

# Desarrollo de prototipos de estufas de leña: Innovación y cultura en comunidades rurales en México

## *Development of wood-burning stove prototypes: Innovation and culture in rural communities in Mexico*

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i16.263>

### **HÉCTOR P. SERRANO BARQUÍN**

Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: 0000-0002-0601-1830

Correo electrónico: [hectorsb2012@yahoo.com.mx](mailto:hectorsb2012@yahoo.com.mx)

### **MARTHA CAROLINA SERRANO BARQUÍN**

Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: 0000-0003-4671-2436

Correo electrónico: [mcserranob@uaemex.mx](mailto:mcserranob@uaemex.mx)

### **LILIANA ROMERO GUZMÁN\***

Universidad Autónoma de México, México. ORCID: 0000-0003-1495-9856

Correo electrónico: [lromerog@uaemex.mx](mailto:lromerog@uaemex.mx)

\*Autor de correspondencia

Recepción: 20 de octubre de 2023 Aceptación: 21 de marzo de 2024

## **RESUMEN**

Este artículo tiene como objetivo destacar mejoras en el diseño de fogones tradicionales para disminuir los efectos perjudiciales en la salud de las mujeres que preparan alimentos en áreas rurales. El estudio se llevó a cabo en San José del Rincón, Estado de México, elegido por su marginalidad y la persistencia de prácticas culinarias tradicionales. La metodología incluyó un enfoque etnográfico, con visitas de campo para explorar el uso y el tipo de fogones tradicionales. La investigación condujo al diseño y la construcción de prototipos de fogones que consideran reducir la exposición a humos nocivos y mejorar la ergonomía en su uso. Este trabajo contribuye significativamente a la disciplina del diseño sostenible, particularmente en el contexto de comunidades rurales con prácticas culinarias tradicionales. Al integrar consideraciones de género y salud en el diseño de fogones, este estudio no solo aborda un problema ambiental y de salud, sino también

resalta la importancia de considerar el impacto social y cultural de las soluciones tecnológicas, además de proporcionar una base importante para futuras investigaciones sobre cómo la innovación en el diseño puede mejorar la calidad de vida de poblaciones vulnerables.

Palabras clave: fogón de leña, mujeres en pobreza, problemas de salud por CO, género, diseño de fogón

## **ABSTRACT**

This article aims to highlight improvements in the design of traditional stoves to reduce the harmful effects on the health of women who prepare food in rural areas. The study was carried out in San José del Rincón, State of Mexico, chosen for its marginality and the persistence of traditional culinary practices. The methodology included an ethnographic approach, with field visits to explore the use and type of traditional



stoves. The research led to the design and construction of prototypes of stoves that consider reducing exposure to harmful smoke and improving ergonomics in their use. This work contributes significantly to the discipline of sustainable design, particularly in the context of rural communities with traditional culinary practices. By integrating gender and health considerations into stove design, this study not only addresses an environmental and health issue but also highlights the importance of considering the social and cultural impact of technological solutions, as well as providing an important foundation for future research on how design innovation can improve the quality of life of vulnerable populations.

Keywords: wood stove, poor women, CO health problems, gender, stove design

## INTRODUCCIÓN

En México, la población en situación de pobreza rebasa los 46.8 millones de personas (CONEVAL, 2022), respecto de una población total de 126 millones de mexicanos; esta población con algún tipo de pobreza ni siquiera se ha beneficiado del restringido crecimiento económico (PIB) del resto del país, que apenas ha sido cercano al 2.8% anual, durante décadas.

Estos datos fríos contrastan con la riqueza cultural que por milenios han traído consigo el fogón, los utensilios, las vasijas y los ingredientes culinarios que giran en torno a él, dentro de tradiciones que se han conservado a través de la incursión de las mujeres mexicanas dentro de las culturas populares, así como en la valoración y la consecuente conservación por las distintas capas sociales que han apreciado la gastronomía patrimonial y ancestral de México. Tal valoración ahora se considera herencia de carácter mundial, inscrita en 2010 en la Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad (UNESCO, 2010), y que ha sido perpetuada por miles de mujeres mexicanas, muchas del medio rural.

Sin embargo, este legado se ve amenazado por las condiciones de vida en áreas rurales, particularmente en el Estado de México, donde la pobre-

za afecta a más del 42.7% de la población, y un porcentaje significativo (26.8%) vive en pobreza extrema (CONEVAL, 2018).

Este estudio se enfoca en San José del Rincón, un municipio caracterizado por alta marginalidad y población mayoritariamente mazahua, la más numerosa del Estado de México. La investigación<sup>1</sup> parte de la premisa de que los fogones, cocinas de humo, braceros, cocinas rústicas o *tlecuiles*, que utilizan leña como principal fuente de energía seguirán siendo una constante a corto y mediano plazos, debido a la falta de alternativas energéticas y empleo en la región.

En 2020, el grado de marginación del municipio era considerado *alto*, de acuerdo con la Secretaría del Bienestar (2022). A la tradición centenaria sobre el consumo de madera para cocción y resultado del tipo de flora circundante, su uso enfrenta la mala distribución y aprovisionamiento de gas LP en extensas zonas rurales, que es irregular y costoso para la familia rural promedio debido a los largos recorridos de transportación, consecuencia de la alta dispersión de vivienda en el campo.

El acceso de estas familias a mejores niveles de empleo tampoco se vislumbra: de la cifra total de 17,705 de viviendas de este municipio, 13,913 hogares son los que utilizan carbón o leña para cocinar (SEDESOL, 2010), en parte como resultado de su ubicación en una zona boscosa y montañosa<sup>2</sup> (figura 1). Esto, sumado a la tradición del uso de la leña y la dificultad en el acceso a otros combustibles como el gas LP, lo cual plantea serios desafíos para la salud y bienestar de la población, particularmente de mujeres, que han perpetuado sus roles sociales históricos y niños, quienes están expuestos a los efectos nocivos del humo.

1. La investigación en proceso se denomina “Diseño e implementación de tecnologías sostenibles para reducir la pobreza extrema de las mujeres rurales mexicanas”, con registro CONACYT clave 540-UAEM-SIEA 4088/2016C; su objetivo es proponer el diseño y la implementación de tecnologías sostenibles que provean energía a las mujeres rurales, a fin de contribuir con la reducción de la pobreza extrema.
2. La zona boscosa representa el clima local, que es templado subhúmedo, con lluvias en verano; la temperatura anual varía entre los 12° C y los 18° C, con mínimas de hasta 2° C y máximas de 28° C durante los meses de abril y marzo, según INEGI.

**FIGURA 1**

Localización del municipio de San José del Rincón,  
Estado de México



**Fuente:** Data México (2023).

Lo anterior identifica este trabajo desde la perspectiva de género como un aporte para el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad, incluida la salud, de la población femenina e infantil en situación de pobreza, ya que provoca que sean justamente las mujeres y los niños quienes pasan la “mayor parte del tiempo en la cocina, y por lo tanto, son quienes se ven más afectados por enfermedades relacionadas con el humo de la leña, siendo 23% más alta esta afectación en las mujeres y 10% en los niños” (Romieu citado en Cumana *et al.*, 2013:13). A pesar de las enfermedades causadas por la inhalación del humo, el fogón de leña es el preferido por las mujeres, por sus costumbres, simbolismos e identidad cultural.

Ante esta realidad, la investigación dirigida por académicos de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX) busca desarrollar el diseño de fogones más eficientes que reduzcan los efectos nocivos, abordando el problema desde una perspectiva de género y contribuyendo al mejoramiento de las condiciones de vida de estas comunidades.

## PROBLEMÁTICA

San José del Rincón y sus rancherías aledañas presentan los índices más altos de rezago social de la entidad, pues encabeza la lista de municipios con mayor marginación durante el último lustro. Además, las mujeres, que pasan largas horas frente a los fogones de leña, cumpliendo funciones históricas de alimentadoras y amas de casa, sufren los mayores impactos en su salud, debido a la inhalación de humos tóxicos. Estas condiciones se agravan por la carencia de acceso a necesidades básicas, como educación, salud y servicios públicos, lo que contribuye a la perpetuación del ciclo de pobreza y marginación en la región.

Según CONEVAL (2016), el 93,5% de las mujeres rurales no tiene acceso a necesidades básicas como la educación, salud y seguridad social, entre otros satisfactores. Las estadísticas de SEDESOL (2010) muestran, entre otros indicadores, que en San José del Rincón el 22% del total de viviendas de este presenta techos endebles, el 80.18% emplea leña y carbón para cocción, el 39.34% carece de agua entubada y, el 18.06% no cuenta con sanitario (SEDESOL, 2010), lo que le lo categoriza como municipio de alta marginación.

En algunos municipios rurales, el limitado acceso de las mujeres a nuevas fuentes de empleo las obliga a realizar actividades remuneradas, como la venta de alimentos a turistas o la elaboración de algunas artesanías. Las mujeres que ofrecen comida tradicional mexicana, como quesadillas, tlacoyos, tacos y demás platillos, en sitios turísticos no urbanos, lo hacen en condiciones parecidas a sus viviendas; es decir, en una choza con fogones de leña. La persistencia de estas prácticas, tanto en hogares como en establecimientos turísticos, presenta un desafío para la salud y el bienestar de las mujeres en contextos rurales.

Unido a lo anterior, la estructura patriarcal de muchas de estas comunidades rurales dificulta la implementación de medidas que promuevan la igualdad de género y el acceso equitativo a recursos y oportunidades. En el municipio se observa la relativa ausencia temporal de patriarcas exigentes, que suelen demandar variedad y complejidad en los alimentos de mucha elaboración. Tal situación se debe a los fuertes movimientos

migratorios de ellos, estacionales o temporalmente extensos. Además, actualmente hay una creciente merma en los importantes tiempos de transportación de los hombres hacia sus fuentes de empleo. Comparativamente con el porcentaje de empleo femenino, el masculino es superior en más de cuatro veces (UNESCO, 2010).

En este contexto, el fogón de leña no solo representa un riesgo para la salud de las mujeres, sino también simboliza la perpetuación de roles de género tradicionales y la subordinación de las mujeres en la esfera doméstica.

Por lo tanto, es fundamental abordar la problemática de la transición de las cocinas de humo desde una perspectiva integral que no solo considere los aspectos socioeconómicos y culturales, sino también promueva soluciones que empoderen a las mujeres y fomenten la equidad de género en las comunidades rurales. Este enfoque integral se refleja en el objetivo de este artículo, que es mostrar los resultados de observaciones, modificaciones y mediciones realizadas en torno al fogón tradicional y a prototipos mejorados, basados en energía obtenida a partir de leña, en viviendas rurales en extrema pobreza y en algunos sitios turísticos que ofrecen comida tradicional, destacando así la importancia de combinar la innovación tecnológica con el respeto y la revitalización de las tradiciones culturales.

## MARCO TEÓRICO

El arraigo histórico de las mujeres a las tareas de alimentación y crianza, en situaciones de pobreza en el medio rural, refuerza la permanencia de roles de género, dadas las condiciones de bajo alfabetismo, confinamiento y reproducción de estereotipos; según Lamas (2002), el género se configura mediante un conjunto de ideas, representaciones, prácticas y prescripciones sociales que se elaboran a partir de la diferencia anatómica entre los sexos.

En términos de la aplicación de teorías del feminismo a este estudio, se parte de la propia condición de eje transversal de los estudios de

género, que es tangencial a todas las ciencias sociales; es decir, a lo largo de este artículo se adicionan criterios que buscan mayores condiciones de equidad, aunque los enfoques como este —dentro del contexto social y marginal que se describe aquí— implica riesgos sobre cómo dirimir entre la idea de justicia social y conservar simultáneamente, las citadas ataduras de género —sin promoverlas— ligadas a creencias y tradiciones ancestrales: “Este es el primer rasgo que identifica como ambivalente la tendencia de cambio social relativa a la implantación del proceso de transversalidad de género” (Martínez, 2013: 112).

Por tanto, el género es lo que la sociedad considera “propio” de los hombres y “propio” de las mujeres y, por ende, lo propio de las mujeres del campo es atender largas jornadas dentro de las cocinas de humo, fogones o *tlecuiles*.

A lo anterior se suman otros aspectos culturales, como el aspecto simbólico del fuego, según afirman Vizcarra, Lutz y Ramírez (2013): cuando nace una niña mazahua, el cordón umbilical se entierra en el fogón, lo que simboliza la primera y más importante asignación del sexo femenino: el mantenimiento del calor, el cuidado de los demás; la unión, el sustento alimenticio y el amor de la familia.

De tal forma, se ata el destino de las mujeres a una costumbre indígena que no es muy distinta del resto de las sociedades; el trabajo doméstico no remunerado, o lo que es llamado trabajo reproductivo. Estas prácticas culturales, arraigadas desde la infancia y reforzadas por la educación formal y las tradiciones, contribuyen a la exclusión de las mujeres en otros ámbitos sociales y económicos.

Una vez constituidos los roles sociales para mujeres y varones en cualquier sociedad y en cualquier época, estos se consolidan permanentemente, ya que refrendan los esquemas y valoraciones de género (Lamas, 2014).

Por otra parte, es en las áreas marginales donde más difícilmente se instaura la noción de complementariedad genérica. Esto se debe, en parte, a un contexto de machismo prevaleciente en el México actual, donde los varones no están dis-

puestos a ceder el control androcéntrico que, en zonas de alta composición poblacional mazahua, se ha venido fortaleciendo por lazos familiares, donde el paterfamilias robustece sus controles dadas las características de hacinamiento, que representan el 46.86% (SEDESOL, 2010) en las viviendas de la región.

En estas comunidades, el liderazgo tiende a ser ejercido por figuras masculinas socialmente icónicas, como mayordomos de parroquias, comerciantes y delegados o comisarios ejidales, quienes se encargan de fomentar esa visión patriarcal de la vida rural.

Es común encontrar que en poblados y rancherías del municipio se encuentran viviendo grupos de familias nucleares emparentadas por línea paterna (González, 2000), donde los caracteres físico-geográficos, más que los barrios, dan pie a la organización social y “la relación entre el topónimo del paraje (...) se manifiesta incluso en las comunidades de tradición más erosionada” (González, 2000: 128).

Además, la organización y los nombres del espacio, como llanos, ojos de agua, mesas, refieren el sentido de organización y dispersión poblacional de este territorio, se otorga bajo controles familiares o paternos, lo que fortalece los conceptos sobre la masculinidad tradicional, de suerte que se arraiga la permanencia de estereotipos androcéntricos, desde la misma manera de nombrar a una ranchería, hasta definir el funcionamiento para la preparación de alimentos dentro del entorno familiar.

Dicho en otros términos, esta investigación no pretende proponer mecanismos de empoderamiento de la mujer de zonas rurales dejando el uso de su tiempo a otras tareas que les permitan avanzar en la ocupación de dicho tiempo para dedicarlo a otras actividades de crecimiento personal, de modo que se le otorguen mayores niveles de independencia y libertad de acción.

Por el contrario, su situación es resultado de tales tradiciones dentro de las que sobresale el concepto genérico de “madre alimentadora”. Este es el rol donde la división sexual del trabajo doméstico implica, entre otras distorsiones —observadas desde un contexto urbano y moderno—,

“privilegiar la alimentación de los varones, esto es, darles de comer primero y/o mejor” (Pelcastre *et al.*, 2006: 496) y marcar de esta manera límites infranqueables dentro de las rutinas establecidas para cada sexo: la “división sexual del trabajo y de los papeles del género, lo que significa dejar de considerarlos como si fueran ‘datos’ o hechos ‘naturales’ para comprenderlos como resultado de determinadas relaciones sociales que les dan sentido y funcionalidad” (Pelcastre, *et al.*, 2006: 491), todo ello situado dentro del contexto tanto de pobreza como de pobreza extrema en el ámbito rural y os sitios turísticos también rurales.

Así, el constructo social de madre alimentadora se actúa permanentemente o, en palabras de Judith Butler (2007), se *performatiza* de modo continuo dentro de estereotipos y predeterminismos de género cuasiinvariables, aunque el panorama general de la injusticia en la entidad impone desnaturalizar tales roles y estereotipos, tarea por lo demás compleja y extensa en cualquier tiempo.

La cocina, en este contexto, no es solo un lugar físico, sino también un dominio cultural que refleja las dinámicas de poder y género dentro de la comunidad. En este sentido, el concepto “cocina de humo”, alude a un espacio externo al área de dormir dentro de estas pequeñas casas, o bien, a modo de un apéndice externo de la vivienda rural que actualmente tiende a desaparecer, en diferentes municipios con composición de etnia mayoritaria. Este riesgo de pérdida patrimonial se adiciona a la erosión del concepto gastronómico ancestral de milpa-cocina (UNESCO, 2010), como unidad alimentaria y cultural.

Las razones de dichas pérdidas son variadas, desde el acceso de la población rural a alimentos preelaborados hasta el uso de artefactos y electrodomésticos que facilitan las tareas culinarias. Además, se han incorporado espacios y muebles para sentarse a comer. En conjunto, todos estos factores han abonado a disminuir el uso de la cocina de humo.

En una investigación previa a la presente, se documentó este tipo de espacios y se mostró que, en Jilotzingo, Oztolotepec y otros municipios con fuerte presencia étnica ubicados al norte de Toluca, Estado de México, este tipo de espacios ya fue sustituido por pequeñas bodegas o han sido

abandonados, resultado también de que la transmisión de conocimientos gastronómicos de abuelas y madres a nietas o hijas ha sido interrumpida o, al menos, disminuida por la educación formal o alternativas de trabajo extrafamiliar de las jóvenes.

La cocina de humo hasta hace poco era un espacio de confinamiento para la mujer, pero en sentido de jerarquía familiar, la empoderó: donde las amas de casa dotadas de destrezas culinarias y resultado de los largos tiempos de permanencia en dichos espacios les permitieron hacerse de un respeto de tipo matriarcal, pero solo al interior de la cocina de humo; todo ello, en detrimento de la salud respiratoria de este reducido número de “matriarcas”.

Esta ambivalencia en el caso particular de un diseño —resumido en este artículo— que busca mejorar el fogón es, por un lado, la permanencia de las mujeres en sus roles sociales históricos y, por otro, la dificultad de modificar tales condiciones sociales actuales; este estudio enfila su dirección hacia la mejora de la salud de estas mujeres en pobreza, haciendo más eficiente la cantidad de madera necesaria y un funcionamiento más adecuado de los fogones mejorados de los que existentes actualmente.

Sin duda, estas transformaciones impactan en la dinámica social, económica y cultural de las comunidades rurales, en especial en aquellas que se encuentran en situaciones de pobreza extrema y revelan un panorama complejo donde la tecnología, la cultura, y los roles de género se intersectan, por lo que ofrecen un campo fértil para proponer soluciones tecnológicas que pueden coexistir con la preservación de identidades culturales en el mundo actual.

## METODOLOGÍA

El enfoque de esta investigación estuvo basado en la etnografía, considerada un método de estudio cualitativo, caracterizado por el estudio detallado y comprensivo de culturas, prácticas y rituales, y las interacciones cotidianas de las personas dentro de sus contextos naturales.

El objetivo de realizar una investigación de tipo etnográfico fue desarrollar y evaluar prototipos de estufas eficientes de leña que sean cultural y ambientalmente aceptables y seguras para las comunidades rurales. Este estudio busca comprender en profundidad las prácticas cotidianas, las necesidades y las condiciones de vida de las poblaciones rurales, en especial en lo que respecta al uso de fogones tradicionales para la preparación de alimentos. A través de este enfoque etnográfico, se consideraron las siguientes fases:

### 1. CONTEXTUALIZAR EL PROBLEMA

Se comienza con una revisión bibliográfica y de campo para entender el estado actual del uso de estufas de leña; mediante ella se identifican las necesidades específicas y los desafíos enfrentados por las comunidades en San José del Rincón, Estado de México.

#### • Preparación y revisión bibliográfica

Se inició con una revisión bibliográfica; en ella se destaca la búsqueda del concepto “estufas eficientes de leña”, algunas de las cuales se construyeron por programas asistenciales gubernamentales, ONG; asimismo, fue relevante la información aportada por los autores Cumana *et al.* (2013); por otra parte, los prototipos de Guatemala consultados en manuales y proceso constructivos fue de gran ayuda (UVGA, 2010); se tuvo información proveniente del Centro de Investigación de Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y de la Unidad de Ecotecnologías, también de la UNAM, así como de los estudios realizados por Romieu, *et al.* (2009), sobre estudios de biomasa en poblaciones michoacanas.

De este modo, se analizaron prototipos existentes, como es el caso de la estufa Patsari.<sup>3</sup> Se revisaron igualmente opciones de mejoramiento.

3. El uso de la estufa Patsari se asoció significativamente con reducción de los síntomas y disminución de la función pulmonar comparable al abandono del hábito de fumar, según la investigación citada de Romieu (2009); otro fogón similar es la llamada estufa Lorena, que también cuenta con tres comales.

- *Acercamiento y comprensión profunda de la comunidad*

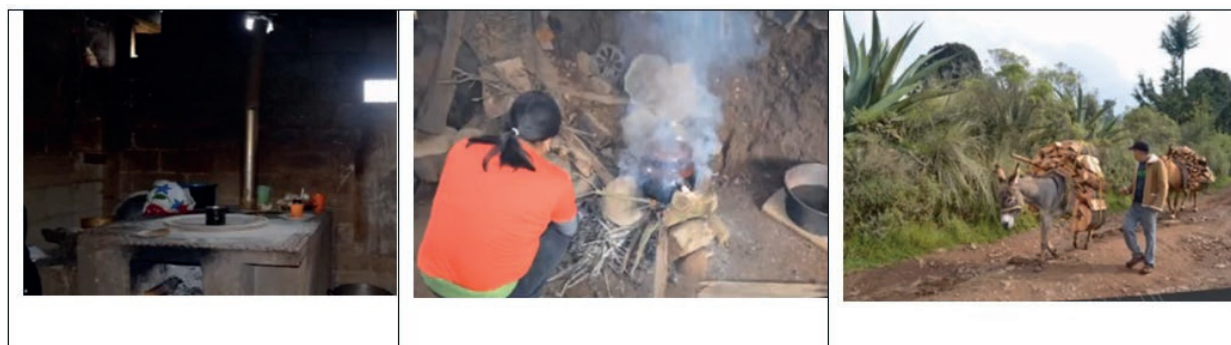
Se seleccionaron las poblaciones rurales en San José del Rincón para el estudio etnográfico; se realizaron ocho visitas de campo,<sup>4</sup> en las cuales se exploraron ciertas características relativas a los fogones —mediante dieciséis entrevistas semiestructuradas aplicadas en agosto de 2016—, para obtener un panorama general sobre ciertas condiciones de habitabilidad, conductas, sanidad, datos sobre procesos de elaboración de la comida, tiempos dedicados a tareas domésticas y abasto, así como sobre el consumo y las dificultades en el suministro de la leña y otros combustibles. Se indagó, asimismo, sobre el traslado del agua para consumo humano, materiales constructivos de las viviendas y en particular, sobre las cocinas y otros aspectos de la vida cotidiana de estas comunidades campesinas (figura 2).

Las aproximaciones sucesivas requeridas por una investigación mixta, entre el método empírico-analítico<sup>5</sup> propuesto por Radrigan (2005) y sobre las subjetividades de las construcciones socioculturales asociadas al género, marcan el enfoque dual, pero multidisciplinario de esta indagatoria; es decir, aspectos cualitativos y descriptivos que también buscan dar visibilidad a las injustas situaciones en los procesos alimentarios y a las propias condiciones de mujeres vulnerables y discriminadas.

El foco de observación se centró en las entrevistas a mujeres que realizaban tareas de preparación de alimentos en esos hogares o en sitios turísticos en los que se consumiera leña y se contara con un fogón tradicional —dentro de un espacio específico—, además de ser viviendas en situación de pobreza y con dos tipos de techumbre: las que permitieran la salida de humos a través de

FIGURA 2

Condiciones de cocinas y aspectos de la vida cotidiana de San José del Rincón



**Fuente:** Acervo fotográfico de Héctor Serrano Barquín.

4. En este artículo se incluye el estudio etnográfico realizado mediante ocho visitas de campo en estas poblaciones mexiquenses (que están transcritas) y faltarán las respectivas para la futura medición de emisiones de los prototipos ya concluidos en su totalidad. Sin embargo, para la investigación general también se hicieron visitas a poblaciones en extrema pobreza en los municipios de Ocosingo, Chiapas y en San Luis y San Cristóbal Amatitlán, así como San Simón Almolonga, al sur de Oaxaca, que en total representan más de 25 entrevistas (diez de las cuales están transcritas y disponibles), así como visitas de acercamiento a la problemática y los contextos. En total, nueve investigadores de cuatro cuerpos académicos documentaron y sistematizaron información.

5. Este método se desprende de un modelo de investigación basado en la experimentación y la lógica empírica que, junto a la observación de fenómenos y su análisis estadístico, es autocorrectivo y progresivo; es decir, llevando a cabo el experimento o los experimentos planteados. Por lo tanto, los datos empíricos son extraídos de las pruebas acertadas y los errores; es decir, de experiencias resultantes.

una cubierta de losa; es decir, en forma vertical y otras viviendas con techos endebles, para programar en ellas salida de humo horizontal.

Una última premisa es la referente al uso de la leña. A pesar de ser poco recomendable en términos ambientales, las razones expuestas en las entrevistas realizadas en campo reflejan la propia concepción cultural de los pobladores, desde quienes coinciden en que las tortillas saben mejor cocinadas en comal de leña por el sabor que queda en el maíz cocido, o la permanente posibilidad de hacer colecta familiar de varas, ramas y troncos de árboles secos de los alrededores. Esto les resulta viable y fácil, lo cual no genera deforestación.

En este punto, cabe aclarar que la mayoría de las mujeres entrevistadas comentaron que la tala de bosques la realizan grandes compañías, a las cuales seguramente no las sancionan, ya que continúan con sus actividades. Este resultado surge de la barrera de factores económicos que les impiden la adquisición de otros combustibles.

La mezcla de datos duros se basa en ciertas técnicas de medición de emisiones de monóxido de carbono (CO),<sup>6</sup> y se tiene un panorama que aglutina aspectos cuantitativos y cualitativos que buscan el mejoramiento y la reducción de emanaciones en los procesos de preparación de alimentos. El enfoque metodológico se inició a partir de un análisis comparativo entre diversos fogones —principalmente mediante tres modelos ya funcionando— que se han desarrollado en el Estado de México, todos en ambientes rurales.

## 2. DESARROLLO Y EXPERIMENTACIÓN CON SOLUCIONES INNOVADORAS

A través del diseño, la construcción y la evaluación de varios prototipos de estufas de leña, financiados y apoyados por instituciones académicas y científicas, se busca experimentar con diferentes tecnologías para mejorar la eficiencia

de la combustión, reducir las emisiones nocivas y mejorar la seguridad y comodidad en su uso.

- *Se experimentó in situ mediante cuatro prototipos y una variante*<sup>7</sup>

—construidos expreso para esta investigación y financiados por el CONACYT— a una escala real, en los cuales se examinaron distintas cámaras de combustión, entradas de leña, eficiencia de los conductos, componentes empleados y la salida de humo, tanto en sentido horizontal como en sentido vertical, hacia el exterior; así como la mencionada compatibilidad cultural o la contextualización del diseño con la idiosincrasia local.

Así, el primer modelo se construyó durante el mes de junio de 2017, y se realizó con bloques de tierra comprimida (BTC) en las instalaciones de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAE-MEX, en la ciudad de Toluca, México. Más tarde, en mayo de 2018, se realizó un segundo prototipo dentro de las mismas instalaciones, a partir de tabique rojo recocido dentro de un espacio cubierto y cerrado, con poca ventilación, que permitiera hacer mediciones de gases tóxicos más precisas —y con circunstancias similares a las de una vivienda del área de estudio—; fue ahí donde se recibió el apoyo en recursos humanos, equipo y *software* de la Universidad de Cranfield, Reino Unido, con la cual previamente se estableció un convenio institucional.<sup>8</sup> Dos investigadores estuvieron al frente del equipo de colaboradores ingleses, buscando el cumplimiento de la norma del Reino Unido en términos de valor permisible para la concentración de CO, y de acuerdo con

6. Este gas es altamente tóxico, y puede causar la muerte cuando se respira con niveles elevados; se produce por combustión deficiente, en este caso, de leña.

7. En realidad, se trata de cuatro diseños o modelos de fogones: un primer prototipo construido con adobe, el segundo, que experimentó otros mecanismos de extracción y combustión, así como modificaciones a la ergonomía y realizado en tabique cocido; un tercer prototipo se construyó en dos viviendas de la comunidad seleccionada, con dos variantes del tiro y techumbre, y en el momento de escribir este artículo se está terminando un cuarto prototipo, y se está probando en las instalaciones de la Universidad de Cranfield, con las modificaciones propias en materiales y técnicas inglesas, pero que tendrá las mejores condiciones de medición por infraestructura y equipo. Se excluyen de esta descripción ocho modelos que solo fueron realizados en papel.

8. El convenio de referencia se estableció en 2016, y cubrió también investigaciones y experimentos relativos a la potabilización y el transporte de agua potable, en las mismas localidades seleccionadas.



la Norma Oficial Mexicana, NOM-021-SSA1-1993.<sup>9</sup> Este equipo, dentro de sus instalaciones en Reino Unido, realiza el cuarto prototipo, cuyo principal cambio se da en la utilización de solo dos comales —en vez de tres usualmente utilizados—, justamente alineados en un solo eje para encontrar una salida más directa hacia el tiro y al exterior (figura 3).

**FIGURA 3**

Prototipo de estufa de leña diseñado por investigadores de la Universidad de Cranfield



**Fuente:** Acervo fotográfico de Héctor Serrano Barquín.

Pasando a las fases experimentales del diseño en comento, tanto el primer prototipo de BTC realizado en 2017 como el que se presentó en el mes mayo siguiente, como se aclaró antes, no resultan del todo sustentables<sup>10</sup> por la utilización de ramajes secos,

varas de arbustos y otros tipos de leña, las que no necesariamente implican deforestación, aunque en ocasiones también se dispone de árboles viejos como fuente de energía. La mencionada leña o los maderos se asumen como los combustibles más abundantes en las áreas campestres de esta región mexiquense. Cabe aclarar que para las mediciones de los prototipos se usaron encino y “escoba china” por separado y mezclando las maderas (al 50% cada una) y analizando resultados en cada prueba de 2 kg por quema. A estas circunstancias se añade que tampoco resulta ideal la utilización del tabique recocido para estos fogones o cocinas por su proceso de combustión que contamina el aire.

Por lo anterior, esta investigación se centra en la conservación del calor derivado de dicha combustión —evitando mayor consumo de combustible natural y preservando esas altas temperaturas, aún apagada la leña, conveniente en climas templados como este—, así como en la reducción significativa de la emisión de gases nocivos dentro de las viviendas campesinas con mayores índices de pobreza, mediante comales metálicos relativamente herméticos, que es el centro del diseño que se presenta como uno de los avances logrados y se detallará en la parte final de este artículo.

Cabe aclarar, por lo anterior, que en los cuatro prototipos desarrollados se propugna la disminución de gases que han afectado a la población, mayoritariamente femenina, en aspectos de salud, dada la incidencia de enfisema pulmonar, afecciones de las vías respiratorias y de tipo ocular<sup>11</sup> de quienes se han expuesto por generaciones, a la emisión de dichos contaminantes del aire de forma directa, continua y por tiempo prolongado.

9. Este criterio es básico para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO), en lo que respecta a salud ambiental. Por su parte, la norma inglesa (British Standard BS EN 50291), indica el valor permisible para la concentración de CO en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

10. Entendido el término “sustentables” como un proceso de desarrollo equilibrado desde los puntos de vista social y económico y su interacción con el ambiente (López et al., 2015).

11. Uno de los testimonios textuales de la señora Mary en su entrevista es: “pues sí justamente perjudica el humo, perjudica el humo, ahorita por ejemplo no tengo leña buena como eso es “baraña” y está mojado y es lógico que se llena de humo, pues sí es lo que yo creo también que me perjudicó también la vista” (a la problemática del acarreo de leña que suele llevarles medio día, se añade la circunstancia de que más de seis meses al año se presentan lluvias, lo que en ocasiones no permite contar con leña seca).

### 3. EVALUACIÓN BASADA EN LA COMUNIDAD

Observar y recoger datos en el contexto real de uso permite evaluar la efectividad, la aceptación y la viabilidad cultural de los prototipos desarrollados, comparándolos con los fogones tradicionales. Este paso es crucial para asegurar que las soluciones propuestas se alineen con las prácticas, necesidades y expectativas de las comunidades.

- *Otras dos variantes de prototipos se realizaron en el mes de octubre de 2018, que tuvieron la pretensión de superar a los primeros y fueron construidos en las comunidades de Guarda San Antonio Plaza de Gallos, barrio Loma Bonita y Jaltepec del municipio de San José del Rincón; que también en ellos se experimentaron mejoras a partir de la comparación y la confrontación de resultados que se muestran más adelante. Como punto final de la metodología se relacionan a continuación las prioridades de diseño de los fogones desarrollados.*

Las propuestas de diseño contenidas en los cuatro prototipos construidos se basaron en: 1) atender y minimizar la exposición a gases tóxicos, desde la abertura donde se coloca la leña, 2) buscar alternativas de comales de cerrado relativamente hermético, 3) evitar la salida de humos en los comales y dentro de todos los componentes del fogón y reducir las partículas de materia (PM), con el fin de acercar el prototipo a niveles aceptables de las normas internacionales y nacionales, 4) canalizar de la manera más eficiente la salida al exterior de gases, evitando cambios de dirección en los humos, 5) adicionar una tapa o “capuchón” que cubra las emanaciones en la entrada de la cámara de combustión y buscar una expresión de diseño que culturalmente sea compatible con usos y costumbres locales y, conservar el calor que produce la combustión interna del material maderable para reducir consumos adicionales y, verificando condiciones ergonómicas de los diseños.

Estas propuestas buscan ofrecer soluciones prácticas y amigables que mejoren la calidad de vida de las comunidades rurales, teniendo en cuenta tanto los aspectos técnicos como los socioculturales.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer prototipo construido en BTC mediante los recursos de financiamiento del CONACYT (Ilustración 4), se observó que el hueco entre el comal metálico rectangular y los muros que lo contienen emanaba gases, no obstante que el humo salía correctamente por el tiro construido en el mismo material y que la cámara de combustión y de colocación de la leña estaba sobre una parrilla de varillas con una pequeña puerta que cierra herméticamente.

El bloque empleado en este prototipo y que, como se refirió, es más sustentable que el tabique cocido, resultó frágil y poco resistente en las áreas de altas temperaturas, lo que ocasionó desmoronamientos, especialmente al mover las piezas metálicas durante la cocción. El diseño del tiro y la garganta permitió la eficiente extracción de emanaciones, pero, al cuantificar costos, este primer prototipo resultó el más caro y el de mayor volumen<sup>12</sup>.

**FIGURA 4**

Prototipo 1 de estufa de leña



**Fuente:** Acervo fotográfico de Héctor Serrano Barquín.

Por las razones expuestas, se propuso el segundo prototipo a partir de las siguientes premisas: se decidió construirlo con tabique cocido e incorporar las ventajas de la estufa denominada Patsari, que cuenta con las fortalezas de tener larga experiencia y variantes en diferentes regiones; a dichas variantes se adicionó una rejilla inferior

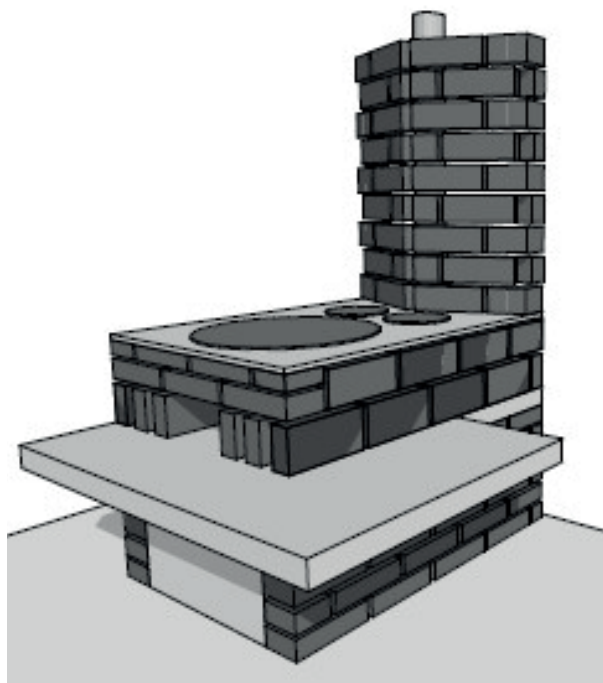
12. En el primer prototipo participó el doctor Ramón Gutiérrez Martínez proporcionando el material de BTC.

a la leña para ventilación, se suprimió el mecanismo de trampa de chimenea, se buscó desarrollar un *comal* - *tapa* metálico que cerraba con una contraparte con rosca —buscando que fuese hermético—; se forró el tubo metálico del tiro original en galvanizado con una capa triangular de tabique aparente para evitar que se remueva para otro uso (figura 5).

Asimismo, se alargó una pequeña losa de concreto para habilitarla como mesa para realizar otras tareas del preparado de alimentos y colocar ahí prensa de tortillas y molcajete o metate. Se adicionó también el mencionado capuchón metálico, deslizante en sentido vertical, que, cuando se resbala hacia abajo, cubre una buena parte de los leños, los que, en la mayoría de los prototipos analizados, se dejan al descubierto al situarse su extremo al exterior; es decir, en la “boca” del fogón.

**FIGURA 5**

Prototipo 2 de estufa de leña



**Fuente:** Acervo fotográfico de Liliana Romero Guzmán.

En la parte cultural y estética se buscó que este diseño no impactara negativamente como otros fogones, como la *Ecostufa*, realizada totalmente en metal. La presión generada dentro de la pri-

mera cámara de combustión —medida en las unidades llamadas pascales—, que es la mayor de las tres, fue superior a la esperada, y dejó una menor presión en la salida final del tiro, en el exterior; una primera conclusión es que, si bien se logró una relativa reducción de contaminantes, se debía reducir la presión en dicha cámara. En lo que respecta al *comal* - *tapa* se ensayaron, antes de la construcción del fogón, diversos mecanismos metálicos de rosca de modo que los tres comales se desarrollaran en el taller de metales de la mencionada facultad, cuidando el cierre hermético. Dado que las altas temperaturas en los comales dilataron rosca y contra rosca, al requerir espacios necesarios para la dilatación se perdía el requerimiento de hermeticidad; este cierre falló, pero se logró insertar los comales en la revoltura fresca, haciéndolos girar, por lo que se elaboraron nuevos comales solamente con una especie de una pequeña saliente curvada o “volado” a su periferia, con el propósito de evitar un flujo más directo de los humos hacia el interior de la casa y conseguir que la mayoría de ellos se canalizara hacia la salida del tiro y, finalmente, al exterior de la vivienda.

El tercer prototipo prácticamente no tuvo adiciones, sino su requerimiento principal consistió en que fuese edificado en la comunidad seleccionada y dentro de una vivienda rural representativa. Se interactuó con la usuaria, y se logró expulsar las emanaciones de forma totalmente vertical y directa hacia arriba de la techumbre, por lo que se procedió a la lectura de mediciones. Una variante respecto del anterior prototipo fue la disminución en la altura del *comal* mayor, para dar un mejor ajuste a las condiciones ergonómicas (figura 6).

**FIGURA 6**

Prototipo 3 de estufa de leña construido *in situ*



**Fuente:** Acervo fotográfico de Héctor Serrano Barquín.

Basándose en el análisis comparativo y la evaluación de los prototipos, el estudio culmina con la formulación de recomendaciones de diseño que priorizan salud, seguridad, eficiencia y aceptación cultural. Estas propuestas buscan ofrecer soluciones prácticas y sostenibles que mejoren la calidad de vida de las comunidades rurales, teniendo en cuenta tanto los aspectos técnicos como los socioculturales.

## CONCLUSIONES

De lo que se desprende de las aproximaciones de diseño y construcción de los modelos de fogón de leña para mujeres en extrema pobreza que cocinan para su familia o para turistas, se enfrenta una disyuntiva en cuanto a la mejora de salud, al

reducir sensiblemente las emisiones de humos y partículas dañinas.

Sin embargo, se continúan usos y costumbres marcados por las inequidades de género y las ataduras derivadas del estereotipo de madres alimentadoras. Estos diseños, aplicables a distintos contextos y climas, sin duda, contribuirán a la construcción de entornos más habitables, pero se reconocen las severas limitaciones para lograr el empoderamiento de estas mujeres dentro de las condiciones socioeconómicas que se viven en este municipio de San José del Rincón, Estado de México.

Se propone que los programas asistenciales a estas poblaciones y las dependencias gubernamentales que distribuyen cocinas como la *Ecostufa*<sup>13</sup> deberían considerar propuestas de los prototipos dos y tres—accesibles, aunque no baratas—, que se adaptan al entorno popular y mejoran las condiciones actuales y futuras de mujeres del medio rural que, en su caso, garantizarían mayor aceptación o apropiación de los fogones.

En conclusión, el desarrollo y la implementación de modelos de fogones de leña mejorados presentan una prometedora oportunidad para abordar tanto las preocupaciones de salud derivadas de las emisiones de humos como las desigualdades de género arraigadas en las comunidades rurales. Aunque estos diseños representan un paso significativo hacia entornos más saludables y habitables, queda claro que el cambio real requiere un enfoque integral que aborde las inequidades socioeconómicas subyacentes.

Es esencial reconocer que las soluciones tecnológicas por sí solas no pueden superar los desafíos estructurales que enfrentan las mujeres en extrema pobreza. Solo a través de un enfoque colaborativo y centrado en la comunidad se podrá trabajar por un futuro donde todas las mujeres, independientemente de su situación socioeconómica, tengan acceso a condiciones de vida dignas y seguras.

13. Se comentó el modelo *Ecostufa*, el que es totalmente metálico, lo que en principio tiene poca aceptación de tipo cultural, es un tanto frágil, al sostenerse en cuatro patas altas, delgadas e inestables, lo que puede provocar la caída de todo el fogón. Su principal ventaja es la conservación del calor de la leña, pero tampoco es económico.

## REFERENCIAS

- Butler, J. (2007). *El género en disputa: Feminismo y la subversión de la identidad*. Madrid: Paidós Ibérica.
- CONEVAL Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2016). Informe Evolución de la pobreza. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/salaprensa/comunicadosprensa/documents/comunicado-09-medicion-pobreza-2016.pdf>. Consultado: 30 de agosto de 2023.
- (2018). Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza-2018.aspx>, Consultado: 30 de agosto de 2023.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2022). Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx>, Consultado: 30 de agosto de 2023.
- Cumana, I., Gutiérrez J. P., Miranda, M. Masera, O. y Tavera A. (2013). *Estufas eficientes de leña*. México: Terracota/ UNAM.
- Data México (2023). San José del Rincón. Gobierno de México. Disponible en: <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/san-jose-del-rincon#population-and-housing>. Consultado: 18 de febrero de 2024.
- González Ortiz, F. (2000), La organización social de los mazahuas del Estado de México. *Ciencia Ergo Sum*, mayo de 2000, UAEM, México. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/104/10402003.pdf>. Consultado: 30 de agosto de 2023.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (s/f). Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P>. Consultado: 24 de septiembre de 2018.
- Lamas, M. (2002). *Cuerpo: Diferencia sexual y género*. México: Taurus.
- (2014). *Cuerpo, sexo y política*. México: Océano.
- López R., C. D., López H., E. S. y Ancona P., I. (2015). Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Horizonte Sanitario* (4) 2: 1-7. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/4578/457845044002.pdf>. Consultado: 19 de febrero de 2024.
- Martínez Boyé, Á. (2013). Tendencias globales de la transversalidad de género. *Barataria. Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*, (16), 107-122. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3221/322128810007.pdf>. Consultado: 30 de agosto de 2023.
- Pelcastre. B., Riquer, F., de León, V. Reyes, H., Gutiérrez, G. y Bronfman, M. (2006). ¿Qué se hace para no morir de hambre? Dinámicas domésticas y alimentación en la niñez en un área rural de extrema pobreza de México. *Salud Pública de México* 2006, vol. 48, núm. 6 (noviembre-diciembre). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10648607>. Consultado: 9 de octubre de 2018.
- Radrigan, M. (2005). Método empírico analítico. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion-cientifica/>. Consultado: 9 de octubre de 2018.
- Romieu, I.; Riojas, H.; Marrón A.T.; Schilman, A.; Pérez, R. Masera, O. (2009). Improved Biomass Stove Intervention in Rural Mexico: Impact on there Spiratory Health of Women. Estados Unidos de América: PubLMed – US National Library of Medicine. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19556519>. Consultado: 8 de octubre de 2018.
- Secretaría del Bienestar (2022). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022. Unidad de Planeación y Evaluación de Programas para el Desarrollo. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/699622/15\\_124\\_MEX\\_San\\_Jose\\_del\\_Rinco\\_n.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/699622/15_124_MEX_San_Jose_del_Rinco_n.pdf). Consultado: 19 de febrero de 2024.
- SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social (2010). Sistema de Apoyo para la Planeación, Unidad de Microrregiones. Disponible en: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/IndRezViv.aspx?ent=15&mun=124>. <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=15&mun=124>. Consultado: 12 de octubre de 2018.
- UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. Unidad de Ecotecnologías, Laboratorio de Bioenergía. (s/f). Disponible en: [www.oikos.unam.mx/Bioenergía/](http://www.oikos.unam.mx/Bioenergía/). Consultado: 14 de noviembre de 2017.
- UNESCO. Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2010). Disponible en: <https://ich.unesco.org/es/RL/la-cocina-tradicional-mexicana-cultura-comunitaria-ancestral-y-viva-el-paradigma-de-michoacan-00400>. Consultado: 4 de octubre de 2018.
- UVGA. Universidad del Valle de Guatemala Altiplano (2010). Estufas mejoradas. Disponible en: [http://www.altiplano.uvg.edu.gt/proyectos/cdr/practicac/2010/Estufas/estufas\\_tecnicos.pdf](http://www.altiplano.uvg.edu.gt/proyectos/cdr/practicac/2010/Estufas/estufas_tecnicos.pdf). Consultado: 21 de junio de 2018.
- Vizcarra-Bordi, Ivonne; Lutz, Bruno; Ramírez-Hernández, Roque (2013). El mismo fogón: migración y trabajo reproductivo femenino en comunidades mazahuas. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, vol. 20, núm. 61, enero-abril, 2013, pp. 193-218.