

EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTUFAS ECOLÓGICAS Y
PARCELAS FORESTALES COMO ESTRATEGIA PARA LA DISMINUCIÓN DEL
DETERIORO DE LOS BOSQUES NATURALES EN LA ZONA RURAL DEL
MUNICIPIO DE PUEBLO BELLO, CESAR

CLAUDIA MARCELA FORERO MENDOZA

MARIA LUISA GONZALEZ MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR-CESAR

2019

EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTUFAS ECOLÓGICAS Y
PARCELAS FORESTALES COMO ESTRATEGIA PARA LA DISMINUCIÓN DEL
DETERIORO DE LOS BOSQUES NATURALES EN LA ZONA RURAL DEL
MUNICIPIO DE PUEBLO BELLO, CESAR

CLAUDIA MARCELA FORERO MENDOZA

MARÍA LUISA GONZÁLEZ MARTÍNEZ

DIRECTOR

MSC. MARIA ALEJANDRA CHINCHILLA CALDERÓN

CODIRECTOR

PHD. ÁNGEL DAVID POLO CÓRDOBA

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR-CESAR

2019

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

A Dios, a mi madre y hermano por iluminar mis días más oscuros.

Claudia Marcela Forero Mendoza.

*A mi abuela Ana Josefa Arias (Q.E.P.D), mi mejor ejemplo e inspiración de mujer,
madre y trabajadora incansable.*

María Luisa González Martínez

AGRADECIMIENTOS

Claudia Marcela Forero Mendoza

Primeramente, gracias Dios mío por tomar mi mano y guiarme en el camino para poder alcanzar esta meta. Gracias Padre Celestial por darme fuerzas y levantarme cuando sentí que los obstáculos eran tan difíciles y pensé en rendirme, solo tú sabes los sacrificios que realicé a lo largo de mi carrera, pero me enseñaste que las flores deben soportar el frío del invierno para poder florecer en la primavera.

Gracias a mi madre por darme el regalo de la vida y darme su apoyo en mis años universitarios, gracias infinitas por ser mi luz en aquellos momentos complejos y por su amor incondicional. A mi hermano por ser mi confidente y soportar mis tropiezos, gracias por brindarme tu conocimiento y tu apoyo.

A mi compañera de proyecto, por trabajar conmigo y poder llevar a cabo esta investigación, por ser una guerrera, demostrándolo en esos momentos agotadores en pleno bosque donde las gotas de sudor de las largas caminatas se convirtieron en ríos de esperanza.

A mi padrino Hernán Alí y su esposa Cecilia Romero por adoptarnos un corto tiempo en Pueblo Bello, lo cual nos hizo más ameno el trabajo de campo.

Gracias a nuestra directora María Alejandra Chinchilla y Co-director Ángel Polo y evaluadores Héctor Segura y Tony Muñoz por todas sus indicaciones y comentarios que nos enriquecieron ayudaron a mejorar ciertos aspectos de nuestra investigación.

Finalmente, gracias a todos mis amigos y compañeros de estudio quienes hicieron el sendero más transitable donde en cada paso fui viviendo experiencias y conociendo mi lugar en el mundo.

AGRADECIMIENTOS

María Luisa González Martínez

Doy gracias a Dios por su maravillosa voluntad plasmada en el transcurso de estos años, moldeándome como alfarero al barro, con valentía y fortaleza, la cual me sigue preparando para este largo caminar.

A mi madre, Erlinda Martínez, mi amor eterno, por su esfuerzo incansable que me ha levantado innumerable de veces.

A mi padre, Luis González, por las enseñanzas que me ha inculcado, resultado de la mujer que soy.

A mi segunda madre, Luz Martínez, por su inmensurable apoyo en las situaciones más difíciles.

A mi hermano, Alberto González, por inspirarme a ser mejor cada día.

Así como a las familias González y Martínez por ser la motivación principal para alcanzar las metas propuestas.

A mis hermanos, amigos y colegas Ana Rodríguez, Silvia Murgas, Angie Rivera y Jesús Bayter por todos los momentos compartidos, horas de estudio, risas y fraternidad que siguen siendo constantes en el tiempo.

A la señora Laith Mendoza, por su seguimiento y apoyo incondicional en ésta investigación, del mismo modo que a los señores Hernán Alí y Cecilia Romero por hospedarnos en su hogar en el municipio de Pueblo Bello durante el tiempo de campo que se requirió.

A mi compañera de proyecto, Claudia Forero, por su insistencia y persistencia a lo largo de esta investigación, pero especialmente por su amistad y enseñanzas.

A nuestra directora María A. Chinchilla y Co-director Ángel Polo, por su acompañamiento en la formulación y desarrollo del presente estudio, así como a los evaluadores Héctor Segura y Tony Muñoz por las sugerencias pertinentes que hicieron más robusto los resultados.

A todos aquellos que no menciono, pero que aportaron a mi formación personal y profesional, gracias.

Sin todos ustedes, no hubiese sido posible.

CONTENIDO

	PÁG
CONTENIDO.....	9
LISTA DE TABLAS	12
LISTA DE GRÁFICAS	15
LISTA DE ANEXOS	16
INTRODUCCIÓN	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
2. JUSTIFICACIÓN	21
3. OBJETIVOS	23
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. MARCO REFERENCIAL.....	24
4.1 ANTECEDENTES	24
4.2 MARCO TEÓRICO.....	29
4.2.1 Uso de leña en Colombia.....	29
4.2.2 Afectaciones del consumo de leña en la salud	30
4.2.3 Impacto en el ambiente	31
4.2.4 Estufas eficientes	32
4.2.6 Metodologías para evaluar la efectividad de la estufa ecológica	38
4.2.5 Bosques Dendroenergéticos	42
4.3 MARCO CONCEPTUAL.....	43
4.4 MARCO CONTEXTUAL	45
4.4.1 Localización y extensión territorial.....	45

4.4.2 Geología	47
4.4.3 Geomorfología	48
4.4.4 Suelos	49
4.4.5 Hidrografía.....	50
4.4.6 Climatología	51
4.4.7 Vegetación.....	51
4.4.8 Fauna	53
4.4.9 Determinantes ambientales	53
4.4.10 Actividad económica.....	55
4.4.11 Etnias en el municipio	56
4.5 MARCO LEGAL.....	57
5. MARCO METODOLÓGICO.....	60
5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	60
5.2 POBLACIÓN.....	60
5.3 MUESTRA	61
5.4 DESARROLLO METODOLÓGICO	64
5.4.1. Etapa 1: Revisión de la información técnica e instrumentos de recolección de la información.....	64
5.4.2 Etapa 2: Definición de variables	65
5.4.3. Etapa 3: Desarrollo del diseño de la investigación	67
5.4.4 Etapa 4: Realización de visitas técnicas a las familias beneficiarias de las estrategias en la zona rural del municipio de Pueblo Bello	67
5.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	74
6. ANÁLISIS Y RESULTADOS	78
6.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS.....	78

6.1.1 Localización geográfica y temperatura	78
6.1.1. Etnia	81
6.1.3. Nivel socioeconómico.....	82
6.2 EFECTO DEL USO DE LAS ESTUFAS ECOLÓGICAS EN EL CONSUMO DE LEÑA COMO COMBUSTIBLE DOMÉSTICO	84
6.2.1 Caracterización.....	84
6.2.2 Kitchen Performance Test (KPT), Versión 3.0	90
6.3 EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE IMPLEMENTACIÓN DEL BOSQUE DENDROENERGÉTICO.....	98
6.4 IMPACTO DE LA INCORPORACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS EN LOS HÁBITOS DE VIDA DE LOS BENEFICIARIOS.....	107
7. CONCLUSIÓN	114
8. RECOMENDACIONES.....	116
9. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	120
BIBLIOGRAFÍA.....	123
ANEXOS	127

LISTA DE TABLAS

	PÁG
Tabla 1. Uso de leña en Colombia	29
Tabla 2. Riesgos relativos de los efectos en salud derivados del uso de combustibles sólidos para cocinar en Colombia.....	30
Tabla 3. Beneficios de la estufa ecológica.....	33
Tabla 4. Partes de la estufa ecológica.....	36
Tabla 5. Población del municipio de Pueblo Bello	46
Tabla 6. Suelos desarrollados según el tipo de Clima	49
Tabla 7. Hidrografía de la zona de estudio	50
Tabla 8. Áreas de reserva en el municipio de Pueblo Bello.....	54
Tabla 9. Áreas de preservación de la zona de estudio del municipio de Pueblo Bello.....	55
Tabla 10. Legislación ambiental en el marco de estufas ecológicas.....	57
Tabla 11. Población de estudio y muestra de la investigación	62
Tabla 12. Variables de la evaluación del consumo de leña	65
Tabla 13. Variables Socioeconómicas.....	66
Tabla 14. Variables del efecto de uso de las estufas ecológicas	66
Tabla 15. Variables del porcentaje de implementación del bosque dendroenergético.....	66
Tabla 16. Factor de corrección para adulto estándar.....	71
Tabla 17. Especificaciones Establecimiento de plantaciones dendroenergéticas (PMF) ..	72
Tabla 18. Valores por defecto de los factores de expansión de la biomasa	77
Tabla 19. Variables utilizadas en la caracterización de la muestra	78
Tabla 20. Características geográficas de las viviendas beneficiarias	79
Tabla 21. Relación número de personas que consumen los alimentos.....	91
Tabla 22. Variación del consumo y porcentaje de la leña	93
Tabla 23. Consumo de combustible por vivienda	97
Tabla 24. Implementación del PMF.....	99
Tabla 25. Evaluación de la proyección en cuanto a la implementación de parcelas y el consumo de leña	104

Tabla 26. Información adicional Evaluación de la proyección en cuanto a la implementación de parcelas y el consumo 106

Tabla 27. Presupuesto del proyecto..... 120

LISTA DE ILUSTRACIONES

	PÁG
Ilustración 1. Estufa versátil Pastari implementada en San Luís de Potosí	24
Ilustración 2. Implementación de estufas tlecalli, Estados de Morelos, México	25
Ilustración 3. Estufa eficiente, vereda Tena, Cundinamarca.....	27
Ilustración 4. Implementación de Estufa mejorada en Santander, Colombia.....	28
Ilustración 5. Síntomas del estrés por calor	35
Ilustración 6. Medición humedad en el combustible.....	70
Ilustración 7. Pesaje de leña	71
Ilustración 8. Procesamiento de la información en software estadístico IBM SPSS	75
Ilustración 9. Prototipo estufa tradicional, Montes Grandes.....	85
Ilustración 10. Estado de la plancha en Vivienda 9, Soplavientos	89
Ilustración 11. Combustible doméstico (Guamo) en Soplavientos	91
Ilustración 12. Especie sembrada en Soplavientos.....	102
Ilustración 13. Conservación de la carne por humo en Vivienda 13, El Cairo.....	111
Ilustración 14. Estado actual de estufa ecológica en Vivienda 11, Soplavientos .	112
Ilustración 15. Ejemplo prototipo de estufa México, reducción de leña 50%	117

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Identidad de la población.....	82
Gráfica 2. Nivel educativo de la muestra	83
Gráfica 3. Actividad de ingreso	84
Gráfica 4. Tecnologías usadas por vivienda	86
Gráfica 5. Tecnologías usadas por vivienda	87
Gráfica 6. Tipo de combustible para cocinar.....	88
Gráfica 7. Tipo de recolección de leña.....	89
Gráfica 8. Frecuencia de recolección de leña.....	90
Gráfica 9. Tipo de especie usada para leña	92
Gráfica 10. Kg de leña vs Humedad, Promedio 3 días	95
Gráfica 11. Distribución de entrega de individuos forestales	100
Gráfica 12. Número de individuos plantados	101
Gráfica 13 Número de individuos subsistentes	¡Error! Marcador no definido.
Gráfica 14. Presencia de problemas de salud relacionados con el humo.....	109
Gráfica 15. Aspectos negativos de la estufa ecológica.....	110
Gráfica 16. Aspectos positivos de la estufa ecológica	108

LISTA DE ANEXOS

	PÁG
Anexo 1. Ficha caracterización efecto del uso de las estufas ecológicas en el consumo de leña como combustible doméstico en la zona de estudio, Prueba KPT.....	128
Anexo 2. Ficha caracterización efecto del uso de las estufas ecológicas en el consumo de leña como combustible doméstico en la zona de estudio.....	129
Anexo 3. Ficha caracterización grado de implementación del bosque dendroenergético para el abastecimiento de leña en la zona de estudio	130
Anexo 4. Ficha caracterización del impacto de la incorporación de las estrategias en los hábitos de vida de los beneficiarios.....	131

INTRODUCCIÓN

En el mundo unos 3.000 millones de personas cocinan y generan calefacción en sus hogares con fogones tradicionales en los que utilizan leña y carbón de leña excesivamente (OMS, 2016). En Colombia, la mayor intensidad en el consumo de leña se da en las zonas rurales, se estima que más del 38% de la población rural del país utiliza combustibles fósiles o leña para la cocción de sus alimentos (cerca del 8,061% de la población total) (MINAMBIENTE, 2015), el cual está definido por la región geográfica, tipo de leña y prácticas locales de cocinado. Es así como la tala indiscriminada ha provocado un aumento en la deforestación del 44% entre el 2015 y 2016 (IDEAM 2017).

A partir de los compromisos adquiridos en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Cmnucc, 2016), Colombia ha implementado en la última década estufas eficientes, de las cuales se afirma emiten menos GEI que las estufas tradicionales, además de reducir el consumo de leña hasta en un 60%.

Sin embargo, resultados de investigación como la Evaluación Integral del Programa de Estufas Ecológicas en San Luis Potosí, México (2016) afirman que dicha tecnología no ha sido bien implementada, ya que sólo el 28% de las familias utilizan la estufa diariamente, de un 77% que cuentan con ella; otras, como la de Aristizábal J. desarrollada en Santander, Colombia con el título de “Validación y Evaluación comparativa de la eficiencia de una estufa de leña mejorada bajo condiciones controladas y prueba de campo” revela una disminución del 11.6% en el consumo de leña según prueba KPT, mientras que en la investigación de factores sociales, ambientales y económicos en el ámbito familiar por el uso sostenido de la estufa *tlecalli*, en el Estado de Morelos, México, se evidencia un ahorro de más del 60% de leña, siendo proporcionales a las emisiones atmosférica.

En este contexto, la presente investigación está orientada a evaluar la eficacia de la iniciativa liderada y desarrollada por la Gobernación del departamento del Cesar y La Corporación Autónoma Regional del Cesar- CORPOCESAR, consistente en la implementación de estufas mejoradas y bosques dendroenergéticos como estrategias para reducir los impactos negativos en los bosques naturales de las zonas rurales del municipio de Pueblo Bello, Cesar; documentando la eficiencia del consumo de leña de las viviendas beneficiarias por medio del método internacional Kitchen Performance Test (KTP), traducido al español como Prueba de Funcionamiento de Cocina, así como determinar por medio de una caracterización el efecto del uso de las estufas ecológicas en el consumo de leña como combustible doméstico, la implementación del bosque dendroenergético para el abastecimiento de leña y el impacto de la incorporación de las estrategias en los hábitos de vida de la población de estudio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los ecosistemas del departamento del Cesar han presentado un deterioro a lo largo de los años, principalmente por actividades de origen antrópico que han generado una pérdida de cobertura vegetal en el 65% del territorio. Datos estadísticos y estimaciones departamentales revelan que aproximadamente el 90% de los hogares perteneciente a comunidades rurales utilizan la leña como principal fuente de energía, haciendo un uso irracional de este combustible, lo cual ha generado el deterioro de los ecosistemas, pérdida de la biodiversidad, erosión del suelo y sequía de las fuentes hídricas, lo que finalmente aumenta la desertificación de los suelos.

En el departamento del Cesar se han instalado más de 3.000 estufas ecológicas junto con bosques dendroenergéticos con el fin de mitigar la presión sobre especies forestales en lo que respecta a su utilización en actividades relacionadas con cocción de alimentos, donde los municipios de Valledupar, El Copey, Chiriguaná, Chimichagua, Pailitas, Pelaya, Aguachica y Pueblo Bello, son algunos de los beneficiarios, siendo este último, una entidad con amplia incidencia en la ecorregión de la Sierra Nevada de Santa Marta (S.N.S.M), presentando un promedio de carga de leña cada dos días por familia de 4 personas (CORPOCESAR, 2014).

Antecedentes afirman que dichas estrategias no son fáciles de popularizar con éxito, teniendo en cuenta que las tradiciones culinarias tienen hondas raíces, y en muchas culturas el fuego es el centro del hogar, teniendo una acentuada significación cultural y espiritual. Por lo tanto, algunos diseños de estufas no prestan la debida atención a lo que el fuego significa cultural y socialmente en el hogar (K.R SMITH, 2006). Los costos en los estudios de campo, el difícil acceso a algunas zonas de estudio y en algunos casos el poco interés gubernamental, son factores decisivos para que en la actualidad se desconozcan los beneficios reales de estas iniciativas en el departamento del Cesar, en consecuencia, no hay estudios técnicos que suministren información sobre la efectividad de estas estufas y bosques

dendroenergéticos, así como su efecto en el ambiente, la salud e inversión económica.

Teniendo en cuenta que los resultados de la implementación de las estrategias dependen de la percepción de los individuos respecto a sus costumbres y cambios de las mismas, nos preguntamos ¿Ha sido eficaz la implementación de estufas ecológicas y bosques dendroenergéticos como estrategia para disminuir el deterioro de los bosques naturales en la zona rural de Pueblo Bello, Cesar?

2. JUSTIFICACIÓN

La Gobernación del departamento del Cesar y La Corporación Autónoma Regional del Cesar-Corpocezar en el año 2016 instalaron 78 estufas ecológicas y parcelas forestales en el municipio de Pueblo Bello, en el marco del proyecto “Implementación de estrategias para disminuir el deterioro de los bosques naturales en la zona rural de los municipios de Valledupar, Pueblo Bello, El Copey, Chiriguaná, Chimichagua, Pailitas, Pelaya y Aguachica”, incluido dentro del programa “Salvemos nuestro ambiente” del Plan de Desarrollo Departamental 2012-2015, como estrategia de solución a la problemática del deterioro de los bosques en las zonas rurales del municipio de Pueblo Bello y teniendo en cuenta que su territorio es el principal productor de agua de la Sierra Nevada de Santa Marta (S.N.S.M) y que alberga varios resguardos indígenas y reservas forestales.

Dichas estrategias pretendían disminuir el impacto ambiental ahorrando aproximadamente un 60% de leña, además de fortalecer el proceso de reforestación con parcelas de especies nativas maderables que sirvan de abastecimiento a mediano plazo como combustible para la preparación de alimentos, a ello se suma la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y los impactos en la calidad de vida de los beneficiarios (CORPOCESAR, 2016). El desarrollo de esta iniciativa es un proceso gradual, el cual se divide en tres etapas: difusión, adopción o aceptación y el uso sostenido (Zamora H. 2011).

Sin embargo, aún no se ha evaluado la eficacia de estas iniciativas como solución a la problemática del deterioro de bosques naturales en las zonas rurales, razón por la cual, este estudio pretende evaluar técnica, ambiental y socioeconómicamente la implementación de estufas ecológicas y parcelas forestales como estrategia para la disminución del deterioro de los bosques naturales en la zona rural del municipio de Pueblo Bello, Cesar, analizando adecuadamente la adopción de las mismas.

Siendo los resultados de esta investigación de gran importancia para aportar información técnica dirigida al entendimiento de dicho proceso y mejorar su desarrollo e incorporación en las comunidades, así como satisfacer la inversión y los esfuerzos institucionales. Del mismo modo está dirigida a aportar conocimiento de la eficiencia de estas estrategias para todos los actores involucrados en el proyecto (Autoridad ambiental, entes territoriales, sociales, comunidad académica, y en general).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la implementación de estufas ecológicas y parcelas forestales, como estrategia para la disminución del deterioro de los bosques naturales en la zona rural del municipio de Pueblo Bello, Cesar.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto del uso de las estufas ecológicas en el consumo de leña como combustible doméstico, en la zona rural del municipio de Pueblo Bello, Cesar.
- Determinar el porcentaje de implementación del bosque dendroenergético para el abastecimiento de leña en las estufas ecológicas de la zona en estudio.
- Determinar el impacto de la estrategia de incorporación de las estufas ecológicas y del bosque dendroenergético en los hábitos de vida de la población beneficiaria.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES

Contexto Internacional

- *Evaluación Integral del Programa de Estufas Ecológicas en San Luis de Potosí y Propuesta de Intervención (México).*

El Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT del Gobierno del estado de San Luis de Potosí, en el año 2016 realizó en una muestra de aproximadamente 1643 viviendas, la evaluación diagnóstica de las estufas implementadas en las zonas rurales de San Luis de Potosí, donde se pudo establecer que el 77% de las familias cuentan aún con una estufa (el 23% ya no existen), de las cuales sólo el 52% están en condiciones de ser utilizadas, presentando las demás condiciones que comprometen su funcionamiento o destruidas.

Ilustración 1. Estufa versátil Pastari implementada en San Luís de Potosí



Fuente: Evaluación Integral del Programa de Estufas Ecológicas en San Luis Potosí, 2016

De las viviendas visitadas, sólo el 28% utilizan la estufa diariamente, 11% de tres a cinco días por semana y un 10% de una o dos veces por semana, existiendo abandono y desuso en gran medida por falta de capacitación, errores en la implementación, así como diseños que no cumplen las expectativas de los beneficiarios. Por otra parte, la evaluación del consumo de leña se llevó a cabo mediante la aplicación de la Prueba de Funcionamiento en Cocina (Kitchen Performance Test, KPT) en viviendas beneficiarias y no beneficiarias, con el fin de comparar los resultados de las mediciones en el consumo de leña; lo anterior permitió establecer que no había diferencias significativas entre estas.

- *Factores sociales, ambientales y económicos en el ámbito familiar por el uso sostenido de la estufa tlecalli, en el Estado de Morelos, México (María Teresa Flores Sotelo, 2016).*

El desarrolló de la tesis de investigación aplicó 83 cuestionarios y 12 entrevistas en dos comunidades rurales, teniendo como resultado que el uso de la estufa *tlecalli* disminuye el humo al interior de los hogares y acarrea un ahorro de leña de más del 60%.

Ilustración 2. Implementación de estufas tlecalli, Estados de Morelos, México



Fuente: Soletto M., 2016

- *Medición de Índices de Adopción de estufas mejoradas en las comunidades de El Chagüite y Cuesta Grande (Honduras), (Luis Esteban Añamise Ayala, 2015).*

Con la colaboración del Centro de Evaluación de Estufas de Zamorano (CEEM), los autores desarrollaron una tesis cual tuvo como propósito medir el nivel de adopción de estufas mejoradas a 45 beneficiarios del proyecto, encontrando un grado de adopción del 70% de los usuarias con un impacto alto (No le gusta la estufa tradicional pero la sigue usando y percibe cambios positivos) e impacto medio en el 73% de las usuarias (No usa la estufa tradicional o la usa rara vez, percibiendo pocos cambios en su vida). Esto denota que las estufas siguen en funcionamiento, con algunas fallas, pero que en su mayoría no han representado un obstáculo para que la tecnología haya generado cambios en la vida de las usuarias a través del tiempo de uso. Por otra parte, el porcentaje de usuarias que abandonaron la tecnología fue de 13% de las 45 beneficiarias del proyecto.

Contexto Nacional

- *Validación y evaluación comparativa de la eficiencia de una estufa de leña mejorada bajo condiciones controladas de campo (Aristizabal Hernández, 2014).*

Desarrollado en el municipio Los Santos, vereda la Purnia, Zapatoca y San Isidro localizadas en el municipio de Santander. Para ello se escogió una muestra de 30 hogares con el fin de medir el impacto real de la estufa mejorada en condiciones de campo, realizando las pruebas de ebullición de agua (WBT), prueba de cocción controlada (CCT), prueba de funcionamiento en cocina (KPT). De lo anterior, se pudo establecer que la eficiencia termica de la estufa es del 15%, lo que supone un ahorro en el consumo de leña del

33%. Los resultados de la prueba CCT indicaron disminución del 13.4% en el consumo específico de combustible, mientras que en la prueba KPT reveló disminución del 11.6%.

- *Implementación de Estufas Eficientes y Huertos Leñeros Para las Veredas El Escobal, Tena y Centro del Municipio de Gachalá, como herramienta para la disminución de la tala del bosque nativo y la optimización del consumo de madera (Ángela Rocío Barón Santos y Elizabeth Romero Bejarano, 2013).*

En la anterior investigación se construyeron 15 estufas ecológicas y 15 huertos leñeros con un aproximado de 1500 árboles (100 árboles por cada beneficiario), identificando que la población no tiene suficiente identidad frente a la oferta ambiental de su región que carece de hábitos culturales, sociales y ambientales que favorezcan la conservación, protección y aprovechamiento racional de los recursos.

Ilustración 3. Estufa eficiente, vereda Tena, Cundinamarca



Fuente: Barón A. & Romero E., 2013

- *Estufas mejoradas y bancos de leña: una alternativa de auto abastecimiento energético a nivel de finca para comunidades dependientes de los bosques de roble de la cordillera oriental (Javier Darío Aristizábal Hernández, 2010).* Desarrollado en la Comunidad de Encino, Santander en Colombia, documento la realización de tres prototipos de estufas mejoradas, mediante una modificación efectuada a la cámara de combustión, estas fueron ensayadas aplicando la Prueba de Cocimiento Controlado (PCC). Los resultados arrojaron un rendimiento promedio del 14.66% entre las estufas mejoradas y la tradicional, lo cual implica un ahorro en el consumo de leña de 0.86 ton/año. De igual forma propuso el diseño de bancos de leña domésticos evaluando cuatro especies forestales utilizadas para propósitos energéticos en la región. Finalmente, se analiza el impacto en términos de emisiones evitadas de CO₂ bajo un enfoque que integre tanto estufas mejoradas de leña como bancos dendroenergéticos

Ilustración 4. Implementación de Estufa mejorada en Santander, Colombia



Fuente: Aristizabal Hernández J., 2010

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 Uso de leña en Colombia

Según las cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE-, en la Encuesta de calidad de vida (ECV) 2016, un 8,7% del total de hogares que cocinan en Colombia, utilizan leña, madera o carbón de leña para la preparación de sus alimentos, registrándose el mayor porcentaje en los centros poblados y rural disperso con más del 38% de su población nacional (*Ver tabla 1. Uso de leña en Colombia*). La demanda, extracción y compra de este combustible está medido por las características geográficas, demográficas, culturales, socioeconómicas, dispositivos utilizados para cocinar y el precio de combustibles alternos.

En total son 1,229 millones de familias que usan leña diariamente en Colombia para cocción, de las cuales 1,136 millones son familias rurales y las restantes 93 mil son familias urbanas, cifras que pueden ser mayor teniendo en cuenta aquellos hogares que no han sido registrados por el estado.

Tabla 1. Uso de leña en Colombia

Área	Total de hogares que cocinan	Leña, madera o carbón de leña	Leña, madera o carbón de leña %
TOTAL	14.091	1.229	8,7
Cabecera	11.100	93	0,8
Centros poblados y rural disperso	2.990	1.136	38,0

Fuente: DANE, Encuesta Calidad de Vida (ECV), 2016

Se registra que el consumo de leña por regiones se da en mayor proporción en el pacífico con 24,3%, en segundo lugar, el caribe con el 12,8% y en tercer lugar la oriental con un 11,3%.

4.2.2 Afectaciones del consumo de leña en la salud¹

La exposición a contaminación del aire interior e intramuros, producto de la combustión incompleta e ineficiente de biomasa, es uno de los más importantes factores de riesgo de enfermedades respiratorias en la población rural, especialmente en niños y mujeres adultas, ya que estos pasan más tiempo en el hogar y por lo tanto tienen un mayor gradiente de exposición.

La cantidad y calidad de estudios que asocian la exposición de los productos de la combustión de la biomasa con enfermedades respiratorias aún son limitados, sin embargo, se han podido identificar tres efectos en salud con evidencia fuerte: infecciones respiratorias agudas de vías bajas (IRA) en menores de 5 años y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) en mujeres y cáncer de pulmón en mujeres expuestas a humo de carbón. El nivel de evidencia para EPOC y cáncer de pulmón en hombres expuestos al humo de carbón se considera moderado, mientras que la asociación entre esta misma exposición y la aparición de cáncer de pulmón y asma en niños menores de 5 años al igual que la presencia de tuberculosis en adultos se consideran débiles aún (Torres C., 2008).

Los riesgos relativos de los efectos en salud derivados del uso de combustibles sólidos para cocinar aplicables en Colombia se resumen en la tabla 2 (*Riesgos relativos de los efectos en salud derivados del uso de combustibles sólidos para cocinar en Colombia*).

Tabla 2. Riesgos relativos de los efectos en salud derivados del uso de combustibles sólidos para cocinar en Colombia

Grupo de población	Efecto en la Salud	Cocientes de Riesgo Relativo (RR)
Niños < 5 años	Infecciones respiratorias agudas (IRA)	2.0

¹ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2015).

Mujeres > de 30 años	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	2.8
	Bronquitis crónica (BC)	2.4
	Cardiopatía isquémica	1.19
	Enfermedad cerebrovascular	1.26
	Cardiopatía hipertensiva	1.51
	Otra enfermedad cardiovascular	1.12
	Cáncer de pulmón (LC)	1.5

Fuente: MADS. Lineamientos para un programa nacional de estufas eficientes para cocción con leña. Concha María Cecilia; Pabón Giovanni; Cerón Viviana. Bogotá, D.C.: Colombia, 2015. P20.

De acuerdo con los datos en la tabla, la evidencia sugiere alto riesgo entre el humo generado por combustibles sólidos y la presencia de infección respiratoria baja en niños menores de cinco años; así como un alto riesgo entre el uso de combustibles sólidos y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y bronquitis crónica en mujeres mayores de 30 años.

4.2.3 Impacto en el ambiente

El impacto negativo en el ambiente por el uso ineficiente de leña para cocción está asociado con la generación de gases de efecto invernadero (GEI), contaminación del aire interior, así como con la degradación de los bosques por el uso de leña (Banco mundial, reporte publicado en el 2011).

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007), el uso de leña para cocción representa un 2% de las emisiones a nivel mundial, lo que lo convierte en una fuente significativa de emisiones de GEI y en

una de las causas del *cambio climático*. Además de este impacto directo en el cambio climático, las prácticas inadecuadas de cocción de alimentos con leña en los países en desarrollo generan gases adicionales (carbono negro, carbono orgánico) que afectan al clima. Según el reporte 2011 del Banco Mundial, una estufa eficiente puede reducir hasta el 66% las emisiones de CO₂ o GEI equivalente vinculados a la práctica inadecuada de cocción de alimentos a nivel familiar.

Por otra parte, la contaminación del aire interior o intramuros hace referencia a la presencia de contaminantes en el interior del hogar o en áreas cerradas que carecen de un inadecuado sistema de ventilación, tal es el caso de la utilización de biomasa con alternativas ineficientes de combustión, las cuales prolongan el tiempo de exposición, requieren mayor cantidad de material, generan mayores emisiones y por lo tanto aumentan el riesgo de eventos no deseados entre los expuestos. A nivel internacional el estándar para la contaminación del aire intramuros se ha estimado en 150µg/ m³ y la concentración anual promedio no debe exceder 1250µg/m³.²

En consecuencia, las actividades de *deforestación* y *degradación* de los bosques en zonas tropicales producen alrededor del 20% de las emisiones de CO₂ globales y constituyen, en la mayoría de los casos, el grueso de las emisiones de los países en vía de desarrollo (IPCC, 2007; Houghton, 2005). Una de las causas potenciales de deforestación identificadas en el país es la extracción de leña para su uso en la cocción de alimentos en cocinas tradicionales.

4.2.4 Estufas eficientes

4.2.4.1 Concepto

Las estufas eficientes son un sistema de cocción de alimentos en el que el fuego se maneja de forma confinada, enviando el hollín fuera de los espacios cerrados con

² (MADS, 2015).

el objetivo de aprovechar más eficientemente la energía térmica generada por la leña (hasta un 60%), así como reducir la producción y presencia de humo, de igual forma que otros contaminantes generados por la combustión, disminuyendo los problemas de salud; de igual forma permite que las cocinas tengan un ambiente limpio y agradable.

4.2.4.2 Beneficios de la Estufa Eficiente

Al usar la estufa eficiente los beneficios repercuten no solo en el ambiente, sino también en la calidad de vida de las familias. Entre estos tenemos:

Tabla 3. Beneficios de la estufa ecológica

Calidad de vida de las familias	Medio ambiente
Disminuye los problemas de salud del núcleo familiar	Disminuye la contaminación ambiental por humos y otros gases
Reduce los gastos del hogar asociados al uso de otras fuentes de energía como el gas y la energía eléctrica	Reduce las emisiones de Gases de Efecto Invernadero – GEI, que generan el cambio climático global
Mejora la presentación e higiene de las viviendas	Contribuye a mantener las cuencas de los ríos y quebradas
Disminuye el tiempo dedicado tanto a la cocción de alimentos como a la recolección de la leña, el cual puede ser aprovechado para otras labores	Reduce la destrucción de los bosques y rastrojos por la disminución del consumo de leña

Fuente: Fundación Natura. ESTUFA EFICIENTE FN: Una solución práctica que mejora tu bienestar y el del planeta. Zapata Natalia y Aristizábal Javier. Bogotá, D.C. Colombia, 2014. P8-9

4.2.4.3 Efectos negativos en la salud por el uso de la estufa ecológica

Aunque las estufas ecológicas reducen el riesgo en la salud de ciertas enfermedades como el cáncer de pulmón, asma, insuficiencia cardíaca entre otras, vinculadas a la exposición de humo, el uso de esta tecnología de cocción puede tener ciertos efectos negativos en la salud de las personas, principalmente mujeres y niños, los cuales son los que permanecen mayor tiempo en la cocina interactuando con este fogón eficiente.

Debido al diseño de este prototipo de cocción y los materiales que componen su estructura, la estufa tiende a calentarse, produciendo un calor residual; lo cual genera que algunas personas aprovechen las brasas sobrantes del combustible para realizar tareas básicas de cocinado como calentar leche o agua, a esto se le suma el uso del calor generado por el fogón para calentar la zona de la cocina, siendo esta una estrategia recomendada para las zonas rurales localizadas a mayor altitud, retomando las costumbres familiares que tienen el fuego como centro del hogar, haciendo que la familia se reúna en esta zona de la vivienda.

Las personas que realizan la cocción de sus alimentos en este tipo de estufas pueden llegar a sufrir de estrés por calor, este es la carga de calor neta a la que una persona puede estar expuesto por las contribuciones combinadas del calor metabólico, los factores ambientales (es decir, la temperatura del aire, la humedad, el movimiento del aire y el calor radiante) y los requisitos de vestimenta. El calor metabólico es el calor producido por el cuerpo a través de procesos químicos, ejercicio, actividad hormonal, digestión, etc., (CCOHS, 2016).

Ilustración 5. Síntomas del estrés por calor



Fuente: NWS Houston (2017)

Cuando la temperatura del aire o la humedad se elevan por encima del rango de confort, pueden surgir problemas. Los primeros efectos se relacionan con cómo te sientes. La exposición a más calor puede causar problemas de salud y puede afectar el rendimiento (CCOHS, 2016). A medida que aumenta la temperatura o la carga de calor, las personas pueden sentir:

- Mayor irritabilidad..
- Pérdida de la capacidad para realizar tareas especializadas o trabajo pesado.
- Náuseas.
- Mareo.
- Calambres o debilidad muscular.
- Dolor de cabeza.
- Fatiga.

- Sed.
- Sequedad ocular.
- Sudoración intensa.
- Alta temperatura corporal.

4.2.4.4 Partes de la estufa

Las partes que conforman la estufa ecológica hacen de ésta una tecnología que permite alcanzar los objetivos de reducción de leña y emisiones atmosféricas.

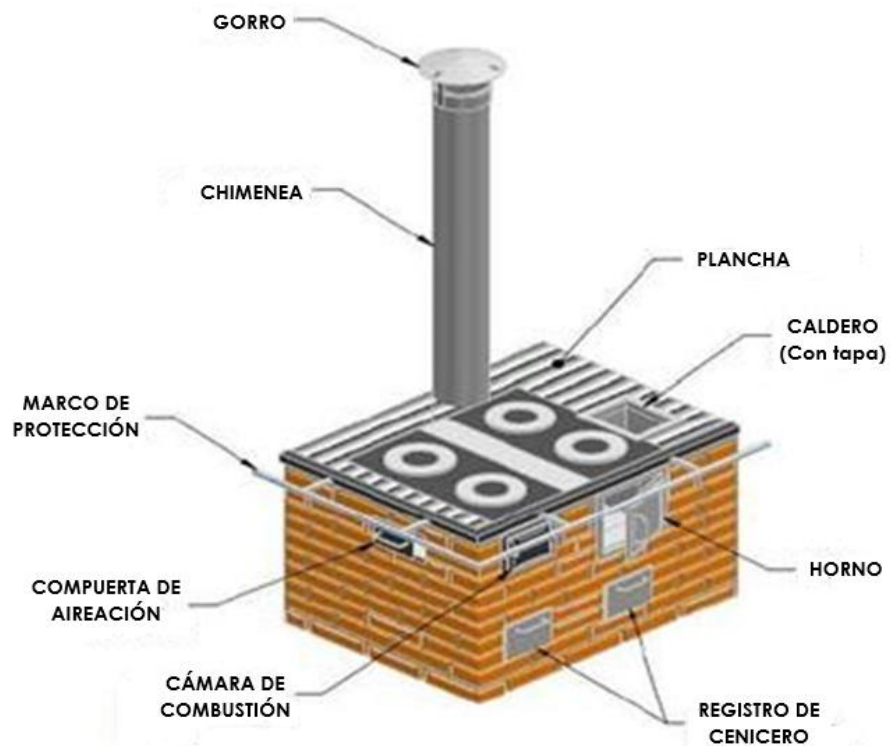
Tabla 4. Partes de la estufa ecológica

Partes	Definición
Plancha	Se encuentran en la parte superior de la estufa, elaborada en hierro fundido y resistente al calor. Es la zona donde se cocinan los alimentos.
Cámara de combustión	Recinto cerrado donde se deposita la leña para su incineración.
Registro de cenicero	Deposito en el cual caen las cenizas que se producen durante la combustión.
Compuerta de aireación	Registro que se utiliza para regular el ingreso de aire a la estufa, favoreciendo el flujo de gases calientes al interior de esta.
Horno	Parte de la estufa donde se preparan otro tipo de alimentos, así como el secado de la leña húmeda.
Caldero	Depósito utilizado para cocinar o freír alimentos.
Marco de protección	Es el marco metálico que ayuda a fijar las planchas en la estufa, evitando que se levanten. También tiene como función proteger al usuario de posibles quemaduras

Chimenea	Tubo que se adopta a la estufa por donde conduce el humo hacia el exterior del recinto
Gancho	Accesorio que sirve para abrir o cerrar las puertas y retirar o poner los discos
Gorro	Impide que elementos externos obstruyan el paso del humo

Fuente: Autores

Ilustración 6. Prototipo estufa eficiente implementada en el departamento del Cesar



Fuente: Gobernación del Cesar & Corpocesar (2016). Resumen ejecutivo "Implementación de estrategias, para disminuir el deterioro de los bosques naturales, en la zona rural de los municipios

de Valledupar, Pueblo Bello, El Copey, Chiriguana, Chimichagua, Pailitas, Pelaya y Aguachica;
Planos técnicos, P31.

4.2.6 Metodologías para evaluar la efectividad de la estufa ecológica

4.2.6.1 Prueba de ebullición de agua (Water Boiling Test, WBT)³

La prueba de Ebullición de Agua es una simulación simple del proceso de cocción con la finalidad de medir cuan eficiente es una estufa en utilizar combustible para calentar el agua en una olla y la cantidad de emisiones producidas durante el proceso. El WBT consta de tres fases que siguen inmediatamente una a la otra, la prueba debe llevarse a cabo al menos tres veces para cada estufa.

1. Para la fase de alta potencia de inicio frío, el evaluador comienza con la estufa a temperatura ambiente y se utiliza combustible de un paquete previamente pesado para hervir una cantidad medida de agua en una olla estándar. El evaluador luego reemplaza el agua hervida con una nueva olla de agua a temperatura ambiente para realizar la segunda fase.

2. La fase de alta potencia de inicio caliente se lleva a cabo después de la primera fase, mientras la estufa está caliente. Una vez más, el evaluador utiliza combustible de un paquete previamente pesado para hervir una cantidad medida de agua en una olla normal. Al repetir la prueba con una estufa caliente ayuda a identificar las diferencias en el rendimiento entre una estufa cuando esta fría y cuando está caliente. Esto es particularmente importante para las estufas con elevada masa térmica, ya que las mismas pueden mantenerse calientes durante la práctica.

3. La fase de hervir a fuego lento proporciona la cantidad de combustible requerido para 5 litros de agua y por debajo del punto de ebullición durante 45 minutos. Este paso simula el tiempo de cocción de las legumbres o leguminosas comunes en gran parte del mundo.

³ Protocolo WBT 4.2.3 (2014)

4.2.6.2 Prueba de cocinado controlado (CCT)⁴

La prueba de cocinado controlado (CCT) está diseñada para evaluar el desempeño de la estufa mejorada con respecto a las estufas comunes o tradicionales. Estas estufas se comparan mediante una tarea de cocinado estándar que sea común y cotidiana en la localidad.

Para realizar la CCT, se utiliza una estufa que no ha sido encendida por lo menos en las últimas 24 horas. Los pasos a seguir son:

1. Se registra el peso del alimento o alimentos en gramos o piezas según sea el caso.
2. Se pone(n) la(s) olla(s) sobre la(s) superficie(s) de cocción.
3. Se posicionan los termómetros en la cámara de combustión y la chimenea.
4. La cocinera forma un arreglo con trozos de combustible que permita el paso del aire.
5. La cocinera enciende fuera de la cámara de combustión un trozo de iniciador de fuego (ocote, trozo de leña con alcohol en gel, papel con aceite, etc.) y lo posiciona dentro del arreglo de combustible en la cámara de combustión. A partir de este paso se comienza a contar el tiempo.
6. La cocinera vigila el fuego y al mismo tiempo comienza la labor de cocinado. Si el fuego se apaga y se consumió combustible, se mide y registra de nuevo el peso del combustible.
7. Una vez que la cámara de combustión está encendida se debe continuar alimentando combustible a la cámara de combustión. Se debe mantener el fuego en alto poder o bajo poder según los requerimientos de cocinado. La frecuencia de

⁴ Prueba CCT 2.0 (2004)

alimentación y la cantidad de combustible dependerán del comportamiento de la cámara de combustión y de la destreza de la cocinera.

8. Cuando la cocinera termina la cocción de los alimentos se registra el tiempo.

9. El responsable técnico se ponen la máscara contra humo.

10. El responsable técnico retira de la cámara de combustión el combustible no quemado y lo introduce en el ahogador de fuego.

11. El responsable técnico retira el carbón y las cenizas de la cámara de combustión y los deposita en el ahogador para carbón.

12. El responsable técnico mide y registra el peso de la(s) olla(s) con el alimento cocinado.

13. El responsable técnico mide y registra el peso de la charola con el carbón.

14. Se mide y registra el peso de todo el combustible que no se quemó en la prueba.

4.2.6.3 Prueba de funcionamiento de cocina (KPT)⁵

La prueba de rendimiento de cocina (KPT) es el procedimiento principal realizado en campo para demostrar el efecto de las intervenciones de estufas en el consumo de combustible en los hogares. La metodología consta de dos objetivos principales: (1) evaluar los aspectos cualitativos del rendimiento de la estufa a través de encuestas de hogares y (2) para comparar el impacto de las estufas mejoradas en el consumo de combustible en las cocinas de los hogares reales. Para cumplir estos objetivos, la KPT incluye encuestas cuantitativas de consumo de combustible y encuestas cualitativas de funcionamiento de la estufa y aceptabilidad. Este tipo de prueba, cuando se realiza con cuidado, es la mejor manera de comprender el impacto de la estufa en el uso de combustible y en las características generales del

⁵ Metodología KPT, 2007. Versión 3.0

hogar y comportamientos porque ocurre en los hogares de los usuarios de estufas (Lillywhite, 1984; VITA, 1985).

Para realizar el procedimiento de la prueba KPT se deben hacer mediciones de humedad en la leña usada como combustible y pesaje de esta en un tiempo mínimo de 3 días además de llenar una encuesta cualitativa la cual servirá para entender las dinámicas familiares, el test se realiza siguiendo estos pasos:

1. Definir el período de prueba de al menos 3 días consecutivos, tratando de evitar los fines de semana a menos que las pruebas se extiendan durante toda una semana. También evite los días festivos y sea consciente de los eventos locales como los días de mercado que pueden implicar un consumo de combustible por encima del promedio.
2. Explicar a los miembros de la familia el propósito de la prueba y haga arreglos para medir su consumo de combustible aproximadamente a la misma hora cada día. Enfatizare a los miembros del hogar que sus prácticas de cocción deben permanecer lo más normal posible durante la prueba. Registre el peso y el contenido de humedad de combustibles sólidos.
3. Visitar cada hogar aproximadamente a la misma hora cada día, sin entrometerse. con cada visita diaria; registrar la cantidad de personas que comieron en el hogar desde su última visita, como este número puede variar de un día a otro, se debe intentar evitar el uso de un valor promedio. Realizar un registro del sexo y la edad de cada persona (esta información se utiliza para calcular el número de personas adultas estándar atendidas). Registrar el consumo de combustible pesando la madera restante.

4.2.5 Bosques Dendroenergéticos⁶

La producción de leña a escala doméstica debe considerar ciertos criterios de planificación que garanticen la autosuficiencia de los núcleos familiares en un lapso de tiempo determinado. Para determinar el marco temporal de productividad del banco dendroenergético, es esencial considerar el ritmo de crecimiento de la especie forestal utilizada, puesto que se debe predecir en qué momento estará disponible la cantidad apropiada de leña para ser aprovechada por parte de la familia de tal manera que se garantice un aprovisionamiento sostenible en el tiempo.

Las especies preseleccionadas deberían reunir los siguientes requisitos: alta rusticidad; fácil desarrollo y crecimiento ante limitantes y/o condiciones adversas, que permitan el aprovechamiento de los árboles en el menor tiempo posible; capacidad de fijar nitrógeno para mejorar las condiciones físicas y químicas de terrenos empobrecidos y con poco manejo agronómico; capacidad de rebrote que garantice la renovabilidad del recurso, extendiendo el periodo de duración del banco dendroenergético y reducción de gastos por resiembra de nuevos individuos.

4.2.5.1 Selección de sitio

El banco dendroenergético deberá ser establecido lo más cerca posible a la vivienda del núcleo familiar, utilizando aquellas áreas marginales de la finca que no se dediquen a actividades productivas (zonas con pendientes pronunciadas, áreas rocosas o con deficiencia de nutrientes), de lo contrario, es recomendable la incorporación del banco de leña en arreglos agroforestales que puedan conciliar el uso agrícola o pecuario con el componente silvícola.

4.2.5.2 Distribución y densidad de siembra

La decisión de cuanta superficie se deberá emplear en la siembra de árboles, dependerá en buena medida de la tasa de crecimiento de los árboles, la cual está en

⁶ (Aristizábal J., 2010)

función de la especie y las características del sitio (Hamilton 2008). De las formas de plantación más utilizadas en este tipo de cultivos se destaca de forma agrupada (1 árbol por cada 4 m² dispuesto) y de forma lineal, cual puede ser plantado como cercas vivas, barreras cortaviento o callejones entre cultivos (2 metros entre individuos, en al menos 400 metros lineales).

4.2.5.3 Manejo silvicultural

Las plantaciones forestales orientadas a la producción de leña no requieren muchos cuidados, dado que su propósito es producir un bien cuyas características físicas y morfológicas no afectan sus propiedades térmicas. Sin embargo, se debe considerar que el sitio escogido para el establecimiento de la plantación reúna los requisitos mínimos exigidos por la especie en cuanto disponibilidad de agua y nutrientes, así como protección de agentes externos que puedan afectarla (daños por ramoneo del ganado o ataque de plagas). Por otra parte, debe realizarse en el primer año de aprovechamiento el replante para sustituir los árboles apeados o permitir el rebrote de los tocones.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Los conceptos básicos que sustentan la evaluación de la implementación de estrategias para disminuir el deterioro de los bosques naturales en zonas rurales son:

- **Desarrollo sostenible**

Busca satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer las propias (UNESCO, 1987); debe ser entendido como un proceso que tiene como objetivo aspirar al estado de sostenibilidad. Este estado se habría conseguido cuando el conjunto de la población

mundial pudiera satisfacer sus deseos de una vida mejor y al mismo tiempo estuviera garantizando que las generaciones futuras van a poder disfrutar de la misma situación.

- **Fogón tradicional**

Se basa en la degradación química de la madera llamada pirólisis, siendo la combinación de carbón e hidrógeno con oxígeno para producir calor con cierta eficiencia (5% y el 15% (Dutt et ál., 1987)), es decir, convierte la energía potencial del combustible, en energía calorífica mediante procesos de transferencia de calor a la olla o recinto donde se encuentran los alimentos; cuando cesa el flujo de gases el carbón empieza a quemarse y los subproductos de su combustión son principalmente la emisión de bióxido de carbono y carbono.

- **Gases de efecto invernadero (GEI)**

Son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes (IDEAM, 2007).

- **Impacto ambiental**

Cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socio económico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Decreto 2041 del 2014. “Por el cual se reglamenta el título 8 de la ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales” P3

- **Leña**

Madera en bruto (de troncos y ramas de los árboles) utilizada como combustible con fines de cocinado, calefacción o producción de electricidad (de coníferas y otras especies) (FAO (1980)).

- **Limpias**

Realización de plateos y consolidación de los corredores de los surcos establecidos.

- **Plan de establecimiento de plantaciones dendroenergéticas**

Herramienta flexible para la gestión y control de las operaciones de manejo forestal que debe permitir la identificación anticipada de las actividades y operaciones necesarias para alcanzar la sostenibilidad del aprovechamiento forestal.

- **Rocería**

Eliminación de las malezas o sotobosque de porte bajo para un mayor rendimiento de la plantación.

- **Salud ambiental**

Conjunto de políticas, planificado y desarrollado de manera transectorial, con la participación de los diferentes actores sociales, que busca favorecer y promover la calidad de vida y salud de la población, de las presentes y futuras generaciones, y materializar el derecho a un ambiente sano, a través de la transformación positiva de los determinantes sociales, sanitarios y ambientales (Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021 (PDSP), P131).

4.4 MARCO CONTEXTUAL

4.4.1 Localización y extensión territorial⁷

El municipio de Pueblo Bello se encuentra localizado en el norte del departamento del Cesar, entre las coordenadas geográficas 10° 27' latitud norte y 73° 30' longitud oeste de Greenwich, siendo una zona de baja latitud. Limita al norte, sur y este con

⁷ Tomado de Plan de Desarrollo Municipal Pueblo Bello (2012-2015). “Oportunidad para Todos”.

el municipio de Valledupar y al oeste con el municipio de El Copey y el departamento del Magdalena.

Su extensión territorial tiene una superficie de 733,68Km², representando el 3.2% del total del departamento del Cesar, donde alberga una población de 17.228 personas distribuidas de la siguiente forma:

Tabla 5. Población del municipio de Pueblo Bello

Total	Urbana	Rural	% Población Urbana	% Población rural
17.228	4.156	13.072	24.1	75.9

Fuente: DANE, 2005

Ilustración 7. Localización del municipio de Pueblo Bello en el Cesar



Fuente: Escuela Superior de Administración Pública. Disponible en <http://cdim.esap.edu.co>

4.4.1.1 Área urbana

Tiene una extensión territorial de 84.618 Km², equivalente al 0.23 % del total del territorio municipal. Está ubicada entre los ríos Ariguaní y el Ariguanicito a 1200 m de altura sobre el nivel del mar, conformada por 15 barrios distribuidos en 104 manzanas, los cuales no cuentan con los servicios completos de acueducto y alcantarillado.

Sus viviendas se caracterizan por ser el mayor porcentaje de material y lotes mayores de 500m², siendo el 36.72% son de tipología campestre.

4.4.1.2 Área rural

Posee una extensión territorial de 649.065 Km², equivalente al 99,77% del total del municipio, distribuida en 85 veredas que son habitadas por campesinos e indígenas del resguardo Arhuaco, Kankuamo y Wiwa.

Sus viviendas se caracterizan por ser el mayor porcentaje de bareque y en menor proporción de ladrillos fundidos de arcilla y de material. Sus lotes poseen un área entre cinco y doscientas hectáreas, con estructuras adicionales de beneficiadero de café.

Algunas veredas cuentan con energía eléctrica y el agua de consumo es suministrada por las fuentes de aguas cercanas ya sea por gravedad, mediante pozos y a presión.

4.4.2 Geología⁸

El municipio de Pueblo Bello pertenece en su totalidad a la unidad geológica de la Sierra Nevada de Santa Marta (S.N.S.M), el cual es un sistema montañoso caracterizado por ser un macizo de forma triangular con altas pendientes y buen

⁸ Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), 2001-2010. P76

drenaje. Presenta una litología que pareciera reciente en términos geológico y en acomodo, lo cual es consecuencia del dinamismo terrestre.

Por lo anterior se ha determinado la presencia de rocas Metamórficas, distinguiéndose las de tipo Granulita de los Mangos (pEM) en las cuencas del río Ariguaní, en su paso por los corregimientos de Nuevo Colón y Palmarito; rocas Ígneas como Pórfidos Cretáceos (Kp), Granitoides Jurásicos (Jgr), Volcánico Ignimbrítico (Jvi), Volcánico Riolítico (Jkvr) y Pórfidos Cretáceos (Kp); y rocas Sedimentarias de las cuales se distinguen Formación Guatapurí (Trg) y Formación Coural y los indios (Trpc).

4.4.3 Geomorfología⁹

La zona de estudio presenta pendientes largas y cortas y ángulos que van desde 8° de inclinación hasta de 50°. Presenta alturas propias de denominarse colinas altas (mayores de 100 m.s.n.m.) y montañas (mayores de 1.500 m.s.n.m.). De estas últimas se presentan dos unidades en el área de estudio:

4.4.3.1 Montañas Estructurales Denudativas

Ubicadas en clima frío húmedo, cálido húmedo, y cálido seco, sobre rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, bajo procesos Fluviogravitacionales y afectada por remoción de masas, erosión y meteorización. Dichas montañas son características de las veredas Nuevo Colón, Palmarito, Nuevo Horizonte, Berlín 1, Soplavientos, Paraver, La carolina, El Cairo, Montes grandes y Minas de Iracal.

4.4.3.2 Colinas Denudativas Fluviogravitacionales

Situadas en clima cálido húmedo, afectadas por erosión y modeladas por procesos Fluviogravitacionales y de disección en rocas ígneas y sedimentarias, como se

⁹ Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), 2001-2010. P77

pueden observar en las veredas de Nuevo Colón, Palmarito, Nuevo Horizonte, El Cairo y Montes grandes.

4.4.4 Suelos

Los tipos de suelo encontrados en la zona de estudio se describen en la siguiente tabla de acuerdo con el tipo de clima:

Tabla 6. Suelos desarrollados según el tipo de Clima

Tipo de clima	Características	Localización en el municipio	Área de extensión
Cálido Seco (HUef2r)	Baja evolución, drenaje bueno a excesivo, reacción rápida, fertilidad baja, presencia de piedras en la superficie*	Minas de Iracal y La Carolina	4.833 hectáreas representadas en 7.0% del área del municipio*
Templado Húmedo (CUefl-3)	Baja evolución, drenaje bueno a excesivos, reacción muy ácida a ácida, fertilidad muy baja a moderada, presencia de rocas en la superficie, arcillas muy finas y aluminio*	Nuevo Colón, Nuevo Horizonte, Palmarito, Berlín 1, Montes grandes y Paraver	48.221 hectáreas representadas en 65.73% del área del municipio*
Frío Húmedo (KAefl-3)	Baja evolución, muy superficiales a superficiales, drenaje bueno a excesivos, reacción muy ácida y	Soplavientos y El Cairo	13.630 hectáreas representadas en 18.58% del

	fertilidad baja, presencia de rocas y aluminio*		área del municipio*
--	---	--	---------------------

Fuente: Autores; * Murgas S. & Tamara Y., 2017. P26, 27

4.4.5 Hidrografía¹⁰

La existencia de diferentes cuencas hidrográficas y nacimientos de ríos importantes hacen del municipio de Pueblo Bello una estrella hidrográfica especial para aprovisionar de líquido los acueductos de las cabeceras de los corregimientos, la cabecera municipal y las áreas de la producción. La fuente principal de abastecimiento de la zona de estudio corresponde a:

Tabla 7. Hidrografía de la zona de estudio

Vereda	Fuente hidrográfica
Berlín 1	Rio Ariguaní
El Cairo	Quebrada Tierras Nuevas, Rio los Clavos
Montes grandes	Quebrada Monte Grande
Paraver	Quebrada de Paraver y Rio Ariguaní
Minas de Iracal	Quebrada los antiguos
La Carolina	Quebrada la carolina, Quebrada Buena vista
Nuevo Colón	Quebrada Golconda Quebrada la dieciocho
Nuevo Horizonte	Rio Costa Rica
Palmarito	Rio Costa Rica, Rio Ariguaní

Fuente: Autores; tomado de DANE, Planchas 26, 27, 33,34; IGAC, Salidas gráficas 26,27,33,34; Atlas ambiental del departamento del Cesar, 2005

La quebrada Golconda y El Río Ariguaní son los drenajes principales de la zona, donde este último es el más grande e importante del macizo Sierra Nevada de Santa

¹⁰ Esquema de Ordenamiento Territorial, Pueblo Bello (2000-2009).

Marta, nace en el occidente de la cuchilla de San Quintín a 2.050 m.s.n.m. al suroccidente de la Sierra Nevada de Santa Marta. En su recorrido sirve de límite de los Departamento de Magdalena y Cesar y se alimenta de los ríos Chimila y Ariguanicito al igual que numerosos arroyos y quebradas.

La cuenca se encuentra en zona cafetera, definida por la Federación Nacional de Cafeteros, entre los 300 y 3000 m.s.n.m.

4.4.6 Climatología¹¹

Por contar con territorio en diferentes altitudes la zona de estudio posee climas variados que van desde el Ecuatorial o cálido, Subandino o templado hasta Andino o frío, oscilando la temperatura entre 18°C y 27°C.

4.4.7 Vegetación¹²

La variedad climática de esta región determina la presencia de una rica diversidad biótica, donde se destaca el Orobioma de Selva Subandina y el Zonobioma Húmedo Ecuatorial, presentando la siguiente vegetación:

4.4.7.1 Bosques primarios

En el Orobioma de selvas subandinas, en alturas entre 1000 a 2000 msnm, presentan especies representativas de los climas templados y fríos, con función protectora y de conservación de biodiversidad.

En el Zonobioma húmedo ecuatorial los bosques primarios presentan en el piso bioclimático semi-montano, ecosistemas de gran calidad por su biodiversidad y función protectora. Estos son representativos en zonas de las veredas El Cairo, Soplavientos y Berlín 1.

¹¹ Esquema de Ordenamiento Territorial, Pueblo Bello (2000-2009).

¹² Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), 2001-2010. P80, 81.

4.4.7.2 Bosque intervenido

El Orobioma de selva Subandino y Zonobioma húmedo ecuatorial presenta ecosistemas de gran importancia por la variedad de especies, alta precipitación y función protectora. Característico en zonas de las veredas Soplavientos, Nuevo Colón, Nuevo Horizonte, Palmarito y Montes grandes.

4.4.7.3 Rastrojo de porte medio a bajo

Se encuentra distribuido hacia el piedemonte y zonas bajas del municipio. En el Orobioma de selva Subandina entre 1000 y 1500 msnm, de clima templado a frío, el ecosistema se caracteriza por el grado de desarrollo de sucesión vegetal y su función protectora de las corrientes.

Para el Zonobioma húmedo ecuatorial, con clima cálido húmedo y precipitación mayor de 2000 mm se presenta un ecosistema de gran fragilidad por el estado de desarrollo de la sucesión vegetal, poseyendo una función altamente protectora de las corrientes de agua.

Así mismo otras áreas se caracterizan por presentar una vegetación silvestre muy intervenida y escasa, dando paso a las actividades agrícolas y ganaderas intensivas y/o extensivas, como se puede apreciar en las veredas de Minas de Iracal y Paraver.

Entre las diversas especies que se destacan en los bosques mencionados se encuentran¹³:

Especies maderables: Roble, karate, guayabo rayano, cañafístula, caracolí, eucalipto, ceiba, laurel, cenicito, corazón fino, higuierón, cañahuate, guácimo, matarratón, sangregao, resbala mono, caucho, orejero, mirto, totumo, tachuelo,

¹³ Autores, Datos de campo, 2018.

malagano, juan garrote, teca, algarrobo, chinito, pelusito, pepa he burro y pata de gallina.

Especies frutales: Pumarosa, guama, aguacate, guineo, guineo popocho, guineo manzano, guineo filepino, mango de ilacha, mango manzana, limón criollo, limón mandarina, naranjo, mandarina, mamón, níspero, zapote, guanábana, ciruelo, anón, marañón y lulo.

Otras especies: Guadua, liberal, yarumo, pino introducido, palma de coco, palma africana, achote y helechos.

4.4.8 Fauna¹⁴

La fauna del municipio de pueblo bello se caracteriza por una gran diversidad de especies, principalmente de aves y en menor escala peces, anfibios, reptiles, y mamíferos, así como de especies endémicas. En el recorrido de las veredas como objeto de estudio, se pudo observar aves como el oropendo, cocinera, azulejo, sangretoro, chaochao, gavián, palomas y diversas especies de colibrí, así mismo, mamíferos como el ñeque y la ardilla.

4.4.9 Determinantes ambientales¹⁵

Los determinantes ambientales comprenden todas aquellas normas, políticas, regulaciones o disposiciones de carácter ambiental expedidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y las Corporaciones Autónomas Regionales que deben tenerse en cuenta para la elaboración y adopción de los Planes de Ordenamiento Territorial, Planes Básicos y Esquemas de Ordenamiento Territorial de los Municipios. Están conformadas por las áreas de Especial Importancia

¹⁴ Autores, Datos de campo, 2018

¹⁵ Resolución No 1207 de 7 de noviembre de 2012.

Ecosistémica, áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, áreas de Reserva Forestal y áreas de Manejo Especial.

En el municipio de Pueblo Bello se destaca la presencia de áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y áreas de Reserva Forestal.

Tabla 8. Áreas de reserva en el municipio de Pueblo Bello

Categoría	Extensión total (Ha)	Extensión en PB (Ha)	% en PB	Coordenadas**
Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta	383.000*	6.337*	1.65%	1057887N 1674135W
Reserva Forestal Protectora Sierra Nevada de Santa Marta	163.808**	36.146**	22.1%**	1062722 N 1642226 W
Resguardo Indígena Arhuaco Sierra Nevada	564.000***	196.468**	34.8%	1050416N 1648379W

Fuente: Autores; * Plan de manejo básico -Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta-, 2005. P31; ** Resolución No 1207 de 7 de Noviembre de 2012. P17, 18,37; *** Resolución 303 del 2007. P1.

Así mismo en la resolución No 1207 del 7 de noviembre de 2012, “Por el cual se expiden las Determinantes Ambientales para la elaboración de los Planes De Ordenamiento Territorial Municipal de los Municipios Jurisdicción del Departamento del Cesar” se proponen las siguientes áreas a preservar en el área de estudio:

Tabla 9. Áreas de preservación de la zona de estudio del municipio de Pueblo Bello

Zona	Resguardos Indígenas	Sistema Hídrico*
Rural	Jimain, Dunaba y Cameche	Río Ariguaní, Río San Sebastián, Río Los Clavos, Quebrada Golconda

Fuente: Autores; * Tomado de Resolución No 1207 del 2012. P164, 165.

4.4.10 Actividad económica¹⁶

Las actividades base de la económica del área de estudio se presentan en el sector agrícola y pecuario.

El sector agrícola por sus características ambientales especiales es uno de los mejores productores de café del departamento, contando con una diferenciación positiva que lo posiciona a nivel nacional e internacional como un café orgánico de mucha demanda y muy buen precio, siendo la actividad principal en las veredas de Berlín 1, Soplavientos y Montes Grandes y de media actividad en Nuevo Colón, Nuevo Horizonte, El Cairo y Paraver.

El guineo es el segundo producto de mayor comercialización de la zona, cultivándose a gran escala en las veredas de Berlín 1 y Soplavientos, en media proporción en la vereda de El Cairo con variedades de guineo popocho y manzano, así como en Montes Grandes se distingue el filepino. En corregimientos como Minas de Iracal se presenta este cultivo de forma pan coger.

También resaltan otros productos de alta comercialización como el Cacao, siendo la principal actividad económica de El Cairo y de mediana productividad en Montes

¹⁶ Autores, Datos de campo, 2018

Grandes, así como El plátano, Yuca, Maíz, Caña, Aguacate y de pequeña escala como el Cebollín criollo, Cilantro, Ají y frutas como la Maracuyá, Naranja, Lulo, Piña, Tomate de árbol, Guayaba, Limón, entre otros.

Se desarrollan actividades de ganadería bovina, en especial en la zona de inicio de pie de monte como son las Minas de Iracal, Montes Grandes, Nuevo Colón, Nuevo Horizonte y Palmarito con baja producción, donde se obtienen productos secundarios como leche y queso.

En cuanto a la explotación para el autoconsumo se estima que en especie bovina se encuentra un 5% y en especies menores (gallinas, patos, pavos, cerdos, chivos) un 3%.

Por otra parte, las veredas de Minas de Iracal y Nuevo Colón varían su economía con cinco tiendas y un billar, Soplavientos y El Cairo con una tienda y un billar.

4.4.11 Etnias en el municipio¹⁷

Las etnias encontradas en la zona de estudio, se destacan:

- *Arhuaca*

El pueblo Ika o Arhuaco habitan las cuencas altas de los ríos Aracataca, Fundación y Ariguaní en la vertiente occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, en jurisdicción de los departamentos de Cesar, La Guajira y Magdalena, distribuidos en aproximadamente veinte zonas de asentamiento, donde son favorecidos por los tres pisos térmicos: frío, templado y cálido. Este grupo homogéneo compuesto por 14.799 personas que en su mayoría habla y escribe la lengua Ika, habitan un área de 195.900 hectáreas.

Desarrollan como principal actividad económica, la ganadería, específicamente de ganado vacuno y lanar, complementada con cultivos de café, papa, arracacha, batata, ajo, col, cebolla, en las zonas altas, así como frijol, aguacate, maíz, ahuyama, caña de azúcar, plátano, guineo, coca, tabaco y yuca, en la

¹⁷ Copiado y editado de página web ONIC: <https://www.onic.org.co/>

zona templada.

- *Kankuama*

Comparten la cultura y la tradición con los demás pueblos que cohabitan la Sierra Nevada de Santa Marta: Kággabba, Iku y Wiwa, con una población según DANE 2005 de 12.242. En su mayoría se concentran en el departamento del Cesar, donde habita el 96,29% de la población. Se comunican básicamente en español, teniendo en cuenta que su lengua ancestral se encuentra prácticamente extinto y en cuanto a su sistema económico se sustenta en la posesión individual de cultivos, destacandose en las tierras bajas plátano, banana, así como algunos frutales; y en las altas, el cultivo de papa y cebolla. además de animales para la cría. destacandose las gallinas y cerdos para fines comerciales, por otra parte las mujeres tejen mochilas para la venta, fortaleciendo a su vez la cosmovision, autoprotección, salvaguarda e identidad del pueblo.

- *Wiwa*

Los Wiwa se encuentran asentados en la vertiente suroriental y el norte de la Sierra Nevada de Santa Marta, en el Resguardo Kogui Malayo Arhuaco, que se ubica en la cuenca media-alta del río Ranchería y los cursos superiores de los ríos Cesar y Badillo, con una población según el Censo (DANE, 2005) de 10.703 personas autoreconocidas como pertenecientes al pueblo Arzario. Su lengua nativa es la Damana, perteneciente a la familia lingüística Chibcha.

4.5 MARCO LEGAL

Tabla 10. Legislación ambiental en el marco de estufas ecológicas

Norma	Descripción
--------------	--------------------

<p>Constitución Política de Colombia 1991</p>	<p>Art. 79. Derecho a gozar de un ambiente sano. Art 80. Planificación del manejo y aprovechamiento de recursos naturales. Art 95. Deber de las personas a la protección de recursos naturales del país.</p>
<p>Decreto Ley 2811 de 1974</p>	<p>Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Título III- Capítulo I: De las áreas de reserva forestal; Capítulo II: Aprovechamientos forestales; Capítulo VI: Reforestación.</p>
<p>Ley 99 de 1993</p>	<p>Por el cual se reglamenta el Sistema Nacional Ambiental. Título IX, De las funciones de las entidades territoriales y de la planificación ambiental- Art. 68: De la planificación ambiental de las entidades en el territorio.</p>
<p>Decreto 1076 del 2015</p>	<p>Por el cual se expide el Decreto único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Sección 12. De las plantaciones forestales: Artículo 2.2.1.1.12.1. Clases de plantaciones forestales, b) Plantaciones Forestales Protectoras-Productoras; Artículo 2.2.1.1.12.5. Clases de aprovechamiento y plantaciones.</p>
<p>Política de bosques 1996</p>	<p>Documento Conpes 2834 de 1996. Tiene como objetivo lograr un uso sostenido de los bosques con el fin de conservarlos, reducir la deforestación mediante la armonización de políticas intersectoriales e incentivar la reforestación, recuperación y conservación de los bosques.</p>
<p>Plan Nacional de Desarrollo Forestal 2001</p>	<p>Aprobado mediante documento Conpes 3125 de 2001. El Plan se basa en la participación de los actores que tienen relación con los recursos y ecosistemas forestales, poniendo en marcha estrategias y programas relacionados con la zonificación,</p>

	<p>conservación, y restauración de ecosistemas, el manejo y aprovechamiento de ecosistemas forestales, y la adopción de una visión de cadena en los procesos de reforestación comercial, desarrollo industrial y comercio de productos forestales.</p>
<p>Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas No Convencionales (PROURE) 2010</p>	<p>En su plan acción indicativo adoptado mediante Resolución 180919 de 2010 por el Ministerio de Minas y Energía incluye en el subprograma: sector residencial, una línea de acción para hornillas eficientes.</p>

Fuente: Autores

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, ya que a partir de los objetivos planteados se obtuvieron datos por medio de la observación, medición y documentación, utilizando instrumentos que han demostrado ser válidos y confiables en estudios previos, los cuales fueron ajustados a los casos; y cualitativo, ya que se recolectaron datos sin medición numérica para afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación. Así mismo tuvo un alcance descriptivo y correlacional, teniendo en cuenta que buscó especificar las características y los perfiles de las comunidades y fenómenos que se sometieron al análisis, es decir, se pretendió medir o recoger información de manera independiente sobre las variables de estudio, pero también conocer la relación o grado de asociación existente entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

5.2 POBLACIÓN

En el año 2016, la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR) en convenio con la Administración Departamental “Prosperidad a Salvo”, instaló 78 estufas ecológicas y bosques dendroenergéticos a familias campesinas e indígenas residentes en varios corregimientos y veredas de la zona rural del municipio de Pueblo Bello. Este número de hogares beneficiarios fue la población de estudio de la investigación.

5.3 MUESTRA

La muestra como subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, debe ser representativa y tiene que definirse o delimitarse con precisión, ya sea por medio de ecuaciones de poblaciones finitas e infinitas, escogiéndose a su vez de forma aleatoria, estratificada o por racimos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Para la presente investigación, el cálculo de la muestra fue realizado con la ecuación de poblaciones finitas, obteniendo un resultado óptimo de 38.

$$n = \frac{Nz_n^2pxq}{d^2(N - 1) + Z_n^2pxq}$$

Donde:

N: Total de la población

Z_n : Seguridad del 95%

P: Proporción esperada (0,05)

Q: 1-p (1-0,005=0,95)

D: Precisión en la investigación (5%)

$$n = \frac{78 \times 1,96^2 \times 0,05 \times 0,95}{0,05^2(78 - 1) + 1,96^2 \times 0,05 \times 0,95} = 38$$

A pesar que: 1) El acceso a las veredas es dificultoso, 2) En algunas zonas las viviendas quedan retiradas entre sí, 3) Alto costo en tiempo y recursos y 4) La muestra mínima para desarrollar los objetivos planteados es de 30 según metodología KPT, 2007, Versión 3.0, las visitas de caracterización fueron dirigidas a 40 hogares localizados en 11 veredas de la zona rural del municipio de Pueblo

Bello donde se implementaron las estrategias de estudio, tal como se muestra a continuación

Tabla 11. Población de estudio y muestra de la investigación

Veredas¹⁸	Número de beneficiarios*	Muestra
Antiguos	8	0
Berlín 1	3	3
Businchama	1	0
Caracolí	3	0
Costa Rica 2	9	0
El Cairo	6	2
El Reposo	2	1
La Carolina	2	2
La Florida	1	0
Libertad	1	0
Minas de Iracal	11	9
Montes Grandes	1	1
Nuevo Colón	4	3
Nuevo Horizonte	2	1
Nuevo Mundo	1	0
Palmarito	2	2
Paraver	5	5
Sanquintín	2	0
Santa Tirsa	1	0
Soplavientos	12	10
La Tranquilidad	1	1

¹⁸ Ver anexo N°5. Ubicación veredas de estudio.

TOTAL	78	40
-------	----	----

Fuente: Autores. *Alcaldía municipal de Pueblo Bello “Gobierno incluyente y generador de paz”, 2016

Precisa advertir que cuatro (4) visitas de las ejecutadas no fueron efectivas, es decir, no se realizó la entrevista al beneficiario, ya que se presentaron aspectos externos como la ausencia de personal en la vivienda objetivo, negación ante la socialización de la actividad o eventos infortunados como lo fue un funeral, en cuyos casos el protocolo KPT recomienda retrasar el test u omitir la familia del estudio. También, debe agregarse que algunos de los 78 hogares presentados en el documento oficial del proyecto que reposa en la Alcaldía municipal de Pueblo Bello, no se encontraron en las áreas designadas, como en los casos de las veredas Nuevo Colón y Nuevo Horizonte.

Por otra parte, en aras de demostrar la validez de la muestra usada en esta investigación se compararon los resultados obtenidos en el consumo de leña respecto al antecedente que lleva como título *Evaluación Integral del Programa de Estufas Ecológicas en San Luis de Potosí y Propuesta de Intervención (México)*¹⁹, donde se utilizó la prueba KPT, para una población de 60.000 y una submuestra para el test de 139, representado en un 0,231% de la población, mientras que la investigación realizada en el municipio de Pueblo Bello, se llevó a cabo en un 38,461% de la población (78 usuarios).

Característica	San Luis de Potosí	Pueblo Bello
Población	60000	78
Muestra	139	30

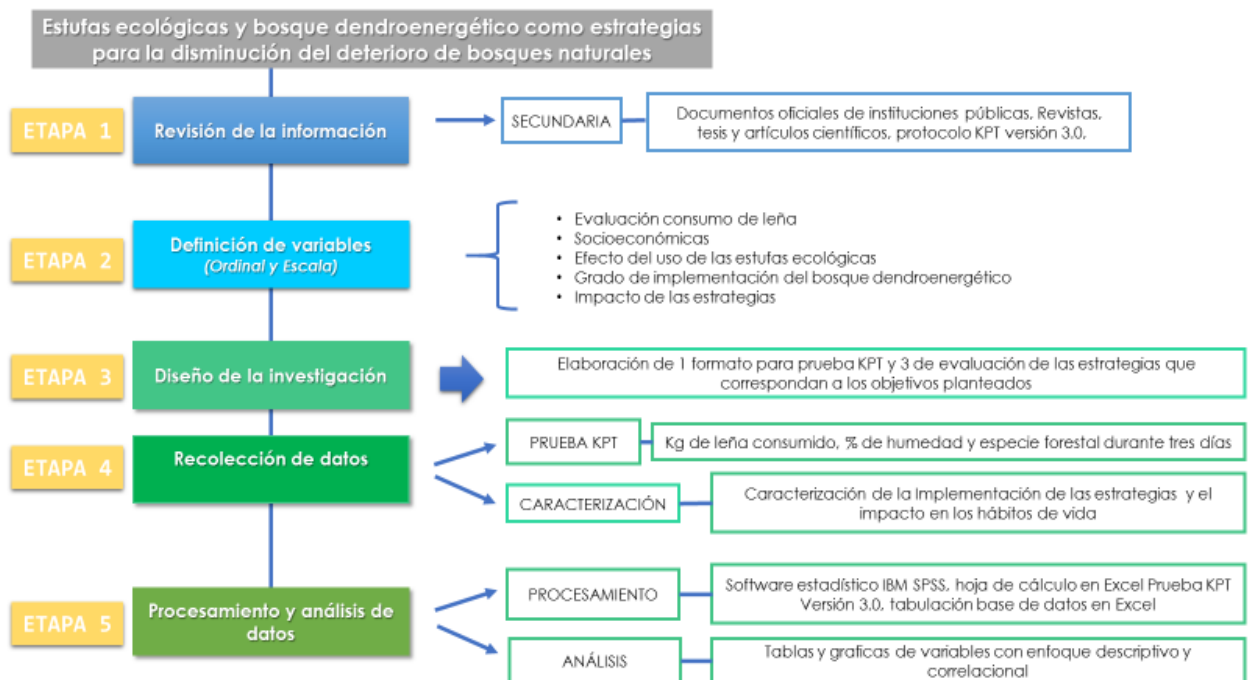
¹⁹¹⁹ Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT del Gobierno del estado de San Luis de Potosí, en el año 2016.

% población estudiada	0,231%	38,461%
-----------------------	--------	---------

5.4 DESARROLLO METODOLÓGICO

Para alcanzar los objetivos planteados en la investigación se efectuó la siguiente metodología:

Ilustración 8. Metodología de la investigación



Fuente: Autores

5.4.1. Etapa 1: Revisión de la información técnica e instrumentos de recolección de la información

Como primer paso para el desarrollo de la investigación, se revisó la información secundaria correspondiente a documentos provenientes de libros, artículos científicos, documentos oficiales de instituciones públicas y tesis, que sirvieron de antecedentes para el proyecto a trabajado, y conocer el contexto territorial del municipio de estudio, tales como archivos del proyecto titulado: “Implementación de estrategias, para disminuir el deterioro de los bosques naturales, en la zona rural de los municipios de Valledupar, Pueblo Bello, El Copey, Chiriguaná, Chimichagua, Pailitas, Pelaya y Aguachica” del cual partimos la investigación, y el protocolo de la Kitchen Performance Test (KPT, 2007) Versión 3.0.

5.4.2 Etapa 2: Definición de variables

Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse, estas se aplican a personas u otros seres vivos, objetos, hechos y fenómenos, los cuales adquieren diversos valores respecto de la variable referida (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Teniendo en cuenta los objetivos planteados en la investigación se identificaron las siguientes variables, clasificadas según sus características en ordinal y de escala:

Tabla 12. Variables de la evaluación del consumo de leña

Variable Ordinal	Variable de Escala
Tecnología uso principal	Número de personas
Condición combustible	% Humedad
Especie utilizada	Peso inicial
Parte del árbol utilizada	Peso final

Fuente: Autores

Tabla 13. Variables Socioeconómicas

Variable Ordinal

Actividad de ingreso

Nivel educativo

Fuente: Autores

Tabla 14. Variables del efecto de uso de las estufas ecológicas

Variable Ordinal

Variable de Escala

Tipos de combustible	Número diario de estacas
Frecuencia de uso de estufa	Peso diario de leña
Condición estufa ecológica	
Otros usos estufa ecológica	
Localización estufa ecológica	
Obtención de la leña	
Frecuencia de recolección de leña	
Lugar de obtención de leña	
Tipos de cocción	
Capacitación estufa ecológica	

Fuente: Autores

Tabla 15. Variables del porcentaje de implementación del bosque dendroenergético

Variable Ordinal

Variable de Escala

Nombre de la especie	Número total de especie
Sistema de riego	Número inicial de especie
Realización de podas	Número de especie subsistente
Corredores despejados	

Control fitosanitario	
Repoblación de especies	
Especificaciones técnicas para siembra	
Capacitación mantenimiento de bosque	

Fuente: Autores

5.4.3. Etapa 3: Desarrollo del diseño de la investigación

Para una mejor comprensión de la información, se diseñaron instrumentos de medición que registraron datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente (Grinell, Williams, Unrau, 2009). Las preguntas o ítems plasmados en el instrumento son confiables y específicos, con posibilidad de respuestas predeterminadas, donde algunas pueden ser dicotómicas (dos posibilidades de respuesta).

Se realizaron cuatro formatos diferentes de caracterización, uno para la cuantificación del consumo de leña, otro para analizar el efecto del uso de las estufas ecológicas en el consumo de leña como combustible doméstico, así como para establecer el porcentaje de implementación de los bosques dendroenergéticos y por último un formato para determinar la incorporación de las dos estrategias en los hábitos de vida y consumo de las familias beneficiarias (ver anexos).

5.4.4 Etapa 4: Realización de visitas técnicas a las familias beneficiarias de las estrategias en la zona rural del municipio de Pueblo Bello

Las visitas estuvieron dirigidas a la recolección de información primaria que nos permitió evaluar las variables anteriormente identificadas, mediante un mecanismo definido para la población de estudio teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

5.4.2.1 Etapa 3.1: Determinar el efecto del uso de las estufas ecológicas en el consumo de leña como combustible doméstico

Para establecer el efecto del uso de las estufas ecológicas en el consumo de leña fue necesario evaluar cuantitativa y cualitativamente variables que nos permitieran obtener valores reales de la cantidad de leña consumida por cada familia, comparando la reducción de la nueva tecnología respecto a la tradicional, así como entender los aspectos que influyen en la adopción de la estrategia, respectivamente.

Tal como se describió en el marco teórico, existen diversas metodologías para evaluar la efectividad de una estufa ecológica, como lo son la Prueba de Ebullición de Agua (WBT), Prueba de Cocción Controlada (CCT) y Prueba de Funcionamiento en Cocina (KPT), de las cuales, se optó por implementar la metodología KPT en esta investigación, debido a que dicho test tiene como objetivo principal demostrar si existen diferencias en el consumo de estufas ecológicas y fogones tradicionales, resaltando que el muestreo se realiza en campo, por lo que los resultados plasman las condiciones reales de uso y a su vez con la caracterización de los hogares beneficiados se logra entender la perspectiva de las personas respecto a las estufas. De igual forma, se documentan las prácticas de cocinado y los tipos de fogones que priman en la comunidad.

Cabe resaltar que las metodologías WBT y CCT son pruebas controladas y es probable que no se parezcan a las costumbres de cocción locales, por lo tanto, los resultados de las pruebas de laboratorio pueden diferir de los resultados obtenidos al cocinar los alimentos reales con los combustibles locales, incluso si la eficiencia se midió exactamente de la misma manera para ambas pruebas (WBT 4.2.3, 2014).

De acuerdo a lo anterior, para evaluar la cantidad de leña consumida por familia, se realizó en una muestra de 30 viviendas, mediciones del consumo de leña de acuerdo con la metodología en mención, teniendo en cuenta que se encontrase leña suficiente para pesar y dejar por un período de 24 horas; de estas, 22 familias usaban la estufa ecológica, y 8 el fogón tradicional. Dicha evaluación que tuvo un periodo de tres (3) días con cada familia, se efectuó de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Se indagó sobre el número de personas en cada vivienda, así como el número de comensales por comida del día, de acuerdo con el género y edad.
- Posteriormente se concluyó una cantidad de leña que garantizara un sobrante para ser pesado al final del día.
- La leña escogida se almacenó en un lugar de tal forma que no fuera mezclada con otro tipo de leña. con una báscula electrónica.
- Del conjunto de leña a implementar, se escogieron aleatoriamente 4 fracciones de árbol, a los cuales se les midió la humedad con el equipo medidor de humedad LIUMY D5468. En cada leña se tomarán tres registros en tres puntos, cuyos resultados se promediaron.

Ilustración 6. Medición humedad en el combustible



Fuente: Autores

- Se visitó a la familia al día siguiente, 24 horas después de la primera visita, para pesar la leña sobrante con una báscula, diferenciando cada una de las especies, con el objetivo de mostrar el uso cotidiano de leña en las familias beneficiarias.

Ilustración 7. Pesaje de leña



Fuente: Autores

- El procedimiento se repitió durante 3 días.

Cabe resaltar que para el cálculo del consumo de leña se tuvo en cuenta el factor de corrección para un hombre estándar, ya que se considera superior respecto al de un niño, una mujer y un adulto mayor; estos se ven reflejados en la tabla.

Tabla 16. Factor de corrección para adulto estándar

Género y edad	Factor de corrección
Niños: 0-14 años	0.5
Mujer: mayor de 14 años	0.8
Hombre: 15-59 años	1.0
Hombre: mayor de 59 años	0.8

Fuente: Guidelines for Woodfuel Surveys, FAO (1990).

5.4.2.2 *Etapa 3.2:* Establecer el porcentaje de implementación del Bosque dendroenergético para el abastecimiento de leña en las estufas ecológicas de la zona en estudio

Con esta etapa evaluamos el funcionamiento y control de las parcelas forestales o bosque dendroenergético que cuenta con setenta (70) individuos sembrados en el predio del beneficiario, y el cumplimiento del Establecimiento de plantaciones dendroenergéticas (Ver tabla 17) formulado para garantizar la preservación de las especies plantadas y que puedan ser usadas como leña para cocción en el año 2019 (3 años después de sembrados), así como la variación de la biomasa en el tiempo de ejecución del proyecto en relación al consumo de xilocombustible reflejándose en las hectáreas deforestadas por año y pérdida de carbono.

Tabla 17. Especificaciones del Establecimiento de Plantaciones Dendroenergéticas

ESPECIFICACIONES		CARACTERISTICAS
Previos	Selección de especies a plantar	Brasil, Guayacán Amarillo, Yaguaro, Cedro Rosado, Iguá, Matarratón, Caoba, Ceiba Toluá (Ceiba Roja), Ceiba Blanca, Corazón Fino, Roble-Flor morado, Trupillo, e introducidas como el Nimm, Eucalipto, entre otros
	Selección de sistemas y lugares de plantación	Especial interés en linderos (cercas vivas), siembras y potreros existentes. Establecer/definir técnicas de aprovechamientos forestales.
	Rocería	Forma mecánica, paralelo al trazado de callejones entre 1,5 y 2,0 m.

	Plateo	Se realizaría con 15 días de anticipación al ahoyado y siembra, estableciendo un metro de diámetro.
	Fertilización	Realizar enriquecimiento de materia orgánica en cantidad de 500 gr/hoyo, agregando 200g de cal agrícola.
Durante	Reposición de individuos vegetales	Siembra de sistema agroforestal 7X7 m para especies forestales, y 6X6m para frutales y de producción agrícola. Beneficiarios: 70 árboles
	Ahoyado	De forma circular o cuadrada con diámetro y profundidad de 0,30m.
Después	Replante	Porcentaje de mortalidad superior al 10%, entre los 10 y 15 días post siembra.
	Limpias	Dos limpiezas al año.
	Control fitosanitario	De acuerdo a la necesidad presentada.

5.4.2.3 Etapa 3.3 *Determinar el impacto de la estrategia de incorporación de las estufas ecológicas y del bosque dendroenergético en los hábitos de vida de la población beneficiaria.*

La implementación de estrategias para disminuir el deterioro de bosques en zonas rurales del municipio de Pueblo Bello es un programa integral para el mejoramiento energético; a través del montaje de estufas ecológicas eficientes, el establecimiento de parcelas agroforestales y capacitación a familias campesinas, buscando mejorar la utilización sostenible de los recursos naturales y la adopción de prácticas sociales de prevención.

Entre los objetivos de las actividades de concientización ejecutadas en el marco del proyecto realizado por la Gobernación y COORPOCESAR estaban educar y concientizar a la comunidad sobre la importancia del manejo del ambiente y la biodiversidad para un desarrollo sostenible, educar y concientizar a la comunidad sobre la importancia, manejo y uso de los bosques dendroenergético y estufas ecoeficientes, para un desarrollo sostenible, promoviendo sus ventajas.

En Pueblo Bello se realizaron tres talleres de capacitación y tres talleres de concientización. La comunidad se sensibilizó y capacitó en los temas de manejo y conservación ambiental, así como en el manejo agroforestal y buen uso de las estufas ecológicas eficientes, en estas actividades se entregaron cartillas de manejo eficiente y ventajas de las estufas ecológicas a los beneficiarios.

Nuestro objetivo fue evaluar si se presenta algún cambio en los hábitos de vida y/o costumbre de los beneficiarios luego de las actividades de concientización realizadas, teniendo en cuenta la perspectiva de las personas al uso de las estufas eficientes y el manejo de las parcelas forestales para futura utilización de leña para consumo doméstico. Es importante conocer el punto de vista de los beneficiarios sobre la importancia de la protección del ambiente, principalmente los bosques aledaños.

Otro punto importante en esta etapa fué determinar el estado de las estufas ecológicas y aprehensión de las capacitaciones y talleres sobre el buen uso de las estufas ecológicas.

5.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

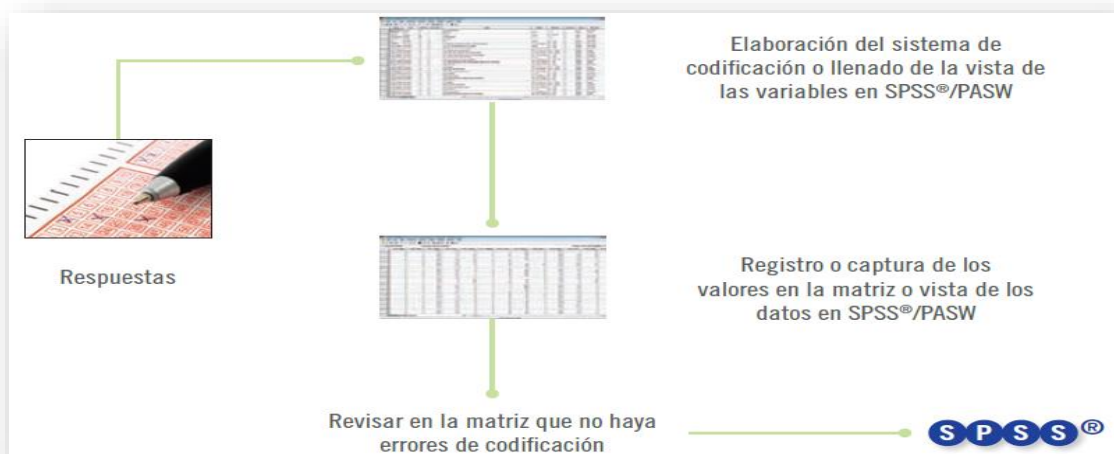
Para el procesamiento de la información se creó una base de datos en Excel con todas las variables de los tres formatos que evaluaron la implementación de las estrategias y su impacto, teniendo en cuenta preguntas cerradas, cuales respuestas fueron analizadas por medio de gráficas y valores estadísticos

arrojados por el software IBM SPSS y preguntas abiertas, para la cual se efectuó el siguiente procedimiento:

1. Se observó la frecuencia con que aparece cada respuesta a determinadas preguntas.
2. Se eligieron las respuestas que se presentan con mayor frecuencia (patrones generales de respuestas).
3. Se clasificaron las respuestas escogidas en temas, aspectos o rubros de acuerdo con un criterio lógico.
4. Se le dio un nombre o título a cada tema, aspecto o rubro (patrón general de respuesta).

Por otra parte, para el procesamiento de la información de la prueba *Kitchen Performance Test (KPT, 2007)* versión 3.0, se ingresaron los datos obtenidos en una hoja de cálculo de Excel, herramienta brindada por dicha prueba. Los resultados proporcionados determinaron el consumo de combustible diario por vivienda respecto al % de humedad y el número de personas que consumen los alimentos, con lo cual por medio del software estadístico Minitab 18, se obtuvieron los valores del consumo promedio de las 30 viviendas analizadas.

Ilustración 8. Procesamiento de la información en software estadístico IBM SPSS



Fuente: Metodología de la Investigación, 5ta edición, México D.F, 2010; P269.

Por consiguiente, con los resultados del consumo promedio de combustible por vivienda, se calculó la eficiencia de la estufa ecológica frente al fogón tradicional de acuerdo con la ecuación implementada por Aristizábal J en el año 2010:

$$R_i = ((SC_k - SC_i) / SC_k) * 100$$

Donde;

R_i : Rendimiento de la estufa mejorada i en comparación con la estufa tradicional (%)

SC_k : Consumo específico de combustible de la estufa tradicional (g/kg)

SC_i : Consumo específico de combustible de la estufa mejorada i (g/kg)

Puesto que se obtuvo el valor del consumo de leña de forma directa, fue posible cuantificar la pérdida anual de carbono por recolección de leña, calculada de la siguiente manera según la ecuación 3.2.8 del Manual de Orientación del IPCC sobre buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (2003):

$P_{leña} = LR * D * FEB * FC$, en donde;

$P_{leña}$: pérdida anual de carbono debido a la recolección de leña, en toneladas de C por año.

LR : volumen anual de leña recolectada en m³ por año.

D : densidad básica de la madera en toneladas por metro cúbico.

FEB : factor de expansión de biomasa para convertir volumen en biomasa aérea total sobre el suelo.

FC : fracción de carbono de la materia seca (valor por defecto 0.5)

LR : (Kg de leña recolectada por días x días de recolección de leña) densidad de la madera por m³

Tabla 18. Valores por defecto de los factores de expansión de la biomasa

VALORES POR DEFECTO DE LOS FACTORES DE EXPANSIÓN DE LA BIOMASA (FEB)			
Zona climática	Tipo de bosque	Valor mínimo del diámetro a la altura del pecho (cm)	FEB2 (con corteza)
Región boreal	Coníferas	0-8,0	1,35 /1,15-3,8)
	Hoja ancha	0-8,0	1,1 (1,15-4,2)
Templada	Coníferas: Pícea-abeto	0-12,5	1,3 (1,15-4,2)
	Pinos	0-12,5	1,3 (1,15-3,4)
	Hoja ancha	0-12,5	1,4 (1,15-3,2)
Tropical	Pinos	10,0	1,3 (1,2-4,0)
	Hoja ancha	10,0	3,4 (2,0-9,0)

Fuente: Orientación del IPCC Sobre Buenas Prácticas Para UTCUTS (2003)

6. ANÁLISIS Y RESULTADOS

6.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS

Para describir la población utilizada en la investigación, se dividió la información recolectada en tres grupos de acuerdo a las siguientes variables:

Tabla 19. Variables utilizadas en la caracterización de la muestra

Variable	Característica/Indicador
1. Localización geográfica y temperatura	Altura
	Temperatura
	Coordenadas geográficas
2. Etnia	Vestimenta
	Lengua hablada
	Región geográfica
3. Nivel socioeconómico	Nivel de educación
	Actividad económica

Fuente: Autores

6.1.1 Localización geográfica y temperatura

Las viviendas beneficiarias se encuentran distribuidas en alturas que van desde los 1200 hasta 329 msnm, ubicándose un 44,4% en las máximas elevaciones, característico de las veredas Berlín 1, Soplavientos, Nuevo Colón y Nuevo Horizonte; un 14% se sitúa en la parte media, especialmente en El Cairo, Montes Grandes y La Carolina, mientras que un 41,6% en las zonas bajas, como Paraver, Minas de Iracal y Palmarito. Dichas localidades presentan una diferencia en la

extensión territorial entre y por vivienda, donde en las de carácter alto y medio, se encuentran lotes por familia de doscientos a cinco hectáreas, y en las bajas, caseríos con dinámicas de pueblo. Lo anterior, es determinado por la disponibilidad de recursos naturales básicos, tales como fuentes hídricas y combustibles, así como vías de acceso.

Cabe señalar que la temperatura presentada fue inversamente proporcional a la altura, a pesar de haber desarrollado el trabajo de campo durante tiempos de lluvias prolongadas.

En la siguiente tabla se presenta el número de beneficiarios entrevistados por vereda y las características específicas mencionadas anteriormente:

Tabla 20. Características geográficas de las viviendas beneficiarias

Número de vivienda	Vereda	Coordenadas	Altura (m)	Temperatura (°C)
1	Berlín 1	10°22'26.61"N 73°36'53.58"W	1271	24
2	Berlín 1	10°22'39.44"N 73°36'26.42"W	1140	24
3	Berlín 1	10°22'58.4"N 73°36'33.46"W	1176	24
4	Soplavientos	10°23'17.89"N 73°38'22.82"W	1102	27
5	Soplavientos	10°23'5.14"N 73°38'23.7"W	1119	27
6	Soplavientos	10°22'50.47"N 73°38'24.98"W	1175	24
7	Soplavientos	10°22'50.47"N 73°50'24.8"W	1177	24

8	Soplavientos	10°22'44.17"N 73°38'31.34"W	1199	26
9	Soplavientos	10°23'0,81"N 73°38'32.7"W	1137	24
10	Soplavientos	10°23'3.74"N 73°38'35.51"W	1100	25
11	Soplavientos	10°23'42.9"N 73°38'27.73"W	1077	24
12	Soplavientos	10°23'35.06"N 73°38'32.04"W	1143	24
13	El Cairo	10°26'1.04"N 73°30'9.07"W	743	25
14	El Cairo	---	---	29
15	Montes Grandes	---	---	30
16	Paraver	10°23'55.01"N 73°38'21.72"W	1035	25
17	Paraver	---	---	27
18	Paraver	10°24'33.02"N 73°38'4.61"W	990	25
19	Paraver	10°24'43.53"N 73°37'24.16"	1000	25
20	Minas de Iracal	---	---	30
21	Minas de Iracal	10°21'48.15"N 73°29'37.69"W	318	30
22	Minas de Iracal	10°21'52.07"N 73°29'42.71"W	338	30

23	Minas de Iracal	10°21'43.2"N 73°29'32.3"W	329	30
24	Minas de Iracal	---*	---*	32
25	Minas de Iracal	---*	---*	32
26	La Carolina	10°24'12.47"N 73°35'31,32"W	1084	30
27	La Carolina	10°23'18.75"N 73°35'35.5"W	1204	30
28	Nuevo Colón	---*	---*	30
29	Nuevo Colón	---*	---*	---*
30	Nuevo Colón	---*	---*	---*
31	Nuevo Horizonte	---*	---*	---*
32	Palmarito	---*	---*	---*
33	Palmarito	---*	---*	---*

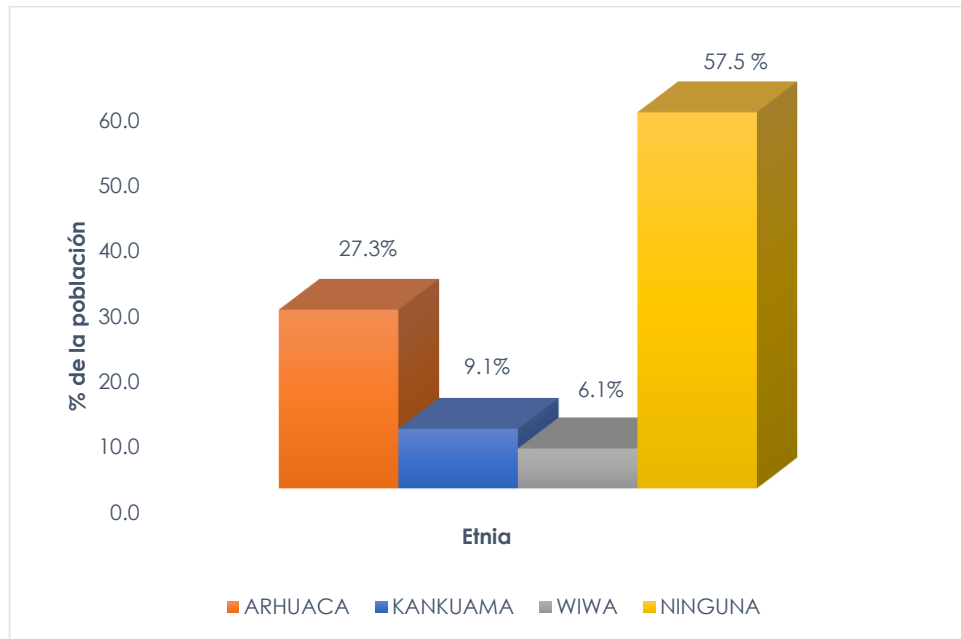
Fuente: Autores; * Datos no suministrados por el GPS.

6.1.1. Etnia

Teniendo en cuenta los rasgos físicos, la vestimenta, segunda lengua, apellidos y el autorreconocimiento se determinó que el 42,5% de la muestra pertenece a un grupo étnico, siendo el *Arhuaco* predominante con un 27,3%, seguido de los *Kankuamos* y *Wiwas*. Estos se encuentran asentados en las zonas de estudio alta,

media y baja respectivamente, lo cual está relacionado con sus costumbres y formas de vida de origen.

Gráfica 1. Identidad de la población

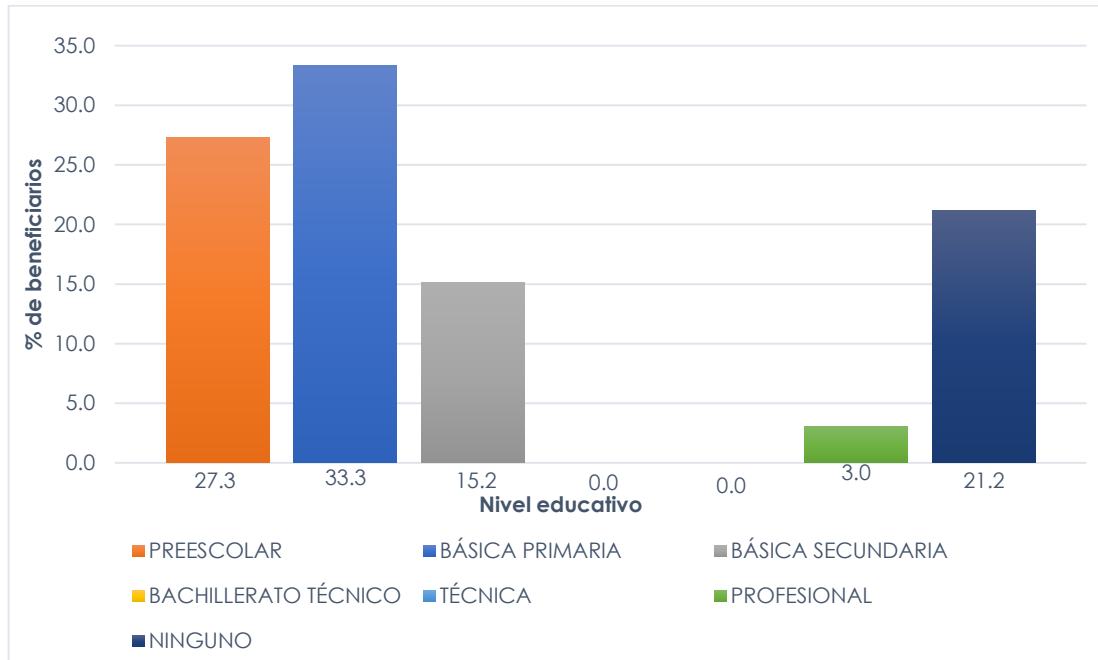


Fuente: Autores

6.1.3. Nivel socioeconómico

Nivel de Educación: Un 51,5% de la población entrevistada posee algún tipo de educación, en su mayoría básica primaria (33,3%), mientras que un porcentaje significativo (21,2%) afirma no haber recibido, grupo del cual el 71,4% pertenece a una comunidad indígena.

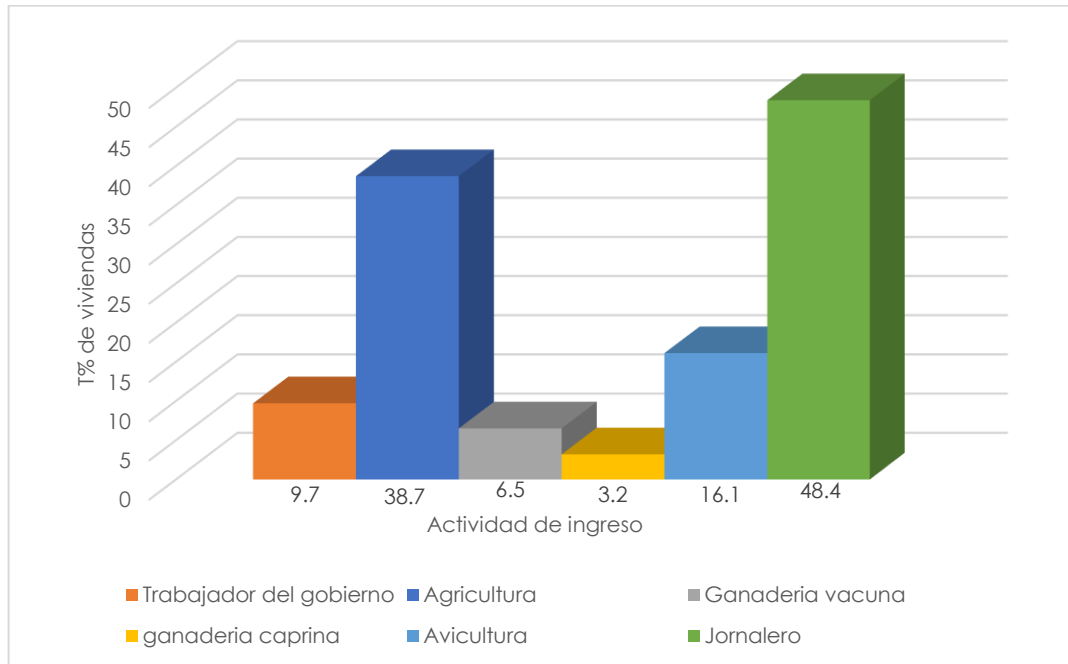
Gráfica 2. Nivel educativo de la muestra



Fuente: Autores

Actividades de ingreso de la vivienda: La jornalearía es la actividad más desarrollada en la zona de estudio (48,4%) ya que no requiere un nivel de educación básico o superior, siendo característico principalmente de familias indígenas (66,6%), cuales la alternan en algunos casos con ganadería caprina (Wiwas) y avicultura (Kankuamos); otra gran parte de la muestra tiene como fuente económica la agricultura (38,7%), teniendo en cuenta que puede desarrollarse en todos los pisos térmicos. También se destaca la ganadería en menor proporción (9,7%) en zonas de baja latitud gracias a sus condiciones bioclimáticas.

Gráfica 3. Actividad de ingreso



Fuente: Autores

6.2 EFECTO DEL USO DE LAS ESTUFAS ECOLÓGICAS EN EL CONSUMO DE LEÑA COMO COMBUSTIBLE DOMÉSTICO

6.2.1 Caracterización

Las condiciones geográficas, socioeconómicas y poblacionales se convierten en limitantes para las familias a la hora de adquirir una tecnología que garantice la preparación de sus alimentos, ya que anterior a la implementación de la estrategia, utilizaban fogones tradicionales en forma de hornilla, realizando un sobreesfuerzo para mantener un cilindro de GLP y en menores casos dispositivos de cocción eléctricos. Sin embargo, dicha situación no ha cesado totalmente, ya que actualmente un 48,5% de la población tiene diferentes combinaciones de tecnología y un 51,5% coloca en funcionamiento una. (Ver Gráfica 4. Tecnologías usadas por viviendas).

Ilustración 9. Prototipo estufa tradicional, Montes Grandes

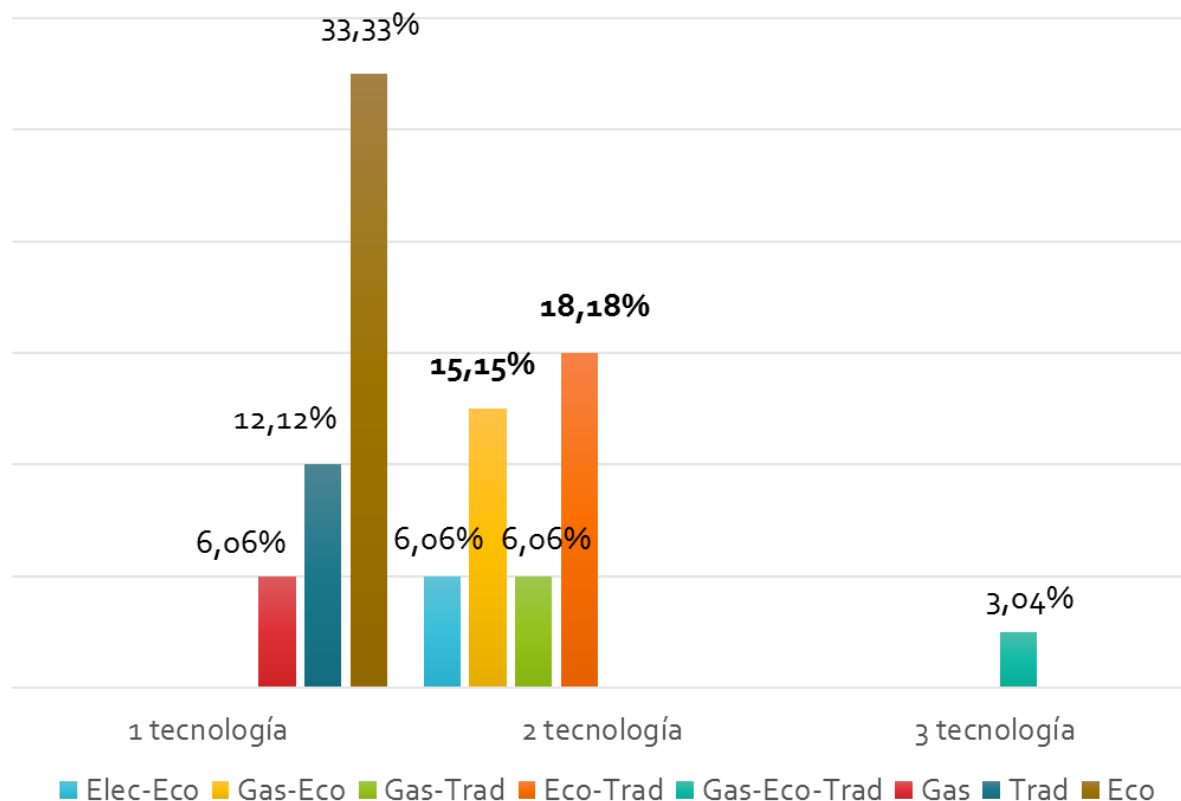


Fuente: Autores

En el uso de tecnologías mixtas predominan el grupo de estufas tradicionales y ecológicas (18,18%), donde se continúa usando el fogón tradicional para realizar ciertas tareas de cocinado, especialmente en época de cosecha, días en los cuales hay muchos trabajadores en la vivienda, así como en fiestas, reuniones familiares y la realización de productos para vender, como pasteles. Paralelamente, el uso de Estufas GLP y Ecológicas (15,15%) se destaca en las veredas de Paraver y Minas de Iracal dada su cercanía con la cabecera municipal de Pueblo Bello y Valledupar respectivamente, lo cual se ve reflejado en el valor del cilindro; a su vez, el uso de la eléctrica y ecológica solo se evidenció en la comunidad de Nuevo Colón, quienes a pesar de tener un ingreso promedio hacen el esfuerzo por motivos de salud.

Por otra parte, el uso de las tres tecnologías ecológica, tradicional y GLP (6,06%), se observó en familias de buenas condiciones económicas, integrada por una población relativamente grande donde se destacan visitantes, trabajadores y dueños.

Gráfica 4. Tecnologías usadas por vivienda



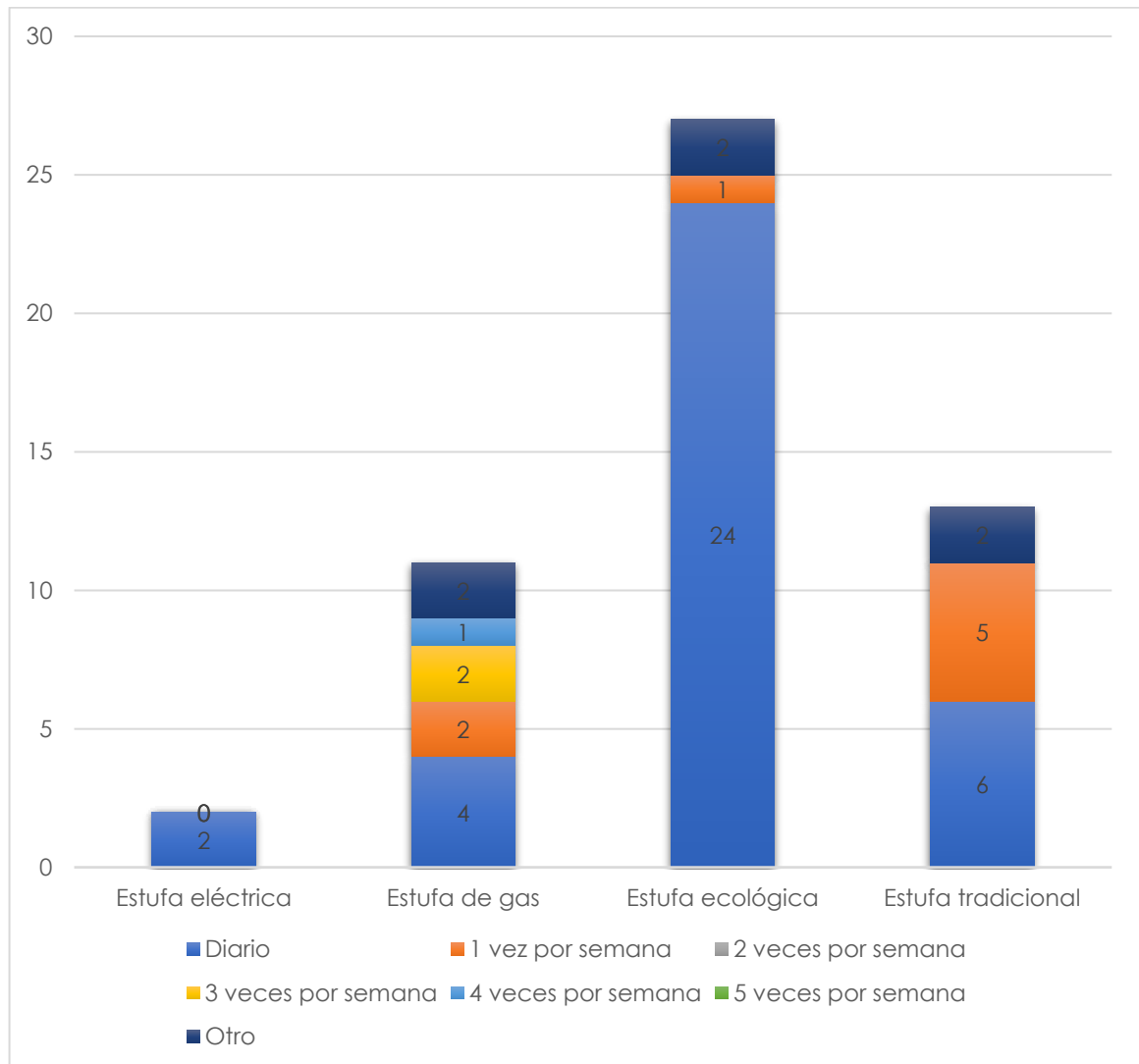
Fuente: Autores

Ahora bien, del total de los beneficiarios el 81,8% hace uso de la estufa ecológica, el 63,6% la utiliza como dispositivo de cocción principal, no obstante solo el 40,7% hizo una real adopción de la estrategia como única tecnología, principalmente en las zonas más altas, representadas en las veredas de Soplavientos y Berlín 1, comunidades que se encuentran alejadas de los centros urbanos y con vías de acceso deficientes, donde el único mecanismo para llegar a las viviendas es a pie o por mulo en épocas de invierno y en moto en épocas de verano, aspectos que influyen en el valor agregado del cilindro de GLP, que ya desde su precio base es elevado en el municipio de Pueblo Bello. De igual forma, los problemas de energía

de la zona donde el servicio es irregular no permiten acceder a tecnologías como la eléctrica.

En cuanto a la frecuencia de uso, un 72,7% de las familias usa a diario la tecnología ecológica; el 12,2% optan por la estufa de gas a diario, entre tanto otro 12,2% la usan entre una y tres veces a la semana, principalmente para actividades de cocción rápida como calentar leche o hacer café. Así mismo el 100% de la población que implementa la eléctrica, lo hace a diario (6,1%).

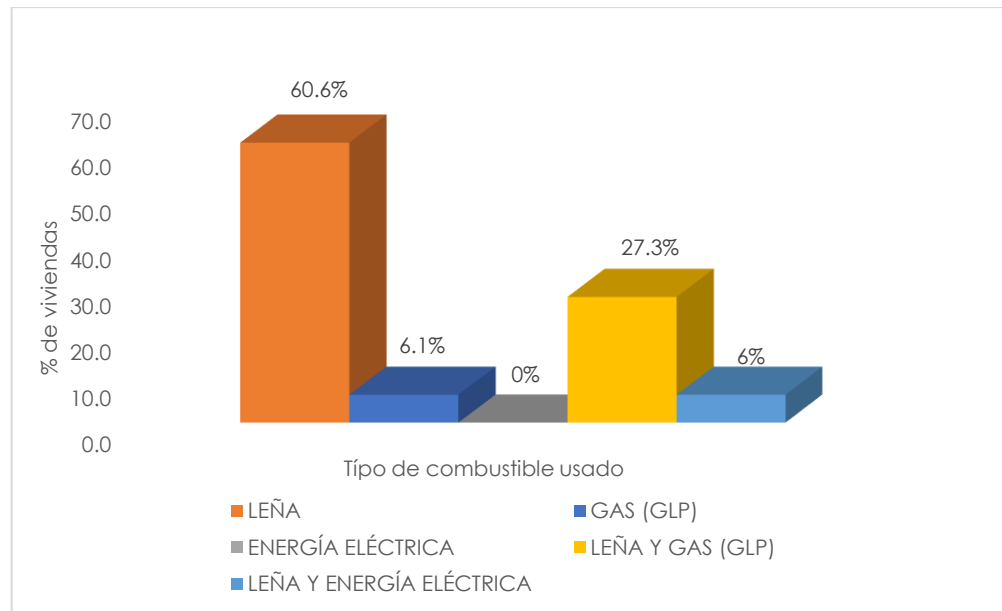
Gráfica 5. Tecnologías usadas por vivienda



Fuente: Autores

Lo anterior justifica que el 94% de la población utilice leña como principal combustible, si se tiene en cuenta que un porcentaje importante emplea tanto leña y gas (GLP), leña y electricidad como fogones tradicionales.

Gráfica 6. Tipo de combustible para cocinar



Fuente: Autores

Por otra parte, en el diagnóstico general del prototipo de estudio, se encontró un 72,7% en buen estado, mientras que el 18,2% se halló sin usar, principalmente por problemas en la instalación, sumado al retorno de algunas familias al fogón tradicional. De igual forma el 6,1% se percibió en condiciones regulares, siendo la plancha la parte que más rápido se desgasta, así como el conducto de la chimenea, cual tiende a taponarse muy seguido.

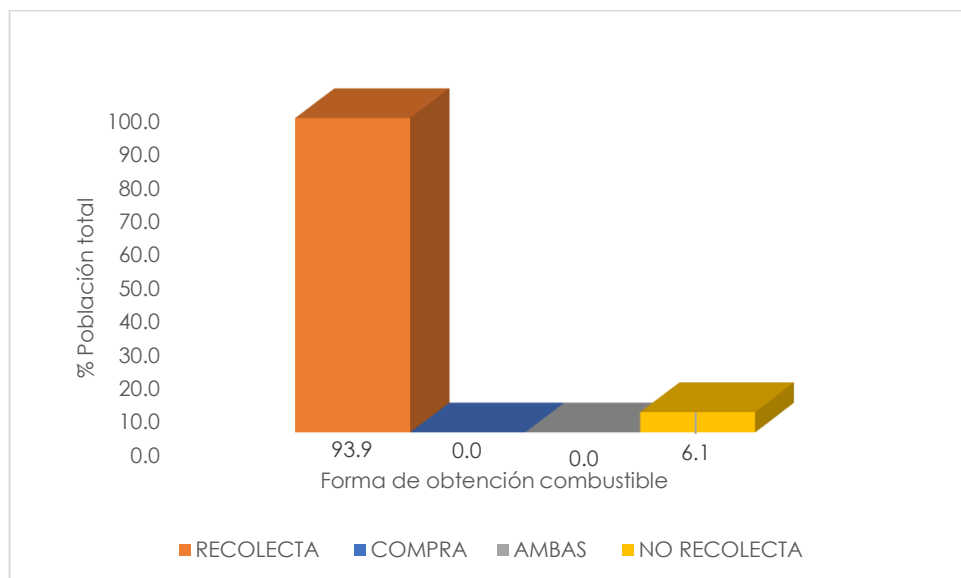
Ilustración 10. Estado de la plancha en Vivienda 9, Soplavientos



Fuente: Autores

Con respecto a la obtención de leña, la mayoría de los beneficiarios lo hacen por recolecta (93,9%), la cual se realiza principalmente en parcelas propias (57,6%) y alrededores de la misma comunidad (30,3%), de esta última se destaca Minas de Iracal, Nuevo Colón y Palmarito, dada sus características geográficas y extensión de propiedades, tal como se visualiza en la Gráfica 8.

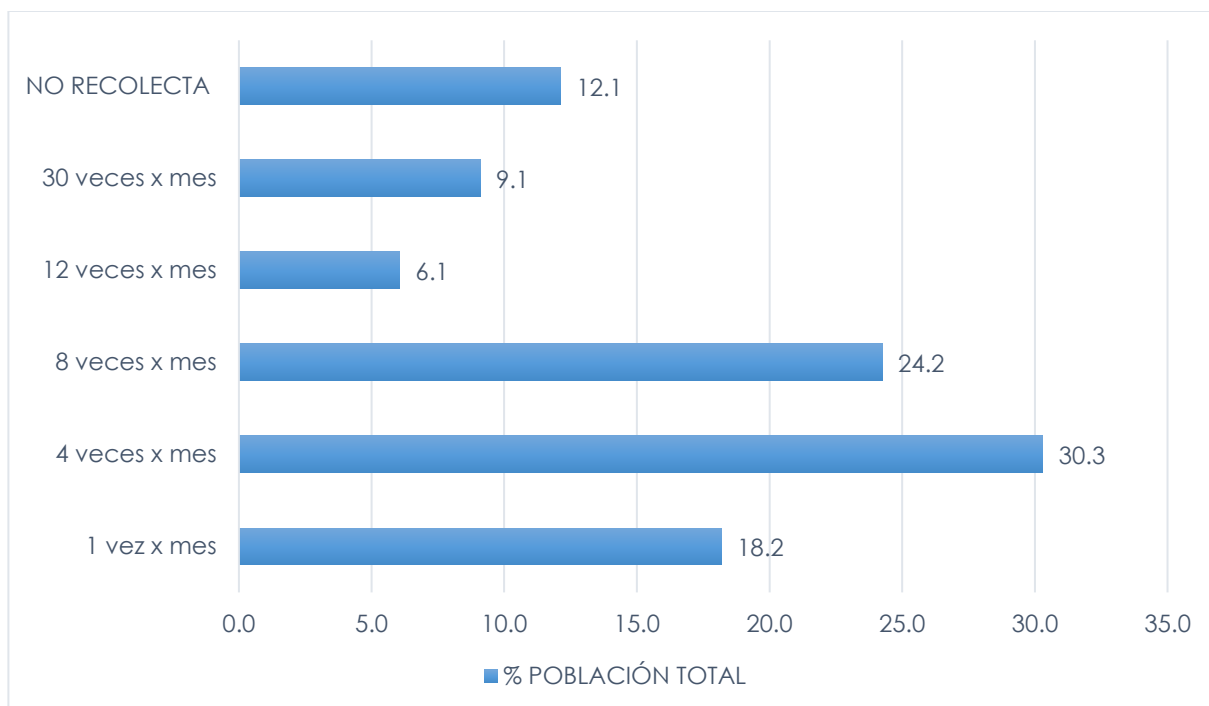
Gráfica 7. Tipo de recolección de leña



Fuente: Autores

Por su parte, la frecuencia de recolección se realiza principalmente una vez a la semana (30,3%) equivalente a cuatro veces al mes; aunque algunos beneficiarios afirman hacerlo diario (9,1%), mientras que otros prefieren recolectar una gran cantidad de leña que les dure todo el mes (18,2%). La variación de frecuencia de recolección se observa en la gráfica 9.

Gráfica 8. Frecuencia de recolección de leña



Fuente: Autores

6.2.2 Kitchen Performance Test (KPT), Versión 3.0

Durante la realización de la metodología KPT uno de los aspectos más observados fue la composición de las familias, teniendo en cuenta que dichos datos son de gran importancia en el cálculo del consumo de leña propuesto en el procedimiento, ya que considera unos factores de corrección donde se muestra que la población infantil consume menos que un hombre adulto. En la población de estudio se determinó que el núcleo familiar se encuentra conformado en su mayoría por niños

de cero (0) a catorce (14) años, y en menor proporción adultos mayores de más de cincuenta y nueve (59) años.

Tabla 21. Relación número de personas que consumen los alimentos

Niños 0-14	Mujeres más de 14 años	Hombres 15-59 años	Hombres de más de 59 años
67	47	43	5

Fuente: Autor

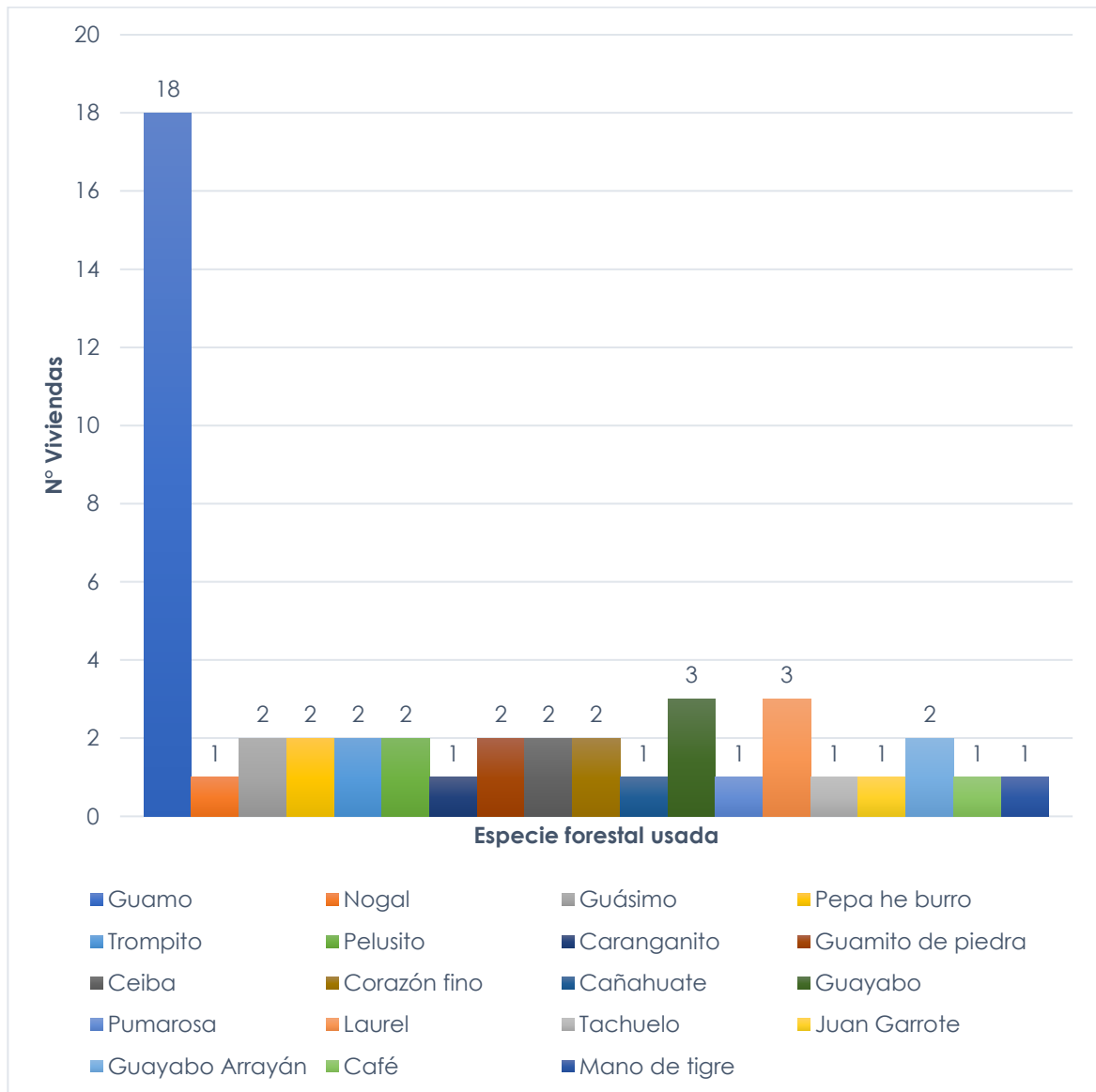
De igual forma, se apreció que el tipo de combustible utilizado para la cocción de los alimentos varía de acuerdo a la posición geográfica de la vivienda, puesto que en zonas de mayor altitud prima el uso del guamo y guayabo, mientras que en las partes bajas se destaca la ceiba, corazón fino cañahuate. Sin embargo, a nivel general las especies más utilizadas son el Guamo, Laurel y Guayabo (Ver Gráfica 10).

Ilustración 11. Combustible doméstico (Guamo) en Soplavientos



Fuente: Autores

Gráfica 9. Tipo de especie usada para leña



Fuente: Autor

Cabe resaltar que se realiza un aprovechamiento total del árbol como xilocombustible, es decir, se emplea tanto el tronco como ramas, siendo esta última destinada especialmente para el encendido del prototipo de cocción. Por su parte las condiciones de utilización del combustible presentan una relación de secado y humedad, de 60-40 respectivamente.

Con lo anterior y en base a los cálculos realizados con los valores de pesaje del combustible por vivienda, se determinó que el rango de consumo medido en la estufa ecológica oscila entre 8 a 35Kg, siendo estos valores el máximo y mínimo reportado para este tipo de tecnología de cocinado; del mismo modo, se observa que el rango de consumo por vivienda en el fogón tradicional varía entre 11 y 37 Kg (Ver tabla 21). De modo general, el consumo per cápita de la zona de estudio es de un 6.11Kg y los valores de consumo mínimos alcanzados en las estufas eficientes se localizan en las veredas de Soplavientos y El Cairo, en tanto que en Palmarito se presentó el consumo mayor.

Tabla 22. Variación del consumo y porcentaje de la leña

# Vivienda	Consumo de combustible (Kg)				Humedad de combustible (%)			
	Día 1	Día 2	Día 3	Promedio	Día 1	Día 2	Día 3	Promedio
<i>Estufa Ecológica</i>								
1	9	13	12	11,3	18	17	20	18,3
2	16	16	11	14,3	13	12	13	12,7
3	19	21	24	21,3	10	10	10	10
4	12	8	23	14,3	21	18	22	20,3
5	19	21	20	20	16	15	16	15,7
6	16	17	21	18	18	18	21	19
7	16	15	16	15,7	15	14	14	14,3
8	17	21	24	20,7	15	15	15	15
10	21	23	27	23,7	11	10	11	10,7
13	18	16	32	22	19	20	15	18
14	10	12	8	10	12	11	12	11,7
15	9	10	12	10,3	11	10	11	10,7
17	29	32	28	29,7	12	12	12	12

19	13	16	9	12,7	13	12	14	13
22	14	21	13	16	14	14	20	16
23	11	31	16	19,3	12	13	15	13,3
24	15	16	16	15,7	15	15	18	16
30	17	18	21	22,7	10	6	12	9,3
31	17	17	15	16,3	12	10	9	10,3
32	18	16	24	19,3	21	16	18	18,3
33	23	21	27	27	6	18	0	8
35	31	35	29	31,7	14	13	12	13
<i>Estufa Tradicional</i>								
9	34	37	33	34,7	11	11	11	11
11	16	19	17	17,3	16	15	18	16,3
16	24	23	25	24	9	7	11	9
20	11	34	19	21,3	9	7	11	9
21	18	17	28	21	13	15	15	14,3
25	24	24	20	22,7	11	7	13	10,3
27	26	24	25	25	18	20	21	19,7
28	28	26	27	27	17	16	20	17,7

Fuente: Autores

Tomando como referente el consumo específico de combustible de la estufa tradicional, se llevó a cabo la comparación con el prototipo de estufa mejorada, mediante el siguiente análisis:

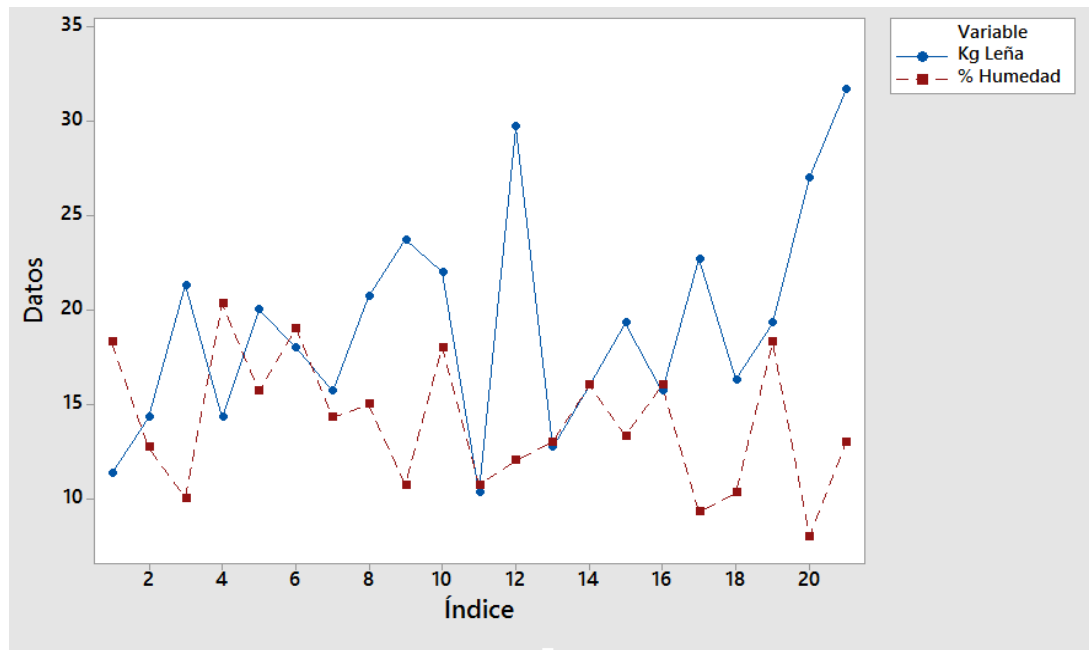
$$R_i = ((24,13 - 19,75) / 24,17) * 100$$

Obteniendo un *18,12% de eficiencia* de la estufa ecológica respecto a la tradicional.

Por otro lado la humedad en la leña es un factor a tener en cuenta a la hora de considerar el consumo de un combustible, dado que son directamente proporcionales, es decir, entre mayor es la humedad de la leña, mayor será el

consumo de esta en el hogar, sin embargo, en campo se evidencio que el consumo del xilocombustible no está limitado a esta variable, tal como se muestra en el gráfico 11, detallados por el promedio de los tres días de muestra.

Gráfica 10. Kg de leña vs Humedad, Promedio 3 días



Fuente: Autores

Además del porcentaje de humedad que presentó la leña, el tipo de especie, la altitud, número de personas, el género y la edad de estos, jugaron un papel importante en el consumo del combustible, evidenciándose en las zonas más altas, un gasto de leña mayor, debido a la relación inversa de la altura y presión del aire, que genera un aumento de tiempo en la preparación de los alimentos. También se observa que las familias con gran número de miembros tienden a consumir más combustible para preparar sus comidas y por corrección de la metodología KPT el consumo será mayor entre más hombres jóvenes haya en la vivienda.

Para el cálculo de la demanda anual de leña de la muestra, se tienen los siguientes valores:

- Promedio frecuencia de recolección: 2 veces/Sem
- Semanas por año: 52
- Frecuencia de recolección anual: $(52*2) = 104$
- Consumo promedio Estufa Eficiente: 19,75 Kg
- Consumo promedio Fogón Tradicional: 24,13 Kg

Consumo E.E

$$(19.14 \text{ Kg} * 22 * 104) = 43792.32 \text{ Kg/año}$$

Consumo Fogón Tradicional

$$(24.13 \text{ Kg} * 8 * 104) = 20076.6 \text{ Kg/año}$$

Total consumo

$$(43792.32 + 20076.6) \text{ Kg/año} = 63868.92 \text{ Kg/año} = 63.9 \text{ ton/año}$$

Partiendo de los consumos diarios por vivienda, observamos que, aunque en la muestra se analizó un número mayor de estufas eficientes, el valor del consumo en fogones tradicionales corresponde a casi la mitad de los Kg gastados en el prototipo ecológico; afortunadamente para este caso de estudio las estufas tradicionales corresponden a sólo ocho (8) hogares.

Lo anterior, se resume en la tabla.

Tabla 23. Consumo de combustible por vivienda

Prototipo	Tipo de consumo	
	Diario	Anual
Eficiente	19,75 kg	43792.32 Kg
Tradicional	24,13 Kg	20076.6 Kg

Fuente: Autores

El rendimiento de la estufa ecológica en comparación con la estufa tradicional es del 18,12%, lo que se traduce en un ahorro de 7.93 toneladas de leña al año por núcleo familiar, si se tiene en cuenta un consumo promedio anual de 43.79 toneladas por año.

Tomando en cuenta la densidad de biomasa de un bosque que de acuerdo a Brown (1997), es definida como “la cantidad total de materia orgánica viva por encima el suelo presente en los árboles y expresada en toneladas secas por unidad de superficie”, es posible hacer una estimación sobre la proporción de biomasa que correspondería a la cantidad de leña que consume una familia en el área de estudio sobre una base anual.

Partiendo de lo anterior y dado que fue posible determinar la cantidad de leña de forma directa, el producto del volumen de leña recolectado (L_R) por la densidad básica (D) del promedio de las dos especies más usadas (Guamo y Laurel) es de aproximadamente 3.6 toneladas por m^3 . Penman J, et al., 2003, sugiere utilizar un FEB por defecto 3,4 para zona climática tropical (Ver Tabla 17), bosques de hoja ancha, en consecuencia, la pérdida anual de carbono por recolección de leña es calculada de la siguiente manera según la ecuación 3.2.8 del Manual de

Orientación del IPCC sobre buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (2003):

$$P_{\text{Leña}} = LR * D * FEB * FC$$

$$\rho \text{ básica guámo: } 520 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho \text{ básica laurel: } 390 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho \text{ básica promedio: } 520 + 390 \text{ kg/m}^3 = 455 \text{ kg/m}^3 \text{ ----- } 0,46 \text{ ton/m}^3$$

$$LR = 7,94 \frac{\text{ton}}{\text{año}} \times 0,46 \text{ ton/m}^3 = 3,65 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$P_{\text{Leña}} = 3.65 * 3.4 * 0.5 = 6.20 \text{ Ton Carbono}$$

Los bancos dendroenergéticos cumplen la función de un sumidero temporal de carbono, puesto que en su proceso de desarrollo, capturan el CO₂ para transformarlo en celulosa (madera), siendo el objetivo del mismo desplazar el consumo de leña proveniente de bosque natural (Aristizábal, 2010), sin embargo, dada las condiciones de los individuos forestales encontradas en las parcelas, no se estima las emisiones de dióxido de carbono que se dejarían de emitir al sustituir leña procedente de bosques naturales por bancos dendroenergéticos.

6.3 EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE IMPLEMENTACIÓN DEL BOSQUE DENDROENERGÉTICO

Una de las estrategias para disminuir el deterioro de bosques es por medio de la modalidad de huertos leñeros, esto significa la siembra de árboles maderables aptos para leña, que mediante un manejo por el sistema de corte y rebrote permita abastecer de leña a la estufa a partir del tercer año. De acuerdo a lo anterior, al evaluar las condiciones de las parcelas forestales establecidas en el año 2016 y las prácticas culturales para su sostenimiento, mediante la observación permitida durante las visitas de campo y escucha del proceso por parte de los usuarios, se

evidenció lo plasmado en la siguiente tabla

Tabla 24. Implementación del PMF

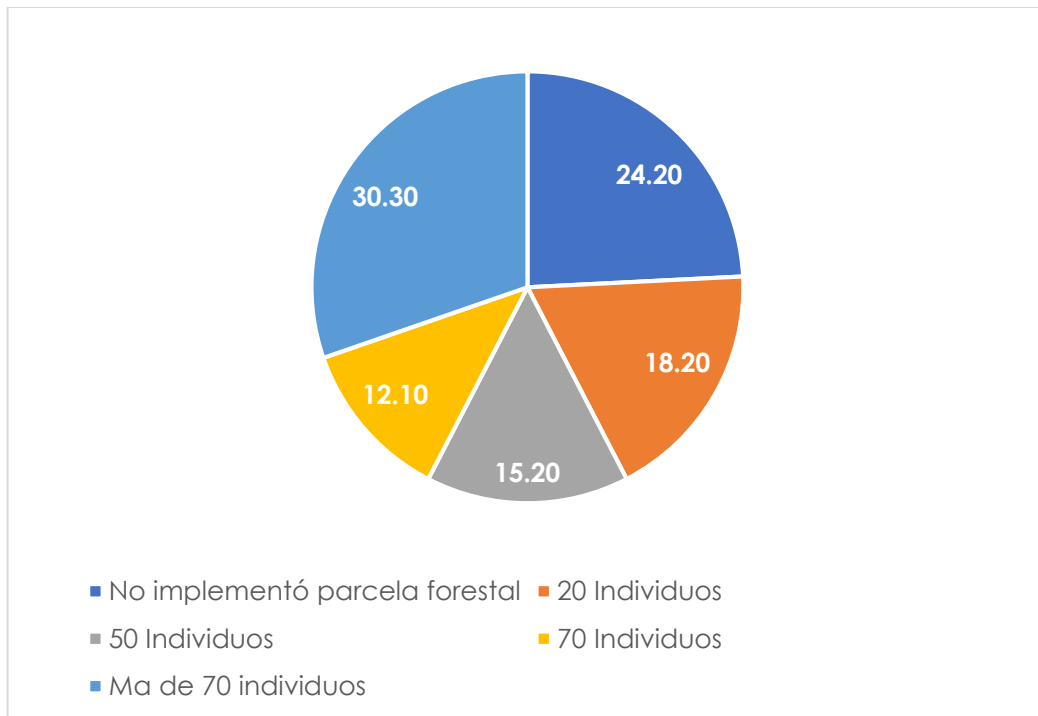
ESPECIFICACIONES PMF		Resultados obtenidos por visitas	
		Cumple	No Cumple
Previos	Selección de especies a plantar	X	
	Selección de sistemas y lugares de plantación		X
	Rocería	X	
	Plateo		X
Durante	Reposición de individuos vegetales		X
Después	Replante		X
	Limpias	X	
	Control fitosanitario		X

Fuente: Autores

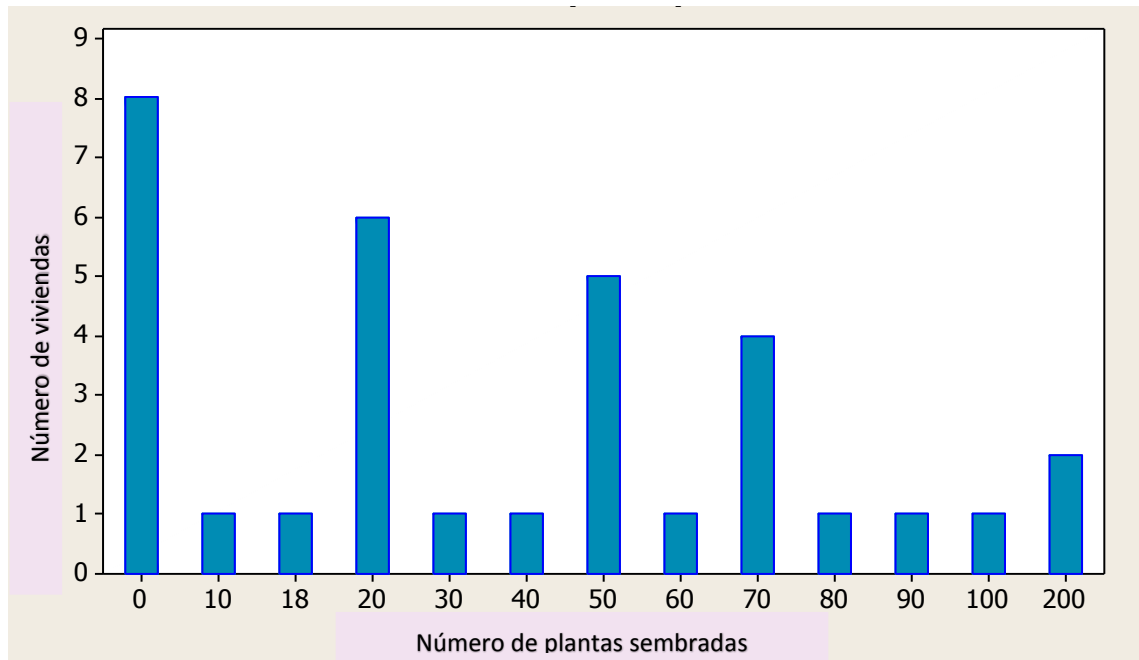
Según los entrevistados, no se realizó la asistencia técnica en campo de que trata el PMF para la elección del sistema y lugar de plantación del bosque en sus parcelas, lo cual era definitivo en las actividades de trazado, rocería, preparación de suelo, ahoyado y siembras posteriores desarrolladas por la comunidad. Del mismo modo, afirman que los tiempos, las especificaciones de siembra, la entrega de las especies pactadas, y el replante en los posteriores 15 días de la plantación, descritos en las especificaciones técnicas no se llevaron a cabo. El acompañamiento de los profesionales estuvo relacionado con el proceso de logística de entrega de especies, acompañado de algunas indicaciones. Lo anterior, tuvo sus efectos en el sostenimiento de la estrategia en el tiempo.

Es por ello, que, de los 70 individuos forestales propuestos por vivienda, se evidenció que el 24,2% de los beneficiarios no los implementó, ya sea porque no se les entregaron las especies o en su defecto, prefirieron realizar la siembra de árboles maderables nativos que habían obtenido por rebrote en su misma parcela; el 18,2% recibieron 20 especies para sembrar, mientras que el 15,2% 50 plántulas y sólo el 12,1% afirma haber recibido 70 (Gráfica 11). En promedio se sembraron 45 especies por vivienda (Ver grafica 12), siendo el 64% de la población propuesta en el documento del establecimiento de plantaciones dendroenergéticas realizado por los entes gubernamentales, lo que traduce resultados de campo muy inferiores respecto a los esperados.

Gráfica 11. Distribución de entrega de individuos forestales



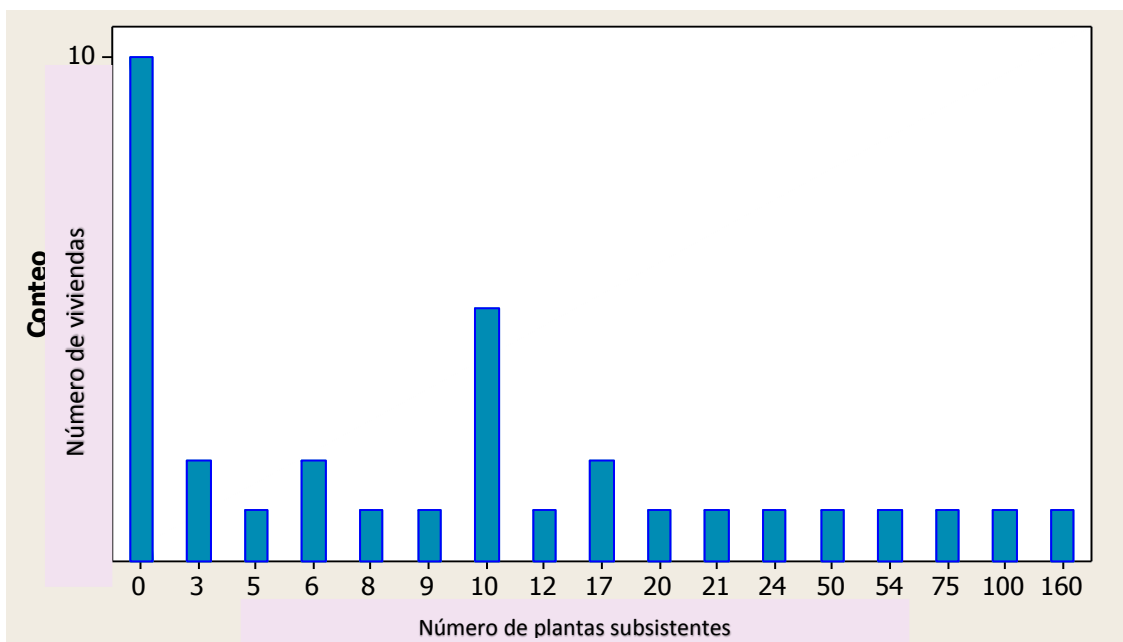
Gráfica 12. Número de individuos plantados



Fuente: Autores

De las cuales se encuentran subsistentes un promedio del 19%.

Gráfica 13. Número de individuos subsistentes

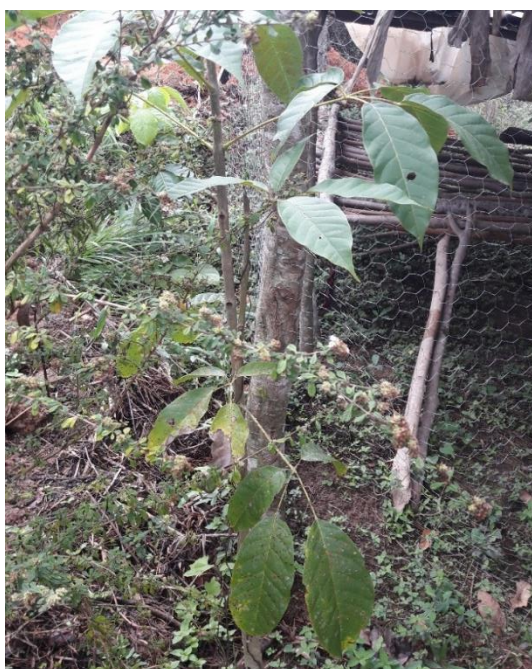


Fuente: Autores

Del mismo modo, de acuerdo a la caracterización realizada, las actividades de mantenimiento del bosque por parte de las familias son muy regular, donde sólo un 27,3% hace riego manual a las plantas en épocas de sequía, un 6% ha realizado una de las dos podas establecidas por año en el establecimiento de plantaciones dendroenergéticas, un 9,1% mantiene los corredores despejados y un 3% hizo repoblación de especies. De los individuos subsistentes (que no sobrepasan el año y medio), no se han generado vectores (78,8%), ni algún subproducto (100%).

Entre las especies reportadas se encuentran el Algarrobito, Algarrobo, Cacao, Cañahuate, Guácimo, Guayabo, Cedro, Orejero, Corazón fino, Teca, Ceiba, Nogal, Naranja, Trupillo, siendo las más entregadas el Matarratón, Roble y Carboncito, de estas, cuales actualmente son las más subsistentes en número, así como el Guácimo, Cedro, Orejero y Nogal, en menor proporción respecto a las anteriores.

Ilustración 12. Especie sembrada en Soplavientos



Fuente: Autores

Para el caso de que la estrategia hubiese sido exitosa se presentan las observaciones plasmadas en la tabla 25, en donde se realizan los respectivos cálculos del consumo de combustible para las 78 viviendas beneficiadas del proyecto de Corpocesar y la Gobernación del Cesar, haciendo una comparación en la proyección en cuanto a la implementación de parcelas forestales y el consumo de leña; de lo cual se obtiene una diferencia real entre el consumo diario de un fogón tradicional respecto a la estufa ecológica implementada en el municipio de Pueblo Bello con una eficiencia del 18,12%, es de 389,22 Kg de xilocombustible, cual se traduce anualmente en 680.663,1 Kg, equivalente a 1000 individuos sin ser talados, es decir, 1,25 hectáreas.

Tabla 25. Evaluación de la proyección en cuanto a la implementación de parcelas y el consumo de leña

CONCEPTO	CONSUMO DE LEÑA EN UN FOGON TRADICIONAL		CONSUMO DE LEÑA EN UN ESTUFA ECOLÓGICA (ahorro de 18,12%)		DIFERENCIA	
	<i>Por familia</i>	<i>Por 78 familias</i>	<i>Por familia</i>	<i>Por 78 familias</i>	<i>Por familia</i>	<i>Por 78 familias</i>
Consumo Diario (Kg)	24.13	1882.14	19.14	1492.92	4.99	389.22
Consumo Diario/ Carga de leña (35 Kg)	0.69	53.78	0.55	42.65	0.14	11.12
Consumo Mensual	723.9	56464.2	6.75	526.5	717.15	55937.7
Consumo mensual/ Carga de leña (35 Kg)	20.68	1613.26	16.41	1279.65	4.28	333.62
Consumo Anual	8807.45	686981.1	81	6318	8726.45	680663.1

Número de árboles cortado al día	0.17	13.44	0.14	10.66	0.04	2.78
Número de árboles cortados al mes	5.17	403.32	4.10	319.91	1.07	83.40
Número de árboles cortados al año	62.05	4839.79	49.22	3838.94	12.83	1000.85
Has. Mensuales deforestadas	0.006	0.50	0.005	0.40	0.00	0.10
Has. Anuales deforestadas	0.078	6.05	0.062	4.80	0.02	1.25
Gasto Mensual en leña	\$ 124,097	\$ 9,679,577	\$ 98,434	\$ 7,677,874	\$ 25,663	\$ 2,001,703
Gasto Anual en leña	\$ 1,489,166	\$ 116,154,926	\$ 405,000	\$ 31,590,000	\$ 1,084,166	\$ 84,564,926

Fuente: Autores

Tabla 26. Información adicional Evaluación de la proyección en cuanto a la implementación de parcelas y el consumo

Información adicional	
Carga de leña (Kg)	35
Número de familias beneficiadas con el proyecto	78
Número de cargas / árbol cortado	4
Número promedio de árboles / Hectárea	800
Precio de una carga de leña 2019	6000

Fuente: CORPOCESAR 2016

6.4 IMPACTO DE LA INCORPORACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS EN LOS HÁBITOS DE VIDA DE LOS BENEFICIARIOS

La adopción y el uso sostenido de nuevas tecnologías de cocinado en las poblaciones beneficiarias se encuentra condicionado por los aspectos positivos y negativos que influyen en la calidad de vida, especialmente en el área de la salud, así como la relación de conflicto con sus hábitos y costumbres culturales, y el aprendizaje de su uso durante la etapa de propagación o divulgación del proyecto, tal como se describe a continuación.

6.4.1 Componente Salud

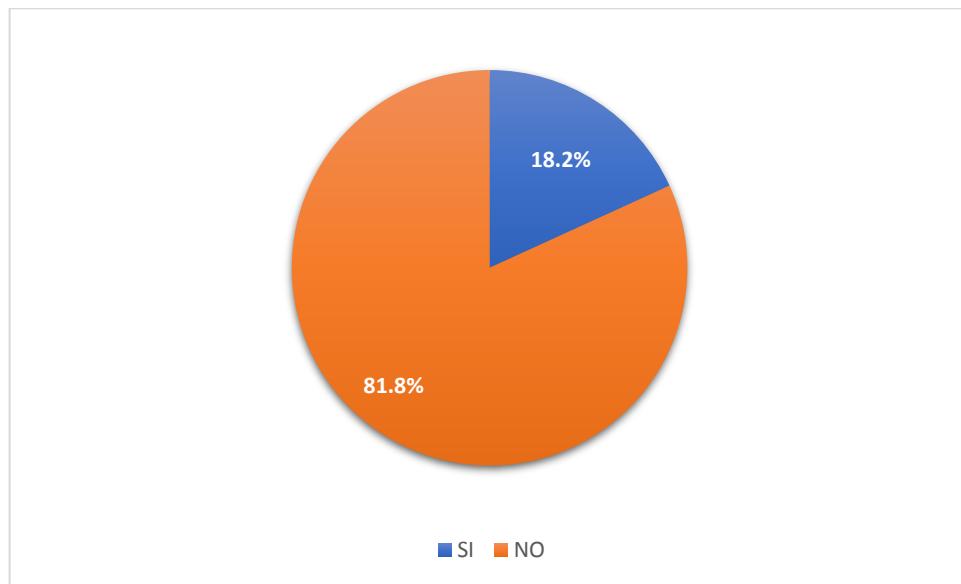
Uno de los objetivos de la implementación de las estufas eficientes en las zonas rurales es el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios, donde la salud es el principal componente a impactar, teniendo en cuenta las cifras ascendentes de enfermedades respiratorias que acogen a dichas poblaciones. Por lo anterior, los diferentes prototipos mejorados que se encuentran en el mercado basan su funcionamiento en la evacuación efectiva del humo generado por el proceso de combustión de la madera, así como confinamiento del calor para mejor aprovechamiento que se refleja en el tiempo de cocción de los alimentos. Sin embargo, algunos de estos aspectos no se cumplen totalmente en el caso de estudio.

Aunque en la mayoría de las viviendas se presenta una correcta evacuación del hollín, por lo menos en un 53,6% donde los usuarios afirman estar satisfechos, otro grupo de menor cuantía manifiesta haberse creado una necesidad constante de mantenimiento en la chimenea, ya sea que por efectos de construcción del dispositivo como por el uso mismo, se hallan generado taponamientos en el conducto, lo cual sigue afectando las vías respiratorias dichos usuarios. De igual forma, las especificaciones del diseño del prototipo de estudio (*Estufa tipo Fn*)

permite la conducción del calor de manera considerable, si se tiene en cuenta que la altura de esta es proporcional a las extremidades inferiores de quien está a cargo de las tareas de cocción y que las estructuras metálicas que contiene son buenas trasmisoras de calor.

Un testimonio de una usuaria en Minas de Iracal, localidad ubicada en la zona baja del municipio de Pueblo Bello, donde la sensación térmica es casi siempre alta, asegura sufrir de hinchazón en el cuerpo y dolores de cabeza por el calor que produce la estufa, lo cual la ha llevado a buscar otras alternativas de cocción como el GLP, que a su vez afecta la economía del hogar, tal como le sucedió a otra usuaria de Nuevo Horizonte, pero esta vez, por la afectación en uno de los ojos.

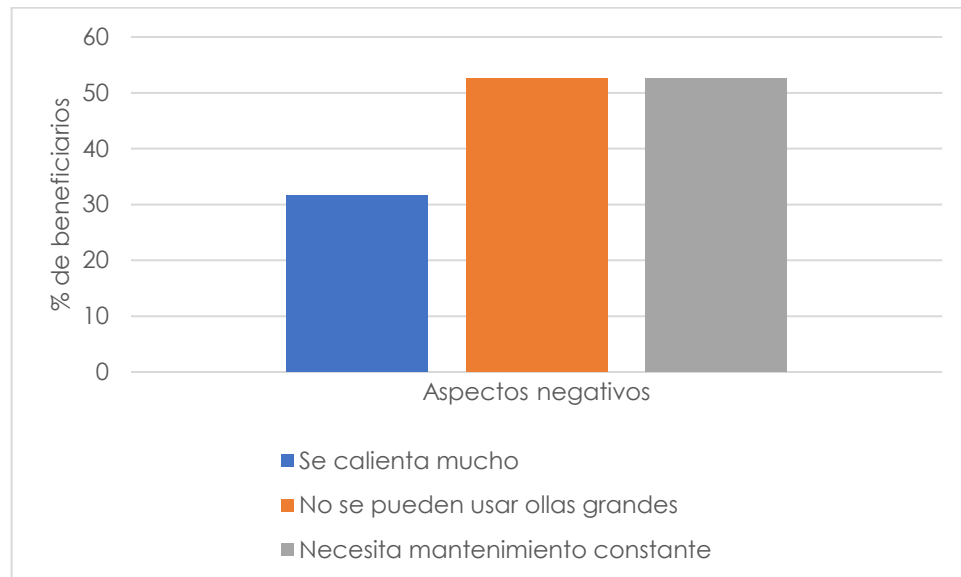
Gráfica 14. Presencia de problemas de salud relacionados con el humo



Fuente: Autores

Con lo anterior, se evidencia que la estrategia no ha sido del todo efectiva en el componente de la salud, sin embargo, cabe resaltar que del 18,2% de la población de estudio afirmó sufrir de alguna enfermedad relacionada con el humo (Gráfica 14), un 16,7% aseguró presentar alguna mejoría luego de implementar la estrategia.

Gráfica 15. Aspectos negativos de la estufa ecológica

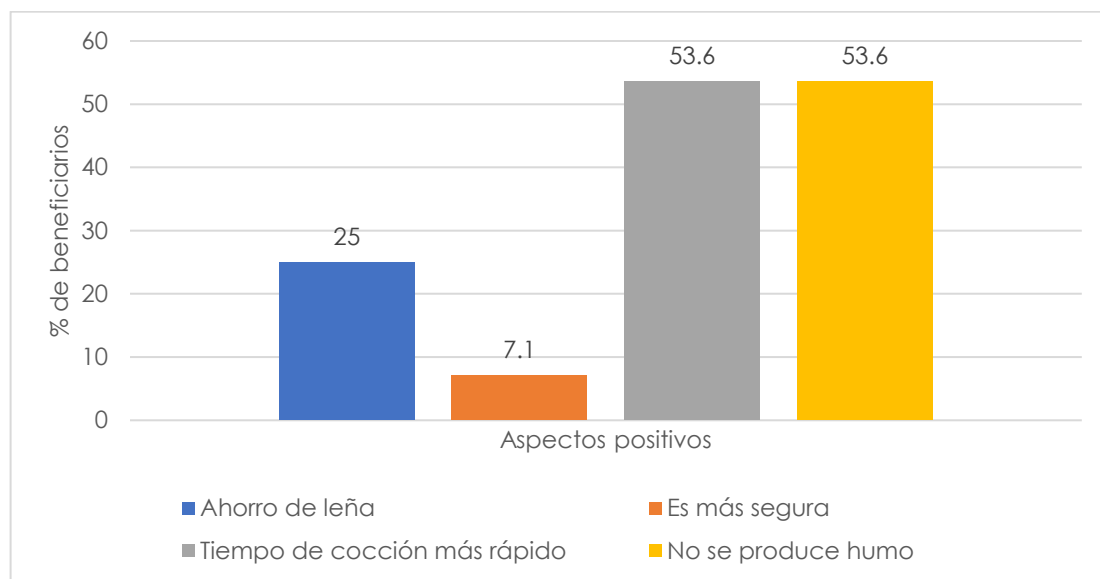


Fuente: Autores

6.4.2 Componente Cultural

Desde el tiempo de implementación de la estrategia el 61% de la muestra prefiere la tecnología eficiente para la preparación de los alimentos respecto a la tradicional, donde a pesar que parte de esta afirmó sentir variación en el sabor de los mismos (39%), aspectos positivos de la estufa hacen que un porcentaje del último grupo (53,8%), opte por la tecnología ecológica. Entre dichos aspectos se destaca el tiempo de cocción más rápido.

Gráfica 16. Aspectos positivos de la estufa ecológica



Fuente: Autores

El ahorro de la leña no se convierte en un aspecto positivo destacable, aunque muchos aseguraron ahorrar más leña desde su implementación, aspecto que al parecer tiene poco interés por parte de las mujeres, enfocándose principalmente en la rapidez y comodidad al momento de cocinar dejando a un lado el consumo de combustible.

Por otro lado, la tecnología en mención permite conservar algunas costumbres como el secado de la carne por humo, dicha práctica que es una de las más antiguas de los pobladores de las zonas rurales para hacer la conservación de la carne (reducción del contenido de agua) a falta de cadenas de frío, aún persiste en las zonas de estudio donde un 33.3% de los entrevistados manifestaron realizarla a pesar del cambio de tecnología, lo cual muestra que la evacuación del humo no es 100% efectiva, debido a su diseño y mal uso por parte de los beneficiarios.

Ilustración 13. Conservación de la carne por humo en Vivienda 13, El Cairo



Fuente: Autores

Algunos de los beneficiarios se quejaron sobre el modelo de la estufa ecológica puesto que no se pueden usar ollas grandes sobre ella; también afirmaron que la chimenea necesita mantenimiento constante, ya que se tapona muy seguido y les es imposible utilizarla cuando el humo se esparce por toda la cocina, así como otros manifestaron que se apaga constantemente, por lo que optaron en construir una artesanal, entre las que se encontró una con partes de la tecnología ecológica. Otra usuaria asegura que la estufa ecológica consume mucha leña, por lo cual prefirió

volver a usar el fogón tradicional, encontrándose el prototipo en el cuarto de uno de sus hijos como mesa para colocar ropa y otros enseres del hogar.

Ilustración 14. Estado actual de estufa ecológica en Vivienda 11, Soplavientos



Fuente: Autores

En otro orden de ideas, el 76% de los beneficiarios afirmó haber recibido capacitación sobre el uso y manejo de la estufa ecológica, en su mayoría por parte del operario encargado de su instalación. Respecto a la implementación del bosque dendroenergético el 21,2% no recibió capacitación sobre su importancia y mantenimiento, razón por la cual el 33,3% de la población de estudio no reconoce su objetivo y el 27,3% no implementó la estrategia, donde sólo el 39,4% tiene el conocimiento, afirmando que las especies sembradas abastecerán de leña, no obstante, no realizaron ningún comentario sobre el deterioro de los bosques por la tala de árboles y la problemática ambiental que esto conlleva.

Paralelamente, la instalación del prototipo no ha generado repercusiones económicas importantes, solo en algunos casos ha sido necesario realizar mantenimiento de la plancha, de igual forma en el sostenimiento de las parcelas

forestales un 18,2% afirma haber invertido económicamente en el bosque ya que implementan abono orgánico y químico que son comprados, el resto elabora su propio abono tienen o cultivos orgánicos cercanos a la plantación.

7. CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se obtuvo que la estufa ecológica presenta una eficiencia del 18,12%, valor muy por debajo del contemplado (60%). La tecnología de la estufa eficiente por sí sola no garantiza el éxito de la estrategia, ya que el mismo está determinado por el contexto social y cultural, es así que el uso de este prototipo alcanzó un porcentaje del 81,8%, mientras que un 66,7% la utiliza como tecnología principal, y solo el 40,7% hizo una real adopción como *única tecnología*, teniendo un balance positivo en el uso, y regular en la implementación total de la estrategia.

Con respecto a la implementación de las parcelas forestales, los aspectos ambientales y sociales de la comunidad, así como los requerimientos técnicos son determinantes en el desarrollo de los bosques dendroenergéticos, el cual se refleja en un 70,8%, resaltando que sólo el 12,1% de los beneficiarios recibió el número de especies pactadas en el plan de establecimiento de plantaciones dendroenergéticas (70 plántulas), donde se destaca que algunas especies entregadas no estaban contempladas en el proyecto y que a su vez no son de porte arbustivo, como tampoco pertenecen al bioma de estudio. De manera general, se encuentran subsistentes un promedio de 19% de árboles por vivienda, en buenas condiciones fisiológicas.

En relación al tercer objetivo planteado, que trata el impacto de las estrategias en los hábitos de vida de la población de estudio, las estufas eficientes han representado una mejora en la calidad de vida de los beneficiarios, lo cual se refleja en el 60,6% que prefieren usarla por sus comodidades, siendo aspectos positivos resaltados, el tiempo de cocción, la seguridad en el interior de la cocina y la no producción de humo.

De igual forma, aunque la investigación no estaba encaminada a evaluar el componente de salud , con los resultados obtenidos se evidencia la satisfacción de los usuarios por la evacuación del humo que permite el mejor desarrollo de sus tareas de cocinado al no presentar molestias pronunciadas en las vías respiratorias y vista; sin embargo, cabe resaltar que existen desazones sobre el calentamiento de la estructura, especialmente en las zonas de baja altitud donde las temperaturas oscilan entre 32° y 35°.

En síntesis, bien parece por todo lo anterior que los impactos positivos se presentaron en aspectos económicos y calidad de vida, mientras que en el ambiental no se obtuvieron resultados significativos.

8. RECOMENDACIONES

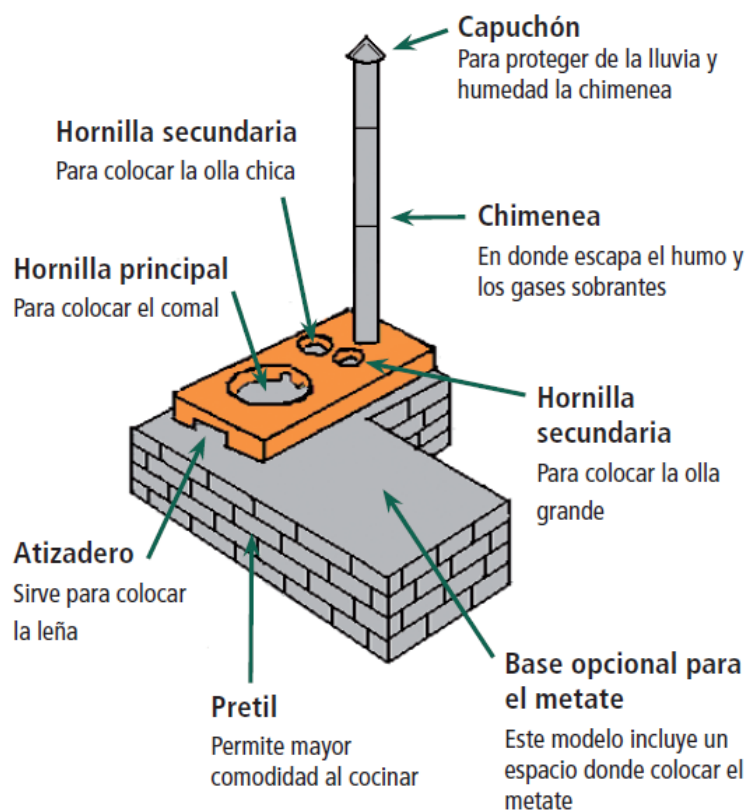
ESTUFAS EFICIENTES

- Considerar posibles mejoras en el diseño actual de las estufas eficientes implementadas en el municipio de Pueblo Bello, teniendo en cuenta usos, costumbres y comodidades de las comunidades. Entre los aspectos que deben ser analizados y sus posibles soluciones tenemos:
 1. Diámetro del conducto de evacuación del humo: Aumentar el diámetro de la chimenea con el fin de disminuir su constante mantenimiento.
 2. Diámetro y número de hornillas: Disminuir el número de hornillas (3), una de las cuales puede tener diámetro mayor, lo que busca responder a las necesidades contextuales de la población rural en épocas de cosecha, donde es frecuente el uso de ollas de mayor tamaño, reduciendo así la utilización del fogón tradicional, para lograr una adopción total de la estrategia.
 3. Material y/o resistencia de la pancha: aumentar la resistencia del material existente para la base de las hornillas, que permita soportar mayor peso y calor.
 4. Material metálico innecesario: Omitir la baranda de seguridad la cual no cumple su objetivo, teniendo en cuenta, que por naturaleza del material se transfiere calor al cuerpo del usuario, lo que no garantiza la disminución del riesgo físico por quemaduras durante el funcionamiento de la estufa.
 5. Ubicación y tamaño del atizadero: Reubicar el atizadero al lateral de la estufa con la finalidad de disminuir el nivel de riesgo frente a la combustión de la leña, y el contacto directo con el calor generado por el xilocombustible, ya que la función de la compuerta no es utilizada en la mayoría de los casos por los beneficiarios. Por otro lado, aumentar el

tamaño de la cámara de combustión de tal forma se puedan introducir astillas de mayor tamaño para acrecentar su duración.

6. Horno: Prescindir de esta parte de la tecnología eficiente, puesto que no es utilizada en un 99,67% por las familias de estudio, y en contraste transfiere calor a la parte inferior del cuerpo de quien la usa.

Ilustración 15. Ejemplo prototipo de estufa México, reducción de leña 50%



Fuente: Grupo Mesófilo A. C, Manual de construcción de estufas rurales ahorradoras de leña

Para el caso de los bosques dendroenergéticos se debe implementar variedades no mayor a cinco especies, teniendo en cuenta las zonas bioclimáticas, las especies amenazadas por tala para combustible doméstico, y la tasa de crecimiento de las especies de porte arbustivo para fines energéticos, cuales presenten edades de

producción cercanas, con el fin de considerar el ritmo de crecimiento de las especies utilizadas y predecir de esta forma la disponibilidad en cantidades del combustible doméstico, de tal manera que se garantice un aprovisionamiento sostenible en el tiempo mediante la técnica de corte por rebrote donde su aprovechamiento puede ser a partir el primer año de la siembra, es decir, tener un manejo silvicultural unificado. Entre las especies sugeridas por demanda actual se encuentran el Guamo, Guayabo y Laurel, por fines maderables el Roble, y de rápido crecimiento el Eucalipto, el Carbonero y la Leucaena. Las especies entregadas deben contar con tallos lignificados para que al ser trasplantados puedan tener una mejor adaptación en el nuevo territorio y por consiguiente sobrevivir en los primeros meses de adaptación.

De manera general se sugiere hacer cumplir las especificaciones de selección de los beneficiarios, priorizando especialmente la población asentada en las zonas altas del municipio, quienes a causa de la presión atmosférica presentan mayor consumo de combustible, lo que impacta de forma directa en el deterioro de bosques primarios y cuencas hidrográficas, sumándose el difícil acceso a las viviendas lo que genera un sobre costo en otro tipo de tecnologías (Gas GLP) y deficiente servicio de energía que limita la utilización de otros dispositivos (Estufa eléctrica). De igual forma, obviar la implementación de prototipos eficientes en zonas de baja altitud en aras de incentivar el desarrollo de la gasificación rural y disminuir el efecto del calor y/o tropical, que se genera durante la cocción de alimentos, lo cual se ve reflejado en posibles afectaciones en la matriz de las mujeres. Por lo anterior, y dado los conflictos resultantes en la salud, respecto a los impactos positivos en vías respiratorias y visuales, frente a los negativos generados por la transmisión de calor, se recomienda realizar futuras investigaciones que den respuesta a dicho planteamiento.

Por otra parte, debe realizarse mayor control en las condiciones socio-económicas requeridas por el proyecto, entrega de materiales e insumos, especies forestales y construcción de la estufa (que se construya en la vivienda del beneficiario), ya que

esto influye en el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Paralelamente el acompañamiento a las estrategias debe hacerse de acuerdo al tipo de población beneficiaria, de tal forma que atienda a su contexto territorial y cultural, antes, durante y después de la estrategia.

9. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 27. Presupuesto del proyecto

RUBROS	UNICESAR		CONTRAPARTIDA		TOTAL
	Efectivo	Especie	Efectivo	Especie	
Costos Directos					
<i>Talento Humano</i>		\$2.100.000		\$1.562.484	<u>\$3.662.484</u>
María Alejandra Chinchilla Calderón; MSc. Sistemas Integrados de Gestión -DIRECTOR-		\$900.000			
Ángel David Polo Córdoba; PHD. Ingeniería -CO- DIRECTOR-		\$1.200.000			
Claudia Marcela Forero Mendoza -AUTOR-				\$781.242	

María Luisa González Martínez -AUTOR-				\$781.242	
Costos Indirectos					
<i>Equipos</i>			\$154.000		<u>\$154.000</u>
Medidor de peso de 200 kg			\$55.000		
Medidor de humedad			\$99.000		
<i>Materiales</i>			\$60.500	\$42.400	<u>\$102,900</u>
Planillero			\$4.500		
Bolígrafo Paper Mate (2)				\$1.400	
Corrector Paper Mate				\$3.000	
Almohadilla dactilar			\$2.000		
Impermeable (2)				\$10.000	
Botas de caucho Venus (2)			\$54.000		
Impresión				\$28.000	
<i>Gastos de viaje</i>			\$1.304.000	\$1.140.000	<u>\$2.444.000</u>
Transporte			\$1.304.000		
Estadía				\$390.000	
Alimentación				\$750.000	

Otros			\$907.208		<u>\$907.208</u>
Refrigerio			\$177.000		
Hidratación			\$42.000		
IMPROVISTOS (10% valor total)			\$688.208		
TOTAL					\$7,270,592

BIBLIOGRAFÍA

- Aristizábal Hernández J. D., (2010). Estufas mejoradas y bancos de leña: Una alternativa de autoabastecimiento energético a nivel de finca para comunidades dependientes de los bosques de roble en la cordillera oriental. Revista Forestal, Volumen 13 (2), 245-265.
- Bailis R., Smith K.R & Edwards R. (2007). Kitchen Performance Test (KPT), Version 3.0.
- Canadian Centre For Occupational Health and Safety (CCOHS) (2016)
- DANE. Encuesta de calidad de vida (ECV) (2016).
- Decreto 2041 del 2014. Por el cual se reglamenta el título 8 de la ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
- Esquema de Ordenamiento Territorial. Pueblo Bello (2000-2009).
- Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT-Gobierno del estado de San Luis Potosí (2016). Evaluación Integral del Programa de Estufas Ecológicas en San Luis Potosí y Propuesta de Intervención.
- Fundación Natura (2014). ESTUFA EFICIENTE FN: Una solución práctica que mejora tu bienestar y el del planeta / Zapata, Natalia y Aristizábal, Javier (consultores). Bogotá, D.C. Colombia.


- Gobernación del Cesar & Corpocesar (2016). Implementación de estrategias, para disminuir el deterioro de los bosques naturales, en la zona rural de los municipios de Valledupar, Pueblo Bello, El Copey, Chiriguaná, Chimichagua, Pailitas, Pelaya y Aguachica; Valledupar.
- Hernández, Fernández y Baptista (2010). Metodología de la Investigación, 5ta edición; México D.F.; Mc Graw Hill.
- ICONTEC NTC 1486 (2016). Para la realización de trabajos escritos.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Lineamientos para un programa nacional de estufas eficientes para cocción con leña / Textos: Concha, María Cecilia; Pabón, Giovanni; Cerón Viviana. Bogotá, D.C.: Colombia.
- Montoya I., Vanegas A., Torres K. (2018). Guía para la formulación del anteproyecto de grado en el programa de Ingeniería Ambiental; Universidad popular del cesar, Facultad de Ingenierías y Tecnologías, Departamento de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Valledupar.
- MURGAS, S. & TAMARA, Y. (2017). Evaluación hidráulica para la optimización del sistema de acueducto del municipio de Pueblo Bello- Cesar. Trabajo de grado Ingeniero ambiental y sanitario; Universidad Popular del Cesar, Facultad de Ingenierías y Tecnologías, Departamento de Ingeniería ambiental y sanitaria; Valledupar.
- National Weather Service Houston (NWS) (2017). Estrés por calor: Conozca los síntomas.

- Plan de Desarrollo Municipal. (2012-2015). “Oportunidad para todos”. Pueblo Bello.
- Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2001-2010, Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR), Valledupar.
- Plan de manejo básico -Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta- (2005), Unidad administrativa especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Territorial Costa Atlántica, Santa Marta.
- Plan General de Ordenación Forestal PGOF del Cesar (2010).
- Plan Nacional de Desarrollo Forestal, Documento Conpes 3125 (2001).
- Política de bosques, Documento CONPES No. 2834 (1996). Minambiente-DUP: UPA, Santafé de Bogotá.
- Resolución 303 del 2007 “Por el cual se certifica el cumplimiento de la función ecológica de la propiedad para la ampliación del Resguardo Indígena Arhuaco de Businchama”
- Resolución No 1207 de 7 de noviembre de 2012. Por el cual se expiden las Determinantes Ambientales para la elaboración de los Planes De Ordenamiento Territorial Municipal de los Municipios Jurisdicción del Departamento del Cesar.
- Zamora H. (2011). Impactos socio-ecológicos del uso sostenido de estufas eficientes de leña en siete comunidades de Michoacán. Trabajo de grado para optar al título de Maestra en Ciencias Biológicas; Universidad Nacional

Autónoma de México, Centro de Investigaciones en ecosistemas; Morelia,
Michoacán.

ANEXOS


Anexo 1. Ficha caracterización efecto del uso de las estufas ecológicas en el consumo de leña como combustible doméstico en la zona de estudio, Prueba KPT

HOJA DE RECOPIACIÓN DE DATOS DE CAMPO EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE LEÑA (KPT) Municipio de Pueblo Bello, Cesar										 Universidad Popular del Cesar		
N° de vivienda: 33			Vereda: Palmarito				Etnia: Arhuaca		Altura:		Temperatura: 26°C.	
Domicilio:						Número de documento: 1063590429		Nombre: Ana Paulina Cotes Torres				
Tecnología de uso principal												
1. Estufa Eléctrica			2. Estufa de Gas (GLP)			3. Estufa ecológica <input checked="" type="checkbox"/>			4. Estufa tradicional			
Fecha de inicio				Fecha término				Hora				
20/04/18				23/04/18				4:52 pm.				
Números de personas que consumen los alimentos:												
Días del muestreo		Niños 0-14		Mujeres mas de 14 años		Hombres 15-59 años		Hombres de más de 59 años				
Día 1		8		2				1				
Día 2		8		2				1				
Día 3		8		2				1				
Consumo de leña por día												
Día	Especies	Condiciones del combustible		% Humedad			Parte del árbol		Inicial (kg)	Final (Kg)		
		1. Seco	2. Húmedo				1. Tronco	2. Ramas				
1	Guamo		X	17.2-16.3-17.5	11.9-12-12.2	21.5-20.9-20.6			33	2		
2	Guamo	X		15.7-16.1-16.2	14.2-13.9-13.9	13.8-13.8-13.45			29	0		
3	Guamo	X		14.2-16.2-14.7	14.6-15.2-15.3	12.1-11.9-12			28	0		
Comentarios:												
Ana Paulina Cotes Firma Entrevistado						 Firma profesional de campo						

Fuente: Autores

Anexo 2. Ficha caracterización efecto del uso de las estufas ecológicas en el consumo de leña como combustible doméstico en la zona de estudio

FICHA DE REVISIÓN DEL EFECTO DEL USO DE LAS ESTUFAS ECOLÓGICAS EN EL CONSUMO DE LEÑA COMO COMBUSTIBLE DOMÉSTICO



DIAGNÓSTICO SOCIO-ECONÓMICO

Principales actividades de ingreso de la vivienda

1.Trabajador del gobierno ___ 2.Agricultura ___ 3.Ganadería vacuna ___ 4. Ganadería caprina ___ 5.Ganadería porcina ___
6.Avicultura ___ 7. Jornalero

Nivel educativo del entrevistado

1.Preescolar 2.Básica primaria ___ 3.Básica secundaria ___ 4.Bachillerato técnico ___ 5.Técnica ___ 6.Profesional ___ 7.Ninguno ___

TIPO DE COMBUSTIBLE Y DISPOSITIVO PARA COCINAR

Tipos de combustible para cocinar en la vivienda

1.Solo leña 2.Solo gas (GLP) ___ 3.Solo Energía Eléctrica ___ 4.Leña y gas (GLP) ___ 5.Leña y Energía Eléctrica ___

Dispositivo para cocinar

Frecuencia de uso del tipo de estufa que utiliza en el hogar	Frecuencia de uso (semana)						
	1. Diario	2. 1	3. 2	4. 3	5. 4	6. 5	7. Otro
Estufa Eléctrica							
Estufa de gas							
Estufa ecológica	<input checked="" type="checkbox"/>						
Estufa tradicional							

DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA ESTUFA ECOLÓGICA

Condición de la estufa ecológica

1.Buena 2.Regular ___ 3.Mala ___ 4.Sin usar ___ 5.Destruida ___

Otros usos de la estufa ecológica

1.Secar carne ___ 2.Iluminar ___ 3.Calentar la casa ___ 5.Ninguno

Localización de la estufa ecológica

1.En la cocina 2.Fuera de la cocina ___ 3.En la habitación ___

USO DE LEÑA

Obtención de la leña

1.Recolecta 2.Compra ___ 3.Ambas ___

Frecuencia de recolección de la leña (mensual)

1. 1 ___ 2. 4 3. 8 ___ 4. 12 ___ 5. 30 ___

Lugar de obtención de la leña

1.Parcela propia ___ 2.Cerca de la comunidad 3.Fuera de la comunidad ___

Consumo diario de leña

15 Número de Trozos 25 Peso (Kg)

Tipos de cocción en la estufa ecológica

1.Cocidos ___ 2.Guisados ___ 3.Fritos ___ 4.Asados ___ 5.Todas las anteriores


EDUCACION

¿Recibió capacitación sobre el uso, beneficios y mantenimiento de la estufa ecológica?

1. Si 2. No ___


Fuente: Autores

Anexo 3. Ficha caracterización porcentaje de implementación del bosque dendroenergético para el abastecimiento de leña en la zona de estudio

FICHA DE REVISIÓN DEL GRADO DE IMPLEMENTACIÓN DEL BOSQUE PRODUCTOR-PRODUCTOR DENDROENERGÉTICO PARA EL ABASTECIMIENTO DE LEÑA EN EL USO DE LA ESTUFAS ECOLOGICAS EN LA ZONA DE ESTUDIO		 Universidad Popular del Cesar
DIAGNOSTICO CONTEXTUAL BOSQUE PRODUCTOR-PROTECTOR DENDROENERGÉTICO		
Número de especies forestales plantadas en el marco del proyecto		
<input type="radio"/> No sabe		
Especies plantadas		
Nombre de la especie	Cantidad	
Número de especies subsistentes		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
Implementación de sistema de riego		
Sí _____ No <input checked="" type="checkbox"/>		
Si la respuesta es afirmativa, especifique cual		
¿Realiza podas al cultivo?		
Sí _____ No <input checked="" type="checkbox"/>		
Si la respuesta es afirmativa, especifique las veces por año		
¿Mantiene los corredores de la parcela despejados?		
Sí _____ No <input checked="" type="checkbox"/>		
¿Realiza control fitosanitario?		
Sí _____ No <input checked="" type="checkbox"/>		
Si la respuesta es afirmativa, especifique que tipo de control		
EDUCACIÓN		
¿Recibió capacitación para el mantenimiento del Bosque Productor-Protector dendroenergético?		
Sí _____ No <input checked="" type="checkbox"/>		
Observaciones:		

Fuente: Autores

Anexo 4. Ficha caracterización del impacto de la incorporación de las estrategias en los hábitos de vida de los beneficiarios

FICHA DE REVISIÓN DEL IMPACTO DE LA INCORPORACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS EN LOS HÁBITOS DE VIDA DE LOS BENEFICIARIOS		 Universidad Popular del Cesar	
ESTUFA ECOLÓGICA			
¿Existe diferencia de sabor entre la comida que cocina con el fogón artesanal y la comida cocinada con la estufa ecológica?			
1. Sí <input checked="" type="checkbox"/>		2. No <input type="checkbox"/>	
¿Con cual estufa prefiere el sabor de los alimentos?			
1. Estufa Eléctrica <input type="checkbox"/>	2. Estufa de gas <input type="checkbox"/>	3. Estufa ecológica <input checked="" type="checkbox"/>	4. Estufa artesanal <input type="checkbox"/>
¿Qué le gusta de su estufa ecológica?			
1. Ahorro de leña <input type="checkbox"/>	2. Es más segura <input type="checkbox"/>	3. Tiempo de cocción más rápido <input checked="" type="checkbox"/>	4. No se produce humo <input type="checkbox"/>
5. Otra <input type="checkbox"/>	6. Ninguna <input type="checkbox"/>		
¿Qué no le gusta de su estufa ecológica?			
1. Se calienta mucho <input checked="" type="checkbox"/>	2. No se pueden usar ollas grandes <input type="checkbox"/>	3. Necesita mantenimiento constante <input type="checkbox"/>	4. Otra <input type="checkbox"/>
5. Ninguna <input type="checkbox"/>			
¿Usted o algún miembro de su familia ha tenido problemas de salud relacionados con el humo?			
1. Si <input type="checkbox"/>		2. No <input checked="" type="checkbox"/>	
Si su respuesta fue afirmativa ¿ha sentido alguna mejoría luego de usar la estufa ecológica?			
1. Si <input type="checkbox"/>		2. No <input type="checkbox"/>	
¿Sabe por qué es recomendable usar la estufa ecológica y no la tradicional?			
1. Si <input checked="" type="checkbox"/>		2. No <input type="checkbox"/>	
BOSQUE DENDROENERGÉTICO			
¿Conoce usted la importancia del bosque dendroenergético?			
1. Si <input type="checkbox"/>		2. No <input checked="" type="checkbox"/>	
¿Le ha generado algún costo el sostenimiento de este bosque?			
1. Si <input type="checkbox"/>		2. No <input checked="" type="checkbox"/>	
De acuerdo a la respuesta anterior, especifique			
¿Se han generado vectores en su hogar a causa de la implementación de este bosque?			
1. Si <input type="checkbox"/>		2. No <input checked="" type="checkbox"/>	
¿Cuál de estos sub productos ha obtenido por medio de este bosque?			
1. Compost <input type="checkbox"/>	2. Venta de semillas <input type="checkbox"/>	3. Venta de plantas <input type="checkbox"/>	4. Alimento para animales <input type="checkbox"/>
5. Ninguno <input checked="" type="checkbox"/>			
Observaciones:			

Fuente: Autores