented by participant observation, photographic records and videos. It was observed that the use of the saving stove *tlecalli* results in decreases of the smoke inside homes and improvements on the fuel savings of over 60%.

**Keywords:** scopes; saving firewood; smoke-free environment; saving stoves

## Introducción

Ante la problemática del inminente cambio climático, tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo se continúan implementando diferentes estrategias y buscando alternativas que mitiguen los problemas ambientales que se presentan en el mundo. En ese sentido, debe tenerse en cuenta el acuerdo de la COP 21 y sus disposiciones para los próximos 15 años<sup>1</sup>. En el artículo 2 de dicho documento se propone reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los múltiples esfuerzos emprendidos en pro de la erradicación de la pobreza. Se establecen compromisos para a) mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales y continuar los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales —lo que reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático—, y b) aumentar la capacidad de adaptación ante los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia ecológica del clima, así como un ritmo de desarrollo cuyas bajas emisiones de gases de efecto invernadero no comprometan la producción de alimentos (Cmnucc, 2016).

Actualmente, entre las diferentes estrategias para resolver la baja eficiencia de los fogones de piedra y reducir el consumo de madera, se destaca la promoción, implementación, adopción y uso de estufas ahorradoras de leña, cuyo objetivo principal es la disminución de emisiones contaminantes. Esto propicia que haya menores cantidades de humo al interior de las cocinas, en donde principalmente niños y mujeres permanecen más tiempo, dedicados a la preparación de los alimentos. En consecuencia, el uso y adopción de estufas ahorradoras de leña son alternativas aptas para disminuir enfermedades de tipo respiratorio a la vez que, al utilizar menor cantidad de leña, promueven el cuidado de los recursos naturales y contribuyen al mejoramiento de la economía, la calidad de vida de las familias usuarias y el medio ambiente.

Debe tenerse en cuenta que la aceptación de una idea se mide por el número de individuos que la adoptan en un período determinado de tiempo, en un contexto en el que la comunicación es fundamental, dado que el intercambio de diversos conocimientos propicia el mutuo apoyo entre los miembros de las comunidades. En ese sentido, cuando los usuarios intercambian información sobre el funcionamiento o la innovación de las estufas, las dificultades que puedan presentarse durante su uso pueden ser resueltas con mayor facilidad. Debe también tenerse en cuenta que cuando los usuarios intentan resolver las dificultades por sí mismos pueden importunarse, llegando incluso a utilizar la tecnología de manera limitada o a abandonarla. Por esta razón, el nivel de interacción o intensidad de comunicación que intercambian las personas tiene un enorme impacto en este proceso (Rogers, 2003).

Rivoredo *et al.* (2005) aluden a tres etapas en el proceso de adopción de tecnologías. A saber: 1) la adopción potencial, que consiste en la adecuación de una tecnología al sistema al que se planea integrar según sus características; 2) la adopción observada, que se define como el proceso mental que un individuo atraviesa, desde el primer momento en que escucha hablar de una tecnología hasta su adopción final, y 3) la adopción final, que sucede cuando los individuos adquieren la información completa sobre la tecnología y su funcionamiento.

Las variaciones de estos procesos están relacionadas con la naturaleza de los medios de comunicación y del sistema social en el que la innovación es difundida. No todos los miembros de un sistema social adoptan la innovación al mismo tiempo: las percepciones de los usuarios son parte indispensable del proceso de adopción de una tecnología, lo cual tiene un papel fundamental si dicha apreciación —obtenida a través de

---

1 COP 21: Es la forma abreviada en inglés de la vigésimoprimer Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Este título fue creado en la cumbre celebrada en 1992 en la ciudad brasileña de Río de Janeiro, en donde se reunieron por primera vez los países que se preocupaban por el cambio climático. Allí se acordó una convención que entró en vigor en 1994 y que ha sido suscrita por 195 países.

la experiencia— es negativa. Si, por el contrario, las percepciones de los usuarios son positivas, entonces no solamente adoptarán las tecnologías sino que, en la mayoría de los casos, serán promotores de iniciativas como las estufas ahorradoras de leña. Con todo, en muchas ocasiones la situación económica obliga a las personas a ser extremadamente precavidas cuando se trata de adoptar una innovación; esto sugiere “que hasta que el usuario se vuelve independiente en el manejo y mantenimiento de la nueva tecnología, es cuando se puede expresar que ésta ha sido aceptada [sic]” (Rogers, 2003, p.550).

En ese sentido, se debe destacar que el éxito de un programa se mide por la cantidad de estufas mejoradas que han sido adoptadas, y que continúan siendo utilizadas de un modo sostenido a lo largo del tiempo, y no por la cantidad de estufas que se han vendido o implementado. En consecuencia, es importante “que se lleve a cabo un seguimiento de la interacción del usuario con la tecnología; de esta manera es posible verificar que el dispositivo cumple correctamente con sus funciones y además que el usuario la utilice y continúe con su mantenimiento y cuidados necesarios” (Troncoso, 2006, citado por Zamora, 2011, p. 16). Esta perspectiva se basa en el análisis de los factores asociados al rechazo, al igual que a la aceptación de una nueva tecnología. Asimismo, el éxito de esta etapa se mide por la velocidad y la amplitud de aceptación, que es calculada en el número de personas que toman la alternativa. Esto significa que cuando la adopción de una tecnología se da en un lapso corto y en un número significativo de hogares, se la considera no solo garantizada sino además exitosa (Zamora, 2011). En ese contexto es destacable la última dimensión del tiempo a tratar, que corresponde a la velocidad relativa con que una innovación es adoptada por los miembros de un sistema social o, en este caso, de un grupo indígena.

En el mundo se han desarrollado más de 180 programas de estufas de leña que se diferencian según sus modelos y tamaños, y también de acuerdo a los distintos procesos de difusión, implementación y componentes financieros que los soportan (Gifford, 2010). Han sido pocos los trabajos que se han emprendido, independientemente de los objetivos de los programas de difusión, con el fin de conocer e investigar los niveles de éxito de la adopción y el uso de las estufas ahorradoras a lo largo del tiempo (Agarwal, 1983; Pandey y Yadama, 1992; Hessen *et al.*, 2001; Magallanes, 2006; Zamora, 2011; Ruiz-Mercado *et al.*, 2011).

En México, el uso del fogón de tres piedras y de leña como combustible es un ejemplo importante de estos tipos de artefactos, dado su sustento histórico y cultural; la cantidad de personas que lo utilizan, y su significado adentro de las complejas amalgamas de tecnologías tradicionales. La pervivencia de estos dispositivos en la actualidad representa la autonomía de las poblaciones indígenas, campesinas y pobres ante las redes hegemónicas de los monopolios energéticos convencionales.

En una vivienda tradicional del Estado de Morelos, el área de la cocina se encuentra generalmente separada de los dormitorios o de la sala. Cuando llega el momento de cocinar, la mujer lleva a cabo la labor en su fogón tradicional, estufa ahorradora *tlecalli* o estufa de gas licuado de propano, dependiendo de la cantidad de comida o agua disponibles para calentar y bañarse, o bien según la hora o el estado del tiempo.

La estufa ahorradora de leña *tlecalli* (fig. 1) es una modificación del modelo diseñado por el Comité Central Menonita de México A. C. La estufa es construida con moldes de madera que fueron modificados por el Dr. Francisco García Matías, junto con un equipo de trabajo investigador y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Desarrollo Rural de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, en el año de 1995.

Estudios desarrollados en torno a esta estufa ahorradora de leña reportan una eficiencia energética representativa en comparación con el fogón de tres piedras, dado que representa un ahorro en consumo de leña de más del 40%: un impacto notable en cuanto supone un menor uso de leña y un ahorro en el gasto económico de la familia. En suma, la eficiencia energética de la estufa *tlecalli* (1,21) fue mayor que la de la estufa Lorena (0,26); la *tlecuil* sin humo (0,21), y la del fogón tradicional (0,02), que resultó la alternativa menos eficiente (Murillo, 2008).

El modelo propuesto en este proyecto conlleva un ahorro sustancial de leña que puede contribuir significativamente a la disminución de la deforestación y al abatimiento de los costos de la cocción de

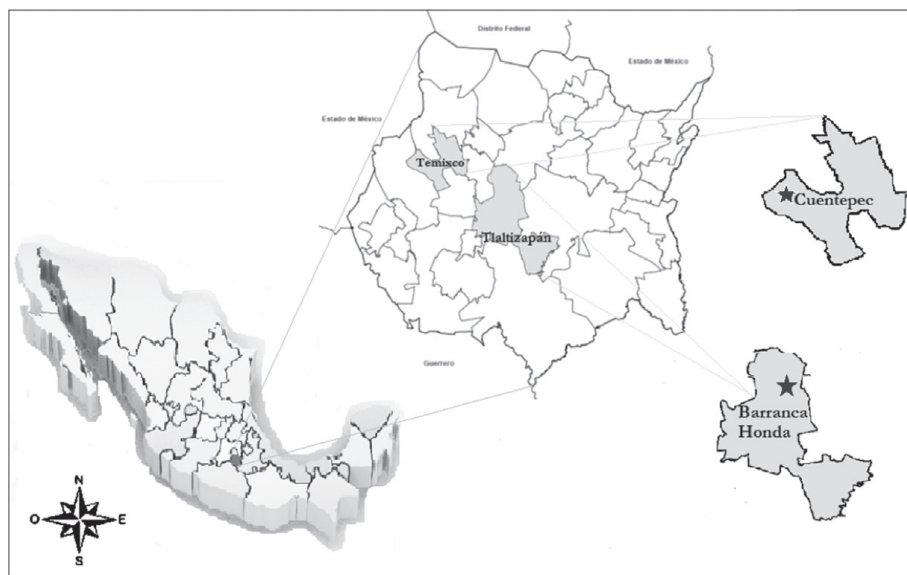


**Figura 1.** Modelo de la estufa ahorradora de leña *tlecalli*

Foto: María Teresa Flores Sotelo (2014)

alimentos. Asimismo, con la eliminación del humo en los hogares se mejora la calidad del aire, lo que ayuda a mejorar la salud de las familias campesinas. Ejemplos de esto se pueden observar en el Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA), que se sitúa en localidades rurales y que, según cifras actualizadas a octubre de 2008, trabaja con aproximadamente 100.000 familias ubicadas en 3.730 localidades rurales cuyos niveles de marginación son clasificados como altos o muy altos. Las familias pertenecen a 641 municipios de 16 Estados de la República, de acuerdo con el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA).

Este estudio abarcó a las mujeres beneficiadas por el programa *Pro árbol*, que fue promovido por la Comisión Nacional Forestal (Conafor) en 2007. El programa tenía entre sus objetivos la implementación de paquetes tecnológicos y la transferencia de las tecnologías que representan las estufas ahorradoras de leña en varias comunidades en el estado de Morelos. Entre las áreas de estudio se encuentran Barranca Honda y Cuentepec, en Morelos, México. Ambas poblaciones recibieron el apoyo del *Programa de estufas ahorradoras de leña tipo 'tlecalli'* (figura 2).



**Figura 2.** Región de estudio en dos comunidades del estado de Morelos, México

Fuente: elaboración propia con información del Inegi (2010)

Como se expondrá, los objetivos de esta investigación son mostrar los beneficios ambientales de la adopción de la estufa ahorradora de leña *tlecalli* tras su obtención y estudiar información de tipo etnográfico, alusiva al uso del artefacto, tras más de siete años de haberse iniciado su implementación.

## Metodología

Para esta investigación se aplicó un total de 83 cuestionarios a usuarias de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli* en ambas comunidades. El método utilizado, de tipo etnográfico, consistió en una observación participante que involucró la implementación de 12 entrevistas formales, 12 pruebas de eficiencia, algunas charlas sobre los quehaceres cotidianos, y la recopilación de las historias de vida de las usuarias, lo que requirió técnicas de recolección de datos como la observación y el registro de imágenes, fotografías y videos (Ramírez, 2000).

En ese contexto, Tarrés (2004) destaca la importancia de los métodos cualitativos en la búsqueda de la superación de las dificultades enfrentadas por la investigación social de corte positivista. El autor señala que la recuperación del individualismo metodológico de Max Weber, fundamental en los actuales métodos cualitativos, ha implicado un giro de enfoque que requiere el paso de *lo macro* a *lo micro*, así como el de la organización de grandes estructuras a la acción particular. Ese giro trae a un primer plano el punto de vista de los individuos sobre sus experiencias adentro del entorno en que habitan; sin embargo exige, simultáneamente, que se evidencie con claridad el interés en los elementos culturales que influyen en esas mismas percepciones. En dicho contexto, las relaciones sociales deben tener un papel preponderante en la medida en que son entendidas como vínculos directos entre personas naturales.

La *observación participante* es una técnica basada en el diálogo y la contemplación, que involucra al entrevistador y al informante, y que se desarrolla con la finalidad de generar información relevante sobre determinados fenómenos sociales (Sánchez, 2004). Además de esta técnica, la investigación hizo uso de esquemas de análisis cualitativo y cuantitativo de los datos obtenidos. En ese caso, la decisión metodológica fue determinada en cuanto dicha alternativa consiste en una forma de encarar el mundo empírico y de sistematizar la praxis cotidiana que aporta a la generación de constructos conceptuales, y no en un mero conjunto de técnicas útiles para recoger datos.

Por otra parte, el modelo de eficiencia de estufas de leña fue desarrollado por los Voluntarios en Asistencia Técnica<sup>2</sup> (Vita, 1985) y Baldwin (1986). En el estudio, se evaluaron los desempeños del fogón de tres piedras y de la estufa ahorradora de leña *tlecalli*. Se recurrió a la aplicación de dos pruebas estándar:

1. Prueba de Cocinado Controlado (PCC)<sup>3</sup>.
2. Prueba de Funcionamiento en Cocina (PFC)<sup>4</sup>.

Una vez hubo culminado la recolección de información, se procedió a procesarla dividiéndola por etapas. Se capturó dicha información en una base de datos desarrollada en Microsoft Excel 2010, que constituyó la matriz de estudio. El uso de esta herramienta simplificó el manejo de un gran volumen de datos cuantitativos y cualitativos que fueron obtenidos a partir de las preguntas abiertas y cerradas que aglutinó el instrumento de indagación.

## Resultados

En general, los beneficios que se pueden derivar de la adopción y uso de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli* son múltiples. Por una parte, se reduce la presión sobre los recursos naturales porque disminuye la tasa de deforestación local y, por otra, se aminora el consumo de leña familiar en más de un 60% con relación a un fogón tradicional, debido a que la construcción del artefacto se basa en conductos que dirigen el calor y el humo a sitios de aprovechamiento y expulsión. Además, las estufas en estudio proporcionan mayor comodidad para cocinar y conservan el calor, lo que reduce las horas

2 Volunteers in Technical Assistance.

3 CCT, siglas de su nombre en inglés: *Controlled Cooking Test*.

4 KPT, siglas de su nombre en inglés: *Kitchen Performance Test*.

de trabajo de las mujeres que cocinan y les permite disponer de más tiempo para otras actividades. La estructura es también apta para reducir considerablemente, o incluso hacer desaparecer, las emisiones de humo que se propagan al interior de la cocina, debido a que estas se canalizan por un tubo hacia el exterior de la casa (fig. 3).



**Figura 3.** Estufa ahorradora de leña *tlecalli*

Foto: María Teresa Flores Sotelo (2015)

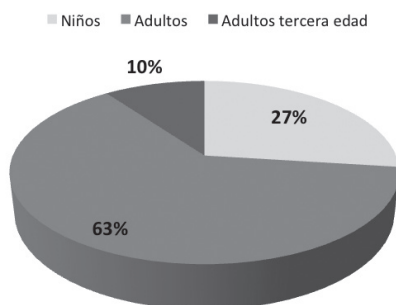
### Datos generales del nivel socioeconómico

Las familias de las usuarias de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli* de la localidad de Barranca Honda están integrados por un promedio de seis personas. En ellas predominan los adultos, que son seguidos de los niños y los adultos de la tercera edad. Los rangos de clasificación se organizan del siguiente modo: niños, pobladores de 0 a 14 años; adultos, habitantes de 15 a 64 años, y adultos mayores, lugareños de 65 o más años. En tanto, en Cuentepec se tiene un promedio de 9 personas por familia con predominio de niños; y posteriormente se sitúan los adultos y adultos de la tercera edad (figura 4).

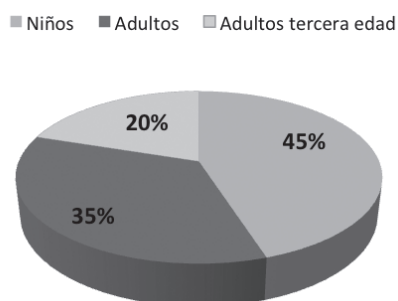
El nivel de educación de los habitantes corresponde a básica primaria en niveles de 60% y 55%, respectivamente. En ambos casos, las casas de los habitantes están construidas con ladrillo, block, adobe y madera. Asimismo, en los dos casos es característico que las mujeres aporten al gasto familiar con los ingresos que obtienen de actividades secundarias a las labores del hogar como lo son la elaboración de artesanías en barro, otate y palma, y el comercio de productos como verduras, abarrotes y *antojitos*. Las familias usuarias de estufas ahorradoras de leña *tlecalli* con menores ingresos económicos son las que habitan en Cuentepec: una comunidad caracterizada por poseer la mayor proporción de indígenas, que corresponde al 87%, y que además domina la lengua náhuatl. Asimismo, allí existe un mayor porcentaje de usuarias de leña. Entre tanto, en Barranca Honda las usuarias que las implementarán tienen a utilizar dos tipos de combustibles: la leña y el gas licuado de propano.

Las usuarias de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli*, que son amas de casa en un porcentaje del 93% en Barranca Honda, y del 91% en Cuentepec, se dedican además a actividades de comercio en porcentajes del 7% y el 5%, respectivamente. En ese sentido se destacan actividades como la elaboración de artesanías, que se emprende en una proporción del 4% en Cuentepec.

### Barranca Honda, Tlaltizapán, Morelos, México



### Cuentepec, Temixco, Morelos, México



**Figura 4.** Composición de las familias de usuarias de estufas ahorradoras de leña *tlecalli*

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas

## Estudio de las usuarias del fogón de tres piedras, las estufas ahorradoras de leña *tlecalli* y las estufas de gas licuado de propano

Las percepciones de las usuarias se analizaron de acuerdo con códigos y números que permitieron definir los porcentajes que correspondían a las implementaciones de determinados dispositivos para las tareas específicas que envolvía la preparación de alimentos. En ambas comunidades se observa que ninguna usuaria utiliza la leña de manera exclusiva. Las pobladoras combinan la utilización de las estufas de gas licuado de propano, los fogones y las estufas ahorradoras de leña *tlecalli*, lo que les permite reducir los gastos de gas, dado que la leña es utilizada como combustible principal para las tareas que requieren mayor demanda energética, como la preparación de tortillas, nixtamales y frijoles. Asimismo, en consultas con las usuarias se pudo comprobar que el uso de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli* disminuye los costos de la elaboración de los alimentos para el consumo familiar. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Masera *et al.* (2000), quienes señalan que las estufas ahorradoras de leña representan alternativa pertinentes y de bajo costo, aptas para enfrentar los problemas que provoca el uso de biomasa como combustible. En consecuencia, la implementación de la estufa de gas en las comunidades rurales adquiere un papel parecido al que tiene el horno de microondas en las ciudades.

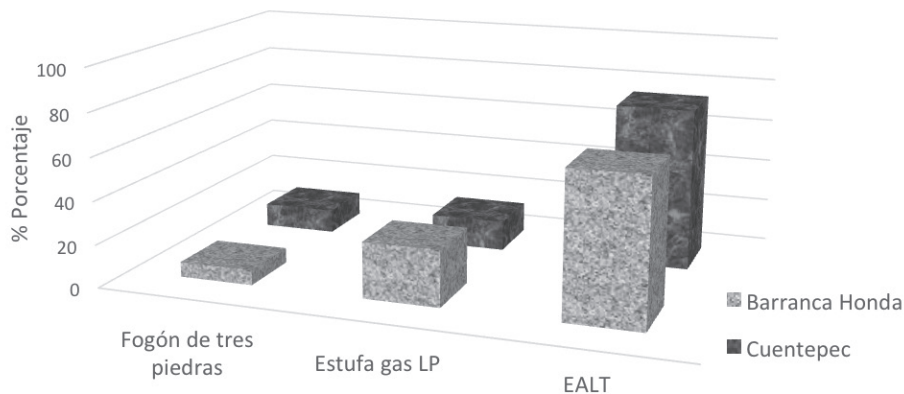
Por su parte, el fogón de tres piedras tiene una función muy importante en los hogares de las comunidades en estudio, pues las prácticas domésticas de cocinado lo han incluido desde siempre. Asimismo, se confirma que la posesión de las estufas ahorradoras no implica la erradicación del fogón, lo que significa un incremento de la tendencia de usuarias a combinar la utilización del fogón, la estufa ahorradoras de leña *tlecalli* y la estufa de gas licuado de propano (figura 5).

## Impacto ambiental del uso de la estufa ahorradora de leña tipo *tecalli* (EALT) en las dos comunidades de estudio

La combustión de biomasa para cocinar requiere generalmente la implementación de fogones abiertos: artefactos que cuentan con una eficiencia energética muy baja y que liberan grandes cantidades de contaminantes al interior de las cocinas. Varios de estos contaminantes son gases de efecto invernadero, como bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), monóxido de carbono (CO) y gas metano ( $\text{CH}_4$ ). Así lo establecen múltiples autores (Saatmapak, Masera y Kammen, 2000, citados por Rentería, 2011).

Sin embargo, la combustión de la leña también disminuye la calidad del aire de la vivienda puesto que el humo es inhalado por las familias de las usuarias. En ese sentido, en comparación con los modelos





**Figura 5.** Dispositivos utilizados para cocinar

Fuente: elaboración propia

de estufa antes mencionados, la estufa ahorradora de leña *tlecalli* contribuye a atenuar el problema de la contaminación ambiental al interior de las áreas en donde las usuarias preparan sus alimentos, a la vez que disminuye la deforestación. Dado que sus características de construcción disminuyen la extracción excesiva; impulsan la protección de bosques y selvas, y conservan nuestros recursos naturales en pro de un mejor aprovechamiento de la leña —con un ahorro aproximado del 40% con leña de huaje y del 60% con tehuixtle—, las estufas ahorradoras son buenas opciones para un uso sustentable del recurso forestal. En ese sentido, vale la pena recordar que las especies de árboles para leña que se usan regularmente en las comunidades en estudio son el guamúchil (*Pithecellobium dulce*), la huizache (*Acacia farnesiana*), el cuahuilote (*Guazuma ulmifolia*), el huaje o guaje (*Leucaena leucocephala*) y el tehuixtle (*Caesalpinia cocalaco*).

En las comunidades de Barranca Honda y Cuentepec, situadas en Morelos, México, las usuarias consideran que existe un gran beneficio que se deriva de la implementación de la estufa: se trata, en síntesis, de la reducción de gastos por la compra de leña y de todo tipo de combustible como el gas líquido de propano, lo que ha contribuido de manera significativa al beneficio económico de la familia. La mayoría de las usuarias encuestadas en Barranca Honda y Cuentepec —entre un 65% y 60%— percibe un ahorro en la leña pues, según mencionaron, en sus estufas ahorradoras se consume lentamente la leña y se utiliza una menor cantidad que la que se utilizaba antes de tener la estufa ahorradora de leña *tlecalli*: desde un 40% hasta un 50% más era necesario antes del cambio. Las pobladoras además mencionaron que en su estufa ahorradora se aprovechaba mejor la leña debido a que no había fugas de calor. En consecuencia, se utilizaba una menor cantidad de material en comparación con la que se utilizaba en el fogón de tres piedras.

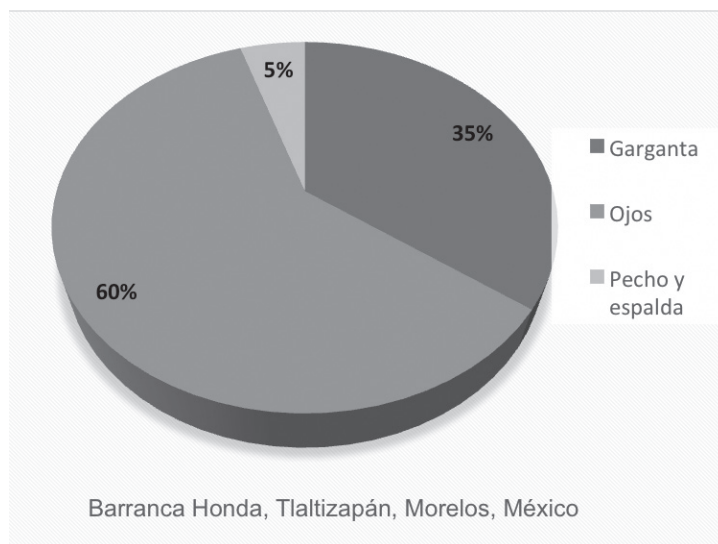
Los datos correspondientes al ahorro de leña del fogón son también concluyentes. Se observó un 50 y un 61% de ahorro con leña de huaje y tehuixtle, respectivamente, en comparación con los porcentajes de 74 a 86% que se pudieron observar con la implementación de la estufa *tlecalli*; resultados que muestran el beneficio que este artefacto da a las comunidades en general. Una de las principales causas del desuso de la estufa de gas licuado de propano al 100% es el elevado costo del combustible: en el mes de abril de 2016 el tanque de 20 kg costó \$282.80 MXN y el tanque de 30 litros, \$424.20 MXN. En ese contexto, el consumo medio por familia de cinco integrantes osciló entre los 20 y los 30 kg de gas licuado de propano mensual. En contraste, las personas encuestadas reconocen que la leña tiene menor costo y les rinde más tiempo almacenada; por eso, desde que fueron beneficiadas con la implementación de la estufa ahorradora de leña *tlecalli*, la frecuencia en la compra y colecta de leña ha disminuido entre un 35% y un 45%, lo que significa una mejora considerable.

En consecuencia, las usuarias de estufas ahorradoras de leña *tlecalli* se ven beneficiadas con adelantos en su calidad de vida, que les permiten dedicarse a otras actividades de recreación y convivencia familiar. Un alto porcentaje de las pobladoras continúa utilizando sus estufas, que han tenido un excelente funcionamiento y grandes niveles de aceptación. El impacto ambiental de la disminución de la quema de biocombustible, y la menor presencia de humo en los hogares, han repercutido favorablemente en la salud de las usuarias y sus familiares. Dichos efectos han sido medidos en un análisis cualitativo en el que las respuestas a los cuestionarios aplicados han tenido roles fundamentales, así como múltiples encuestas, charlas y estimaciones asociadas con la convivencia. En suma, se ha verificado la favorabilidad de los artefactos de acuerdo con la observación, la comunicación directa y el estudio de la percepción de las usuarias de estufas ahorradoras *tlecalli*.

En ese contexto, debe considerarse que la combustión de la leña disminuye la calidad del aire de la vivienda y el humo inhalado por las familias de las usuarias afecta considerablemente su salud (Burgos *et al.*, 2007). En consecuencia, las percepciones de un gran número de las usuarias en ambas comunidades en estudio coinciden con enfermedades de tipo respiratorio —algunas de consideración— y otras molestias de salud frecuentes y graves, que son ocasionadas por el uso del fogón para cocinar alimentos.

Con respecto a los daños ocasionados por el uso de fogones abiertos de tres piedras, las usuarias de la comunidad de Barranca Honda afirmaron que esta forma de cocinar los alimentos les provocó varios problemas de salud. Tal como lo expresa una de las usuaria de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli*, antes de utilizar su estufa ahorradora de leña los problemas de salud eran notorios y acarrearban una menor calidad de vida: “Ahora que tenemos la estufa ahorradora estamos mejor, ocupamos menos leña, por eso ahorramos dinero y estamos más a gusto cerca de la cocina” (T. Quevedo, comunicación personal, s.f.).

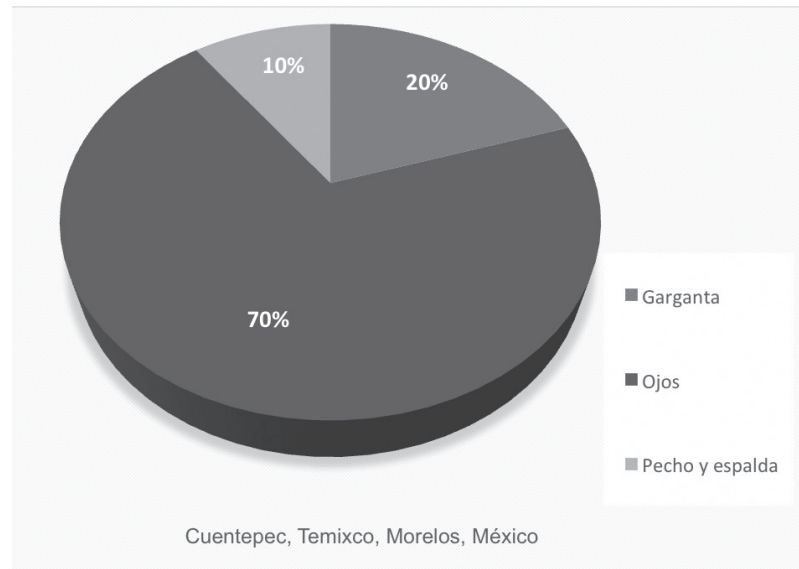
Las mujeres entrevistadas en Barranca Honda y Cuentepec confirmaron que los efectos inmediatos del humo se manifiestan en la irritación de los ojos y el dolor de garganta, molestias que les ocasiona tos y dolores de pecho y espalda; efectos cuyas repercusiones a corto y largo plazo son ya conocidas por las entrevistadas. Estos padecimientos se relacionan con la combustión incompleta de la leña, que ocasiona que grandes cantidades de partículas y gases —como ceniza y dióxido de carbono— sean liberados en el aire. En ambas poblaciones los más afectados son los niños y las mujeres, dado el mayor tiempo de exposición al fogón (figura 6).



**Figura 6.** Manifestación de afecciones por utilizar leña por usuarias de estufas ahorradoras de leña *tlecalli*

Fuente: elaboración propia con datos de entrevistas

En tanto, en Cuentepec algunas de las usuarias de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli* agregaron: “Los malestares y síntomas [que padecemos] antes de tener la estufa ahorradora de leña eran de molestia, y ahora ya no tenemos humo en la cocina y [eso] nos ha beneficiado porque de salud nos sentimos mejor” (A. Brito, comunicación personal, 2014). Estos resultados coinciden con lo reportado por Orozco *et al.* (2012), cuyos hallazgos apuntan a que tanto usuarias como no usuarias de las estufas concordaron en que las afecciones provocadas por la quema de leña en los fogones abiertos son la irritación de los ojos y la garganta. Se concluye que desconocen sus repercusiones a largo plazo (figura 7).



**Figura 7.** Manifestaciones de afecciones producidas por la utilización de leña por parte de usuarias de estufas ahorradoras de leña *tlecalli*

Fuente: elaboración propia con datos de entrevistas

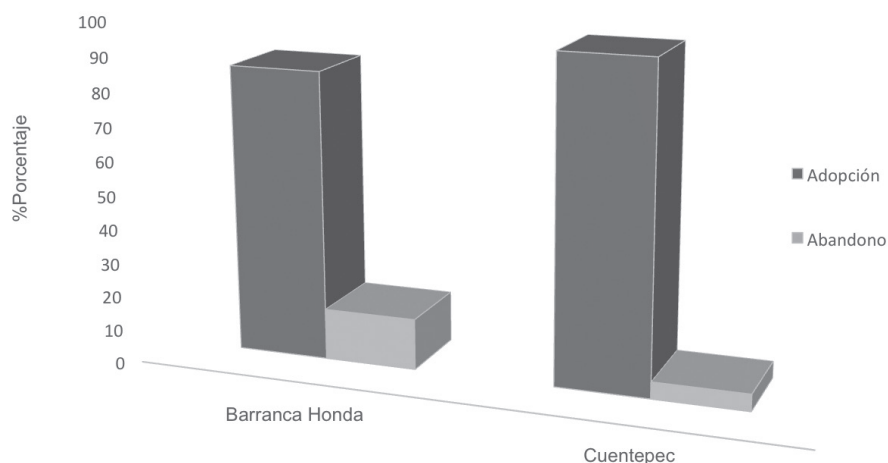
En sus investigaciones, Herrera *et al.* (2009) indican que algunas de las afectaciones más importantes por el uso de la leña como combustible son la irritación de los ojos y el malestar en la garganta. Sin embargo, debe considerarse que el humo de la leña contiene una amplia gama de sustancias tóxicas, como el monóxido de carbono (CO). En consecuencia, como se observa en este estudio, su impacto en la salud de la población rural es susceptible de estudio. En esos términos, la estufa ahorradora de leña *tlecalli* es más conveniente dado que expulsa el humo afuera de la cocina, lo que significa un gran beneficio para las familias a corto, mediano y largo plazo en términos de la salud que ofrecen los hogares.

## El proceso de adopción de la estufa *tlecalli*

Con el fin de conocer el mecanismo de adopción de este instrumento, así como los antecedentes que permiten el análisis y comprensión de este proceso, se han desarrollado diversas teorías. Tal es el caso del estudio de Rogers (2003), que describe los procesos de difusión y adopción tecnológica del artefacto. Por su parte, el trabajo de Shih y Venkatesh (2004) se enfoca en la difusión y el uso de estas innovaciones.

Tanto la utilización de las estufas eficientes ahorradoras de leña como los beneficios que representa para la salud y el medio ambiente, son temas cuya exploración ha arrojado resultados alentadores; rasgos que se remiten a la funcionalidad y el impacto positivo que esta tecnología tiene al permitir que las cocinas se mantengan libres de humo, mientras que reducen las emisiones de partículas y gases contaminantes (Masera *et al.*, 2007; Schilman *et al.*, 2014; Rosenthal, 2015). De ese modo, las estufas objeto de estudio mejoran el ambiente en los hogares y, con ello, la calidad de vida de los habitantes en lo que respecta a la acción de cocinar.

Asimismo, la adopción es considerada positiva toda vez que las usuarias entrevistadas siguen utilizando sus estufas ahorradoras. Por otra parte, el abandono de estas tecnologías se debe a problemas de salud o remodelaciones de los espacios en donde fueron construidas (figura 8).



**Figura 8.** Impacto de la adopción de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli*

Fuente: elaboración propia basada en datos de entrevistas.

De acuerdo con los porcentajes de aceptación de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli* por parte de las usuarias, se puede afirmar que estas han sido un éxito en los casos estudiados. El uso, el mantenimiento y la conservación de la estufa corresponden a las indicaciones del modelo. Dicho proceso se da luego de más de siete años de utilización, mantenimiento y conservación de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli*, pues se enlazan con sus peculiaridades como innovación tecnológica

## Discusión

Los resultados de esta investigación corresponden a lo establecido en la metodología aplicada, así como al análisis cuantitativo y cualitativo de la información etnográfica obtenida por medio de los instrumentos aludidos. Por su parte, la Comisión Nacional Forestal (Conafor) puso en marcha en el año 2007 el programa Pro Árbol. Algunos de sus objetivos más destacados fueron la implementación de paquetes tecnológicos y la transferencia de tecnología por medio de las estufas ahorradoras de leña. Esta estrategia buscó llevar conocimientos cruciales a las comunidades con los fines de brindar mayor bienestar e incrementar la calidad de vida de los habitantes. Dichas iniciativas generaron efectos permanentes a corto y mediano plazo. Asimismo, las comunidades de Barranca Honda y Cuentepec recibieron el apoyo del programa de *Estufas ahorradoras de leña tipo 'tlecalli'*.

Las familias usuarias de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli* con menores ingresos económicos son las que habitan Cuentepec, mientras que las que poblan Barranca Honda se caracterizan por tener acceso a mayores recursos. Asimismo, en Cuentepec el acceso es más difícil, dado que se trata de una comunidad alejada de la ciudad, lo que se enlaza con que cuenta con un mayor porcentaje de hablantes indígenas. Es importante considerar que en la localidad de Cuentepec, que coincide con una región náhuatl, existe un mayor porcentaje de usuarias de leña. Por el contrario, en Barranca Honda predomina el uso de múltiples biocombustibles.

La mayoría de las usuarias informó que la leña que utilizaba en el fogón tradicional y la estufa ahorradora de leña *tlecalli* era obtenida por medio de la colecta y compra. En Barranca Honda hasta

un 40% de las familias compra ese biocombustible. Después de la instalación de la estufa ahorradora de leña *tlecalli*, las prácticas de compra y recolección de este material disminuyen, debido a que su consumo es menor. Asimismo, las usuarias añadieron que sus estufas utilizan menores cantidades de leña: hasta menos de la mitad de la que anteriormente utilizaban en comparación con lo observado en el fogón. Esta información coincide con la investigación de Burgos *et al.* (2012), que reporta que el consumo de leña con estufas ahorradoras se redujo hasta en un 50%. Por su parte, las usuarias de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli* confirman los resultados de eficiencia, y reconocen que actualmente solo colectan las cantidades de madera necesarias. En consecuencia, el esfuerzo que emprenden las usuarias para las actividades diarias de cocinado, es menor. Los factores que influyen en la compra de leña son los recursos económicos, los ingresos monetarios y el espacio disponible para el almacenaje de este combustible. La estimación de estos factores permite determinar cómo se puede pagar por la leña que utilizan.

Una vez estimada la ubicación geográfica de las comunidades, se concluye que Cuentepec cuenta con un mayor acceso a selva baja caducifolia. En consecuencia, la leña es localizada más fácilmente, pues solo se requiere recolectarla en distancias cortas. Eso garantiza la obtención del combustible sin que haga falta pagar por él. Debido al crecimiento de su población, la localidad de Barranca Honda se ubica en la categoría de *comunidad semiurbana*, lo que significa que para la recolección de leña es necesario emprender recorridos considerables. Esto implica mayores esfuerzos y más tiempo invertido en esta actividad. Del mismo modo, estas tareas resultan arduas si las familias no cuentan con algún medio de transporte; en ese sentido, la posesión de un caballo, camioneta, burro o carretilla, evita la tarea imperiosa de caminar, que incrementa el tiempo de recolección de la leña.

Con respecto al proceso de adopción de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli* en este estudio, se debe destacar que su uso representa beneficios como el que supone el ahorro en la colecta y compra de leña. Dichos temas ya han sido explorados y han arrojado resultados alentadores en cuanto a la funcionalidad y al impacto de esta tecnología, dado que reduce la emisión de partículas y gases contaminantes mientras que, simultáneamente, las cocinas se mantienen libres de humo (Maserá *et al.*, 2007).

Se observa que la adopción de la estufa ahorradora de leña *tlecalli*, es positiva, según los resultados de la investigación y las percepciones de las usuarias. Los porcentajes en los dos casos estudiados corresponden al 95% y 85%, respectivamente. En consecuencia, las estufas pueden ser consideradas un éxito en cuanto a los temas del uso y la adopción de la nueva tecnología.

## Conclusiones

Los estudios sobre el proceso de adopción de estufas ahorradoras de leña han sido muy poco abordados, en especial después de un lapso considerable. En ese sentido, debe considerarse que tanto el monitoreo como la verificación del desempeño a largo plazo de los aparatos, son parámetros que requieren una amplia dedicación de tiempo, así como análisis de varios factores y variables involucrados.

De acuerdo con los objetivos planteados, se concluye que las estufas ahorradoras de leña *tlecalli* tienen alcances ambientales significativos que las hacen aptas para implementarse en comunidades rurales. En ese sentido, vale la pena mencionar que Barranca Honda y Cuentepec se caracterizan por tener un elevado arraigo cultural náhuatl regido por usos y costumbres ancestrales. En ese contexto, el uso del fogón es parte de la cultura, de lo que se deriva que sea factible introducir estufas eficientes ahorradoras de leña *tlecalli* en comunidades rurales con características socioculturales semejantes a las de las comunidades sujetas a estudio.

Además, las percepciones y datos otorgados por las usuarias de las estufas ahorradoras confirman que su adopción en Barranca Honda y Cuentepec corresponde a un 95% y un 85%, respectivamente. Dichos resultados atañen a los datos obtenidos por medio de las herramientas metodológicas empleadas en este trabajo de investigación.

En suma, se observa que las estufas ahorradoras de leña *tlecalli* pueden ayudar a disminuir la contaminación ambiental en proporciones que superan el 60% pues, al utilizar menores cantidades de leña, el proceso de combustión se reduce. Dada la menor cantidad de emisiones contaminantes, se impacta el medio ambiente de un modo más moderado, mientras que se ahorra tiempo y dinero en la compra y colecta de leña. Además, se evitan las enfermedades y molestias que ocasiona el humo. Se puede afirmar que los alcances de las estufas ahorradoras de leña *tlecalli* son significativos en la medida en que favorecen una mejor calidad de vida de las personas que las utilizan.

A manera de conclusión, vale la pena recordar que la toma de medidas que favorezcan el cuidado del medio ambiente es imperiosa en tanto que permite revitalizar los recursos naturales disponibles a partir de acciones de conservación que repercuten en el bienestar de diversas especies de árboles nativos característicos de la región. Asimismo, el consumo correcto y efectivo de los combustibles requiere programas integrales de transferencia tecnológica que consideren la implementación de estufas ahorradoras de leña *tlecalli*. Dichos procesos deben tomar en cuenta la cultura, los usos y las costumbres de cocina de las usuarias, así como sus experiencias, percepciones y necesidades.

**Agradecimientos:** la autora agradece al Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM); a las usuarias de estufas ahorradoras de leña tipo *tlecalli*, por su apoyo y entusiasmo, y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), por el sustento en la realización de esta investigación, que forma parte de los estudios doctorales que enmarcan el estudio.

## Referencias

- Agarwal, B. (1983). La difusión de innovaciones rurales: algunas cuestiones analíticas del caso de estufas de leña. *Desarrollo Mundial*, 11(4), 359- 376.
- Baldwin, S. F. (1986). *Biomass Stoves: Engineering Design, Development, and Dissemination*. Princeton: Center for Energy and Environmental Studies.
- Beltrán, M. (2000). *Perspectivas sociales y conocimiento*. Barcelona: Editorial Anthropos.
- Burgos, L. D., Soto, P. M., Bello, B. E. y Castellanos, A. J. (2012). *Consumo de leña y su impacto ambiental y en la salud en una comunidad del norte de Chiapas*. Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) - Unidad San Cristóbal de las Casas. Recuperado de [http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs\\_libros/agriculturasostenible6/63/93.pdf](http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible6/63/93.pdf)
- Convención Marco sobre el Cambio Climático (Cmnucc) (2016). *Aprobación del Acuerdo de París*. Recuperado de <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/109s.pdf>
- Díaz-Jiménez, R. (2000). *Consumo de leña en el sector residencial de México. Evolución histórica y emisiones de CO<sub>2</sub>*, Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Energética. México D.F.: Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gifford, M. L. (2010). *A Global Review of Cookstove Programs*. M.S. Thesis. Berkeley: Energy and Resources Group.
- Hessen, O. H., Schell, M. A. y Pandey, M. R. (2001). Factores de motivación relacionada con mejorar la calidad del aire interior en las zonas rurales de Nepal. *Investigación y Desarrollo de la Montaña*, 21(2), 148-153.
- Inegi (2010). *Marco Geoestadístico Municipal*. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825292805>
- Magallanes, A. (2006). *Estudio de Percepciones sobre el Cambio de Vida a Partir del Uso de Estufas Mejoradas*. Reporte interno. Pátzcuaro: GIRA.

- Masera, O., Edwards, R., Armendáriz, C., Berrueta, V., Johnson, M., Rojas, L. y Riojas Rodríguez, H. (2007). Impacto de la calidad del aire en el interior de cocinas mejoradas "Patsari" en Michoacán, México. *Energía para el Desarrollo Sostenible* 11, 45-56.
- Masera, O. R., Saatkamp, B. D. y Kammen, D. M. (2000). From Linear Fuel Switching to Multiple Cooking Strategies: A Critique and Alternative to the Energy Ladder Model for Rural Households. *World Development*, 28(12), 2083-2103.
- Molina, A. F. (s.f.). *El Vocabulario náhuatl-español: la aportación mayor de Fray Alonso de Molina a la lexicografía misionera*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/258033445\\_El\\_Vocabulario\\_nahuatlespanol\\_1571\\_la\\_aportacion\\_mayor\\_de\\_fray\\_Alonso\\_de\\_Molina\\_a\\_la\\_lexicografia\\_misionera](https://www.researchgate.net/publication/258033445_El_Vocabulario_nahuatlespanol_1571_la_aportacion_mayor_de_fray_Alonso_de_Molina_a_la_lexicografia_misionera)
- Murillo, R. R. (2008). *Fogones mejorados evaluación termodinámica y factibilidad de uso en áreas rurales. Tesis de Licenciatura*. Cuernavaca: Facultad de Ciencias Agropecuarias - Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Pandey, S. y Yadama, Y. N. (1992). Programas de desarrollo comunitario en Nepal. Una prueba de la difusión de la teoría innovaciones. *Servicio Social Revisión*, 66(4), 582-597.
- Ramírez, C. A. (2000). *Ocurrencias*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Ruiz-Mercado, I., Masera, O., Zamora, H. y Smith, K. R. (2011). Adoption and Sustained Use of Improved Cookstoves. *Energy Policy*, 39(12), 7557-7566.
- Rivoredo, G. C., Di Silvestre, P., De Zepeda, N. y Monardes, T. (2005). Santiago de Chile: Rimisp.
- Rogers, E. (2003). *Difusión de innovaciones. Quinta Edición*. Nueva York: The Free Press.
- Sánchez, R. (2004). La observación participante como el escenario y configuración de diversidad de significados. En: M. L. Tarrés (Coord.), *Observar, escuchar y comprender: sobre la tradición cualitativa en la investigación social* (pp. 97-131). México D.F.: Flacso- El Colegio de México.
- Schilman, A., Riojas-Rodríguez, H., Ramírez-Sedeño, K, Berrueta, V. M., Pérez-Padilla, R. y Romieui, I. (2014). Children's Respiratory Health After an Efficient Biomass Stove (Patsari) Intervention. *EcoHealth*, 12(1), 68-76. doi: 10.1007/s10393-014-0965-4
- Shih, C. F. y Venkatesh, A. (2004). Más allá de adopción: el desarrollo y la aplicación de utilizar la difusión del modelo. *Diario de Marketing*, 68(1), 59-72.
- Tarrés, M. L. (2004). Lo cualitativo como tradición. En: M. L. Tarrés (Coord.), *Observar, escuchar y comprender: sobre la tradición cualitativa en la investigación social* (pp. 35-60). México D.F.: Flacso - El Colegio de México.
- Vita (1985). Testing the Efficiency of Wood-Burning Cookstoves: Provisional International Standards. Arlington: Volunteers In Technical Assistance.
- Zamora, M. H. C. (2011). *Impactos Socio-Ecológicos del Uso Sostenido de Estufas Eficientes de Leña en Comunidades de Michoacán. Tesis de Maestría*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Zárate, S. (1987). *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit subsp. glabrata (Rose). *Phytología*, 63(4), 304-306. Recuperado de [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/44-legum26m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/44-legum26m.pdf)