



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA

**“Comparación del rendimiento térmico e impacto social de las estufas
Patsari y Albalat, en Elotepec, Huatusco, Veracruz, México”**

TESIS

Para obtener el título de:

Ingeniero en Energías Renovables

PRESENTA:

Roldán Antonio González Sánchez

Asesora:

Dra. María Teresa Sotelo Flores

Coasesor:

Dr. Luis Armando Moreno Coria

Puebla, Pue., México. Febrero 2024

Agradecimientos

Gracias a Dios por acompañarme en toda mi vida y ser siempre luz en mi camino, por guiarme y bendecirme en toda mi carrera profesional, fortaleciéndome y apoyándome en momentos de dificultad, debilidad, tristeza y confusión.

Agradezco a mis padres **Apolinar González Cessa** y **Socorro Sánchez Vázquez** por siempre confiar en mí, por brindarme una carrera universitaria y por hacer hasta lo imposible para que yo siempre esté bien. Por impulsar mis sueños, mis metas, mis planes, por sus consejos y su infinito amor, muchísimas gracias.

A mis maestros que me aconsejaron durante estos tiempos de preparación y me brindaron los conocimientos correspondientes para ser cada día un mejor estudiante y hoy poder llamarme ingeniero.

Hasta el cielo, para mi abuelito **José Rogelio Sánchez Alcaráz**, por siempre ser una fuente de inspiración, por alentarme a hacer mejor las cosas cada día, por enseñarme a ser un hombre de Dios y por sus innumerables enseñanzas en diversos oficios.

Por último, a todos mis amigos, familiares, conocidos y demás personas que han pasado por mi vida, dejándome un mensaje, una experiencia o una enseñanza que me ha ayudado a crecer como persona y a sentirme querido, bendecido.

Gracias.

Índice

1. Introducción.	10
1.1 Problema de investigación.	12
1.2 Justificación.	12
1.3 Objetivos.	13
1.3.1 Objetivo general.	13
1.3.2 Objetivos específicos.	13
1.4 Hipótesis.	13
2. Marco teórico.	14
2.1 Marco teórico contextual.	14
2.1.1 Clima y situación geográfica.	15
2.1.2 Orografía, hidrografía y vegetación.	15
2.1.3 Población.	16
2.2 Marco teórico referencial.	17
2.2.1 Panorama mundial del uso de leña.	17
2.2.2 Programas de implementación de estufas ahorradoras de leña en el mundo.	18
2.2.3 Panorama nacional del uso de leña.	19
2.2.4 Importancia del uso de leña en zonas rurales de México.	20
2.2.5 Uso de estufas ahorradoras de leña en México.	21
2.2.6 Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.	24
2.2.6.1 Fin de la pobreza.	25
2.2.6.2 Salud y bienestar.	25
2.2.6.3 Energía asequible y no contaminante.	26
2.2.6.4 Industria, innovación e infraestructura.	26
2.2.6.5 Producción y consumo responsables.	27
2.2.6.6 Vida de ecosistemas terrestres.	27
2.2.7 Estufa Patsari.	28
2.2.8 Estufa Albalat.	31
2.3 Marco teórico conceptual.	34
2.3.1 Rendimiento térmico.	34
2.3.1.1 Protocolos internacionales para la evaluación de estufas de leña.	34
2.3.1.2 Prueba de ebullición de agua WBT.	35
2.3.1.3 Cámara termográfica.	39
2.3.2 Impacto social.	39

2.3.2.1 Protocolo KPT.	40
2.4 Marco Teórico.....	40
2.4.1 Afectaciones por el humo de leña.	41
2.4.2 Adopción de tecnologías en zonas rurales.....	43
2.4.2.1 Elemento para la difusión de estufas de leña.	45
2.4.2.2 Mejora e innovación de tecnología rural.....	46
3. Metodología.	48
3.1 Equipos implementados a las estufas Patsari y Albalat.	49
3.1.2 Equipo de Protección Personal utilizado en la prueba.	51
3.2 Prueba de ebullición de agua (WBT) aplicado a ambas estufas: Patsari y Albalat.....	53
3.2.1 Inicio de la prueba	53
3.2.2 Fase de alto poder con inicio frío.	53
3.2.2.1 Procedimiento de fase de alto poder con inicio frío.....	55
3.2.3 Fase de alto poder con inicio caliente	61
3.2.3.1 Procedimiento fase de alto poder con inicio caliente	61
3.2.4 Prueba de cocción a fuego lento.....	64
3.2.4.1 Procedimiento de la prueba de cocción a fuego lento.....	65
3.3 Prueba KPT aplicada a ambas estufas.....	68
4. Resultados.....	69
4.1 Resultados con protocolo KPT.	69
4.1.1 Vivienda.	69
4.1.2 Tecnologías y combustibles para cocinar.....	74
4.1.3 Uso de leña.	76
4.1.4 Otros usos del fogón.....	77
4.1.5 Usos de las estufas y fogones.	77
4.1.6 Uso del Gas LP.	78
4.1.7 Uso de la estufa mejorada.....	79
4.1.8 Rendimiento de la estufa mejorada.	79
4.1.9 Cambios y mantenimiento de la estufa.....	80
4.1.10 Intercambio de estufas.	81
4.2 Resultados con protocolo WBT.	83
4.3 Resultados con Cámara Termográfica FLIR C2.....	87
4.3.1 Fase de alto poder con inicio frío.....	87
4.3.2 Fase de alto poder con inicio caliente.....	89
4.3.3 Prueba de cocción a fuego lento.....	90

4.3.4 Evaluación de las estufas Patsari y Albalat.	92
5. Conclusiones.	93
6. Bibliografía.	94
7. Anexos.	97
7.1 Definiciones de diferentes conceptos empleados en el modelo hipotético.	97
7.2 Prueba de ebullición de agua (WBT) aplicado a ambas estufas: Patsari y Albalat.	98
7.3 Prueba de rendimiento de cocina (KPT) aplicado a ambas estufas: Patsari y Albalat.	100
7.4 Entrevista realizada a dos usuarias al intercambiar estufas por un día.	107

Índice de figuras

Figura 1. Problemas comunes del fogón de tres piedras [2].	10
Figura 2. Localización de Huatusco en el estado de Veracruz [3].	14
Figura 3. Parámetros climáticos promedio de Centro Regional Huatusco [3].	15
Figura 4. Porcentaje de la población sin acceso a tecnologías limpias para cocinar [5].	17
Figura 5. Programas de estufas en el mundo [1].	19
Figura 6. Distribución de usuarios de leña en México [5].	20
Figura 7. Objetivos de desarrollo sostenible [7].	24
Figura 8. Fin de la pobreza [7].	25
Figura 9. Salud y bienestar [7].	25
Figura 10. Energía asequible y no contaminante [7].	26
Figura 11. Industria, innovación e infraestructura [7].	26
Figura 12. Producción y consumo responsables [7].	27
Figura 13. Vida de ecosistemas terrestres [7].	27
Figura 14. Estufa Patsari.	28
Figura 15. Modelo 3D en AutoCAD de estufa.	29
Figura 16. Modelo 2D en AutoCAD de la estufa Patsari.	30
Figura 17. Estufa Albalat.	31
Figura 18. Modelo 3D en AutoCAD de estufa Albalat.	32
Figura 19. Modelo 2D en AutoCAD de la estufa Albalat.	33
Figura 20. Hoja de datos [11].	36
Figura 21. Hoja de cálculos [11].	37
Figura 22. Las mujeres, pacientes más comunes con afectaciones por humo de leña [18]...	41
Figura 23. Tasa de defunciones registradas a causa de EPOC en el estado de Veracruz en 2022. [24].	42
Figura 24. Distribución de los adoptantes [25].	44
Figura 25. Esquema de difusión de estufas de leña [5].	46
Figura 26. Modelo Hipotético hamiltoniano [36].	48
Figura 27. Balanza digital.	49
Figura 28. Tabla resistente al calor.	49
Figura 29. Cámara termográfica FLIR C2.	49
Figura 30. Olla de prueba.	50
Figura 31. Termómetro digital.	50
Figura 32. Pala.	50
Figura 33. Pinzas.	50

Figura 34. Bandeja de metal.	50
Figura 35. Lentes de protección ocular.....	52
Figura 36. Guantes resistentes al calor.	53
Figura 37. Estufa Albalat inicio frío.....	54
Figura 38. Estufa Patsari inicio frío.	54
Figura 39. Peso de materiales utilizados para estufa Albalat.....	55
Figura 40. Peso de leña Estufa Patsari.	55
Figura 41. Inicio de fuego en estufa Albalat.	56
Figura 42. Inicio de prueba en estufa Albalat.	56
Figura 43. Inicio de prueba en estufa Albalat.	57
Figura 44. Agua hirviendo en estufa Albalat.....	57
Figura 45. Cámara de combustión de estufa Albalat.	58
Figura 46. Puntas de madera y carbón de estufa Patsari.....	58
Figura 47. Madera sobrante del primer bulto en estufa Albalat.....	59
Figura 48. Madera sobrante del primer bulto en estufa Patsari.	59
Figura 49. Peso de olla con agua hirviendo en ambas estufas.....	60
Figura 50. Carbón restante de primera prueba en estufa Albalat.	60
Figura 51. Leña utilizada para la segunda prueba en estufa Patsari.....	61
Figura 52. Inicio de fuego en estufa Albalat.	62
Figura 53. Inicio de fuego en estufa Patsari.	62
Figura 54. Agua hirviendo, estufa Albalat y Patsari.	63
Figura 55. Carbón restante de estufa Albalat.	63
Figura 56. Carbón restante de estufa Patsari.....	64
Figura 57. Pesos del bulto de 5kg para estufa Albalat y estufa Patsari.	65
Figura 58. Olla con agua fría para iniciar tercera prueba en estufa Patsari.	65
Figura 59. Combustible adicional usado para leña Patsari.	66
Figura 60. Agua hirviendo, estufa Albalat y Patsari.....	66
Figura 62. Madera restante de estufa Patsari.	68
Figura 63. Número de habitantes de la casa.	70
Figura 64. Edad de los habitantes.....	70
Figura 65. Género.	71
Figura 66. Escolaridad de jefa de familia.	72
Figura 67. Situación laboral de usuarias de estufas.....	72
Figura 68. Enfermedades respiratorias presentes.....	73
Figura 69. Fogones y estufas presentes.....	74

Figura 70. Antigüedad de estufas y fogones.....	75
Figura 71. Uso de estufas y fogones.....	75
Figura 72. Combustibles utilizados para cocinar.....	76
Figura 73. Especies de leña utilizadas.	76
Figura 74. Usos del fogón.	77
Figura 75. Uso de estufas y fogones presentes en el hogar.	78
Figura 76. Preferencia del sabor con la forma de preparación.	79
Figura 77. Funcionamientos de la estufa ahorradora de leña.	80
Figura 78. Mejora a la estufa.	81
Figura 79. Resultados a Patsari.	82
Figura 81. Tiempo de ebullición en cada fase.....	83
Figura 82. Comportamiento térmico en inicio caliente estufa Patsari.	87
Figura 83. Comportamiento térmico en inicio frío estufa Albalat.....	87
Figura 84. Estufa Patsari, temperatura elevada en primera fase.	88
Figura 85. Estufa Albalat, temperatura elevada en primera fase.....	88
Figura 86. Ebullición del agua en primera fase, estufa Patsari.....	88
Figura 87. Ebullición del agua en primera fase, estufa Albalat.	88
Figura 88. Comportamiento térmico en inicio caliente estufa Patsari.	89
Figura 89. Comportamiento térmico en inicio caliente estufa Albalat.....	89
Figura 90. Ebullición del agua en segunda fase, estufa Patsari.....	90
Figura 91. Ebullición del agua en segunda fase, estufa Albalat.	90
Figura 92. Ebullición del agua en segunda fase, estufa Patsari.	90
Figura 93. Ebullición del agua en segunda fase, estufa Albalat.	90
Figura 94. Comportamiento térmico en última fase estufa Patsari.....	91
Figura 95. Comportamiento térmico en última fase estufa Albalat.	91
Figura 96. Ebullición del agua en última fase, estufa Patsari.	91
Figura 97. Ebullición del agua en última fase, estufa Albalat.	91

Índice de tablas

Tabla 1. Organizaciones que han implementado estufas en México [5].	23
Tabla 2. Equipos de Protección Personal [37].	51
Tabla 3. Situación de las residencias.	71
Tabla 4. Situación de Seguro Médico.	73
Tabla 5. Uso del gas LP.	78
Tabla 6. Temperatura inicial del agua en cada fase.	83
Tabla 7. Temperatura de ebullición del agua.	84
Tabla 8. Madera utilizada en el protocolo.	84
Tabla 9. Carbón generado.	85
Tabla 10. Resultados de la prueba de ebullición de agua (WBT).	86
Tabla 11. Fase de alto poder con inicio frío en ambas estufas.	87
Tabla 12. Fase de alto poder con inicio caliente en ambas estufas.	89
Tabla 13. Fase de cocción a fuego lento en ambas estufas.	91
Tabla 14. Comportamiento térmico de la estufa Patsari.	92
Tabla 15. Comportamiento térmico de la estufa Albalat.	92

1. Introducción.

En México la leña es el principal combustible para cocinar, especialmente en las comunidades rurales, utilizándose para calentar agua (uso doméstico) y también como calefacción. La cocción de los alimentos implica un alto consumo de este combustible, debido a que los fogones de tres piedras no aprovechan totalmente el calor emitido por la leña y el humo producido se dispersa por toda la cocina. Este humo causa irritación en los ojos y con el paso del tiempo puede provocar enfermedades crónicas en las vías respiratorias, siendo las mujeres las principales afectadas.

El uso irracional de la leña trae como consecuencia la degradación y disminución de los bosques, esto ha ocasionado en muchas zonas del país, un aumento en el tiempo dedicado a la recolección y de igual forma el precio del combustible se ha elevado. En México, en las comunidades rurales, las familias recorren largas distancias para poder recolectar esta fuente de energía, incluso pueden pasar gran parte del día ocupándose en esta actividad, en algunos casos se debe cortar, recolectar, cargar, secar y preparar de tal modo que se útil y eficiente para el uso al que se destine, como por ejemplo en la cocina, convirtiéndose así en el combustible más utilizado, y la fuente de energía primaria más importante de estas localidades rurales.

En la mayoría de los hogares en México, la población utiliza como herramienta de preparación de los alimentos el fogón de tres piedras o fogón tradicional, el cual se cocina sin plancha metálica y muy rara vez tiene chimenea. Para su construcción se utilizan materiales locales y son de diversas medidas de acuerdo con las necesidades y espacios de cada vivienda. Este método debido a su construcción carece de tecnología apropiada y tiene una serie de desventajas como: baja eficiencia, excesivo consumo de leña, emisiones de gases contaminantes y problemas de salud.

Las tecnologías apropiadas son aquellas que se adaptan a las condiciones sociales, económicas, culturales y ambientales, es decir, presentan un fácil manejo, un bajo costo y minimizan los impactos sobre el medio ambiente [1]. En seguida, se presentan algunas problemáticas encontradas en la cocción de alimentos con la técnica de tres piedras o fogón tradicional, según [2] **Figura 1.**

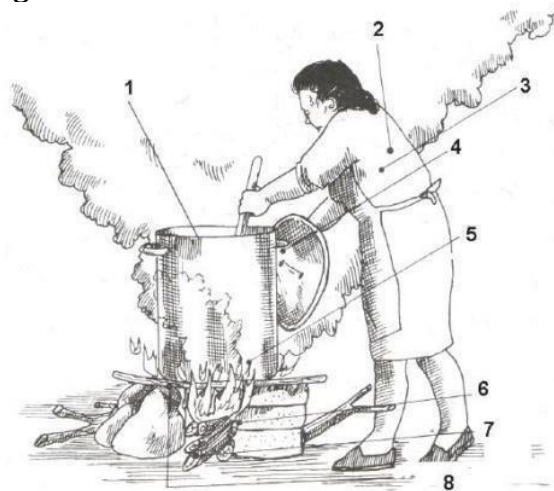


Figura 1. Problemas comunes del fogón de tres piedras [2].

1. Mal sabor en las comidas: por causa del humo en los alimentos que quedan con sabor a hollín (ahumado).
2. Humo en la ropa: por contacto directo con el humo y falta de ventilación.
3. Mala posición: para evitar quemaduras, la persona toma una posición incorrecta que, con el tiempo, puede traer problemas de columna.
4. Peligro de volcamientos y quemaduras: debido a la poca rigidez y a la construcción inestable, existen los peligros de volcamiento de la olla y quemaduras por contacto directo con el fuego.
5. 80% de la pérdida de combustión: al estar al aire libre, el calor se pierde más fácilmente, ya que no hay paredes que puedan retener esta energía.
6. Mala ventilación inferior: esto evita que circule el aire y provoca una reducción del calor.
7. Leña cortada muy grande: esto más que ser eficiente, conlleva un peligro, pues al ser un material largo y en constante combustión, tiene riesgo de caer al suelo y provocar quemaduras en el calzado o vestido de la cocinera.
8. Soporte precario e inseguro: por el hecho de estar en el suelo existe inestabilidad en el soporte de la olla, además, no existe sistema de aislamiento entre el fogón y la persona [2].

Una alternativa para combatir la problemática de uso de la leña irracional y daño a la salud es la de implementar estufas ahorradoras de leña, al ser más eficientes reducen considerablemente el uso del combustible, lo que se traduce en ahorro de dinero para las familias que lo compran y menos trabajo para aquellas que lo recolectan.

Las estufas ahorradoras de leña son la herramienta que ayudará a obtener las metas para las que fueron diseñadas, como: disminución del consumo de leña, eliminar la presencia del humo en el interior de la cocina y al exterior para mejorar la salud de las personas. El éxito de adopción no se debe medir en el número de estufas instaladas, sino entender el cómo y para qué se están utilizando, así como las adaptaciones que se están generando en las distintas condiciones de cada familia [3].

En ese sentido, la apropiación de las estufas tiene respuesta en las pruebas e interacciones entre las mujeres y la tecnología, tomando en cuenta el contexto socioambiental y cultural.

El proceso de apropiación se ve influenciado por las modificaciones, prácticas y uso que las familias han realizado en sus estufas ahorradoras de leña, específicamente con la estufa Patsari y Albalat. Lo importante es que estas se utilicen, que tengan un valor para quienes las reciben, que observen ventajas y que la incorporen a su vida diaria, solo así se podrán alcanzar posibles mejoras en la salud de las usuarias y disminuir la emisión de contaminantes en la cocina y al medioambiente.

1.1 Problema de investigación.

Se han realizado programas de implementación y transferencia de tecnologías respecto a distintos modelos de estufas ahorradoras de leña en México, siendo el estado de Veracruz una de las entidades más apoyadas con diferentes dispositivos. La importancia radica en que se otorgue prioridad a las familias que cocinan con leña, atendiendo problemas como el uso y ahorro de leña, expulsar el humo del interior al exterior de la cocina, accidentes como quemaduras e impedir enfermedades de tipo respiratorio desde tos derivada por la exposición del humo de la leña hasta evitar la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), que hace referencia al grupo de enfermedades que causan obstrucción de la circulación del aire y generan problemas relacionados con la respiración. Entre estas enfermedades se encuentran el efisema, la bronquitis crónica y en algunos casos el asma [4].

1.2 Justificación.

Por costumbre y cultura, las familias en México utilizan la leña para cocer y calentar sus alimentos, siendo el fogón de tres piedras la herramienta destinada para realizar esta actividad, generando gases de efecto invernadero nocivos para la salud y para el medio ambiente; sin embargo, a partir de 1960 se han propuesto diferentes modelos y usos de estufas ahorradoras de leña, que al demostrar mayor rendimiento térmico que el fogón, mejoran el proceso de combustión completa de la biomasa. Elotepec, Huatusco, Veracruz, México es el lugar de estudio, en donde se evaluaron dos modelos de estufas ahorradoras de leña: la estufa Patsari y la estufa Albalat.

Desafortunadamente se han documentado pocos trabajos acerca del seguimiento y uso sostenido, comparación y rendimiento térmico de las estufas ahorradoras de leña que cumplan con los requerimientos y necesidades en las comunidades rurales. Es sustancial continuar con el seguimiento del uso sostenido, modificaciones, percepciones y rendimiento térmico de las innovaciones tecnológicas difundidas y otorgadas como alternativas de desarrollo social.

En este trabajo de investigación se evaluó y comparó el rendimiento térmico de dos modelos de estufas ahorradoras de leña: Patsari y Albalat, en Elotepec (Huatusco, Veracruz) México; describiendo las modificaciones y usos que realizaron las usuarias; con la finalidad de darle seguimiento a la implementación de estas innovaciones tecnológicas para conocer las percepciones y el impacto social respecto a mejorar la calidad de vida en las familias usuarias de estufas ahorradoras de leña que se localizan en comunidades rurales.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Comparar dos modelos de estufas ahorradoras de leña Patsari y Albalat evaluando su rendimiento térmico e impacto social para su uso sostenido en Elotepec, Huatusco, Veracruz, México.

1.3.2 Objetivos específicos.

1. Describir los modelos de estufas ahorradoras de leña Patsari y Albalat, implementadas en Elotepec, Huatusco, Veracruz.
2. Conocer el rendimiento térmico de las estufas Patsari y Albalat, mediante el uso del protocolo de ebullición de agua (WBT).
3. Comparar las opiniones y experiencias por el uso de las estufas Patsari y Albalat en Elotepec, Huatusco, Veracruz.
4. Analizar el impacto social en la comunidad de Elotepec, Huatusco, Veracruz, por el uso sostenido de las estufas ahorradoras de leña.

1.4 Hipótesis.

Las estufas ahorradoras de leña Patsari y Albalat, cumplen con las necesidades y preferencias de las usuarias por el uso sostenido y rendimiento térmico, proporcionándoles diversas ventajas para cocinar sus alimentos.

2. Marco teórico.

2.1 Marco teórico contextual.

Este capítulo se divide en tres marcos teóricos: Contextual, referencial y conceptual, siendo el contextual el primero de ellos para determinar el área de estudio, se describe el contexto en el que se desenvuelve la comunidad de Elotepec, proporcionando una breve explicación de la situación geográfica, clima, vegetación y población, con la finalidad de conocer la realidad de esta investigación.

Huatusco es uno de los 212 municipios pertenecientes al estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Este municipio se localiza en la región montañosa central del estado de Veracruz. La distancia aproximada por carretera desde la ciudad de Huatusco a las ciudades de Xalapa y Veracruz es de 88 km y 120 km respectivamente **Figura 2**. La región de este municipio es la mayor productora de café en todo el estado de Veracruz. Debido a su privilegiada situación geográfica y los factores como el suelo, tipo de clima y la altitud, los cuales hacen que el café huatusqueño presente las características exactas de un buen café de altura [3].



Figura 2. Localización de Huatusco en el estado de Veracruz [3].

La localidad de Elotepec, está situada en el municipio de Huatusco, cuenta con una población de 2,116 habitantes, dentro de los pueblos del municipio ocupa el número dos en cuanto al número de habitantes. Se encuentra a una altitud de 1,839 m.s.n.m.

2.1.1 Clima y situación geográfica.

Elotepec, Huatusco se localiza en la zona montañosa central del estado de Veracruz, México, entre los paralelos 19°04' y 19°13' de latitud norte y los meridianos 96°41' y 97°04' de longitud oeste, a una altitud que varía de entre los 400 m.s.n.m. hasta los 2,000 m.s.n.m. y cuenta con un clima semicálido húmedo con lluvias en verano **Figura 3.**

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	31	30	32.5	35.0	36	35.5	35	29	28	31	30	29.5	36
Temp. máx. media (°C)	19.3	20.5	22.7	25	26.1	25.3	24.2	24.5	23.9	22.7	21.4	19.7	22.9
Temp. mín. media (°C)	2	5	1.2	12.1	13.8	14.5	13.3	13.3	13.8	12.3	9.7	4.1	9.7
Temp. mín. abs. (°C)	-3	-2	-4	1.3	8	9	8.5	8	8.5	1	-2	-3	-3
Precipitación total (mm)	55.3	39.5	52.2	70.2	133.2	317.7	348.8	318.0	364.1	169.3	83.8	51.2	2003.3

Figura 3. Parámetros climáticos promedio de Centro Regional Huatusco [3].

2.1.2 Orografía, hidrografía y vegetación.

El municipio pertenece a la región hidrológica del Papaloapan y este a su vez a la cuenca del Río Jamapa y del río La Antigua. El municipio se encuentra regado por una red de pequeños ríos, tributarios del río Jamapa, además de un afluente que pasa por la localidad de Elotepec que aguas abajo forma parte del río de Los pescados.

Dentro de los ríos que por su caudal corren a lo largo del territorio podemos mencionar los siguientes: El río Jamapa con una extensión de 146 km, es un río perenne (que lleva agua todo el año) que nace en estribaciones del Volcán Pico de Orizaba o Citlaltépetl, es el límite natural que divide a los municipios de Ixhuatlán del Café y Tepatlaxco con el municipio de Huatusco. El río Negro, que recorre por las comunidades de Sabanas y Capulapa. El Río Zonzo o Tonto, pequeño río intermitente que nace en las estribaciones del Cerro de Ixpila. El río 5 de mayo, que se localiza en la comunidad del mismo nombre y de Amatiopa. De este río se abastece la población de la cabecera municipal para el servicio del consumo de agua potable.

El río de Dos Puentes, este río se localiza en el límite con el municipio de Sochiapa, en las comunidades de Tepetzingo, Tlavictépan y Sochibebeca. La Cuchilla o Axol, formado por la unión de los arroyos de Ojo de Agua y localizados al suroeste de la ciudad. El Citlalapa,

(lugar de las estrellas escondidas) es un río intermitente que fluye desde la comunidad de Coxolo y baja por el lado Norte de la ciudad hasta llegar a la comunidad de Sabanas [3].

El municipio de Huatusco se caracteriza por poseer "Bosque Mesófilo de Montaña" en su parte media y alta, este tipo de Bosque, (también denominado "Bosque de Niebla") es un tipo de bosque único a nivel mundial por su megadiversidad, su composición florística es una mezcla de especies de bosques templados, donde pueden convivir pinos y encinos con especies de bosques tropicales húmedos de tierras bajas. Este bosque es reconocido como uno de los principales centros de endemismo de México, donde se encuentran varios tipos de encinos, ixpepes (*Trema micranthum*), ocozotes, hayas (*platanus mexicana*), olmos, nogales, orquídeas, helechos y musgos [3].

2.1.3 Población.

De acuerdo con el conteo de población del INEGI en 2020, el municipio cuenta con 59,920 habitantes, 47.7% hombres y 52.3% mujeres. La densidad poblacional es de 295.3 hab/km². Actualmente, el catolicismo es la religión más predominante. En Elotepec hay un total de 304 hogares. De estas 304 viviendas, 265 tienen piso de tierra y unos 71 consisten de una sola habitación. 286 de todas las viviendas tienen instalaciones sanitarias, 49 son conectadas al servicio público, 284 tienen acceso a la luz eléctrica. La estructura económica permite a 0 viviendas tener una computadora, a 0 tener una lavadora y 221 tienen una televisión [3].

Aparte de que hay 414 analfabetos de 15 y más años, 85% de los jóvenes entre 6 y 14 años no asisten a la escuela. De la población a partir de los 15 años 423 no tienen ninguna escolaridad, 499 tienen una escolaridad incompleta. 71 tienen una escolaridad básica y 2 cuentan con una educación básica posterior. Un total de 28 de la generación de jóvenes entre 15 y 24 años de edad han asistido a la escuela, la mediana escolaridad entre la población es de 3 años.

2.2 Marco teórico referencial.

En este apartado el marco teórico expone los enfoques teóricos, las investigaciones y los antecedentes considerados para la introducción de esta investigación y de otras indagaciones que se han realizado acerca de innovaciones tecnológicas, implementación, difusión y uso de estufas de leña a nivel mundial, nacional y finalmente local, así como el impacto que estos proyectos han publicado, y su relación con los objetivos y metas que se han planeado en la agenda 2030. Además, se describen, comparan y evalúan dos dispositivos que son de interés para esta investigación, las estufas ahorradoras de leña Patsari y Albalat.

2.2.1 Panorama mundial del uso de leña.

La Agencia Internacional de Energía (IEA) reporta que en los países en desarrollo los combustibles de biomasa aportan en promedio el 22% de la energía total, aunque hay países donde representan hasta el 80%. La IEA estimó que 2,700 millones de personas usaban biocombustibles para cocinar sus alimentos en el año 2008, y se espera que esta cantidad alcance los 2,800 millones en el 2030. Si se agrega el carbón mineral, la cifra es de 3,000 millones de personas, es decir, la mitad de la población mundial cocina con los llamados combustibles sólidos (astillas, briquetas, pellets y carbón vegetal). Para ese año la biomasa aportó el 10.2% de la energía total mundial. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), más del 80% de esta bioenergía proviene principalmente de la madera de árboles, ramas, arbustos y residuos forestales **Figura 4**.

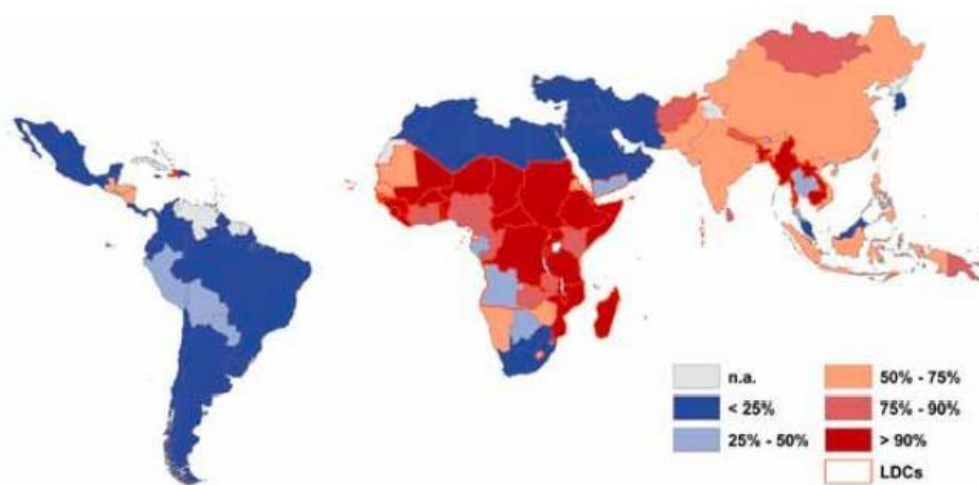


Figura 4. Porcentaje de la población sin acceso a tecnologías limpias para cocinar [5].

A la quema de estos combustibles en los sistemas tradicionales poco eficientes se le atribuyen más de 1.6 millones de muertes al año en el mundo, principalmente de mujeres y niños; esto significa más de tres personas por minuto. El humo producido por la quema de los

combustibles sólidos en el interior de una vivienda es uno de los cuatro mayores factores de riesgo de enfermedad y muerte en los países en desarrollo que tienen alta mortalidad, junto con el bajo peso al nacer, el sexo inseguro, el agua insalubre, sanidad e higiene; según reporta el Grupo de Desarrollo de Tecnología Intermedia [5]. El uso de la leña para la generación de calor y cocción de alimentos genera Gases de Efecto Invernadero (GEI), incluyendo dióxido de carbono (CO₂), CH₄, CO, hollín, (Black carbon [BC]) y otros.

2.2.2 Programas de implementación de estufas ahorradoras de leña en el mundo.

Los programas que se han realizado y de los que se tiene información han mostrado los beneficios al ambiente local y global, además de los beneficios a la salud, ahorro de tiempo y dinero, y en general el mejoramiento de la calidad de vida de las familias. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que en el mundo actualmente 820 millones de familias disfrutan los beneficios que producen las estufas de leña.

Los primeros proyectos de estufas mejoradas se realizaron en la India e Indonesia en los años cincuenta. En África, en el Sahel, se iniciaron después de la sequía ocurrida a finales de la década de los setenta y en América Central, tras el terremoto de Guatemala en 1976 [1]. Estas primeras estufas tenían la característica de contar con una chimenea y diseñadas únicamente para dos o tres cacerolas. En esos años la implementación e investigación eran complicadas, costosas e incluso el dispositivo era difícil de construir.

Los modelos de la segunda generación (1980-1990) estaban mejor estudiados y adaptados a los problemas de la escasez de leña, a las necesidades de las usuarias, de los productores y de los mercados [1]. Se adaptaron las estufas a cada contexto social, tomando en cuenta los materiales de construcción, técnicas y procesos para difundir las estufas. Existió un trabajo interdisciplinario entre especialistas en diseño, albañiles y expertos de las condiciones locales. En esta segunda generación, se manejaron dos tipos de modelos: las estufas de barro construidas por las usuarias, con funcionalidad para una olla y con chimenea, y las estufas de cerámica o metal fabricadas por artesanos y a su vez difundidas para su comercialización, con el apoyo de proyectos enfocados en la apertura de diferentes mercados.

A principios del siglo XXI, la Fundación Shell impulsó una iniciativa para desarrollar programas exitosos de estufas de leña. Dentro de esta iniciativa se financiaron cuatro proyectos en el mundo para desarrollar métodos estandarizados de evaluación y monitoreo tanto de los cambios en la calidad del aire como de los ahorros en consumo de leña en las estufas. Uno de estos proyectos fue ejecutado en México por el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable, A.C. (GIRA) y la Universidad Autónoma de México (UNAM); otro en Guatemala fue realizado por HELPS International y dos en India estuvieron a cargo del Appropriate Rural Technology Institute (ARTI) y el Developement Alternatives Group (DA). En este esfuerzo participaron activamente varias instituciones de investigación: la UNAM, el Instituto Nacional de Ecología (INECOL), el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), la University of California (Irvine y Berkeley) y la University of Liverpool [1].

Esta tercera generación de estufas de leña incluye información práctica y científica acerca de los problemas asociados a los fogones tradicionales, además de información acerca de los beneficios obtenidos por estos dispositivos como lo es en el ámbito económico, ambiental, de salud, social y cultural. Los avances generados traen consigo 4 logros indiscutibles: 1) Tecnología, 2) Modelos de disseminación, 3) Seguimiento y 4) Medición de impactos, además de la producción de más de un millón de estufas por año, las cuales se implementan en más de 160 programas por el mundo. Los países que cuentan con los proyectos más grandes de estufas son: China, India, Kenia, Perú y México **Figura 5**.

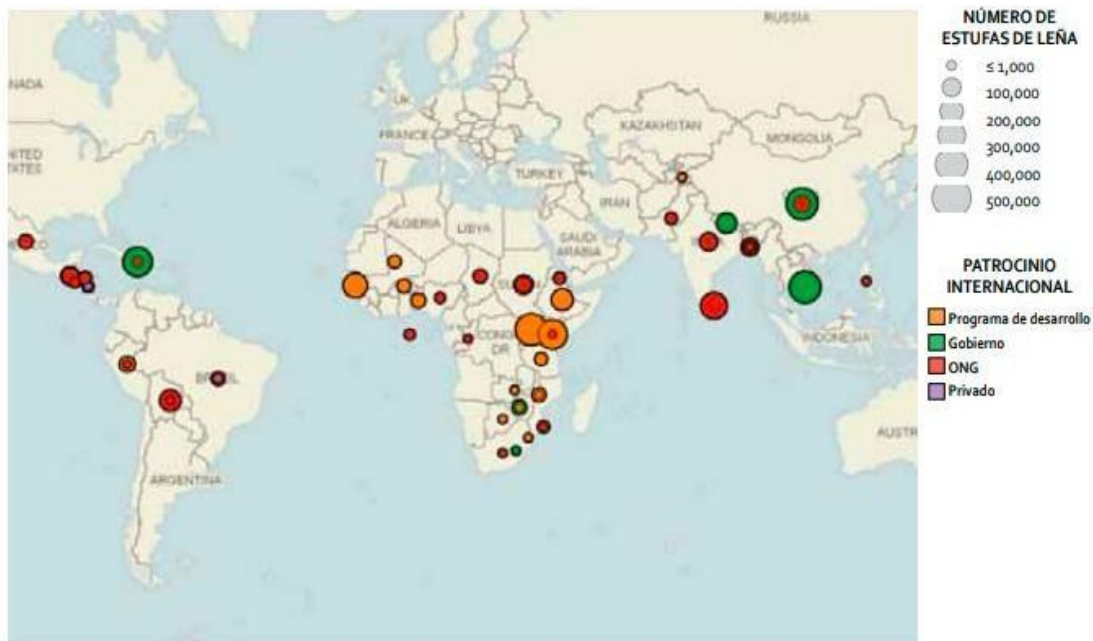


Figura 5. Programas de estufas en el mundo [1].

2.2.3 Panorama nacional del uso de leña.

Datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) señalan que alrededor de 26 millones de habitantes de nuestro país viven en comunidades rurales, de esta población, 28% vive en pobreza extrema y 57% en pobreza moderada. Se estima que aproximadamente 28 millones de habitantes cocinan sus alimentos con leña, de los cuales 90% viven en el medio rural. Del total de usuarios de leña, 19 millones de habitantes usan este energético como combustible único para cocinar y 9 millones la usan en combinación con gas licuado de petróleo (GLP) [5].

La leña es uno de los principales combustibles del sector residencial, ya que según datos de la Secretaría de Energía (SENER) aporta 28.5% de la energía consumida, sólo detrás del

GLP, que proporciona el 38.4%. En los hogares rurales la leña aporta 80% de la energía consumida. Asimismo, la leña representa tres veces el consumo de madera comercial autorizada en México **Figura 6**, lo que la convierte en el principal uso de los productos forestales; sin embargo, no debe perderse de vista que el impacto no es proporcional a la cantidad de madera consumida por estos sectores. Se estima que la madera usada para energía alcanza los 15 millones de toneladas por año [5].

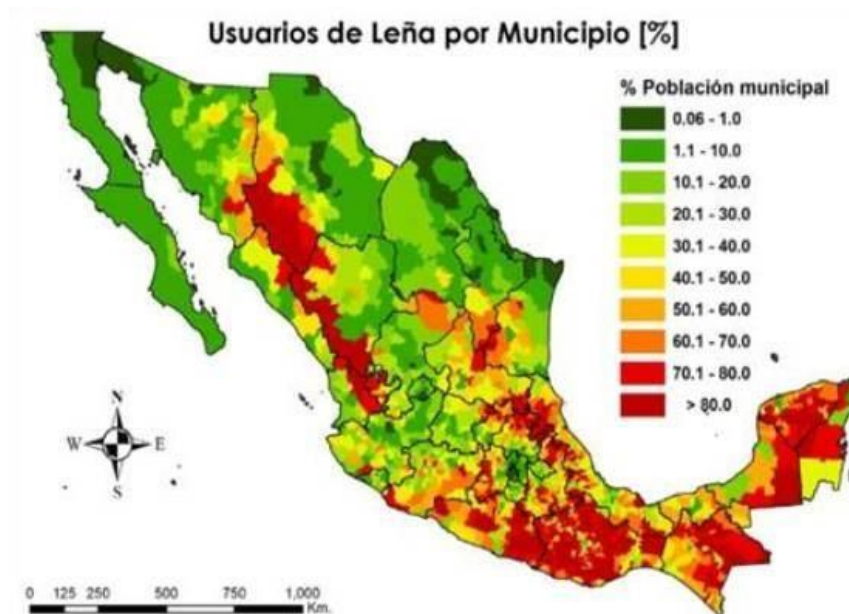


Figura 6. Distribución de usuarios de leña en México [5].

La derrama económica y el impacto social del uso de leña son también significativos, pues se calcula que el mercado actual de combustibles forestales asciende a los 12,500 millones de pesos por año y genera 104 millones de jornales anuales, esto representa 417 mil empleos [5].

2.2.4 Importancia del uso de leña en zonas rurales de México.

En México, a finales del siglo XX, se estimaba que aproximadamente 27 millones de personas usaban leña como principal combustible para cocinar. Esto representaba un tercio de la población total del país, 89% de la población rural y 11% de la población urbana [6]. El uso doméstico de leña variaba dependiendo de la región. La mayor demanda se encontraba en los estados del centro y sur del país, en donde se ubicaba el 70% de los usuarios de leña. Estos estados son Campeche, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tabasco, Veracruz y Yucatán. Estas características también corresponden algunos de los estados donde se encuentra la población indígena y la más pobre del país [6]. Para poder extraer leña, es necesaria la relación oferta demanda, además de que esta relación no solo está fundamentada por la disponibilidad del recurso o la necesidad de las

comunidades para consumirlo, sino que también se asocia con los sistemas de producción, condiciones biofísicas, variables socioculturales y tecnológicas, así como la estructura socioeconómica. Ángel Jiménez, en su tesis, nombra los siguientes factores:

Las condiciones físicas de la comunidad como el clima, la disponibilidad física del recurso y el tipo de combustible usado.

- a) Las variables demográficas como el tamaño del hogar y edad de los miembros de la familia.
- b) Las condiciones socioeconómicas como los ingresos, acceso a los medios de transporte, acceso social a los recursos forestales.
- c) Los aspectos culturales como los hábitos y prácticas de cocinado, tipo de dispositivos usados para cocinar y las costumbres alimentarias.
- d) Las características técnicas de los dispositivos de uso final, es decir la eficiencia energética.
- e) La disponibilidad de combustibles sustitutos (precio/acceso).
- f) Es importante recalcar, que la práctica de la recolección trae resultados positivos para los bosques, pues existe una disminución de madera muerta, lo que reduce el riesgo de incendios y también ayuda a la regeneración de los árboles.

La actividad de obtención principal de leña en las zonas rurales de México es la recolección, tarea que implica un esfuerzo grande, ya que, dependiendo la ubicación del hogar con respecto al bosque, determinará la cantidad de horas que se destinen a esta tarea. Por lo regular, los hombres salen de las comunidades a la ciudad por causa del trabajo o comercio, destinando a las mujeres y regularmente a niños y niñas, recolectar este combustible. Se destina diariamente un aproximado de 30 minutos a 2 horas y media para llevar a cabo esta labor, con los peligros que representa; animales debajo de los trozos de madera, riesgo de caída por la humedad del suelo, sobrecarga en la espalda por la cantidad de leña que se cargue y tiempo que se puede destinar a la educación de los niños.

2.2.5 Uso de estufas ahorradoras de leña en México.

La necesidad total estimada de estufas de leña en el país es de 5 millones, es decir, actualmente cinco millones de familias cocinan con leña. Existe experiencia en México sobre el tema de estufas ahorradoras de leña, aunque su alcance es limitado comparado con la demanda actual. A principios de los años ochenta, instituciones gubernamentales efectuaron un esfuerzo de mediana escala con resultados pobres y como consecuencia se abandonó el tema. A finales de la década de los noventa se desarrollaron varias iniciativas en diferentes regiones de México, particularmente en los estados de Michoacán, Chiapas y Oaxaca, donde se trabajó con una diversidad de diseños de estufas y planes de diseminación [5].

Estas iniciativas han logrado como consecuencia la restauración de bosques locales,

conservación de la biodiversidad y una transición energética en las comunidades donde se han implementado de manera exitosa. La mayoría de los grupos que desarrollaron estos programas tuvieron como variante principal de estufa ahorradora de leña, a la estufa Lorena, de ella surgieron otras variantes como es la estufa Patsari y en el sureste del país se promovió la estufa Justa y la Rocket portátil [5].

Cabe mencionar que a partir del año 2003, se incrementó el interés por el desarrollo y difusión de estufas ahorradoras de leña por algunas organizaciones, particularmente GIRA, A.C. y el Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO) de la UNAM, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), Instituto de Ingeniería (II UNAM) y el Instituto Nacional de Ecología (INECOL) [6].

Como resultado de ese impulso, en el último sexenio el gobierno mexicano comenzó a reactivar sus actividades relacionadas con este tema, principalmente a través de la CONAFOR, la COFEPRIS y más recientemente a través de la SEDESOL. Esta última institución hasta la fecha ha ejecutado el mayor número de proyectos bajo un enfoque completamente social, es decir, las personas que viven en los municipios con menor índice de desarrollo humano (IDH) deben cambiar el piso de su vivienda y su fogón tradicional [5]. Se tiene muy poca documentación sobre proyectos que han difundido las estufas ahorradoras de leña es por esto que se desconoce los logros, fracasos e impacto hacia las comunidades apoyadas.

Se tiene conocimiento de organizaciones civiles que han implementado modelos de estufas ahorradoras de leña con enfoques diversos, mostradas en **Tabla 1**. En conjunto, se puede hablar de decenas (quizá centenas) de organizaciones que han difundido estufas en todo el país.

Lamentablemente no se tiene un inventario ni de las organizaciones ni del número de estufas implementadas. Los principales modelos difundidos son variantes de Lorena, Patsari, Justa y ONIL. A continuación, se presentan algunas de las organizaciones con mayor presencia en algunos estados del país (la cantidad de estufas es un dato estimado).

Tabla 1. Organizaciones que han implementado estufas en México [5].

Estado	Organización	Cantidad de estufas difundidas
Baja California Sur	Niparájá, A.C.	<100
	Fundación Cántaro Azul, A.C. HELPS	<100
	International, A.C.	<100
Chiapas	Foro para el Desarrollo Sustentable,	>500
	A.C. Pronatura Chiapas, A.C. Maderas	>500
	del Pueblo del Sureste, A.C.	
	Servicios Agropecuarios Tuxtlan, S.A	>500
	de C.V.	
	HELPS International, A.C.	>500 >2,000
Chihuahua	Consultoría Técnica Comunitaria, A.C.	<1,000
	(COTEC)	
	Centro de Desarrollo Alternativo	
	Indígena, A.C. (CEDAIN)	>500
	HELPS International, A.C.	<100
Estado de México	Vasco de Quiroga Presencia en el Siglo	
	XXI, A.C.	>10,000
	Fundación Vamos a Dar, I.A.P.	>6,000
	Fondo Pro Cuenca Valle de Bravo,	
	A.C.	<1,000
	Fundación Pro-Mazahua, A.C. Código	<1,000
	Tierra, A.C.	>3,000
	Organización Femenil de Asistencia y	
	Superación, A.C.	>1,000
	HELPS International, A.C.	<100
Guerrero	Fundación INCO	<1,000
	Centro Operacional para el	
	Fortalecimiento de Iniciativas Sociales	
	(COPEFIS), A.C.	>500
	Kakistis, A.C.	>500
	HELPS International, A.C.	<1,000
Michoacán	GIRA, A.C.	>3,000
	Vasco de Quiroga Presencia en el Siglo	
	XXI, A.C.	>5,000
	Cuatro Elementos, A.C.	>1,000
	Melchor Ocampo Consultores	>1,000
Oaxaca	Servicios Ambientales de Oaxaca	
	(SAO)	>500
	Instituto de la Naturaleza y la Sociedad	
	de Oaxaca (INSO) Fundación Ayú,	>500
	A.C.	>1,000
	Integralismo Grupo Consultor, S.C.	<100
	Patronato Pro Zona Chinataca Fondo	<100
	Para la Paz I.A.P.	>1,000
	HELPS International, A.C.	>15,000

Quintana Roo	Cáritas de Quintana Roo	>1,000
Hidalgo	Habitat para la Humanidad México, A.C.	<500
	HELPS International, A.C.	>1,000
San Luis Potosí	Club Rotario Tamazunchale	<2,000
Tabasco	HELPS International, A.C.	>2,000
Sinaloa y Sonora	Asesoría en Arquitectura y Urbanismo Social (AURA), A.C.	<5,000
Veracruz	Instituto de Ecología, A.C.	<500
	Habitat para la Humanidad México, A.C.	<500
	HELPS International, A.C.	>1,000
Yucatán	U'yo'olché A.C.	<500
	Red Verde A.C.	<500
	Centro de Estudios y Desarrollo Social, A.C.	<100

2.2.6 Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

En septiembre de 2015 los Estados Miembros de la Organización de las Naciones Unidas, entre ellos México, aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Constituye la nueva estrategia que regirá los programas de desarrollo mundiales en los próximos 15 años. La Agenda 2030 en México (**Figura 7**), es una hoja de ruta que pone un horizonte en común con el fin de orientar acciones multisectoriales a favor de las personas, la preservación del planeta, la prosperidad económica en disminución de desigualdades, así como fomentar la paz y las alianzas. En ella se contemplan 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), 169 metas y 230 indicadores globales [7].



Figura 7. Objetivos de desarrollo sostenible [7].

La implementación y uso sostenido de estufas ahorradoras de leña contribuyen en el impulso de la Agenda 2030, específicamente en la contribuir en mejorar la economía familiar al optimizar el uso de leña (compra) y mejorar la salud de la población.

2.2.6.1 Fin de la pobreza.



Figura 8. Fin de la pobreza [7].

El tema pobreza va más allá de términos económicos que optimicen una vida sostenible, la pobreza engloba también la desigualdad en la calidad de vida, la desnutrición y falta de alimento, así como la carencia en los servicios básicos; el crecimiento económico debe de ser inclusivo con el fin de promover la igualdad. El uso de las estufas ahorradoras de leña fomenta el fortalecimiento de las personas que viven en situación rural y pobreza extrema, porque el uso de estufas ahorradoras de leña proporciona servicios dignos de cocción y calefacción a todos los integrantes del núcleo familiar.

2.2.6.2 Salud y bienestar.



Figura 9. Salud y bienestar [7].

De acuerdo a [7], para lograr un desarrollo sostenible es fundamental garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos a cualquier edad. Una de las principales metas de este objetivo es las de reducir la tasa de mortalidad por enfermedades no transmisibles mediante su prevención y tratamiento. Las estufas ahorradoras de leña son partícipes en el

logro de este objetivo, como se describe en este trabajo, las usuarias de leña sufren de enfermedades respiratorias, incluso de tipo crónicas como la más conocida denominada EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica), con el uso de estas tecnologías se logra prevenir la mortalidad generada por esta enfermedad.

2.2.6.3 Energía asequible y no contaminante.



Figura 10. Energía asequible y no contaminante [7].

La energía es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. La energía sostenible es una oportunidad que transforma vidas, economías y el planeta [7]. La energía de la biomasa se encarga de aprovechar la materia orgánica que existe en abundancia en las comunidades rurales y generar así un cambio de temperatura en la cocción de los alimentos, las estufas ahorradoras de leña propician al uso sostenido de este recurso maderable, además de significar una disminución en la compra del mismo ya que son eficientes en la combustión.

2.2.6.4 Industria, innovación e infraestructura.



Figura 11. Industria, innovación e infraestructura [7].

Las inversiones en infraestructura (transporte, riego, energía y tecnología de la información y las comunicaciones) son fundamentales para lograr el desarrollo sostenible y empoderar a las comunidades. El crecimiento y urbanización está generando una necesidad de contar con nuevas inversiones en infraestructura sostenible que permitan a las comunidades ser más

resistentes al cambio climático e impulsar el crecimiento económico y la estabilidad social [7]. Las estufas ahorradoras de leña forman parte del desarrollo de la infraestructura energética de la biomasa, apoyan al bienestar humano dando una calidad de vida digna y hacen hincapié en el acceso asequible y equitativo al combustible necesario para la cocción de alimentos.

2.2.6.5 Producción y consumo responsables.



Figura 12. Producción y consumo responsables [7].

El consumo y la producción sostenibles consisten en fomentar el uso eficiente de los recursos y la eficiencia energética, infraestructuras sostenibles y facilitar el acceso a los servicios básicos, empleos ecológicos y decentes, y una mejor calidad de vida para todos. Su aplicación ayuda a lograr los planes generales de desarrollo, reducir los futuros costos económicos, ambientales y sociales, aumentar la competitividad económica y reducir la pobreza [7]. Fomentar el uso de las estufas ahorradoras de leña significa promover la investigación, desarrollo y producción de esta tecnología para un consumo sostenible y armónico con la naturaleza.

2.2.6.6 Vida de ecosistemas terrestres.



Figura 13. Vida de ecosistemas terrestres [7].

El 30% de la superficie terrestre está cubierta por bosques y estos, además de proporcionar seguridad alimentaria y refugio, son fundamentales para combatir el cambio climático, pues protegen la diversidad biológica y las viviendas de la población indígena [7]. Promover el

uso de las estufas ahorradoras de leña representa una gestión forestal sostenible, ya que la eficiencia de las mismas al momento de cocinar disminuye la necesidad de combustible maderable. Cada gobierno estatal cuenta con plan de desarrollo, donde se retoma el enfoque de atención a la Agenda 2030 y se busca dar solución a las problemáticas presentes en las comunidades rurales. El plan de desarrollo del estado de Veracruz tiene cuatro bloques temáticos: 1. Política y Gobierno, 2. Política económica, 3. Educación y 4. Bienestar social. El propósito de la política pública orientada al bienestar de la población comprende la procuración del desarrollo social para todos y todas, pero en especial a quienes están en las condiciones más vulnerables [8]. Analizar el tema de bienestar social requiere reconocer las problemáticas específicas en materia de desarrollo social, salud, medio ambiente y seguridad que aquejan a la entidad, para entonces articular un conjunto de políticas públicas de impacto directo en sus soluciones.

2.2.7 Estufa Patsari.

En el año 2012, la fundación “Hábitat para la Humanidad México”, difundió el modelo de la estufa Patsari, en la localidad de Elotepec, Huatusco, Veracruz por medio del proyecto “Cocinas mejoradas para una vivienda saludable”, esta fue desarrollada por el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable GIRA. Su principal objetivo fue mejorar la salud de la familia y de la usuaria que cocina, manteniendo fuera de la cocina el humo que genera la leña por una inadecuada combustión; la leña usada disminuye en más del 50%, mejorando la economía rural y el desarrollo de habilidades, los pobladores locales se capacitan como instructores, generando puestos de trabajo. La estufa ahorradora de leña Patsari, ha demostrado que cubre demandas de los usuarios de esa región, porque permite cocinar varios alimentos al mismo tiempo, hacer tortillas, guisar y calentar agua entre otras actividades **Figura 14 y 15.**



Figura 14. Estufa Patsari.

Fuente: Propia.

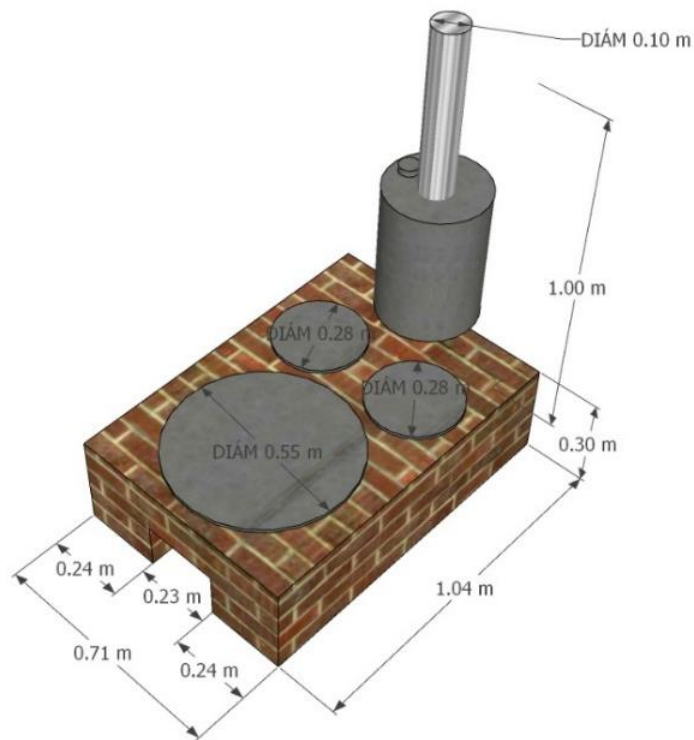


Figura 15. Modelo 3D en AutoCAD de estufa.

Fuente: Propia.

La estufa Patsari es considerada dentro de los modelos que más difusión han tenido dentro el país. Esta consta de un molde que es general. Su base puede ser de bloc, tabique, adobe o cualquier material disponible en la región. La estufa cuenta con una estructura de tabique rojo pegado con cal y cemento. Las dimensiones de la estufa son 104 cm de largo x 71 cm de ancho, una altura de 30cm. Cuenta con tres hornillas metálicas, la hornilla principal en donde se encuentra la cámara de combustión es de 55cm, las hornillas secundarias son de 28 cm., los comales son de acero con una conductividad térmica de 53 W/ (m °K). La entrada de leña tiene una medida de 15.5 cm de alto y 23 cm de ancho.

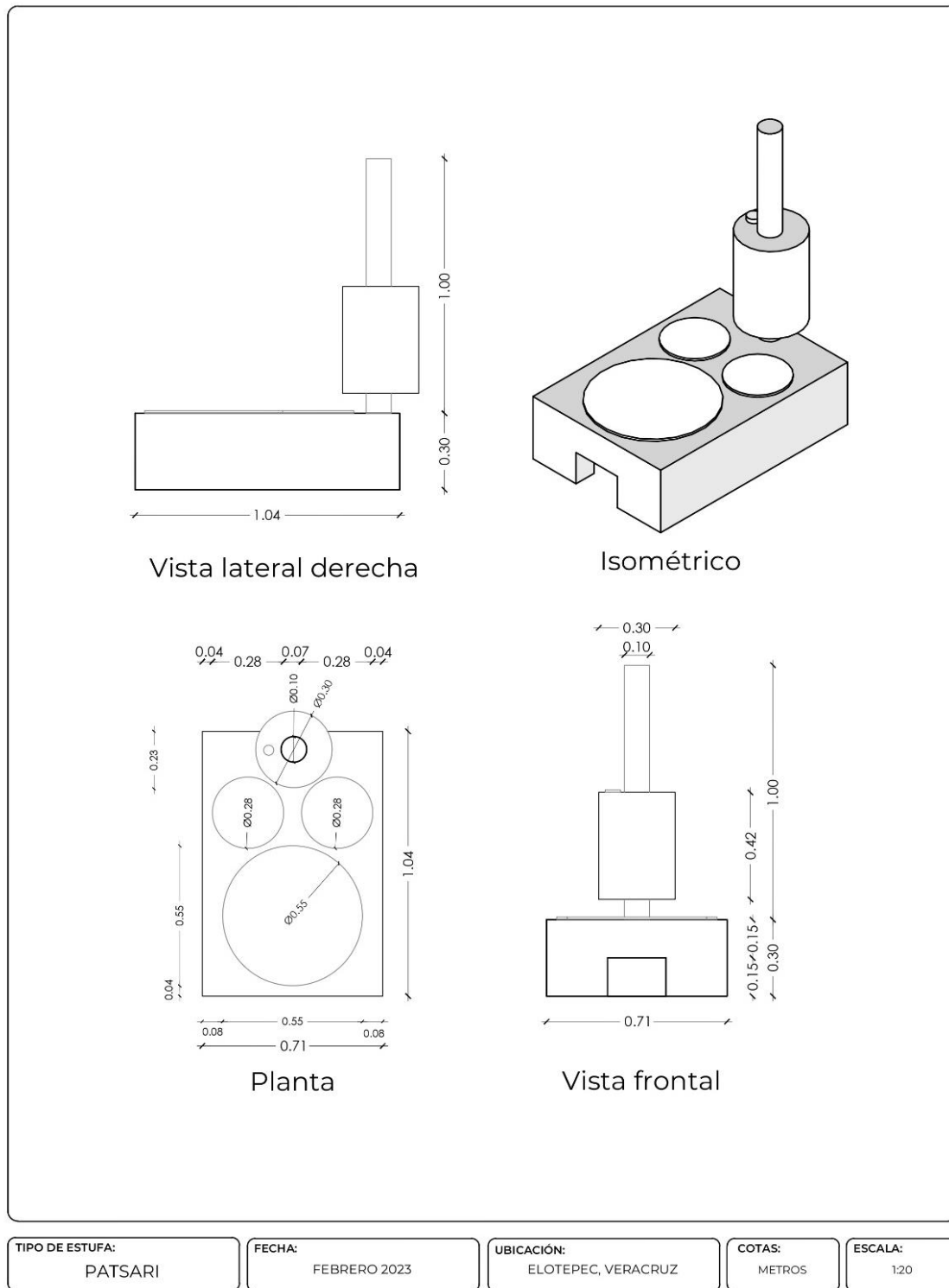


Figura 16. Modelo 2D en AutoCAD de la estufa Patsari.

Fuente: Propia.

2.2.8 Estufa Albalat.

Entre noviembre 2008 y abril 2010, La Microcuenca del Río Citlalapa A.C., construyó 202 estufas ahorradoras de leña en cinco comunidades en las Microcuencas del Río Citlalapa y Dos Puentes, en la parte central de Veracruz. El proyecto de estufas se realizó como parte del Programa “Manejo Sostenible de Recursos Maderables”, con el doble objetivo de: disminuir la presión sobre el bosque y a través del ahorro de leña, mejorar la calidad de vida de los habitantes. Este programa se ha desarrollado en conjunto con Reforestemos México, que lo ha apoyado desde su inicio. El objetivo del estudio fue medir y evaluar los efectos socioeconómicos y ambientales de estufas ahorradoras de leña en las familias rurales que beneficiaron de esta ecotecnología **Figura 17**.



Figura 17. Estufa Albalat.

Fuente: Propia.

El estudio se realizó mediante la aplicación de dos encuestas a las beneficiarias de las estufas ahorradoras. La información de las encuestas fue complementada con la observación directa de los efectos a la salud y el uso correcto de las estufas. La primera encuesta se aplicó antes de la construcción de las estufas, con el objetivo de establecer una línea base como punto de comparación. La segunda encuesta se aplicó después de 6 a 10 meses de la construcción de las estufas, tiempo suficiente para asegurar uso y manejo de la nueva tecnología. Los resultados del estudio se derivan de la comparación y análisis de los datos de las dos encuestas: pre y post estufa [9].

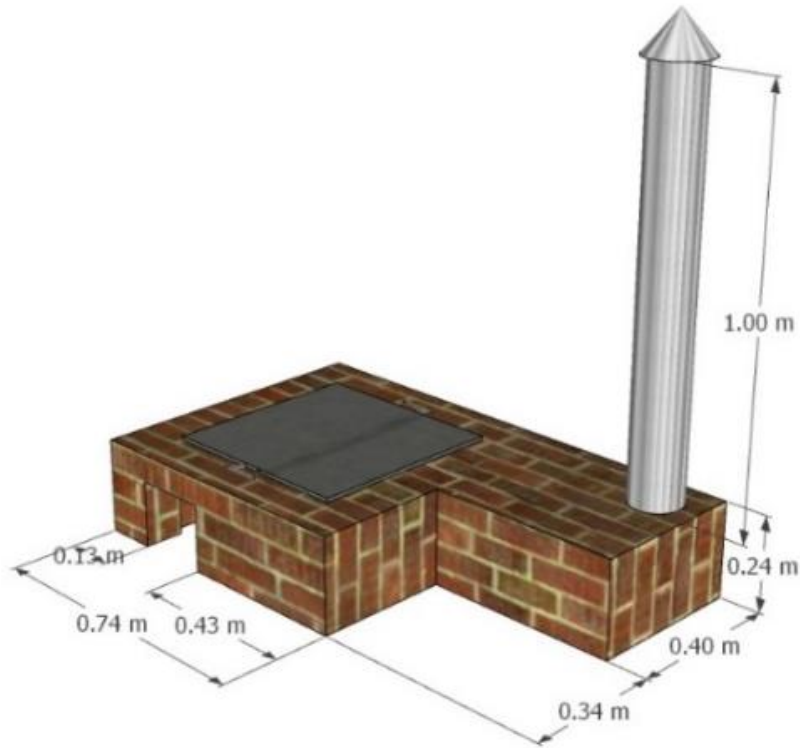


Figura 18. Modelo 3D en AutoCAD de estufa Albalat.

Fuente: Propia.

Este modelo es una variante de la estufa lorena, fue desarrollado por el arquitecto Horacio Albalat. Se trata de una estructura de tabique, pegado con mezcla de arena, ceniza, cal y agua de nixtamal. La estufa tiene las siguientes medidas: 40 x 123cm, cuenta con un comal grueso de hierro de 50 x 50cm con una conductividad térmica de $79.5 \text{ W/(m } ^\circ\text{K)}$. La altura interior desde la base hasta el comal es de 24cm. La estufa cuenta con una entrada de 18.5 de ancho x 17 cm de alto, además de un chacuaco que está localizado al final de la estufa en forma de “L” a 46 cm del comal.

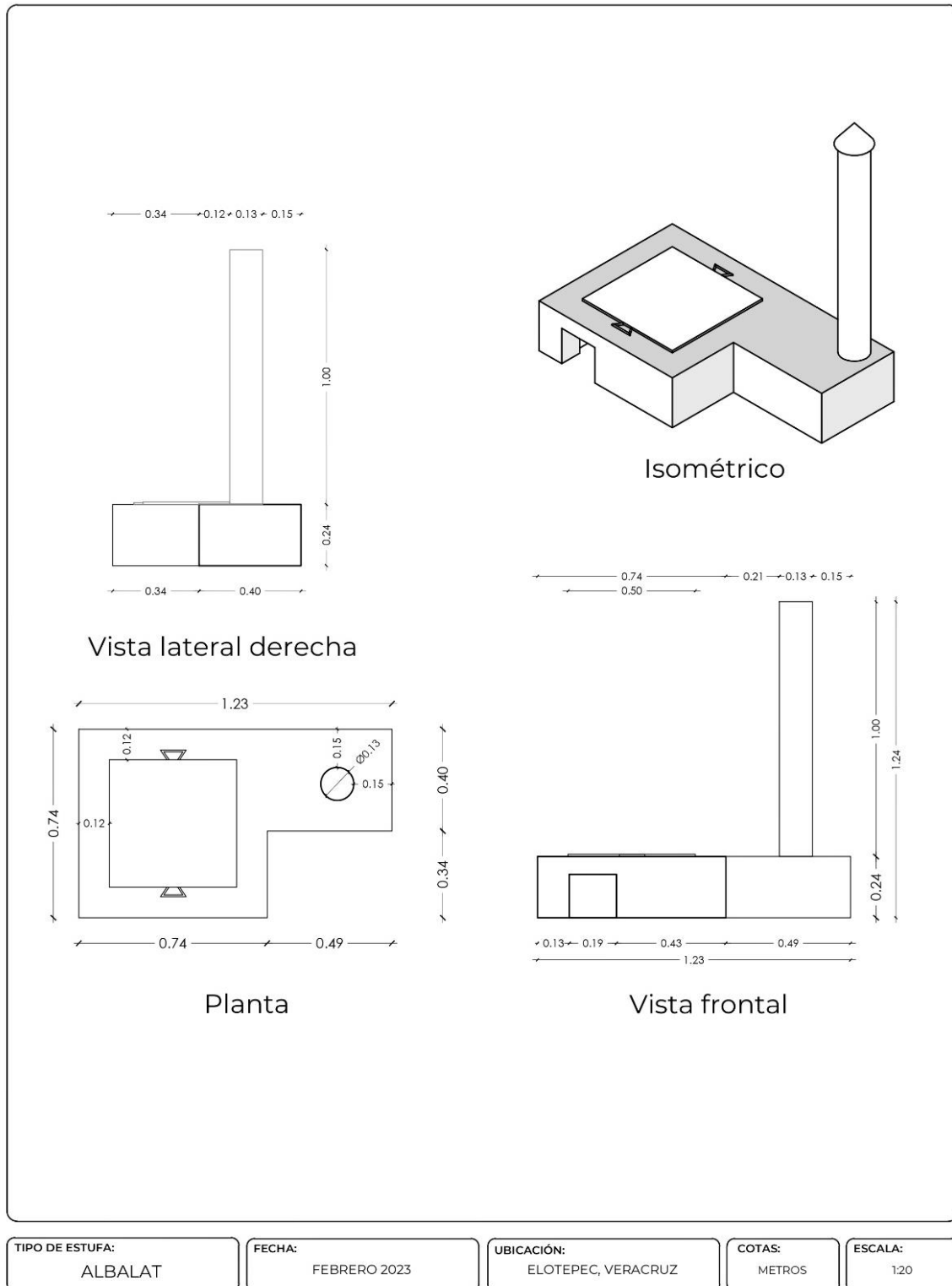


Figura 19. Modelo 2D en AutoCAD de la estufa Albalat.
Fuente: Propia.

2.3 Marco teórico conceptual.

El apoyo teórico conceptual de este trabajo está basado en temas que engloban el modelo hipotético de las dos variables de investigación: rendimiento térmico e impacto social. Estudiar y analizar estos conceptos permite comprender mejor esta tesis. Para la variable independiente, rendimiento térmico, se utilizaron tres hipótesis: Protocolo KPT, Protocolo WBT y Cámara termográfica; para la variable dependiente, impacto social, únicamente se utilizó la hipótesis del protocolo KPT que consiste en evaluar las preferencias de cocinado y consumo del combustible.

2.3.1 Rendimiento térmico.

El rendimiento térmico es un indicador que nos permite evaluar la habilidad que tiene una estufa para entregar energía neta a una olla, cazuela o cacerola de la energía recibida por la leña en la combustión. Para determinar el rendimiento térmico se calcula la cantidad de energía que proporciona el combustible [10].

2.3.1.1 Protocolos internacionales para la evaluación de estufas de leña.

Actualmente existen tres protocolos utilizados internacionalmente para la determinación de la eficiencia y ahorro potencial de la leña en la evaluación de modelos de estufas ahorradoras de leña:

- Prueba de ebullición de agua (WBT “Water Boiling Test” sus siglas en inglés), funciona para evaluar la eficiencia térmica, el tiempo de ebullición, la tasa de incineración y el consumo específico del combustible de la estufa. Esta prueba fue desarrollada para evaluar el desempeño de la estufa en un ambiente controlado, sin embargo, es una aproximación y es probable que no se parezca a las costumbres de cocción locales [11]. En esta investigación se sometieron a los dos modelos de estufas Patsari y Albalat a las condiciones reales de uso, ya que como lo declara [12], se pretende conocer la conservación del combustible y el tiempo en que la estufa lleva a la cocción el agua que se usa en la prueba (rendimiento térmico).
- Prueba de cocción controlada (CCT “Controlled Cooking Test” siglas en inglés), está diseñada para evaluar el desempeño de la estufa de leña con respecto a las estufas comunes o tradicionales. Se comparan estas estufas con una tarea de cocinado estándar que sea común y cotidiano en la localidad. [13], en esta tesis no se utilizó este protocolo ya que el alcance no se justifica con estos resultados.
- Prueba de rendimiento en cocina (KPT “Kitchen Performance Test” son sus siglas en inglés), se aplica para encontrar diferencias en el uso de combustible entre hogares

que usan estufas tradicionales y hogares que usan una estufa ahorradora de leña. Esta metodología es útil para conocer el comportamiento y el funcionamiento de las estufas de leña en diferentes condiciones de operación, es decir, es posible comparar diferentes dispositivos y conocer el impacto que el uso de ellos tiene en la vida de los usuarios. [14]. Se realizaron entrevistas a las personas beneficiadas por estos proyectos utilizando el formato de la encuesta del Grupo Interdisciplinario GIRA, treinta por cada modelo de estufa ahorradora de leña, dando un total de sesenta encuestas.

2.3.1.2 Prueba de ebullición de agua WBT.

Esta prueba permite al investigador conocer la cantidad de madera usada para mantener el fuego y el tiempo necesario para hervir el agua en una estufa ahorradora de leña. Consiste en tres fases que se determinan por la capacidad de la estufa:

- 1) Hervir agua desde un punto de inicio frío. En esta fase, el evaluador comienza con la estufa en temperatura ambiente y se utiliza leña de un paquete previamente pesado. Con la cantidad ya establecida, se pretende hervir agua en una olla estándar. Al lograr el punto de ebullición, se debe cambiar el agua hervida por agua a temperatura ambiente para pasar a la segunda fase.
- 2) Hervir agua cuando la estufa está caliente. En esta segunda fase, el evaluador vuelve a utilizar combustible previamente pesado, para hervir una cantidad de agua medida en una olla. Al repetir la prueba con una estufa caliente, ayuda a identificar las diferencias de rendimiento entre una estufa fría y una estufa caliente.
- 3) Mantener el agua caliente a fuego lento. Esta fase, se realiza por debajo del punto de ebullición durante 45 minutos, este tiempo simula la cocción de legumbres o leguminosas comunes en gran parte del mundo, por ejemplo, el frijol.

Para poder iniciar las fases de la prueba, se recomienda tener listos los siguientes pasos:

- Reunir por lo menos 30kg de leña seca al aire libre, para tener suficiente combustible para realizar las pruebas en cada estufa. Debe de ser madera del mismo nivel de secado y de tamaño similar. No madera verde [11].
- En la olla de prueba se colocan cinco litros de agua, se deben calentar hasta hervir con fuerza. En ese proceso se mide la temperatura de ebullición local y se anota en la hoja de datos.
- Las pruebas se deben realizar en un lugar completamente protegido del viento.
- Todos los resultados recabados se anotan en la hoja de datos.

Es el resultado de la revisión de la Universidad de California en Berkeley (UCB) y de la Fundación Shell de la Prueba de ebullición de Agua de Norma Internacional de VITA de 1985 [11]. Tomar en cuenta que esta prueba no sirve para comparar estufas ubicadas en diferentes zonas geográficas, ya que las ollas y las maderas endémicas utilizadas influyen en el resultado. Todos los cálculos pueden realizarse a mano, con un llenado de hoja de datos y hoja de cálculos que se presentan a continuación **Figura 20 y 21**.

Fecha		Prueba Numero		Estufa	
-------	----------------------	---------------	----------------------	--------	----------------------

punto de ebullición local		Notas: DATOS DE LA PRUEBA EN EL CAMPO DE EBULLICIÓN DE AGUA Y HOJA DE CÁLCULOS Deben rellenarse todos los espacios Resultados del DOS y el TRES deben ser similares. Las estufas mejores usan menos madera y producen menos carbón. Los que cocinan suelen apreciar una ebullición rápida
temperatura del aire		
dimensiones de la madera		
peso olla 1		
peso olla 2		
peso del contenedor de carbón	Y	

BULTO 1 - 2kilos	Alto poder con inicio frío	2 - 2k Alto poder con inicio caliente	3 - 5k Hervir	4 Cocinar a fuego lento 45 minutos
	inicio fin	inicio fin	inicio fin	inicio fin
tiempo	A B	C D	E F	
peso madera	#G H	#I J	#K L	M
Temp agua olla 1				
Temp agua olla 2				
peso olla 1 más agua	N O	P Q	R S	T
peso olla 2 más agua				
peso materiales usados para prender fuego				
Peso carbón y contenedor	U	V		X

Figura 20. Hoja de datos [11].

Tiempo de ebullición:

_____ = B – A = Tiempo que requiere la ebullición en la fase de alto poder con inicio frío

_____ = D – C = Tiempo que requiere la ebullición en la fase de bajo poder con inicio caliente

_____ = F – E = Tiempo que requiere la ebullición en la fase de ebullición de la cocción a fuego lento

Uso de madera:

_____ = G – H = Uso de madera para la fase de alto poder con inicio frío

_____ = I – J = Uso de madera para la fase de bajo poder con inicio caliente

_____ = K – L = Uso de madera para la fase de ebullición de la cocción a fuego lento

_____ = L – M = Uso de madera para la fase de cocción a fuego lento

Agua convertida a vapor:

_____ = N – O = Agua perdida al vapor durante la fase de alto poder con inicio frío

_____ = P – Q = Agua perdida al vapor durante la fase de bajo poder con inicio caliente

_____ = R – S = Agua perdida al vapor durante la fase de ebullición de la cocción a fuego lento

_____ = S – T = Agua perdida al vapor durante la fase de cocción a fuego lento

Carbón creado:

_____ = U – Y = Carbón creado en la fase de alto poder con inicio frío

_____ = V – Y = Carbón creado en la fase de bajo poder con inicio caliente

_____ = X – V = Carbón creado o consumido durante la fase de cocción a fuego lento
(Si esta cifra es positiva, significa que se creó carbón durante la cocción a fuego lento, y si es negativa, significa que se consumió carbón durante la fase de cocción a fuego lento)

Figura 21. Hoja de cálculos [11].

Los resultados principales del WBT son:

El tiempo para llevar a ebullición 5L o en su variante 3.5L de agua (t_{eb}) se calcula restando la hora de inicio y de fin de la prueba. La eficiencia térmica, en este documento llamada rendimiento térmico de la estufa (E_{ft}), es el cociente de la energía útil otorgada a la olla con agua entre la energía total de entrada. Se calcula para las tres fases [15].

Ecuación 1.

$$E_{ft} = \frac{E_0}{E_e}$$

Ecuación 2.

$$E_e = m_{comb} PCl_{comb}$$

Ecuación 3.

$$E_0 = (0.00418 \Delta T t_{eb}) + (2.257 m_{ev})$$

El combustible consumido (m_{comb}) es la diferencia de peso del combustible al inicio y al final de cada fase.

La tasa de combustión (r) es el consumo de combustible durante cada fase de la prueba.

Ecuación 4.

$$r = \frac{m_{comb}}{t_{eb}}$$

La potencia de la estufa (P_t) es la energía de entrada por unidad de tiempo (kW). Se calcula dividiendo la energía total de entrada entre el tiempo total de cada fase en segundos.

Ecuación 5.

$$P_t = \frac{E_e}{(60) (t_{eb})}$$

t_{eb} = Tiempo para alcanzar el punto de ebullición (min)

E_{ft} = Eficiencia térmica (%)

m_{comb} = Masa del combustible quemado (kg)

PCl_{comb} = Poder calorífico inferior del combustible (11.605 MJ/kg de leña seca)

ΔT = Diferencia de temperatura en el agua, entre la inicial y la de ebullición (°C)

E_0 = Energía útil otorgada (MJ)

E_e = Energía total de entrada (MJ)

m_{ev} = Masa de agua evaporada (kg)

m_{eb} = Masa de agua llevada al punto de ebullición (kg)

r = Tasa de combustión (kg/min)

P_t = Potencia (kW)

Se recomienda que esta prueba sea realizada por técnicos capacitados, ya que en un laboratorio es en donde se lleva a cabo dicha prueba, una opción para poder realizar esta capacitación es en la fundación “Clean Cooking Alliance” cuya operación en México se encuentra en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la Universidad Autónoma de México (UNAM), en Morelia, Michoacán. Sin embargo, no existe alguna norma oficial mexicana que nos obligue a realizar dicha capacitación.

La fundación Shell junto con la Universidad de California en Berkeley publicaron una versión simplificada de la prueba de ebullición WBT. Esta versión se realiza en campo y tiene como funcionalidad que todos los cálculos pueden hacerse a mano. Se utilizó esta herramienta debido al objetivo de esta tesis, el cual no es evaluar una estufa en condiciones controladas, sino en la realidad con las demandas que esta contiene.

2.3.1.3 Cámara termográfica.

La cámara infrarroja o termográfica funciona para detectar y medir la energía infrarroja de los objetos. La cámara convierte los datos infrarrojos en una imagen electrónica que muestra la temperatura aparente de la superficie del objeto medido [16]. Se aplicó la cámara para medir la temperatura de las estufas en las tres fases del protocolo WBT.

2.3.2 Impacto social.

El impacto social son los cambios que experimentan las personas, grupos o comunidades como consecuencia del desarrollo de una actividad, proyecto, programa o política concreta y que afectan a las condiciones humanas a largo plazo [17]. Se entiende entonces, que el impacto social es una transformación en la cotidianidad de las personas involucradas, que conlleva a una mejoría en su vida. En este caso, las estufas ahorradoras de leña traen consigo un impacto social resultante de otros impactos: como a la salud, debido a que el humo sale fuera de la casa y no afecta el sistema respiratorio de los usuarios; a la economía, ya que, con la disminución del uso del combustible, se destina menos dinero a su compra; al medio ambiente, debido a que se usan los excedentes de madera proveniente de la comunidad y se realiza poda de árboles para obtener el combustible; y a la sustentabilidad, pues como se escribe en este párrafo, representa para las personas una calidad de vida digna, sostenida y al mismo tiempo protegen a la biodiversidad.

En este trabajo se identificará el impacto social que las estufas Patsari y Albalat han generado dentro de la comunidad de estudio, para esto se implementó el protocolo KPT, que si bien su principal objetivo es el de evaluar la practicidad de la implementación de estufas ahorradoras de leña en una localidad de interés mediante el consumo de combustible [14], también tiene la versatilidad de ofrecer un estudio cualitativo en donde mediante la aplicación de entrevistas

a las usuarias, se da a conocer el impacto que tiene sobre sus vidas debido a la forma de cocinar, usos y costumbres; esto es lo que realmente interesa del protocolo KPT para este trabajo y donde se prestará más atención, la percepción y uso de las usuarias con respecto a los dispositivos entregados.

2.3.2.1 Protocolo KPT.

La evaluación del consumo de combustible se realiza para encontrar diferencias en el uso de combustible entre hogares que usan estufas tradicionales y hogares que usan un dispositivo eficiente, así como el uso de diferentes combustibles [14]. Esta prueba funciona para comprender el impacto que las estufas ahorradoras de leña tienen sobre los hogares de los usuarios de acuerdo a los patrones de uso de combustible. El desarrollo de este protocolo se encuentra en el anexo de esta tesis.

Este protocolo se compone de dos partes: estudio cualitativo y estudio cuantitativo.

- [1] El estudio cualitativo contempla la aplicación de un cuestionario a cada familia seleccionada sobre las prácticas de cocinado, las tecnologías utilizadas para cocinar, el uso de la leña y el estado de los dispositivos el cual ayuda a entender los patrones de consumo de leña [14].
- [2] El estudio cuantitativo incluye la medición del consumo de leña durante 3 a 7 días. Este protocolo se centra en la detección de la diferencia en el consumo de combustible entre los hogares que utilizan diferentes modelos de estufa y determinar el consumo por familia, comunidad o región [14].

Algunas cualidades a evaluar para conocer el impacto de la estufa de leña en la casa son:

- Aceptación de la tecnología
- Consumo de leña por habitante
- Ergonomía
- Seguridad anti-volteo
- Entre otras pruebas que se pueden sugerir para comparar otras estufas
- Tecnologías y combustibles para cocinar

2.4 Marco Teórico.

En el presente marco teórico, se expresan las diferentes motivaciones por las que se impulsa el uso de las estufas ahorradoras de leña. El principal motivo para la difusión es la mejora de la calidad de vida y con esto es importante reconocer que existe un problema en la salud pulmonar de las personas usuarias de la leña.

Por otro lado, es importante reconocer que la difusión de estufas de leña no es solo entregar o desarrollar programas, es conocer la necesidad de los involucrados, deseos, oportunidades

de trabajo y el papel que cada adoptante realizará en la promoción de los dispositivos que se entregan.

2.4.1 Afectaciones por el humo de leña.

Cocinar utilizando leña responde a una necesidad económica y afecta principalmente a mujeres mayores de 40 años, quienes se han expuesto al humo por muchos años. “Es un efecto irritativo, continuo persistente, prolongado y permanente que tienen los pacientes que se exponen al humo de leña”, indicó Pablo Amaya, presidente de la Asociación Nicaragüense de Neumología. Estas mujeres cocinan para sus familias o para vender comida y las consecuencias pueden hacerse visibles después de 15 o 20 años de exposición al humo [18]. Para que una persona se vea afectada por el humo de la leña, se debe de exponer al mismo en un promedio de 6 a 8 horas diarias. Esto ocasionará irritación en los pulmones y posteriormente una inflamación de las vías respiratorias. Entre las partes del cuerpo que se ven afectadas a corto plazo, se encuentran: Nariz, Laringe, Bronquios y Pulmones [18].

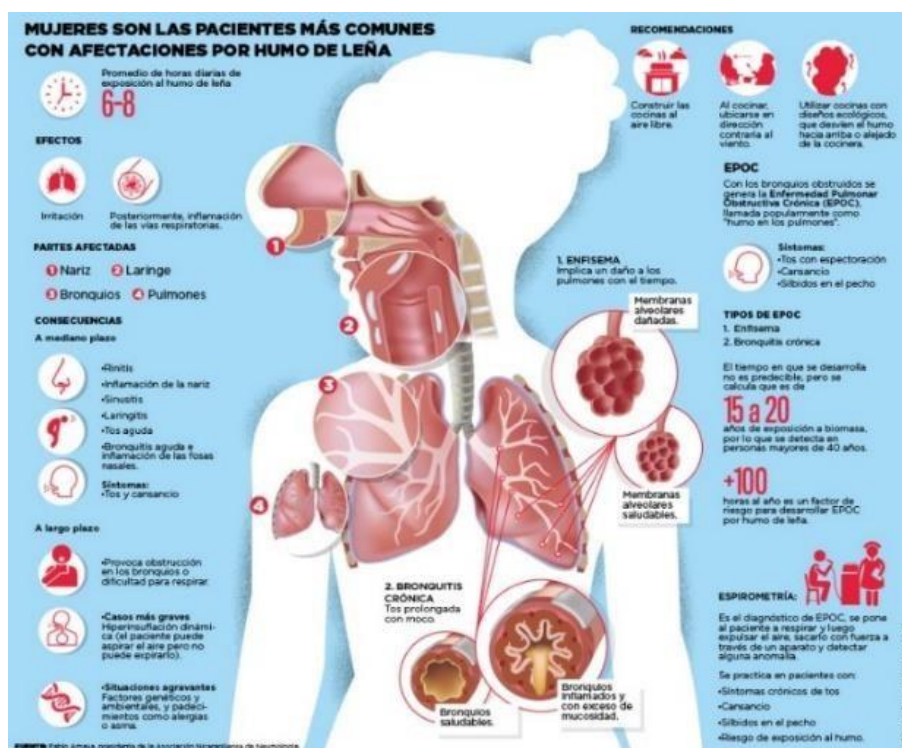


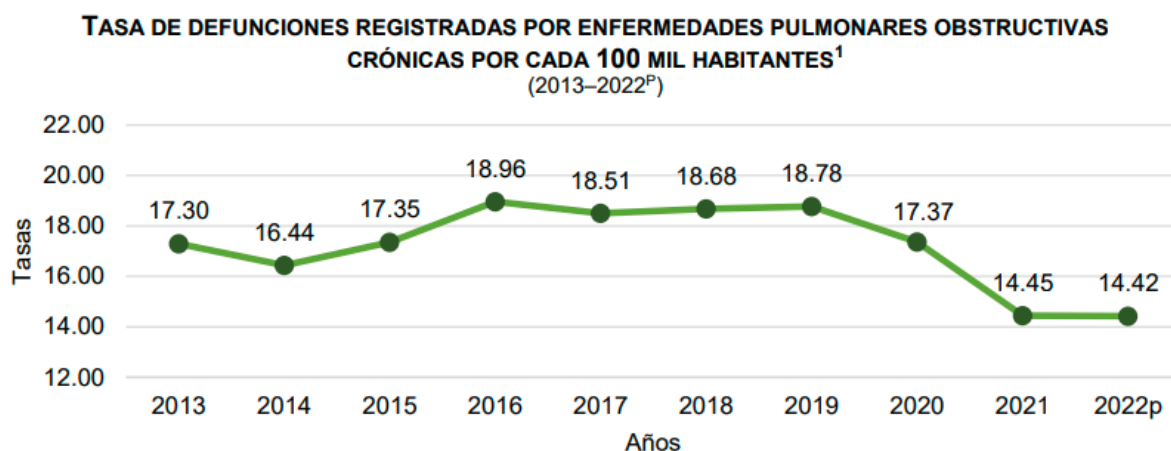
Figura 22. Las mujeres, pacientes más comunes con afectaciones por humo de leña [18].

A mediano plazo, el paciente desarrollará Rinitis (inflamación de la mucosa de las fosas nasales) [19], Inflamación de la nariz, Sinusitis (Inflamación de los senos del cráneo situados

en la frente sobre los dos lados de la nariz, suele producir obstrucción nasal y dolor de cabeza) [20], Laringitis (es la inflamación de la caja de voz (laringe) por uso excesivo, irritación o infección) [21], Tos aguda, Bronquitis aguda (ocurre cuando las vías respiratorias en el pulmón se inflaman y producen mucosidad en los pulmones) [22] e inflamación de las fosas nasales, además de síntomas como tos y cansancio.

Si esto no es alarmante, a largo plazo puede provocar obstrucción en los bronquios o dificultad para respirar. En casos más graves una Hiperinsuflación dinámica, es decir, el paciente puede aspirar aire, pero no puede expirarlo. Con los bronquios obstruidos se genera la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), llamada popularmente como humo en los pulmones. Algunos síntomas son: Tos con expectoración (tos con flema) [23], cansancio y silbidos en el pecho.

En el caso del estado de Veracruz, según INEGI, las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas se posicionaron como principal causa de muerte en las personas de 65 años en 2022, aunque tomando en cuenta el año 2013 a 2022, ha disminuido la tasa de mortalidad ocasionada por el EPOC un 3% aproximadamente.



**Figura 23. Tasa de defunciones registradas a causa de EPOC
en el estado de Veracruz en 2022. [24].**

En total, 18, 560 personas fallecieron por enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC). De ellas, quienes murieron por las no especificadas representan 67.7 %, con 12, 559 casos. La cantidad de mujeres que fallecieron por esta causa fue de 8, 809 (47.5 %). En el caso de los hombres, fue de 9, 745 (52.5 %). Para ambos sexos, quienes fallecieron a partir de los 65 años presentaron el mayor porcentaje de víctimas por EPOC, con un total de 16, 965 casos (91.4 %).

Existen dos tipos de EPOC:

- 1) Enfisema: Implica un daño a los pulmones con el tiempo.
- 2) Bronquitis crónica: Tos prolongada con moco.

El tiempo en que se desarrolla no es predecible, pero se calcula que es de 15 a 20 años de exposición a biomasa, por lo que se detecta en personas mayores de 40 años. Un factor de riesgo para desarrollar EPOC es por estar expuesto a más de 100 horas de humo de leña. Algunas recomendaciones para evitar el desarrollo de esta enfermedad son:

- Construir las cocinas al aire libre.
- Al cocinar, ubicarse en dirección contraria al viento.
- Utilizar cocinas con diseños ecológicos, que desvíen el humo hacia arriba o alejado de la cocinera.

Por una parte, los resultados antes mencionados, hacen hincapié en el cuidado que se debe de tener al momento de utilizar la leña y como ya se ha mencionado, la preparación de los alimentos en los hogares de la familia rural implica un alto consumo. Esto se debe a los fogones tradicionales que usa la mayoría de las familias en el campo, y que no están diseñados para el uso eficiente de la leña, en ocasiones tienen muy grandes las hornillas, la entrada y la caja del fogón, en otras cuantas, solamente se ubica la olla arriba de 3 piedras, colocadas estratégicamente para mantener el equilibrio. Esto hace que haya un mayor consumo de leña, se produzca más humo, se mantenga sucia la cocina, provoque enfermedades respiratorias en los integrantes de la familia y sobre todo un descuido a la persona que se encarga de cocinar.

2.4.2 Adopción de tecnologías en zonas rurales.

Adoptar una nueva tecnología en cualquier lugar del mundo y en cualquier sociedad, lleva tiempo, en especial cuando se necesita ser aceptada individualmente por cada usuario. Según [24], existen modelos que explican cómo se da el proceso al interior de una comunidad. Este se da en tres etapas:

1. La adopción potencial: Esto es, la adecuación de una tecnología a las características del sistema al que se planea integrar.
2. La adopción observada: Esto es, el proceso mental por el cual pasa un individuo desde el primer momento en que escucha hablar de una tecnología hasta su adopción final.
3. La adopción final: Cuando los individuos tienen la información completa sobre la tecnología y su funcionamiento.

En estas etapas, los usuarios cuentan con la información suficiente para decidir adoptar el dispositivo. Aquí comienza un proceso individual de cada persona, en donde encontraremos que existen diversidad de individuos con actitudes diferentes a la innovación; también aclarar que en este momento la adopción de una tecnología no involucra la adopción final o efectiva de la misma.

Las actitudes de los usuarios están relacionadas con la situación económica, social, cultura y de salud. [25] propone que dentro de cada comunidad existen individuos con formas distintas ante las innovaciones.

- a) Innovadores: Personas con interés en nuevas tecnologías. Esta forma de percibir la innovación permite al usuario disponerse a adoptar nuevos dispositivos, además de ser muy importantes para el proceso de difusión.
- b) Los adaptadores tempranos: A diferencia de los innovadores, estos se encuentran más integrados en el sistema social local. Se caracterizan por aprobar la innovación antes de adoptarla.
- c) Los adaptadores tardíos o escépticos: Son aquellos que adoptan la innovación después que la mayor parte de la comunidad lo han hecho. Es decir, hasta que los hechos les den seguridad para adoptar una nueva idea.
- d) Los rezagados: Son los últimos miembros de la comunidad en adoptar el dispositivo. Su proceso de adopción es largo e incluso se resisten a la innovación.

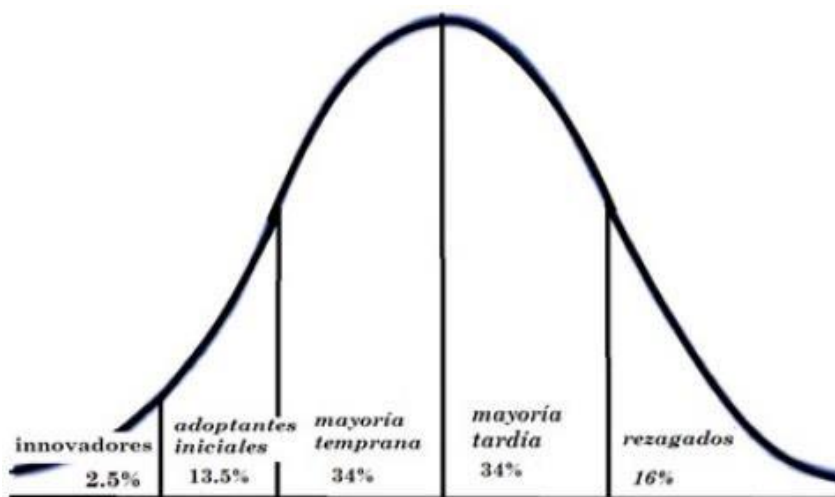


Figura 24. Distribución de los adoptantes [25].

Finalmente, el proceso de adopción de tecnología está íntimamente ligado con los factores de toma de decisiones por parte de los usuarios potenciales. Existen cinco etapas en la toma de decisiones:

- **Toma de conciencia del problema:**

Los posibles usuarios detectan el problema que la tecnología pretende resolver. En esta etapa es importante ver quién toma la iniciativa de proponer una innovación, cómo se formula una idea, con base a qué se diseña una tecnología y cómo es el proceso de difusión.

- **Desarrollo de interés:**

La innovación logra llamar la atención de posibles usuarios. Este punto está desde luego

muy ligado con el primero.

- **Evaluación:**

El posible usuario evalúa las ventajas y desventajas de adoptar una innovación tecnológica.

- **Aceptación:**

Se da la decisión fundamental, el posible usuario rechaza o acepta probar la innovación.

- **Adopción o abandono de la nueva tecnología:**

Esta ocurre después de un periodo de prueba en el que la tecnología se incorpora efectivamente a la vida cotidiana de los usuarios o se rechaza definitivamente.

2.4.2.1 Elemento para la difusión de estufas de leña.

Para garantizar el éxito de programas que implementan estufas de leña, la tecnología aplicada es una parte importante en este objetivo. Pero estos programas no se pueden fundamentar únicamente en el avance tecnológico, ya que, como se ha hablado en este capítulo, es necesario tomar en cuenta diferentes aspectos para la adopción adecuada de los dispositivos: social, cultural, económico y políticas públicas. Según Zamora, se deben considerar los siguientes aspectos:

1. Planeación y diseño del programa.
2. Sensibilización de la población.
3. Capacitación a usuarios y técnicos.
4. Construcción o instalación de la estufa.
5. Seguimiento al programa y al uso de la estufa.
6. Programa de monitoreo de beneficios.

En seguida se muestra un esquema para la difusión de estufas de leña.



Figura 25. Esquema de difusión de estufas de leña [5].

Otro tema muy importante está en el ámbito de las políticas públicas, ya que actualmente los programas integrales sólo son iniciativas locales y de pequeña escala limitadas a regiones o grupos específicos, no se cuenta con recursos financieros y humanos suficientes y tampoco se garantiza su continuidad en el mediano y largo plazos [25]. Es necesario impulsar, definir y fortalecer una política pública que garantice su éxito y permanencia en beneficio de las familias. La inclusión de los diversos elementos asegura el éxito de los programas, y para ello se requiere participación social, gubernamental, instituciones de investigación, además de las familias destinadas al uso de las estufas.

2.4.2.2 Mejora e innovación de tecnología rural.

La implementación y desarrollo de una tecnología en las zonas rurales es un proceso de interacción y constante retroalimentación. Se debe de hacer una investigación de campo y a su vez un estudio en laboratorio, esto con la finalidad de reconocer las diferentes perspectivas a evaluar como son la energética, salud, medioambiental, social y económica, todas estas con respecto a los usuarios destinados para su uso. De esta manera, el desarrollo tecnológico será fortalecido y existirá una línea de estudio congruente, tomando en cuenta no solo la tecnología, sino los demás factores antes señalados.

El proceso de aprendizaje que conlleva el desarrollo de tecnologías tiene diversas formas que permiten comprender el complejo contexto de una tecnología. Estas formas son según [5]:

1. **Aprender haciendo.** El aprendizaje se lleva a cabo a partir de resolver problemas que se plantean en el camino, a través de aprender a utilizar, de mejor manera, el equipo y herramientas.
2. **Aprender usando.** El aprendizaje se desarrolla como una acumulación progresiva de habilidades y conocimientos, mediante la experiencia de utilizar equipos o procesos, de forma que cada vez se hace uso más eficiente de ellos.
3. **Aprender interaccionando.** El aprendizaje ocurre en un espacio determinado de interacción mutua que se va enriqueciendo con el tiempo.
4. **Aprender a aprender.** El aprendizaje constituye una habilidad especializada que se desarrolla dentro del propio proceso de aprendizaje; es decir que desarrollando la habilidad de apropiarse de conocimientos nuevos es posible sustituir las formas menos eficientes de hacer las cosas.

3. Metodología.

En este apartado de metodología se proyectó describir el diseño de la investigación y cómo se trabajó, se obtuvo una investigación mixta debido al uso del protocolo WBT que ofreció datos cuantitativos y el protocolo KPT que brindó datos cualitativos.

Se recopiló información bibliográfica durante esta investigación, posteriormente se aplicaron las entrevistas sobre las opiniones y experiencias de las usuarias de estufas ahorradoras de leña Patsari y Albalat, realizándose con apoyo del modelo hipotético, en donde se desarrollan las variables a estudiar: rendimiento térmico e impacto social.

La variable independiente, rendimiento térmico, se desarrolló con tres herramientas: Protocolo KPT y Protocolo WBT, que funcionaron para conocer la eficiencia térmica de la estufa y los impactos en condiciones de campo; cámara termográfica, para observar el comportamiento de los puntos calientes de ambas estufas de leña. Para la variable dependiente impacto social, únicamente se utilizó la hipótesis del protocolo KPT, destinado para conocer el consumo del combustible y las preferencias al momento de utilizar la estufa ahorradora de leña.

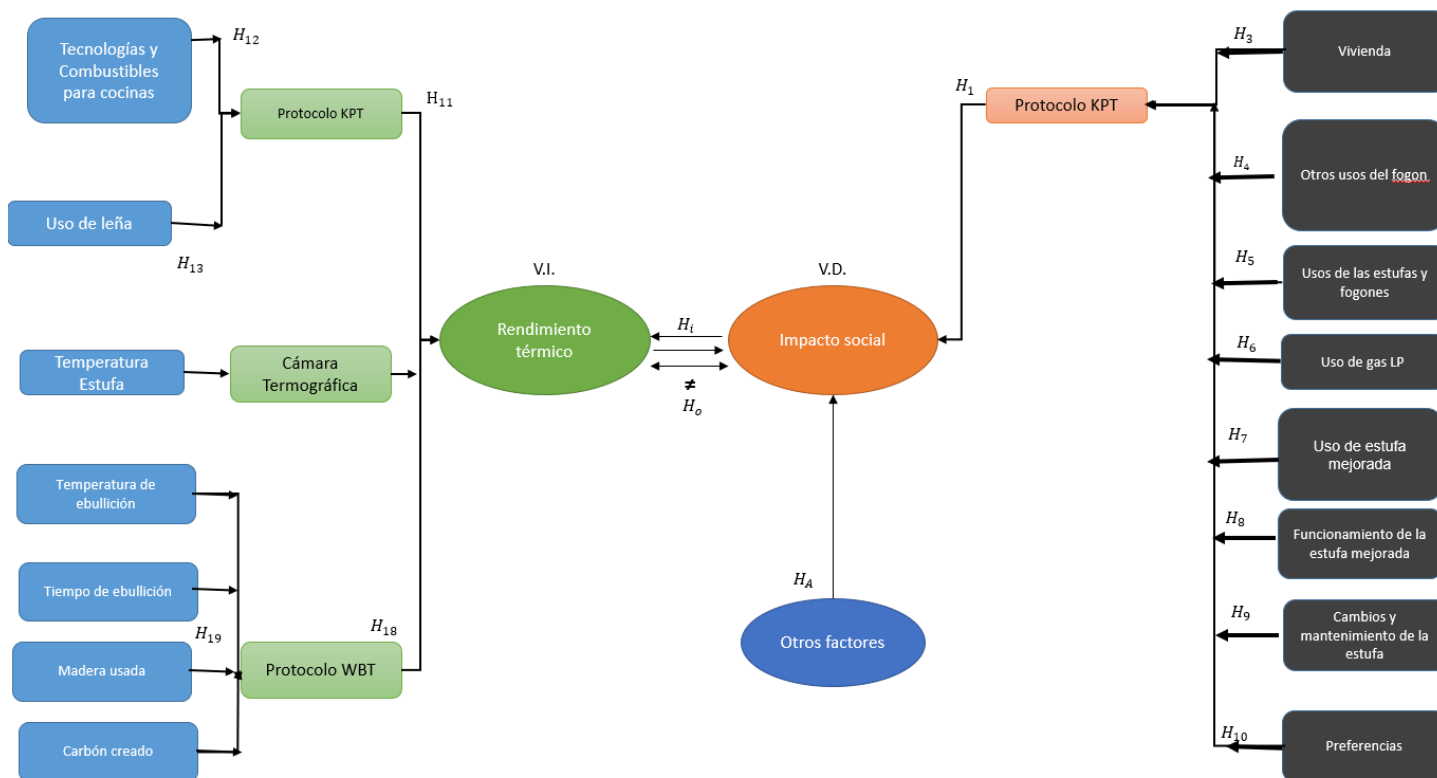


Figura 26. Modelo Hipotético hamiltoniano [36].

3.1 Equipos implementados a las estufas Patsari y Albalat.

Para que una estufa que ha sido desarrollada pueda ser implementada en una comunidad, es necesario que se someta a diferentes estudios, con ello se determina su mejora y así se constata que se adecúa a las necesidades del nicho de estudio. Se necesita comprobar la eficiencia del modelo de estufa, ante esta necesidad se realizan tres protocolos establecidos por la fundación Shell, que se utilizan internacionalmente para este fin.

A continuación, se describen los equipos utilizados para realizar la prueba WBT.



Balanza de por lo menos 6kg de capacidad y que mida a 1g de precisión. Se utilizó para medir los trozos de leña que se tomaron para cada fase de la prueba, además del carbón obtenido y el peso de las ollas antes y después de cada fase.

Figura 27. Balanza digital.

Fuente: Propia.



Material de polietileno resistente al calor para proteger la balanza. Esta tabla resistente a altas temperaturas se utilizó para colocar la charola con carbón y así poder medir en la balanza digital.

Figura 28. Tabla resistente al calor.

Fuente: Propia.



Cámara termográfica. Se empleó para realizar mediciones de altas temperaturas sin tener contacto con las superficies.

Figura 29. Cámara termográfica FLIR C2.

Fuente: Propia.



Olla de prueba. Se usó para conocer la cantidad de agua que se evaporó en determinado tiempo para cada modelo estudiado.

Figura 30. Olla de prueba.

Fuente: Propia.



Termómetro. Este instrumento se destinó para medir la temperatura del agua.

Figura 31. Termómetro digital.

Fuente: Propia.



Pequeña pala o espátula. Este instrumento se usó para remover el carbón de la estufa.

Figura 32. Pala.

Fuente: Propia.



Pinzas. Se utilizó para manipular el carbón dentro y fuera de la estufa de estudio.

Figura 33. Pinzas.

Fuente: Propia.



Bandeja de metal. Se utilizó para contener el carbón mientras se pesaba.

Figura 34. Bandeja de metal.

Fuente: Propia.

3.1.2 Equipo de Protección Personal utilizado en la prueba.

Para poder determinar el Equipo de Protección Personal (EPP) necesario para este protocolo, se utilizó la NOM-017-STPS-2001. En esta norma se busca la selección, uso y manejo de EPP para proteger a los trabajadores de factores de riesgo en el entorno.

Se deben de seguir una serie de pasos que permitan determinar el EPP que requiere cada trabajador para desempeñar sus actividades, con el objeto de prevenir accidentes y enfermedades de trabajo [37].

- A. Puesto de trabajo. Se deben relacionar en un listado, todos los puestos de trabajo del centro de trabajo.
- B. Actividades por puesto. Describir las actividades desarrolladas por cada puesto de trabajo.
- C. Riesgo tipo. Identificar y relacionar los riesgos tipo presentes en cada actividad del respectivo centro de trabajo.
- D. Región anatómica. En cada actividad se debe determinar la región anatómica expuesta a cada riesgo tipo. En la tabla 2, se presentan las regiones anatómicas y algunos EPP que pueden servir de guía.

Tabla 2. Equipos de Protección Personal [37].

Clave y región anatómica	Clave y EPP
1) Cabeza	A) Casco contra impacto B) Casco dieléctrico C) Cofia D) Otros
2) Ojos y cara	A) Anteojos de protección B) Goggles C) Pantalla facial D) Careta para soldador E) Gafas para soldador F) Otros
3) Oídos	A) Tapones auditivos B) Concas acústicas C) Otros
4) Aparato respiratorio	A) Respirador contra partículas B) Respirador contra gases y vapores C) Respirador desechable D) Respirador autónomo E) Otros
5) Extremidades superiores	A) Guantes contra sustancias químicas

	B) Guantes para uso eléctrico C) Guantes contra altas temperaturas D) Guantes dieléctricos E) Mangas F) Otros
6) Tronco	A) Mandil contra altas temperaturas B) Mandil contra sustancias químicas C) Overo D) Bata E) Otros
7) Extremidades inferiores	A) Calzado de seguridad B) Calzado contra impactos C) Calzado dieléctrico D) Calzado contra sustancias químicas E) Polainas F) Botas impermeables G) Otros
8) Otros	A) Arnés de seguridad B) Equipo para brigada contra incendio C) Otros

Teniendo esto en cuenta, es necesario escoger el EPP que se utilizará para la prueba en específico, en esta investigación se utilizó el EPP 2.A y 5.C. debido al riesgo de la temperatura y el humo que se genera en la combustión.



Lentes de protección ocular. Se utilizaron para proteger la vista del evaluador ante el humo generado en la prueba WBT.

Figura 35. Lentes de protección ocular.
Fuente: Propia.



Guantes para calor. Resistentes al calor, estos guantes con carnaza de forro de poliéster se utilizaron para poder retirar los trozos de madera y el carbón generado en la prueba WBT.

Figura 36. Guantes resistentes al calor.
Fuente: Propia.

3.2 Prueba de ebullición de agua (WBT) aplicado a ambas estufas: Patsari y Albalat.

3.2.1 Inicio de la prueba

El Centro de investigaciones Aprovecho, gracias a una subvención de la Fundación Shell que proporciona ayuda técnica a los proyectos de energía casera y de la salud asegurar que sus diseños representan la mejor práctica técnica [11]. Para iniciar con las tres pruebas que se realizaron a las dos estufas de estudio, [11] recomienda desarrollar las siguientes actividades:

1. Apuntar la temperatura del aire.
2. Apuntar el peso de una olla de uso común sin la tapa.
3. Apuntar el peso del envase del carbón.
4. Preparar dos bultos de leña de 2kg cada uno para las pruebas de inicio frío y caliente.
5. Preparar un bulto de 5 kg para la prueba de cocción a fuego lento.
6. Apuntar las dimensiones aproximadas del combustible. Pesar y apuntar los pesos en la hoja de datos. Identificar cada cantidad y mantener separados.

A continuación, se describen las fases del protocolo internacional de ebullición del agua (WBT). Este protocolo fue aplicado a dos modelos de estufas ahorradoras de leña, primero a la estufa Albalat utilizando como combustible leña de huizache, posteriormente a la estufa Patsari siendo madera de encino el combustible destinado, ambos modelos se construyeron en la comunidad de Elotepec, Huatusco, Veracruz.

3.2.2 Fase de alto poder con inicio frío.

Para la fase de alto poder con inicio frío, la evaluación comenzó con el modelo de estufa a estudiar a temperatura ambiente, utilizando leña de un paquete previamente pesado de 3 kg aproximadamente, este se utilizó para hervir 5L de agua en una olla con dicha capacidad. Luego de llegar al punto de ebullición, se remplazó el agua hervida por una nueva olla de agua a temperatura ambiente para dar comienzo a la segunda fase. Es importante que, al momento de iniciar esta prueba, la temperatura de la estufa sea ambiente **Figura 37 y 38.**



Figura 37. Estufa Albalat inicio frío.
Fuente: Propia.



Figura 38. Estufa Patsari inicio frío.
Fuente: Propia.

3.2.2.1 Procedimiento de fase de alto poder con inicio frío.

1. Llenar una olla con 5 litros de agua ambiente y limpia. Apuntar el peso de la olla utilizada más el peso del agua.
2. Colocar el termómetro digital para poder medir la temperatura del agua.
3. Registrar el peso de los materiales de inicio. Utilizar siempre la misma cantidad y el mismo material.



Figura 39. Peso de materiales utilizados para estufa Albalat.

Fuente: Propia.



Figura 40. Peso de leña Estufa Patsari.

Fuente: Propia.

4. Prender el fuego con la madera del primer bulto de 2kg.



Figura 41. Inicio de fuego en estufa Albalat.

Fuente: Propia.

5. Una vez que arda el fuego, inicia el temporizador y se apunta "0". Si se utiliza un reloj, apuntar la hora de inicio. Se hierve la primera olla sin gastar demasiado combustible.



Figura 42. Inicio de prueba en estufa Albalat.

Fuente: Propia.



Figura 43. Inicio de prueba en estufa Albalat.

Fuente: Propia.

6. Cuando el agua llega a su punto de ebullición en la primera olla, hacer lo siguiente:
 - 6.1 Apuntar la duración de tiempo que tardó la olla principal en llegar a su punto de ebullición. Apuntar también la temperatura del agua en la olla en la hoja de datos incluida en el anexo 7.1.



Figura 44. Agua hirviendo en estufa Albalat.

Fuente: Propia.

6.2 Colocarse el Equipo de Protección Personal (EPP), quitar toda la madera de la estufa y apagar todas las llamas. Soltar todo el carbón de las puntas de la madera y ponerlo en la bandeja usada para pesar carbón.



Figura 45. Cámara de combustión de estufa Albalat.
Fuente: Propia.



Figura 46. Puntas de madera y carbón de estufa Patsari.
Fuente: Propia.

6.3 Pesar la madera no quemada de la estufa junto con la madera restante del bulto anteriormente pesado. Apuntar el peso.



Figura 47. Madera sobrante del primer bulto en estufa Albalat.
Fuente: Propia.



Figura 48. Madera sobrante del primer bulto en estufa Patsari.
Fuente: Propia.

6.4 Pesar la olla, con su agua. Apuntar el peso.



Figura 49. Peso de olla con agua hirviendo en ambas estufas.

Fuente: Propia.

6.5 Quitar todo el carbón de la estufa, combinarlo con el carbón que se sacudió de los palos y pesarlo. Apuntar el peso del carbón y de su bandeja.



Figura 50. Carbón restante de primera prueba en estufa Albalat.

Fuente: Propia.

Esto completa la fase de alto poder con inicio frío. Ahora se continúa con la fase de alto poder de inicio caliente sin que la estufa enfríe.

3.2.3 Fase de alto poder con inicio caliente

La fase de alto poder con inicio caliente comenzó después de la primera fase, mientras la estufa está caliente. Se utilizó leña de un paquete previamente pesado para hervir una cantidad específica de agua en una olla normal. Repetir la prueba, ahora con la estufa caliente nos permitió identificar las diferencias en el rendimiento entre una estufa cuando está fría y cuando está caliente.

3.2.3.1 Procedimiento fase de alto poder con inicio caliente

1. Rellenar la olla utilizada con 5 litros de agua fría. Pesar la olla con agua y medir la temperatura inicial. Apuntar las dos medidas.
2. Prender el fuego usando leña y madera del segundo bulto de 2kg. Apuntar el peso de cualquier combustible adicional usado para prender el fuego.



Figura 51. Leña utilizada para la segunda prueba en estufa Patsari.
Fuente: Propia.

3. Apuntar la hora en que se prendió el fuego y colocar rápidamente la olla hasta su punto de ebullición sin gastar demasiado combustible.



Figura 52. Inicio de fuego en estufa Albalat.
Fuente: Propia.



Figura 53. Inicio de fuego en estufa Patsari.
Fuente: Propia.

4. Apuntar la hora en que la olla alcanzó el punto de ebullición. Apuntar la temperatura de la olla.



Figura 54. Agua hirviendo, estufa Albalat y Patsari.
Fuente: Propia.

5. Una vez que se alcanza el punto de ebullición, hacer lo siguiente cuanto antes:
 - 5.1 Colocarse el Equipo de Protección Personal (EPP), quitar toda la madera de la estufa y sacudir cualquier carbón suelto depositándolo dentro del contenedor de carbón. Pesar la madera retirada de la estufa, junto con la que sobró del segundo bulto. Apuntar los resultados.



Figura 55. Carbón restante de estufa Albalat.
Fuente: Propia.

5.2 Pesar la olla con su agua y apuntar estos datos.

6. Quitar el carbón que queda en la estufa y pesarlo, incluyendo el carbón que se quitó de los palos. Apuntar el peso del carbón con el contenedor.



Figura 56. Carbón restante de estufa Patsari.

Fuente: Propia.

Sin pausa, se continúa con la prueba de cocción a fuego lento.

3.2.4 Prueba de cocción a fuego lento.

Esta última fase está diseñada para comprobar la capacidad de una estufa para hervir agua a fuego lento usando la menor cantidad de leña posible. Esta prueba nos proporcionó la cantidad de leña requerida para hervir a fuego lento cinco litros de agua y por debajo del punto de ebullición durante 45 minutos. En esta prueba se utilizó madera del bulto de 5kg para hervir el agua. Fue necesario apuntar el peso de la madera que sobra y seguir cocinando el agua lentamente por unos 45 minutos.

3.2.4.1 Procedimiento de la prueba de cocción a fuego lento.

1. Apuntar el peso de la madera que sobró del bulto original de 5kg.



Figura 57. Pesos del bulto de 5kg para estufa Albalat y estufa Patsari.
Fuente: Propia.

2. Rellenar la olla con 5 litros de agua fría. Pesar la olla con agua. Apuntar el peso y la temperatura.



Figura 58. Olla con agua fría para iniciar tercera prueba en estufa Patsari.
Fuente: Propia.

3. Prender el fuego de nuevo con la madera del bulto pesado anteriormente. Apuntar el peso de cualquier combustible adicional usado para prender el fuego.



Figura 59. Combustible adicional usado para leña Patsari.
Fuente: Propia.

4. Hacer hervir la olla sin gastar más combustible de lo necesario. Justo cuando se llega al punto de ebullición local, hacer lo siguiente en cuanto antes y con cuidado.



Figura 60. Agua hirviendo, estufa Albalat y Patsari.
Fuente: Propia.

- 4.1 Apuntar el tiempo que tardó en hervir el agua y su temperatura. Rápidamente pesar el agua en la olla y ponerla de nuevo en la estufa. Apuntar el peso de la madera que sobró del bulto original de 5kg.

- 4.2 Apuntar la temperatura inicial del agua.
- 4.3 Apunte el tiempo de inicio. Durante los próximos 45 minutos, mantenga el fuego a un nivel que conserve la temperatura del agua lo más cerca posible de 3°C bajo el punto de ebullición.

5. Una vez que transcurran los 45 minutos, hacer lo siguiente en cuanto antes:
- 5.1 Apuntar la hora en que se terminó la prueba, deben ser 45 minutos.
- 5.2 Apuntar la temperatura del agua al finalizar la prueba.
- 5.3 Colocarse el Equipo de Protección Personal (EPP), quitar toda la madera de la estufa y sacudir todo el carbón suelto de las puntas de la madera. Ponerlos en la bandeja usada para pesar carbón y pesar la madera que queda, incluyendo la madera no utilizada del bulto original. Apuntar el peso de la madera.



Figura 61. Carbón y madera restante de estufa Albalat.
Fuente: Propia.



Figura 62. Madera restante de estufa Patsari.

Fuente: Propia.

6. Pesar la olla con el agua que queda. Apuntar el peso.

7. Extraer todo el carbón que sobra de la estufa y péselo, incluyendo al carbón que se soltó de los palos. Apuntar el peso de la bandeja con el carbón.

Esto concluye la prueba completa de ebullición de agua. La prueba debe realizarse por lo menos tres veces para obtener resultados exactos. Las imágenes aquí propuestas son pertenecientes a la última prueba que se realizó en cada estufa.

3.3 Prueba KPT aplicada a ambas estufas.

El protocolo se realizó a sesenta familias beneficiadas, treinta familias por cada estufa ahorradora. La aplicación de estas entrevistas generó una dificultad para el entrevistador, ya que los habitantes se encontraban en temporada de cosechas por lo que resulto complicado encontrar a las personas encargadas de cocina de la familia para poder realizar correctamente este estudio, además de mostrar resistencia para brindar información personal, que implicó más tiempo (un mes) para obtener las sesenta entrevistas planeadas; se finalizó la aplicación de entrevistas en el mes de febrero de 2023.

Se desarrollaron las encuestas con una metodología mixta, preguntas abiertas y cerradas con interés en el uso, costumbre, preferencias de cocinado, perspectiva del sabor y demás categorías que ayudan al encuestador comprender el entorno de las usuarias. Se aplicó la entrevista ubicada en la bibliografía [14] que se desarrolla en el anexo 7.3; se añadieron preguntas poblacionales, y se realizó únicamente la primera parte de este protocolo, por cuestiones de tiempo y disponibilidad de los usuarios. En la sección de resultados se desarrollan los datos obtenidos para su comprensión y estudio.

4. Resultados.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el estudio experimental aplicado a las estufas ahorradoras de leña: Patsari y Albalat. Iniciando con el análisis aplicado en el protocolo KPT a las familias beneficiadas por estos proyectos, en este sentido se desglosaron diferentes categorías que proyectaron datos de interés en el ámbito social, además de una entrevista específica a dos usuarias con diferente estufa, en donde se intercambió por un día el dispositivo y se obtuvieron las experiencias en el uso de cada una.

Posteriormente se dieron a conocer los resultados del protocolo WBT y los comportamientos térmicos mostrados en la cámara termográfica FLIR C2.

4.1 Resultados con protocolo KPT.

Para conocer el impacto social del consumo del combustible se llevó a cabo el protocolo que se divide en nueve categorías y proporciona información acerca de lo que una estufa ahorradora representa en el hogar. A continuación, se describe cada una de las categorías para las dos estufas de estudio.

Además, se añade una entrevista a dos usuarias que intercambiaron su estufa Patsari y Albalat por un día, para conocer las perspectivas y opiniones que tienen de cada uno de los dispositivos.

4.1.1 Vivienda.

Para conocer el contexto actual de los habitantes, es necesario sondear las principales categorías en un hogar: el número de habitantes, rango de edades, género, situación de la propiedad, escolaridad del encargado(a) de la casa, seguro médico, goce de empleo y situación de salud. Todas estas condiciones sirven para estimar la necesidad de una estufa ahorradora; la posibilidad de recolección y el uso de la leña; así como el desarrollo de capacitaciones para cada usuario conforme a su habilidad intelectual.

Se obtuvieron los primeros resultados de la encuesta, en donde las familias que cuentan con una estufa Patsari son de familia numerosa, más que las familias con cocinan con su estufa Albalat, conformando grupos de hasta más de 5 habitantes. En la **Figura 63** se observan los rangos de habitantes.

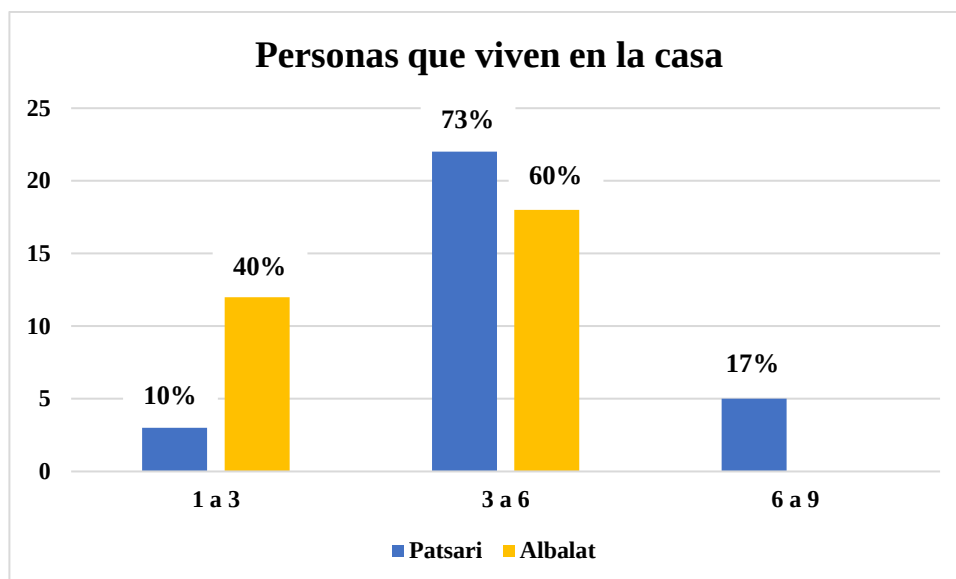


Figura 63. Número de habitantes de la casa.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

El promedio de edad de los habitantes es importante, además del conocimiento de género; porque se infiere la efectividad que cuentan las familias para la recolección de leña y también del cuidado pulmonar de los integrantes a temprana edad. En las **Figuras 64 y 65** se presentan estos datos.

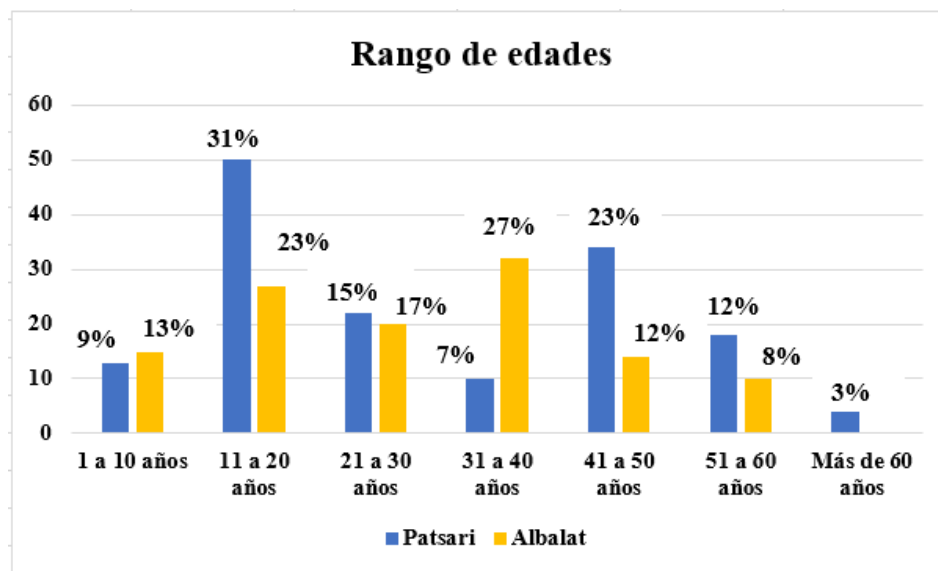


Figura 64. Edad de los habitantes.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

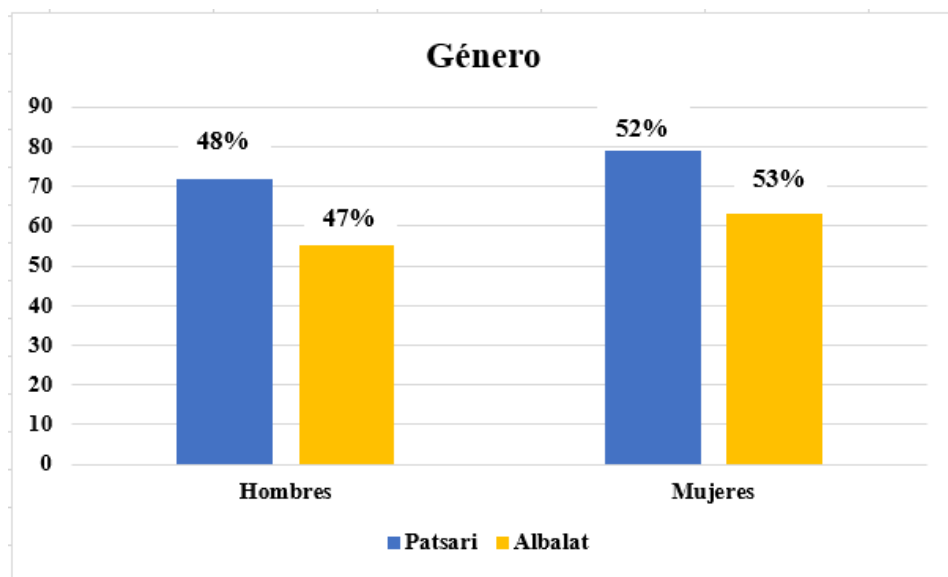


Figura 65. Género.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

La comunidad de Elotepec se encuentra en la zona montañosa del estado de Veracruz, los habitantes viven en casas que están construidas en zonas altas, como barrancas y montañas. Es necesario conocer la situación de las propiedades para así hacer un censo de facilidad de implementación de estufas y modificación de las casas, se presenta el resultado en **Tabla 3**.

Tabla 3. Situación de las residencias.

Situación de la casa	Patsari	Albalat
Propia	30	29
Rentada	0	1
Cedida	0	0
Otro	0	0

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

Se muestra en la **Figura 66**, el nivel de escolaridad presente en las madres de familia beneficiadas por la estufa. En ambos casos predomina la falta de educación básica.

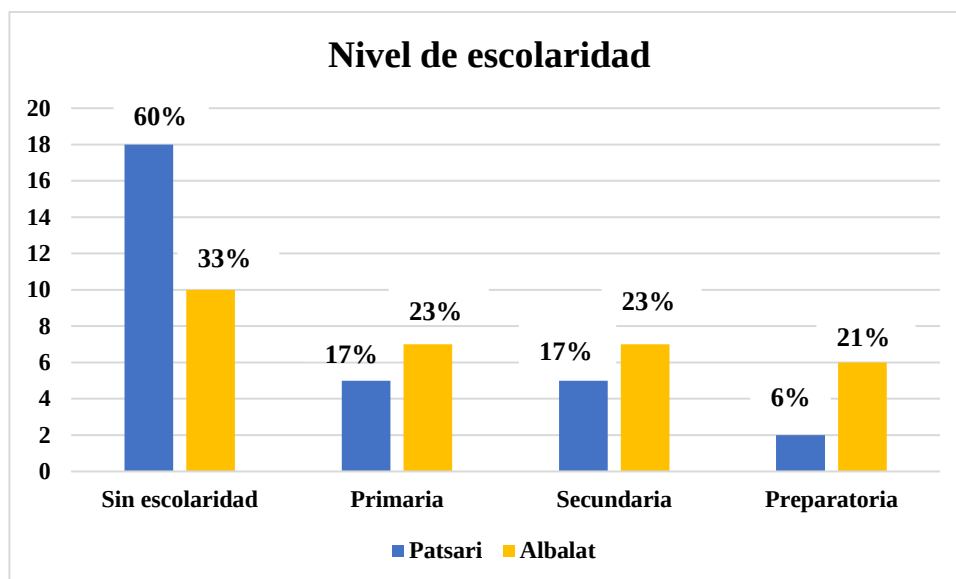


Figura 66. Escolaridad de jefa de familia.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

Con respecto al trabajo, la mayoría de las mujeres encargadas del hogar se dedican a ser amas de casa o a trabajar en el corte de café. Cabe recalcar que el corte de café es una actividad que se realiza en los meses de septiembre a marzo, el resto del año, se dedican a ser amas de casa. En la minoría se encuentran las mujeres con negocio propio o empleadas, esto se debe al grado de escolaridad al que han llegado: secundaria o preparatoria.

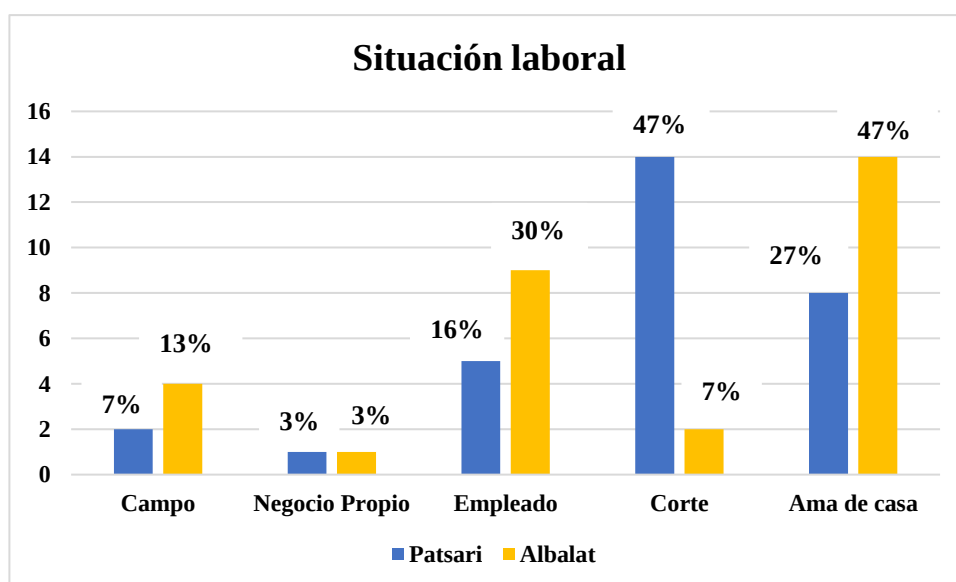


Figura 67. Situación laboral de usuarias de estufas.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

La salud en la comunidad de Elotepec se resuelve con remedios herbales y caseros. Muy pocas personas cuentan con seguro médico y las que cuentan con él, no reciben las medicinas necesarias para tratar enfermedades específicas.

Tabla 4. Situación de Seguro Médico.

Seguro Médico	Patsari	Albalat
IMSS	7	7
ISSSTE	1	1
Otro	5	0
No	17	22

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

Para terminar con esta primera parte de la vivienda, fue necesario realizar una categoría correspondiente a la salud pulmonar. Con los datos recabados, se deduce que la implementación de estufas ha sido de beneficio para las familias, ya que las personas que antes usaban fogones de tres piedras hoy cuentan con problemas respiratorios, pero los integrantes de las familias que han crecido y cocinado con estufas ahorradoras de leña no han presentado problemas respiratorios crónicos o considerados como graves.

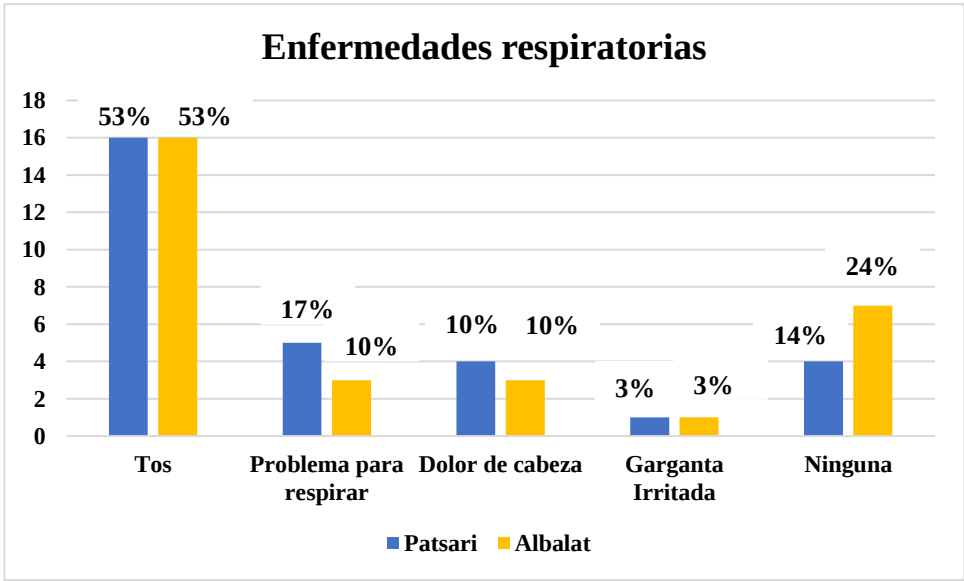


Figura 68. Enfermedades respiratorias presentes.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

4.1.2 Tecnologías y combustibles para cocinar.

Para conocer la viabilidad de un proyecto, el contexto de la comunidad es el fundamento para la realización del mismo. En este caso, para reconocer la facilidad de la implementación de estufas de leña, es sustancial saber si las familias usan leña para calentar agua y cocinar, qué tecnologías para cocinar están presentes (con las que cuentan), con qué frecuencia las utilizan; para obtener un antecedente. En la **Figura 69**, se muestra la cantidad de usuarios que cuentan con estufa de gas, fogón y estufa ahorradora.

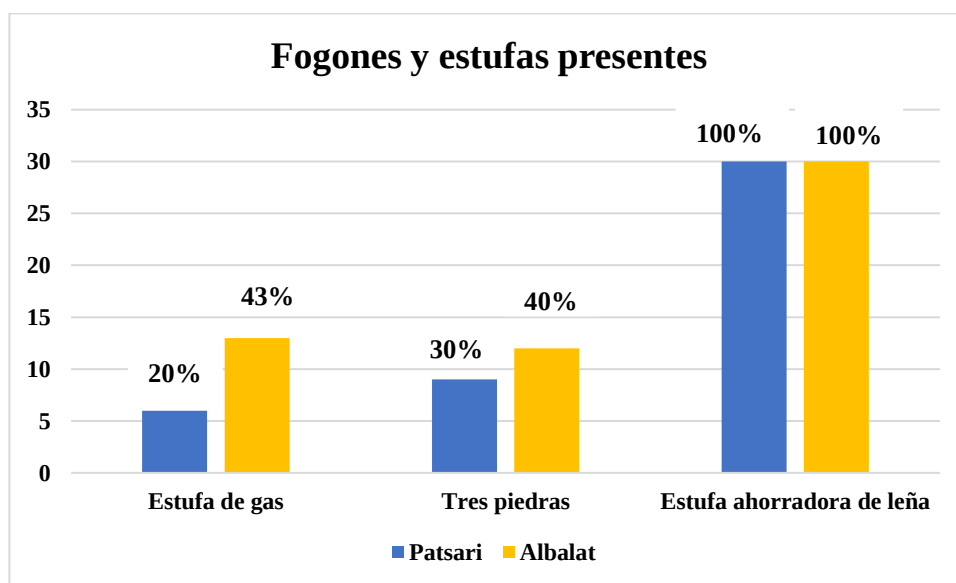


Figura 69. Fogones y estufas presentes.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

En la **Figura 70**, se muestra la antigüedad que cada estufa y fogón representa para las familias. En el eje de las X se encuentran las diferentes tecnologías, en el eje de las Y la cantidad de usuarios que votaron. El color amarillo representa más de 10 años, el gris de 7 a 10 años, el naranja de 4 a 6 y el azul de 1 a 3 años. Podemos observar que el fogón de tres piedras y la estufa Albalat son las tecnologías con más años en la comunidad. La estufa de gas es un dispositivo prácticamente nuevo para la comunidad debido al precio del gas.

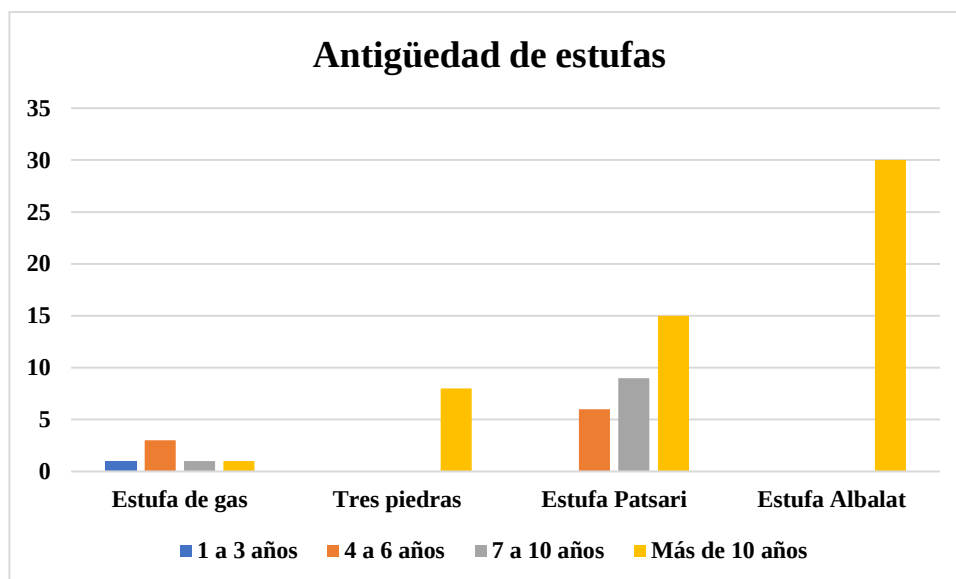


Figura 70. Antigüedad de estufas y fogones.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

La **Figura 71**, nos muestra que las estufas ahorradoras de leña: Patsari y Albalat, son dispositivos que se utilizan diariamente por los usuarios.

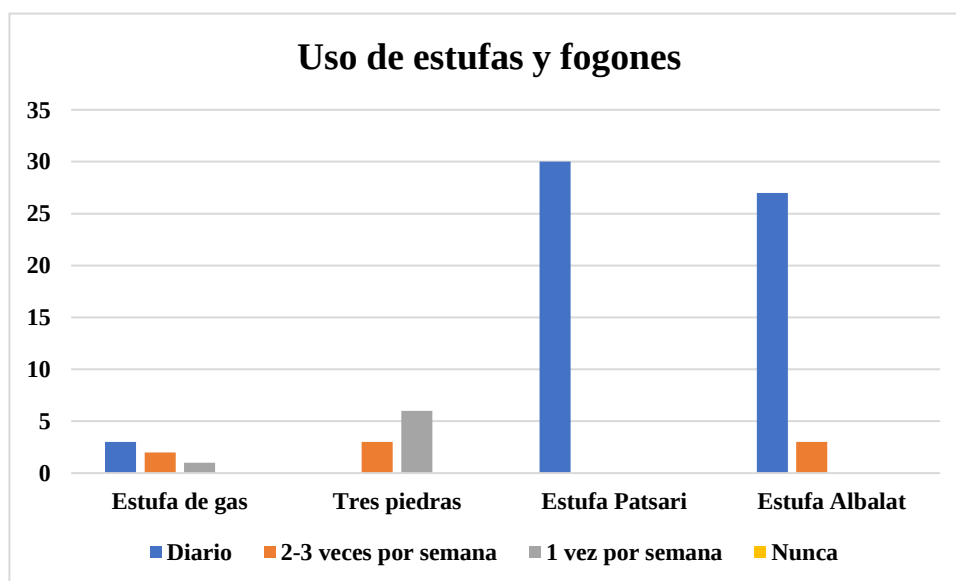


Figura 71. Uso de estufas y fogones.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

Los principales combustibles utilizados para cocinar en la comunidad son la leña y el gas LP, siendo la leña el combustible más utilizado por todas las familias, como se muestra en la **Figura 72**.

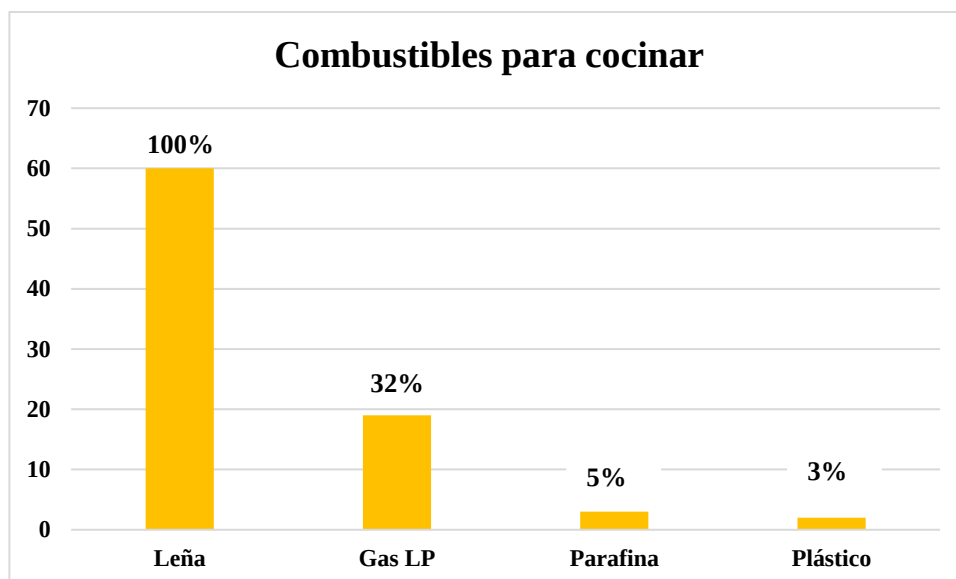


Figura 72. Combustibles utilizados para cocinar.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

4.1.3 Uso de leña.

En la comunidad de estudio predomina el uso de tres especies de leña de manera cotidiana, la mayoría de las personas prefieren la leña de encino, ya que les representa un combustible de alta duración y de fácil iniciador para encender el fuego. La leña de encino, huizache y ocote se consideran especies endémicas y de bajo costo en la región.

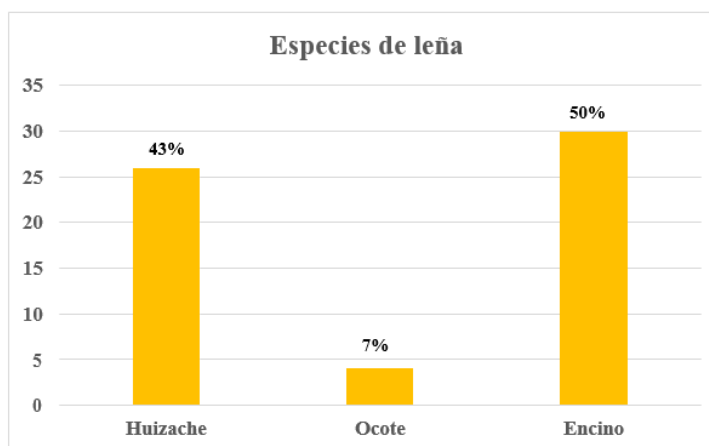


Figura 73. Especies de leña utilizadas.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

Se observó el resultado respecto al almacenamiento de la leña de toda la comunidad entrevistada, se consideró relevante saber que prefieren o cuál es su actividad porque la precipitación anual es alta en el área de estudio y porque para los usuarios de leña es necesario prevenir su almacenamiento para evitar carecer de este combustible para cocinar, calentar agua para bañarse, incluso para calentar sus cocinas y viviendas.

4.1.4 Otros usos del fogón.

Es importante reconocer que la implementación de estufas de leña no busca descartar el fogón de tres piedras a corto plazo, si no que los usuarios valoren las ventajas de cocinar con estufas ahorradoras de leña, así como los beneficios y comodidad en su salud. Siendo que a mediano o largo plazo opten por dejar de usar el fogón. En la **Figura 74.** se muestra el uso del fogón en sesenta familias entrevistadas.

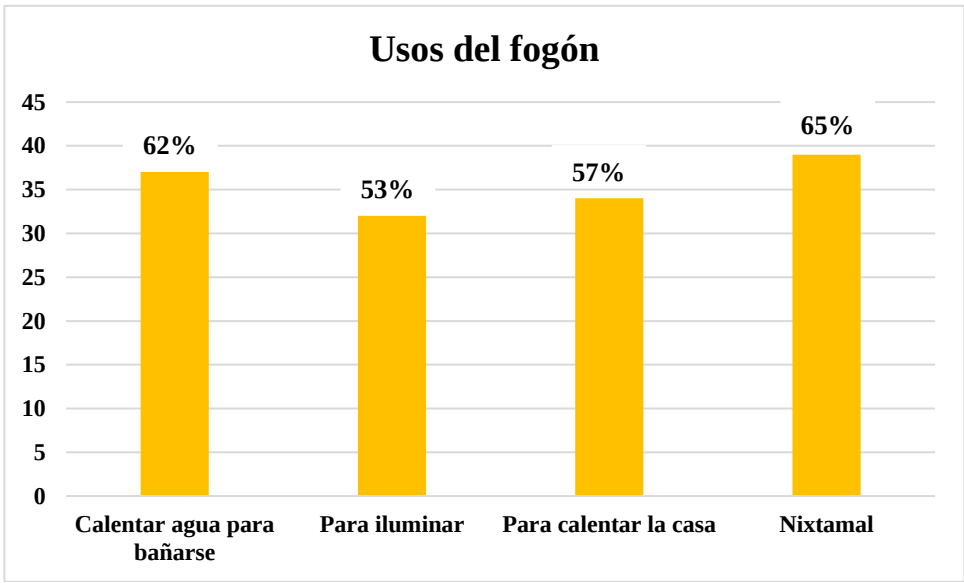


Figura 74. Usos del fogón.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

4.1.5 Usos de las estufas y fogones.

Se realizó una comparación para conocer la realidad de los usuarios al utilizar sus estufas y fogones. Se colocaron las actividades principales para las que las personas utilizan el fuego en su vida diaria, por ejemplo: calentar agua o hacer tortillas. En la **Figura 75.** se explica la cantidad de usuarios para cada actividad, representando el fogón de tres piedras una herramienta únicamente utilizada para hacer tortillas y calentar agua para bañarse por 10 y 20 familias, variando con su respectivo modelo de estufa ahorradora de leña.

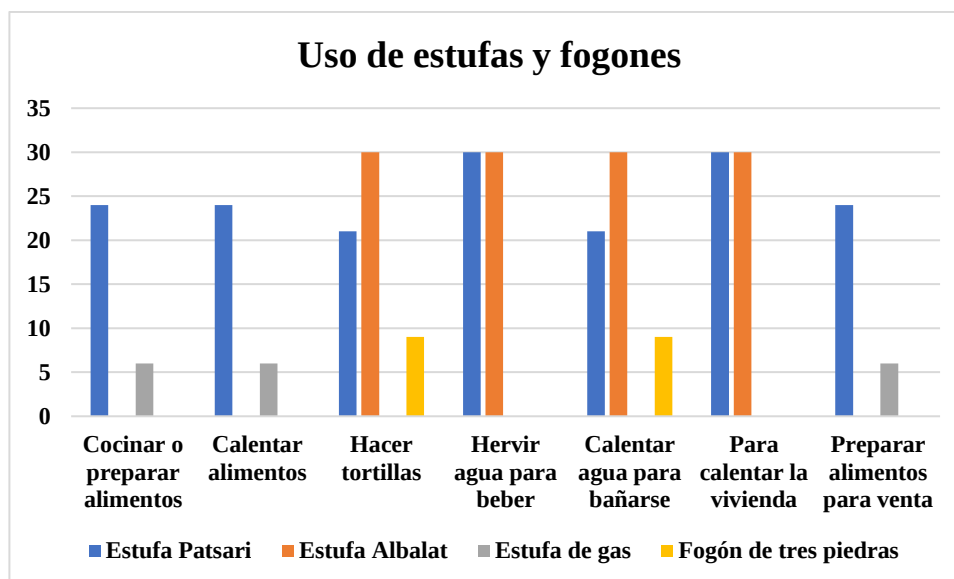


Figura 75. Uso de estufas y fogones presentes en el hogar.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

4.1.6 Uso del Gas LP.

Algunas familias poco a poco han podido optar por el uso de gas LP para cocinar, aunque la mayoría de estas prefiere el uso de su estufa ahorradora de leña. En los resultados de las entrevistas se observó que utilizan la estufa de gas para recalentar café en la mañana, antes de prender su estufa ahorradora, y mencionaron que es una opción rápida, debido al poco tiempo que tiene para salir a trabajar. Alrededor de 18 familias utilizan gas para cocinar, representa 30% de las sesenta entrevistas realizadas. Se puede asumir que el uso de Gas LP simboliza una mejora tecnológica para las personas usuarias, pero el sabor y preferencia para cocinar sigue siendo para con el uso de las estufas ahorradoras, además de la facilidad de encontrar el combustible de leña con respecto al gas LP por mes.

Tabla 5. Uso del gas LP.

Uso del gas LP			
¿Utilizas gas para cocinar?	Si		No
	19		41
¿Existe diferencia de sabor entre la comida que cocina con leña y la comida cocinada con gas?	19		0
¿Cuál le gusta más?	Leña	Gas	Ambos igual
	16	0	3

4.1.7 Uso de la estufa mejorada.

El uso de las estufas ahorradoras de leña: Patsari y Albalat. Se observa que todos los usuarios han encuentran diferencia para cocinar en las estufas con respecto al fogón de tres piedras. La **Figura 76.** nos muestra la preferencia de los usuarios por los sabores al momento de cocinar con las estufas ahorradoras de leña y el fogón de tres piedras.

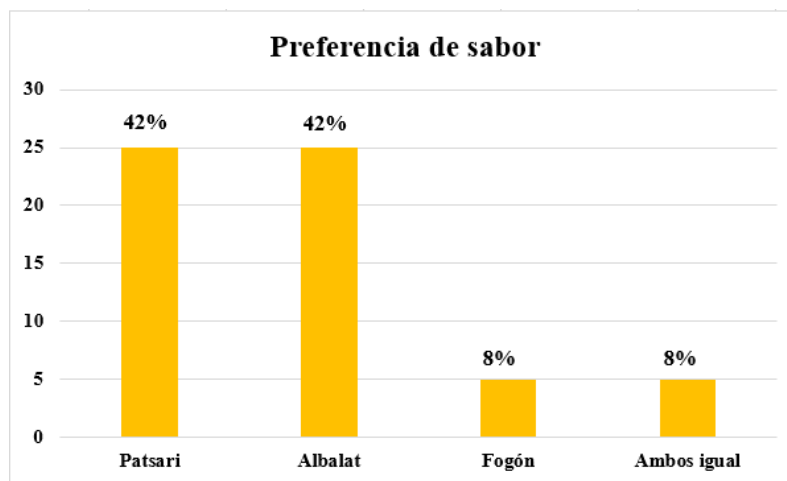


Figura 76. Preferencia del sabor con la forma de preparación.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

Cocinar con estufas ahorradoras de leña representa una mejoría para las familias, debido al control de humo que no cambia el sabor de los alimentos, y además ya no contamina con el humo la cocina ni toda la vivienda, representando comodidad y seguridad para acercarse a la estufa de leña sin la posibilidad de quemarse.

4.1.8 Rendimiento de la estufa mejorada.

En la **Figura 77.** se presenta una de las secciones más importantes de este estudio, en donde se dedujo las ventajas y desventajas de las estufas ahorradoras de leña. Los usuarios expresaron la realidad de cocinar con este tipo de dispositivos, la situación de mantenimiento, el uso que se le puede dar además de cocinar, el tiempo que demora en encender, así como las comodidades al no preocuparse por la humazón o tizne en su casa y ollas, además se presenta el desarrollo de esta pregunta considerada de impacto.

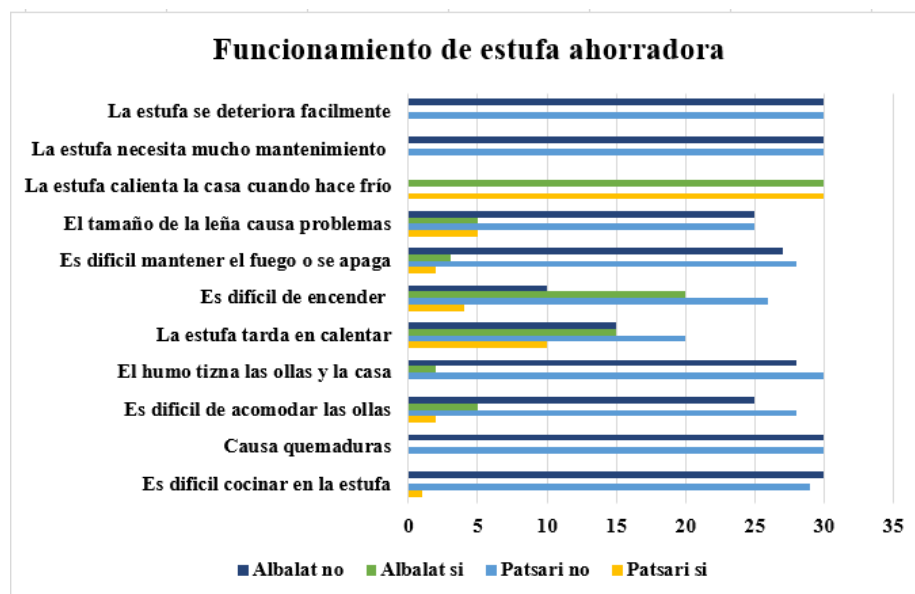


Figura 77. Funcionamientos de la estufa ahorradora de leña.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

Se muestra de color amarillo y verde la negación ante las preguntas realizadas. Es importante reconocer que estos dispositivos han generado una mejora real a las familias usuarias en esta comunidad de estudio.

4.1.9 Cambios y mantenimiento de la estufa.

Respectivamente, se hicieron cuatro preguntas específicas con respecto a los cambios, modificaciones y mantenimiento de sus estufas ahorradoras de leña como a continuación se mencionan: ¿Le realizaron alguna mejoría a su estufa? ¿Arregló por su cuenta la estufa? ¿Qué mantenimiento ha realizado a su estufa? ¿Frecuencia y tipo de mantenimiento que realiza a su estufa?

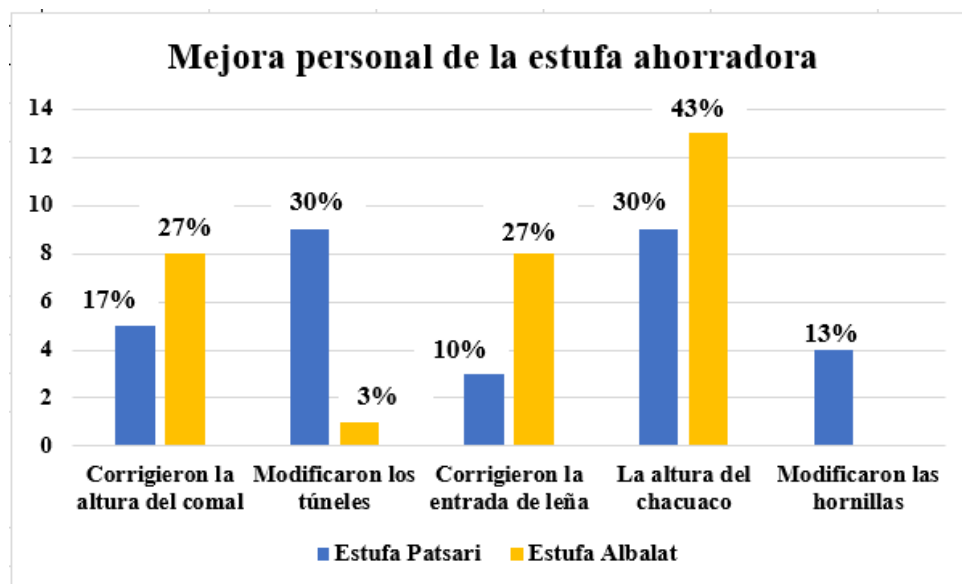


Figura 78. Mejora a la estufa.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

Se presenta una dificultad muy baja para realizar el mantenimiento de una estufa ahorradora de leña. Llevándose a cabo únicamente una vez por semana, porque se debe de limpiar la chimenea y túneles para que no se regrese el humo y funcione correctamente, las entrevistadas mencionaron que debido a esta práctica atribuyen la durabilidad de su estufa (de hasta más de doce años en algunos casos).

4.1.10 Intercambio de estufas.

Para conocer un impacto real de la implementación de estos dispositivos, se realizó una entrevista corta a dos usuarias intercambiando su estufa (modelo diferente) de esta manera se logró conocer la necesidad que tienen en la comunidad de estudio con respecto a la difusión de las ventajas de cada uno de los modelos de estufa en específico (Patsari o Albalat). En la **Figura 79**. se muestra el resultado de la entrevista, en donde todos los campos alcanzaron valor positivo.

Se entrevistó a una usuaria Ana López, quien resolvió el instrumento, nos informó que utiliza en su vida diaria el modelo de estufa Albalat, al cocinar con la estufa Patsari, dentro de sus respuestas que se observaron, la principal fue la del tamaño de la leña, el cual es más pequeño que en su modelo de estufa y esto le llamó la atención, por la cantidad de leña que necesita para cocinar sus alimentos.

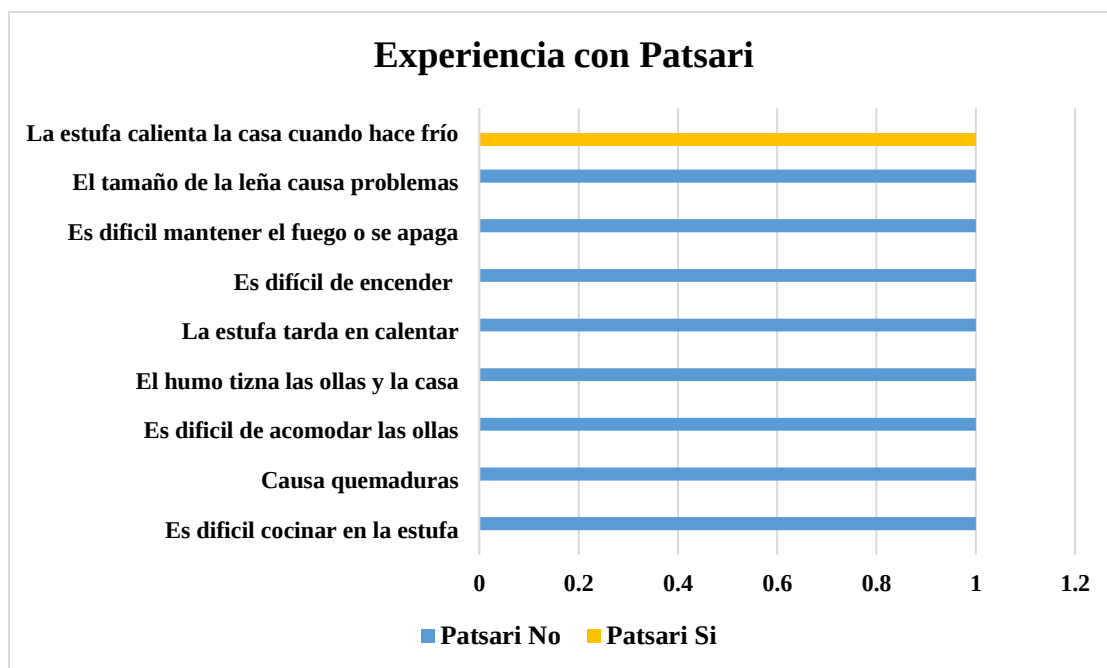


Figura 79. Resultados a Patsari.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

Respectivamente, la usuaria Fátima Reyes, quien utiliza la estufa Patsari, al momento de cocinar con la estufa Albalat, menciona que la cantidad y tamaño de leña que se debía utilizar era mucho más de la que ella estaba acostumbrada. De igual forma, se presentó una incomodidad en relación a la cantidad de humo que se generaba dentro de la casa. Se observa a continuación en la **Figura 80.** los resultados de esta entrevista, con los respectivos valores de inconformidad.

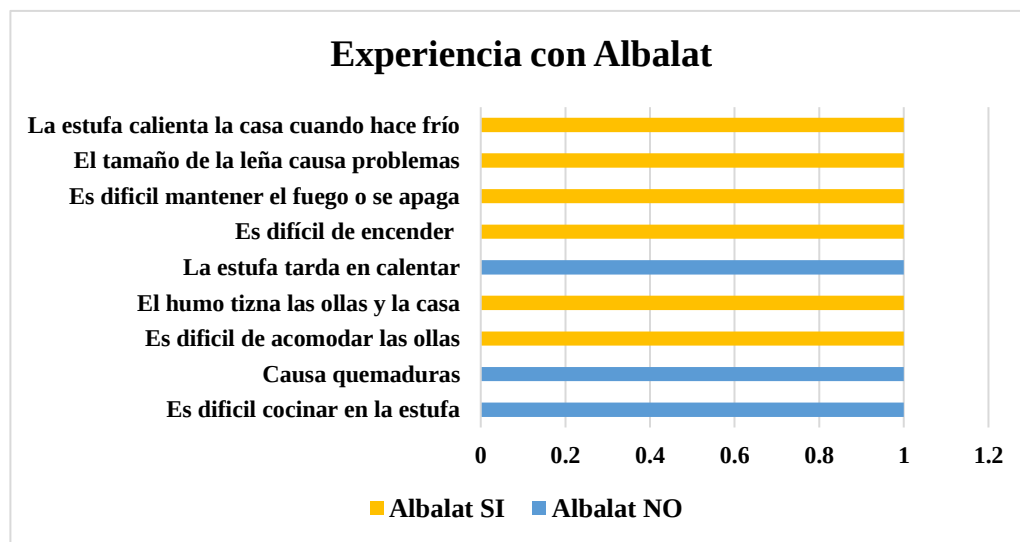


Figura 80. Resultados a Albalat.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

4.2 Resultados con protocolo WBT.

La prueba de ebullición de agua se llevó a cabo en dos hogares aleatorios pertenecientes a la comunidad de Elotepec, Huatusco, Veracruz. Ambas familias con integrantes de 6 personas. Se escogieron los dos tipos de maderas más utilizados en la comunidad: huizache y encino, ambas maderas con alto poder calorífico y fácil obtención dentro de la localidad. Se realizó el estudio con una olla estándar de 5 litros y agua a temperatura ambiente. Este estudio se desarrolló en el mes de enero y la temperatura ambiente oscilaba en los 16°C.

A continuación, se presenta el promedio de resultados obtenidos en las 3 pruebas realizadas a cada estufa. En la **Figura 81**, se presenta el tiempo requerido para llegar al punto de ebullición del agua. En Elotepec, el punto de ebullición local es de 90°C.

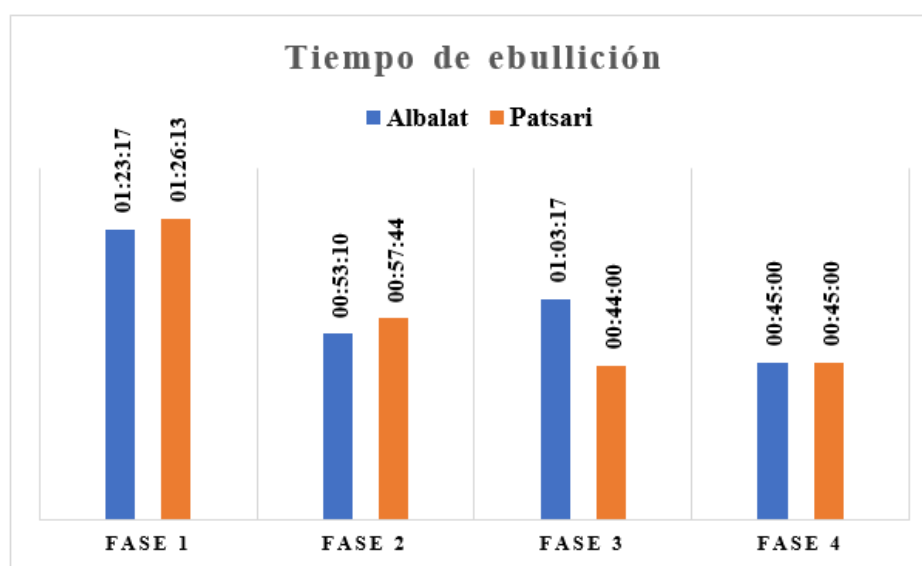


Figura 81. Tiempo de ebullición en cada fase.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas.

En los resultados, se observó que el tiempo con inicio frío es menor en la estufa Albalat, pero conforme pasan las fases de la prueba, la estufa Patsari requiere de menos tiempo para llegar al punto de ebullición. La temperatura del agua en este protocolo se midió con el termómetro.

Tabla 6. Temperatura inicial del agua en cada fase.

Fases	Patsari	Albalat
Fase 1	17.5 °C	16.7 °C
Fase 2	14.0 °C	15.1 °C
Fase 3	13.4 °C	15.1 °C
Fase 4	90.0 °C	80.0 °C

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las fases.

La **Tabla 6**, presenta el valor de la temperatura del agua al inicio de cada prueba. Este valor representa el agua que dispone la comunidad para iniciar la cocción de alimentos y se estima la cantidad de leña que necesitan para hervirla.

Tabla 7. Temperatura de ebullición del agua.

Fases	Patsari	Albalat
Fase 1	87.4 °C	93.7 °C
Fase 2	90.1 °C	93.3 °C
Fase 3	92.2 °C	93.7 °C
Fase 4	83.4 °C	80.0 °C

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las fases.

La **Tabla 7**, representa el valor necesario para que el agua llegue a su punto de ebullición. Cabe aclarar que los valores han variado entre las estufas ya que la estufa Albalat se encuentra al principio de la comunidad y la estufa Patsari más arriba, casi al final de la comunidad. Entonces las presiones son diferentes y el valor de ebullición varía, siendo al principio de la prueba 87.4°C el punto de ebullición de la Patsari y 93.7°C el punto de ebullición de la Albalat. La **Tabla 8**, simboliza la cantidad de leña que fue utilizada para cada prueba en las dos estufas. Los valores son kg., en la Patsari se utilizó únicamente encino y en la Albalat se utilizó encino y huizache.

Tabla 8. Madera utilizada en el protocolo.

Fases	Patsari	Albalat
Fase 1	1.607 kg	2.229 kg
Fase 2	0.902 kg	2.462 kg
Fase 3	2.739 kg	4.044 kg
Fase 4	0.754 kg	0.087 kg

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las fases.

Se observa que la estufa Patsari necesitó menos leña con respecto a la estufa Albalat, esto se debe a que la cámara de combustión es más pequeña y el calor es absorbido más rápido en toda la estufa, además de utilizar solo pequeños trozos de leña. Con respecto a la Albalat, los trozos fueron más grandes y la estufa por tener una cámara de combustión más grande, tarda más en calentar y absorber el calor el comal. Para finalizar esta prueba, se realiza el cálculo para la obtención del carbón generado. En la fase 3 se representa el carbón generado o consumido, si el valor es negativo significa que se consumió carbón durante la fase de cocción a fuego lento, pero si el valor es positivo significa que se generó carbón durante dicha fase, **Tabla 9**.

Tabla 9. Carbón generado.

Carbón generado	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Patsari	0.216	0.261	0.115
Albalat	0.089	0.856	-0.002

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las fases.

En la **Tabla 10**, se muestran los valores obtenidos de cada prueba realizada en las estufas, los valores de Energía total de entrada (E_e), energía útil otorgada (E_o), y potencia de la estufa (P_t) se obtuvieron gracias a las fórmulas 1, 2, 3 y 5, presentadas en el marco teórico conceptual, los demás valores se obtienen en la hoja de cálculos, **Figura 21**. Se desarrolla de la siguiente manera, tomando de ejemplo el resultado de Patsari en la **Tabla 10**, fase 1

Ecuación 1.

$$E_{ft} = \frac{E_o}{E_e}$$

$$E_{ft} = 87.8 \%$$

Ecuación 2.

$$E_e = m_{comb} PCI_{comb}$$

$$E_e = (2.487) (11.605)$$

$$E_e = 28.86 \text{ MJ}$$

Ecuación 3.

$$E_o = (0.00418 \Delta T t_{eb}) + (2.257 m_{ev})$$

$$E_o = ((0.00418) (69.9) (86.13) + ((2.257) (0.08)))$$

$$E_o = (25.1656) + (0.18056)$$

$$E_o = 25.34 \text{ MJ}$$

Ecuación 5.

$$P_t = \frac{E_e}{(60) (t_{eb})}$$

$$P_t = \frac{28.86}{(60)(86.13)}$$

$$P_t = 0.055 \text{ kW}$$

Tabla 10. Resultados de la prueba de ebullición de agua (WBT).

Mediciones promedio	PATSARI			ALBALAT		
Temperatura ambiente del aire	20°C			17°C		
Poder calorífico de la madera	11.605 MJ/kg			11.605 MJ/kg		
	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Tiempo de ebullición de agua (horas)	01:26:13	00:57:43	00:44:07	01:23:17	00:53:10	01:03:17
Peso del agua al final	4.86 kg	4.817 kg	4.788 kg	4.571 kg	4.751 kg	4.706 kg
Masa evaporada de agua	0.08 kg	0.061 kg	0.047 kg	0.349 kg	0.128 kg	0.051 kg
Temperatura máx. de la estufa	172°C	176°C	180°C	175°C	176°C	180°C
Consumo de leña o combustible quemado	2.487 kg	1.913 kg	3.772 kg	5.07 kg	3.741 kg	7.519 kg
Diferencia de temperatura de agua	69.9°C	76.1°C	78.8°C	77°C	78.2°C	74.9°C
Energía total de entrada	28.86MJ	22.20MJ	43.77MJ	58.83MJ	43.41MJ	87.25MJ
Energía útil otorgada	25.34MJ	18.39 MJ	14.62 MJ	27.55MJ	17.63MJ	19.88MJ
Potencia de la estufa	0.0055kW	0.006kW	0.0165kW	0.0117kW	0.0136kW	0.023kW
Rendimiento térmico	87.8%	82.83%	33.4%	46.82%	40.63%	22.78%

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las fases.

4.3 Resultados con Cámara Termográfica FLIR C2.

El comportamiento térmico de las estufas Patsari y Albalat se midió con la Cámara Termográfica FLIR C2 en el desarrollo del protocolo WBT. Se tomaron mediciones al único comal que conforma a la estufa Albalat y a los tres comales que conforma el modelo de la estufa Patsari. Estas mediciones se realizaron en las tres fases del protocolo WBT: Fase de alto poder con inicio frío, fase de alto poder con inicio caliente y prueba de cocción a fuego lento.

4.3.1 Fase de alto poder con inicio frío.

La fase de alto poder con inicio caliente comienza después de la primera fase, mientras la estufa está caliente. Se toman fotos cuando la estufa ha modificado su temperatura, además de hacer observaciones del calor absorbido en la chimenea y demás partes de la estufa. Repetir la prueba, ahora con la estufa caliente nos permite identificar las diferencias en el rendimiento entre una estufa cuando está fría y cuando está caliente.

Tabla 11. Fase de alto poder con inicio frío en ambas estufas.

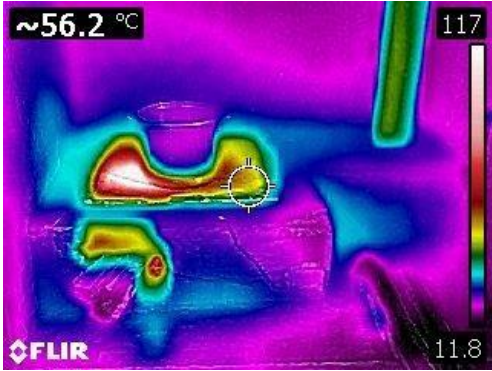
Fase de alto poder con inicio frío	
Estufa Patsari	Estufa Albalat
1. La estufa comienza caliente en esta segunda etapa, con una temperatura de 140°C. El agua con una temperatura de 14°C. Se espera que el tiempo para llegar al punto de ebullición sea menor en esta segunda etapa. 	1. Para esta fase la placa alcanza una temperatura de 56.2°C. El agua tiene temperatura inicial de 16.7°C. 

Figura 82. Comportamiento térmico en inicio caliente estufa Patsari.
Fuente: Propia.

Figura 83. Comportamiento térmico en inicio frío estufa Albalat.
Fuente: Propia.

2. Se tomaron varias fotos para esta segunda parte de la fase uno de la prueba. Se puede observar que el comal principal comienza con una temperatura de 48.6°C, conforme pasa el tiempo esta temperatura aumentó hasta 172°C. Las hornillas secundarias tienen una temperatura de 153°C y 156°C. La chimenea alcanza una temperatura de 91°C.



Figura 84. Estufa Patsari, temperatura elevada en primera fase.

Fuente: Propia.

2. Podemos observar que las paredes que rodean a la estufa tienen un tono amarillo como el de la olla, entonces podemos decir que el calor es disipado hacia estas, el comal tiene fuga y el humo encuentra salida antes de la chimenea. La temperatura del agua oscila en los 60°C. La temperatura del comal es de 174°C.



Figura 85. Estufa Albalat, temperatura elevada en primera fase.

Fuente: Propia.

3. El agua ha ebullicido en un tiempo de 1hr y 26 minutos. El comal principal alcanza una temperatura de 176°C.

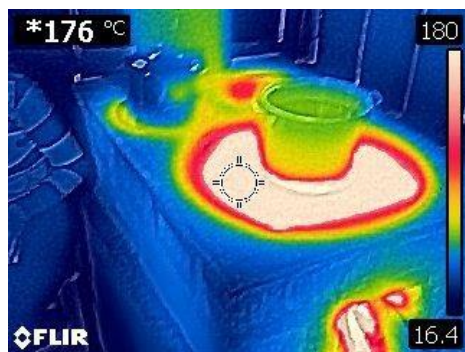


Figura 86. Ebullición del agua en primera fase, estufa Patsari.

Fuente: Propia.

3. Se incrementó el calor transferido a las paredes que no forman parte de la estufa. Las paredes que forman parte de la estufa mantuvieron una temperatura de 20°C. El comal alcanzó su temperatura máxima en esta fase de 175°C. El tiempo que tomó el agua para ebullicir fue de 1hr y 23 minutos.



Figura 87. Ebullición del agua en primera fase, estufa Albalat.

Fuente: Propia.

4.3.2 Fase de alto poder con inicio caliente.

La fase de alto poder con inicio caliente comienza después de la primera fase, mientras la estufa está caliente. Se toman fotos cuando la estufa ha modificado su temperatura, además de hacer observaciones del calor absorbido en la chimenea y demás partes de la estufa. Repetir la prueba, ahora con la estufa caliente nos permite identificar las diferencias en el rendimiento entre una estufa cuando está fría y cuando está caliente.

Tabla 12. Fase de alto poder con inicio caliente en ambas estufas.

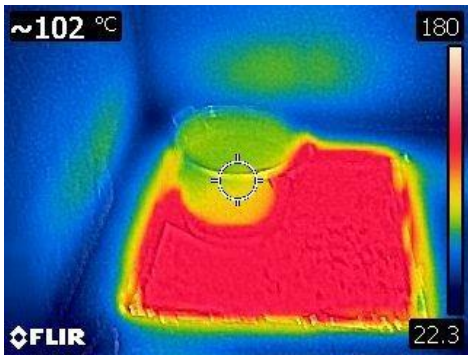
Fase de alto poder con inicio caliente	
Estufa Patsari	Estufa Albalat
1. La estufa comienza caliente en esta segunda etapa, con una temperatura de 140°C. El agua con una temperatura de 14°C. Se espera que el tiempo para llegar al punto de ebullición sea menor en esta segunda etapa.  Figura 88. Comportamiento térmico en inicio caliente estufa Patsari. Fuente: Propia.	1. En esta segunda fase, la estufa ya está caliente y se espera que el tiempo que se utilice para hervir agua sea menor que al de la fase anterior. El comal se encuentra en una temperatura de 170°C y el agua inicia con temperatura de 15.1°C.  Figura 89. Comportamiento térmico en inicio caliente estufa Albalat. Fuente: Propia.
2. El comal ha llegado a una temperatura de 151°C. las hornillas secundarias mantienen la temperatura en 174°C y 175°C. Cabe recalcar que a diferencia de la estufa Albalat, la estufa Patsari cuenta con menos problemas al momento de escape de humo, es decir, no tiene fugas de calor.	2. Podemos observar cómo se comporta el calor alrededor de la estufa, en color amarillo, donde concluimos que estas paredes de la estufa comienzan a absorber el calor y esto ayuda a que cuando se deje de utilizar, permanezca caliente por más tiempo, aprovechado este calor absorbido para secar ropa o como calefacción en la cocina. El comal llega a 176°C.



Figura 90. Ebullición del agua en segunda fase, estufa Patsari.
Fuente: Propia.



Figura 91. Ebullición del agua en segunda fase, estufa Albalat.
Fuente: Propia.

3. El punto de ebullición del agua se alcanzó a los 57:43 min, hubo una reducción importante en el tiempo necesario para hervir agua con respecto al inicio en frío. El comal alcanzó una temperatura de 174 °C.



Figura 92. Ebullición del agua en segunda fase, estufa Patsari.
Fuente: Propia.

3. El agua alcanza el punto de ebullición después de 53:10min, existe una disminución del tiempo necesario para hervir agua que, en la prueba pasada, la temperatura del comal es de 174°C, notamos que la chimenea alcanza la temperatura de 180°C.

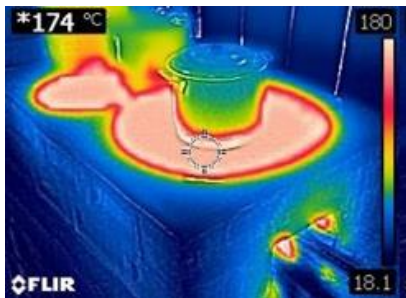
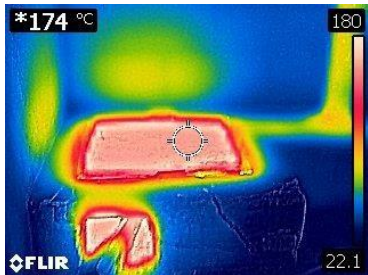
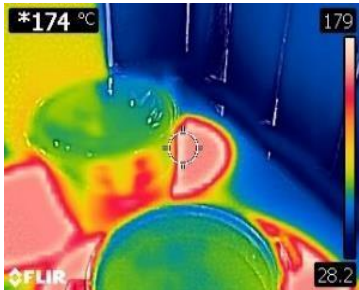
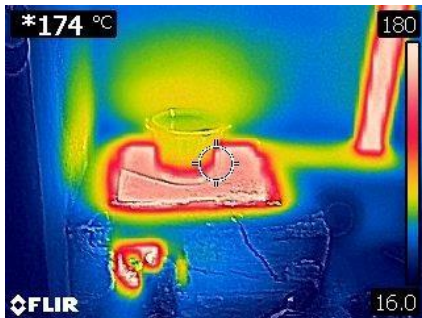


Figura 93. Ebullición del agua en segunda fase, estufa Albalat.
Fuente: Propia.

4.3.3 Prueba de cocción a fuego lento.

Esta última fase está diseñada para comprobar la capacidad de una estufa para hervir agua a fuego lento usando la menor cantidad de leña posible. Se hizo la medición de temperatura de la estufa al paso de 45 minutos. Encontrando disminución de la temperatura en ambas estufas de estudio.

Tabla 13. Fase de cocción a fuego lento en ambas estufas.

Fase de cocción a fuego lento	
Estufa Patsari	Estufa Albalat
1. En esta fase final, la temperatura del comal es de 174°C y el agua está en una temperatura de 15.1°C. Es la última fase, en donde se pretende simular el proceso de cocción de frijoles.  Figura 94. Comportamiento térmico en última fase estufa Patsari. Fuente: Propia.	1. En esta fase final, la temperatura del comal es de 174°C y el agua está en una temperatura de 15.1°C. Es la última fase, en donde se pretende simular el proceso de cocción de frijoles.  Figura 95. Comportamiento térmico en última fase estufa Albalat. Fuente: Propia.
2. El agua alcanza una temperatura de ebullición de 92.2°C en un tiempo de 44 minutos, mejorando el tiempo utilizado con respecto a la estufa Albalat en esta última fase. El comal alcanza una temperatura de 180°C, mayor capacidad que el comal de la otra estufa. En la parte final de esta prueba, el comal disminuyó su temperatura a 173°C, el agua disminuyó su temperatura a 83.4°C.  Figura 96. Ebullición del agua en última fase, estufa Patsari. Fuente: Propia.	2. El agua alcanza una temperatura de ebullición de 93.7°C en un tiempo de 1hr y 3 minutos. El comal sigue con la temperatura de 174°C. En la parte final de esta prueba, el comal disminuyó su temperatura a 153°C, el agua disminuyó su temperatura a 89.3°C.  Figura 97. Ebullición del agua en última fase, estufa Albalat. Fuente: Propia.

4.3.4 Evaluación de las estufas Patsari y Albalat.

La estufa Patsari cuenta con tres hornillas, la principal es en donde se encuentra la cámara de combustión y las secundarias que están conectadas con unos túneles por donde pasa el humo generado y conduce el calor a las paredes de los comales. La temperatura ambiente de la estufa es de 15°C.

Tabla 14. Comportamiento térmico de la estufa Patsari.

Estufa Patsari			
	Primera toma	Segunda toma	Tercera toma
Fase 1	48.2 °C	172°C	176°C
Fase 2	140 °C	151°C	174°C
Fase 3	174 °C	180°C	173°C

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las fases.

En la **Tabla 14**, se muestra el comportamiento térmico de la estufa Patsari. La fase 1 inició con un valor de 48.2°C, la temperatura incrementó y en la toma 2 había alcanzado un valor de 172°C, finalmente en la toma 3 el valor máximo de la estufa fue de 176°C. En la Fase 3, la estufa mostró un aumento de temperatura, llegando al valor de 180°C, siendo este el valor máximo al que el comal llegó en estas pruebas.

La estufa Albalat cuenta únicamente con una plancha metálica que cubre la cámara de combustión, es en donde ocurre el proceso de combustión de la leña, además de un chacuaco en donde idealmente encuentra salida el humo provocado. El calor emitido es transferido a la plancha por conducción, teniendo un aprovechamiento de la energía emitida directamente sobre el comal. La temperatura ambiente de la estufa es de 12°C.

Tabla 15. Comportamiento térmico de la estufa Albalat.

Estufa Albalat			
	Primera toma	Segunda toma	Tercera toma
Fase 1	56.2 °C	174°C	175°C
Fase 2	102 °C	176°C	174°C
Fase 3	174 °C	174°C	153°C

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las fases.

5. Conclusiones.

Se debe considerar que para difundir e implementar una estufa ahorradora de leña en una comunidad es necesaria la organización, conocer las necesidades de las usuarias, la cultura y costumbres de los habitantes del sitio en el que se quiere aplicar o replicar esta tecnología y continuar con un seguimiento acorde al área de estudio, al interés que las personas tengan en su bienestar y mejorar su calidad de vida respecto a las prácticas y actividades que derivan de cocinar sus alimentos con leña como se menciona en los resultados del protocolo KPT.

De acuerdo con los estudios realizados, se observa que las estufas ahorradoras de leña aportan a la realización de las metas de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) mencionados en este trabajo “1. Fin de la pobreza, 3. Salud y bienestar, 7. Energía asequible y no contaminante, 9. Industria, innovación e infraestructura, 12. Producción y consumo responsables y 15. Vida de ecosistemas terrestres”, continuar con el uso sostenido de estufas ahorradoras representa cocinar de manera sustentable, contribuye a generar una vida digna de la población, sostenible y competitiva con el área semiurbana y urbana.

Para el impacto social, la estufa Patsari representa mayores ventajas con respecto a la estufa Albalat para las usuarias, gracias a los resultados obtenidos en el protocolo KPT, se dieron datos en donde la estufa Patsari es más fácil de utilizar para ellas, genera menor gasto de combustible y mantiene y conserva por mucho más tiempo el calor, además de que su diseño y conductos facilitan el mantenimiento de limpieza y conservación de su estufa, lo que resulta diferente. Se destina menos tiempo en la cocción de alimentos y dispone de ese tiempo restante para otras actividades como trabajar o ir por los niños a la escuela, incluso ahora tienen tiempo para descansar y recrearse (convivencia familiar), y mejorar su salud familiar debido a la reducción de problemas respiratorios que provoca una inadecuada combustión por el uso cotidiano del fogón de tres piedras para cocinar.

De acuerdo al análisis presentado, las medidas de rendimiento (consumo específico del combustible y tiempo de hervor), la estufa Albalat necesitó mucho más combustible que la Patsari para las tres fases de la prueba WBT, entendiéndose con esto que el rendimiento térmico de la Patsari es mucho más eficiente que el de la Albalat al aprovechar mejor el combustible empleado. El rendimiento térmico más alto de la estufa Patsari fue de 87.8% del combustible aprovechado, a diferencia de la Albalat con 46.82% de combustible aprovechado.

En este sentido, optar por el modelo de la estufa Patsari para replicarlo en las comunidades de la zona montañosa del Estado de Veracruz, es más viable porque se adecúa a las necesidades del uso de la estufa, reduciendo el uso del combustible y representando una adopción sustentable.

6. Bibliografía.

- [1] F. Cardozo, *Energías Renovables para el desarrollo rural*, 3era ed. Chaco, Argentina: Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Pequeña Agricultura Familiar (CIPAF), 2009, pp. 45-81.
- [2] M. del C. Aranque Monrós, *MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA COCINA A LEÑA MEJORADA*, 1er ed. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia, 2005.
- [3] Gobierno de México. “Huatusco”. gob.mx <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/huatusco> (acceso Feb. 15, 2023).
- [4] Centers for Disease Control and Prevention. Annual smoking-attributable mortality, years of potential life lost, and productivity losses – United States, 1997–2001. Morbidity and Mortality Weekly Report. July 1, 20005; 54(No. 25):625-628.
- [5] R. Díaz Jiménez, V. Berrueta Soriano y O. Masera Cerutti. (2011, julio). ESTUFAS DE LEÑA. Red Mexicana de Bioenergía, A.C. México. [PDF]
- [6] E. Ferriz Bosque & Ma. L. Martínez Muneta, “Empleo del co-diseño para la mejora de la sostenibilidad en comunidades rurales: desarrollo de cocinas mejoradas en México”, tesis de licenciatura, Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Madrid, España, 2018. pp. 9-25.
- [7] Gobierno de México. “Agenda 2030”. gob.mx. <https://www.gob.mx/agenda2030> (acceso Feb. 15, 2023).
- [8] Gobierno del Estado de Veracruz. “Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024”. veracruz.gob.mx. http://repositorio.veracruz.gob.mx/wpcontent/uploads/sites/4/files/transp/pvd_2019_2024/PVD_COLOR.pdf (acceso Feb. 15, 2023).
- [9] Lyngbaek A.E., “Estudio comparativo de efectos socio-económicos y ambientales de la estufa ahorradora de leña en las Microcuencas del Río Citlalapa y Dos Puentes, Veracruz”, Microcuenca del Río de Citlalapa A.C. (2012).
- [10] M. Chen Austin, M. Castillo, K. Carrizo, “Evaluación del rendimiento térmico y estrategias bioclimáticas de un edificio Universitario en clima tropical húmedo”. *Revista De Iniciación Científica*, Vol. 7, 2021.
- [11] M. Bryden, D. Still, P. Scott, G. Hoffa, D. Ogle, R. Bails y K. Goyer, *Principios de diseño para estufas de cocción de leña*, 1era ed., Eugene, Oregon, Estados Unidos: Centro de Investigaciones Aprovecho, 2002.
- [12] Agencia de Protección Ambiental de EE. UU., “Prueba de ebullición de agua”. *Clean Cooking Alliance*, marzo 2014.
- [13] Laboratorio de Innovación y Evaluación en Estufas de Biomasa, “Prueba de Cocinado Controlado (CCT 2.0) para estufas de biomasa”, Universidad Nacional Autónoma de México.

- [14] Dr. V.M. Berrueta Soriano “Protocolo para evaluación de consumo de leña en hogares rurales (Aplicación del Kitchen Performance Test”, Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Aplicada A.C. (GIRA). (2014).
- [15] E.N. Hernández Estrada, “Estudio experimental de la estufa ecológica enerchía para mejorar su eficiencia”, Tesis de maestría, Dirección de Investigación y Posgrado, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, 2018.
- [16] A. Navarro, P. Esteban, A. Yáñez, S. Alejandra, “Estudio comparativo de sistemas de análisis de marcha basados en sensores inerciales y cámaras infrarrojas”, tesis Ingeniero Civil Biomédico, Universidad de Concepción, marzo 2018.
- [17] D. Morales Ramírez, R. Roux Rodríguez, “Estudio de impacto social: antecedentes y línea base para San Fernando, Tamaulipas”, *SOCIOTAM*, Vol. 25, no. 1, pp. 111-130, enero 2015.
- [18] K. García, “Enemigo en casa, los prejuicios del humo de leña”, *El Nuevo Diario, Managua, Nicaragua*, mayo 2017.
- [19] A. Mariño, “Rinitis alérgica”, *FEMEB*, Buenos Aires, Argentina, 2020.
- [20] M. D. Sandhya Pruthi, “Sinusitis Crónica”. *Mayo Clinic Health Letter*, septiembre 2019.
- [21] M. D. Sandhya Pruthi, “Laringitis”. *Mayo Clinic Health Letter*, junio 2022.
- [22] M. D. Sandhya Pruthi, “Bronquitis”. *Mayo Clinic Health Letter*, abril 2017.
- [23] M. D. Sandhya Pruthi, “Tos”. *Mayo Clinic Health Letter*, junio 2020.
- [24] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). “Estadísticas de defunciones registradas (EDR) 2022”. [inegi.org.mx. https://inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/EDR/EDR2022.pdf](https://inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/EDR/EDR2022.pdf) (acceso Mar. 15, 2023).
- [25] Urbizagástegui Alvarado R. *El modelo de difusión de innovaciones de Rogers en la bibliometría mexicana*, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad de California en Riverside, Estados Unidos, 2019.
- [26] J. M. Benayas, “¿Leña o carbón?”, *Fuego Market*, octubre, 2020.
- [27] J. S. Tovar Rubiano, J. C. Grande Verdugo, “Temperatura de ebullición”, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias, Bucaramanga, Colombia, 2019.
- [28] Instituto Nacional de Estadística. “Viviendas”. [ine.es. https://www.ine.es/DEFIne/es/concepto.htm?c=4281&op=30153&p=2&n=20#:~:text=Definici%C3%B3n,adosada%2Fpareada%20y%20vivienda%20aislada](https://www.ine.es/DEFIne/es/concepto.htm?c=4281&op=30153&p=2&n=20#:~:text=Definici%C3%B3n,adosada%2Fpareada%20y%20vivienda%20aislada) (acceso Mar. 2, 2023).
- [29] C. Mercado, I. Mosqueda, M. Bellorín, “Los fogones de leña mejorados, una guía para su construcción comunitaria”, Fundación Empresas Polar, ISBN: 980-379-127-3, 2015.
- [30] Gobierno de la ciudad de México. “Guía para el manejo seguro del gas LP”. [cdmx.gob.mx. https://www.proteccioncivil.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/61f/184/ab0/61f184ab0bb26681477942.pdf](https://www.proteccioncivil.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/61f/184/ab0/61f184ab0bb26681477942.pdf) (acceso Mar. 8, 2023).

- [31] CABAL S.A., “*Guía de buenas prácticas Proyectos de cocinas o estufas mejoradas a leña*”. Managua, Nicaragua, 2014.
- [32] I. Arnabat, “Estufas de leña, ¿Cómo elegir la mejor para tu hogar?”, *Biomasa*, noviembre, 2022.
- [33] M. Carbonell, “¿Cuál es el mantenimiento de la estufa?”, *Hogarsense*, agosto 2023.
- [34] Real Academia Española, Preferencia, *Diccionario de la lengua española*, 23 ed. Asociación de Academias de la Lengua Española (ASALE), 2014.
- [35] J. Viquez Arias, M. Caydiid, P. Adhiambo Omondi. “Evaluación de la eficiencia térmica en estufas fabricadas y modificadas a biogás”. *RedBioLAC*, Vol. 2, 2018.
- [36] S. Rodriguez Sósol, “Modelo hipotético hamiltoniano”, Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, Veracruz, 2023.
- [37] NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal – Selección, uso y manejo en los centros de trabajo, publicado en el Diario Oficial de la Federación, 9 de diciembre de 2008.

7. Anexos.

7.1 Definiciones de diferentes conceptos empleados en el modelo hipotético.

Concepto	Definición
Uso de leña	La leña es una fuente de energía que se utiliza para hacer fuego y satisfacer las necesidades de calor de familias rurales, sobre todo en comunidades lejanas, donde no existen otros recursos o son muy costosos [25].
Impacto social	El impacto social son los cambios que experimentan las personas, grupos o comunidades como consecuencia del desarrollo de una actividad, proyecto, programa o política concreta y que afectan a las condiciones humanas en el largo plazo. [17]. La medición del impacto social es la obtención de información cuantitativa y cualitativa sobre los cambios generados en las personas, grupos o comunidades, sobre cómo se han producido esas transformaciones, y de manera comparativa y robusta [17].
Temperatura de la estufa	La temperatura es una magnitud física que expresa el grado o nivel de calor o frío de la estufa o del ambiente [27].
Temperatura de ebullición	El punto de ebullición es la temperatura a la que un líquido cambia de fase a gas. La ebullición ocurre cuando la presión de vapor de un líquido es igual a la presión atmosférica del gas fuera de él [27].
Tiempo de ebullición	El tiempo es una magnitud física con la que se mide la duración o separación de acontecimientos, en este caso, la duración en la que el agua llega a su punto de ebullición [27].
Madera usada	Cantidad de combustible que se destinó para la combustión de un proceso en específico [14].
Carbón creado	El carbón vegetal, se obtiene de la carbonización de la madera en la cámara de combustión, en donde la leña es convertida en carbón vegetal por un largo proceso de pirolisis [25].
Vivienda	Es un recinto que está pensado para habitarlo y destinado a su uso por una o varias personas. [28].
Usos del fogón	El fogón de leña es una de las formas más tradicionales utilizadas para cocinar. Consiste en ubicar tres piedras en forma de triángulo sobre las cuales se coloca el utensilio donde se van a cocer los alimentos. La leña, que funciona como combustible para la cocción, se pone entre las piedras [29].
Usos de las estufas y fogones	Son aparatos destinados a generar calor por medio de la combustión [29].
Uso de Gas LP	El gas licuado de petróleo es un combustible que se utiliza en industrias, hogares, vehículos, comercio semifijo en vía pública, instalaciones educativas, dependencias, etc., comenzó a ser utilizados como sustituto de la leña para calefacción y cocción. En el hogar se utilizan cilindros de diferentes capacidades y tanques estacionarios, ambos fabricados de acuerdo con normas oficiales mexicanas (NOM's) [30].
Uso de estufa mejorada	Una estufa mejorada es un sistema de cocción de alimentos que permite ahorros significativos en el uso del combustible leña, y disminuye o elimina las emisiones de gases en el interior de la vivienda por la quema de madera para cocinar alimentos [31].

Funcionamiento de la estufa mejorada	Su funcionamiento es simple: el aire frío entra por la parte inferior de la estufa, se calienta entre ambas paredes de la estufa y posteriormente, sale caliente por la parte superior del aparato y se distribuye en capas de calor por la estancia [32].
Cambios y mantenimiento de la estufa	Prevenir las posibles averías que se puedan presentar es el principal objetivo del mantenimiento de las estufas. Estos equipos de calefacción requieren, como cualquier otro sistema que tengamos en casa, de un mantenimiento, no únicamente preventivo sino de durabilidad [33].
Preferencias	La preferencia, es la circunstancia de preferir o de ser preferido por alguna persona o cosa sobre otras personas o cosas [34].

7.2 Prueba de ebullición de agua (WBT) aplicado a ambas estufas: Patsari y Albalat.

Fecha

Prueba Numero

Estufa

punto de ebullición local

temperatura del aire

dimensiones de la madera

peso olla 1

peso olla 2

peso del contenedor de carbón

Notas: DATOS DE LA PRUEBA EN EL CAMPO DE EBULLICIÓN DE AGUA Y HOJA DE CÁLCULOS
Deben rellenarse todos los espacios
Resultados del DOS y el TRES deben ser similares.
Las estufas mejores usan menos madera y producen menos carbón.
Los que cocinan suelen apreciar una ebullición rápida

BULTO 1 - 2kilos

Alto poder con
inicio frío

2 - 2k Alto poder con
inicio caliente

3 - 5k Hervir

4 Cocinar a fuego
lento 45 minutos

tiempo inicio fin

tiempo inicio fin

tiempo inicio fin

tiempo inicio fin

peso madera

peso madera

peso madera

peso madera

Temp agua olla 1

Temp agua olla 1

Temp agua olla 1

Temp agua olla 1

Temp agua olla 2

Temp agua olla 2

Temp agua olla 2

Temp agua olla 2

peso olla 1 más agua

peso olla 1 más agua

peso olla 1 más agua

peso olla 1 más agua

peso olla 2 más agua

peso olla 2 más agua

peso olla 2 más agua

peso olla 2 más agua

peso materiales usados
para prender fuego

peso materiales usados
para prender fuego

peso materiales usados
para prender fuego

peso materiales usados
para prender fuego

Peso carbón y contenedor

Peso carbón y contenedor

Peso carbón y contenedor

Tiempo de ebullición:

_____ = B – A = Tiempo que requiere la ebullición en la fase de alto poder con inicio frío

_____ = D – C = Tiempo que requiere la ebullición en la fase de bajo poder con inicio caliente

_____ = F – E = Tiempo que requiere la ebullición en la fase de ebullición de la cocción a fuego lento

Uso de madera:

_____ = G – H = Uso de madera para la fase de alto poder con inicio frío

_____ = I – J = Uso de madera para la fase de bajo poder con inicio caliente

_____ = K – L = Uso de madera para la fase de ebullición de la cocción a fuego lento

_____ = L – M = Uso de madera para la fase de cocción a fuego lento

Agua convertida a vapor:

_____ = N – O = Agua perdida al vapor durante la fase de alto poder con inicio frío

_____ = P – Q = Agua perdida al vapor durante la fase de bajo poder con inicio caliente

_____ = R – S = Agua perdida al vapor durante la fase de ebullición de la cocción a fuego lento

_____ = S – T = Agua perdida al vapor durante la fase de cocción a fuego lento

Carbón creado:

_____ = U – Y = Carbón creado en la fase de alto poder con inicio frío

_____ = V – Y = Carbón creado en la fase de bajo poder con inicio caliente

_____ = X – V = Carbón creado o consumido durante la fase de cocción a fuego lento
(Si esta cifra es positiva, significa que se creó carbón durante la cocción a fuego lento, y si es negativa, significa que se consumió carbón durante la fase de cocción a fuego lento)

7.3 Prueba de rendimiento de cocina (KPT) aplicado a ambas estufas: Patsari y Albalat.

CUESTIONARIO DE USO DE FOGONES Y ESTUFAS EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE LEÑA (KPT)				
				Folio:
Estado	Municipio		Localidad	
Nombre de la entrevistada (o)		Domicilio		
Proyecto		Fecha	Encuestador	
1. VIVIENDA				
1. ¿Cuántas personas viven en la casa? <i>(Colocar en el rango el número de personas que tengan esa edad)</i>	Cantidad	Hombres	Mujeres	Edad
	1 a 3.....()			1 – 10 años.... ()
	3 a 6.....()			11- 20 años.... ()
	6 a 9... ..()			21 – 30 años... ()
	Más de			31 – 40 años... ()
	9.....()			41 – 50 años... ()
				51 – 60 años... ()
	Más 60 años... ()			
2. ¿Esta casa es propia, rentada, cedida, prestada u ocupa este hogar bajo otra condición? <i>(Encerrar en un círculo)</i>	Propia..... 1 Rentada.....2 Gratuita, cedida o por servicio..... 3 Ocupada.....4 Otro.....			
3. Grado de escolaridad del entrevistado (a)	Sin escolaridad () Primaria Si terminó () No terminó () Secundaria Si terminó () No terminó () Preparatoria Si terminó () No terminó () Licenciatura Maestría () Doctorado ()			
4. ¿Cuenta con seguro médico?	SI ()		NO ()	
	IMSS..... 1 ISSSTE... ..2 OTRO3			
5. ¿Trabaja usted actualmente? <i>(Si es 5, seguir a la pregunta 7)</i>	SI ()		NO ()	
	Campo..... 1 Negocio propio... ..2 Empleado..... 3 Corte4 Ama de casa..... 5			
6. Miembros del hogar que...	Trabajan ()	Estudian ()		Estudian y trabajan ()
<i>(Colocar la cantidad de personas que desarrollan cada tarea)</i>				

7. La mayor parte del tiempo, ¿Trabaja dentro o fuera del hogar?	Dentro del hogar ()	Fuera del hogar ()
8. ¿Sufre alguna enfermedad respiratoria?	Tos...1 Gripa.....2 Problema para respirar.....3 Fiebre.....4 Dolor de cabeza5 Garganta irritada.....6 Ninguna7	

2. TECNOLOGÍAS Y COMBUSTIBLES PARA COCINAR

Tipos de fogones y estufas presentes en la casa (encerrar en círculo)		Estufa de gas	LEÑA					
			Tres Piedras	U elevado	U al ras	Estufa mejorada	Otro ¿?	
1. Antigüedad (años) (poner valor o "/")								
2. ¿Cada cuánto la utiliza? (poner "X")	Diario							
	2-3 veces por semana							
	1 vez por semana							
	Nunca							
3.Si alguna respuesta es NUNCA, preguntar ¿por qué?								
4.Si existe una estufa mejorada, anotar el nombre, modelo o características								
5. ¿Cuáles combustibles utiliza para cocinar? (encerrar en círculo)	5.1 Leña	SI	NO		5.5 Carbón	SI	NO	
	5.2 Estiércol	SI	NO		5.6 Gas LP	SI	NO	
	5.3 Olotes	SI	NO		5.7 Parafina (cera)	SI	NO	
	5.4 Desperdicios de aserradero	SI	NO		5.8 Plástico	SI	NO	

Si mencionó más de algún combustible, marcar en orden de importancia para las diferentes actividades del hogar.

(poner letra según la tabla de la derecha o "/")	1er combustible más importante	2do combustible más importante	L (Leña) E (Estiércol) O (Olotes) D (Desperdicios) C (Carbón) G (Gas LP) P (Parafina) PL (Plástico)
6. Calentar (Té, café, leche)			
7. Hacer tortillas			
8. Cocinar carnes/ pescado			
9. Cocinar sopas/ verduras			
10. Nixtamal			
11. Calefacción del hogar			
12. Iluminación			
13. Calentar agua para bañarse			

3. USO DE LEÑA				
1. ¿Qué especies o tipos de leña usa?	1.1 _____ 1.2 _____ 1.3 _____			
2. ¿Cuál tipo de leña es la que prefiere? (encerrar en un círculo)	1.1	1.2	1.3	
3. ¿Por qué prefiere ese tipo? (Especifique)				
4. ¿Cuánto gasta de leña a la semana?	____Tercios (equivale a ____leños) ____Trozos (equivale a ____leños) ____Carga (equivale a ____leños) ____Media Tarea(equivale a ____leños) ____Tarea (equivale a ____leños) Equivalencia en Kg _____			
5. ¿Cómo obtiene la leña? (poner "X" o "/")	La recolecta La compra Ambas	_____ _____ _____	1 2 3	

Si la respuesta es LA COMPRA pase a la pregunta #11

6. ¿Quién o quiénes van por la leña? (encerrar en un círculo)	Madre (Usted misma) 1 Esposo... 2 Hijos3 Otros4 (Especifique)_____	
7. ¿Cuánto traen de leña a la semana?	____Tercios ____Trozos ____Carga ____Media tarea ____Tarea	
8. ¿Cuántas veces a la semana traen leña?	Número _____ veces	
9. ¿Cuánto tiempo tardan en traer la leña? (encerrar en un círculo)	Menos de 1 hora1 Entre 1 y 2 horas..... 2 Entre 2 y 3 horas..... 3 Más de 23 horas..... 4	
10. ¿De dónde traen la leña? (encerrar en un círculo)	Parcela propia...1 Terrenos comunitarios... 2 Potreros..... 3 Fuera de la comunidad..... 4 Otros sitios (especifique)_____5	

11. ¿Cuál es el costo de la leña?	\$ _____ x Tercio	
	\$ _____ x Trozo	
	\$ _____ x Carga	
	\$ _____ x Media tarea	
	\$ _____ x Tarea	
12. ¿Usted normalmente guarda o almacena leña por temporada?	SI	NO

4. OTROS USOS DEL FOGÓN

¿Utilizan el fogón?	Opción		Número de veces por día	Horas aproximadas
1. ¿Para calentar agua para bañarse?	SI	NO		
2. ¿Para iluminar?	SI	NO		
3. ¿Para secar la carne?	SI	NO		
4. ¿Para mantener limpios los techos de animales?	SI	NO		
5. ¿Para calentar la casa?	SI	NO		
6. ¿Nixtamal?	SI	NO		
7. ¿Otra? Especifique:	SI	NO		

5. USOS DE LAS ESTUFAS Y FOGONES

PRINCIPALES USOS	1er lugar	2do lugar	3er lugar	T (Tradicional) E (Estufa mejorada) G (Gas LP)
1. Cocinar o preparar alimentos				
2. Calentar alimentos				
3. Hacer tortillas				
4. Hervir agua para beber				
5. Calentar agua para bañarse				
6. Para calentar la vivienda (calefacción)				
7. Preparar alimentos para venta				
8. Otros _____				

SOLO PARA USUARIAS DE GAS LP

6. USO DE GAS LP

1. ¿Utiliza usted gas para cocinar?	SI 1
	NO 0
2. ¿Cuánto tiempo le dura el cilindro de gas? (encerrar en un círculo)	Menos de un mes... 1
	1 mes..... 2
	2 meses 3
	3 meses 4
	Más de 3 meses..... 5
	Otro..... 6 (Especifica)_____
3. ¿Cuál es la capacidad de su cilindro de gas?	30 kilos... 1
	20 kilos... 2
	Otro..... 3
	(Especifica)_____

4. ¿Cuánto paga por el gas?		\$ _____		
5. En general, ¿Existe diferencia de sabor entre la comida que cocina con leña y la comida cocinada con gas?		SI 1 NO0		
6. ¿Cuál le gusta más?		Leña.....1 Gas.....2 Ambos igual..... 3		
7. ¿Qué tipo de alimentos puede cocinar en GAS? (marcar con X)		8. ¿Qué alimentos NO puede cocinar en estufa de Gas? ¿Por qué?		
Todos		Carnes		
Tortillas		Verduras		
Nixtamal		Sopas		
Frijoles		Otros_____		
Freír				
9. ¿Qué tipo de ollas utiliza en la estufa de Gas? ¿Utiliza tapas? ¿Son los mismos que en la de leña? (Describir)		10. ¿Qué alimentos NO le gusta cocinar en la estufa de gas?		

SÓLO PARA USUARIAS ESTUFA MEJORADA

(REALIZAR ESTA ENCUESTA PARA CADA ECOTECNOLOGÍA)

7. USO DE LA ESTUFA MEJORADA				
1. ¿Existe diferencia de sabor entre la comida que cocina/ba con su otro fogón y la comida que cocina con la Estufa?		SI1 NO2		
2. ¿Cuál le gusta más?		Estufa...1 Fogón...2 Igual 3		
3. ¿Qué tipo de alimentos puede cocinar en la Estufa? (marcar con X)		4. ¿Qué alimentos NO puede cocinar en la Estufa? ¿Por qué?		
Todos		Carnes		
Tortillas		Verduras		
Nixtamal		Sopas		
Frijoles		Otros:		
Freír				

5. ¿Qué tipo de ollas utiliza en la Estufa? ¿Utiliza tapas? (Describir)	6. ¿Qué alimentos NO les gusta cocinar en la Estufa?		
8. FUNCIONAMIENTO DE LA ESTUFA MEJORADA			
			La Estufa es MEJOR, PEOR O IGUAL que el tradicional, ¿por qué?
1. Es difícil cocinar en la estufa	SI	NO	
2. Causa quemaduras	SI	NO	
3. Es difícil acomodar las ollas	SI	NO	
4. El humo tizna las ollas y la casa	SI	NO	
5. La estufa tarda en calentar	SI	NO	
6. Es difícil de encender	SI	NO	
7. Es difícil mantener el fuego o se apaga	SI	NO	
8. El tamaño de leña le causa problemas	SI	NO	
9. La estufa calienta la casa cuando hace frío	SI	NO	
10. La estufa necesita mucho mantenimiento	SI	NO	
11. La estufa se deteriora fácilmente	SI	NO	
12. Otros problemas (lístelos)			
9. CAMBIOS Y MANTENIMIENTO EN LA ESTUFA			
1. ¿Le han hecho algún arreglo a su estufa para que funcione bien? (encierre en un círculo)	Corrigieron la altura del comal... 1 Modificaron los túneles..... 2 Corrigieron la entrada de leña... 3 La altura del chacuaco..... 4 Modificaron las hornillas5 Otro.....6		
2. ¿Ha hecho usted algún cambio a su estufa? (encerrar en un círculo)	Ninguno..... 1 Otra entrada de leña.....2 Eliminó una hornilla..... 3 Cambió el comal4 Amplió la entrada..... 5 Amplió la cámara de combustión. 6 Eliminó los baffles..... 7 Otro.....8		
3. ¿Qué hace para mantener bien su estufa? (encerrar en un círculo)	Limpiar la chimenea..... 1 Limpiar los túneles..... 2 Tapar las cuarteadoras..... 3 Enjarrarla o pintar..... 4 Otro.....5		
4. ¿Cada cuánto tiempo limpia la chimenea? (encerrar en un círculo)	Todos los días..... 1 Una vez por semana 2 Una vez al mes..... 3 Cuando regresa el humo..... 4		

5. ¿Cada cuánto tiempo limpia los túneles? <i>(encerrar en un círculo)</i>	Todos los días..... 1 Una vez por semana 2 Una vez al mes..... 3 Cuando regresa el humo..... 4	
10. PREFERENCIAS		
1. ¿Qué le gusta de su fogón tradicional?		
2. ¿Qué NO le gusta de su fogón tradicional?		
3. ¿Qué le gusta de su estufa de gas? (En caso de tener estufa de gas LP)		
4. ¿Qué NO le gusta de su estufa de gas? (En caso de tener estufa de gas LP)		
5. ¿Qué le gusta de su Estufa? (En caso de tener una estufa mejorada)		
6. ¿Qué NO le gusta de su Estufa? (En caso de tener una estufa mejorada)		
7. ¿Considera que se deben hacer cambios para que funcione mejor su estufa? ¿Cuáles?		

7.4 Entrevista realizada a dos usuarias al intercambiar estufas por un día.

CUESTIONARIO DE USO DE INTERCAMBIO DE ESTUFAS			
			Folio:
Estado	Municipio	Localidad	
Nombre de la entrevistada (o)		Domicilio	
Proyecto	Fecha	Encuestador	
1. USO DE LA ESTUFA MEJORADA			
1. ¿Existe diferencia de sabor entre la comida que cocina/ba con su estufa y la comida que cocina en esta estufa?	SI.....1 NO.....2		
2. ¿Cuál le gusta más?	Patsari.....1 Albalat.....2 Igual.....3		
			La estufa es MEJOR, PEOR O IGUAL, ¿por qué?
1. Es difícil cocinar en la estufa	SI	NO	
2. Causa quemaduras	SI	NO	
3. Es difícil acomodar las ollas	SI	NO	
4. El humo tizna las ollas y la casa	SI	NO	
5. La estufa tarda en calentar	SI	NO	
6. Es difícil de encender	SI	NO	
7. Es difícil mantener el fuego o se apaga	SI	NO	
8. El tamaño de leña le causa problemas	SI	NO	
9. La estufa calienta la casa cuando hace frío	SI	NO	
2. PREFERENCIAS			
1. ¿Qué le gusta de su estufa mejorada?			
2. ¿Qué NO le gusta de su estufa mejorada?			
3. ¿Qué le gusta de la estufa que usó?			
4. ¿Qué NO le gusta de la estufa que usó?			
7. ¿Le gustaría continuar cocinando con su estufa actual o utilizar la otra estufa que conoció? ¿Por qué			