

San Luis Potosí, SLP., México del 10 al 14 de noviembre del 2025

CAPÍTULO 35. COCCIÓN EFICIENTE CON ENERGÍA SOLAR Y OLLAS TÉRMICAS

José Luis Di Laccio¹, Salvador Gil²

¹Departamento de Física, CENUR Litoral Norte, UdelaR, 50000, Salto, Uruguay.

²Escuela de Ciencia y Tecnología de la UNSAM-Buenos Aires, Argentina.

*José Luis Di Laccio, jdilaccio@gmail.com

RESUMEN

La cocción con combustibles sólidos continúa siendo una realidad cotidiana para millones de personas en el mundo, con consecuencias graves para la salud, el ambiente y la economía. El humo tóxico generado en los hogares deteriora la calidad del aire y está vinculado a más de 3,7 millones de muertes prematuras anuales. Además, la recolección intensiva de leña contribuye a la deforestación y al uso ineficiente de la energía, donde se pierde hasta el 90 % del contenido energético de la madera. Este trabajo propone una estrategia integrada basada en la combinación de tres tecnologías complementarias: *cocinas mejoradas* con chimenea, *cocinas solares*, y *ollas térmicas* o "*brujas*". Las primeras reducen significativamente el consumo de leña y la exposición al humo; las segundas aprovechan una fuente limpia, aunque intermitente; y las ollas térmicas permiten completar la cocción con calor retenido. Los resultados experimentales muestran que una olla térmica de 4,5 litros puede mantener temperaturas de cocción ($>74^{\circ}\text{C}$) durante más de 4 horas sin aporte energético adicional. En paralelo, estudios de campo en comunidades rurales revelan reducciones promedio del 73 % en el consumo de GLP y del 47 % en el uso de leña. Esta estrategia genera un triple impacto positivo: mejora la salud, fortalece la economía familiar y protege el ambiente. Finalmente, se enfatiza que el éxito de esta transición no depende únicamente de la tecnología, sino también de su apropiación social. Para lograr una adopción sostenible, es necesario complementar estas soluciones con educación, participación comunitaria y un diseño centrado en el usuario.

Palabras clave: Cocción solar; Olla térmica; Eficiencia energética; Biomasa; Sostenibilidad.

1. INTRODUCCIÓN

La forma en que se cocinan los alimentos impacta directamente en la salud, la economía y el bienestar de millones de personas. A nivel global, el problema es de una magnitud considerable: en 2022, 2.300 millones de personas -casi un tercio de la población mundial- todavía dependían de combustibles sólidos como leña, carbón o estiércol para cocinar. Estos métodos, a menudo realizados en fogones abiertos como el de "tres piedras" (ver Figura 1), son extremadamente ineficientes, desperdiciando hasta el 90% de la energía del combustible [1-3].



Figura 1. Evolución de artefactos de cocción a leña: a la izquierda, cocina tradicional de tres piedras; al centro, cocina a leña tradicional; a la derecha, cocinas mejoradas con salida de humos al exterior, incluyendo el modelo tipo Rocket.

Los impactos de estas prácticas son devastadores. En términos de salud, la contaminación del aire interior generada por el humo tóxico causa 3,7 millones de muertes prematuras cada año, principalmente por enfermedades respiratorias y cardiovasculares, afectando de manera desproporcionada a mujeres y niños. En el plano ambiental, la recolección intensiva de leña es un motor directo de la deforestación y la desertificación. Finalmente, existe un claro impacto de género y social, ya que la carga de recolectar leña recae mayoritariamente en mujeres y niñas, limitando su tiempo para la educación o actividades productivas [1-3].

Debido a esta crisis multifactorial, la transición hacia sistemas de cocción más sostenibles y accesibles se ha convertido en

San Luis Potosí, SLP., México del 10 al 14 de noviembre del 2025

una prioridad global. La investigación se ha centrado en varias tecnologías alternativas. Las cocinas mejoradas con chimenea (*Improved CookStove* o ICS) [4], como el modelo *rocket*, representan una primera solución práctica, ya que reducen el consumo de leña entre un 20% y un 75% y evacúan los gases nocivos al exterior de la vivienda. Por su parte, las cocinas solares ofrecen una alternativa de cero emisiones que aprovecha un recurso gratuito, aunque su uso está limitado por las condiciones climáticas y la intermitencia del sol [2]. Finalmente, la *olla térmica* u "*olla bruja*" se presenta como una solución de alta eficiencia que permite completar la cocción con el calor retenido, logrando ahorros de energía entre el 30%-90% [5]. La experiencia muestra que ninguna de estas tecnologías, por sí sola, es una solución definitiva. La justificación de este trabajo reside en la necesidad de promover *soluciones integradas y accesibles*, ya que la clave del éxito parecería estar en usar estas herramientas de manera combinada. La complementación de una fuente de calor eficiente con una olla térmica no solo maximiza el ahorro energético, sino que también supera las limitaciones individuales de cada sistema [6].

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar la eficiencia energética y el potencial de adopción social que ofrece *la combinación de la cocina solar con la olla térmica*, así como analizar el impacto de otras *alternativas híbridas*. Se tomará como referencia evidencia experimental y casos de estudio, como el de Mendoza (Argentina), donde la integración de estas tecnologías permitió reducir drásticamente el consumo de combustibles convencionales.

2. METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo se basa en la descripción y análisis de tecnologías de cocción eficiente, la presentación de resultados de ensayos experimentales controlados y la evaluación de un caso de estudio sobre su implementación en comunidades rurales.

2.1 Descripción de Equipos y Materiales

Para la evaluación se consideraron tres tipos de tecnologías clave:

- ✓ Cocinas mejoradas de biomasa (ICS): Se analizan diseños como la estufa *rocket*, que optimizan la combustión y dirigen el calor de manera más eficiente. Estos modelos se caracterizan por reducir el consumo de leña entre un 20% y un 75% en comparación con el fogón tradicional de tres piedras e incorporan una chimenea para evacuar los gases tóxicos fuera de la vivienda, mejorando la seguridad y la limpieza.
- ✓ Cocinas solares: Se describen dos variantes principales: a) *horno de caja* y b) de *concentración*. Los hornos de caja solares funcionan concentrando la radiación en un cajón aislado y aprovechando el efecto invernadero. Pueden alcanzar temperaturas de 90–150 °C, similar a un horno convencional. Las cocinas parabólicas de concentración, utilizan una superficie reflectante para focalizar los rayos solares en un punto específico donde se coloca la olla [7,8], ver ejemplos en la Figura 2, ideal para cocinar comidas húmedas, como cocidos o guisados. Ambas son de bajo costo y cero emisiones, aunque su eficiencia y utilidad depende de las preparaciones o comidas que se desean realizar y de las condiciones climáticas.



Figura 2. Cocinas solares: Izquierda concentrador solar parabólico. Derecha: horno solar.

- ✓ Olla Térmica ("Olla Bruja"): Este es un componente central del sistema integrado. La olla térmica permite completar la cocción con el calor retenido, reduciendo el consumo energético en 35–60% de comidas húmedas. Se compone de un recipiente térmicamente aislado donde se introduce una olla convencional después de que ha alcanzado el punto de ebullición [9,10]. Los materiales para su construcción pueden ser locales y de bajo costo como cartón, paja, lana, papel, aserrín o poliestireno expandido (EPS/telgopor). En los ensayos se utilizó una caja térmica con paredes de EPS de 5 cm de espesor. Existen también modelos comerciales, ver la Figura 3.

San Luis Potosí, SLP., México del 10 al 14 de noviembre del 2025



Figura 3. Izquierda, modelo comercial. Derecha de construcción artesanal o casera, construida con una caja de EPS de 5 cm de espesor, que se usa para transportar alimentos refrigerados. En el interior tiene una capa de aislación térmica de techos.

2.2 Ensayos Experimentales de Eficiencia

Para cuantificar el rendimiento de la olla térmica, se llevaron a cabo mediciones experimentales de retención de calor bajo condiciones controladas. Se calentó agua en una olla de acero inoxidable hasta una temperatura cercana al punto de ebullición y se midió la variación de su temperatura a lo largo de varias horas. La prueba se realizó comparando la olla expuesta directamente al aire con la misma olla colocada dentro de la "olla bruja" o caja térmica. Los ensayos se realizaron en un ambiente con una temperatura constante de $(21 \pm 1)^\circ\text{C}$. Se utilizaron dos volúmenes de agua para evaluar el efecto de la inercia térmica: 2 litros y 4,5 litros. Se estableció una temperatura de 74°C como *umbral de seguridad alimentaria*, considerándose que por encima de este valor la cocción de los alimentos continúa de forma efectiva y segura; eliminando la mayor parte de los microorganismos. Para estos ensayos, se usaron dos termómetros conectados a un *datalogger*, uno en el seno de líquido de la olla y un segundo que registraba la temperatura ambiente, en secuencias de un dato por minuto.

2.3 Caso de Estudio y Referencias Comparativas

La metodología se complementa con el análisis de un caso de estudio práctico realizado en comunidades rurales de Mendoza, Argentina. En esta experiencia se propone una estrategia integrada que combinaba el uso de la cocina solar en días despejados con el uso de la olla térmica como complemento para combustibles convencionales (GLP o leña) en días nublados. Basándose en encuestas sobre hábitos de consumo y datos climáticos de las zonas, el trabajo calcula los ahorros que se podrían obtener al integrar tecnologías de cocción sustentable. Los resultados de este estudio de campo permitieron cuantificar los ahorros promedio: una reducción del 73% en el consumo de GLP y del 47% en el uso de biomasa (leña), en comparación con la situación de consumo existente [11].

Este enfoque metodológico, que combina la revisión de tecnologías existentes, la experimentación controlada en laboratorio y la validación a través de un caso de estudio en campo, permite una evaluación integral del impacto técnico, económico y social de las soluciones de cocción propuestas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta sección presenta los resultados cuantitativos obtenidos tanto en ensayos de laboratorio como en estudios de campo, y discute sus implicaciones en el contexto de la literatura existente y los factores de adopción social.

3.1. Resultados Experimentales: Eficiencia de la Olla Térmica

Los ensayos experimentales se centraron en medir la capacidad de retención de calor de la olla térmica, un componente clave en la estrategia de cocción eficiente. Los resultados demuestran una notable capacidad de conservación de la temperatura. En el ensayo con un volumen de 4,5 litros, la olla térmica mantuvo la temperatura por encima de los 74°C durante 4,5 horas. Con un volumen menor de 2 litros, el tiempo se redujo a 3,2 horas, lo cual se explica por la menor inercia térmica de una masa más pequeña, ver Figura 4.

San Luis Potosí, SLP., México del 10 al 14 de noviembre del 2025

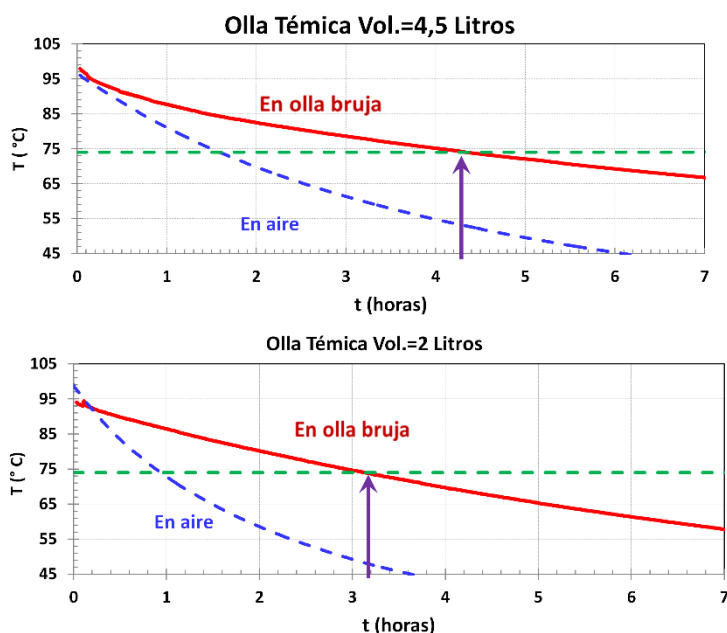


Figura 4. Variación de la temperatura en el interior de una olla de acero inoxidable (ambiente a 21 °C). a) Olla expuesta directamente al aire (línea azul). b) Olla ubicada dentro de una caja térmica u olla bruja. Gráfico superior: volumen de 4,5 L; gráfico inferior: volumen de 2 L. La línea verde discontinua indica la temperatura de referencia ($T_{ref} = 74\text{ °C}$), considerada apta para la cocción. El tiempo por encima de este umbral fue de 3,2 h para 2 L y 4,5 h para 4,5 L.

Basado en su capacidad de terminar la cocción sin una fuente de calor activa, se estima que el uso de la olla térmica permite un ahorro de energía de entre 35% y 60%, según el tipo de comida que se prepara, y el método de cocción inicial, este ahorro puede variar en un rango más amplio, desde un 20% hasta un 90%. Por ejemplo, para la preparación de mermeladas de frutas, donde al no evaporar agua, se comienza por agregar poca agua, el hervor se logra más rápido, y con largos tiempos de cocción en la olla bruja, 3 a 4 horas, los ahorros pueden llegar al 90%, además de facilitar la preparación, ya que no requiere atención y la posibilidad de quemar la preparación esta excluida. Finalmente, el lavado de la vajilla se ve facilitado por el hecho de que no hay azúcar quemada en la base de la olla.

3.2. Resultados de Campo: Caso de Estudio

La implementación de una estrategia integrada en comunidades rurales de Mendoza validó la efectividad de estas tecnologías en un contexto real. Al combinar el uso de cocinas solares en días despejados con el de la olla térmica como complemento para el Gas Licuado de Petróleo (GLP) o la leña en días nublados, se lograron reducciones significativas en el consumo de combustibles. Los datos de campo mostraron una disminución promedio del 73% en el consumo de GLP y del 47% en el uso de leña. Este ahorro no solo representa un beneficio económico directo para las familias, sino que también reduce la presión sobre los bosques locales [11].

Los resultados obtenidos son significativos cuando se comparan con la eficiencia de otras tecnologías de cocción por separado. La literatura indica que las ICS logran una reducción en el consumo de leña de entre 20% y 75%, mientras que los hornos solares tipo caja tienen una eficiencia térmica limitada, generalmente inferior al 20%. La olla térmica, con sus ahorros del 30%-90%, se posiciona como una herramienta de alta eficiencia por sí misma. Más aún, cuando se combina con una estufa rocket, la eficiencia del sistema conjunto puede superar el 80%. De igual forma, cuando se combina con cocinas a GLP o eléctricas, las reducciones en energía son considerables y tiene gran impacto en el presupuesto familiar. Varios estudios enfatizan que el éxito de estas innovaciones no depende únicamente de sus virtudes técnicas. *La aceptación social y la integración en los hábitos cotidianos de las familias son cruciales.* Esto subraya la necesidad de abordar barreras culturales y económicas a través de un diseño *holístico y centrado en el usuario*, políticas públicas que promuevan estas iniciativas y, fundamentalmente, programas de educación y talleres prácticos que aceleren su difusión y promuevan su incorporación en los hábitos diarios de las familias. Varios estudios revelan la importancia de la olla térmica como un elemento integrador o "puente" que conecta y potencia diferentes sistemas. Resuelve la principal limitación de la cocina solar -la intermitencia- al permitir que la comida preparada al mediodía se mantenga caliente para la cena. Al mismo tiempo, actúa como un optimizador para los combustibles tradicionales (leña y gas), reduciendo drásticamente su consumo. Esta versatilidad la convierte en protagonista de una estrategia de cocción resiliente y adaptable a las condiciones climáticas y culturales de cada comunidad.

Un ejemplo interesante e ilustrativo de transición energética ocurrida en Argentina entre los años 40 y 60, de la leña y querosene al gas. En este país, desde la década de 1940, muchas familias reemplazaron la leña por combustibles más limpios como el gas natural (GN) y el gas licuado de petróleo (GLP). Hoy, alrededor del 97% de la población cocina con gas, ya sea por red o con garrafas [14]. Una figura clave en esta transición tecnológica fue **Doña Petrona C. de Gandulfo**, una cocinera mediática que, a través de visitas a ciudades y pueblos, y más tarde por TV, impulsó el uso de cocinas a gas mediante recetas y demostraciones públicas fáciles, sabrosas y adaptadas a las costumbres locales. Su influencia ayudó a cambiar hábitos culturales, mostrando el

San Luis Potosí, SLP., México del 10 al 14 de noviembre del 2025

poder de la comunicación social en la adopción de tecnologías limpias. Actualmente el gas es el principal combustible de cocción en Argentina y el libro de cocina de Doña Petrona, es uno de los libros más difundidos en este país, junto con la Biblia.

Hoy, ese rol podría ser retomado por medios digitales. Aplicaciones móviles que difundan recetas rápidas, saludables y eficientes (como con ollas térmicas), junto con programas de cocina centrados en la sostenibilidad, pueden volver a ser herramientas decisivas para una transición energética inclusiva y culturalmente apropiada.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que la transición desde fogones tradicionales hacia sistemas de cocción más sostenibles es no solo deseable, sino también técnicamente viable y socialmente conveniente.

La estrategia más efectiva parece ser la combinación de tecnologías. Las *cocinas solares*, aunque limpias y accesibles, presentan limitaciones operativas ligadas a la intermitencia solar. Sin embargo, al integrarlas con *ollas térmicas* -que permiten completar la cocción y conservar el calor- se supera esta barrera: una comida cocinada al mediodía puede mantenerse caliente y lista para la cena. Cuando este sistema se complementa con una cocina a leña eficiente, los ahorros energéticos pueden superar el 80 %.

Impacto multidimensional:

- ✓ **Salud:** Se reduce significativamente la exposición al humo dentro del hogar, con beneficios directos en la prevención de enfermedades respiratorias.
- ✓ **Economía:** Las familias disminuyen el gasto en combustibles y el esfuerzo dedicado a recolectar leña.
- ✓ **Ambiente:** Se mitiga la presión sobre los bosques nativos, reduciendo la deforestación, la desertificación y las emisiones de carbono.

Tecnologías apropiables y replicables: Tanto las cocinas solares como las ollas térmicas pueden construirse con materiales locales (cartón, aserrín, EPS, entre otros), lo cual facilita su difusión en comunidades vulnerables y rurales.

Recomendaciones para políticas públicas: Para contribuir a una transición energética justa, se recomienda incorporar estas tecnologías en programas de desarrollo rural, sostenibilidad y salud comunitaria. El éxito de su implementación a escala dependerá de una adecuada articulación entre tecnología, educación y participación ciudadana.

Hacia una adopción culturalmente arraigada: Para potenciar su impacto, es fundamental seguir investigando los factores sociales y culturales que influyen en la aceptación de estas tecnologías. Diseños centrados en el usuario y estrategias de comunicación efectivas serán claves para garantizar una apropiación plena y duradera.

REFERENCIAS

- [1] G. T. Tucho and D. M. Kumsa, "Challenges of achieving Sustainable Development Goal 7 from the perspectives of access to modern cooking energy in developing countries," *Frontiers in Energy Research: Sustainable Energy Systems*, pp. 1–11, 2020.
- [2] International Energy Agency (IEA), *A Vision for Clean Cooking Access for All, World Energy Outlook Special Report*. Paris: IEA, 2025. [Online]. Disponible: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/f63eebbc-a3df-4542-b2fb-364dd66a2199/AVisionforCleanCookingAccessforAll.pdf>.
- [3] P. Lorenzo and S. Gil, "Ollas térmicas u 'ollas brujas', un modo simple y práctico de reducir los consumos," *Petrotecnia*, vol. LV, no. 4, pp. 68–76, 2018.
- [4] Energypedia, Improved Cookstoves and Energy Saving Cooking Equipments, Original de GIZ Hera, https://energypedia.info/wiki/Improved_Cookstoves_and_Energy_Saving_Cooking_Equipment
- [5] P. Sensini, J. Fiora, L. Iannelli, and S. Gil, "Eficiencia energética en la cocción: ¿Cuáles son artefactos de cocción más eficientes en Argentina?," *Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 41, pp. 57–67, Octubre. 2018.
- [6] K. De Decker, "If we insulate our houses, why not our cooking pots?," *Low-Tech Magazine*, Jul. 2014. [Online]. Disponible: <https://solar.lowtechmagazine.com/2014/07/if-we-insulate-our-houses-why-not-our-cooking-pots/>. [Acceso: 21-Sep-2025].
- [7] PPD Uruguay, "Soluciones energéticas para el hogar," *Publicaciones PPD: Otros países*. [Online]. Disponible: <https://ppduruguay.undp.org.uy/publicacionesppd/>. [Acceso: 21-Sep-2025].
- [8] S. Gil, "Ollas Brujas – Física reCretiva," 2023. [Online]. Disponible: <https://www.fisicarecreativa.com/OllaBruja/>. [Acceso: 21-Sep-2025].

San Luis Potosí, SLP., México del 10 al 14 de noviembre del 2025

- [9] A. Mawire, K. A. Lentswe, P. Owusu, A. B. Shobo, J. Darkwa, J. K. S. Calautit, and M. Worall, "Performance comparison of two solar cooking storage pots combined with wonderbag slow cookers for off-sunshine cooking," *Solar Energy*, pp. 1166–1180, 2020.
- [10] R. V. P. Neto, "Theoretical-experimental study of a box-type solar oven made from disused materials," *Solar Energy*, pp. 732–746, 2021.
- [11] V. N. Quiroga, C. Martínez, and A. Esteves, "Modelo de manejo energético en base a tecnología solar y biomasa para cocción sustentable en comunidades de zonas desérticas y semidesérticas," *Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 26, pp. 9–18, 2010.
- [12] S. M. Ebersvillera and J. J. Jetter, "Evaluation of performance of household solar cookers," *Solar Energy*, pp. 166–172, 2020.
- [13] O. Stoner, J. Lewis, I. L. Martínez, S. Gumy, T. Economou, and H. Adair-Rohani, "Household cooking fuel estimates at global and country level for 1990 to 2030," *Nature Communications*, pp. 1–8, 2021.
- [14] S. Carrizo, M. Núñez Cortes y S. Gil, «Transiciones energéticas en Argentina,» *Ciencia hoy*, vol. 25, n° 147, pp. 25-29, 2016.