



Energías renovables en el sector residencial rural en México: estado del arte y oportunidades de colaboración interinstitucional

Víctor M. Ruiz-García^{1*}, Omar R. Maserá¹

¹Laboratorio de Bioenergía y Laboratorio de Innovación y Evaluación en Bioenergía, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas (IIES), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Antigua Carretera a Pátzcuaro núm. 8701, Col. ExHacienda de San José de la Huerta, Morelia 58190, Michoacán, México

*Autor de correspondencia: vruiz@cieco.unam.mx

Recibido 14 de agosto de 2020; aceptado 01 de noviembre de 2020

RESUMEN

El uso de ecotecnologías para satisfacer necesidades energéticas básicas es considerado como una alternativa energética sustentable que contribuye a diversificar las opciones en el sector residencial y a disminuir la dependencia de recursos fósiles como gas LP o gas natural, al mismo tiempo que contribuye a reducir los gases de efecto invernadero (GEI) y generar beneficios en la economía familiar. A su vez, es necesario comprender que para satisfacer necesidades energéticas en el sector residencial se utilizan diversos combustibles y dispositivos, por lo que la integración de diversas ecotecnologías para calefacción, así como cocinar y secar alimentos, permitirá mejorar la calidad de vida de los usuarios (principalmente mujeres) desplazando el uso de dispositivos tradicionales (fuegos abiertos con pocas eficiencias energéticas y con impactos al ambiente y a la salud). Y es que dispositivos que utilizan biomasa y energía solar cobran importancia ante la necesidad de alcanzar metas globales, tales como el acceso a la energía limpia y la mitigación del cambio climático. La contribución de esta investigación radica en mostrar los

patrones de consumo energético en las comunidades rurales de México y cómo el uso de ecotecnologías y combustibles limpios permiten satisfacer necesidades básicas en el hogar y alcanzar los lineamientos de calidad del aire sugeridos por la OMS, disminuyendo contaminantes de efecto invernadero como el metano y el carbono negro, e incluso impulsando las economías locales. También existen retos para generar política pública e innovación en este tipo de ecotecnologías; normativa (NMX o NOM), análisis de ciclo de vida (ACV) y desarrollo de indicadores de sustentabilidad para impulsar la implementación de ecotecnologías que sean adoptadas por el usuario. Las colaboraciones interinstitucionales podrán dar soluciones a estos retos.

PALABRAS CLAVE: Ecotecnologías, sector residencial rural, transición energética, mitigación de cambio climático.

ABSTRACT

The use of ecotechnologies to satisfy basic energy needs is considered a sustainable energy alternative, which contributes to diversifying options in the residential sector and reducing dependence on fossil resources such as LP gas or natural gas, at the same time that it contributes to reducing greenhouse gases (GHG) and generate benefits in the family economy. At the same time, it is necessary to understand that to satisfy energy needs in the residential sector, various fuels and devices are used, so that the integration of various eco-technologies for heating, as well as cooking and drying food, will improve the quality of life of users (mainly women) by displacing the use of traditional devices (open fires with low energy efficiencies and with impacts on the environment and health). Devices that use biomass and solar energy gain importance given the need to achieve global goals such, as access to clean energy and the mitigation of climate change. The contribution of this research lies in showing the patterns of energy consumption in rural communities and how the use of eco-technologies and clean fuels allow satisfying basic needs in the home and achieving the air quality guidelines suggested by the WHO, reducing effect pollutants greenhouse gases, such as methane and black coal, and even boosting local economies. There are also challenges to generate public policy and innovation in this type of eco-technology; regulations (NMX or NOM), life cycle analysis (LCA) and development of sustainability indicators to promote the implementation of eco-technologies that are adopted by

the user. Inter-institutional collaborations will be able to provide solutions to these challenges.

KEY WORDS: Ecotechnologies, rural residential sector, energy transition, climate change mitigation.

INTRODUCCIÓN

En México, cerca de 25 millones de personas cocinan con biomasa y procesos de combustión que generalmente se realizan en fogones abiertos (Serrano et al., 2014), con mayores consumos energéticos, emisiones al ambiente e impacto a la salud que con innovaciones tecnológicas como las estufas de biomasa (Ruiz et al., 2018; Ruiz, 2018 y Masera, 2018). Sin embargo, existe un uso combinado de tecnologías y combustibles, y es necesario identificar las combinaciones que satisfacen las necesidades de los usuarios (Medina et al., 2019) (ver figura 1). El uso de ecotecnologías como calentadores, estufas y secadores son una opción que puede cumplir con los lineamientos de la calidad del aire (OMS, 2005; 2010; 2014), mitigar los GEI y tener ahorros energéticos en el sector residencial (principalmente rural). La implementación de estas ecotecnologías, desde una perspectiva de complemento y no de uso exclusivo, podrían contribuir a alcanzar estas metas (Serrano et al., 2018).

Por otro lado, es prioritario identificar mediante un diagnóstico de necesidades cuáles son los patrones de consumo, demandas energéticas (incluyendo potencias de cocción y platillos típicos de la región) y uso de tecnologías actuales por región, para así conocer si las implementaciones de tecnologías tendrán éxito y cuál es la contribución de cada tipo de energía renovable en el sector residencial rural de México; la normativa nacional debe avalar el funcionamiento de las diferentes tecnologías (DOF, 2019; ISO, 2018). El objetivo de esta investigación es documentar los patrones de consumo en el sector residencial rural y conocer los impactos generados en la calidad del aire intramuros.



Figura 1. Uso combinado de tecnologías en el sector residencial

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio integra la documentación de los patrones de consumo y las tecnologías que se utilizan para satisfacer necesidades energéticas en el sector residencial de la méseta purepecha, lo que involucra la revisión del estado del arte y pruebas complementarias en campo, como mediciones en la calidad del aire (24-h) por el uso de las tecnologías más relevantes del sector, por ejemplo.

Patrones de consumo energético

Es necesario identificar las necesidades energéticas de las comunidades y cómo la transición hacia energías renovables puede darse de una manera gradual y no impositiva; también es necesario identificar las oportunidades y limitantes que tienen las energías renovables en tareas cocción y secado de alimentos, lo cual está ligado con indicadores de uso y adopción. Para responder a esto, se utilizaron datos publicados que utilizaron cuestionarios y aplicaciones para la captura de información, documentando los tipos de alimentos cocinados, así como las tecnologías involucradas, los tiempos de cocción, potencias de operación y consumos energéticos (Medina et al., 2019; Masera et al., 1999; Speelman et al., 2007; Astier et al., 2012).

Uso combinado de tecnologías

En el sector residencial, se necesitan diversos dispositivos para satisfacer tareas de cocción y calefacción; esta investigación contempla conocer si existen usos combinados y las proporciones en que se dan para satisfacer la cocción de alimentos típicos en particular. Una vez entendido esto, será más fácil impulsar la innovación tecnológica desde una perspectiva local, con metodologías incluyentes para buscar soluciones adecuadas que integren diversidad cultural, geográfica y de género (como el caso de la estufa patsari). También se realizaron mediciones en la calidad del aire intramuros, específicamente una estufa de leña (patsari, fogón abierto y estufa de gas LP).

Política pública

Este componente muestra los impactos en la calidad del aire por el uso combinado de tecnologías, y se compararon con los lineamientos propuestos por la OMS para concentraciones a 24-h de PM_{2.5} y CO.

RESULTADOS

Patrones de consumo energético

En el sector residencial, se necesitan diversos dispositivos para satisfacer tareas de cocción. La figura 2 muestra las diferentes tareas identificadas en el sector residencial

rural en zonas de la meseta purépecha para estufas de gas, biomasa y fuegos abiertos, donde el 53 % de los usuarios combinan el uso de tecnologías que usan leña. La identificación de las potencias y tiempos de uso son fundamentales para generar innovación tecnológica.

Uso combinado de tecnologías para cocción

La figura 3 muestra los porcentajes de uso exclusivo y combinado en tareas de cocción, donde la mayoría de las tareas se ubican en tiempo de cocinado mediano y potencia media (hacer tortillas, cocer nixtamal, calentar agua para baño y recalentar alimentos). Por otro lado, la figura 4 detalla las tareas realizadas en un uso combinado y se muestra que la biomasa tiene un uso superior al gas LP, excepto en tareas de corta duración como calentar agua para bebidas y recalentar alimentos.

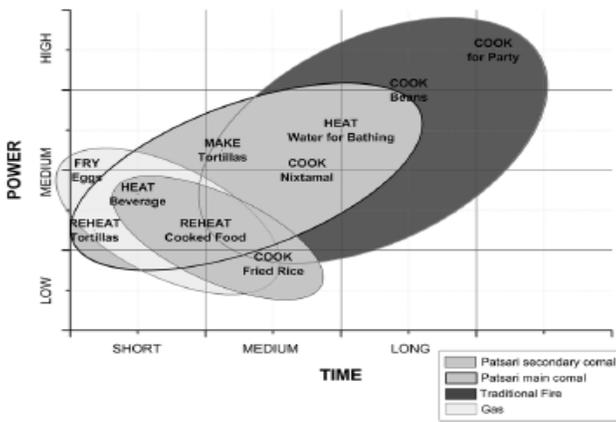


Figura 2. Tareas de cocción definidas por potencia y

tiempo requerido.

Política pública

La tabla 1 muestra una relación entre tareas realizadas y dispositivos empleados, mientras que la figura 5 muestra los impactos generados en la calidad del aire siguiendo los lineamientos de la OMS. El uso de tecnologías tradicionales, como el fogón abierto, no cumple con la concentración de 35 µg/m3 para PM_{2.5}.

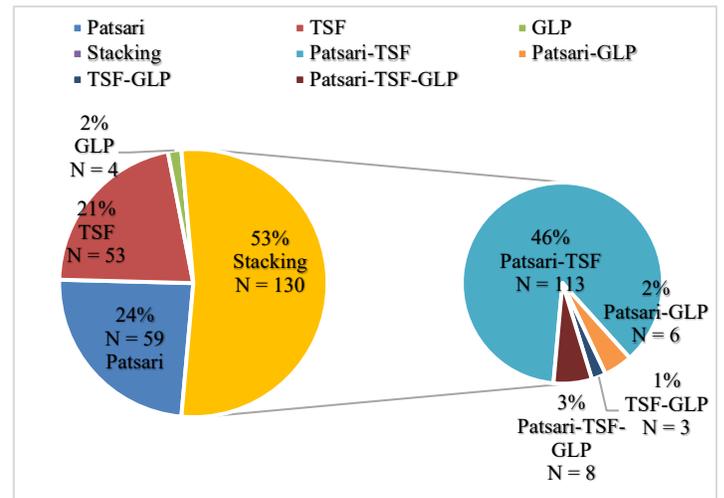
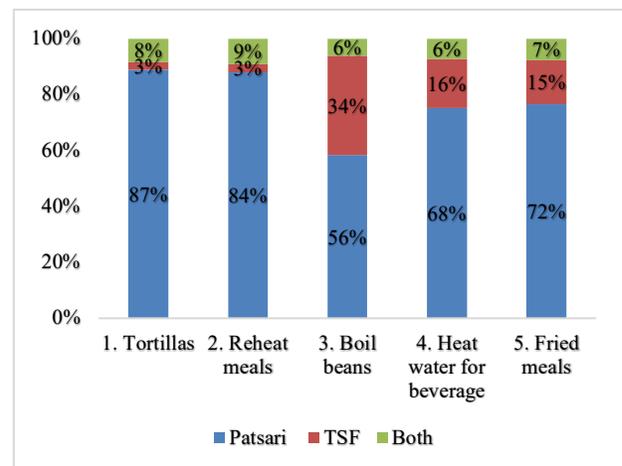


Figura 3. Uso exclusivo y combinado de dispositivos para cocción en el sector residencial.



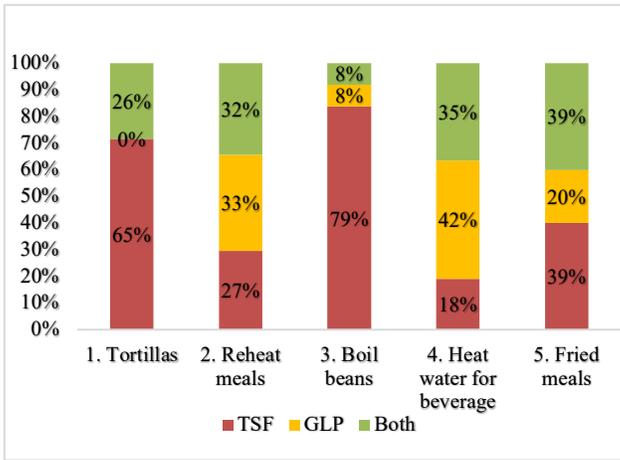


Figura 4. Distribución de tareas de cocinado (2005-2012), arriba estufa patsari y fogón abierto (TFS) (n = 92) y abajo estufa de gas LP (GLP) y TFS (n = 8). En ambos gráficos, ‘Both’ significa ambos dispositivos.

Tabla 1. Uso combinado de dispositivos por tipo de alimento cocinado.

Práctica de cocinado	Uso combinado			
	Patsari-TSF	Patsari-LPG	LPG-TSF	Patsari-LPG-TSF
1. Hacer tortillas	Patsari	Patsari	TSF	Patsari
2. Freír huevos y frijoles		LPG	LPG	LPG
3. Sopa de arroz		Patsari	TSF	Patsari
4. Hervir 1 L de agua		LPG	LPG	LPG
5. Hervir frijoles	TSF	Patsari	TSF	TSF
6. Recalentar tortillas y guisados	Patsari	LPG	LPG	LPG

Nota: Los dispositivos evaluados fueron estufa de gas LP (LPG), estufa de leña con plancha y chimenea (Patsari) y Fuego abierto (TSF).

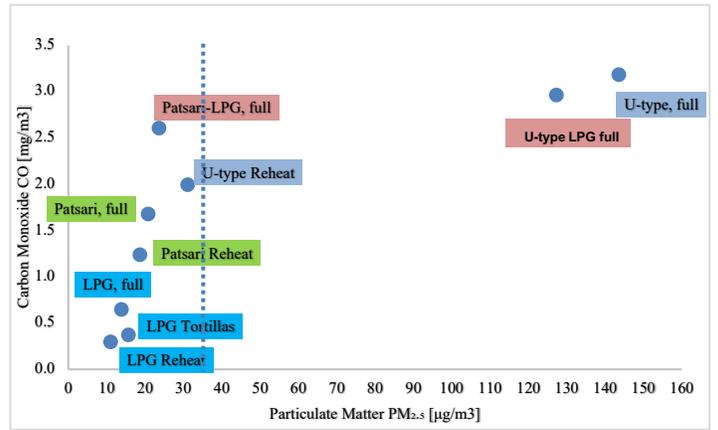


Figura 5. Calidad del aire intramuros por el uso combinado de dispositivos en diversas tareas de cocinado.

CONCLUSIONES

A partir de este trabajo, se determina que las necesidades energéticas en el sector residencial se satisfacen con el uso combinado de combustibles y tecnologías. El uso de la estufa patsari y gas LP (exclusivo y combinado) cumplen con los lineamientos en la calidad del aire sugeridos por la OMS para PM_{2.5} (35 µg/m³) y CO (7 mg/m³).

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y al Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) por las facilidades brindadas para el desarrollo de esta investigación; a la Unidad de Ecotecnologías, al Laboratorio de Innovación y Evaluación en Bioenergía (LINEB) por el apoyo para realizar la experimentación de esta investigación. Por su apoyo y las

facilidades otorgadas, al Fondo de Sustentabilidad Energética a través del proyecto SENER CONACYT 2014 246911 Clúster de Biocombustibles Sólidos para la Generación Térmica y Eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

Astier, M., L. García-Barrios, Y. Galván-Miyoshi, C.

E. González-Esquivel y O. R. Masera. 2012.

Assessing the sustainability of small farmer

natural resource management systems. A

critical analysis of the MESMIS program

(1995-2010). *Ecology and Society* 17(3): 25.

ISSN 1708-3087. doi 10.5751.

DOF (2019). Norma mexicana NMX-Q-001-

NORMEX-2017. Estufas que funcionan con

leña - Evaluación de funcionalidad, seguridad,

eficiencia térmica y nivel de emisiones-

Especificaciones y métodos de prueba. ICS

97.040.20. Retrieved from

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=677532&fecha=16/02/2004

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5472965&fecha=24/02/2017

ISO (2018). International standard 19867-1. Clean

cookstoves and clean cooking solutions -

Harmonized laboratory test protocols - Part 1:

Standard Test Sequence for emissions and

performance, safety, and durability. First edition.

Retrieved from

<https://www.iso.org/committee/4857971/x/catalogue/>

Masera O. R., M. Astier y S. López. 1999.

Sustentabilidad y manejo de recursos naturales:

El Marco de evaluación MESMIS. Mundiprensa-

GIRA-UNAM, México D.F. ISBN: 968-7462-

11-6.

Medina, P.; Berrueta, V.; Cinco, L.; Ruiz-Garcia, V.;

Edwards, R.; Olaya, B.; Schilman, A.; Masera,

O. 2019. Understanding Household Energy

Transitions: From Evaluating single Cookstoves

to “Clean Stacking”

OMS (2005). Guías de calidad del aire de la OMS

relativas al material particulado, el ozono , el

dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre .

Retrieved from

http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=DBFF0D5B84991A0AAAADCE1053E67176?sequence=1

http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=DBFF0D5B84991A0AAAADCE1053E67176?sequence=1

http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=DBFF0D5B84991A0AAAADCE1053E67176?sequence=1

http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=DBFF0D5B84991A0AAAADCE1053E67176?sequence=1

- OMS (2010). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants World Health Organization Regional Office for Europe, Bonn. Retrieved from http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf
- OMS (2014). WHO Indoor Air Quality Guidelines: household Fuel Combustion - Review 3: Model for linking household energy use with indoor air quality. Retrieved from http://www.who.int/airpollution/guidelines/household-fuel-combustion/Review_3.pdf
- Ruiz-García, V. y Masera, O. Estimating Kitchen PM2.5 and Concentrations out of Stove Emissions: The case of Mexican Plancha-type Stoves. Clean Cooking Alliance. 2018. <https://www.cleancookingalliance.org/binary-data/RESOURCE/file/000/000/543-1.pdf>
- Ruiz-García, V.M.; Edwards, R.D.; Ghasemian, M.; Berrueta, V.M.; Princevac, M.; Vázquez, J.C.; Johnson, M.; Masera, O.R. Fugitive Emissions and Health Implications of Plancha-Type Stoves. *Environ. Sci. Technol.* 2018, 52, 10848–10855.
- <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.8b01704>
- Serrano-Medrano, M, García-Bustamante C., Berrueta V. M., Martínez-Bravo R., Ruiz-García V. M., Ghilardi A. and Masera O. (2018). “Promoting LPG, clean woodburning cookstoves or both? Climate change mitigation implications of integrated household energy transition scenarios in rural Mexico”. *Environ. Res. Lett.* 13 (2018) 115004
- Serrano-Medrano, M., Arias-Chalico, T., Ghilardi, A., & Masera, O. (2014). Spatial and temporal projection of fuelwood and charcoal consumption in Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 19(1), 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2013.11.007>
- Speelman E., S. López-Ridaura, N. Colomer, M. Astier y O. R. Masera. 2007. Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: Lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 14:1-17. ISSN 1350-4509.