



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD**

**MANEJO INTEGRAL DE ECOSISTEMAS**

**IMPACTO EN LOS PATRONES DE CONSUMO DE LEÑA POR EL USO  
SOSTENIDO DE LA ESTUFA EFICIENTE PATSARI EN MICHOACÁN.**

## **TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO(A) EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

PRESENTA:

**MYRIAM ATLANXOCHITL MIRANDA GAMBOA**

**TUTOR(A) PRINCIPAL DE TESIS: DR. OMAR RAÚL MASERA CERUTTI**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN  
ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD, UNAM**

**COMITÉ TUTOR: DRA. ALICIA CASTILLO ÁLVAREZ**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN  
ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD, UNAM**

**DR. ADRIÁN GHILARDI**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES EN  
GEOGRAFÍA AMBIENTAL, UNAM**

**MÉXICO, D.F., JUNIO, 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD**

**MANEJO INTEGRAL DE ECOSISTEMAS**

**IMPACTO EN LOS PATRONES DE CONSUMO DE LEÑA POR EL USO  
SOSTENIDO DE LA ESTUFA EFICIENTE PATSARI EN MICHOACÁN.**

## **TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO(A) EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

PRESENTA:

**MYRIAM ATLANXOCHITL MIRANDA GAMBOA**

**TUTOR(A) PRINCIPAL DE TESIS: DR. OMAR RAÚL MASERA CERUTTI**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN  
ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD, UNAM**

**COMITÉ TUTOR: DRA. ALICIA CASTILLO ÁLVAREZ**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN  
ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD, UNAM**

**DR. ADRIÁN GHILARDI**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES EN  
GEOGRAFÍA AMBIENTAL, UNAM**

**MÉXICO, D.F., JUNIO, 2015**



Dr. Isidro Ávila Martínez  
Director General de Administración Escolar, UNAM  
Presente.-

Por medio de la presente, me permito informar a usted, que en reunión ordinaria del Subcomité por Campo de Conocimiento de (Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas) del Posgrado en Ciencias Biológicas, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de Maestra en Ciencias Biológicas de la alumna **Myriam Atlaxochitl Miranda Gamboa** con número de cuenta **513014727** con la tesis titulada: "**Impacto en los patrones de consumo de leña por el uso sostenido de la estufa eficiente Patsari en Michoacán**" bajo la dirección del **Dr. Omar Raúl Masera Cerutti**.- Tutor principal:

Presidente:	Dr. Adrián Ghilardi
Vocal:	Dra. Tuyeni Heita Mwampamba
Secretario:	Dra. Ilse Ruiz Mercado
Suplente:	Dr. Víctor Manuel Berrueta Soriano
Suplente:	Dra. Alicia Castillo Álvarez

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria, D.F., a 02 de junio de 2015

*M. del Coro Arizmendi*

Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga  
Coordinadora del Programa



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la UNAM, particularmente al Posgrado en Ciencias Biológicas por permitirme continuar con mi formación académica cursando la maestría en Ciencias Biológicas en el campus Morelia, Michoacán.

Agradezco a al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado durante los cuatro semestres que duró la maestría, sin su apoyo mi manutención en Morelia hubiera sido imposible.

Agradezco a los miembros de mi comité tutorial: al Dr. Omar Masera por compartirme sus conocimientos para el desarrollo de la tesis; a la Dra. Alicia Castillo por asesorarme para mejorar la tesis, al Dr. Adrián Ghilardi por facilitarme los avances y trámites de la tesis y a la Dra. Ilse y Dra. Tuyeni por ser parte de mi comité tutorial.

Agradezco al Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada por la labor para mejorar la calidad de vida de las personas de las zonas rurales, así mismo, agradezco a Víctor Berrueta por brindarme su confianza y apoyo para analizar la información que complemento la tesis. Finalmente doy las gracias a Evaristo y Félix por apoyarme en mi trabajo de campo.

Agradezco a las familias de La Mojonera y Tanimireche por brindarme su confianza y abrir las puertas para conocer sus dinámicas en la cocina, sin embargo, lo que más agradezco es que hayan compartido sus alimentos conmigo.

Se agradece al técnico académico M en C. René Martínez Bravo, Alfredo Fuentes Fernández, Heberto Ferreira, Alberto Valencia y Atzimba López por su apoyo técnico para la realización de este trabajo.

## **Agradecimientos a Título Personal**

A mis compañeros de laboratorio por sus conocimientos e ideas para el desarrollo de la tesis, gracias Omar, René, Montse, Raúl y Ana Laura.

A mis amigos por brindarme buenos momentos, consejos y distracción. Particularmente a Delia, Gaby, Tania, Víctor Ruíz, Paulo, Vane, Omar Santillan, Karen, Meke, Jorge y Leo por ayudarme en esta ciudad; a Hugo, Lencho, Ángeles, Omar Arroyo y a Ulises por darme muchos momentos de alegría, y a Fermin y a Citlalli les doy las gracias por su apoyo en mi trabajo de campo.

Finalmente y con mucho cariño, agradezco a mi familia por su gran apoyo emocional y económico; a mi abuelita Ordalía por ser un ejemplo de valentía en mi vida, a mi madre Dalia Miriam por su amor y apoyo incondicional, a mis hermanos Ramsés y Zynhué por sus cuidados y su compañía y a mis tías Paty, Jesús y Flor por sus consejos y afecto.

A todos ustedes, ¡muchas gracias!

## INDICE

<b>I. RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>III. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
III.1. Justificación .....	3
<b>IV. OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
IV.1. General.....	4
IV.2. Particulares .....	4
<b>V. ANTECEDENTES .....</b>	<b>5</b>
V.1. Importancia de la leña.....	5
V.2. Uso de leña en las comunidades rurales de Michoacán.....	7
V.3. Impactos por el uso de leña en el sector residencial.....	8
V.3.1. Impactos ambientales .....	8
V.3.2. Impactos socio-económicos.....	9
V.4. Estufas eficientes de leña.....	11
V.4.1. Implementación de estufas eficientes de leña en México.....	11
V.4.2. Implementación de estufas Patsari en Michoacán.....	13
V.5. Adopción y uso sostenido de estufas eficientes.....	14
V.6. Transición tecnológica y energética .....	16
V.7. Regulaciones para el aprovechamiento de leña y su influencia en el uso de innovaciones .....	19
<b>VI. ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>21</b>
<b>VII. METODOLOGÍA.....</b>	<b>26</b>
VII.1. Herramientas Metodológicas.....	26
VII.1.1. Pruebas de Funcionamiento de Cocina.....	26
VII.1.2. Entrevistas sobre las reglas de acceso a la leña .....	28
VII.2. Diseño de la metodología .....	29
VII.2.1. Muestra para las pruebas de funcionamiento de cocina .....	29
VII.2.2. Muestra para las entrevistas de las reglas de acceso a la leña .....	31
VII.3. Selección de comunidades.....	31
VII.4. Selección de familias .....	32



<b>VIII.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>34</b>
VIII.1.	Cambios en el uso y consumo de leña por la implementación de la estufa Patsari (muestreo longitudinal).....	34
VIII.1.1.	Consumo de leña por estufa .....	34
VIII.1.2.	Transición tecnológica y energética .....	38
VIII.2.	Extracción de leña para uso doméstico (estudio transversal).....	40
VIII.2.1.	Diversidad de leña usada para cocinar .....	40
VIII.2.1.a.	La Mojonera .....	40
VIII.2.1.b.	Tanimireche .....	41
VIII.2.2.	Tamaño de leña usada para cocinar .....	43
VIII.2.2.a.	La Mojonera .....	43
VIII.2.2.b.	Tanimireche .....	44
VIII.2.3.	Parte del árbol/arbusto y tipo de leña .....	45
VIII.3.	Reglas de acceso a la leña.....	47
VIII.3.1.	La Mojonera .....	47
VIII.3.2.	Tanimireche .....	51
<b>IX.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>54</b>
IX.1.	Consumo de leña por dispositivo.....	54
IX.2.	Transición tecnológica y energética .....	56
IX.3.	Cambios en la leña que se consume por estufa .....	60
<b>X.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>65</b>
X.1.	Consideraciones Finales .....	65
X.2.	Alcances y limitaciones del estudio.....	66
<b>XI.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>69</b>
<b>XII.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>75</b>
XII.1.	Anexo 1 Formatos para las pruebas de funcionamiento de cocina.....	75
XII.1.1.	1.1 Consumo de leña .....	75
XII.1.2.	1.2 Formato para las características de la leña de las PFC .....	77
XII.2.	Anexo 2 Entrevista sobre reglas y acceso a la leña .....	78
XII.2.1.	2.1 Reglas de uso y acceso a leña.....	78
XII.2.2.	2.2 Colecta de la leña del aserradero .....	79
XII.3.	Anexo 3 Comparaciones de ANOVA .....	80
XII.3.1.	3.1 Consumo de leña entre estufas .....	80
XII.3.2.	3.2 Diversidad de leña entre estufas en La Mojonera.....	80
XII.3.3.	3.3 Diversidad de leña entre estufas en Tanimireche .....	80

XII.3.4.	3.4 Tamaño de leña entre estufas en La Mojonera.....	81
XII.3.5.	3.5 Tamaño de leña entre estufas en Tanimireche.....	81
XII.3.6.	3.6 Parte de la planta empleada como leña entre estufas.....	81
XII.4.	Anexo 4 Tablas omitidas en los resultados .....	82
XII.4.1.	4.1 Transición Energética y Tecnológica .....	82
XII.4.2.	4.2 Características de la leña .....	82
XII.4.2.a.	4.2.1 Diversidad de leña en La Mojonera.....	82
XII.4.2.b.	4.2.2 Diversidad de leña en Tanimireche .....	83
XII.4.2.c.	4.2.3 Diámetro de leña por estufa en La Mojonera .....	83
XII.4.2.d.	4.2.4 Diámetro de la leña por estufa en Tanimireche.....	83
XII.4.2.e.	4.2.5 Parte de la plantas utilizadas como leña para el fogón .....	84
XII.4.2.f.	4.2.6 Parte de las plantas utilizada como leña en Patsari .....	84

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Estufa Patsari implementada en el estado Michoacán.....	12
<b>Figura 2</b>	Proceso de adopción de las estufas eficientes.....	15
<b>Figura 3</b>	Modelos de transición energética.....	17
<b>Figura 4</b>	Mapa de las comunidades muestreadas en Michoacán.....	22
<b>Figura 5</b>	Proceso de transición de una estufa tradicional a una estufa mejorada.....	38

## LISTA DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1</b>	Consumo de leña por tipo de estufa.....	36
<b>Gráfica 2</b>	Consumo energético por estufa.....	37
<b>Gráfica 3</b>	Diversidad de variedades utilizadas como leña en La Mojonera.....	41
<b>Gráfica 4</b>	Diversidad de leña usada por las familias de Tanimireche.....	42
<b>Gráfica 5</b>	Diámetro de leña utilizada por tipo de dispositivo en La Mojonera.....	43
<b>Gráfica 6.</b>	Diámetro de la leña por tipo de dispositivo en Tanimireche.....	44
<b>Gráfica 7</b>	Parte de las plantas leñosas utilizada como leña por tipo de dispositivo.....	46
<b>Gráfica 8</b>	Zonas permitidas para la extracción de leña dentro de la comunidad.....	48
<b>Gráfica 9</b>	Personas que tienen acceso a la leña en la comunidad.....	49
<b>Gráfica 10</b>	Reglas sobre colecta de leña para combustible.....	50
<b>Gráfica 11</b>	Reglas sobre la extracción de árboles vivos para combustible en la comunidad.....	51
<b>Gráfica 12</b>	Sanciones por la extracción de árboles en pie.....	52
<b>Gráfica 13</b>	Representante de la autoridad que hace cumplir las reglas en la comunidad.....	53

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Descripción de las comunidades incluidas en el estudio.....	25
<b>Tabla 2</b> Muestreos realizados por comunidad. ....	33
<b>Tabla 3</b> Consumo de leña y consumo energético por tipo de estufa. ....	35
<b>Tabla 4</b> Principales resultados y aportaciones del estudio.....	64

## I. RESUMEN

En México 25 millones de personas utilizan la leña para cocinar, calentar agua y en menor medida para calefacción; del total, el 11% pertenece a zonas urbanas y 89% a zonas rurales. Las personas que cocinan con leña utilizan el fogón abierto como principal dispositivo de cocción sin embargo, su baja eficiencia conlleva un consumo excesivo de leña, contaminación por humo y otros problemas. Se han difundido diversas opciones para promover el uso más eficiente de la leña, como las estufas Patsari. Estudios previos han documentado los ahorros asociados al uso de estufas Patsari utilizando muestras relativamente pequeñas; así mismo se han documentado los efectos en la salud y la mitigación de gases efecto invernadero asociado a la combustión de leña. Se conoce muy poco sobre los impactos específicos que pueden tener estas estufas en los bosques locales. El presente estudio busca contribuir a resolver esta interrogante evaluando los cambios en el volumen, tipo y tamaño de leña utilizada, así como los posibles cambios en la composición de especies asociados al uso de las estufas Patsari en comparación con los fogones tradicionales de cocción. Para el estudio se utilizaron dos fuentes de información: a) para estimar los cambios en el consumo de leña se analizó la base de datos generada por el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA A.C.) a 109 familias correspondientes a 11 comunidades que comprende del año 2005 al 2013; b) para conocer las características de la leña usada en cada estufa se hicieron 38 mediciones directas de consumo de leña en dos comunidades, mismas comunidades donde se realizaron 25 entrevistas; estos datos fueron levantados directamente por la autora de la tesis. Los resultados muestran que las personas que cocinan con leña se pueden clasificar en cinco grupos de usuarios según la combinación de dispositivos para cocinar: usuarios de fogón, fogón y la estufa de gas, Patsari, Patsari y la estufa de gas y Patsari y fogón. Los consumos de leña por adulto estándar/día varían con el grupo de usuario y fueron en promedio de 3.25Kg para los usuarios de fogón, 2.72 Kg para fogón y gas, 2.05 Kg para Patsari, 1.98Kg para Patsari y gas y 1.59 Kg para Patsari y fogón. Cuando las familias cocinan con la estufa Patsari disminuyen en promedio entre un 37% y 51% el consumo de leña dependiendo del grupo de usuarios. Las variedades de leña que se utilizan en la estufa Patsari son más diversas respecto al fogón, sin embargo, los géneros dominantes en su consumo son los mismos en las dos estufas. La leña que se colecta proviene de troncos, ramas grandes y pequeñas de árboles y arbustos, sin embargo en la Patsari hay mayor consumo de leña de menor tamaño. Las reglas de acceso a la leña influyen en las zonas, especies, cantidad y tipo de leña que se pueden consumir. La información que aporta este estudio puede ser útil para entender los patrones de consumo de leña y proponer programas que mejoren los sistemas energéticos de las comunidades rurales.

## II. ABSTRACT

In Mexico, 25 millions of people depend of fuelwood for cooking, water heating, and heating; from the total, 11 % belong to urban areas and 89% to rural areas. People who cook with fuelwood use traditional tree-stone fire as primary device for baking, however, its low efficiency leads to an increased consumption of fuelwood, smoke pollution and other problems. It have been spread options to promote the more efficient use of fuelwood, as Patsari stoves. Anterior studies have documented that their use reduces fuelwood consumption using small sample sizes; likewise, has been documented the positive effect in decrease health problems and greenhouse gas emissions associated with burning fuelwood. The specific changes that may have these stoves in local forests are largely unknown. This research attempts to answer this question by assessing changes in the amount, type and size of fuelwood used; moreover, the possible changes in species composition associated to the use of Patsari stoves compared to traditional baking stoves. For the study, two information sources were used: a) in order to estimate fuelwood consumption changes, was analyzed the database generated by the Interdisciplinary Group on Appropriate Rural Technology (GIRA, A.C.) from 109 families in 11 communities from 2005 to 2013. b) To know the characteristics of the fuelwood used in each device were performed 38 direct measurements of fuelwood in two communities, in the same communities 25 interviews were applied; these data were raised directly by the author of the thesis. The results showed that people cooking with fuelwood can be classified into five groups: users of the traditional stove, tree-stone fire (fogón) and gas stove, of only Patsari, Patsari and gas stoves and finally Patsari and fogón. Fuelwood consumption by adult standard/day are different in each group and the average was 3.25Kg for fogón users, 2.72 Kg for fogón and gas users, 2.05 Kg for Patsari users, 1.98 Kg for Patsari and gas users, and finally 1.59 Kg for Patsari and tree-stone fire users. Families with improved stoves saved up to 37 % to 51% of fuelwood consumption depending on the user group. The fuelwood species used for the Patsari stove are more diverse compared to the tree-stone fire; however, the genera with higher consumption rates are the same in the two stoves. The source of fuelwood comes from trees and shrubs trunks, branches and twigs; however, for the Patsari stove smaller fuelwood is more consumed. The rules of access to fuelwood affects the zones, species, quantity and type of wood that can be consumed. This study provides information that can be useful to understand the fuelwood consumption patterns and to propose programs to improve energy systems in rural communities

### III. INTRODUCCIÓN

La leña es considerada como una de las fuentes de energía renovable más importantes de la humanidad, proporciona más del 9% de la energía primaria que se consume globalmente para los 2,400 millones de personas del tercer mundo que cocinan con leña (FAO 2013 y Serrano-Medrano *et al* 2014). Particularmente en México, alrededor de 25 millones de personas utilizan leña para cocinar, de las cuales el 11% pertenece a zonas urbanas y el 89% a zonas rurales (Serrano-Medrano *et al* 2014). El estado de Michoacán tiene un gran número de usuarios de leña; en muchas de las comunidades se da un consumo combinado de leña y gas licuado de petróleo (GLP) para cocinar, aunque, la leña se sigue siendo el combustible de mayor uso (Díaz 2000 y Ghilardi 2008).

En México, al igual que en la mayor parte de los países del Tercer Mundo, las personas que cocinan con leña utilizan el fogón abierto como principal dispositivo para la cocción de sus alimentos, calentar agua y la calefacción, sin embargo estos dispositivos presentan varios problemas: por una lado, demandan una gran cantidad de leña; por otro, la combustión incompleta de la leña genera contaminantes que repercuten al ambiente y en la salud de la gente expuesta al humo que se acumula en la cocina, principalmente en mujeres y niños (Armendáriz 2010 y Ruiz-Mercado y Masera 2015). La leña debe recolectarse o comprarse, lo que ocasiona gastos importantes de tiempo y recursos económicos en las familias (García-Frapolli *et al* 2010).

Como una alternativa para solucionar las problemáticas ambientales y sociales derivados del uso del fogón, se han realizado diferentes esfuerzos a nivel internacional y nacional, desde tratar de reducir el consumo de la leña, ya sea aumentando su oferta (una acción que tuvo su auge sobre todo en los años 70's y 80's del siglo pasado a través de programas de plantaciones de leña), o mejorando la eficiencia de su uso a través de la difusión de las llamadas “estufas mejoradas de leña” y promoviendo la transición a otros combustibles como el GLP y la electricidad.

Dentro de México, una parte importante de los esfuerzos se ha concentrado en difundir estufas eficientes de leña, con diferente éxito. Un programa que reviste especial importancia es el de las estufas Patsari, pues se han logrado documentar con detalle varios de sus impactos (Masera *et al* 2005 y Berrueta *et al* 2008). Se ha comenzado a estudiar también los procesos de adopción y se ha visto que lejos de hacer una sustitución completa de tecnologías los usuarios realizan una estrategia de uso de “estufas y combustibles múltiples”, lo que les permite una mayor flexibilidad y versatilidad para hacer frente a las demandas de las tareas de cocinado, la variabilidad y accesibilidad de los combustibles y para cubrir también demandas adicionales de la leña como el calentamiento de agua, calefacción, etc. (Ruiz-Mercado y Masera, 2015).

Resta todavía conocer el impacto que tienen estos patrones diversos de adopción y uso de las estufas eficientes en los recursos forestales. Específicamente: cuánto se reduce el consumo promedio por familia y de qué manera la adopción de las estufas puede llevar a cambios en preferencias sobre las especies, tamaños y partes de los árboles consumidas. Para comenzar a responder estas preguntas, se seleccionaron comunidades de la Región Purépecha y de Cuitzeo como estudio de caso. Allí se obtuvo información de una base de datos de 109 familias ubicadas en 12 comunidades y se hicieron mediciones directas del consumo de leña a 38 familias de dos comunidades, mismas a las que se les aplicaron entrevistas.

En las secciones siguientes se brinda en primer término la justificación y antecedentes del estudio, se describen los objetivos y la metodología del mismo, se presentan y discuten los resultados y se concluye el documento con una reflexión sobre los retos a futuro de este tipo de trabajos. En los anexos uno se presentan los detalles de los cuestionarios, en el dos las entrevistas, en el tres los resultados de los pruebas de anova y en el cuatro las tablas con los datos detallados de las mediciones de leña.

### III.1. Justificación

Como se indicó en la sección anterior, cocinar con leña utilizando el fogón abierto provoca problemas socio-económicos y ambientales (Díaz 2000). Como una alternativa para disminuir las problemáticas asociadas al uso del fogón se han desarrollado las estufas eficientes de leña; estas estufas mejoran la combustión de leña disminuyendo su consumo, así como la emisión de gases contaminantes y la exposición al humo (Masera *et al* 2005). Sin embargo, un proceso que se no se ha estudiado con detalle es el impacto de las estufas eficientes en los recursos forestales aledaños las comunidades. Se han realizado algunos estudios que reconocen cambios en los patrones de consumo de leña derivados del uso prolongado de las estufas, estos son: disminución en la cantidad de leña empleada para cocinar, disminución de la distancia de colecta de leña y, de manera muy superficial, cambios en la preferencia de especies (Tovar 2004, Berrueta *et al* 2008 y Zamora 2011).

Sin embargo, aún no se ha entendido cabalmente cómo los cambios en los patrones de uso pueden disminuir la presión en los bosques. En esta tesis se pretende contribuir a resolver este problema utilizando como caso de estudio a las familias que cocinan con la estufa Patsari, y abordando la problemática desde tres ángulos: a) documentando de manera más clara los ahorros reales en el consumo de leña que conlleva la difusión masiva de estufas eficientes; b) documentando de manera más precisa y para un número amplio de comunidades los cambios en la composición de especies utilizadas, en la parte del árbol extraída, el tamaño de leña utilizado, las zonas de extracción, la proporción de leña muerta o viva que se utiliza en cada dispositivo y c) las reglas de acceso a los recursos leñosos y su posible cambio con la adopción generalizada de las estufas. Esta información permitirá conocer, desde el lado de la demanda, los recursos que se están aprovechando como combustible, lo que a su vez, combinado con otras herramientas como los análisis espaciales y de productividad del bosque, permitirán obtener un primer acercamiento para entender los efectos en la estructura y productividad del ecosistema.



## **IV. OBJETIVOS**

### **IV.1. General**

El objetivo general de este trabajo fue investigar el impacto en los patrones de consumo de leña por el uso de estufas eficientes (EE) Patsari en las comunidades rurales del estado de Michoacán.

### **IV.2. Particulares**

- Conocer los cambios en la cantidad de leña usada por las familias que tienen una estufa Patsari respecto a las familias con fogones tradicionales de leña.
- Comparar las características de la leña: especies, tamaño y parte del árbol extraída, usada en la estufa Patsari en relación a los fogones tradicionales de cocción.
- Identificar si las regulaciones de acceso a la leña tienen algún efecto diferenciando la colecta de leña para las familias que usan la estufa Patsari.

## V. ANTECEDENTES

### V.1. Importancia de la leña

La leña es un combustible que conserva la estructura original de la madera, se obtiene de los bosques y está formado por carbono (49%), Hidrogeno (6%) y Oxígeno (45%) y la energía contenida es de 15 GJ/M<sub>3</sub> con 20% de humedad. La leña se reconoce como una parte de los recursos del ecosistema que sirve como suministro de energía para la humanidad. (González-Martínez 2007 y Ghilardi 2008). Cerca del 40% de la población mundial, 2,400 millones de personas, dependen de esta fuente de energía para cocinar y/o calentarse (Serrano-Medrano *et al* 2014), especialmente en hogares de países subdesarrollados como África, Asia y América Latina, donde el uso de combustibles leñosos representa el 89%, 81% y 66%, respectivamente del consumo total de madera (FAO 2013). Se espera que en los próximos veinte años la población que utiliza leña aumente a 2,800 millones de personas (Díaz *et al* 2011).

En México, la leña representa el 8% de la demanda final de energía; en promedio se emplean 38 millones m<sup>3</sup>/ año de madera en forma de leña, 4 veces el consumo total de madera en rollo en el país, del cual el 80% se destina para autoconsumo y el 20% para el sector comercial y las pequeñas industrias (Díaz *et al* 2011). Alrededor de 25 millones de personas utilizan este combustible para cocinar, de las cuales el 11% pertenece a zonas urbanas y el 89% a zonas rurales. A pesar de que en muchas comunidades rurales la leña puede ser la única fuente de energía asequible, hay lugares donde además se utiliza el gas (Díaz 2000), de hecho, se estima que para el 2030 disminuirán en un 9% los usuarios exclusivos de leña provocando un aumento del 15% los usuarios mixtos de leña y gas, para los 22 millones de personas que seguirán usando leña (Serrano-Medrano *et al* 2014).

El consumo de leña en las familias de las comunidades de este país está determinado por factores técnicos, económicos, ecos sistémicos, sociales, políticos y culturales que regulan la oferta y demanda para cada sitio (Ghilardi *et al* 2007). En cuanto a la oferta de leña, los factores que interviene son los siguientes: la oferta forestal, la oferta que proviene de los sistemas de uso del suelo no forestales, la oferta que se genera como sub-producto de otras actividades como tala comercial o construcción, el acceso legal (reglas de uso de leña y patrones de tenencia), el acceso físico al recurso (distancia al recurso, topografía el terreno, clima) y finalmente la accesibilidad técnica (medio de transporte) (Argawal 1986, Masera 1994 y Ghilardi 2008). Con respecto a la demanda de la leña depende de: las necesidades energéticas de los usuarios de un hogar, la cantidad de necesidades energéticas que son cubiertas por el uso de leña y los dispositivos de uso final como los fogones, estufas, hornos etc., empleados para satisfacer esas necesidades (Masera 1994 y Ghilardi *et al* 2007).

A lo largo del país se presentan una heterogeneidad de condiciones en cuanto al uso y abasto de leña, estas van desde condiciones críticas de escasez aguda hasta las poco críticas o satisfactorias (Masera *et al* 2005). A nivel estatal existen 262 municipios prioritarios que representan el 10% del total de municipios y concentran el 21% de la población usuaria de leña, posteriormente hay 389 municipios con prioridad media alta, 461 con media, 676 media baja y 613 con baja, que se distribuyen en la región montañosa del centro y sureste de México (Masera *et al* 2005 y Ghilardi *et al* 2007). Dentro de estas zonas con mediana y alta prioridad se encuentran algunas localidades del estado de Michoacán, estos sitios tienen un alto número de usuarios que dependen de la leña para cocinar, la tasa de crecimiento de los usuarios es elevada y hay poca disponibilidad de este recurso; de esta forma los recursos leñosos no son suficientes para abastecer las necesidades de las familias a la vez que la extracción de leña ejerce presión sobre los recursos forestales (Díaz 2000 y Ghilardi 2008).

## V.2. Uso de leña en las comunidades rurales de Michoacán

En el estado de Michoacán existe una alta demanda por el consumo de leña, la cual llega a ser hasta cinco veces superior al crecimiento anual de los bosques comerciales y se utiliza principalmente como fuente de energía para pequeñas industrias demandantes del recurso tales como ladrilleras, talleres alfareros, panaderías, entre otros; así como para el consumo residencial de las familias (Maserá *et al* 1998 y Ghilardi 2008). El uso de leña en las zonas rurales es vital para las familias ya que dependen de este combustible como su principal fuente de energía. Generalmente en las comunidades no se cuenta con vías de comunicación adecuadas ni con medios para transportar sus productos básicos, por lo cual sus opciones para utilizar otros combustibles, como el gas, son muy limitadas, además de que las cuestiones culturales influyen de sobremanera para continuar con el uso de leña (Maserá *et al* 2005 y Berrueta *et al* 2008).

Las familias que utilizan leña, la obtienen de ramas y madera muerta seca de árboles y de arbustos a la que le denominan varañas (ramas y trozos pequeños de leña), no obstante aún existen prácticas como cortar ramas de los árboles y la extracción ilegal de leña (Díaz 2000 y Tovar 2004). La colecta de leña se realiza por mujeres, niños y hombres; cuando se encargan las mujeres y niños, suelen hacerlo caminando a las proximidades de la vivienda y se extrae leña muerta de árboles/arbustos, en áreas de agricultura o pastoreo; o, por el contrario cuando los hombres reúnen leña, lo hace de manera conjunta con sus labores agrícolas o en jornadas específicas, en este caso, la leña se obtiene de vegetación dispersa en el ambiente, de árboles tirados, restos de poda de árboles y cortando árboles en pie con la ayuda de hachas o motosierras; la leña que se junta es transportada con animales de carga o con vehículos motorizados. (Maserá y Navia 1996 y Troncoso 2010).

Si bien se pensaba que la colecta de leña para uso doméstico era causa de la deforestación, se ha visto que muchas veces la deforestación por cambios de uso de suelo repercute directamente a las poblaciones por provocar baja disponibilidad de leña. (Sekhar 2001; Camou *et al* 2006 y Citlalic 2007). Esta situación afecta el abasto de energía para las familias rurales ya que la leña aporta la mayor parte del consumo doméstico de energía (70%), utilizándose en actividades como: cocción de alimentos, calefacción y calentamiento de agua; un 15% para la elaboración de productos agropecuarios y un 15% para la industria rural como secado de té y tabaco, curado de pescado, hornos de ladrillos, caleras, fraguas, alfarería y otras actividades artesanales (Maserá 1994 y FAO 2013). En las zonas rurales el 81% de la población aún utiliza el fogón tradicional cuya eficiencia es del 17%, y en menor proporción las estufas eficientes (Maserá *et al* 2000).

### **V.3. Impactos por el uso de leña en el sector residencial**

#### **V.3.1. Impactos ambientales**

En el sector rural la leña es el principal combustible que utilizan las familias para la cocción de alimentos, calentar agua y calefacción (Maserá *et al* 2000), sin embargo, han surgido posturas contrastantes sobre los impactos que pueden generar el uso de leña, específicamente por la extracción de leña y por su combustión.

Respecto a los impactos derivados de la extracción de leña existen dos posturas; la primera considera que la extracción de leña es causa de la deforestación y degradación del bosque. Este pensamiento se originó en los años 70's cuando se creía que el crecimiento demográfico en los países subdesarrollados provocaría un aumento en la demanda de leña y causaría escasez, lo que conduciría a la deforestación de los bosques y a una crisis energética (Argawal 1986 y Foell *et al* 2011). Sin embargo a finales de los 90's se logró documentar claramente que la deforestación se debe fundamentalmente a factores como: el aprovechamiento de los productos de valor comercial del bosque, la tala clandestina, el desmonte del bosque para terrenos agrícola o ganadero, la expansión de caminos y otra infra-estructura y el crecimiento poblacional (Foell *et al* 2011 y Bailis *et al* 2007). No obstante, los impactos que la extracción de leña puede causar al ambiente se presentan principalmente en los bosques más accesibles a los poblados y se deben a las siguientes causas: en las zonas con bosques fragmentados, con poca oferta y con alta demanda de leña, la escasez del recurso propicia que las personas talen árboles para satisfacer sus necesidades, lo cual favorece la deforestación de los bosques (Sangay 2011 y Spetch 2015), y, a que el aprovechamiento de leña está dirigido a unas cuantas especies, principalmente los encinos, lo cual propicia desequilibrios en las poblaciones de la especie preferida así como a otras especies asociadas (Furukama *et al* 2011). En conjunto estas actividades afectan la estructura y funcionamiento de la comunidad vegetal y productividad del sistema cuando se supera la capacidad de carga del ecosistema (Ruger *et al* 2008 y Quiroz-Carranza y Orellana 2010).

Por otro lado, se cree que cuando la extracción de leña se realiza colectando leña muerta de los árboles, ramas, matorrales y varañas (ramas y trozo pequeños de leña), la producción de combustible es estable y constante, se reduce la propagación de incendios, se evita la propagación de plagas y se ayuda a la regeneración de especies (Quiroz-Carranza y Orellana 2010 y Citlalic 2007). Esta forma de colecta de leña predomina en las comunidades rurales pues la leña proveniente de tala de árboles se hace en pequeña proporción (Díaz 2000 y Foell *et al* 2011); además, para estas comunidades el bosque no solo provee leña, también son sitios con importancia cultural y religiosa por lo que se establecen acuerdos para conservarlo (Sekhar 2001). Los efectos ambientales asociados al uso y consumo de leña son mal conocidos en muchos sitios y se deben a la forma en la que se haga la extracción de leña, la

cantidad y calidad de leña que se obtiene, la zona de extracción y el grado de perturbación de los bosques, no obstante los efectos no son bien conocidos (Masera 1994 y Sangay 2011).

Finalmente, existen problemas ambientales derivados de la quema de leña, éstos se deben a que la combustión de la leña es incompleta por el uso de dispositivos ineficientes. Cuando la combustión de la leña es completa o limpia, se emite vapor de agua y CO<sub>2</sub>, este último en la misma cantidad de CO<sub>2</sub> que se absorbe durante el desarrollo de la planta leñosa (Díaz 2000 y Gonzáles-Martínez 2007). Sin embargo, las familias que utilizan leña como combustible, normalmente usan estufas abiertas (fogón de tres piedras, fogón tipo U y tambos), que son poco eficientes y favorecen la combustión incompleta de la leña (Masera y Berrueta 2005). Como producto de la combustión incompleta se liberan cerca de 180 sustancias entre las que destacan monóxido de carbono, óxido nitroso, metano, hidrocarburos aromáticos, óxido de azufre, entre otros (Abeliotis y Paruka 2013). Estos gases contribuyen al calentamiento global del planeta, principalmente el óxido nitroso, metano y CO, que, cuando se acumulan al interior de las viviendas provocan altos niveles de contaminación, que a su vez son causa de graves problemas de salud en mujeres y niños (Armendáriz-Arnes *et al* 2010 y Abeliotis y Paruka 2013).

### **V.3.2. Impactos socio-económicos**

El consumo de leña también está asociado a una serie de impactos socio-económicos derivados de la colecta de leña y de la combustión ineficiente de la misma. Los problemas relacionados a la colecta de leña son causados por el tiempo que se invierte en la colecta de leña; muchas familias rurales dependen del recurso para la cocción de alimentos y calefacción, de esta forma, la colecta de este combustible se realiza localmente, obteniéndose sin un costo monetario pero con un alto costo en tiempo y trabajo no remunerado; cuando las señoras salen por leña emplean 365 horas al año, tiempo que podría invertir en el cuidado del hogar o en actividades productivas (Masera *et al* 2000, García-Frapolli *et al* 2010). Esta situación se acentúa cuando en las los recursos son escasos, provocando un mayor gasto de tiempo en la recolección de leña, un menor ingreso económico cuando se tiene que comprar en mercados locales (las familias invierten del 15 a 20% de sus ingresos en la compra de leña) y causa conflictos sociales cuando la extracción se realiza en propiedades ajenas (Masera 1994 y Ghilardi 2008).

Los problemas derivados de la combustión ineficiente (que también es la causa problemas ambientales), causan problemas de salud; cuando los gases se acumulan en el interior de las viviendas, específicamente, las partículas menores a 10 micras y las de 2.5 micras, pueden penetrar a gran profundidad de los pulmones de las personas y causar problemas severos de salud (Armendáriz-Arnez *et al* 2010). Algunas de las enfermedades que se han detectado por inhalar el humo de la combustión son: infecciones respiratorias, cáncer de pulmón,

enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, asma, tuberculosis pulmonar, cataratas e infecciones oculares y mortalidad de lactantes, de hecho, se ha documentado que la muerte prematura por inhalación de humo excede a un billón al año (Smith *et al* 1994). Los problemas de salud afectan principalmente a mujeres y niños que están expuestos al humo que se acumula en las viviendas, generando costos por atención médica y medicamentos de hasta 306 dólares por familia al año, además de los días no laborales y la reducción de la expectativa de vida (García-Frapolli *et al* 2010).

#### **V.4. Estufas eficientes de leña**

Las estufas eficientes de leña se diseñaron con el objetivo de mitigar los problemas asociados al uso de estufas tradicionales, a continuación se explica cómo surgieron y los beneficios que se han identificado por su uso.

En los años 70's, los problemas energéticos derivados del aumento en los precios del petróleo y a la dificultad de abastecimiento, obligaron a que las familias utilizaran la leña como fuente de energía; aunado a lo anterior, los problemas de deforestación producidos por la expansión de la agricultura, provocaron dificultad para que las familias encontraran leña (Barnes y Floor 1996). Ante esta problemática, los gobiernos, instituciones no gubernamentales y el sector privado, desarrollaron programas de estufas eficientes de leña con la finalidad de reducir la cantidad de biomasa empleada en la cocción de alimentos por las familias (Argawal 1986). En los años 80's el movimiento cobró fuerza y se crearon modelos de estufas que estaban mejor adaptados a las condiciones locales, se utilizaban materiales locales y las técnicas de construcción eran más fáciles (Berrueta 2007). A partir del siglo XXI, instituciones del sector privado, gubernamental y académicos han trabajado en conjunto para conocer los efectos asociados al uso de los fogones tradicionales y solucionar los problemas de ahorro de leña, en la salud y en el ambiente (Maserá *et al* 2005). Actualmente han surgido varios proyectos de estufas eficiente en todo el mundo, desde iniciativas de las ONG locales hasta propuestas a nivel nacional que se han encargado de implementar más de 160 programas de estufas principalmente en China, India, Kenia, Perú y México; además, se espera que para el 2020 se difundan 100 millones de estufas en estos países (Díaz *et al* 2011 y Inayatullah 2012).

##### ***V.4.1. Implementación de estufas eficientes de leña en México***

En México, los programas de implementación de estufas eficientes de leña comenzaron en los 80's cuando instituciones gubernamentales diseminaron estufas en diferentes regiones del país, sin embargo estos programas no tuvieron éxito debido a que se enfocaron solo en la construcción de dispositivos, las estufas no cubría las necesidades de los usuarios y no se les dio monitoreo ni mantenimiento a las estufas (Berrueta 2007). A finales de la década de los 90's se desarrollaron varias iniciativas en diferentes regiones de México, particularmente en los estados de Michoacán, Chiapas y Oaxaca, donde se diseñaron una variedad de modelos de estufas que tomaron como referencia la estufa Lorena, la Justa y la Rocket (Maserá *et al* 2005). En la actualidad, existen cientos de modelos de estufas eficientes de leña en el país, estos se pueden dividir en las estufas prefabricadas y las que se construyen al momento. Ejemplos de las primeras son: Onil, Tonalli, Ecoestufa, Ludee, Patsari portátil y Ecocina, entre otros; respecto al grupo de las construidas al momento están: Túumben K'óoben, Xalpaneca, Chiantli, Lorena, Justa modificada y Patsari, por mencionar algunos (Ortiz *et al* 2014).



La Patsari, que significa “la que guarda” en purépecha, fue desarrolladas mediados de los 90’s por la organización no gubernamental Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable (GIRA), A.C. y el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES antes CIEco) de la UNAM; la estufa fue diseñada con la participación de las usuarias, promotores, técnicos e investigadores lo que ayudo a que este modelo de estufa cubriera las necesidades de las familias respetando la cultura y tradiciones (Figura 1). A partir de ese momento, se han distribuido 100,000 estufas Patsari en el país, 10,000 de ellas en la región Purépecha de a, Michoacán (Maserá *et al* 2005); los programas de diseminación de estufas se conformaron de cinco componentes: 1) innovación tecnológica: que se refiere a las pruebas de laboratorio y de campo para mejorar la eficiencia de la estufa, 2) diseminación de estufas: en donde se busca establecer negocios locales para la construcción de estufas, 3) desarrollo de empresas locales: con el fin de establecer proveedores locales para las partes fijas de las estufas, 4) monitoreo y evaluación: que consiste en pruebas de funcionamiento y preferencias de las usuarias, y finalmente, 5) fortalecimiento del programa: para desarrollar un modelo de promoción y difusión de estufas considerando las experiencias anteriores (Maserá y Berrueta 2005 y Ortiz *et al* 2014).

Desde el año 2003 se han realizado estudios detallados para conocer los impactos derivados del uso sostenido de la estufa Patsari y se ha encontrado lo siguiente: García-Frapolli *et al* (2010) reportó que las usuarias de la estufa reducen en un 80% las quemaduras en la piel, disminuyen en un 30% las enfermedades agudas respiratorias de los miembros de la casa y las infecciones e irritación de los ojos se reducen en un 8%. Por otra parte, Maserá *et al* (2005), Berrueta *et al* (2008) y Troncoso (2010) encontraron que la estufa permite el ahorro de hasta el 60% del consumo de leña; tienen una chimenea que saca el humo al exterior disminuyendo la exposición a los gases en un 70%, disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 76%, y, disminuye la emisión de CO<sub>2</sub> y de PM<sub>2.5</sub> en un 66% y 67% respectivamente (Maserá *et al* 2007).



**Figura 1** Estufa Patsari implementada en el estado Michoacán.

#### **V.4.2. Implementación de estufas Patsari en Michoacán.**

En Michoacán, a partir del año 2003 se ejecutó el programa de “Mejoramiento del nivel de vida de los hogares rurales mediante el uso sustentable de leña”, este programa fue desarrollado por GIRA, IIES y la participación de otras instituciones y constó de tres etapas. En la primera etapa se implementaron 612 estufas Patsari en 25 comunidades de la región de la Meseta Purépecha, el costo de la tecnología fue de aproximadamente \$1,000 y los usuarios pagaron alrededor de la tercera parte del costo de la tecnología. Estas estufas eran construidas por constructores locales, propuestos por la autoridad de cada comunidad pero fueron capacitados por los técnicos de GIRA. Las familias a las que se les construía una estufa, pagaban el costo de los materiales y la mano de obra del constructor, las estufas eran visitadas dos veces a la semana para enseñar a la usuaria a encenderla y darle mantenimiento y para resolver las dudas y problemas que hubieran podido surgir en los primeros días de uso (Troncoso 2010).

En la segunda etapa se construyeron 600 estufas distribuidas en seis comunidades; el modelo de estufa que se difundió fue el que tenía dos entradas a la cámara de combustión y cuatro comales, las estufas se dieron gratuitamente por la participación al proyecto, sin embargo a las personas que la compraron se les vendió en \$500; las estufas fueron construidas por técnicos de GIA y no se dio difusión al programa. En este proyecto el objetivo fue documentar los impactos de la tecnología en la salud de las usuarias, los niveles de contaminación intramuros y el ahorro de leña; para lograrlo se dividió el estudio en dos grupos de 300 hogares cada uno, al primero se les construyeron las estufas al principio del estudio de salud y el segundo se quedó como grupo control y se les construyó su estufa al final del estudio un año y medio después (Berrueta 2007 y Troncoso 2010).

En la tercera etapa se construyeron 304 estufas al grupo control del estudio de salud de la etapa dos, este grupo estaba constituido por las mujeres que participaron en el estudio de salud, pero que no tenían una estufa eficiente, las estufas se dieron gratis por la participación al proyecto. El costo de esta tecnología fue de aproximadamente 1,000 pesos, y fue el precio al que se ofreció a aquellos interesados en adquirirla y que no formaron parte del estudio de salud. El modelo de estufa que se implementó fue la de ladrillo y con la entrada de la cámara de combustión rectangular y más grande. En esta etapa la difusión de las estufas la hizo una promotora de GIRA y consistió en un seguimiento exhaustivo del uso y los impactos de las estufas Patsari (Troncoso 2010). En cada una de estas etapas se construyó un modelo distinto de la estufa Patsari y se siguieron distintos procesos de difusión (Berrueta 2007, Masera *et al* 2007 y Troncoso 2010).

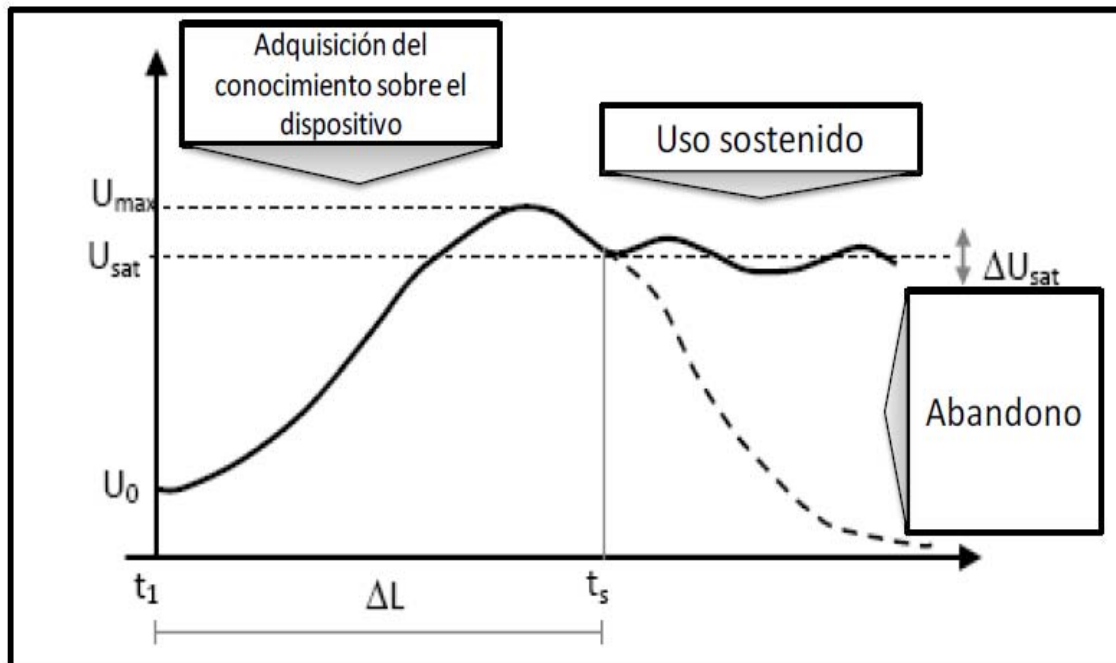
## V.5. Adopción y uso sostenido de estufas eficientes

Desde mediados de los años 80's hasta la actualidad, se han realizado numerosas investigaciones que han sustentado que las estufas eficientes de leña podrían en principio resolver los problemas asociados al fogón abierto como la contaminación de interiores, problemas de salud y alto consumo de leña. A corto plazo, las estufas eficientes son una de las mejores opciones para que las familias puedan mejorar sus condiciones de vida al reducir la cantidad de leña que se usa y por consecuencia disminuir el tiempo invertido en la colecta y los gastos en la compra de leña; también se reducen las enfermedades ocasionadas por la acumulación de humo en las casas (Maserá *et al* 2000). Todos los beneficios que conlleva el uso de las estufas eficientes están influenciados por dos factores: la aceptación inicial y el uso sostenido. Muy pocos estudios se han concentrado en entender estos aspectos; de hecho, ningún beneficio se verá reflejado a menos que las personas adopten la estufa y la usen a largo plazo (Ruiz-Mercado *et al* 2011 y Pine *et al* 2011 y Gunther 2015).

Para entender el proceso de aceptación de una tecnología, Rogers (2003) propuso la teoría de “difusión de innovación” que describe los pasos que se dan en un sistema social para que una nueva tecnología sea aceptada; este modelo considera que la innovación se mueve lentamente en un grupo social y a medida que las personas experimentan la innovación incrementa la difusión. Para que la nueva innovación sea adoptada debe de tener estas características: la nueva tecnología tiene que tener ventajas visibles en comparación de la tecnología que se reemplaza, tiene que ser fácil de usar/mantener y tiene que ser compatible con los valores, cultura y necesidades de las personas. No todos los individuos adoptan la innovación al mismo tiempo, esto más bien presenta una secuencia de acuerdo al nivel de aceptación de la innovación: los primeros en adoptar son los innovadores, siguen los primeros adoptantes después los adoptadores tardíos y finalmente los rezagados que son los últimos en adoptar o en rechazar la tecnología. Si bien este modelo explica como es el proceso inicial de uso de la nueva tecnología, no explica los factores que influyen para su uso sostenido.

Considerando algunos de los supuestos del modelo de difusión de innovaciones, se propone un marco en el que la adopción de un nuevo dispositivo/combustible es visto como un proceso dinámico con fuertes interacciones en entre el usuario, la tecnología, el combustible y el contexto socio-ecológico. Cuando se introduce una estufa y/o combustible, cada uno cubre mejor las necesidades de alguna de las prácticas de cocinado y ocupa un nicho de adopción. La adopción de la innovación provoca cambios que se reflejan en el consumo de combustible, la exposición a gases contaminantes, el tiempo empleado en cocinar y en el tiempo para la operación de la estufa. (Ruiz-Mercado *et al* 2011).

De acuerdo a este marco, el proceso de adopción se caracteriza por estos parámetros: el número de personas que inicialmente usan la estufa, el tiempo que tardan las personas en aprender a usar el dispositivo e incorporarlo a sus actividades, la fracción de la población que inicialmente acepto la estufa y sigue usándola y las personas que no adoptan la estufa y la no la utilizan. No obstante, los impactos que se logran por la adquisición de una tecnología van más allá de su adopción inicial, y se reflejan con el uso sostenido de la tecnología; ésta etapa se presenta después de que las personas toman la decisión de adoptar una nueva tecnología y el tiempo y la diversidad e intensidad de uso definen la magnitud de la adopción (Figura 2) (Ruiz-Mercado *et al* 2011).



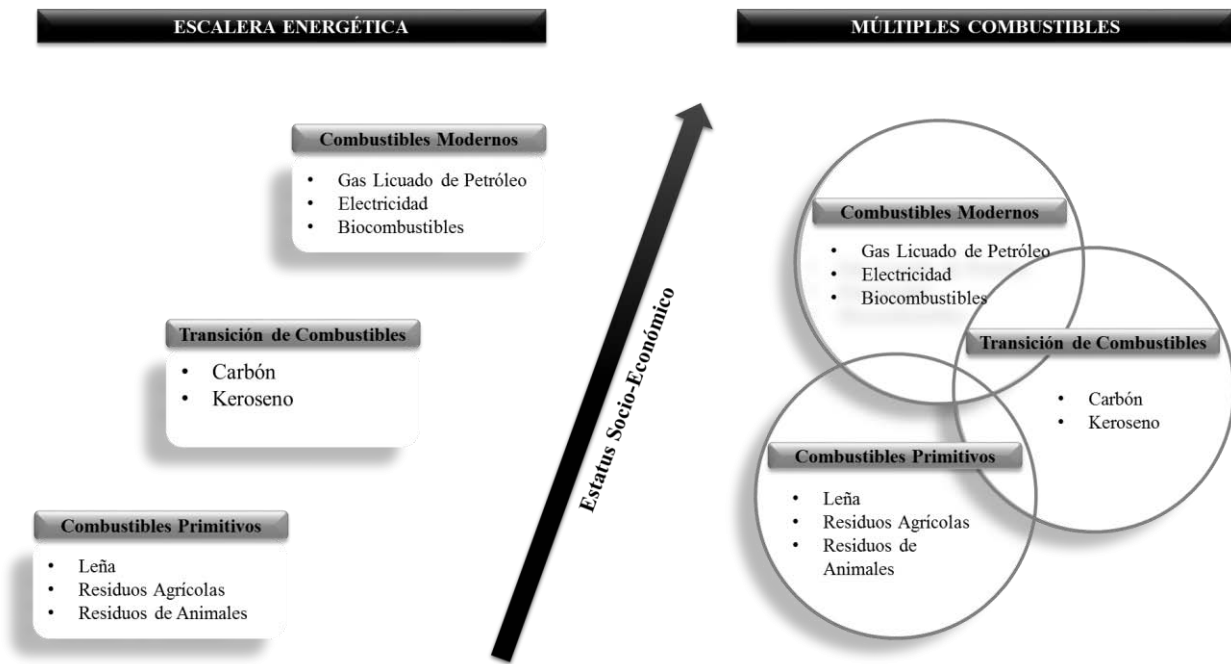
**Figura 2** Proceso de adopción de las estufas eficientes.  $U_0$  = aceptación inicial por una fracción de las familias,  $\Delta L$  = periodo de adquisición del conocimiento sobre la nueva estufa para incorporarla en las tareas de cocinado existentes,  $U_{max}$  = máximo nivel de uso,  $U_{sat}$  = nivel estable de uso sostenido,  $\Delta U_{sat}$  = tamaño de las fluctuaciones alrededor de la media de  $U_{sat}$ . Tomado de Ruiz-Mercado *et al* 2011.

Existen factores relacionados a la estructura de la familia y el funcionamiento del dispositivo que influyen en la adopción de las estufas. Con respecto al funcionamiento del dispositivo los aspectos que destacan son el ahorro de combustible (cuando el combustible es muy escaso o monetizado), la velocidad de cocción, la comodidad de uso del dispositivo y la compatibilidad con las prácticas culinarias (Pine *et al* 2011). Los elementos de la estructura de la familia que influyen en la adopción son: la ocupación de los integrantes (principalmente los padres), los ingresos de la familia y el nivel educativo; no obstante, estos factores pueden ser diferentes a nivel familiar y comunitario (Troncoso 2010 y Pine *et al* 2011). No obstante, la imposibilidad de pagar por una nueva tecnología, la dificultad de obtener leña, la necesidad de aprender cosas nuevas y no considerar la perspectiva de los integrantes de la familia son factores que limitan la adopción (Troncoso *et al* 2007 y Gunther 2015).

## V.6. Transición tecnológica y energética

Para contrarrestar los efectos negativos por cocinar con leña, se han propuesto otras tecnologías que permitan mitigar los problemas sociales, ambientales y de salud derivados de su uso. Un ejemplo es la estufa Patsari, que reduce los problemas de salud, de contaminación y de consumo de leña, sin embargo, estos beneficios dependen de la adopción de la tecnología y de los usos que se le dé a la nueva adquisición; es por esto que se debe conocer el proceso de integración del nuevo dispositivos a las actividades de cocinado (Maser *et al* 2005) Una vía para entender cómo se integra la nueva estufa es conociendo cómo se da el proceso de cambio entre tecnologías. Desde los años 80 se empezó a estudiar los factores que influyen en el proceso de transición energética, y desde entonces han surgido diferentes modelos que intentan explicarlo (Van der Kroon *et al* 2013).

De los primeros modelos que se plantearon para explicar la transición energética de las familias de los países subdesarrollados fue el de “la escalera energética” (Barnes y Floor 1996). Este modelo (Figura3) propone que las familias consideran un combustible mejor que otro para cocinar, de manera que hay un cambio lineal de los combustibles menos eficientes a más eficientes, estos cambios se ven influenciados por el nivel de ingresos de la familia. De esta forma, en la parte inferior de la escalera se encuentran los combustibles menos eficientes, más contaminantes y menos costosos como la leña, desechos de animales y el carbón, y son usados por el sector pobre de la sociedad; por el contrario en la parte superior está el gas LP y la electricidad, que son más eficientes, menos contaminantes pero más costosos, y solo las familias con los mejores ingresos pueden adquirirlos. Cuando las familias tienen mayor nivel económico, sustituyen los combustibles tradicionales por los modernos, entre más costosa sea la tecnología el estatus es mayor, de esta manera las familias desean subir en la escalera energética para demostrar su mejoría socioeconómica (Smith *et al* 1994 y Barnes y Floor 1996). Este modelo surge de la evidencia del aumento de los combustibles modernos en las casas que aumentan sus ingresos en las zonas urbanas. (Heltberg 2004).



**Figura 3** Modelos de transición energética. De lado izquierdo se explica el modelo de la escalera energética y de lado derecho al modelo de múltiples combustibles. Imagen tomada de Van der Kroon et al 2013.

Sin embargo, este planteamiento es limitado en la explicación de las dinámicas que se dan en muchas comunidades rurales de los países en desarrollo (Van der Kroon *et al* 2013). Por ejemplo, hay estudios que sugieren que no hay una fuerte relación entre el tipo de combustible y el nivel de ingresos, como asume el modelo de la escalera energética (Jem *et al* 2006). Otros estudios mencionan que la leña puede ser una importante fuente de energía para las familias de zonas rurales como urbanas sin importar el nivel de ingresos (Hiemstra-Van del Horst y Hovorka 2008). Por otra parte Link y Axinn (2012), dice que la sustitución de combustibles se favorece en las zonas donde hay desarrollo en las oportunidades de empleo, mercados, bancos, escuelas, puestos de salud, paradas de autobús etc., es decir donde hay un cambio en el entorno social. Es por esto que se han desarrollado otros modelos que proponen que la transición no es un proceso lineal y se deben de considerar más factores para poder explicarla (Van der Kroon *et al* 2013 y Subramanian 2014).

A diferencia de lo que plantea la escalera energética, se propone el modelo de “múltiples combustibles” (Matera *et al* 2000), este modelo plantea que la transición de combustibles no es lineal, las familias no sustituyen un combustible tradicional por uno moderno, al contrario tienen una estrategia de múltiples combustibles en la cual nuevos combustibles/tecnologías son adheridas a las tradicionales y cada una se utiliza para la tarea de cocinado que se adapte mejor, el consumo de cada combustible está determinado por su disponibilidad, por las características de cada uno, por el dispositivo de uso final y por los contextos socio-culturales (Figura 3). A esta dinámica se le conoce también como “fuel

stacking” y es el proceso en que las casas usan diferentes combustibles al mismo tiempo (Subramanian 2014 y Van de Kroon *et al* 2013).

De acuerdo a este modelo, algunos factores que influyen en el cambio o adición de un nuevo dispositivos/combustible son: 1) la seguridad en el suministro del combustible: las familias deben de tener varios combustibles de respaldo en caso de que el principal no esté disponible (Hiemstra-Van del Horst y Hovorka 2008), la leña es el principal combustible usada para cocinar, no obstante hay casas donde además utiliza gas, sin embargo es un combustible complementario por tener un alto costo, malas redes de distribución y no se adapta a la prácticas de cocinado (Berrueta *et al* 2008); 2) la seguridad en los ingresos monetarios de la familias: en las comunidades rurales el ingreso en las familias es incierto por lo que deben de asegurar la provisión de un combustible que no les comprometa los ingresos, como es el caso de la leña (Matera *et al* 2000); y 3) las prácticas culturales de la región: en las comunidades rurales las prácticas de cocinado son más fuertes, las familias acostumbran hacer las tortillas en fogones por la rápida cocción del nixtamal y preparación de la tortilla ya que en la estufa de gas no hay espacio para hacer tortillas y se requiere de mucho tiempo para cocer el nixtamal (Matera *et al* 2000).

## **V.7.Regulaciones para el aprovechamiento de leña y su influencia en el uso de innovaciones**

La disponibilidad de leña en los bosques está determinada por la oferta forestal, la oferta de los subproductos de actividades productivas y el acceso legal a la leña, es decir, las reglas de uso de leña y patrones de tenencia (Argawal 1986 y Ghilardi *et al* 2007); de esta manera, a pesar de tener los recursos disponibles cerca de los poblados y en abundancia, son las reglas las que determinan las zonas de acceso, la cantidad y las especies a consumir para leña (Ramírez-López *et al* 2012). Los aspectos políticos que regulan el acceso a la leña son las normas que se establecen para su colecta, si bien las comunidades constituyen sus acuerdos para acceder a este recurso, también hay normas que son emitidas por el gobierno. A continuación se describen las regulaciones de acuerdo a los sectores antes mencionados.

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales emitió la norma NOM-012-SEMARNAT-1996, que establece los lineamientos para el aprovechamiento de leña; esta norma señala que la extracción de leña se debe dirigir hacia los arbustos y ramas secos y a la poda de ramas; en el caso que se requiera cortar un árbol del ecosistema se debe necesita autorización de la SEMARNAT, sin embargo si la especie está bajo alguna categoría de protección, se necesita la autorización del Instituto Nacional de Ecología para hacerlo. La ley también establece que quienes almacenan leña para uso doméstico no están obligados a acreditar su legal procedencia (PROFEPA 2013).

En las comunidades rurales las regulaciones entorno al aprovechamiento de la leña no están asentadas formalmente en un escrito elaborado por la comunidad; al contrario, son acuerdos que se establecen verbalmente y son conocidos por los miembros más viejos de la población y se van difundiendo de generación en generación (Camou *et al* 2006). En comunidades donde la leña se ha convertido en un bien “escaso”, es un recurso por el cual los usuarios deben respetar los acuerdos establecidos (Tovar 2004), cuando no se construyen estos sistemas o instituciones se propicia la sobreexplotación de un recurso y una baja o nula inversión para mantenerlo y mejorarlo (Ostrom 1998). De acuerdo a la tenencia de la tierra se establecen reglas que pueden influir en el tipo de leña que se consume, el tiempo de colecta y la distancia de colecta. Las personas que son dueñas de terrenos pueden seleccionar las especies de mejor calidad, las que se adecuen a sus necesidades y pueden disponer de áreas más adecuadas para la extracción de leña. Por el contrario cuando las personas no poseen tierras, usan las especies disponibles que no son necesariamente las más adecuadas para la leña y tienen que conseguir la leña de terrenos de sus familiares, terrenos que rentan o pueden robarla, en promedio emplean 2 horas buscando leña y llegan a recorrer hasta 5km (Escobar-Ocampo *et al* 2009 y Neiga *et al* 2006).



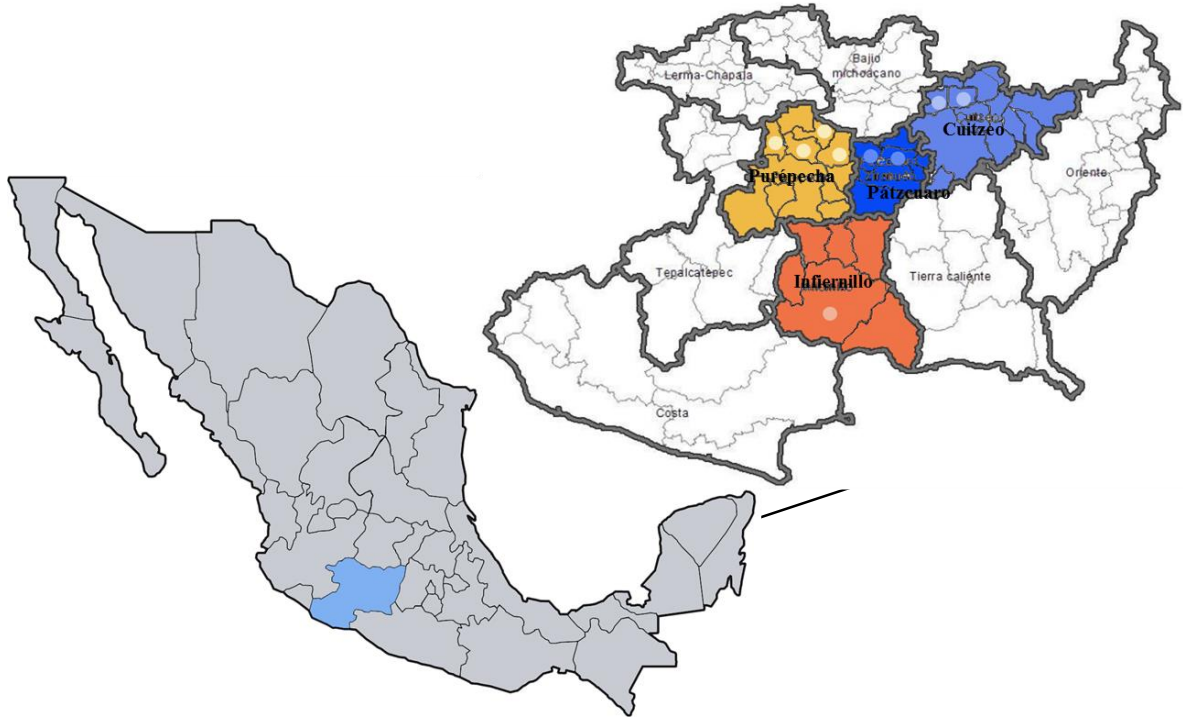
El éxito para el buen aprovechamiento de los recursos forestales, en particular la leña, es el grado de comunicación y cooperación entre las personas, para la construcción de sistemas de reglas que determinen como van a acceder a la leña del sistema ya sea en terrenos privados o ejidales (Ostrom 1998). De esta manera, las prácticas y modos de explotación locales muestran cómo las comunidades locales han desarrollado un sistema de conocimiento de gran complejidad de sus recursos locales que ayuda en la conservación de los bosques (Sekhar 2001).

Finalmente, las regulaciones entorno al acceso a la leña pueden influir en la leña que se colecta para tecnologías más eficientes, es decir, se crean nuevos acuerdos que modifican los patrones de extracción de leña considerando el dispositivo que se utilizara (Smith y Shuhua 1993 y Spech *et al* 205. Un ejemplo de esto es China, donde los programas de implementación de estufas eficientes fueron muy éxitos, se construyeron 130 millones de estufas en diferentes regiones del país y para lograrlo se contó con un plan bien elaborado y con la participación de muchas instituciones gubernamentales, no gubernamentales, el sector privado entre otros. Una de las estrategias que se utilizó para lograrlo fue crear reglas que favorecieran el uso de la estufa mejorada, dentro de estas regulaciones se modificaron las normas de extracción de leña beneficiando a los usuarios de estufas eficientes. Las familias que usaban la estufa eficiente tenían derecho a colectar y cortar leña de las montañas a un precio preferencial, por el contrario a las familias que usaran la estufa tradicional se les multaba vendiéndoles a mayor precio la leña (Smith y Shuhua 1993 y Sinton *et al* 2004). De esta manera, los patrones de colecta de leña estaban influenciados por las regulaciones establecidos dentro una sociedad.

## VI. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio cubrió 12 comunidades del estado de Michoacán. Para clasificar las comunidades se utilizó la división regional que propone INAFED (2014), esta división se hace considerando las características socio-económicas que presenta cada una. De esta manera se consideraron cuatro regiones (Figura 4): Meseta Purépecha, Pátzcuaro, Cuitzeo e Infiernillo. En la comunidad de La Mojonera y Tanimireche se hicieron estudio más detallados por lo que se describirá con mayor énfasis esas comunidades. A continuación se describe cada región y en su caso, comunidades.

1. La región Purépecha abarca 12 municipios: Chilchota, Tangancícuaro, Charapan, Cherán, Nahuatzen, Paracho, Los Reyes, San Juan Nuevo, Tancítaro, Tingambato, Uruapan y Tangancícuaro (INAFED 2014). En esta región se muestrearon las localidades de Tanaco en el municipio de Cherán, San Antonio en Los Reyes, Cheranástico en Paracho y La Mojonera, Comachuén y Arantepacua en Nahuatzen. Ésta región cubre un área de 6,000 km<sup>2</sup>, el 10% del total del territorio del estado; mantiene una población de 588,666 habitantes de los cuales el 34 % se encuentran en zonas rurales y el 46% en zonas urbanas (Garibay y Bocco 2011). Ésta zona está habitada por la etnia indígena Purépecha, aunque actualmente no toda la gente habla purépecha, el porcentaje de indígenas es de 45%; además éste grupo mantiene todavía costumbres y tradiciones muy arraigadas (Maserá y Berrueta 2005). Se presentan dos climas los templados húmedos y subhúmedos, y los calientes subhúmedos con lluvias en verano, la precipitación varía de los 700 a los 1600 mm/año (INAFED 2014). Los tipos de vegetación que caracterizan la zona son bosques de coníferas: oyamel, pino, encino, pino-encino; bosque mesófilo de montaña; matorral xerófilo y pastizales inducidos, incluye diez especies de Pinus y doce de Quercus (Garibay y Bocco 2011). Las principales actividades económicas son la explotación forestal, venta de madera en rollo, extracción de árboles para aserraderos, el monocultivo del aguacate (ya que en esta región se produce el 75% de la producción estatal de aguacate), en muy poca proporción cultivos de maíz de temporal (que son en su mayoría para autoconsumo), cultivos de pastos, forrajes y algunos árboles frutales (Garibay y Bocco 2011). En esta región presenta un patrón de uso intensivo de leña para las tareas de cocción, se estima que hay 236,510 usuarios exclusivos de leña, además existen un gran número de microempresas familiares dedicadas a la elaboración de tortillas hechas a mano para vender, pequeñas industrias consumidoras de leña para alfarerías, tabiquerías, panaderías, tortillerías (Maserá 1994).



**Figura 4** Mapa de las comunidades muestreadas en Michoacán. La región amarilla corresponde a la Meseta Purépecha con la señalación de las cuatro comunidades muestreadas, la de color anaranjado a Infiernillo con su respectiva comunidad, la de azul fuerte la región de Pátzcuaro con las dos comunidades y la azul claro la región de Cuitzeo con sus dos comunidades.

- a. Particularmente en esta región, se hicieron muestreos en la comunidad de La Mojonera. Esta comunidad se localiza en el centro del municipio de Nahutazen, esta sobre a los 2600 msnm, tiene 1403 habitantes en aproximadamente 367 viviendas, el clima que predomina es templado con lluvias en verano, las temperaturas oscilan entre 23C° a 24C° (INEGI 2000); la vegetación que se presenta es la siguiente: bosque de oyamel: *Abies realigiosa* y *Abies religiosa emarginata*; bosque de pino: *Pinus leiophylla*, *Pinus lawsoni*; pino-encino: *Quercus castanea*, *Q. harwegii*, *Q. laurina*, *Q. rugosa*, *Arbutus glandulosa*, *A. xalapensis*, *Clethra alcoseri*, *C. sp.* *Crataegus sp.* *Pinus douglasiana*, *P. lawsoni*, *P. leiophylla*, *P. michoacana*, *P. cornuta*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. pringlei*, *P. pseudostrobus* y *P. teocote*; y bosques de encino: *Alnus jorullensis*, *Arbutus gladulosa*, *A. xalapensis*, *Bursera ariensis*, *B. bipinnata*, *Lysiloma sp.*, *Quercus canidans*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. hartwegii*, *Q. laurina.*, *Q. macrophylla* y *Q. magnolifolia*. (Mäser *et al* 1998 y Rzedowsk 2006). La principal actividad económica es el aprovechamiento extractivo forestal, particularmente de los pinos y encinos para venta de madera en rollo y para aserraderos. También hay cultivos de maíz para autoconsumo. En la comunidad la tenencia del terreno es ejidal y propiedades privadas que pertenecen a las mismas personas de la comunidad.

2. La región del lago de Pátzcuaro está conformado por 7 municipios: Erongarícuaro, Huiramba, Lagunillas, Pátzcuaro, Quiroga, Salvador Escalante y Tzintzuntzan. Para esta región las comunidades estudiadas fueron Francisco Uricho en el municipio de Erongarícuaro e Ihuatzio en Tzintzuntzan. La región tiene una superficie de 1,889.00 km<sup>2</sup>, que corresponde al 3% de la superficie estatal; la población es de 187,647 habitantes del cual el 60 % es población urbana y 40% rural; del total de la población, el 5% tiene ingresos económicos de cinco salarios mínimos; en ésta región se encuentra el 13% de los habitantes de las lenguas indígenas por lo que es considerado el corazón de los purépechas (INEGI 2000 y INAFED 2014). Su clima predominante es el semi-cálido subhúmedo y semifrío con lluvias en verano. La vegetación existente es de bosques de coníferas: oyamel, pino, encino, pino-encino; bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo, pastizales inducidos y vegetación hidrófila (Maserá *et al* 1998 y Rzedowsk 2006). El uso del suelo es 59% para cultivos de temporal y cultivos de riego donde se produce aguacate, avena y maíz; el 19% es para producción de ganado de aves y ganado ovino, bovino y porcino; y el 35% para aprovechamiento forestal, siendo sus principales especies explotables el pino, el oyamel y el encino (ADIAT 2014).

3. La región de lago de Cuitzeo abarca 10 municipios: Acuitzio, Álvaro Obregón, Copándaro, Cuitzeo, Charo, Huandacareo, Indaparapeo, Morelia, Queréndaro, Santa Ana Maya, Tarímbaro, Zinapécuaro y Chucándiro. De manera particular en el municipio Copándaro se realizó el muestro en la comunidad del Fresno y Santa Rita y en el municipio de Chucándiro la localidad de Tanimireche. Ésta una de las regiones que ha experimentado un mayor crecimiento poblacional, lo que se explica porque la capital del estado se ha constituido como un fuerte polo de atracción poblacional, de 1960 al 2000 su población casi se triplicó por los movimientos migratorios (COINBIO 2009). Su superficie es de 257.87 kms<sup>2</sup> y representa el 43% de la superficie del Estado. Esta región se caracteriza por tener un clima de templado subhúmedo a seco y semi-cálido con lluvias en verano; en el área se presentan los siguientes tipos de vegetación: bosque de coníferas; bosque tropical caducifolio, bosque espinoso, vegetación hidrófila, y matorral subtropical, sin embargo solo existen algunos remanentes de bosques de encino al este y matorrales subtropicales al oeste. Los principales usos del suelo son la agricultura de riego y de temporal lo que ha ocasionado la deforestación de los bosques para fines agrícolas y pastizales (COINBIO 2009).

a. Particularmente, en esta región se muestreó la comunidad de Tanimireche, este lugar se encuentra al suroeste de la cabecera municipal, la temperatura oscila entre los 15°C y 25 °C, las lluvias se presentan entre mayo a octubre; la vegetación que se presenta es de bosque de encino y matorral subtropical, aunque todavía se encuentran remanentes del bosque tropical caducifolio pero no rebasan los 20 km<sup>2</sup>. Referente al matorral subtropical las especies que dominan son leguminosas como las acacias, *Albizia plurijuga*, *Acacia pennatula*, *Erhetia latifolia*, *Ipomea murcooides*., además de

*Prosopis laevis*, *Bursera* spp. y *Ehretia coralloides*; respecto al bosque de encino la especie que domina es *Quercus obtusata*, *Q. rugosa* e individuos de la familia Asteraceae y del género *Comarostaphylis* aunque solo se localiza en la porción norte del ejido y en pocos remanentes (Rzedowsk 2006). El principal uso de la vegetación es para leña pero también se utiliza el matorral para forraje para la ganadería. La actividad productiva primordial es la agricultura seguida de la ganadería. La agricultura es de riego y temporal cultivándose maíz, frijol, calabaza, lenteja, trigo, sorgo, avena y garbanzo; en cuanto a la ganadería se reproducen vacas y toros para leche y carne de autoconsumo. La tenencia agraria de la comunidad es ejidal de manera que el terreno está dividido entre los ejidatarios en cual cada uno tiene su potrero sin embargo su manejo se hace en común. El ejido tienen una extensión de 839 ha que se dividen en tres parcelas y siete potreros (COINBIO 2009).

4. La región de Infiernillo incluye los municipios de Ario, Churumuco, Gabriel Zamora, Mujica, Nuevo Uricho y la Huacana, en esta última se realizó el estudio en la comunidad de la Lajita. Particularmente la Huacana se localiza a una altura de 480 metros sobre el nivel del mar. Su superficie es de 1,952.60 Km<sup>2</sup> y representa un 3.32% del total del estado. Su clima es tropical con lluvias en verano y en algunas partes seco estepario. Tiene una precipitación pluvial anual de 800.0 milímetros y temperaturas que oscilan de 10 a 54°C. En el municipio dominan el bosque tropical caducifolio, bosque espinoso y árboles frutales como, zapote, plátano, parota y tepeguaje. Las actividades principales son primordialmente ganadero y en menor proporción agrícola y forestal (ADIAT 2014).

En general, las comunidades estudiadas viven del cultivo de tierras comunales, pequeña propiedad o tierras ejidales, producen maíz, frijol, calabaza y hortalizas que se usan principalmente para autoconsumo o se venden en la misma comunidad o pueblos cercanos; otras actividades complementarias son la producción de artesanías (Azevedo 2008). También realizan aprovechamiento forestal para el comercio pero solo en algunas de las comunidades. Las regiones se caracterizan por depender de la leña para cocinar y en algunos sitios la oferta del recurso es poca de manera que se clasifican en críticas a medianamente críticas. La mayoría de la gente depende exclusivamente de la leña para cocinar, y utiliza principalmente el fogón abierto pero también se observa un patrón de uso múltiple de combustibles con una combinación de uso de leña y gas LP (Tabla 1) (Masera y Berrueta 2005 y Ghilardi *et al* 2007).

Región	Municipio	Comunidad	Habitantes	Usuarios de Leña	Población	Vegetación	Clima	Actividad Económica
Meseta Purépecha	Cherán	Tanaco	2947	68 %	Urbano	Bosque de coníferas: pino, pino-encino, oyamel; bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo y pastizales inducidos.	Templado húmedo/subhúmedo y caliente sub- húmedo con lluvias en verano.	Aprovechamiento forestal (producción de madera en rollo), agricultura y turismo
	Los Reyes	San Antonio	821	25%	Rural			
	Nauatzén	Arantepacua	2707	78%	Urbano			
		Comachuén	4762		Urbano			
		La Mojonera	1403		Rural			
	Paracho	Cheranástico	2386	47%	Rural			
Lago de Pátzcuaro	Erongarícuaro	Francisco Uricho	1832	54%	Rural	Bosques de coníferas: oyamel, pino, encino, pino-encino; matorral xerófilo, bosque mesófilo de montaña, pastizales inducidos y vegetación hidrófila.	Semi-cálido subhúmedo y semi-frío con lluvias en verano.	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal y turismo.
	Tzintzuntzan	Ihuatzio	3572	46%	Urbano			
Lago de Cuitzeo	Chucándiro	Tanimireche	112		Rural	Bosque de coníferas, bosque tropical caducifolio, bosque espinoso, matorral subtropical y vegetación hidrófila.	Templado sub-húmedo y semi-calido con lluvias en verano.	Agricultura ganadería y turismo.
	Copándaro	EL Fresno	103		Rural			
		Santa Rita	969		Rural			
Infiernillo	La Huacana	La Laijita	81		Rural	Bosque tropical caducifolio y bosque espinoso.	Tropical-seco con lluvias en verano y seco- estepario.	Agricultura y ganadería.

**Tabla 1** Descripción de las comunidades incluidas en el estudio. Datos recopilados de Masera et al 2005, Rzedowsk 2006, COINBIO 2009, INAFED 2014, ADIAT 2014 y INEGI 2014.

## VII. METODOLOGÍA

### VII.1. Herramientas Metodológicas

#### VII.1.1. *Pruebas de Funcionamiento de Cocina*

Para conocer el consumo de leña en las estufas de leña se empleó la prueba de funcionamiento de cocina (PFC) o mejor conocida internacionalmente como Kitchen Performance Test (KPT), esta prueba mide el consumo de combustible de las estufas de leña en condiciones reales de operación (GACC 2014). Si esta prueba se realiza cuidadosamente es una de las mejores formas de entender los cambios en el consumo de leña ya que se lleva a cabo en los hogares de los usuarios de la estufa. Un inconveniente durante su realización es que las mediciones tienen mayor margen de error pues hay variables que no se pueden controlar comparada con las pruebas de laboratorio (APROVECHO 2014).

La PFC permite comparar la tasa de consumo de leña diario por persona de dos estufas durante un período prolongado de tiempo, estas evaluaciones pueden realizarse de manera trasversal o longitudinal. Cuando la prueba se hace transversalmente, se realiza una comparación del consumo de combustible de las familias con la estufa tradicional y las familias con la estufa mejorada en el mismo periodo de tiempo, se recomienda que las mediciones se hagan en 56 casas, 28 por cada grupo, o que sean el mismo número de casas para los dos grupos. En el estudio longitudinal se evalúan a familias que utilizan la estufa tradicional por un período de tiempo y, posteriormente de haberles construido la estufa mejorada, se realiza nuevamente la prueba a las mismas familias por el mismo período de tiempo, es decir, se hace una comparación del consumo de combustible de la familia con la estufa tradicional y después con la estufa mejorada; además este muestreo mide la transición de una cocina tradicional a una mejorada. Para este estudio se recomienda un tamaño de muestra de 20 familias. Los tamaños de muestra se sugieren para dejar un margen de error por la deserción de las familias o por pruebas fallidas (APROVECHO 2014 y GACC 2014).

Es importante considerar que si las comunidades a evaluar son muy diferentes socioeconómica, ambiental o culturalmente es mejor agruparlas o categorizarlas según las características o condiciones que consideran que pueden influir en el consumo de combustible (APROVECHO 2014). En lo que se refiere a la selección de las familias, es preferible que se haga al azar para minimizar las posibles fuentes de sesgo. No obstante se debe considerar que sean del mismo grupo socioeconómico, de esta manera se reducirá la variación y será más confiable la interpretación de los resultados. Se debe considerar que de acuerdo a la selección de las familias pueden presentarse dificultades de logística en el transporte y programación cuando los hogares están muy distantes uno del otro (FAO 2013 y APROVECHO 2014).

El período de prueba recomendado es de siete días consecutivos, este supuesto se basa en que muchas actividades familiares se realizan con un ritmo semanal; siete días es el período más breve que puede comprender días de mercado, días de trabajo y prácticas religiosas en la debida proporción; pero de no ser posible se recomiendan 5 días (GACC 2014). Se debe evitar los días de fiesta y estar al tanto de los eventos locales que puedan implicar un consumo de leña por encima del consumo medio de combustible (APROVECHO 2014). Debe contabilizarse cualquier combustible que sea utilizado por la familia, para lo cual es conveniente que no exista en el área de inventario más combustible que el que se consumirá durante la semana de la prueba. Es muy importante insistir a los miembros de la familia en que sólo se utilice la leña destinada para la prueba y que, si se requiere de más leña, el investigador debe estar presente cuando se añada o se le debe informar la cantidad que ha sido utilizada (GACC 2014).

Se debe de conocer el número de individuos que comieron en cada día de muestreo y por cada dispositivo, esto con la finalidad de hacer la estimación del consumo de leña por persona, sin embargo, se debe hacer una relación equivalente de la fracción de energía y comida requerida de una mujer, niño o adulto mayor comparada con la de un hombre adulto para no sobre-estimar los valores de consumo de leña, de manera que el consumo es estimado para un adulto estándar. El valor del adulto estándar se calcula asignándole un valor a las personas de acuerdo a la edad, de esta manera los niños de 0-14 años equivalen a 0.5 de la unidad, mujeres de más de 14 años equivalen 0.8 de la unidad, hombre de 15-59 años tienen el valor de 1 y los hombres de más de 59 años tienen un valor de 0.8. (GACC 2014 y APROVECHO 2014).

Finalmente se debe de conocer el porcentaje de humedad relativa de los leños antes de que la familia lo utilice como combustible. La humedad es la cantidad de agua contenida en el combustible, es una de las variables más importantes a considerar pues influye en el poder calorífico de la leña. El poder calorífico es la cantidad de energía que se desprende por unidad de masa de un combustible cuando se quema, de esta manera la humedad determina la energía que se puede obtener por medio de la combustión. Cuando se quema la biomasa, primero se necesita evaporar el agua antes de que el calor esté disponible, cuanto mayor es la humedad menor es el poder calorífico de los leños. Para madera completamente seca, la cantidad de energía por unidad de peso es más o menos igual para todas las especies, con un promedio de valor calorífico de 20 MJ/kg (Leach y Gowen 1989 y Berrueta 2007).



### ***VII.1.2. Entrevistas sobre las reglas de acceso a la leña***

Debido al interés de este estudio por entender los acuerdos sociales respecto al uso de leña, se optó por el empleo de un enfoque de investigación cualitativo por ser un proceso de investigación sistemático y ordenado que permite comprender las diferentes perspectivas de las personas sobre lo que hacen, piensan, opinan, sienten, esperan, desean, quieren, odian, aprueban o desaprueban, o los motivos de sus actos, opiniones y actitudes (López 1998 y Álvarez-Gayou 2003). El enfoque cualitativo se caracteriza por ser un proceso inductivo que permite al investigador desarrollar conceptos partiendo de los datos proporcionados por el sector social a estudiar; considera a todas las personas valiosas pues brindan descripciones experienciales y múltiples realidades, es por esto que el número de personas a estudiar no es importante desde una perspectiva probabilística, lo importante es el potencial de cada caso para ayudar al investigador a entender el área estudiada (Taylor y Bodga 1987 y Álvarez-Gayou 2003).

Se utilizó las entrevistas como herramienta de estudio debido a que es una técnica del análisis en la el investigador solicita información a otra persona o grupo de personas para obtener datos de una situación particular; el investigador recoge datos invariablemente durante los periodos que pasa con los informantes, sin embargo, aunque los relatos verbales de la gente pueden aportar comprensión sobre el modo en que actúan, es posible que exista una gran discrepancia entre lo que dicen y lo que realmente hacen, debido a esto no debe darse por sentado que lo que una persona dice en la entrevista es lo que esa persona cree y dice en otras situaciones (Taylor y Bodga 1987 y Álvarez-Gayou 2003).

Las entrevistas se hicieron con preguntas abiertas pues le da al entrevistador la libertad de introducir preguntas adicionales a las preguntas establecidas para precisar conceptos u obtener mayor información sobre los temas deseados (López 1998 y Álvarez-Gayou 2003). Se eligió este tipo de entrevista debido a que se necesitaba mantener la atención centrada en un tema y no requerir de mucho tiempo ya que se interrumpía a los informantes de sus actividades cotidianas, además de que había interés en la información particular sobre la regulación de la leña en las comunidades.

El análisis de las entrevistas se realizó considerando la postura de la “Teoría fundamentada”, la cual estipula que la teoría se deriva de los datos obtenidos en el trabajo de campo, es decir, el investigador analiza el contenido de las entrevistas para agrupar la información que contenga ideas, conceptos o temas similares y así reconocer categorías para establecer relaciones o conexiones que conlleven a patrones o tendencias (Álvarez-Gayou 2003 y López 1998).

## **VII.2. Diseño de la metodología**

### ***VII.2.1. Muestra para las pruebas de funcionamiento de cocina***

Para conocer los cambios en los consumos de leña y en las características de leña de las estufas tradicionales a comparación de las estufas eficientes Patsari, se realizaron dos estudios: el estudio longitudinal y el estudio transversal.

El longitudinal fue realizado por GIRA, A. C. como parte de un plan de diseminación de la estufa eficiente Patsari en Michoacán. Como parte del programa, a las familias seleccionadas se les evaluaron aspectos relacionados con la salud, consumo de leña y emisión de gases contaminantes con el uso del fogón y después con la implementación de la Patsari. Se estudiaron 11 comunidades de Michoacán, específicamente seis comunidades de la región de la Meseta Purépecha, dos de la región de lago de Pátzcuaro, dos a Lago de Cuitzeo y una a Infiernillo, en la Tabla 2 se detallan las comunidades estudiadas. En cada comunidad se realizaron mediciones de consumo de leña y los datos fueron puestos a disposición para este estudio (Berrueta 2007). El estudio consistió en dos etapas: la primera cuando las familias utilizaban la estufa tradicional (fogón 3 piedras, fogón U y tambo), y la segunda etapa cuando se les construyó la estufa Patsari. La etapa uno se realizó en diferentes años debido que los muestreos pertenecieron a diferentes proyectos, sin embargo, el muestreo se realizó del 25 de enero del 2005 al 13 de junio del 2011, pero solo muestrearon algunos meses de los años 2005, 2007, 2008, 2009 y 2011. De la misma manera, la etapa dos duró del 21 de Septiembre del 2005 al 5 de Agosto del 2013 pero solo en los años 2005, 2009, 2011 y 2013 se hicieron los muestreos a las mismas 109 familias que para esa fecha ya se les había construido la estufa mejorada. Después de cuatro meses después en promedio de la construcción de la estufa se realizó la prueba de PFC a las 67 familias que usaban la estufa Patsari de manera exclusiva y a las 32 que la usaban en combinación con otros dispositivos; cabe mencionar que en esta etapa 11 familias continuaron usando la estufa tradicional.

En lo que respecta al estudio transversal, se realizó para conocer las características de la leña que se usa en cada estufa, los datos fueron tomados directamente por el autor. Este estudio se hizo a familias que utilizaban la estufa tradicional y en familias que utilizaban la estufa Patsari en el mismo periodo de tiempo y en la misma comunidad. El muestreo se llevó acabo en dos comunidades de Michoacán, en La Mojonera que pertenece a la región de la Meseta Purépecha y se construyeron 123 estufas durante los años 2006 y 2006; y, en Tanimireche que forma parte de Cuitzeo y se construyeron 22 estufas en el 2012. (Tabla 2). En la primera comunidad las pruebas se realizaron del 29 de julio al 3 de agosto del 2013 y en Tanimireche del 5 al 10 de agosto del 2013. En La Mojonera se seleccionaron 22 familias, de éstas 11 usaban la estufa tradicional y 11 la estufa Patsari solas o en combinación con la estufa de gas; en Tanimireche fueron 16 familias de las cuales sólo una usaba fogón y 15 la estufa Patsari, de igual manera sola o en combinación con la estufa de gas. Estos datos se utilizaron particularmente para identificar el tamaño y el tipo de leña que es usada en cada dispositivo, la leña se diferenció de acuerdo a la zona donde se obtuvo, se clasificó en la que provenía del ecosistema, ya sea bosque o selva, y la de subproductos de alguna actividad productiva, en el caso de La Mojonera de los residuos de aserradero y en Tanimireche por la poda de árboles frutales.

Para los dos estudios (longitudinal y transversal), la PFC se realizó de la siguiente manera: durante el periodo de muestreo se pesó, diferenciando por tipo de árbol, una cantidad de leña que fuera suficiente para todas las actividades de cocinado de la familia (la leña que se pesó fue la que usaba la familia); una vez pesada, se midió el diámetro de la leña con una regla y se determinó el porcentaje de humedad relativa de cada tipo de combustible en tres partes del leño (en el centro y en los extremos), la humedad se midió con un higrómetro marca Protimeter modelos timbermaster. La leña se marcó de un color por cada tipo de dispositivo que se empleaba, color azul para la estufa Patsari y color verde para la estufa tradicional, y se dejó separada del resto de la leña que se tenía almacenada; esto se hizo con el fin de identificar si se mezcló la leña de cada estufa y para diferenciarla de la leña que se tenía almacenada y no se pesó. Al día posterior, se pesó la leña que no se utilizó del día anterior y se volvió a dejar nueva cantidad leña pesada y marcada. Este procedimiento se repitió durante todos los días de muestreo; cabe mencionar que cuando se acababa la leña que había sido marcada, se le deja nueva leña, a ésta se le volvía a medir la humedad relativa por tipo de leña (Anexo 1.1). Durante la prueba se realizaron preguntas a las personas de la casa para determinar la zona de extracción, parte del árbol a la que pertenecían los leños que habían traído para combustible, para identificar si la leña era viva o muerta y para conocer el número de personas que comieron ese día (Anexo 1.2). En promedio el muestreo duro cinco días consecutivos aunque hubo comunidades donde sólo se pudo dar seguimiento por tres días y otras donde duró siete días. Para conocer el consumo de gas de las usuarias mixtas, se pesó el tanque de gas el primer y último día del muestreo. Los datos del porcentaje de humedad relativa y del número de personas que comieron en los días muestreados se emplearon para presentar los valores de consumo de leña en peso seco de la leña y en consumo por adulto estándar.

El valor de leña en base seca se calculó mediante la siguiente fórmula (Aprovecho, 2014):

$$MC_{wet} = \frac{MC_{dry}}{1 + MC_{dry}}$$

Para conocer si existían diferencias significativas en el consumo de leña entre los principales grupos de usuarios; los que usaban el fogón (F), el fogón y la estufa de gas (FyG), la estufa Patsari (P) y la estufa Patsari y la estufa de gas (PyG); se realizó una ANOVA de una vía; además se hizo la prueba de Tukey para identificar cuáles grupos eran diferentes. Debido a que los datos eran pareados se sacó la diferencia entre el consumo de leña de la etapa uno y de la etapa dos en cada casa. Además, para conocer si había diferencias significativas en el tamaño, tipo y parte de los árboles utilizados por estufa se hizo un ANOVA de una vía entre los datos del fogón y la estufa Patsari.

### **VII.2.2. Muestra para las entrevistas de las reglas de acceso a la leña**

Se realizaron entrevistas con preguntas abiertas para conocer si las reglas de acceso a la leña son diferentes para las familias que usan la estufa Patsari respecto a las familias que cocinan con el fogón (Anexo 2). Se hicieron preguntas sobre los acuerdos de extracción de leña en la comunidad de Tanimireche del 19 al 23 de agosto del 2013 y en La Mojonera del 2 al 30 de agosto del mismo año. El muestro fue por conveniencia dirigido a las personas que utilizan la estufa Patsari y/o el fogón para sus actividades de cocinado, sin embargo se intentó que dentro de este grupo estuviera alguna figura de autoridad de cada comunidad para complementar la información proporcionada. Cabe mencionar que las personas entrevistadas en su mayoría pertenecieron a la muestra transversal de la prueba de funcionamiento de cocina.

De manera general, en la comunidad de La Mojonera se realizaron 14 entrevistas en total, de las cuales una fue dirigida al vigilante de la comunidad y las 13 restantes a usuarias de la estufa Patsari y/o fogón. En la comunidad de Tanimireche se realizaron 11 entrevistas, una dirigida al encargado del orden de la comunidad y las 10 restantes a las usuarias de las estufas mejoradas. A las personas entrevistadas se les grabó las respuestas (con previa autorización) para captar todo el contenido y facilitar su posterior transcripción. Las entrevistas fueron analizadas de acuerdo a la teoría fundamentada (Álvarez-Gayou 2003) para lo que se crearon categorías de acuerdo a la información proporcionada por los informantes y se hicieron gráficas con la frecuencia de cada categoría establecida.

### **VII.3. Selección de comunidades**

La elección de la muestra siguió un proceso diferente en cada estudio, para el estudio longitudinal la selección estuvo a cargo de las instituciones que dirigieron el estudio, y, en el estudio transversal la selección se hizo considerando el nivel de integración de la estufa Patsari en las prácticas de cocinado de las familias.

Para el estudio longitudinal, como parte del programa de mejoramiento del nivel de vida de los hogares rurales mediante el uso sustentable de leña; se implementó un plan de disseminación de la estufa eficiente Patsari en Michoacán. Dentro del programa se eligieron diferentes comunidades que fueran marginadas y que utilizaran la leña como su principal fuente de energía ya sea sola o en combinación con el gas. El programa fue dividido en diversas etapas, pero una vez construida la estufa Patsari se le dio un seguimiento para evaluar su uso y funcionamiento en cada comunidad (Maserá *et al* 2007 y Berrueta *et al* 2008). Las comunidades seleccionadas para este proyecto formaron parte de los programas antes mencionado pero solo se eligieron algunas de ellas: Tanaco, San Antonio, Cheranástico, La Mojonera, Arantepacua, Comachuén, Francisco Uricho, Ihuatzio, Tanimireche, El Freno, Santa Rita y la Lajita. Los datos del estudio longitudinal fueron proporcionados por GIRA, A.C. para su análisis.

Para el estudio transversal y para las entrevistas se eligieron dos de las comunidades incluidas en el programa de mejoramiento del nivel de vida. En este caso, con la ayuda de GIRA, A.C. las comunidades elegidas presentaban buena adopción de la estufa Patsari, es decir, las familias debían usar la estufa Patsari como principal medio de cocción; de esta manera se eligieron la comunidad de La Mojonera y Tanimireche.

#### **VII.4. Selección de familias**

La selección de familias para el estudio longitudinal se hizo dependiendo del programa que se estuviera implementando en la zona, pero en general el procedimiento fue el siguiente: cuando se seleccionaba la comunidad, se contactaba con las autoridades locales de la comunidad y se les explicaba en qué consistía el proyecto de estufas; cuando eran las reuniones de oportunidades el promotor pedía permiso para dar una plática en la que se les daba información sobre el proyecto de GIRA, A.C. se trataba de sensibilizar a las asistentes sobre los problemas de salud asociados a la inhalación de humo y se presentaba la estufa eficiente Patsari como una alternativa para ahorrar leña y mejorar su salud y la de sus hijos. De estas reuniones se obtenía una lista de mujeres interesadas, las cuales eran visitadas más adelante en sus casas para lograr un compromiso y establecer una fecha para la construcción de las Patsari (Troncoso 2010). Dentro de las familias que se interesaron por una estufa Patsari, había usuarios exclusivos de leña y mixtos de leña y gas, que fueron a los que se evaluaron los consumos usando el fogón y después con la estufa Patsari. Cuando se hizo el muestreo de la etapa dos, usando la estufa Patsari, se buscó regresar en la misma época del año en que se hizo la primera evaluación para que el clima no influyera en los consumos de leña; si el programa se implementaba en verano se regresa el siguiente verano; sin embargo, si había limitaciones en los recursos económicos, se hacían las evaluaciones cuando había oportunidad. Es por esto que en cada comunidad la construcción y monitoreos fue en fechas y años diferentes (Berrueta 2007).

En el estudio transversal y para las entrevistas se eligieron familias con uso de la estufa eficiente y con la estufa tradicional. En este caso, fueron las personas las que gestionaron los recursos para que se les implementara la estufa Patsari; de esta manera la muestra se seleccionó con las señoras que estaban interesadas en participar en las evaluaciones.

Región	Municipio	Comunidad	Pruebas realizadas			
			Entrevistas	Pruebas de funcionamiento de cocina		Total
				Transversal	Longitudinal	
			#	#	#	
Meseta Purépecha	Cherán	Tanaco			4	4
	Los reyes	San Antonio			17	17
		Arantepacua			10	10
		Comachuén			9	9
	Nauatzen	La Mojonera	14	22	18	40
	Paracho	Cheranástico			8	8
Lago de Pátzcuaro	Erongarícuaro	Francisco Uricho			1	1
	Tzintzuntzan	Ihuatzio			5	5
Lago de Cuitzeo	Chucándiro	Tanimireche	11	16		16
	Copándaro	El Fresno			14	14
		Santa Rita			14	14
Tierra Caliente	La Huacana	La Lajita			9	9
<b>4</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>38</b>	<b>109</b>	<b>147</b>

**Tabla 2** Muestreos realizados por comunidad. Pruebas realizadas en las diferentes comunidades. La PFC se hicieron en 12 comunidades, de estas el muestreo transversal se hizo solo en dos comunidades y el muestreo longitudinal se hizo en 11. Las entrevistas se realizaron en dos comunidades de regiones diferentes.

## VIII. RESULTADOS

Los resultados se mostrarán de acuerdo a las pruebas que se aplicaron. Los datos obtenidos de las PFC se separan en estudio longitudinal y transversal, y los datos de las entrevistas en otra sección. Los análisis se realizaron por región pero los resultados se presentan de manera agregada pues en la mayoría de los casos no son significativos cuando se desagregan ya que las muestras son muy pequeñas por cada región. En la tabla dos se especifican el tipo de muestreo que se hizo en cada comunidad.

### VIII.1. Cambios en el uso y consumo de leña por la implementación de la estufa Patsari (muestreo longitudinal)

A continuación se muestra la comparación del consumo de leña de las familias cuando tenían la estufa tradicional (E1) y cuando se les construyó la estufa mejorada Patsari (E2). Con estos resultados se pudo observar el cambio en la cantidad de leña usada entre dispositivos de baja eficiencia a dispositivos con alta eficiencia energética. A pesar de que no se consideró como un objetivo en particular, es importante conocer cómo las familias utilizan sus dispositivos ya que los beneficios en el consumo de leña y energía dependen de eso, es por eso que se presentan esos resultados en el posterior apartado.

#### VIII.1.1. Consumo de leña por estufa

Los valores de consumo de leña que arrojaron las PFC se analizaron por etapa y por dispositivo; de esta manera se obtuvo el consumo de leña de las familias usando la estufa tradicional sola o con la estufa de gas (E1), y el consumo de leña usando la estufa mejorada, de igual manera sola o en combinación con otras estufas (E 2) (Tabla 3).

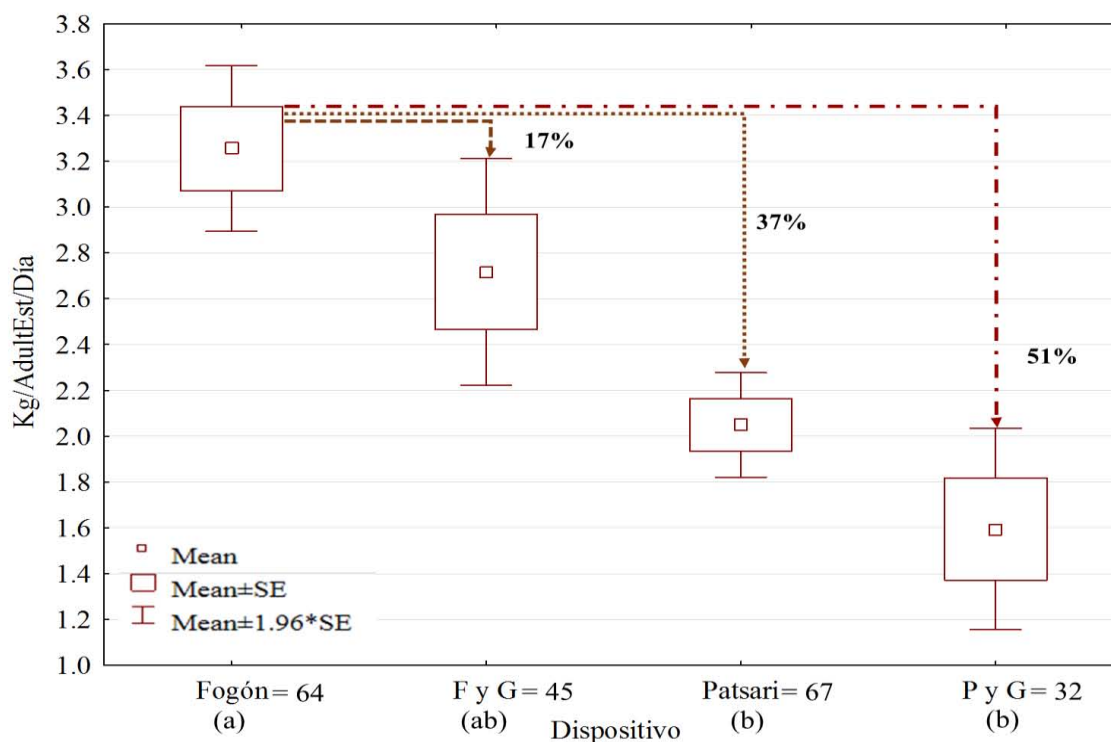
En la etapa uno, cuando las familias disponían de la estufa tradicional, se detectaron dos grupos de usuarios: el primer grupo fue de 64 familias que utilizan la estufa tradicional (fogón/tambo/3 piedras/ladrillos U), de manera exclusiva para todas sus actividades de cocinado (F). Estas familias presentaron un consumo de leña de 3.25 Kg/AdultEst./Día. En lo que respecta al segundo grupo, que estuvo conformado por 45 familias, utilizaban la estufa tradicional en combinación con la estufa de gas (FyG), este grupo tuvo un consumo de leña de 2.72 Kg/AdultEst/Día y un consumo de gas de 0.14 Kg/AdultEst/Día (Gráfica 1).

Usuario	Estufa Tradicional (E1)				Estufa Mejorada (E2)				Ahorros	
	Dispositivo	n	Kg/AdultEst/día	MJ/Kg/AdultEst	Dispositivo	n	Kg/AdultEst/día	MJ/Kg/AdultEst	Leña	Energía
Exclusivo	F	64	3.25	57.61	P	67	2.05	36.27	37%	37%
					P y F	1	1.98	23.20	39%	60%
Mixto	F y G	45	2.72	53.97	P y G	32	1.59	35.60	51%	38%

**Tabla 3** Consumo de leña y consumo energético por tipo de estufa. Con los valores de consumo de leña se pudo estimar el consumo energético de cada dispositivo. Se tomó un valor de 17 MJ/Kg de poder calorífico para la leña y 45 MJ/Kg para el gas (Leach y Gowen 1989).

El segundo muestreo de la PFC se hizo meses después de la instalación de la estufa Patsari, hubo comunidades donde se hizo después de dos meses y lugares donde se hizo hasta nueve meses después, debido al gran intervalo de tiempo se usara el promedio que es cuatro meses . En esta etapa se detectó que muchas familias utilizaban la estufa Patsari sola y en combinación con la estufa de gas, sin embargo también había familias que continuaban utilizando la estufa tradicional. Para conocer lo cambios de consumo de leña, en esta etapa solo se consideraron los datos de los grupos exclusivos y mixtos de Patsari y se dejó fuera el grupo con la estufa tradicional, con el fin de que los valores de referencia fueran los del grupo control que se midió en la etapa uno. Cabe mencionar que los datos de las familias que no sustituyen dispositivos se utilizaron para conocer el proceso de transición de tecnologías.

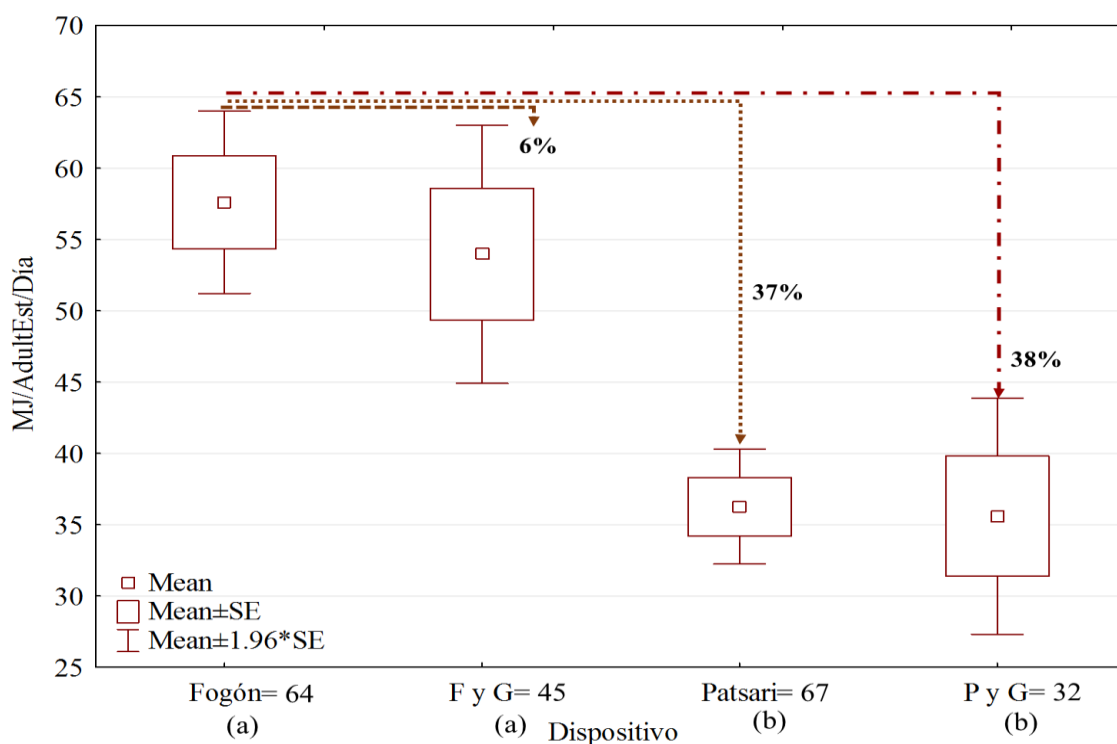




**Gráfica 1** Consumo de leña por tipo de estufa. De las cinco categorías de usuarios que se detectaron, únicamente se consideraron las cuatro que tenían un tamaño de muestra representativo (mayor a 20), y se descartó el grupo de PyF que solo fue de una casa. Las letras en paréntesis representan los grupos con diferencias significativas en el consumo de leña.

Las familias que usan exclusivamente la estufa Patsari (P) para sus actividades de cocinado fue de 67 componentes y tuvieron un consumo de leña de 2.05 Kg/AdultEst/Día; el grupo mixto de Patsari y estufa de gas (PyG) fue de 32 familias y su consumo de leña fue de 1.59 Kg/AdultEst/Día y el consumo de gas es de 0.17 Kg/AdultEst/Día y finalmente hubo una familia que usaron la estufa Patsari y el fogón (PyF) y tuvieron un consumo de leña de 1.98 Kg/AdultEst/Día (Gráfica 1).

Los resultados del análisis de varianza mostraron que sí existen diferencias significativas en el consumo de leña entre los diferentes grupos,  $P=0.034$  (Anexo 3.1). Con la prueba de Tukey se detectó que el fogón tiene un consumo de leña mayor que los grupos restantes sin embargo no es significativo en comparación del grupo de FyG. Respecto al consumo de leña de la Patsari es significativamente menor que el fogón sin embargo este grupo no tiene diferencias con el grupo de PyG.



**Gráfica 2** Consumo energético por estufa. Se graficaron los grupos que tuvieron tamaños de muestra mayores a 20, de esta manera se excluyó al grupo de PyF por tener solo una familia. Las letras en paréntesis representan los grupos con diferencias significativas en el consumo de leña.

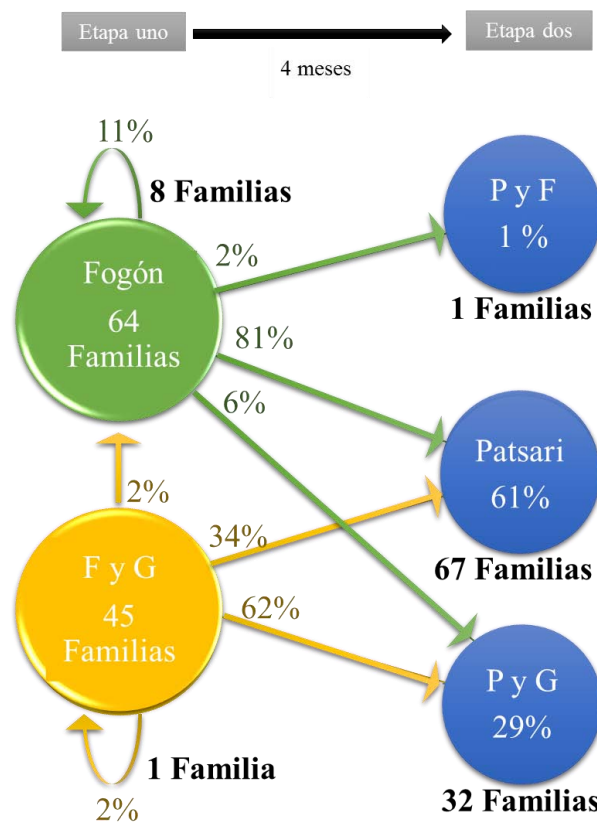
El consumo energético por dispositivo presentó un patrón similar a los valores de consumo de leña; el grupo de familias que usan el fogón tuvo el mayor consumo energético con 57.6 MJ/Kg/AdultEst, seguido de las familias que usan el fogón y la estufa de gas simultáneamente que presentaron un consumo de 53.2 MJ/Kg/AdultEst, posteriormente las familias exclusivas de la estufa Patsari con 36.2 MJ/Kg/AdultEst, las familias de estufa Patsari y estufa de gas con un valor de 35.6 MJ/Kg/AdultEst y finalmente la familia que usa la Patsari con el fogón que tuvo un valor de 23.2 MJ/Kg/AdultEst (Gráfica 2).

Las familias que usan el fogón para sus actividades de cocinado/calefacción/calentar agua son las que requieren de mayor cantidad de leña y las que tienen mayor gasto energético, el cuál va decreciendo al cambiar o usar de manera combinada con otros dispositivos de cocción. De ésta manera el uso de la estufa Patsari puede inducir un ahorro del 37% de leña si se usa de forma exclusiva o, cuando se usa junto con la estufa de gas ahorra un 51% de leña.

### VIII.1.2. Transición tecnológica y energética

Los datos de las PFC del estudio longitudinal permitieron conocer la transición de un dispositivo tradicional como el fogón de tres piedras, el fogón en forma de U o el tambo, a un dispositivo con mayor eficiencia energética como es la estufa Patsari. Lo que se quiere documentar es la probabilidad de las familias de permanecer en la misma categoría o migrar a otras. Para este análisis se consideraron las 109 familias que fueron constantes durante las dos etapas (Anexo 4.1).

En la primera etapa se identificaron dos grupos de usuarias, el primer grupo fue de los usuarios exclusivos que cocinan solo con la estufa tradicional y que utilizaban únicamente leña como combustible, este grupos está formado por 64 familias. El segundo grupo es el de usuarios mixtos que utilizan el fogón con la estufa de gas y son 45 familias. Posteriormente (cuatro meses después), de la implementación de la estufa mejorada, sustituyen, continúan o combinan sus dispositivos de. A continuación se muestra como es la transición de estas tecnologías (Figura 5).



**Figura 5** Proceso de transición de una estufa tradicional a una estufa mejorada. De lado izquierdo se representan los porcentajes de familias que usan la estufa tradicional sola (color verde) o en combinación con la estufa de gas (color amarillo), y de lado izquierdo los porcentajes que usan la estufa mejorada sola o en combinación con la estufa de gas (color azul). Los rótulos en color negro corresponden al número de familias de la etapa dos que corresponden a esa categoría.

El grupo de usuarios exclusivos de las estufas tradicionales, estaba conformado por 64 familias, de las cuales, la mayoría (81%) decidió sustituir su fogón por la estufa Patsari, el 6% sustituyó el fogón por la Patsari y además añadió otra fuente de combustible como la estufa de gas, el 11% decidió no utilizar la estufa Patsari y continuar con el fogón, y sólo el 2% de las familias optaron por continuar con el fogón e incluir la estufa Patsari.

En lo que respecta al grupo de usuarios mixtos de fogón y estufa de gas, de las 45 familias que había en la etapa uno, el 62% sustituyó su fogón por la estufa Patsari y continuó usando la estufa de gas, el 34% reemplazó sus dos estufas (fogón y estufa de gas) por el uso exclusivo de la estufa Patsari, y en menor proporción, una familia (2%) dejó de usar la estufa de gas para usar exclusivamente el fogón y una familia continuó usando el fogón y la estufa de gas.

En general, de las 109 familias que había en la etapa uno, el 61% sustituyeron sus dispositivos de cocción tradicional y la estufa de gas por la estufa Patsari; el 29% cambió el fogón por la estufa Patsari para usarla conjuntamente con la estufa de gas; el 1% se queda con su fogón y añade la estufa mejorada y el 9% permaneció con el dispositivo tradicional. Si bien no hay una sustitución completa de un dispositivo de baja eficiencia energética por uno más eficiente, se observa que después de adoptar la Patsari, solo 9% de las familias continúan utilizando el fogón de manera permanente. Este tipo de estudios de transición puede ser utilizado para calcular la posible evolución futura de las usuarias y el porcentaje de familias que se esperaría para cada categoría en el largo plazo, por ejemplo mediante modelos matriciales de tipo Markovianos.

## **VIII.2. Extracción de leña para uso doméstico (estudio transversal)**

Para conocer las diferencias en la leña que se usa por dispositivo, se utilizaron los resultados del estudio de PFC transversal; éste estudio evaluó, la parte del árbol/arbusto empleada, si la leña era viva o muerta, el tamaño de leña que se usa en cada dispositivo y la fuente de colecta de la leña. Cabe mencionar que este estudio fue más detallado que el longitudinal por lo que el tamaño de muestra no pudo ser tan extenso. Debido a que no se pudo identificar las especies a las que pertenece la leña que se usó, se manejaron por el género al que pertenecen o su nombre común. Los resultados se dividieron por dispositivo, a pesar de que en algunas casas usen ambas estufas en forma combinada, se diferenció la leña utilizada en cada uno. Se debe mencionar que con los resultados no se puede conocer el impacto en los bosques por el cambio en la leña usada, no obstante se puede inferir las modificaciones en la extracción de los recursos. A continuación se muestran resultados de acuerdo a cada elemento estudiado.

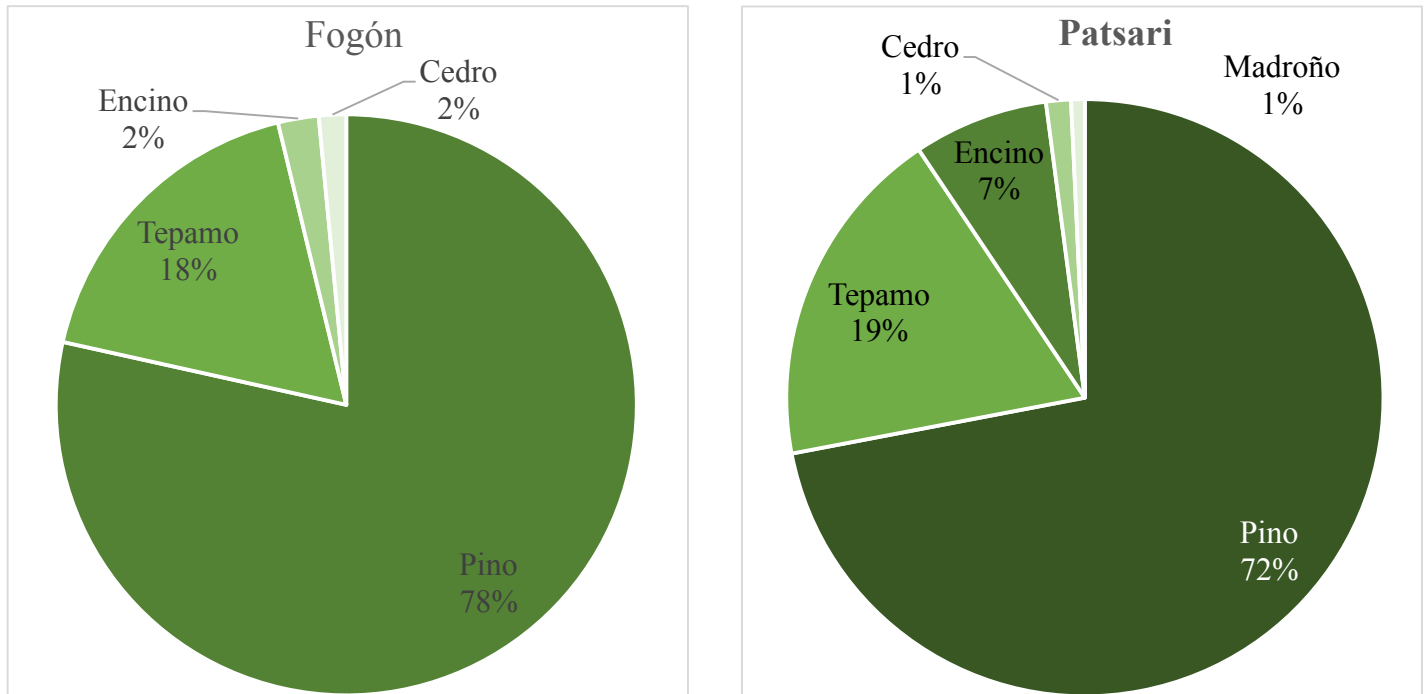
### ***VIII.2.1. Diversidad de leña usada para cocinar***

Los resultados de la diversidad de leña usada por dispositivo se mostrarán por regiones debido a que los tipos de leña que se utilizan son diferentes en cada una. En la región de la Meseta Purépecha se analizó la comunidad de La Mojera y en la región de Cuitzeo fue la comunidad de Tanimireche.

#### ***VIII.2.1.a. La Mojonera***

En la región de la Meseta Purépecha, la comunidad que se estudio fue la de La Mojonera; aquí se identificaron cinco géneros de árboles, *Quercus sp.*, *Pinus sp.*, *Acacia sp.*, *Cedrus sp.* y *Arbutus sp.*, de estos, cuatro son empleados por los usuarios del fogón y cinco tipos son utilizados en la estufa Patsari de manera que se comparten cuatro variedades. (Anexo 4.2.1).

De manera particular, de las cuatro variedades de leña que se emplean por los usuarios de fogón/tambo, la mayor cantidad proviene de los árboles de pino (78%), tepamo (18%), encino (2%) y cedro (2%) (Gráfica 3).



**Gráfica 3** Diversidad de variedades utilizadas como leña en La Mojonera. La gráfica de la izquierda corresponde a las variedades consumidas en el fogón y la grafica de la derecha las variedades consumidas en la estufa Patsari.

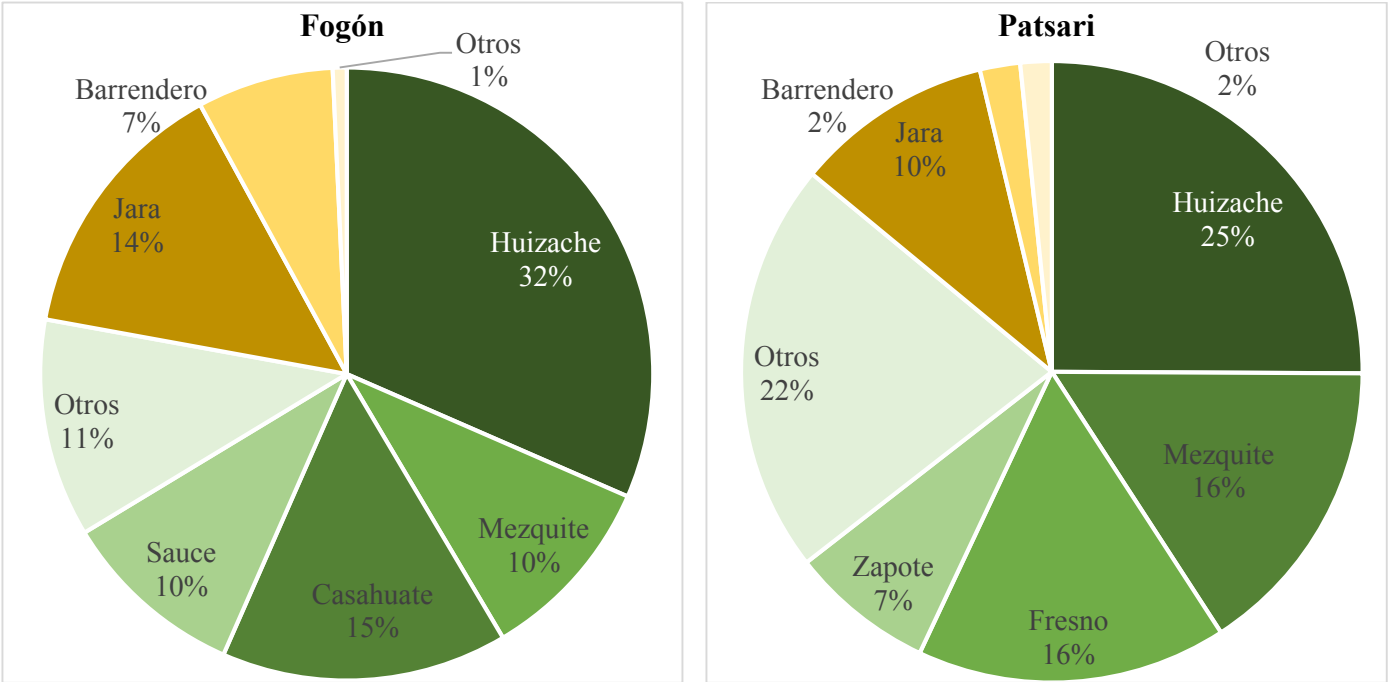
En el caso de los usuarios de la estufa Patsari se identificaron cinco tipos de leña; principalmente se consume la leña de pino (72%), seguida de la de tepamo (19%), encino (7%); en menor cantidad la leña de cedro (2%) y madroño respectivamente (Gráfica 3).

Los usuarios de fogón/tambo y la estufa Patsari no presentan un cambio significativo en las variedades de leña para cada dispositivo,  $P=0.47$  (Anexo 3.2), en general hay preferencia por el consumo de leña de pino seguida por la de tepamo y en menor proporción leña de encino, cedro y madroño respectivamente; no obstante hay mayor diversidad en la leña empleada en la estufa Patsari por una especie. Cabe resaltar que la leña de pino y encino proviene del bosque y de los desperdicios de los aserraderos presentes en la comunidad.

### **VIII.2.1.b. Tanimireche**

En la comunidad de Tanimireche de la región del lago de Cuitzeo se identificaron 20 tipos de leña, de estos se pueden identificar el género de 9 variedades: *Pinus* sp. (pino), *Acacia* sp. (huizache), *Prosopis* sp. (mezquite), *Fraxinus* sp. (fresno), *Diospyros* sp. (zapote), *Ipomea* sp. (casahuate), *Prunus* sp. (durazno), *Albizia* sp. (palo blanco) y *Cistus* sp. (jara). Del total, 15 son árboles (85%) y cinco tipos son arbustos (15%). Particularmente en el fogón se emplean 10 variedades, en la estufa Patsari 17 y se comparten nueve. Debido a que no se han

identificado las especies a los que pertenecen los arbustos y árboles se manejaran por su nombre común (Anexo 4.2.2).



**Gráfica 4** Diversidad de leña usada por las familias de Tanimireche. De lado derecho es la gráfica de las variedades consumidas en el fogón, de lado izquierdo las consumidas en la estufa Patsari. Las tonalidades de color café corresponden a la leña que proviene de los arbustos y las tonalidades verdes la que proviene de los árboles.

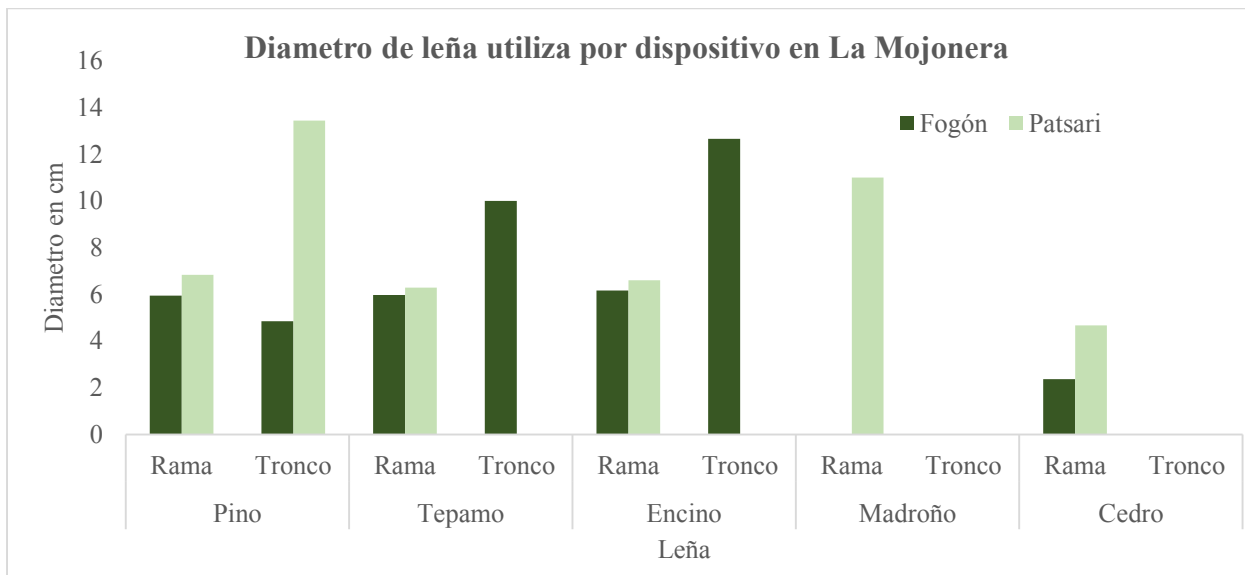
La leña que es empleada en el fogón es principalmente de los árboles (78%) de 7 variedades diferentes, además de leña de los arbustos (22%) de 3 variedades. Respecto a los árboles, los que tuvieron mayor consumo fueron el huizache (32%), casahuate (15%), mezquite (10%), sauce (10%), zapote (7%), tepamo (3%) y eucalipto (2%). En cuanto a los arbustos los usuarios se inclinan por la jara (14%), barrendero (7%) y capitaneja (1%) (Gráfica 4). La leña que es utilizada en la estufa Patsari, proviene de 19 tipos de leña, principalmente de los árboles de 14 variedades (82%) y de cinco de arbustos (18%). De manera similar que el fogón, la preferencia por los árboles es para el huizache (24%), el mezquite (15%) y fresno (15%), además se consume zapote (7%), casahuate (4%), eucalipto (4%), pino (4%), cedro (3%), durazno (3%), palo blanco (2%), guayaba (2%), perimo (2%) y sauce (1%). En cuanto a los arbustos, se consume en mayor cantidad leña de jara (10%), barrendero (2%), cuaque (2%), capitaneja (2%) y varañas (2%) ver Gráfica 4.

En las dos estufas la leña que se utiliza en ambos dispositivos presenta similitudes en cuanto a la preferencia por usar leña de árboles, principalmente del huizache y mezquite, con respecto a la de arbustos, donde predomina la de jara y barrendero; no obstante, existen diferencias significativas ( $P=0.009$ ) entre la estufa Patsari y el fogón, en la primera hay mayor diversidad de variedades de leña que se emplean tanto de arbusto como de árbol (Anexo 3.3).

## VIII.2.2. Tamaño de leña usada para cocinar

### VIII.2.2.a. La Mojonera

En lo que respecta al tamaño de la leña; la de los desperdicios de los aserraderos proviene de los troncos de los árboles y tiene diámetros similares para el fogón y la estufa Patsari el cual oscila entre 5-10 cm. La leña de los bosques es obtenida de ramas como de troncos de los árboles; las ramas que se usan en el fogón tienen un tamaño de (3cm-6cm) 5.1 cm en promedio y las que se usan en la Patsari tienen un tamaño de (5cm-11cm) 6.1 cm en promedio. Respecto a la leña de los troncos, en el fogón tuvo un diámetro de (5cm-13cm) 9.2 cm en promedio y en la Patsari de 13.4 cm (Gráfica 5) (Anexo 4.2.3).



**Gráfica 5** Diámetro de leña utilizada por tipo de dispositivo en La Mojonera.

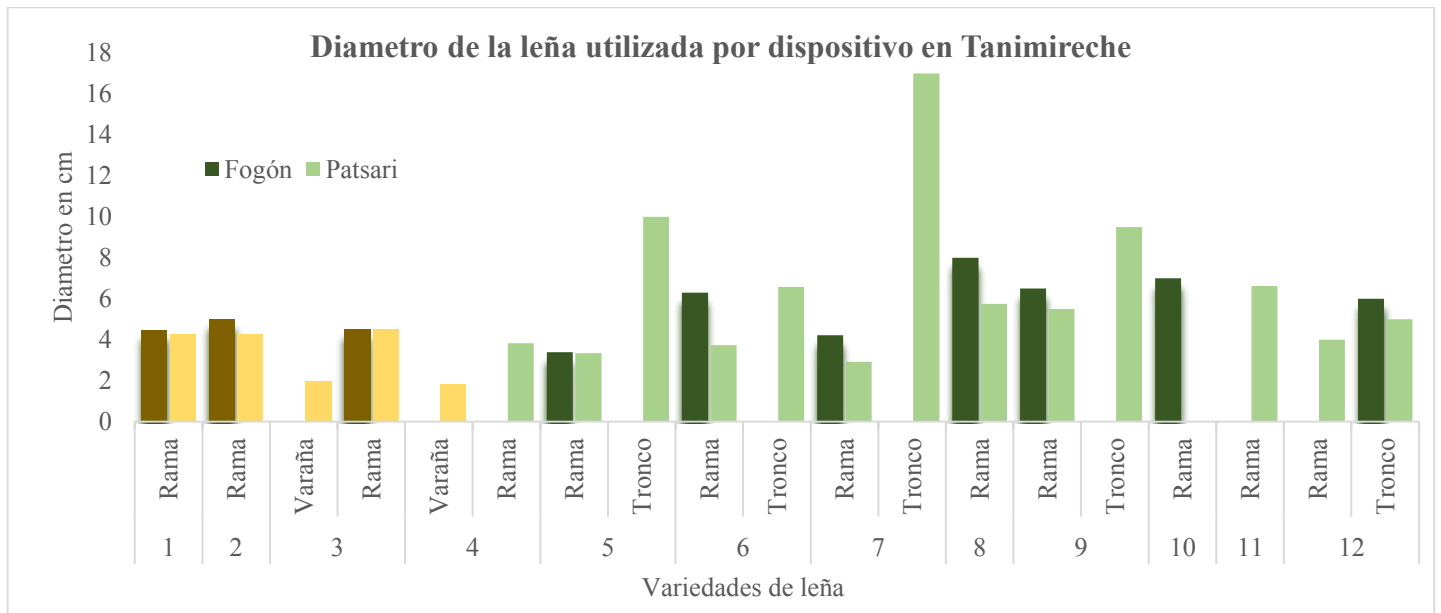
El tamaño de la leña que se usa en ambos dispositivos es similar y no presenta diferencias significativas ( $P=0.07$ , Anexo 3.4), no obstante los leños de las ramas que se usaron en la estufa Patsari fueron un poco más grandes que en el fogón; a pesar de esto, se debe mencionar que al momento de hacer la medición del diámetro, la leña se encontraba sin rajarse, es decir, las usuarias cortan la leña en pedazos más pequeños para ponerla en la estufa, sin embargo, no fue posible hacer la medición del tamaño real de los leños al ser introducidos en la estufa.



**VIII.2.2.b. Tanimireche**

En Tanimireche la leña se clasificó de acuerdo a la parte de la planta a la que pertenecía, de esta forma para los arbustos se dividió en ramas y varañas (ramas más pequeñas), y en el caso de los árboles en ramas y troncos. La leña que se utiliza en el fogón, y que proviene de las ramas de los arbustos tuvo un diámetro de 4.5 cm; en cuanto a los árboles, las ramas midieron (3cm-8cm) 6 cm y el único tronco fue de 6 cm en promedio. En la estufa Patsari, la leña de los arbustos fue de varañas y ramas, las primeras tuvieron un diámetro de (1cm-3cm) 2 cm y las segundas de (2cm-7cm) 4 cm en promedio; la leña que se recolectó de los árboles tuvo un diámetro de (3cm-7cm) 4 cm en las ramas y (4cm-17cm) 9 cm en los troncos (Gráfica 6) (Anexo 4.2.4).

No hay diferencias significativas en el tamaño de leña que se usa en cada dispositivos (P=0.89, Anexo 3.5), sin embargo, en la Patsari la leña colectada de los arbustos es de ramas y varañas, las cuales tienen diámetros de hasta 2 cm y son funcionales como combustible, a diferencia del fogón que no utiliza leña de varañas y la leña de ramas es de mayor tamaño. En cuanto a la leña de los árboles, la que se consume en la Patsari es de mayor tamaño.



**Gráfica 6.** Diámetro de la leña por tipo de dispositivo en Tanimireche. Las variedades de leña se numeraron debido a que los nombres son muy largos y no había espacio suficiente para ponerlos. La leña usada en el fogón corresponde a los colores oscuros; de esta manera el café oscuro se refiere a la leña de arbustos y la verde oscuro a leña de árboles. Por el contrario, para la Patsari, la marcada con café claro corresponde a la de arbustos y la de verde claro a la de árboles. Las variedades de la leña están escritas en el Anexo 4.2.4.

En ambas comunidades se observa que no hay preferencia en el tamaño de leña por dispositivo, no obstante en la estufa Patsari la leña con diámetros de hasta un centímetro pueden ser funcionales como combustibles a diferencia del fogón donde la leña de menor tamaño fue de tres centímetros. Al igual que en La Mojonera, la leña de los árboles se raja para meterla a la estufa, sin embargo no se pudo hacer la medida del tamaño real de los leños al introducirlos a las estufas.

### ***VIII.2.3. Parte del árbol/arbusto y tipo de leña***

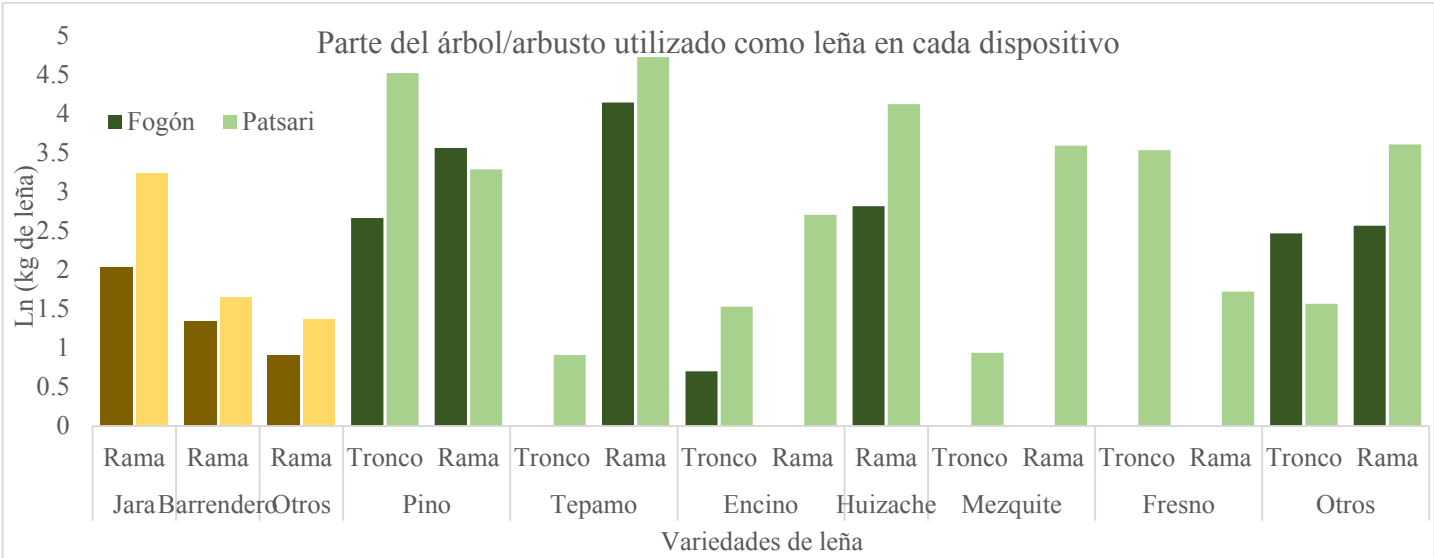
De la información que se recolectó del estudio transversal se pudo identificar de qué parte del árbol/arbusto provenía la leña y si fue muerta o leña viva. Debido a que la parte de la planta usada por tipo de estufa fue similar en las dos comunidades, los resultados en las tablas se presentarán por la leña usada por dispositivo, y aspectos sobre la proporción del tipo de leña (viva/muerta) se mencionará por comunidad.

La leña fue clasificada en dos grupos: la leña que es recolectada del ecosistema y que proviene de bosques de pino-encino (en La Mojonera), leña de matorral subtropical en la comunidad de Tanimireche; y de leña proveniente de subproductos de actividades productivas (desperdicios de aserraderos y podas de árboles frutales). Esta clasificación se hizo para conocer la cantidad de leña que provenía del ecosistema y cuanta de los subproductos. En ambas comunidades la colectada en los bosques se clasificó de acuerdo a la parte de la planta aprovechada.

En la comunidad de La Mojonera, las familias que usan el fogón como la estufa Patsari colectan leña de los desperdicios de los aserraderos en mayor proporción (62%), y en menor cantidad leña del bosque (38%); en donde se cortan ramas de tepamo (21%) y del pino (17%). En Tanimireche es opuesto, la leña de ambas estufas proviene principalmente del matorral o potrero (91%) y muy poca cantidad de los árboles frutales dentro de la casa (9%); los árboles que se llegan podar para leña son del matorral como del huerto; del primero se aprovecha el mezquite, pino y jara; y del huerto el zapote, durazno, guayaba y el pirul. Cabe mencionar que solo en esta comunidad hubo consumo de varañas de arbustos. En ambas comunidades la leña que se usa es principalmente leña muerta (71%) que viva (29%), es por esto que la parte con mayor consumo fueron las ramas (75%) y en menor proporción los troncos (25%).

La leña que se usa en fogón proviene principalmente de los subproductos (58%), en especial de los desperdicios de los aserraderos (56%) y de las podas del zapote (2%). La leña que se colectó en el bosque (42%) se cortó de los árboles (35%), de sus ramas (ya que son las que tienen mayor consumo), pero también se usó leña muerta que provenía de los troncos de los árboles (7%); cabe mencionar que la leña que se obtuvo de la poda de los árboles proviene de los pinos en su mayoría (Anexo 4.2.5). Respecto a la leña usada en la Patsari, leña procede principalmente del bosque (54%) y en menor cantidad la leña de los subproductos (46%). La leña del bosque se obtuvo de la leña muerta en mayor proporción (35%), recolectando las ramas principalmente; también se cortó (19%) leña del mezquite, pino, cedro y jara pero de sus ramas. La leña de los subproductos se recogió de los desperdicios de los aserraderos (42%) y de los huertos de la casa (4%) del zapote, durazno y guayaba (Grafica 7) (Anexo 4.2.6).

Hay similitudes de la parte de la planta utilizada así como la proporción de leña muerta/viva entre los dispositivos de las dos comunidades (P=0.7), no obstante se observa que con el uso de la estufa Patsari aumenta el consumo de leña muerta en un 27%; en lo que respecta a la leña proveniente de los subproductos, disminuye en un 8% pero se diversifica al usar desperdicios de aserraderos junto con poda de árboles frutales (Anexo 3.6).



**Gráfica 7** Parte de las plantas leñosas utilizada como leña por tipo de dispositivo. La leña usada en el fogón corresponde a los colores oscuros; de esta manera el café oscuro se refiere a la leña de arbustos y la verde oscuro a leña de árboles. Por el contrario, para la Patsari, la marcada con café claro corresponde a la de arbustos y la de verde claro a la de árboles.

De manera general, se pudo observar que no hay un cambio en el consumo de las variedades de leña entre el fogón y la estufa Patsari, en las dos comunidades estudiadas la preferencia por las especies de mayor consumo fue la misma, sin embargo, hay mayor diversidad de variedad en la Patsari, aunque en La Mojonera fue más diverso por una variedad y en Tanimireche por 12. Sumado a esto, hay preferencia por leña muerta, de las ramas de los árboles, a pesar de esto, en el fogón es mayor el uso de leña viva cortada de las ramas. Respecto al tamaño entre estufas, tampoco se detectaron diferencias en el diámetro de la leña, pero en la estufa Patsari la leña con diámetros de hasta 1cm puede ser funcional como combustible, caso que no ocurrió con el fogón, en donde la leña de menor tamaño fue de 3 cm.

### VIII.3. Reglas de acceso a la leña

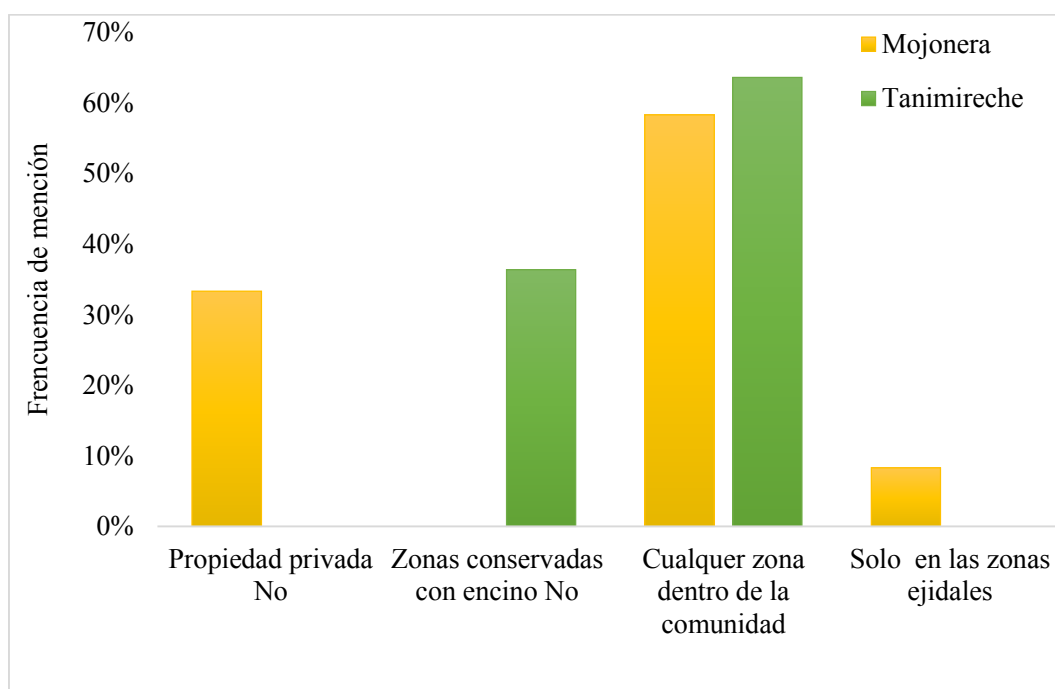
Las entrevistas sobre reglas de acceso se realizaron para conocer la influencia que pueden tener en las familias que usan la estufa Patsari cuando colectan leña (Anexo 2). De esta manera se presentan los acuerdos establecidos en cada comunidad sobre el aprovechamiento de este recurso. Este muestreo se realizó La Mojonera perteneciente a la zona de la meseta Purépecha, y en Tanimireche de la zona del lago de Cuitzeo. A continuación se presenta a manera de narrativa, los resultados obtenidos. Estos se construyeron relacionando las ideas categorizadas en las transcripciones y se intercalan (en *itálicas*) textos que dan voz a los entrevistados. Para obtener los porcentajes de las respuestas; en cada categoría, se contabilizó el número de personas que contestaron (independientemente de la cantidad de personas entrevistadas) y se tomó ese valor como referencia del 100%. De esta manera, en cada pregunta el total de personas que dieron respuesta fue diferente.

#### VIII.3.1. La Mojonera

En esta comunidad se realizaron en total 14 entrevistas, las personas elegidas fueron las mismas personas a las que se les hizo la prueba de consumo de leña; de estas, una entrevista se realizó al vigilante de la comunidad para complementar la información brindada por las señoras. De las 14 entrevistas cinco familias usaban el fogón para cocinar, seis usaban la Patsari y tres la Patsari y el fogón. Se intentó que dentro de la muestra hubiera familias con uso exclusivo de la estufa tradicional y uso exclusivo de la estufa mejorada para detectar si existían diferencias entre las familias cuando tenían la estufa mejorada.

En esta comunidad la principal actividad productiva es la comercialización de madera por medio de aserraderos, es por esto que muchas de las personas trabajan en estos negocios al ser una importante fuente de ingresos: *“los pinos son de los que aquí eso se mantiene uno, de la madera de los Pinos, por eso ves que hay muchos aserraderos aquí”*. En la comunidad existen 34 aserraderos que pertenecen a las personas de la comunidad, algunos de estos negocios tiene permiso para trabajar con la madera pero también hay algunos que no cuentan con la autorización: *“el permiso es para que rajen la madera, para que no esté ilegal el aserradero tiene que estar legalizados para que pueda trabajar”*. Los árboles que se procesan son los pinos principalmente pero también los encinos; estos árboles se compran a las personas que tienen este recurso en sus terrenos: *“ósea que, los de los aserraderos compran la madera, hay señores que por ejemplo tienen monte y ellos venden sus árboles”*; *“hay veces que yo tengo una camioneta y yo compro sus pinos a los señores de aquí de a lado que tienen ellos su monte, y yo le vendo a los señores del aserradero”*; pero hay quien menciona que los pinos se cortan sin autorización previa dentro de La Mojonera o en Zacapu, que es la comunidad aledaña: *“la gente de aquí mismo anda robando pinos, o luego andan creo que para lo de sacar todo para allá (señalando hacia los terrenos de Zacapu), pero es la misma gente de aquí, van con sus camionetas llenas, todos los días se viene usted a las cinco de la mañana y ya lo los encuentra que llevan sus camionetas llenas de pinos”*; *“los que traen carros grandes van y se roban a la zona de Zacapu, van para allá, y los venden ya trozados a los de los aserraderos”*. Dependiendo de la cantidad de árboles que compre cada aserradero es lo que se procesa, hay unos que llegan a comprar tres árboles por día y otros que dicen trabajan tres a la semana; el precio de los árboles lo establece el dueño del terreno y se basa a su grosor; puede costar de \$200 para los árboles delgados hasta \$800 para los gruesos. De un tronco de pino se aprovecha el 60% y el 40% restante queda como retazo;

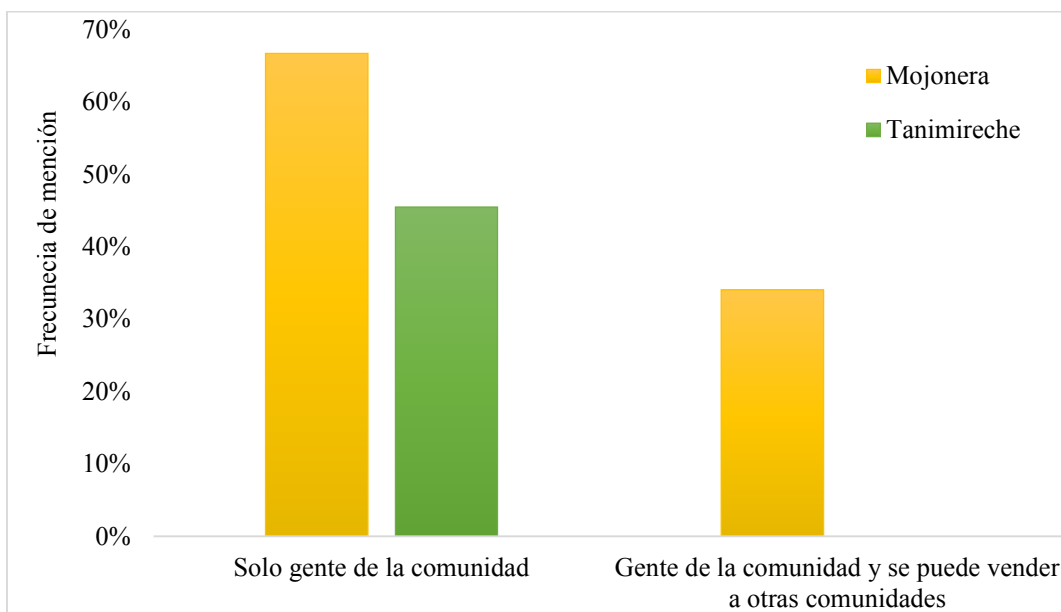
las tablas que se producen son utilizadas para hacer tarimas para escenarios y para muebles, y la retacería que sobra se regala o algunas veces se venden para la leña, pero cuando se acumula mucho desperdicio se vende a los “pedaceros”, que a su vez la llevan a la astilladora para molerlo a Nahuatzen: “*los pedazos se van acumulando, porque hay veces que la gente no viene por leña, y ya cuando hay así, él tiene el teléfono de pedaceros, y ya el señor le dice: tal día voy por ella*”; “*cuando hay mucha leña se vende a la camioneta, si lo llena son \$500, eso es lo que cobra mi suegra*”. Debido que el aprovechamiento forestal es el trabajo de muchas personas dentro de la comunidad, con apoyo de un programa de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) se tienen proyectos para reforestar 200ha. del ejido, así mismo se están marcando los árboles que se pueden aprovechar para los aserraderos.



**Gráfica 8** Zonas permitidas para la extracción de leña dentro de la comunidad.

Dentro de la comunidad existen reglas que se han establecido para el aprovechamiento de la leña ya sea que se extraiga del bosque o del aserradero, sin embargo, aunque hay acuerdos que la mayoría reconoce, existen visiones diferentes de lo que está permitido y prohibido hacer; es por esto que en algunas preguntas tienen opiniones diferentes e inclusive contrastantes. Las personas mencionan que se puede extraer leña de cualquier lugar de la comunidad, sin importar el régimen de propiedad (58%), sin embargo hay quien dice que solo se puede sacar leña de las zonas ejidales (8%) o quien dice que también de las propiedades privadas pero con previa autorización del dueño del terreno (33%). “*de cualquier lugar se puede sacar leña, pues no dicen nada, aquí es un ejido, donde vaya uno a la leña está bien, aquí no les molesta que saque uno*”; “*sí, lo que sea ejidal, comunal pues, por decir, hay pequeñas propiedades, de ahí si no puede uno meterse*”; “*no, pues hay gente que no le gusta que saquen, por decir, como los señores que tienen propiedad, nos les gusta que les agarren, ni la leña, o a lo mejor pidiéndoles permiso*”. (Gráfica 8). Todas las personas tienen oportunidad de coleccionar leña (67%), inclusive, si hay personas de otras comunidades que requieran leña la pueden conseguir, pero se les vende si es que proviene del bosque (17%) y/o solo pueden comprar la leña de los desperdicios de los

aserraderos (17%) (Gráfica 9). Las familias prefieren traer los desperdicios del aserradero para usarlo como leña (55%) debido a la facilidad para traer el recurso y porque no les genera costo alguno: *“será porque está más cerca”*; *“porque nunca me traen del cerro, no les da tiempo ir hasta allá”*; no obstante, también se colecta la leña que hay en el bosque (36%) por ser considerada de mejor calidad : *“me gusta más la del cerro porque prende mejor, como la del aserradero la traen mojada ya no prende muy ben”*; *“pues no me gusta la de los aserraderos porque no prende igual, porque la leña de encino esa dura más, no se acaba tan pronto y no hace tanta brasa, pero mi esposo no me trae del cerro”*; *“por que guarda más calorcito, ósea que la brasa dura pues y la de retazo hace una llamarada, rápido se acaba y no queda brasa”*; aunque también hay personas que obtienen la leña del aserradero y del bosque (9%). Cuando eligen traer leña de los aserraderos, pueden agarrar la cantidad deseada, y no tienen que pagar por ella (53%), aunque hay personas a las que se les vende a pesar de ser de la comunidad (20%), pero también si vienen de otras comunidades se la venden (27%). Cuando van por leña del bosque, de igual manera, se puede juntar toda la leña que desean pero solo se puede extraer la madera que ya esta muerta o seca (100%); principalmente los desechos de los árboles que han sido cortados para los aserraderos o las ramas que se han caído de forma natural (Gráfica 10): *“pues hay veces que es de la que se desgajan y hay veces que de las ramas que dejan de los árboles que traen para el aserradero”*; *“se puede agarrar la que quiera pero como te digo pues por aquí cerca, si tiene que ir un lugar ya retiradito pues al cerro a traerla, no es mucho lo que alcanza a traer uno”*; *“de cualquier tipo de árbol pues que ya hayan tumbado que queda la ramas que ya no ocupan”*; *“solo se puede sacar de lo que está caído, árbol muerto.*

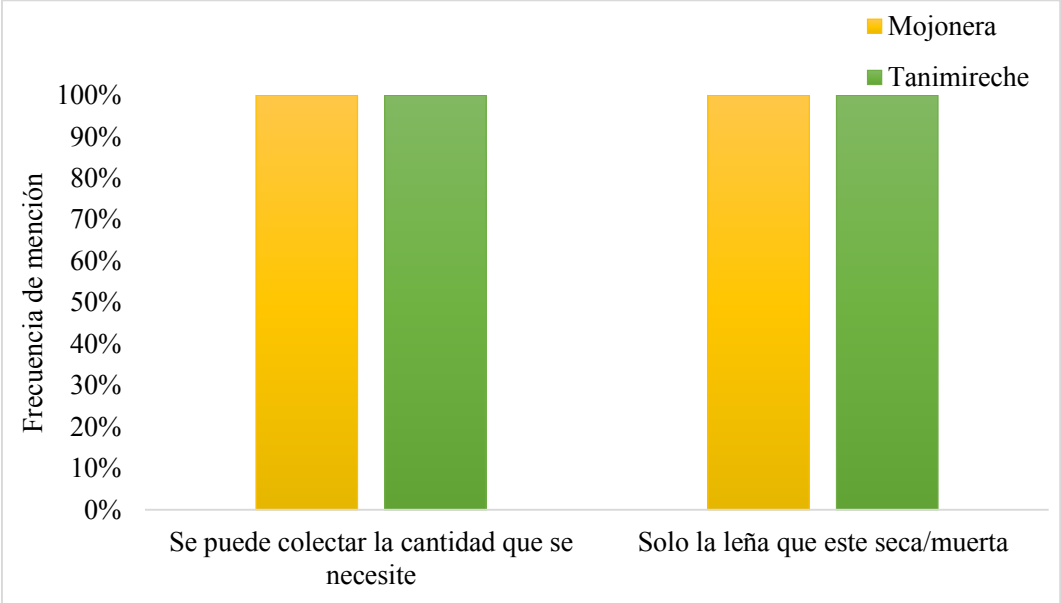


**Gráfica 9** Personas que tienen acceso a la leña en la comunidad.

Aunque hay personas que llegan a cortar árboles para leña, esta actividad está prohibida principalmente para los pinos y encinos debido a que son los árboles que se utilizan para el comercio (54%): *“en los terrenos de aquí se puede recolectar de pino, de encino siempre que sea madera muerta o seca, de esa uno no se mete en problemas”*; *“porque el pino, está prohibido que la gente los corte”*; *“nomás lo que está todo tirado de lo que dejan lo puede uno levantar, de lo parado no”*; no obstante si el árbol está seco, pero únicamente los tepamos, se pueden cortar (31%): *“solo de tepamo por que la de encino, viera que es muy dura ósea el tepamo lo corta*

en pedacitos pero la de encino uno tarda mucho para rajarla”, “porqué los tepamos se cortan cuando ya están secos y solitos se caen”; o se puede comprar el árbol al dueño del terreno y cortarlo (15%) (Gráfica 11). Cuando las personas podan/cortan un árbol utilizan el hacha (68.8%) o el machete (6.3%), pero hay quien emplea ambos instrumentos (25%); finalmente, transportan la leña que obtienen por medio de carretillas (32.1%) y animales (35.7%) principalmente, aunque también lo hacen a pie (17.9%) o con ayuda de vehículos (14.3%), pero en menor proporción.

Si una persona viola alguno de estos acuerdos y corta un árbol, se le pone una sanción (Gráfica 12), la cual consiste en una llamada de atención o una demanda que se antepone en la comisaria de la comunidad (33%) o, se le multa y tiene que pagar por el árbol que se cortó (67%); para el caso de los pinos, la multa puede ir desde los \$200.00 a los \$2000.00 pesos dependiendo del grosor de éste; la cantidad a pagar es establecida por el dueño del terreno donde se cortó el árbol (50%), pero hay personas que dicen que el precio lo establece el comisariado (38%) o los jefes de tenencia (13%): “pues mandan a llamar los ejidatarios, y la próxima vez que vuelvan a hacer, y si ya están advertidos, pues los multan, le recogen la madera y los encierran y hasta que paguen una multa”; “o sea que si tumba un árbol de por decir un pino, ya ahí veo \$800 para arriba según sea pues, de tepamo ha de estar como en unos \$400, por mitad pues del precio de los demás, porque el encino ha de estar como en unos \$500 o \$600”. Cuando se rompe alguno de estos acuerdos que se establecieron los ejidatarios (57%), o que algunos dicen que los constituyeron las autoridades (29%), o incluso por la comunidad (14%); la persona encargada que se cumplan las multas es el jefe de tenencia para zonas privadas (71%) y el comisariado en las zonas ejidales (29%); pero cuando el problema no se soluciona con alguna de las autoridades antes mencionadas, entonces se debe acudir al municipio de Nautzen (Gráfica 13).

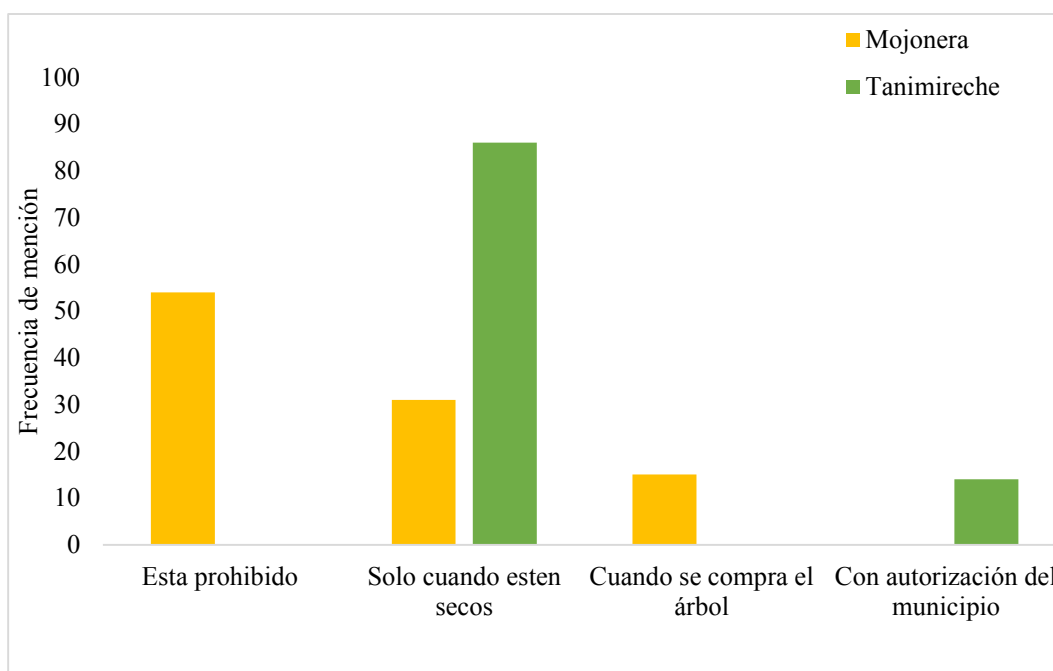


**Gráfica 10** Reglas sobre colecta de leña para combustible.

### VIII.3.2. Tanimireche

Las entrevistas se realizaron a 11 personas que fueron las mismas a las que se les realizó la prueba de consumo de leña. Entre los entrevistados, una corresponde al encargado del orden de la comunidad. Dentro de la muestra, una familia usaba el fogón como único dispositivo, una familia usaba la Patsari y ocho usaban la Patsari en combinación con la estufa de gas. Se intentó que la muestra estuviera conformada por familias que usaran la estufa tradicional pero solo se encontró una familia con esta condición.

En la comunidad de Tanimireche la degradación ambiental del ecosistema ha provocado una condición de escasez de leña considerada de calidad. Desde los años 30's cuando se hizo la dotación de tierras agrarias se crearon potreros para siembra y pastoreo del ganado, esta situación ocasiono modificaciones en la vegetación, sin embargo, los mayores impactos se dan en los años 90's con la creación de caminos, la autopista y la pavimentación de las calles de la comunidad, ocasionando pérdida de la cobertura vegetal y dejando solo matorrales y pequeños remantes de encinares de vegetación; de esta manera la oferta de leña de árboles disminuyó y aumento la leña proveniente de arbustos y matorrales(COINBIO 2009). Es importante considerar el contexto ambiental que se vive en la comunidad para entender su influencia en las reglas de acceso y la colecta de deña.

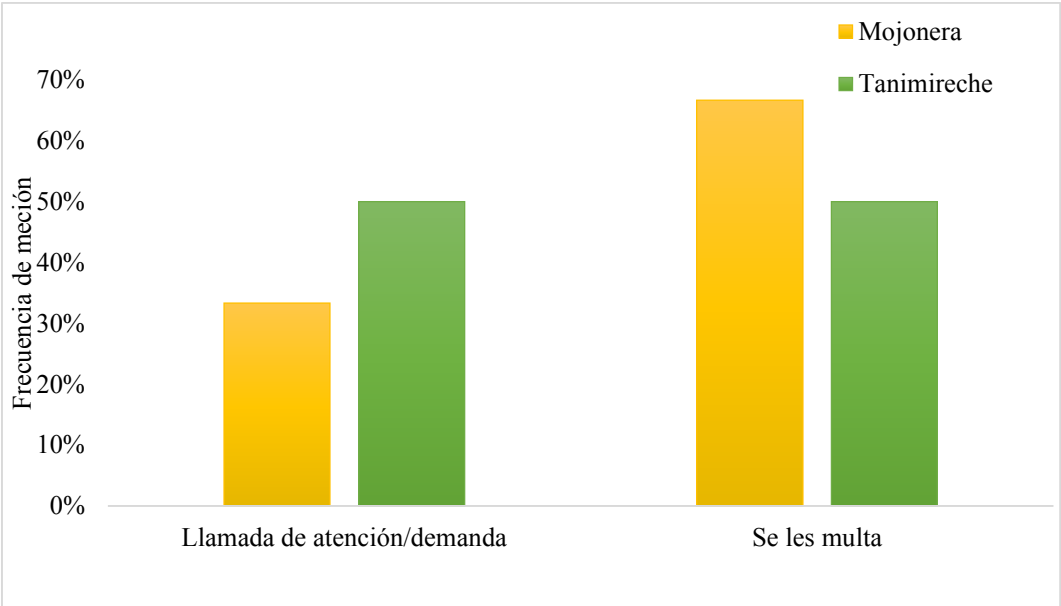


**Gráfica 11** Reglas sobre la extracción de árboles vivos para combustible en la comunidad.

Respecto a los acuerdos que se establecieron para la extracción de leña dentro del ejido, las personas mencionaron que pueden extraer leña de cualquier zona dentro de la comunidad, ya sea potreros o del cerro (64%), sin embargo hay quien dice que la zona donde se encuentran los encinos está prohibido sacar leña y aún más cortar los encinos para este fin (36%): “*donde quiera se puede uno meter por leña*”; “*en aquel cerro de allá casi nadie va, como allá es encino allá no quieren que tumben*”(Gráfica 8). Todas las personas del ejido tienen acceso a la leña (55%), inclusive personas de las localidades aledañas (45%), siempre y cuando solo sea leña seca, muerta: “*de todas se puede sacar, si es le misma agente de la comunidad sí*” (Gráfica 9).



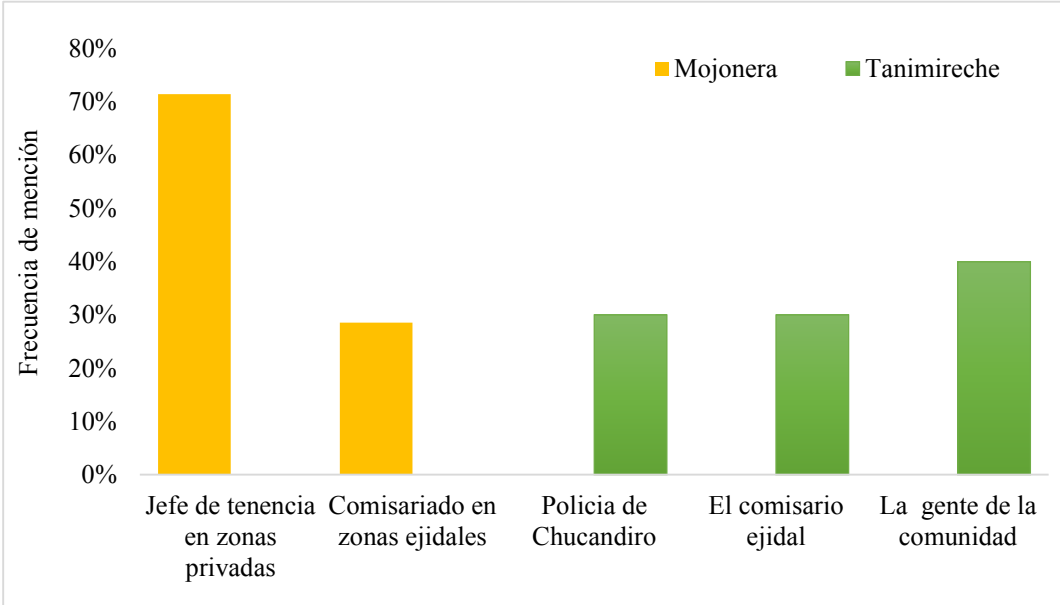
Cuando las personas van a coleccionar leña, todos los entrevistados dicen que se puede extraer la cantidad que requieren, no existe algún límite (100%); no obstante, mencionan solo se puede extraer la madera que ya esta muerta tirada en el suelo o que este seca (100%): *“como los árboles secos pues ya se pudren y no tiene caso, mejor que lo aproveche la gente”* (Gráfica 10). Cuando requieren cortar leña de un árbol, a pesar de que la mayoría dice que esta prohibido cortar árboles (48%), hay quien dice que esta permitido cortar árboles pero solo si estan secos y solo de huizache, mezquite, fresno o árboles frutales (38%); y, un pequeño grupo dijo que esta permitido cortar árboles con previa autorización del municipio de Chucandiro, y solo si se justifica el motivo del acto (14%): *“no se debe de tumbar árbol, solo lo que se cae solo o lo que está seco”*; *“pues casi nosotros nomas sacamos de esa, de huizache la que está seca, no se tumban los árboles”*; *“bueno de esos como huizache, perimo, esos sí, pero árboles grandotes como encinos esos no, solamente se usa de leña como cuando ya están seco”*; *“lo que pasa es que va uno con síndico y ya le dice: yo vengo por un permiso porque quiero cortar una rama que me estorba, y ya dicen: si como no; y le extienden a uno el permiso”*(Gráfica 11). Las principales herramientas que se emplean para cortar árboles son el machete (70%) seguida del hacha(25%) y la motosierra (5%); finalmente, transportan la leña con la yuda de vehiculos (35.7%), a pie (25%), con carretilla (21.4%) o con animales como burro o caballo (17.95).



**Gráfica 12** Sanciones por la extracción de árboles en pie.

Cuando se rompen las reglas y se corta un árbol sin haberlo autorizado, las personas dicen que se pone una sanción donde tienen que pagar por el árbol que corto (50%), o solo se les llama la atención a las personas (50%): *“de ninguno tipo de árbol puede cortar uno porque si uno tumba unos arbolitos verdes el policia de Chucandiro se lo lleva a uno para que pague”*, *“porque mire, si lo hallan tumbando un árbol lo multan, si casi lo verde está prohibido”*(Gráfica 12). No obstante todos coinciden en que este acto no es común en esta comunidad y que no se han suscitado estos problemas: *“es que aquí no se acostumbra, aquí traemos de los que están secos ya”*. Los encargados de vigilar que no se corten árboles son las mismas personas de la comunidad (40%), el comisario ejidal (30%) o la policía de Chucándiro (30%): *“pues yo creo que la misma gente tiene que ver que otras gentes no anden tumbando árboles, porque si van de a diario tumbando pues yo pienso que está mal”*; *“el comisario ejidal, porque, así como encuentran a uno que viene con la camioneta de leña, se ve luego*

*luego cuando es leña verde y cuando es leña seca y luego le llaman la atención a uno que no debe de andar tumbando los árboles”*(Gráfica 13). Finalmente, las reglas que se han establecido en torno a la extracción de leña han sido elaboradas por el comisario de la comunidad (67%), aunque hay personas que dicen que toda la la comunidad participo para decidir sobre sus reglas (33%).



**Gráfica 13** Representante de la autoridad que hace cumplir las reglas en la comunidad.

En las dos comunidades existen reglas entorno al acceso y extracción de leña; en general solo se puede coleccionar la leña muerta, la cantidad deseada, y si hay necesidad de cortar un árbol debe ser autorizado por el dueño del terreno o por la autoridad. Existen sanciones para quien rompa las reglas las cuales son una multa o pagar por el árbol que se haya cortado. No obstante las dinámicas dentro de cada comunidad propician que el conocimiento y aplicación de las reglas sea diferente. Es decir, en La Mojonera, donde los terrenos son ejidales y privados, el que el comercio forestal sea la principal fuente de ingresos para las familias propicia mayor explotación y competencia por los recursos, aunando a esto, el que las personas tengan percepciones diferentes sobre lo que está permitido o no, propicia conflictos por la colecta de leña, principalmente cuando se saca leña o se corta un árbol de terrenos privados o en otras localidades; cabe mencionar que esta localidad hay un pequeño grupo de personas que tienen propiedades privadas y la mayoría de las personas son ejidatarios, cualquiera que sea el régimen, hay competencia por la venta y extracción de pinos. En contraste en la comunidad de Tanimireche, el régimen de propiedad es ejidal, de esta manera las personas tienen acceso a la leña de todo el terreno de la comunidad y no tienen que solicitar permisos para recolectar leña, además hay mayor conocimiento sobre las regulaciones y las sanciones para la extracción de leña, por lo que su extracción parece no ser un problema en la población. Los acuerdo sobre la extracción de leña para consumo doméstico determinan como se puede hacer la extracción del recurso, sin embargo, estas reglas se aplican por igual a las personas que cocinan con la estufa tradicional o con la estufa Patsari.

## IX. DISCUSIÓN

La discusión se presentará de acuerdo al orden de los resultados. En el primer apartado se comparan los valores de consumo perca pita de leña de este estudio con otras investigaciones donde se obtienen datos con la misma metodología y unidades de medida; además se da una explicación de los factores que pueden influir en el consumo de leña de la estufa Patsari. En el siguiente apartado se habla de la manera en que las familias adoptan la estufa Patsari y la integran a sus actividades de cocinado modificando sus patrones de uso de estufas cuando tienen la oportunidad de usar una estufa mejorada, estos datos se comparan con modelos que explican los procesos de transición. Finalmente en la última sección se explican los factores que interviene en la extracción de leña que se usa en cada dispositivo y como afectan las reglas de extracción de leña en la madera que se usa (Tabla 4).

### IX.1. Consumo de leña por dispositivo

El grupo de usuarios exclusivos de fogón presentó un consumo de leña de 3.25 kg/AdultEst/Día (n=64), mayor a los grupos restantes, inclusive al grupo de usuarios mixtos de fogón y estufa de gas que fue de 2.7 Kg/AdultEst/Día (n=45); estos resultados son similares a lo reportado por Berrueta *et al* (2008), el cual hizo un estudio longitudinal comparando el consumo de leña en dispositivos tradicionales con la estufa Patsari. El valor que él obtuvo fue de 3.4 Kg/AdultEst/día (n= 23) para los usuarios exclusivos de fogón y un valor de 2.3 Kg/AdultEst/Día (n=20) para el grupo de usuarios mixtos de fogón y gas; de igual forma encontró diferencias significativas entre estos dos grupos. Por otra parte, Masera *et al* (2000) reportaron un consumo de leña de 2.0 Kg/AdultEst/Día (n=12) para usuarios de estufas tradicionales en comunidades de la región purépecha de Michoacán; estos valores son menores a los encontrados en este estudio. Otro estudio que evaluó el consumo de leña en una población de Jalisco obtuvo un consumo de 3.2 Kg/AdultEst/Día en el fogón tradicional (Tovar 2004).

Respecto al consumo de leña en la estufa Patsari, Berrueta *et al* (2008) encontró una reducción significativa en el consumo al implementar la estufa mejorada, al igual que este estudio, sin embargo, los valores de consumo per cápita son diferentes. El reportó un valor de 1.1 Kg/AdultEst/Día (n= 8) para usuarios exclusivos de Patsari, un valor bastante menor con respecto a este estudio que fue de 2.05 Kg/AdultEst/Día (n=67). En cuanto a los usuarios mixtos de leña y gas, Berrueta *et al* reportó un consumo de 0.8 Kg/AdultEst/Día (n=6) a diferencia de este estudio que fue de 1.59 Kg/AdultEst/Día (n=32).

La diferencia entre los valores de consumo de leña en los grupos con estufa Patsari de este estudio y el de Berrueta *et al* podrían deberse a diferentes causas: 1) porque la época en la que se realizó cada uno de las investigaciones fue diferente, Masera y Navia (1996) mencionan que la estacionalidad influye en la cantidad de leña que se consume en un 25%, que no es suficiente para explicar las diferencias del 100% entre los estudios. En este estudio la mayoría de las pruebas se realizaron en otoño y algunas en primavera o invierno, en el muestreo comparativo se hicieron en verano; además de que las estaciones difieren, este estudio abarco el invierno lo cual implica un aumento en la cantidad de leña usada para cocinar para calefacción. 2) Por el tiempo de uso de la estufa Patsari; en este estudio la evaluación de consumo de leña de la estufa mejorada se hizo a los cuatro meses de usar la estufa, mientras que el estudio de Berrueta *et al* midieron el consumo de leña después

de un año de usar la Patsari. En un año las familias adoptan la estufa y la usan para la mayoría de sus tareas de cocinado, es por esto que los consumos pueden ser menores pues los beneficios derivados del uso de la estufa se presentan con el uso sostenido (Ruiz-Mercado *et al* 2011 y Pine *et al* 2011); 3) Por a la variación intrínseca de los datos, es decir, por las diferencias que hubo de este muestreo respecto al de Berrueta *et al*. Particularmente en este estudio el número de días muestreados fue de tres a siete días; el tamaño de muestra de cada región varió de 6 a 50 familias y a su vez la composición de cada casa fue diferente. En el otro estudio las comunidades, tamaño de muestra y familias seleccionadas fueron distintas, es decir las variaciones en el tamaño, familias y días de muestreo son muy grandes. Para reducir la variación intrínseca de los datos, los dos estudios tuvieron que seleccionar muestras lo más parecidas y homogéneas posible.

A pesar de que los valores de consumo de leña de la estufa Patsari sean mayor comparado a otros trabajos, es importante decir que estos resultados son representativos. De acuerdo a Wang *et al* (2013), en las pruebas de campo se necesita más de 30 repeticiones para asegurar que los resultados sean confiables; además, con estos tamaños de muestra la variación de los datos es de 40%; lo que significa que el promedio de la muestra varía en 20% al promedio de la población (APROVECHO 2014). En este estudio los grupos de usuarios fueron de 64 familias que usaban el fogón, 45 para el FyG, 67 para la Patsari, 32 para la PyG y una para PyF (a excepción de la familia de PyF); de esta manera se considera que los valores de consumo de leña de este estudio son representativos de la población. Con estos resultados se comprueba que el uso mixto de combustibles reduce el consumo de leña respecto al uso de la estufa tradicional, y esta disminución se acentúa aún más cuando se utiliza la estufa Patsari sola y en combinación con la estufa de gas; al igual que lo reportado por Berrueta *et al* (2008).

Respecto a la familia que usa la estufa mejorada junto con la estufa tradicional, si bien solo fue una casa en donde se cuantificó por separado el consumo de leña de cada estufa, durante el muestreo se detectó que en otros hogares las familias utilizaban la Patsari diariamente pero también usaban el fogón para algunas tareas (calentar agua para bañarse, cocer nixtamal, cocinar cantidades grandes de comida, calentar el ambiente, etc.), solo que en ese momento no se midió el consumo de leña de cada estufa pues no era el objetivo del estudio (Berrueta 2007). Es por esto que este patrón de uso de estufas podría ser más común de lo encontrado.

El consumo energético de cada grupo de usuarios presentó un patrón similar que al observado en otros estudios, por ejemplo; Maserá y Navia (1996) al incluir el gasto de energía de GLP, las diferencias entre categorías se hacen menos evidentes. En particular se verifica que, los usuarios de fogón que además utilizan el gas GLP no ahorran en términos energéticos: aunado a que el uso del fogón evita reducciones en la contaminación de interiores, podemos observar entonces que por sí solo, el GLP no es una alternativa viable para mejorar las condiciones de vida de las personas de las zonas rurales de la región Purépecha. En con contraste, cuando se usa el gas en conjunto con la estufa Patsari, se obtienen por lo menos reducciones sustantivas del uso de leña y de la contaminación de interiores. De esta manera los ahorros energéticos no son derivados solo por usar la estufa de gas si no por el cambio en el uso de dispositivo y en los patrones de cocinado.

Los ahorros en el consumo de leña ayudan a reducir la frecuencia de colecta de leña, el tiempo que disminuye puede ser empleado para actividades productivas; además, se pueden reducir los gastos económicos invertidos en comprar leña (Ghilardi *et al* 2007 y García-Frapolli *et al* 2010). Es por esto que los ahorros de leña derivados del uso de la estufa Patsari inducen a un ahorro de tiempo y dinero.

## IX.2. Transición tecnológica y energética

Los beneficios por el uso de la estufa Patsari dependen de la adopción de la nueva adquisición y los usos que se les den, es por esto que se debe conocer y documentar el cambio el uso de las estufas de leña y/o gas. Con los datos del estudio longitudinal se pudo entender el proceso de cambio energético y tecnológico de las familias de las comunidades de Michoacán. En la primera fase del muestreo se demostró que las familias utilizan diferentes tecnologías y diferentes combustibles (estufa de gas y estufa de leña) para sus prácticas de cocinado. En la segunda fase, cuando las familias tienen la posibilidad de acceder a una estufa de leña más eficiente, se demuestra el proceso de cambio hacia nuevas tecnologías, no obstante la tendencia en cuanto al uso de múltiples dispositivos y combustibles es similar que en la etapa uno.

En la primera etapa cuando las familias usaban la estufa tradicional, se detectaron dos patrones de uso de combustible, principalmente es el uso exclusivo de leña en donde se encuentran la mayoría de las familias, 77%, y en segundo lugar, el 23% de las familias con uso mixto de combustibles/tecnologías de leña y gas. El primer grupo de usuarios exclusivos de leña está conformado principalmente por comunidades purépechas (66%) y por comunidades mestizas (44%). Si bien Zamora (2011) y Troncoso (2010) han documentado que en las zonas con poblaciones indígenas la preferencia por uso de las estufas de leña se debe a factores socio-económicos como: a) la mayoría de la familia son de bajos ingresos económicos, de manera que optan por el uso de los combustibles que sean seguros, fáciles y no representen gasto monetarios como es la colecta de leña que se obtiene de los bosques cercanos a la comunidad, y, b) es complicado para los hogares adquirir el gas por los costos elevados y la difícil distribución. No obstante, Spetch (2015) reportó que las características socioeconómicas de las comunidades rurales explican hasta el 31% el consumo de leña, factores como la distancia al recurso, el acceso a tierras privadas, la disponibilidad de personas para colectar leña y el acceso a otras fuentes de energía pueden ayudar a explicar la cantidad de leña consumida por las familias de la región. Sin embargo, los arraigos culturales son determinantes para el uso de la estufa de leña; las personas prefieren cocinar con leña por la rapidez de cocción del nixtamal, cocer frijoles, hacer tortillas y calentar agua; además de que están acostumbradas a cocinar con ollas de barro que también requiere de mayor gasto energético (Masera *et al* 2000).

En cuanto al grupo de usuarios mixtos de fogón y estufa de gas, Ruiz-Mercado *et al* (2011) menciona que el uso de diversas tecnologías podría deberse a una condición preexistente o a que la estufa original no pueda cubrir con todas la tareas de cocinado y optan por utilizar otro dispositivo como complemento; aunado a esto Masera *et al* (2000) y Gunther y Grim (2015), establecen que algunos factores que influyen para que se de esta condición es que las familias tengan poco arraigo a las formas tradicionales de cocinar, difícil acceso a la leña y tengan suficientes ingresos económicos para tener la posibilidad de adquirir el gas. En los resultados de este estudio el 41% de las familias con uso mixto de combustibles son de zonas de mestizas, por lo que se favorece esta condición, no obstante no es un factor determinante pues el porcentaje restante de familias son de zonas indígenas.

En la segunda etapa, cuando se construyó la estufa Patsari, algunas familias modifican los patrones de uso de estufas teniendo como consecuencia el aumento de las combinaciones de dispositivos, de haber dos categorías de usuarios en la etapa uno, hay cinco categorías en la etapa dos. Cuando se hizo el muestreo de la etapa dos, las familias tenían en promedio cuatro meses usando la estufa Patsari, tiempo en el que aprenden a usar la estufa y se apropiaran de ella pues, de acuerdo a Pine *et al* (2011), después de cuatro meses de uso los hogares conocen la estufa Patsari, la adoptan y la utilizan para sus actividades de cocinado. No obstante se debe considerar que a pesar de apropiarse de la estufa eficiente, las familias pueden modificar los patrones de uso de estufas y adquirir otros dispositivos complementarios; Pine *et al* (2011) y Zamora (2011) hicieron un estudio donde los hogares adoptan la estufa Patsari en los primeros cuatro meses y la utilizan de forma exclusiva, sin embargo, pasados los ocho meses optan por usar otro dispositivo para cubrir todas sus necesidades de cocción y así se mantienen. Es por esto que no solo es adoptar la tecnología si no el tiempo, la diversidad e intensidad de uso definen la magnitud de la adopción, o en su caso, el uso sostenido (Ruiz-Mercado *et al* 2011). Cabe mencionar que también hay familias que a pesar de tener la posibilidad de usar la estufa Patsari deciden no hacerlo y continúan usando sus dispositivos tradicionales como el fogón.

De las familias que eran usuarias exclusivas de fogón, el 81% lo sustituyó para usar la Patsari para todas las tareas de cocinado; a su vez, el 34% de las familias que eran usuarias mixtas de fogón y gas abandonan los dispositivos para usar solo la Patsari. De acuerdo a Pine *et al* (2011), estas familias sustituyen sus dispositivos de cocción por uno más eficiente debido a que ha tenido un adecuado nivel de integración al funcionamiento de la casa para realizar adecuadamente muchas o todas las tareas de cocinado del hogar. La Patsari puede sustituir al fogón en la elaboración de tortillas y calentar el nixtamal que son las actividades en las que se destina más tiempo, que consume más leña, en donde están más expuestas al humo y para lo que se utiliza el fogón (Masera *et al* 2007); además se puede utilizar para tareas de baja demanda energética como freír alimentos y calentar agua que es el uso que se le da a la estufa de gas (Zamora 2011 y Troncoso 2012). Es decir, en muchos casos, la Patsari tiene la capacidad de cubrir los requerimientos de cocción del fogón como de la estufa de gas. La adopción de un nuevo dispositivo es un proceso dinámico con interacciones entre el usuario, la tecnología y el combustible (Masera *et al* 2007 y Inayatullah 2012).

En el grupo de usuarios mixtos, las familias que utilizaban el fogón en combinación con el gas, sustituyeron el fogón por la estufa Patsari (62%), quedándose con la estufa mejorada y el gas. A su vez, el 6%, de las casas que usaban exclusivamente el fogón adoptaron la Patsari y la estufa de gas. Para estas familias el uso mixto de tecnologías es importante pues se ha visto que cuando se introduce una nueva estufa, cada tecnología cubre mejor las necesidades de alguna de las prácticas de cocinado y ocupa un nicho de adopción (Ruiz-Mercado *et al* 2011); de esta manera la estufa mejorada la utilizan para preparar 2.3 comidas al día o podrían no utilizarla algunos días (Pine *et al* 2011) para lo que requieren otro combustible/tecnología como complemento; estas familias al tener la posibilidad de adquirir el gas como otra fuente de combustible, lo utilizan para calentar leche/agua para té o café en las noches y en las mañanas, pero la estufa de leña se sigue utilizando como principal medio de cocción de alimentos para hacer tortillas, para el nixtamal y para freír otros alimentos (Masera *et al* 2000, Berrueta *et al* 2008 y Zamora 2011). Otro factor que puede influir en que estas familias requieran de dos tecnologías para cocinar es que el rango de tamaño de la familia (5-10 integrantes) es un poco mayor de las familias de las otras comunidades (2-8 integrantes), de esta manera requieren de mayor disponibilidad de tecnologías para cocinar las cantidades de alimentos que cubran sus necesidades de cocinado.

Una familia continuó usando el fogón y adoptó la estufa Patsari, este patrón se podría deber a que usan el fogón para tareas que requieren mayor energía para su cocción como el nixtamal, frijoles y calentar agua para bañarse, y la Patsari la usan principalmente para hacer tortillas (Berrueta 2007). A pesar de que solo en una casa se encontró esta patrón de uso de estufas, hay un estudio en una zona Purépecha en donde las familias continúan usando el fogón después de la instalación de la Patsari; en estas comunidades la adición de una nueva tecnología no implica el abandono del fogón tradicional, sino la integración de la nueva estufa (Zamora 2011). Otra razón por la cual solo se detectó solo una familia con esta condición, es porque, a pesar de que se encontraron algunas familias que además de cocinar en la Patsari usaban el fogón para las tareas de alta potencia, al momento de hacer las mediciones de leña en las casas no se cuantificó por separado la leña que se consumía en cada estufa pues no era la prioridad del estudio (Berrueta 2007); por lo cual se podría pensar que es un patrón frecuente en estas zonas pero no ha sido bien documentado.

Respecto al 9% de las familias que deciden no usar la estufa Patsari y continuar con las estufas tradicionales se puede decir que todas las familias son de zonas purépechas, de la comunidad de La Mojonera y Comachuen, lo cual podría influir por las siguientes razones. Estas familias prefieren usar el fogón por la rapidez y facilidad para cocinar platillos que requieren mucha energía como el nixtamal, frijoles y calentar agua, lo cual consideran que en la estufa Patsari es muy tardado y la entrada de la cámara de combustión es muy pequeña (Tovar 2004 y Troncoso *et al* 2007). Si bien, la estufa Patsari al tener mayor masa ocasiona que al inicio absorba calor y tarde en calentarse, una vez caliente, es eficiente para las tareas de gran gasto energético (Maserá *et al* 2007). Otro motivo es que la adopción de las nuevas estufas está asociada con cambios mayores en la cocina, las personas suelen construir nuevas cocinas o mejorar la anterior antes de adquirir la nueva tecnología lo cual implica una inversión económica considerable (Berrueta 2007 y Ortiz *et al* 2014), sin embargo en estas zonas el nivel de ingresos en muchas ocasiones no es suficiente. Finalmente cuando hay cambios en el entorno social (modificaciones en la electrificación, pavimentación, sistemas de transporte, fuentes de empleo), los hogares son más propensos a experimentar con nuevas tecnologías (Link y Axinn 2012); siendo que estas comunidades los cambios en el entorno son mínimos, las familias prefieren el uso de las tecnologías tradicionales/combustibles por la seguridad para la cocción de alimentos y suministro de combustible.

Factores socio-económicos como los ingresos de la familia, el nivel educativo y la necesidad de aprender cosas nuevas; culturales como las prácticas de cocinado; ambientales como la oferta de leña y propios de dispositivo como el ahorro del combustible, la velocidad de cocción, la comodidad de uso y compatibilidad con prácticas de cocinado; influyen en que las familias decidan adquirir una nueva tecnología y la usen para todas sus actividades de cocinado o parte de ellas (Gunther 2015, Inayatulla 2012 y Fukurama *et al* 2011). No obstante, se ha documentado que para tener resultados favorables en la adopción de estufas, el proceso de desarrollo de tecnologías debe de estar acompañado de la participación de los usuarios en las diferentes etapas de los programas de estufas, la posibilidad de éxito aumenta ya que existe una influencia entre el usuario y el dispositivo final (Bailis *et al* 2007, Berrueta 2007 y Fukurama *et al* 2011).

Los resultados muestran que la transición energética y tecnológica no es un proceso lineal en donde el aumento de los ingresos económicos de las familias conlleva a la sustitución de combustibles como la leña, por combustibles más eficientes como el gas o la electricidad y con ello el aumento el estatus de la comunidad, como lo estipula el modelo de la “escalera energética” (Barnes y Floor 1996 y Jem *et al* 2006). Al contrario, estos resultados se apegan al modelo de “múltiples combustibles” el cual señala que la transición es un proceso complejo en el que las familias en lugar de sustituir al combustible/dispositivo tradicional (leña), adhieren otro complementario (gas) pero continúan con el tradicional, es decir se hace uso de múltiples combustibles/dispositivos, cada uno de acuerdo a la tarea de cocinado que más se adecue (Masera *et al* 2000, Hiemstra-Van del Horst y Hovorka 2008 y Van der Kroon *et al* 2013).

A pesar de que se ha comprobado con este estudio y otros (Masera *et al* 2000, Link 2012, Van der Kroon *et al* 2013 y Sinton *et al* 2014) que las familias de las comunidades rurales hacen uso de múltiples tecnologías para cocinar; se sigue pensando que la solución para mitigar los problemas derivadas del uso del fogón abierto es cambiar el uso de la leña a el uso de gas y/o la electricidad como única fuente de combustible (Subramanian 2014 y Spetch 2015). Esta solución es irrealista e ineficaz pues no considera el uso múltiples de combustibles que se da en las zonas rurales; solo se enfoca a la modernización de los sistemas energéticos; sin embargo, las personas no acostumbran a cocinar con la estufa de gas; la leña es el principal combustible y solo algunos hogares usan el gas pero como fuente complementaria. Las propuestas encaminadas a mitigar los problemas por el uso del fogón deben tener presentes los sistemas energéticos de zona rural así como las preferencias y posibilidades de los usuarios para lograr impactos que ayuden a mejorar la condición de vida de los 25 millones de personas que cocinan con leña (Serrano-Medrano *et al* 2014).



### IX.3. Cambios en la leña que se consume por estufa

El objetivo de conocer las características de la leña utilizada en la estufa Patsari así como en el fogón era para detectar cambios en la extracción de leña, que pudieran repercutir positivamente en los bosques. Sin embargo los resultados no tuvieron tal alcance y solo se llegó a conocer que los patrones de elección de la leña son los mismos para los dos dispositivos, no obstante existen diferencias en el tamaño y variedades de leña consumidas en la estufa Patsari y el fogón. Es por esto que solo se podrá inferir los alcances derivados de los pequeños cambios en el uso de leña. Así mismo, los resultados de las entrevistas de acceso a la leña mostraron que no existen diferencias en los acuerdos sobre la extracción de leña para cada estufa, no obstante la información obtenida ayuda a entender los factores que intervienen en la extracción de leña en cada comunidad.

En el fogón las principales variedades que se emplean para leña son los pinos, tepamo, encino, huizache y mezquite, respectivamente y se obtienen del bosque o de los subproductos del aserradero. La mayor cantidad de leña es obtenida del aprovechamiento de los pinos para aserraderos; esto se debe a que las personas prefieren leños grandes (como los que se producen en los aserraderos que tiene diámetros de 13 cm en promedio), pero también influye la gran accesibilidad de la leña que proporcionan los 34 aserraderos que hay en La Mojonera; esta situación propicia que las casas están cerca de la fuente de leña y puedan adquirir fácilmente el recurso, inclusive, hay quien menciona que llegan a ir hasta tres veces a la semana a abastecerse de leña; además, en la mayoría de los aserraderos se regala la leña, y cuando llegan a venderla, cobran \$50 por una camioneta llena de desperdicio: *“a nosotros nos la regala aquí mi hermana que tiene un aserradero, entonces la leña que queda ya nos la da y traemos lo que queremos (La Mojonera)”*; *“como aquí a las vecinas se las regalamos, si traen carro, dependiendo del tamaño del carro, pero no se le cobra mucho, si es camionetita sencilla, como \$50 (La Mojonera)”*.

En este dispositivo, la leña que se colecta del bosque proviene principalmente de los pinos, tepamos, huizaches, mezquite, jara y se obtiene de leña muerta (11%) y cortando ramas y troncos (31%). La leña muerta era principalmente de ramas de arbustos (que tuvieron un diámetro de 3cm-5 cm) y ramas de árboles (con un diámetro de 3.8 cm), pero también hubo leña de troncos (tuvieron un diámetro de 5cm-13 cm). A pesar de que el consumo de leña muerta sea menor que la leña viva, es importante decir que de acuerdo con las regulaciones que se establecieron en la comunidad, solo se puede coleccionar leña muerta, la cantidad que uno desee: *“nomás lo que está todo tirado de lo que dejan lo puede uno levantar, de lo parado no (Tanimireche)”*; *“en los terrenos de aquí se puede recolectar de pino, de encino siempre que sea madera muerta o seca, de esa uno no se mete en problemas (La Mojonera)”*.

En el fogón se usó principalmente leña viva (31%), es decir, leña que se cortó de ramas de los pinos, tepamos y arbustos pero también se cortó de troncos de pino y tepamo. La leña que se trozó de las ramas y troncos de los pinos puede ser leña que se dejó en el bosque por la extracción de árboles para los aserraderos y, las personas consideraron esa leña como viva; esto se valida por lo que las personas comentaron: *“pues hay veces que es de la que se desgajan y hay veces que de las ramas que dejan de los árboles que traen para el aserradero es la que ocupamos (La Mojonera)”*. No obstante, no se descarta el hecho de que las familias lleguen a cortar árboles como los pinos para la leña, Masera (1996) ha reportado que en la zona purépecha la gente acostumbra a cortar

árboles para fines energéticos, sin embargo no es una actividad frecuente pues el cortar un árbol/arbusto verde lleva más tiempo en trozarlo, pesa más para transportarlo, se necesita de un medio de transporte mecánico y se encuentran a mayor distancia. Además, los pinos son utilizados para el aserradero por lo que está prohibido extraerlos: *“los pinos eso si no, lo pinos son de los que aquí eso se mantiene uno, de la madera de los pinos, por eso ves que hay muchos aserraderos aquí. Porque de eso se mantiene la gente de La Mojonera, por ejemplo, los que tienen terreno pues cuidan sus árboles pero casi lo que es de encino, sí muchos trabajan esa madera pero casi no es tanto problema como que si fuera un pino (La Mojonera)”*. La leña que se cortó de ramas y troncos de los tepamos fue de los árboles que estaban en pie pero secos de acuerdo a lo que comentan las señoras: *“solo cortamos de tepamo cuando están secos los árboles, porque la de encino, viera que es muy dura, ósea el tepamo lo corta en pedacitos pero la de encino uno tarda mucho para rajarla (La Mojonera)”*; *“porqué los tepamos se cortan cuando ya están secos y solitos se caen (La Mojonera)”*; respecto a la leña que se cortó de los arbustos parece no ser un problema. A pesar de todo, la mayoría de las personas dijeron que no está permitido cortar árboles para leña de lo contrario se le multa o se le llama la atención.

En la estufa Patsari, al igual que en fogón, las principales variedades que se consumen son el pino, tepamo, encino, huizache y mezquite, solo que en esta estufa aumenta por 12 las variedades usadas incluyendo leña de árboles de huerto. La leña se obtiene principalmente del ecosistema (56%), aunque también de los subproductos del aserradero y de los huertos (46%). Particularmente la leña que se extrae del bosque es en su mayoría leña muerta (35%), pero también hubo leña que se cortó de los árboles (19%). La leña muerta y seca es el combustible que está permitido coleccionar: *“la leña la saca uno de los árboles casi la mayoría ya están caídas porque ya están secos (Tanimireche)”*; *“solo de los que esta caído, árbol muerto porque si no, nos castigan (La Mojonera)”*; y se debe a que las familias prefieren el uso de madera muerta, primordialmente las ramas, por la facilidad de cosecha de leña, el tiempo de colecta y su posterior transporte (Citlalic 2007, Quiroz-Carranza y Orellana 2010 y Pérez *et al* 2014).

La leña muerta que se utilizó era de varañas (de 1cm-2cm de diámetro) y ramas (3cm-5cm de diámetro) de los arbustos, y las ramas (3cm-7cm de diámetro) y troncos (6cm-17cm de diámetro) de los árboles. A pesar de que la leña de los troncos es de mayor tamaño comparada con la que se usa en el fogón, los troncos con estas dimensiones no pueden ser utilizados en esta estufa debido a que la entrada de la cámara de combustión es de 11 cm (Berrueta *et al* 2008), sin embargo, cuando las mujeres coleccionan leña lo hacen en las proximidades de la vivienda y eligen preferentemente leños gruesos aunque se tengan que “rajar” (cortar la leña en pedazos más pequeños), ya que esta actividad la realiza el esposo por lo que no resulta una tarea complicada para ellas (Zamora 2011); cuando es el hombre el que colecciona la leña, lo hace de manera conjunta con sus labores agrícolas o en jornadas específicas, en este caso, la leña se obtiene de vegetación dispersa en el ambiente, de árboles tirados, restos de poda de árboles y cortando árboles en pie lo que ocasiona que la leña obtenida sea de mayor tamaño, principalmente en La Mojonera, donde hay mayor disponibilidad de árboles del bosque y de los desperdicios de los aserraderos (Camou *et al* 2006 y Aguilera 2009). En lo que respecta a la leña que provenía de los arbustos o de ramas pequeñas, recurso que es más accesible en Tanimireche por ser un lugar con escasez de leña de árboles, el uso de tecnologías eficientes permite que la leña considerada de baja calidad, como los arbustos que tienen un poder calorífico de 14MJ/Kg, sea una fuente de energía sustentable (Viana *et al* 2012); lo cual no ocurre en el fogón que requiere de combustibles leñosos de mejor calidad como la leña de los árboles que tiene cerca de 20 MJ/Kg (Pérez 2014).

En lo que respecta a la leña viva, se obtuvo cortando ramas de árboles frutales, de los pinos, tepamos, mezquites y arbustos. De igual forma que en el fogón, la leña que se cortó del tronco y ramas de los pinos provenía los residuos de la extracción comercial del pino, y la que se cortó de los tepamos era de los árboles que ya estaban secos pues está prohibido cortar árboles que estén vivos aunque sea de tepamo. La leña que se cortó del mezquite no es causa de problemas de acuerdo a lo que comentaron: *“bueno de esos como mezquite y huizache y perimo, esos sí, pero árboles grandotes como encinos esos no, solamente se usa de leña como cuando ya están secos”, “pues así como el encino no, solamente que este seco, pero el huizache, fresno, zapote, de todo menos de encino (Tanimireche)”*. Respecto a la biomasa de la poda de los árboles frutales y árboles de sombra que hay en los patios de las casas, si bien puede suplir los requerimientos energéticos de las familias (Velázquez-Martí *et al* 2011), se encontró que se utiliza como una fuente de combustible complementaria pero puede brindar una cantidad de leña adecuada para los requerimientos de la casa (Ramírez-López *et al* 2012); además, esta fuente de combustible es más accesible por la cercanía y facilidad de obtención: *“casi lo más que uso es de durazno o abrojo, son de árboles que están en mi casa (Tanimireche)”*.

De acuerdo a los resultados obtenidos y a la información proporcionada por las personas de cada comunidad, se encontró que hay elementos que influyen en la extracción de leña para uso doméstico y son similares en los dos lugares, no obstante, también se detectó que las condiciones ambientales de cada comunidad influyen en la leña que se puede extraer. En cuanto a los factores que determinan la extracción de leña están los propuestos por Díaz (2000), Tovar 2004, Nemiga *et al* (2006), Aguilera (2009) y Ramírez-López *et al* (2012), que identificaron que la colecta de leña depende de la distancia, la abundancia y la calidad de la leña, de esta forma las especies con mayor consumo son las que se encuentran a los alrededores de las localidades, de ahí las personas eligen las que son consideradas de mayor calidad, sin embargo si estas no son abundantes, las familias eligen las variedades más abundantes aunque sean consideradas de baja calidad. De esta manera las personas se adaptan a los recursos disponibles cambiando la preferencia de leña a las que son asequibles; esta situación se enfatiza en las zonas donde la degradación ambiental induce a la escasez de leña, como es el caso de Tanimireche en donde se diversificó las fuentes de extracción y las variedades de leña. No obstante, también se debe considerar que un aspecto que puede influir aún más que la cercanía y abundancia de la leña es el control que la gente puede tener sobre los recursos, pues, a pesar de que haya disponibilidad de leña, los acuerdos que se establecen para regular la extracción de leña ejercen mayor presión (Neiga *et al* 2006); de esta forma, la leña utilizada en La Mojonera y Tanimireche está regida por estos factores.

Respecto a la influencia de la oferta de leña del ecosistema (bosque, matorral sub-tropical) se diferenciaron dos patrones de acuerdo a la comunidad estudiada. En La Mojonera, la oferta de leña de árboles como el pino es alta debido a que las personas tienen mejor acceso a la leña del bosque y no tienen que invertir mucho tiempo en la colecta de leña, usan la leña muerta del suelo o llegan a cortar los árboles o ramas de las especies preferidas; de esta forma el consumo es dirigido a pocas especies pues éstas satisfacen sus demandas energéticas. Por otra parte, si existe una fuente extra de provisión, como es el caso de los desperdicios de los árboles cortados para los aserraderos, los patrones de consumo se verán fuertemente influidos por esta actividad. En Tanimireche, la expansión de la agricultura y ganadería, ha provocado la desaparición del bosque caducifolio y con ello la disminución de la leña de árboles; de esta manera las personas tienen más problemas para coleccionar las especies preferidas; ante esta situación las personas optan por diversificar sus fuentes de leña así como las variedades

consumidas incrementando el uso de leña de arbustos y podas de árboles frutales, que se encuentran cerca de las localidades y son de fácil acceso; es por esto que el consumo de leña muerta es mayor y por consecuencia el tamaño de la madera es más pequeño.

A pesar de que las condiciones ambientales determinen la oferta de la leña, sí las tecnologías de uso final son más eficientes, pueden ampliar los tipos de combustibles y fuentes de extracción de leña (Heltberg 2004). En las estufas tradicionales (que tienen una eficiencia del 17%) las personas, además de consumir mayor cantidad de leña, tienen que utilizar leña con alto poder calorífico (mayor a 20 MJ/Kg), con alta densidad en la madera y de un tamaño considerable (normalmente leña de troncos o ramas de árboles); características que aseguren que la biomasa no se consuma a gran velocidad y desprenda la energía adecuada para calentar/cocer la comida (Viana *et al* 2012 y Pérez 2014). Por otro lado, en las estufas eficientes como la Patsari, la cámara de combustión ayuda que la eficiencia térmica aumente al 30 %, lo cual permite, entre otros beneficios, que recursos que no habían sido considerados por su baja eficiencia energética pueden utilizarse como combustibles, como es el caso de la leña de las ramas de arbustos y árboles de pequeño tamaño (1cm-5cm), de esta manera la diversidad de plantas leñosas es mayor, así como las fuentes de obtención de leña, como las podas de árboles frutales. No obstante, es importante mencionar que un factor determinante utilizar estos recursos que no habían sido considerados, es que las familias conozcan y adopten la estufa eficiente, cuando las señoras conocen su estufa aprenden que la leña pequeña así como gruesa pueden ser útiles en la estufa.

Finalmente, las regulaciones que se establecen en las comunidades entorno a la extracción de leña para uso doméstico determinan la manera en que las personas acceden al recurso; estos acuerdos pueden conducir a una mejor gestión de los recursos y a su vez a la conservación de los bosques locales (Sekhar 2001 y Citlalic 2007). Además, los acuerdos influyen en la calidad de leña que se usa, las personas que son dueñas de terrenos pueden seleccionar las especies de mejor calidad, las que se adecuen a sus necesidades y pueden disponer de áreas más adecuadas para la extracción de leña; por el contrario, las cuando no se poseen tierras, las personas usan las especies disponibles que no son las más adecuadas para leña y tienen que conseguir el recurso de terrenos de familiares o amigos (Neiga *et al* 2006, Escobar-Ocampo *et al* 2009 y Aguileara 2013). Si bien, en países como China, las regulaciones de extracción de leña modificaron para promover el uso de las estufas eficientes de leña (Sinton *et al* 2014), en este estudio las reglas de acceso a la leña establecen las variedades, los sitios, cantidad, tipo de leña, distancia de colecta que se pueden extraer dentro de la comunidad, y en su caso, las sanciones por violar estos acuerdos; términos que son independientes del dispositivo en el que se utilice la leña. Los cambios en el tamaño y variedades de leña por el uso de la Patsari no se ven influidos por los acuerdos que se establecen. No obstante, esta información es útil para conocer la influencia de estos acuerdos en la adopción de las estufas mejoradas; en las comunidades donde las regulaciones restrinjan la extracción de leña considerada de calidad, la leña disponible puede no ser suficiente o eficaz para usarla en la estufa tradicional, es situación facilitaría que las familias adoptaran una estufa mejorada que pueda utilizar leña de menor calidad como combustible. La información que se obtuvo de las entrevistas no solo dio a conocer los acuerdos para la extracción de leña, también permitió entender aspectos de la vida cotidiana de las familias que influyen en los patrones de extracción de leña.

Objetivo	Metodología	Resultados		Aportación
Conocer los cambios en el consumo de leña por el uso de la estufa Patsari	PFC Longitudinal	Cantidad de leña	En consumo de leña de la estufa Patsari es de 2.0 Kg/cap/día y en el fogón de 3.2 Kg/cap/día.	La estufa Patsari conlleva a un ahorro de leña del 37%
		Transición	Cuando las familias tienen la oportunidad de usar una nueva tecnología, el 61% de la población adopta la estufa Patsari, el 29% usa la PyG, el 11% permanece con la estufa tradicional y el 1% usa PyF.	Las familias hacen uso de múltiples tecnologías/dispositivos.
Comparar las características de leña usada en los dos dispositivos	PFC Transversal	Variedades usadas como leña en cada dispositivo	En La Mojонера se usaron 4 variedades de árboles en el fogón y en la Patsari 5. En Tanimireche en el fogón se consumieron 10 variedades de leña y en la Patsari 17.	La estufa Patsari permite que se usen mayor variedad de árboles/arbustos como combustible.
		Tamaño de la leña por dispositivos	La leña empleada en las dos estufas es de tamaños similares pero en la Patsari se usó leña de hasta 1cm. En La Mojонера el tamaño de leña es similar en las dos estufas y en Tanimireche.	La leña de ramas/varañas de hasta 1 cm son utilizados como combustible en la Patsari lo cual no ocurre en el fogón donde se consume mayor cantidad de leña de mayor tamaño como la de árboles.
		Parte y tipo de leña	En el fogón se emplea leña de troncos y ramas de árboles y en la Patsari de árboles y arbustos. En el fogón se utilizó mayor cantidad de leña viva que leña muerta.	
Identificar si las reglas de acceso a la leña difieran en las familias que usan la estufa Patsari.	Entrevistas	En La Mojонера y Tanimireche los acuerdos de extracción de leña son similares, las personas pueden coleccionar la cantidad de leña deseada si es leña muerta, está prohibido cortar árboles para leña y si se rompen las reglas hay sanciones que van desde llamadas de atención hasta multas.		En las dos comunidades las reglas en torno a la extracción de leña son las mismas para las personas que usan la estufa Patsari o el fogón. Las reglas no influyen en la leña colectada para cada estufa.

**Tabla 4** Principales resultados y aportaciones del estudio.

## **X. CONCLUSIONES**

### **X.1. Consideraciones Finales**

Nuestros resultados confirman que el reemplazo de los fogones tradicionales por estufas Patsari se traduce en ahorros significativos de leña, aunque menores que en estudios previos. Asimismo, los ahorros derivados del uso de las Patsaris dependen de la combinación de los dispositivos que se utilicen para cocinar siendo máximos cuando se combina la Patsari con la estufa de gas

En las comunidades estudiadas domina el uso múltiple de tecnologías y combustibles que se expresa en cinco categorías de usuarios de acuerdo al combustible y la estufa utilizada. Los programas de diseminación de estufas de leña deben entonces enfocarse en entender y cubrir las necesidades energéticas de los hogares de zonas rurales, de acuerdo a sus diferentes condiciones y posibilidades de acceso a distintas opciones.

No se observan diferencias significativas en la diversidad de géneros, tamaño, parte de la planta y zonas de extracción de leña que se colecta para los fogones tradicionales y para las Patsaris. No obstante, en la estufa Patsari se observa una tendencia al consumo de leña de menor tamaño así como el uso de variedades, de árboles y arbustos que no son consumidos en el fogón, lo que sugiere que en la Patsari se amplía las posibilidades de combustibles considerados como inadecuados para el fogón

Los acuerdo sobre la extracción de leña para consumo doméstico determinan como se puede hacer la extracción del recurso, sin embargo, estas reglas se aplican por igual a las personas que cocinan con la estufa tradicional o con la estufa Patsari.

## **X.2. Alcances y limitaciones del estudio**

El presente estudio proporcionó información sobre los cambios en los patrones de colecta de leña por el uso de la estufa Patsari, se documentaron las modificaciones en el consumo de leña, el proceso de transición tecnológica, los cambios en las características de leña en la estufa tradicional y la estufa eficiente y la influencia de las reglas de acceso a la leña consumida.

A pesar de que se han descrito los beneficios sociales, económicos y ambientales que conlleva el uso de la estufa Patsari, en ninguna publicación se había podido analizar una muestra del tamaño de la de este estudio; la mayoría de los trabajos realizados evalúan el consumo de leña de grupos de 20 familias máximo y reportan los valores de consumo de leña a nivel comunal o municipal y teniendo como unidad de medida el consumo de leña por familias o por personas. Si bien esta información brinda un panorama de los cambios que se derivan del uso de la estufa Patsari, se necesitan evaluaciones con repeticiones de más de 20 familias en cada categoría de usuarios (mixtos y exclusivos) para que los valores sean lo más parecido a los consumos poblacionales y se demuestren los cambios. Además, se necesitan hacer estimaciones considerando la composición familiar de cada casa que se evalúa, de lo contrario los valores de consumo de leña se subestiman. En este estudio, la muestra de cada categoría de usuarios (F=64, FyG=45, P=76, PyG=32, PyF=1), tuvo un tamaño representativo por lo que los valores de consumo de leña son típicos de la población; además, el cálculo de consumo de leña se hizo considerando el valor de adulto estándar (como lo sugieren las metodologías de evaluación de estufas) lo que refleja el consumo real de la familia.

Los mismos datos que se usaron para estimar los consumos de leña en cada dispositivo fueron utilizados para conocer el proceso de transición tecnológica/energética en las zonas rurales. Estos resultados son de suma importancia pues sustentan la teoría de múltiples combustibles para explicar el proceso de transición. Esta teoría ha sido aceptada para describir los fenómenos de cambio tecnológico de las comunidades rurales, sin embargo, también ha sido rechazada para postular la teoría de la escalera energética. Entender las dinámicas de los cambios tecnológicos permitirá proponer alternativas para solucionar los problemas derivados del uso del fogón abierto. Si bien se ha pensado que la sustitución de estufas de leña por estufas de gas es una solución rápida que puede mitigar los problemas de salud por la inhalación de humo y los problemas ambientales por la emisión de gases de efecto invernadero; con estos resultados se demuestra que no es una alternativa realista; se ha visto que lejos de hacer una sustitución completa de tecnologías, los usuarios realizan la estrategia de múltiples uso de estufas y combustibles múltiples; las personas no utilizan la estufa de gas como principal dispositivo de cocción, hay familias que lo usan como fuente complementaria o hay familias que no lo usan, cuando las familias tienen oportunidad de cambiar su estufa eligen otra estufa de leña como la Patsari. Considerar los sistemas energéticos de la zona rural ayudará a proponer soluciones que mejoren la condición de vida de los usuarios de leña.

Hasta la fecha no existen estudios sobre los impactos en los recursos forestales por el uso sostenido de la estufa Patsari, si bien se esperaría que estos impactos disminuyeran, no se sabe a ciencia cierta los beneficios que estas estufas puedan traer a los bosques. Este estudio proporciona información base sobre los cambios en el tamaño, diversidad y tipo de leña que se utiliza en la estufa Patsari, sin embargo se necesitan estudios a futuro más completos que ayuden a determinar cómo estos cambios, así como el ahorro de leña, disminuyen la presión por la extracción de leña en los bosques más accesibles a las comunidades.

A pesar de las aportaciones que derivan de esta tesis, existen limitaciones que si se abordaran en futuras investigaciones ayudarían a entender los impactos por el uso sostenido de la estufa Patsari. Estas limitaciones resultan de la dificultad de encontrar familias con uso sostenido de la estufa Patsari, de cuantificar los impactos en los bosques por el uso de la Patsari y de las diferencias metodológicas para obtener los consumos de leña.

En este estudio las familias que se eligieron para conocer los impactos por el uso sostenido de la estufa Patsari tenían de dos a nueve meses de usar la estufa mejorada, en promedio eran cuatro meses. Se recomienda que cuando se hagan estudios sobre los efectos ambientales, sociales o económicos derivados del uso de la Patsari, las familias hagan ya un uso sostenido de la estufa Patsari. El tiempo que se requiere para llegar al uso sostenido varía en cada hogar pero se ha visto que entre los cinco y nueve meses adquieren el conocimiento necesario para usar la estufa. Cuando se analicen los impactos, se deben elegir familias que hayan tenido tiempo suficiente para conocer la estufa y utilizarla con frecuencia y en diversas tareas de cocinado; pues es en ese momento cuando se reflejan los cambios en las prácticas de cocinado, refiriéndose a modificaciones en el consumo de combustible, exposición al humo, tiempos de cocinado y uso de estufas.

Respecto a los impactos que pueden generarse en los bosques por el uso de la estufa Patsari, se deben establecer indicadores que sean cuantificables para evaluar el cambio antes y después del uso de la estufa. Si bien este trabajo intentó analizar algunos aspectos que podrían ser útiles para detectar estos cambios, solo se llegó a conocer las características de la leña que se usa en las estufas tradicionales y en las mejoradas. Una primera aproximación se puede realizar considerando el balance de la biomasa disponible para leña en la comunidad, la cantidad de leña viva/muerta que se extrae, la productividad de la biomasa de acuerdo al tipo de vegetación, las zonas de extracción de leña, la accesibilidad legal a bosque, el número de personas que cocinan con leña y el número de personas que utilizan sostenidamente la estufa Patsari. Estos parámetros deben ser evaluados para la leña que se consume en el fogón y en la Patsari dentro de una comunidad. De esta manera, se podrán identificar los impactos por la disminución en la cantidad y el cambio en la leña que se consume. Los ahorros en el consumo de leña (en términos de toneladas), provocarían una disminución en el consumo de leña que se corta de los árboles (mayor consumo de leña muerta), además, se esperaría que la extracción de leña se diversifique disminuyendo la presión en unas cuantas especies. Estos cambios tendrían que repercutir positivamente en la estructura y funcionamiento de los bosques más cercanos a las poblaciones; principalmente en las zonas con escasez de leña pues las familias tendrían disponible la madera pequeña como leña y se evitaría la extracción o poda de árboles y con ello la degradación del ecosistema.

Existen muy pocos estudios, además de los ya mencionados (Berrueta *et al* 2008 y Masera y Navia 1996), que estimen los consumos de leña considerando como unidad de consumo el adulto estándar; la mayoría de los estudios calculan los valores de consumo por las personas de la familia. Si bien este último procedimiento brinda un valor del consumo per cápita de leña, el valor se subestima ya que no normaliza el consumo de leña de acuerdo a la edad de las personas; no es el mismo requerimiento en leña y energía para cocinar de una familia integrada únicamente por adultos a una familia integrada por adultos y niños. Se propone que el cálculo sea entre adultos equivalentes en donde se considera la fracción de requerimientos de alimentos o de energía para cocinarlos de un niño, mujer o anciano, en relación con un adulto hombre, de forma que un niño necesitara menos gasto energético y por consecuencia menos leña para la preparación de su comida respecto a un adulto.



Finalmente, los avances en el entendimiento de los patrones de consumo de leña en las comunidades rurales son de suma importancia para la implementación de políticas públicas que aborden el futuro energético en zonas rurales, atendiendo los problemas de salud y ambientales. Las alternativas para mitigar los problemas por el uso del fogón abierto deben de cubrir las necesidades de cocinado de las familias en lugar de buscar modernizar los sistemas energéticos de las casas. Se deben proponer programas de diseminación de estufas eficientes de leña que estén conformados por talleres, capacitaciones y monitoreo subsecuentes a la construcción. Los talleres deben estar enfocados a sensibilizar a la personas sobre los problemas de salud por la inhalación de humo, problemas ambientales por la quema de leña y problemas en el tiempo y esfuerzo empleado en la colecta de leña; también se debe de hablar sobre los beneficios de usa la estufa Patsari y sus efectos en los problemas mencionados anteriormente. El desarrollo y construcción de las estufas debe estar acompañado de la participación de los usuarios, la posibilidad de adopción es mayor si hay relación entre la estufa y los usuarios. Debe haber capacitaciones de sobre el uso y mantenimiento de las estufas, muchas personas dejan de usar la Patsari por no saber limpiarla. El monitoreo es de suma importancia pues ayuda a conocer los beneficios de la estufa pero también hay un vínculo constante de las usuarias con los técnicos, si hay que cambiar piezas de la estufa o hay dudas sobre el uso, se pueden resolver fácilmente, de lo contrario, hay menos probabilidad de adopción de la estufa.

## XI. LITERATURA CITADA

Abeliotis, K. y Pkula, C. 2013. Reducing health impacts of biomass burning for cooking the need for cookstove performance testing. *Energy Efficiency*, 6:585–594 pp.

ADIAT Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico. 2014. <http://adiat.org/subcontenidos.php?id=6>. Última visita noviembre 2014.

Aguilera, L. 2009. Conocimiento sobre el manejo de leña en tre comunidades cafetaleras del centro de Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. México. 77pp.

Álvarez-Gayaou, J. 2003. Como hacer investigación Cualitativa: fundamentos y metodología. Ed. Paídos Ecuador. D.F., México. 13-38 pp.

APROVECHO. 2014. <http://www.aprovecho.org/lab/pubs/testing>. Ultima visita diciembre 2014.

Argawal, A. 1986. Cold hearts and barren slopes: the woodfuel crisis in the third world. Libros Zed. Ed. Allied publicaciones. Londres. 46-65 pp.

Armendariz-Arnes, C., Edwards, R., Johnson, M., Rosas, I., Espinosa, F. y Masera, O. 2010. Indoor particle size distributions in homes with open fires and improved Patsari cook stoves. *Atmospheric Environment*, 44:2881-2886 pp.

Azevedo, E. 2003. Espacios urbanos comunitarios durante el periodo virreinal en Michoacán. Universidad Nacional de San Nicolás de Hidalgo, Morevallado editores, México; en Azevedo, E. La vivienda Purépecha: historia, habitabilidad, tecnología y confort de la vivienda Purépecha. Universidad Nacional de San Nicolás de Hidalgo. México. 162 pp.

Bailis, R., Berruta, V., Chengappa, C., Dutta, K., Edwards, R., Masera, O., Still, D. y Smith K. 2007. Performance testing for monitoring improved biomass stove interventions: experiences of the household energy and health Project. *Energy for sustainable development*, 11(2):57-70 pp.

Barnes. D. y Floor, W. 1996. Rural energy in developing countries: a challenge for economic development. *Annual review of energy environment*, 21:497-530 pp.

Berrueta, V. 2007. Evaluación energética del desempeño de dispositivos para la cocción con leña. Tesis de Doctorado en Ingeniería, Facultad de Ingeniería UNAM, México. 139 pp.

Berrueta, V., Edwards, R. y Masera, O. 2008. Energy performance of wood-burning cookstoves in Michoacán, Mexico. *Renewable Energy*, 33 (5):859–870 pp.

Camou, G., Guerreo, S., López, D., Villalobos, D., Carrillo, H., Turuséachi, P., Sánchez, C. y Vega, J. 2006. La leña: el recurso olvidado; una experiencia de participación social y cambios tecnológicos en dos regiones de la Sierra Tarahumara. Consultoría Técnica Comunitaria. 64 pp.

Citlalic, A. 2007. La extracción y consumo de biomasa en México (1970-2003): integrando la leña en la contabilidad de flujos de materiales. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 6: 1-16 pp.

COINBIO (Conservación Comunitaria de la Conservación). 2009. Evaluación rural participativa, plan de desarrollo comunitario en el ejido Tanimireche, municipio de Chucándiro, Michoacán. COINBIO, CONAFORD y SERINE.

Díaz, R. 2000. Consumo de leña en el sector residencial de México: evolución histórica y emisiones de CO<sub>2</sub>. Tesis de Maestría, Facultad de Ingeniería, UNAM. México D.F. 80 pp.

Díaz, R., Berrueta, V. y Masera, O. 2011. Estufas de leña. En: Cuaderno temático número 3. México D.F. Ed. Red Mexica de Bioenergía, A.C. 30 pp.

Escobar-Ocampo, C., Niños, J., Ramírez, N., y Pacheco, C. 2009. Diagnóstico participativo del uso, demanda y abastecimiento de leña en una comunidad zoque del centro de Chiapas, México. *Ra Ximhai*, 5(2): 201-223 pp.

FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. <http://www.fao.org/forestry/energy/es/>. Última visita mayo 2012.

Foell, W., Pachauri, S., Spreng, D. y Zerriffi, H. 2011. Household cooking fuels and technologies in developing economies. *Energy Policy*, 39:7487–7496 pp.

Furukama, K., Fujiwara, K., Kiboi, S., Patrick, B. y Mutiso, C. 2011. Can stumps tell what people want: pattern and preference of informal wood extraction in an urban forest of Nairobi, Kenya. *Biological Conservation*, 144: 3047–3054 pp.

GACC Global Alliance for Clean Cookstove. 2014. <http://cleancookstoves.org/technology-and-fuels/testing/protocols.html>. Última visita diciembre 2014.

García-Frapolli, E., Schilman, A., Berrueta, V., Edwards, R., Johnson, M., Guevara-Sanginés, A., C., y Masera, O. 2010. Beyond fuelwood savings: Valuing the economic benefits of introducing improved biomass cookstoves in the Purépecha region of Mexico. *Ecological Economics*, 69:2598–2605.

Garibay, C. y Bocco, G. 2011. Ocupación y uso del suelo en la región purépecha. En: Cambios de uso de suelo en la Meseta Purépecha (1976-2005). SEMARNAT, México. 21-29 pp.

Ghilardi, A. 2008. Análisis multi-escalar de los patrones espaciales de oferta y demanda de leña para uso residencial en México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Centro de Estudios en Ecosistemas, UNAM. México. 268 pp.

Ghilardi, A., Guerrero, G., Masera, O. 2007. Spatial analysis of residential fuelwood supply and demand patterns in Mexico using the WISDOM approach. *Biomass and Bioenergy*, 31, 475-491 pp.

González-Martínez. A. 2003. La extracción y consumo de biomasa en México (1970-2003): integrando la leña en la contabilidad de flujos de materiales. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 6: 1-16 pp.

Gunther, B. y Grimm, M. 2015. Why do households forego high returns from technology adoption? Evidence from improved cooking stoves in Burkina Faso. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 36 pp.

Heltberg, R. 2004. Fuel switching: evidence from eight developing countries. *Energy Economics*, 26(5): 869-887 pp.

Hiemstra-Van del Horst, G. y Hovorka. 2008. Reassessing the “energy ladder”: Household energy use in Maun, Botswana. *Energy Policy*, 36: 3333– 3344 pp.

INAFED. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2014. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/index.html>. Última visita diciembre 2014.

Inayatullah, J. 2012. What makes people adopt improved cookstoves? Empirical evidence from rural northwest Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16:3200–3205 pp.

INEGI (Instituto Nacional de Ecología y Geografía). 2000. XII Censo General de Población y Vivienda. <http://www.inegi.org.mx/>. Último visita junio 2014.

Jem, A., Kohlin, G, y Persson, R. 2006. Woodfuels, livelihoods and policy interventions; changing perspectives. *World development*, 34:596-611 pp.

Leach, G. y Gowen, M. 1989. Manual de referencia sobre el sector energético residencial. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento Banco Mundial. Washington, D.C., E.U.

Link, C. y Axinn, W. 2012. Household energy consumption: Community context and the fuelwood transition. *Social Science Research*, 41: 598–61 pp.

López, R. 1998. La metodología de la encuesta. En: Galindo C. Técnicas de investigación en sociedad cultura y comunicación. México D.F. Ed. CONACULTA 33-73 pp.

Masera, O. 1994. Socioeconomic and environmental implications of fuelwood use dynamics and fuel switching in rural Mexico. Tesis de Doctor en Filosofía en Energía y Recursos. Universidad de California. Berkeley. E. U. 282 pp.

Masera, O. y Navia, J. 1996. Fuel switching or multiple cooking fuels? Understanding inter-fuel substitution patterns in rural Mexican households. *Biomass and Energy*, 12(5): 347-361 pp.

Masera, O., Masera, D. y Navia, J. 1998. Dinámica y uso de los recursos forestales de la Región Purépecha, el papel de las pequeñas empresas artesanales. GIRA, México. 13-28 pp.

Masera, O., Saatkamp, B. y Kamen, D. 2000. From linear fuel switching to multiple cooking strategies: a critique and alternative to the energy ladder model. *World development*, 28(12):2083-2103 pp.

Masera, O. y Berrueta, V. 2005. Programa para el uso sustentable de la leña en México: de la construcción de estufas a la apropiación de tecnología. *Energy for Sustainable Development*, 9(5): 25-36 pp.

Masera, O., Edwards, R., Armendáriz, C., Johnson, M., Rojas, L., Riojas-Rodríguez, H. y Smith, K. 2007. Impact of Patsari improved cookstoves on indoor air quality in Michoacán, Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 6(2): 45-56 pp.

Némiga, X., Purata, S. y Treviño, E. 2006. Análisis social y espacial del uso de leña en el trópico mexicano. *Ciencia*, 9(2): 135-142 pp.

Ortiz, J., Masera, O. y Fuentes, A. 2012. Descripción de actores, ecotecnias e iniciativas. En: La Ecotecnología en México. Ed. Imagia Comunicación. Unidad de Ecotecnologías del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia. 29-41 pp.

Ostrom, E., 1998. A behavioral approach to the rational choice theory of collective action. *American Political Science Review*, 92: 1-22 pp.

Pérez, S., Renedo, C., J., Ortiz, A., Delgado, F., y Fernández, I. 2014. Energy potential of native shrub species in northern Spain. *Renewable Energy*, 62:79-83 pp.

Pine, K., Edwards, R., Masera, O., Schilman, A., Marrón-Mares, A. y Riojas-Rodríguez, H. 2011. Adoption and use of improved biomass stoves in Rural Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 15(2): 176-183 pp.

PROFEPA, 2013. [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/325/1/mx/normas\\_oficiales\\_mexicanas.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/325/1/mx/normas_oficiales_mexicanas.html). Última visita octubre 2013.

Quiroz-Carranza, J. y Orellana R. 2010. Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán, México. *Madera y Bosques*, 16 (2):47-67 pp.

Ramírez-López, J., Ramírez-Marcial, N., Cortina-Villar, H. y Castillo-Santiago, M. 2012. Déficit de leña en las comunidades cafetaleras de Chenalhó, Chiapas. *Ra Ximhai*, 8(3):27-39 pp.

Rogers, E. 2003. Diffusion of innovations. 5th Edition. Free Press. U. S. A. 550 pp.

Ruger, N., Williams, L., Kissling, D. y Huth, A. 2008. Long-term impacts of fuelwood extraction on a tropical Montane Cloud Forest. *Ecosystems*, 2: 868-881 pp.

Ruiz-Mercado, I., Masera, O., Zamora, H. y Smith, K. 2011. Adoption and sustained use of improved cookstoves. *Energy Policy*, 39:7557–7566 pp.

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. [http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx\\_Cont.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf).

Sangay, W. 2011. Fuelwood consumption and production in Alpine Bhutan. Tesis de Maestría en Ciencias y Recursos de la Conservación. Universidad de Montana. E.U. 72 pp.

Sekhar, U. 2001. Fuelwood and fodder extraction and deforestation: mainstream views in India discussed on the basis of data from the semi-arid region of Rajasthan. *Geoforum*, 32:319-332 pp.

Serrano-Medrano, M., Arias-Chalico, T., Ghilardi, A. y Masera, O. 2014. Spatial and temporal projection of fuelwood and charcoal consumption in Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 19: 39–46 pp.

Sinton, J., Smith, K., Peabody, J., Yaping, L., Xiliang, Z., Edwards, R., y Quan, Q. 2004. An assessment of programs to promote improved household stoves in China. *Energy for Sustainable Development*, 8(3):33-52 pp.

Smith, K. y Shuhua, G. 1993. One hundred million improved cookstoves in China: how was it done? *World Development* 21(6):941-961 pp.

Smith, K., Apte, M., Yunging, M., Wongsekiarttirat, W. y Kulkarni, A. 1994. Air pollution and the energy ladder in Asian cities. *Energy*, 19: 587–600 pp.

Spetch, M., Riberio, S., Albuquerque, U., Tabarelli, M. y Melo, F. 2015. Burning biodiversity: Fuelwood harvesting causes forest degradation in human-dominated tropical land scapes. *Global Ecology and Conservation*, 3: 200–209 pp.

Subramanian, M. 2014. Global health: deadly dinners. *Nature*, 509. 548-551 pp.

Taylor, S. y Bogdan, R. 1987. Introducción a los métodos cualitativos de investigación: la búsqueda de significados. Ed. Paidós. Barcelona, España. 343 pp.

Tovar, M. 2004. Uso de leña y su impacto en comunidades de la Región Purépecha, Michoacán, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica. 102 pp.

Troncoso, K., Castillo, A., Maser, O. y Merino, L. 2007. Social perceptions about a technological innovation for fuelwood cooking: Case study in rural Mexico. *Energy Policy* 35(5): 2799–2810 pp.

Troncoso, T. K. 2010. Manejo de recursos forestales en la región Purépecha: diseño, difusión y adopción de Tecnología para cocción con Leña. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM. 154 p.

Van der Kroon, B., Brouwer, R., Pieter, J. y Beukering, V. 2013. The energy ladder: Theoretical myth or empirical truth? Results from a meta-analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20: 504–513 pp.

Viana, H., Vega-Nieva, D.J., Ortiz-Torres, L., Lousada, J. y Aranha, J. 2012. Fuel characterization and biomass combustion properties of selected native woody shrub species from central Portugal and NW Spain. *Fuel*, 102:737–745 pp.

Wang, Y., Sohn, M., Wang, Y., Lask, K., Kirchstetter, T. y Gadgil, A. How many replicate tests are needed to test cookstove performance and emissions? Three is not adequate. *Energy for Sustainable Development*, 20: 21-29 pp.

Zamora, H. 2011. Impactos socio-ecológicos del uso sostenido de estufas eficientes de leña en siete comunidades de Michoacán. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM. 171 pp.

## XII. ANEXOS

### XII.1. Anexo 1 Formatos para las pruebas de funcionamiento de cocina

#### XII.1.1. 1.1 Consumo de leña

<b>Municipio</b>	<b>Localidad</b>	<b>Folio de vivienda</b>		<b>Tipo de tecnología</b>
				Fogón <input type="checkbox"/> Patsari <input type="checkbox"/> Gas <input type="checkbox"/>
<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de término</b>	<b>Encuestador</b>		<b>Etapa del monitoreo</b>
				Inicial <input type="checkbox"/> Ira. <input type="checkbox"/> a. 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

#### NÚMERO DE PERSONAS QUE COMIERON EN LA CASA

Día de la semana		Niños 0 – 14	Mujeres más de 14	Hombres 15 – 59	Hombres más de 59	Hora	Comentarios
Día 0:							
Día 1:	Del 0 al 1						
Día 2:	Del 1 al 2						
Día 3:	Del 2 al 3						
Día 4:	Del 3 al 4						
Día 5:	Del 4 al 5						
Día 6:	Del 5 al 6						
Día 7:	Del 6 al 7						

#### MEDICIÓN DE GAS

PESO GAS INICIAL (kg)	PESO GAS FINAL (kg)	TIEMPO PROMEDIO UTILIZADO EN EL DÍA (Horas)	CONSUMO FAMILIAR	Anotar si calentaron agua para bañarse con gas o si prepararon algún tipo especial de alimento



Dí A	ESPECIE (Tipo de leña)	LEÑA INICIAL (kg)	LEÑOS INICIALE S	LEÑA FINAL (kg)	LEÑOS FINALES	CONSUMO FAMILIAR	Anotar si calentaron agua para bañarse o prepararon algún alimento especial
1							
2							
3							
4							
5							



## **XII.2. Anexo 2 Entrevista sobre reglas y acceso a la leña**

### ***XII.2.1. 2.1 Reglas de uso y acceso a leña***

1. ¿La leña que recolectan de que zona del bosque la traen?
2. ¿Hay zonas dónde esté prohibido recolectar leña, Cuáles son?
3. ¿Quién puede extraer la leña del bosque?
4. ¿Hay alguna época del año en la que no se permita sacar leña del bosque, Cuándo?
5. En caso de que esté prohibido colectar leña en alguna temporada, de dónde obtienen la leña en esa época?
6. ¿Qué volumen de leña pueden sacar del bosque si la recolectan?
7. ¿Qué volumen de leña pueden sacar del bosque si la cortan de los árboles?
8. ¿Hay reglas para talar árboles para leña, cuáles son?
9. ¿Hay reglas para recolectar leña del boque, cuáles son?
10. ¿Existen castigos por romper las reglas?
11. ¿Cuáles son las sanciones?
12. ¿Quién (es) son los encargados que se cumplan las reglas?
13. ¿Quiénes eligen las reglas y las sanciones?
14. ¿Quién puede tener acceso a la leña de aserradero de la comunidad?
15. ¿Existen reglas para la provisión de leña del aserradero?

### ***XII.2.2. 2.2 Colecta de la leña del aserradero***

1. ¿Cuántos aserraderos existen en la comunidad?
2. ¿A quién pertenecen estos aserraderos?
3. ¿Con qué frecuencia extraen leña del bosque para el aserradero?
4. ¿Cuánta madera extraen del bosque para los aserraderos?
5. ¿Cuántos troncos se procesan en un día?
6. ¿Qué porcentaje se aprovecha como madera comercial en el aserradero?
7. ¿Qué porcentaje se usa como leña de la madera de aserradero?
8. ¿La leña del aserradero se vende o se regala?
9. ¿Para cuántas personas alcanza la leña que se regala/vende?
10. ¿Cada cuando regala leña de aserradero?

### XII.3. Anexo 3 Comparaciones de ANOVA

#### XII.3.1. 3.1 Consumo de leña entre estufas

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	17.9101	3	5.97002	3.01	0.0341
Intra grupos	188.517	95	1.98439		
Total (Corr.)	206.427	98			

#### XII.3.2. 3.2 Diversidad de leña entre estufas en La Mojonera

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	0.794956	1	0.794956	0.51	0.4787
Intra grupos	71.6842	46	1.55835		
Total (Corr.)	72.4792	47			

#### XII.3.3. 3.3 Diversidad de leña entre estufas en Tanimireche

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	159.805	1	159.805	7.14	0.0098
Intra grupos	1299.04	58	22.3973		
Total (Corr.)	1458.85	59			

*XII.3.4. 3.4 Tamaño de leña entre estufas en La Mojonera*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	36.0322	1	36.0322	3.27	0.0723
Intra grupos	1694.72	154	11.0047		
Total (Corr.)	1730.75	155			

*XII.3.5. 3.5 Tamaño de leña entre estufas en Tanimireche*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	0.101167	1	0.101167	0.02	0.8902
Intra grupos	905.648	171	5.29619		
Total (Corr.)	905.749	172			

*XII.3.6. 3.6 Parte de la planta empleada como leña entre estufas*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	0.00925074	1	0.00925074	0.07	0.7895
Intra grupos	42.392	327	0.129639		
Total (Corr.)	42.4012	328			

## XII.4. Anexo 4 Tablas omitidas en los resultados

### XII.4.1. 4.1 Transición Energética y Tecnológica

E 1	Fogón												F y G											
109	64												45											
E 2	Fogón				Gas				P y F				Patsari				P y G				F y G			
109	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
	6	9%	1	2%	1	2%	0	0%	1	2%	0	0%	52	81%	15	33%	4	6%	28	62%	0	0%	1	2%
Tot	7				1				1				67				32				1			

Transición energética y tecnológica en las comunidades rurales de Michoacán. Cambios en los dispositivos de cocción de la etapa uno donde solo existían usuarios con fogón y F y G, a la etapa dos donde cambian, complementa o sustituyen por una estufa mejorada.

### XII.4.2. 4.2 Características de la leña

#### XII.4.2.a. 4.2.1 Diversidad de leña en La Mojonera

Meseta Purepecha	Dispositivo	Pob	Sp	Pino		Encino		Tepamo		Cedro		Madroño		Total
				Pinus sp.		Quercus sp.		Acacia sp.		Cedrus sp.		Arbutus sp.		
				Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	
	Fogón	11	4	273.8	78%	7.9	2%	61.9	18%	5.3	2%	0.0	0%	348.9
	Patsari	16	5	448.5	72%	45.5	7%	115.9	19%	8.4	1%	4.6	1%	623.0
	Total	27	5	722.3	74%	53.4	5%	177.8	18%	13.7	1%	4.6	0.5%	971.8

En la tabla se muestran los tipos de leña que se utilizan tanto en el fogón como en la estufa Patsari

**XII.4.2.b. 4.2.2 Diversidad de leña en Tanimireche**

Lago de Cuitzeo	Dispositivo	Pob	Árboles					Arbusto			Total		
			Huizache Acacia sp.	Mezquite Prosopis sp.	Fresno Fraxinus sp.	Zapote Diospyros sp.	Casahuate Ipomea sp.	Otros	Jara Cistus sp.	Barrendero Baccharis			Otros
			Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	N	Kg
			Fogón	5	16.71	5.27			8.00	11.3	7.53	3.82	0.39
Patsari	17	61.90	38.90	39.88	18.50	11.07	42.00	25.40	5.17	4.02	19	246.8	
<b>Total</b>		<b>78.6</b>	<b>44.2</b>	<b>39.9</b>	<b>18.5</b>	<b>19.1</b>	<b>53.3</b>	<b>32.9</b>	<b>9.0</b>	<b>4.4</b>	<b>29.0</b>	<b>299.8</b>	

**XII.4.2.c. 4.2.3 Diámetro de leña por estufa en La Mojonera**

Dispositivo	Leña de Bosque											Aserradero					
	Pino		Tepamo		Encino		Madroño		Cedro		X		Pino		Encino		X
	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	L	T	L	T	
Fogón	5.9	4.9	6.0	10.0	6.2	12.7	0.0	0.0	2.4	0.0	5.1	9.2	6.6	9.6	5.3	9.6	7.7
Patsari	6.8	13.4	6.3	0.0	6.6	0.0	11.0	0.0	4.7	0.0	6.1	13.4	6.6	9.5	7.9	0.0	8.0

**XII.4.2.d. 4.2.4 Diámetro de la leña por estufa en Tanimireche**

Dispositivo	Arbustos cm							Árboles cm															
	Jara (1)	Barrendero	Capitaneja (3)		Otros (4)		X	Huizache (5)		Mezquite (6)		Casahuate (7)		Zapote (8)	Eucalipto (9)		Tepamo (10)	Palo Blanco	Otros (12)		X		
	R	R	V	R	V	R	R	T	R	T	R	T	R	R	T	R	R	R	T	T	R		
Fogón	4.5	5.0	0.0	4.5	0.0	0.0	4.7	0.0	3.4	0.0	6.3	0.0	4.2	0.0	8.0	6.5	0.0	7.0	0.0	0.0	6.0	5.7	5.9
Patsari	4.3	4.3	2.0	4.5	1.2	3.8	4.2	1.9	3.3	10.0	3.7	6.6	2.9	17.0	5.8	5.5	9.5	0.0	6.6	4.0	5.0	8.9	4.4

En color café se muestra la leña que proviene de los arbustos y en color verde la que proviene de los árboles. Las letras representan la parte del árbol/arbusto, la letra R se refiere a las ramas, la letra V a las varañas y la T al tronco.



**XII.4.2.e. 4.2.5 Parte de la plantas utilizadas como leña para el fogón**

Leña		Leña de Bosque= 42%						Subproductos=58%		
		Parte utilizada			Tipo de leña			Asedo.	Huerto	Total
		Tronco	Rama	Total	Viva	Muerta	Total	Kg	Kg	
Árboles	Pino	14.4	35.3	<b>49.6</b>	49.6		<b>49.6</b>	224.2		<b>224.2</b>
	Tepamo		63.2	<b>63.2</b>	61.9	1.34	<b>63.2</b>			
	Encino	0.93		<b>0.9</b>		0.9	<b>0.9</b>	6.9		<b>6.9</b>
	Huizache		16.7	<b>16.7</b>		16.7	<b>16.7</b>			
	Casahuate		8.0	<b>8.0</b>		8.0	<b>8.0</b>			
	Zapote								3.6	<b>3.6</b>
	Otros	11.8	5.0	<b>16.8</b>	6.3	10.5	<b>16.8</b>			
Arbustos	Jara		7.6	<b>7.6</b>	3.46	4.13	<b>7.6</b>			
	Barrendero		3.8	<b>3.8</b>		3.82	<b>3.8</b>			
	Capitaneja		0.4	<b>0.4</b>		0.39	<b>0.4</b>			
Total Kg		27.1	140.0	<b>167.1</b>	121.3	45.8	<b>167.1</b>	231.1	3.6	<b>235</b>
%		7%	35%		31%	11%				58%

**XII.4.2.f. 4.2.6 Parte de las plantas utilizada como leña en Patsari**

Leña		Leña de Bosque= 54%						Subproductos=46%		
		Parte utilizada			Tipo de leña			Asedo.	Huerto	Total
		Tronco	Rama	Total	Viva	Muerta	Total	Kg	Kg	
Árboles	Pino	92.0	26.8	<b>118.9</b>	33.5	85.4	<b>118.9</b>	340.7		<b>341</b>
	Tepamo	2.5	113.4	<b>115.9</b>	81.9	34.0	<b>115.9</b>			
	Encino	4.6	15.0	<b>19.6</b>	1.4	18.2	<b>19.6</b>	25.9		<b>26</b>
	Huizache		61.90	<b>61.9</b>		61.9	<b>61.9</b>			
	Mezquite	2.6	36.32	<b>38.9</b>	23.71	15.16	<b>38.9</b>			
	Fresno	34.3	5.58	<b>39.9</b>		39.8	<b>39.8</b>			
	Zapote								18.3	<b>18</b>
	Otros	4.8	36.9	<b>41.7</b>	21.4	20.4	<b>41.7</b>		14	<b>14</b>
Arbustos	Jara		25.42	<b>25.4</b>	6.5	18.9	<b>25.4</b>			
	Barrendero		5.17	<b>5.2</b>		5.2	<b>5.2</b>			
	Otros		3.9	<b>3.9</b>		3.72	<b>3.7</b>			
Total Kg		140.8	330.4	<b>471.1</b>	168.4	302.7	<b>471.1</b>	366.7	32.3	<b>399</b>
%		16%	38%		19%	35%		42.1%	3.7%	45.9%

Parte de las plantas leñosas utilizada como leña en las familias que ocupan la estufa Patsari. ASEDO. Abreviación de aserradero.