

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES

CONSUMO DE LEÑA EN EL PROCESO DE SECADO DE CARDAMOMO

**(*Elettaria cardamomum*); SANTA CATALINA LA TINTA, ALTA VERAPAZ
TESIS DE GRADO**

CHRISTIAN ROBERTO AGUILAR FUENTES

CARNET 21606-06

SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, ENERO DE 2016

CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES

CONSUMO DE LEÑA EN EL PROCESO DE SECADO DE CARDAMOMO

(*Elettaria cardamomum*); SANTA CATALINA LA TINTA, ALTA VERAPAZ

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR

CHRISTIAN ROBERTO AGUILAR FUENTES

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES EN
EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, ENERO DE 2016

CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. EDWIN ESTUARDO VAIDES LÓPEZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. MANUEL SABINO MOLLINEDO GARCÍA

ING. PEDRO GABRIEL SILVESTRE DELGADO

ING. SERGIO ELISEO JIMENEZ PINEDA

Guatemala, 28 de noviembre de 2015.

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Christian Roberto Aguilar Fuentes, carné 21606-06, titulado: **"Evaluación del consumo de leña en el proceso de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton); Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz"**.

El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Edwin Estuardo Vaidés López M.Sc.
Colegiado No. 2556
Asesor

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante CHRISTIAN ROBERTO AGUILAR FUENTES, Carnet 21606-06 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES, del Campus de La Verapaz, que consta en el Acta No. 06151-2015 de fecha 31 de octubre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

CONSUMO DE LEÑA EN EL PROCESO DE SECADO DE CARDAMOMO
(*Eleffaria cardamomum*); SANTA CATALINA LA TINTA, ALTA VERAPAZ

Previo a conferirsele el título de INGENIERO FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 13 días del mes de enero del año 2016.



ING. REGINA CASTAÑEDA PUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A mi Dios padre, el ser supremo quien me dio el Don de la vida, y que con su sabiduría, protección y bendiciones me ha ayudado a alcanzar este anhelado sueño.

A la Virgen María, Santísima madre que de igual manera con todas sus bendiciones, me ha protegido y guiado por el bien y así lograr el éxito obtenido.

A mi asesor de Tesis, Ing. Edwin Estuardo Vaides López, M.Sc. por su inestimable asesoría, la cual fue con totalidad incondicionalidad para finalizar este estudio.

También a la terna que me practicó el examen de evaluación, quienes me brindaron acertadas correcciones y observaciones técnicas para la finalización de mi informe de Tesis.

A la gloriosa Escuela Nacional Central de Agricultura, que fue parte fundamental en mi desarrollo estudiantil, brindándome la oportunidad de estudiar una carrera agrícola a nivel medio e inculcándome apreciables valores para luego culminar en esta Universidad con la Ingeniería Forestal.

Por supuesto a la Universidad Rafael Landívar, por haberme permitido estudiar la carrera universitaria de Ingeniería Forestal y así finalizar una etapa importante en mi desarrollo profesional, personal y académico.

A todos los propietarios y administradores de las diferentes Agroindustrias (beneficios) de cardamomo entrevistados, que sin dudar me ofrecieron la apertura necesaria para realizar dicho estudio, aportando muy valiosa información para el éxito del presente estudio.

A todos mis catedráticos, quienes me impartieron sus conocimientos y experiencias de manera incondicional para poder desarrollarme profesionalmente en la carrera de Ingeniería Forestal.

DEDICATORIA

A:

Dios:

Es nuestro santísimo Padre quien me dio la vida y me ha protegido y bendecido durante mis años de vida.

Mis padres:

A mi padre Otto Roberto Aguilar Oliva y a mi madre Blanca Estela Fuentes Reyes, ambos han sido parte fundamental en mi vida estudiantil, personal y profesional. Además, me han inspirado a salir adelante para alcanzar tan importante logro.

Mis hermanos:

A todos por su apoyo incondicional brindado, alegrías y tristezas compartidas y así también por sus alientos y motivaciones para continuar con tan importante carrera.

Mis tíos y tías, primos y primas:

A todos ellos por su cariño y respeto mostrado hacia mi persona, su apoyo incondicional y palabras de aliento para culminar con éxito esta hermosa carrera.

Mis sobrinos y sobrinas:

Por compartir momentos de alegrías y las muestras de cariño que me han regalado.

Mis amigos:

A todos por igual, quienes me han brindado su amistad, sus buenos deseos y ayudándome en los momentos más importantes de mi vida.

ÍNDICE

RESUMEN.....	I
SUMMARY	II
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1. Antecedentes.....	2
2.2. Proceso de secado de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton)	4
2.2.1. Industria primaria (de cereza a pergamino).....	4
2.2.2. Clasificación	5
2.2.2.1. Cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton) cereza.....	5
2.2.2.2. Cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton) pergamino.....	6
2.2.3. Comercialización del cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton) beneficiado	6
2.2.4. Canales de comercialización.....	7
2.3. Estudios de rendimiento del proceso de secado de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton)	7
2.4. Otros estudios relacionados	8
2.4.1. Consumo de leña en secadoras de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton) a nivel nacional por municipio.....	8
2.5. Instalaciones de las agroindustrias (beneficios) de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton) en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz	9
2.5.1. Definición de secadora para cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton)..	9
2.5.2. Tipos de secadoras de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton)	9
2.5.3. Capacidad de las secadoras	11
2.5.3.1. Según su capacidad	11
2.6. La leña como fuente de combustible	11
III. JUSTIFICACIÓN.....	13
3.1. Planteamiento del problema	13
3.2. Justificación del trabajo	14

IV.	OBJETIVOS	15
4.1.	General	15
4.2.	Específicos	15
V.	METODOLOGÍA	16
5.1.	Localización del área de la investigación.....	16
5.2.	Estimación del volumen de leña consumida	16
5.2.1.	Encuesta a propietarios y administradores de agroindustrias (beneficios) de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton).....	16
5.2.2.	Muestreo de consumo de leña en el proceso de secado de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton)	19
5.2.3.	Definición del tamaño de la muestra para las agroindustrias (beneficios) de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton), ubicadas en área urbana y rural	19
5.3.	Valorización del volumen de leña comercializada	23
5.4.	Caracterización de la procedencia del producto leña consumida	23
5.5.	Levantado de información de campo	24
5.6.	Análisis de la información	24
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
6.1.	Estimación del volumen de leña consumida	27
6.2.	Valorización del volumen de leña comercializada	38
6.3.	Caracterización de la procedencia del producto leña consumida	41
VII.	CONCLUSIONES	49
VIII.	RECOMENDACIONES	52
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
X.	ANEXOS	60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Agroindustrias de cardamomo y ubicación, en Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, considerando las ubicadas en el área urbana y rural.	18
Cuadro 2. Las 27 agroindustrias de cardamomo; caracterizadas según el número de pilas secadoras por cada una y el total de pilas secadoras identificadas en la presente investigación.	28
Cuadro 3. Listado de las 10 muestras de agroindustrias de cardamomo, donde se observó el proceso de secado de cardamomo.	29
Cuadro 4. Rendimiento en el proceso de postcosecha Cereza-Pergamino de cardamomo, obtenidos por estrato.	31
Cuadro 5. Consumo de leña promedio y total por estrato en m ³ , estimado para las 27 agroindustrias identificadas, en el período 2012-2013 en Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz.	33
Cuadro 6. Precio promedio Q/m ³ de leña por estrato y costo en Q/qq de pergamino producido por estrato.	40
Cuadro 7. Precio promedio en Q/m ³ de leña y costo total en Q/m ³ de la leña consumida por las 27 agroindustrias identificadas.	41
Cuadro 8. Volumen total de leña en m ³ comercializada con autorización debida y sin autorización debida en porcentajes.	43
Cuadro 9. Listado de 5 especies de leña más comercializadas y utilizadas por las agroindustrias identificadas en la presente investigación.	45
Cuadro 10. Total de volumen de leña en m ³ comercializada con procedencia dentro o fuera de Áreas Protegidas con porcentajes.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía de una pila secadora de cardamomo; iniciando el proceso de secado.....	10
Figura 2. Ubicación del municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz	17
Figura 3. Tendencia de la disminución del número de agroindustrias con relación a mayor capacidad instalada (mayor cantidad de pilas secadoras por agroindustria) en el municipio de Santa Catalina la Tinta, Alta Verapaz.	29
Figura 4. Mapa de Dinámica de Cobertura Forestal (2006-2010) del municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz.....	34
Figura 5. Promedio de leña en m ³ consumida por agroindustria por año y total de leña consumida por las agroindustrias por año..	35
Figura 6. Consumo mensual de leña en m ³ , por las 10 agroindustrias (unidades de muestra) durante el período 2012-2013..	37
Figura 7. Porcentaje del consumo mensual de leña en m ³ , por las 10 agroindustrias (unidades de muestra) durante el período 2012-2013.....	38
Figura 8. Mapa de ubicación de las 12 comunidades, de donde proviene la leña consumida..	42
Figura 9. Total y porcentajes de m ³ de leña con procedencia dentro y fuera de Áreas Protegidas, para las agroindustrias evaluadas durante el período 2012-2013	46
Figura 10. Total y porcentajes de m ³ de leña comercializada con licencia y sin licencia, por las 10 agroindustrias durante el período 2012-2013.	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Producción de cardamomo en Guatemala (Período 1996-2006).	60
Anexo 2. Exportaciones de cardamomo de Guatemala (Período 1996-2006).....	61
Anexo 3. Boleta para Evaluar el Consumo de Leña en el Proceso de Secado de Cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton).	62
Anexo 4. Boleta para Observar el Consumo de Leña en el Proceso de Secado de Cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton).	67
Anexo 5. Listado de las 12 comunidades de donde proviene la leña consumida, según los propietarios y administradores entrevistados de las 10 agroindustrias de cardamomo.	69
Anexo 6. Listado de especies de leña comercializadas y utilizadas por las agroindustrias encuestadas durante el presente estudio.....	70

CONSUMO DE LEÑA EN EL PROCESO DE SECADO DE CARDAMOMO (*Elettaria cardamomum*); SANTA CATALINA LA TINTA, ALTA VERAPAZ

RESUMEN

El propósito del estudio fue determinar el consumo de leña en el proceso de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton) en un año de cosecha (2012-2013), en Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz. Se evaluó el volumen de leña consumida, la valorización del volumen de leña comercializada y la caracterización de la procedencia de leña consumida. Se realizó una clasificación de agroindustrias (beneficios) de cardamomo, en base a su instalación y capacidad de industrialización (número de pilas y cantidad de kilogramos secados por pila), así como la cantidad de leña consumida para dicho proceso. El volumen total de leña consumida por el total de las 27 agroindustrias fue de 4,635.78 m³ para el período evaluado. El costo total estimado de la leña consumida fue de Q 588,002.34. El volumen total de leña consumida que se comercializó sin autorización debida fue 2,014.88 m³. Del total de leña comercializada, 1,211.28 m³ provienen de Áreas Protegidas. Se tomaron como referencia un promedio de volumen aprovechable para bosques de latifoliadas de 99 m³/ha, nos da una estimación de 20.35 ha por año de deforestación general en el municipio y 12.24 ha por año de deforestación dentro de Áreas Protegidas.

**CONSUMPTION OF FIREWOOD TO DRY CARDAMOM (*Elettaria cardamomum*);
SANTA CATALINA LA TINTA, ALTA VERAPAZ**

SUMMARY

The purpose of this study was to determine the consumption of firewood to dry cardamom (*Elettaria cardamomum* L. Maton) in a harvest year (2012-2013), in Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz. The volume of burnt firewood, valuation of the commercialized firewood, and characterization of the origin of the burnt firewood were evaluated. A classification of cardamom agroindustries (benefits) was carried out, based on the facilities and industrialization capacity (number of piles and amount of dried cardamom kilograms per pile), as well as the amount of firewood consumed for such process. The total volume of burnt firewood per the total of 27 agroindustries was of 4,635.78 m³ for the evaluated period. The total estimated cost of burnt firewood was of Q 588,002.34 [equivalent to \$77,368.73]. The total volume of burnt firewood that was commercialized without duly authorization was of 2,014.88 m³. From the total amount of commercialized firewood, 1,211.28 m³ come from Protected Areas. An average of usable volume for broadleaf forests of 99 m³/ha was taken as reference, yielding an estimate of 20.35 ha per year of general deforestation in the municipality and 12.24 ha per deforestation year within the Protected Areas.

I. INTRODUCCIÓN

El recurso leña es considerado como principal fuente energética para actividades agroindustriales en Guatemala, en caso particular para el proceso de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton) este no es la excepción, pues la leña es fuente de energía, además de bajo costo en el mercado y aún se puede decir que es relativamente disponible en el área.

El municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz está compuesto por comunidades que también forman parte de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas (RBSM), en donde existe producción considerable de cardamomo, por lo tanto, hay instalados beneficios (identificándose para el presente estudio 27 agroindustrias), para procesar cardamomo en cereza y así obtener cardamomo en pergamino.

De acuerdo con la ENCOVI (INE, 2006) (citado por URL, IARNA, 2009) 9 de cada 10 guatemaltecos en el área rural dependen de esta fuente energética (6.4 millones de personas) y, en las áreas urbanas, la mitad de la población (3.1 millones de personas) utiliza la dendroenergía, lo que en suma representa casi tres cuartas partes de la población guatemalteca. Esto, según un estudio reciente, se traduce en una presión sobre los recursos forestales del país de alrededor de 20.6 millones de metros cúbicos de leña para el año 2006 (BANGUAT y URL, IARNA, 2008), (citado por URL, IARNA, 2009) lo cual puede tener consecuencias negativas para los bosques del país, debido a que al menos el 42% (8.6 millones de metros cúbicos) de este total se obtiene de manera extractiva, lo que implica que es susceptible de ocurrir al margen del control de las autoridades forestales.

El presente estudio pretende evaluar la estimación del volumen de leña consumida y su relación con el consumo proveniente del bosque natural, la valorización del volumen de leña comercializada y la caracterización de la procedencia del producto leña consumida por las agroindustrias de secado de cardamomo en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En FRA -Global Forest Resources Assessments- 2010, se señaló que el área total de bosque existente en el mundo ascendía a algo más de 4,000 millones de hectáreas, que correspondían al 31% de la superficie total de tierra o a un promedio de 0,6 hectáreas per cápita. Los cinco países con mayor riqueza forestal, son: la Federación de Rusia, Brasil, Canadá, los Estados Unidos de América y China, representaban más de la mitad del total del área de bosque. Diez países o áreas carecían totalmente de bosques y otros 54 tenían bosque en menos del 10% de su extensión total de tierra (FAO, 2011).

La región de América Latina y el Caribe, formada por 47 países y áreas, contiene el 22% de la superficie forestal mundial, el 14% de la superficie de tierra global y el 7% de la población del mundo. En esta región se encuentra el mayor bloque continuo de bosque pluvial tropical del mundo: la cuenca del Amazonas. En países con una cubierta forestal relativamente alta y en las primeras etapas de la industrialización, los bosques son muy vulnerables. Entre 1990 y 2005, esta región perdió casi 64 millones de hectáreas, un 7%, de su superficie forestal. Más de una tercera parte de la deforestación mundial entre 2000 y 2005 tuvo lugar en esta región. (FAO, 2009).

El territorio de Guatemala en el período 2006 contaba con 3, 868,708 ha de bosque. Para el año 2010 se reporta una cobertura forestal de 3, 722,595 ha (INAB, CONAP, UVG & URL, 2012).

Los municipios de los departamentos de Alta Verapaz, Izabal y Petén presentan los datos más altos de pérdida de cobertura forestal en área. San Andrés, La Libertad y Sayaxché reportan cada uno más de 25,000 hectáreas de pérdida, cada uno (INAB, CONAP, UVG & URL, 2012).

La mayoría de la población de Santa Catalina La Tinta se dedica a la agricultura, destacando el manejo producción y comercialización del cardamomo, maíz y frijol y cuando estos alcanzan buenos precios generan la dinámica de la economía del municipio (Plan de Desarrollo Municipal Santa Catalina La Tinta, 2010).

También tienen actividades de traspasío para la generación de ingresos como son la producción de plátano, banano, piña, cítricos, café, mazapán, chile, yuca, zapote nance, que por percepción local son considerados de subsistencia, donde la población utiliza tecnología empírica y tradicional, también desarrollan actividades en el comercio formal e informal y ganadería precisando su desarrollo en la producción y venta de estos productos (Plan de Desarrollo Municipal Santa Catalina La Tinta, 2010).

La cosecha de cardamomo en general en el territorio de Guatemala se inicia en junio y finaliza en marzo del año siguiente.

La cadena productiva del cardamomo consta de tres eslabones: producción, comercialización e industrialización. El eslabón de producción está conformado principalmente por los agricultores, que son los encargados de obtener los rizomas e instalarlos en el campo. Estos rizomas se obtienen en su mayoría, al ser extraídos de parcelas o fincas que cuentan con buena calidad de plantas, otros agricultores consiguen el material vegetativo de viveros (De Paz, 2009).

En el caso del cardamomo pergamino, es comercializado directamente desde el procesador a los exportadores, o los procesadores lo venden a un intermediario y éste al exportador; en algunos casos, los productores lo comercializan directamente con el exportador y éste lo procesa para la exportación (Sandoval, 2006).

Para el proceso de secamiento del fruto se utilizan secadoras de diferente tipo, las cuales se han venido mejorando poco a poco hasta lograr obtener la calidad adecuada del producto en pergamino que exige el mercado. El fruto pergamino consiste en el

estado seco del fruto maduro o cereza, pero conservando su coloración verde y gran proporción de su tamaño y forma (Ruano, 2002).

Para el caso del municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, en la presente investigación existen 27 agroindustrias (beneficios) de cardamomo, las cuales están instaladas tanto en área urbana como rural (dentro y fuera de las Áreas Protegidas) consumiendo cantidades no evaluadas de leña para el proceso de secado del cardamomo.

2.2. Proceso de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton)

Para el proceso de secamiento del fruto se utilizan secadoras de diferente tipo, las cuales se han venido mejorando poco a poco hasta lograr obtener la calidad adecuada del producto en pergamino que exige el mercado. El fruto pergamino consiste en el estado seco del fruto maduro cereza, pero conservando su coloración verde y gran proporción de su tamaño y forma. El cardamomo oro es básicamente la semilla del fruto. Actualmente existen en el mercado diferentes tipos de secadoras y de diferente capacidad para el beneficiado del fruto, cuyo uso está en función del volumen de producción y del mercado (Ruano, 2002).

El secado se efectúa a través de aire caliente que es alimentado por leña, gas o diesel, lo más común en la actualidad es la leña. El proceso de beneficiado lleva varios pasos, entre ellos los que podemos mencionar: Pesado, lavado (cuando el caso lo amerite), secado, descolado, segunda pesa, clasificación y empaque (CARDEGUA, 2012).

2.2.1. Industria primaria (de cereza a pergamino)

El secado o deshidratado del cardamomo cereza para convertirlo en pergamino o seco, que consiste en llevar la cápsula de 55% (cereza) al 12% (pergamino) de humedad, utilizando para ello las secadoras horizontales con pilas circulares y horno de leña, carbón mineral, gas keroseno o diesel, cuyo diseño se ha modificado constantemente, de tal forma que se aproveche el mayor calor posible generado por la leña, y por ende reducir costos de transformación y daños al medio ambiente. El secado dura de 24

hasta 48 horas, a temperatura de 50-60 °C. Inmediatamente después de secado el fruto, se somete al proceso de descolado, el cual consiste en la eliminación del pedúnculo o un residuo floral presente en el ápice del fruto seco. La eliminación es por medio de frotamiento manual de los frutos secos en un cedazo (López, 2006).

Actualmente existen máquinas descoladoras que facilitan el proceso. El producto que se obtiene al final de este proceso, consiste en cardamomo pergamino sin clasificar, que se debe guardar en bolsas de polietileno de color negro y costal de nylon, para garantizar la calidad del producto (López, 2006).

El fruto pergamino consiste en el estado seco del fruto maduro o cereza, pero conservando su coloración verde y gran proporción de su tamaño y forma. El cardamomo oro es básicamente la semilla del fruto. La tasa de conversión de cardamomo húmedo a cardamomo seco (pergamino) es de 5 a 1 en promedio (Domínguez, 2008).

2.2.2. Clasificación

Para la comercialización el producto se clasifica de la siguiente manera:

- Cardamomo cereza: Es el producto verde recién cortado, que no ha sufrido ningún cambio físico.
- Cardamomo pergamino: Es el fruto que ha sido expuesto a un proceso de secado en el beneficio.
- Cardamomo oro: Residuo encontrado en el proceso de secado y colado del pergamino (Mazariegos, 2006).

2.2.2.1. Cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton) cereza

Se define como cardamomo cereza al producto proveniente del campo y que no ha sufrido ningún tipo de transformación (FEDECOVERA, 2003 citado por López, 2006).

2.2.2.2. Cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton) pergamino

Se refiere al cardamomo cereza que ha sido deshidratado utilizando secadoras especiales, para llevarlo del 55% de humedad con que viene del campo al 12% de humedad (FEDECOVERA, 2003 citado por López, 2006).

2.2.3. Comercialización del cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton) beneficiado

La comercialización nacional del cardamomo es muy irregular y en el mercado externo generalmente se ha mantenido favorable con algunas fluctuaciones. El mercado interno lo integran los intermediarios, los procesadores y los exportadores y en el país existen diferentes entidades que se dedican a la comercialización del producto. Los intermediarios compran a los pequeños productores el fruto cereza y ganan una comisión por quintal comprado. El intermediario también puede ser agente del procesador. La venta del pequeño productor al procesador se tiene principalmente en el cardamomo cereza. La venta del cardamomo pergamino se realiza del procesador al exportador. Los precios en el mercado nacional son muy fluctuantes y son determinados en base a calidad. En la venta del productor que tiene capacidad de procesar, los precios también se determinan en base a calidad del pergamino. Entre los pequeños productores se realiza el proceso de pago por el servicio de secamiento en secadora, pagando el servicio por quintal, y luego el producto se vende al mejor demandante. La demanda potencial externa del producto se ha mantenido con algunas fluctuaciones en el mercado de los países importadores, principalmente árabes (Aldana, 2012).

De acuerdo a las estadísticas del Banco de Guatemala, el comportamiento histórico de la producción de cardamomo durante el periodo de 1996 a 2006, (citado por el Programa de Apoyo a los Agronegocios Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2007) ha sido de un promedio anual de 21,573 Toneladas Métricas de producción, con una tasa de crecimiento anual del 8%, para el período. De igual manera, se puede apreciar que el área de producción ha ido en aumento, con un

promedio anual, de 54,379 Hectáreas y una tasa de crecimiento del 4.04% (ver anexo 1).

No obstante, se ha registrado una sobreproducción de cardamomo y ésta ha deprimido los precios internacionales, a pesar de que la cosecha ha bajado cada año. Sin embargo, el último año el precio del cardamomo en el mercado nacional ha subido, ante la percepción de una menor cosecha.

Según estadísticas del Banco de Guatemala (citado por el Programa de Apoyo a los Agronegocios Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2007) Guatemala es el mayor exportador mundial de cardamomo, con un promedio anual de 22,019 Toneladas Métricas, superando a la India con un buen margen, que ocupa la segunda posición. En el anexo 2, se muestra el detalle del periodo de 1996 a 2006 de las exportaciones de cardamomo de Guatemala.

2.2.4. Canales de comercialización

Los canales de comercialización son el conjunto de intermediarios a través de los cuales se lleva a cabo el proceso de transferencia de los productos, desde las unidades productivas hasta el consumidor final. En todos los estratos de fincas donde intervienen intermediarios, el cardamomo se vende en estado natural (cereza), a las secadoras para ser procesado (pergamino), (Álvarez, 2006).

2.3. Estudios de rendimiento del proceso de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton)

Para efectos de comercialización se tiene una conversión media de 4.5:1 de fruto cereza a pergamino o seco y de 7:1 de fruto cereza a oro o semilla (Ruano, 2002).

Los rendimientos de 5.2 quintales (1 qq equivale a 45.36 kg) pergamino por manzana (para 1998) convertidos en quintales por cuerda dan una producción pergamino de 32.5 libras por cuerda. Calculando una relación cereza/pergamino alrededor de 4.15, resulta en un promedio de rendimiento de 1.35 quintales cereza/cuerda (211.58

quintales/manzana). Las informaciones obtenidas durante las visitas en los sitios de producción dan un promedio alrededor de 2 a 3 quintales por cuerda (unos agricultores pudieron lograr hasta 8 quintales por cuerda), (Pierre, s.f.).

Ligorria (2005), realizó una encuesta dirigida a productores y comercializadores de cardamomo en el municipio de Panzós, Alta Verapaz, en la cual le respondieron de la siguiente manera: un 70% dijo que utiliza 5.5 quintales en cereza por un quintal de pergamino. Un 25% dijo que utiliza 6.1 quintales en cereza por uno de pergamino, y el resto que es el 5% dijo que utilizan 3 quintales en cereza por 1 quintal de pergamino. Entonces en promedio tenemos 4.87 quintales en cereza por 1 quintal de pergamino.

2.4. Otros estudios relacionados

2.4.1. Consumo de leña en secadoras de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton) a nivel nacional por municipio

Se realizó un estudio en el departamento de Alta Verapaz, siendo el mayor productor de cardamomo a nivel nacional. Se manejó una variable que expresa la cantidad anual de leña, en toneladas secas, que se utiliza en las secadoras de cardamomo de los principales municipios productores del país.

Una vez calculada la producción de cardamomo por municipio se procedió a calcular la cantidad de leña necesaria para el secado de dicha producción. Como referencia se utilizó el valor de 0,963917375 T de leña para secar una T de cardamomo. Este valor fue determinado en función de lo reportado en la tesis de grado de Pérez, (1981), (citado por INAB, IARNA-URL & FAO/GFP, 2012).

Para la distribución espacial de los datos calculados se asumió que el secado del cardamomo se realiza en los mismos municipios donde se encuentra localizada la producción.

2.5. Instalaciones de las agroindustrias (beneficios) de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton) en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz

Las pilas secadoras de cardamomo que se identificaron para el presente estudio están fabricadas dentro de galerías rústicas o formales, en las cuales se ensamblan estanques metálicos de forma circular con un diámetro que oscila entre 3 y 4 m, por una altura que oscila entre 1.25 y 1.40 m. Las cuales disponen de tubería interna por donde circula aire caliente generado por un horno a base de leña, el cual es desplazado por un abanico unido a la planta diesel para deshidratar el fruto del cardamomo.

2.5.1. Definición de secadora para cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton)

Es una máquina que regula la humedad relativa con el fin de evaporar la humedad que contienen los granos de cardamomo cuando están recién cosechados, a manera de secarlos para que los mismos tengan mucho más duración (Wellmann, 2015).

Todas estas pilas secadoras son fabricadas artesanalmente, habiendo ya talleres formales en los municipios de la región que se dedican exclusivamente a la fabricación de todo lo concerniente a las pilas secadoras de cardamomo.

2.5.2. Tipos de secadoras de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton)

Las diferentes secadoras frecuentemente utilizadas en el área en orden de calidad son:

- La secadora con combustión de leña
- La secadora con combustión de gas kerosene
- La secadora con combustión de aceite diésel (Wellmann, 2015).

Podrían manejarse otros materiales para la combustión, como por ejemplo el gas metano, butano y carbón de piedra; no obstante, con la disposición de este tipo de combustibles en el país, no se les usa en las secadoras para cardamomo, probablemente por la complicación en la adaptación en la unidad de calefacción para quemarlas. La secadora de cardamomo (ver figura 1) que más se utiliza en la región de

Alta Verapaz es la que funciona a base de leña con un 84,4%; en segundo lugar se encuentra la secadora de gas kerosene en un 12,2% y la de diésel tan solo representa al 4,4%; dentro de cierto tiempo puede que esta desaparezca por el precio de los combustibles (Wellmann, 2015).



Figura 1. Fotografía de una pila secadora de cardamomo; iniciando el proceso de secado. Fuente (Fotografía propia, enero de 2013).

En las fincas o comunidades que poseen beneficios en zonas de difícil acceso, se presta atención a la predilección por las secadoras de leña, por la abundancia de esta. Se cree que en el futuro las secadoras de leña y gas kerosene tengan mayor solicitud por parte de los beneficiadores, por tres razones:

- El quemador de diésel se deteriora más rápido
- Los equipos son mucho más completos
- El costo es más elevado que los quemadores de gas keroseno (Wellmann, 2015).

2.5.3. Capacidad de las secadoras

Puede observarse que la medida o que el contenido que soportan las secadoras de cardamomo varía de 45 a 60 quintales recién cosechados. Esta varía por el área donde se produce; también puede determinarse por el nivel de la producción que se tenga por año (Wellmann, 2015).

Para el presente estudio se identificaron beneficios que cuentan con pilas que tienen capacidad para industrializar entre: 40, 50, 60, 75, 80 y 100 quintales de cardamomo en cereza (ver cuadro 1). Obviamente dependerá de la capacidad de producción de cada agroindustria.

2.5.3.1. Según su capacidad

Últimamente el tiempo de secado del fruto de cardamomo ha variado debido a que en los últimos años se ha utilizado más la secadora de leña; esta tarda un poco más a la hora de secar, porque puede llegar hasta las 40 horas para secar el fruto; esto varía según el uso porque cuando se tiene una producción muy alta, es conveniente tener dos o más secadoras (Wellmann, 2015).

Por lo tanto, entre mayor sea la capacidad de cada pila en secar cardamomo cereza para transformarlo en pergamino, mayor horas de secado conllevará el proceso destacando también la calidad de leña que se tenga para generar el calor que se necesita.

2.6. La leña como fuente de combustible

La leña es la principal fuente de energía en Guatemala, aun cuando el porcentaje ha descendido en los últimos años, se mantiene en un alto nivel de consumo, principalmente para cocción de alimentos y calefacción de hogares, aunque también se utiliza en industrias tales como: ladrilleras, caleras, carboneras, panaderías y agroindustrias como beneficios de café. En 1964, el consumo de leña era de un 85%, mientras que informes recientes reportan un consumo de 78,6% en todo el territorio nacional (Dix, 1999, citado por Sandoval, 2002). El consumo anual de leña en

Guatemala se estima en 13,3 millones de metros cúbicos (FAO, 1999, citado por Sandoval, 2000). De acuerdo a Cabrera, 1995, la leña contribuyó al 63% del balance energético nacional en el año 1990. Si se considera un parámetro de 250 m³/ha, se estaría hablando de un total de 53,200 ha anuales de bosques con fines energéticas, lo cual no se alcanza con los actuales programas y proyectos de reforestación del país. (Melgar, 2003).

Las especies forestales de mayor utilización son: robles y encinos (*Quercus spp*), aliso (*Alnus sp*), varias especies del género *Pinus*, madrecaao (*Gliricidia sepium*), leucaena-yaje (*Leucaena leucocephala*), sare (*Acacia riparioides*), aripín (*Caesalpinia velutina*), Brasil (*Haematoxylon brasiletto*), caulote (*Guazuma ulmifolia*), mangle colorado (*Rhizophora mangle*), ramón (*Brosimum alicastrum*), subín (*Acacia farnesiana*), cuje-cuxin-paterno-guamo (*Inga spp.*) y *gravilea* (*Grevilea robusta*), estas dos últimas especies provenientes de las romas podadas de los cafetales. (Melgar, 2003).

De igual manera en las agroindustrias de cardamomo, identificadas en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz se utilizan algunas de especies de leña que se mencionan para las otras actividades industriales.

Según Riveiro (comunicación personal, octubre 2, 2015), en el departamento de Alta Verapaz, las agroindustrias de cardamomo (beneficios) inscritas a CARDEGUA, las especies de leña que más consumen y prefieren para el proceso de secado son: café (*Coffea arábica*), chicozapote (*Diospyros johnsetoniana*), guarumo (*Cecropia spp.*), guachipilín (*Diphysa robinoides*), zapote (*Manilkara zapota*), encino (*Quercus spp.*), palo blanco (*Cybixtax donell-smithii*), eucalipto (*Eucalyptus spp.*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), choochoc (*Inga spp.*), bach-capulín (*Trema mricantha*), tamarindo (*Tamarindus indica*), jocote (*Ximenia americana*), palo de pito (*Erythrina spp.*), san juan (*Vochysia guatemalensis*).

III. JUSTIFICACIÓN

3.1. Planteamiento del problema

El departamento de Alta Verapaz en el año 2006 contaba con 372,588 ha de bosque. Para el año 2010, se reporta una cobertura forestal de 375,345 ha. Se estima que durante el período 2006-2010, hubo una pérdida de 61,455 ha de bosque, sin embargo, durante ese mismo período se recuperaron 64,211 ha; teniendo una ganancia neta de 2,756 ha de bosque (INAB, CONAP, UVG & URL, 2012).

Los aprovechamientos forestales comerciales en la RBSM, incluyendo al municipio de Santa Catalina La Tinta, se han caracterizado por la tendencia tradicional de manejo con la visión del corto plazo, implicando que las operaciones de manejo forestal con enfoque industrial no han sido sostenibles, por lo que al no aplicar un manejo forestal técnicamente, estas prácticas continúan contribuyendo a la degradación de los bosques en la Reserva (Fundación Defensores de la Naturaleza, 2010).

El cultivo del cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton) en el municipio, es uno de los principales productos no tradicionales de exportación, generando ingresos económicos a muchas familias de la parte alta del municipio (específicamente la RBSM).

Los comercializadores del cardamomo, instalan agroindustrias, conocidas en la región como “beneficios”, para el proceso de secado del producto (secadoras), las cuales para su utilización requieren de cantidades no evaluadas de leña, proviniendo de los bosques, incluidos los de la RBSM.

Las condiciones de este tipo de producción hacen que no exista un control apropiado para la autorización del aprovechamiento de la leña, empleada como principal fuente de energía en el proceso de secado del cardamomo.

3.2. Justificación del trabajo

Los registros de INAB y CONAP, muestran que de la madera que se cosecha anualmente con autorización de éstas instituciones, prácticamente la mitad va para la industria y la otra mitad se destina para consumo energético. El volumen promedio de la madera cosechada de 1999 al 2001 con destino a la industria forestal nacional, fue de 575,000 m³; a esta cifra hay que sumarle los volúmenes cosechados en forma ilícita (tala ilegal), los cuales según estimaciones citadas por INAB-FAO (2004) son del 30 al 50% del volumen cosechado por año; lo que nos da un volumen entre 724,100 a 862,500 m³ (Cáceres y Gómez, 2006).

Según el Inventario Forestal (FAO, 2003) la oferta de leña estimada a partir de árboles con DAP mayor de 10 cm es de 95 m³/ha en bosques y de 13.2 m³/ha en áreas fuera del bosque (citado por Barrera y Zamora, 2010). Según Archila (comunicación personal, septiembre 7, 2012), en la región se tiene conocimiento que para procesar 40 quintales de cardamomo cereza, se producen 8 quintales de cardamomo pergamino, consumiendo 5 m³ de leña y para obtener 1 quintal de pergamino necesitamos 0.625 m³ de leña. Para una producción de 400,000 quintales de pergamino, se consumirían 250,000 m³ de leña por cosecha (año). Entonces, si un 75% del total de secadoras utilizan leña, consumirían 187,500 m³. Por lo tanto, tomando como referencia un promedio de 95 m³/ha, según el Inventario Forestal (FAO, 2003) a nivel nacional sobre la oferta de productos forestales de bosques naturales para la industria, obtendríamos una deforestación de 1,974 ha por año.

Por estas razones expuestas, se necesita evaluar el proceso de secado de cardamomo, cuantificando el volumen total de leña utilizada y el área de bosque a que corresponde este consumo, las especies comercializadas; además de su procedencia; determinando si esta es lícita o no y valorizar el volumen de leña comercializada con el fin de generar información de base, que pueda ser de utilidad para conocer el impacto del uso de la leña en esta actividad agroindustrial causando el deterioro de los bosques.

IV. OBJETIVOS

4.1. General

Determinar el consumo de leña en el proceso de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton) en un año de cosecha, en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, evaluando la estimación de volumen de leña consumida, la valorización del volumen de leña comercializada y la caracterización de la procedencia de leña consumida.

4.2. Específicos

Estimar el volumen de leña consumida, en el proceso de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton), en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz y su relación con el consumo proveniente del bosque natural.

Valorizar el volumen de leña comercializada, en el proceso de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton), en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz.

Caracterizar la procedencia del producto leña consumida, por las agroindustrias de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton), en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz.

V. METODOLOGÍA

5.1. Localización del área de la investigación

El municipio de Santa Catalina La Tinta, se encuentra ubicado en la parte sureste del departamento de Alta Verapaz, a una distancia de 239 km de distancia de la capital, tiene una superficie de 196 km², que representa el 2.26% del área departamental y 0.18% del territorio nacional. Se encuentra al norte del país y dista a 93 km de la cabecera departamental, teniendo su ubicación geográfica en 15° 19'15" latitud norte y 89.5° 53'40" longitud oeste, con una altitud registrada de 137.16 msnm y se encuentra ubicado en el inicio del Valle del Polochic, siendo sus límites territoriales definidos, al norte con el municipio de Senahú Alta Verapaz, al suroriente con el municipio de Teculután Zacapa, al oeste con el municipio de Tururú Alta Verapaz y Purulhá Baja Verapaz y al este con el municipio de Panzós Alta Verapaz, siendo su clima cálido húmedo, a veces variable (ver figura 2).

5.2. Estimación del volumen de leña consumida

El volumen de leña consumida por las agroindustrias (beneficios) de cardamomo, se estimó a través de los datos proporcionados en las encuestas dirigidas a los propietarios y administradores, así como la validación de los datos de las boletas de muestras observadas en cada beneficio encuestado.

5.2.1. Encuesta a propietarios y administradores de agroindustrias (beneficios) de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton)

El proceso para obtener la información se realizó mediante el levantado de encuestas (ver anexo 3), dirigidas a los propietarios y administradores de agroindustrias (beneficios) de cardamomo, con la finalidad de conocer el potencial de producción de cada agroindustria, la cantidad implementada de secadoras y la cantidad consumida de producto.

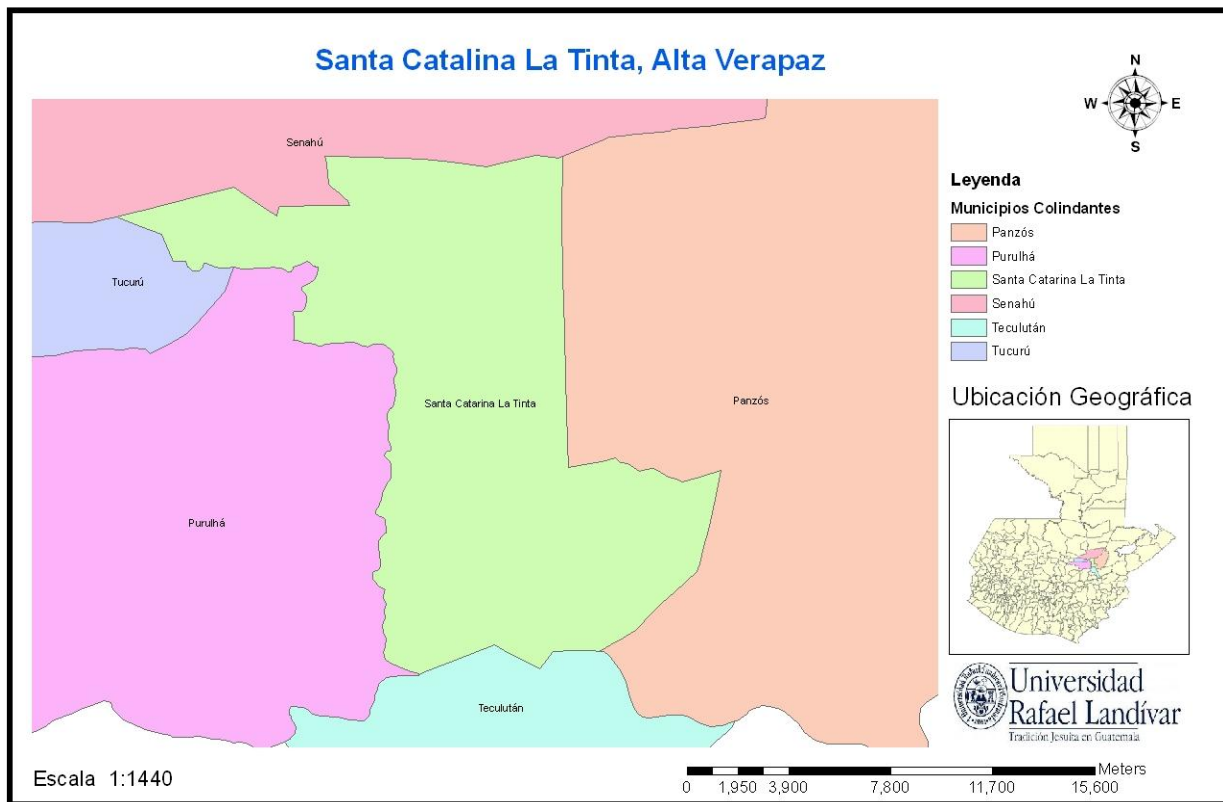


Figura 2. Ubicación del municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz. (Fuente: Elaboración propia).

Se generó un listado del total de agroindustrias (beneficios) de cardamomo ubicadas en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, tomando en cuenta las ubicadas en el área urbana y rural (perteneciendo o no a las Áreas Protegidas). Siendo el punto de partida para esta investigación para tener la población objeto de evaluación. En total se identificaron 27 agroindustrias (beneficios) de cardamomo, como población objetivo (ver cuadro 1).

Al tener el total de la población objeto de estudio, se seleccionó la muestra en función de un tamaño de muestra, calculando para ello el valor “n”. Con el fin de tomar en cuenta todas las características de la población, fue necesario realizar una clasificación de agroindustrias (beneficios) de cardamomo, en base a su instalación y capacidad de industrialización (número de pilas por beneficio y cantidad de quintales secados por pila), así como la cantidad de leña consumida para el proceso de secado, llamándole en esta investigación estratificación de beneficios.

Cuadro 1. Agroindustrias de cardamomo y ubicación, en Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, considerando las ubicadas en el área urbana y rural.

No.	Ubicación del Beneficio (Barrio o Comunidad)	Número de pilas	Capacidad de industrialización en (qq)
1	Aldea Sacsuhá	2	50
2	Barrio La Estación	2	60
3	Barrio El Cementerio	3	50
4	Barrio El Cementerio	2	50
5	Barrio El Cementerio	3	50
6	Barrio San Andrés	3	1=100, 2=50
7	Barrio La Estación	3	50
8	San Francisco I	2	60
9	San Luis Samilha	1	100
10	Santo Domingo III	1	50
11	Santo Domingo III	1	50
12	Santo Domingo III	1	50
13	Santo Domingo III	1	50
14	San Francisco II	1	50
15	Aldea Sacsuhá	2	50
16	Barrio El Recreo	2	1=100, 1=50
17	Barrio El Cementerio	2	1=75, 1=50
18	Barrio Peña Blanca	4	1=100, 3=50
19	Barrio Peña Blanca	6	40
20	Barrio El Crucero	4	2=100, 2=75
21	Barrio La Estación	6	3=100, 3=50
22	Barrio El Centro	4	60
23	Aldea Sacsuhá	5	50
24	Barrio El Cementerio	5	50
25	Barrio El Crucero	7	3=80, 4=50
26	Barrio El Recreo	9	4=100, 5=50
27	Barrio Cabañas	12	2=75, 2=60, 8=50

Nota: Para explicar de mejor manera: el dato de 1=100; nos indica que hay una pila con capacidad para procesar 100 quintales de cardamomo cereza. Igualmente el dato 2=50; se refiere a que hay dos pilas que tienen la capacidad de procesar 50 quintales de cardamomo cereza cada una. Es así como se deben interpretar los demás datos de la última columna del cuadro anterior.

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que el período de producción evaluado, tomando en cuenta la producción y el consumo de leña, fue durante el 2012-2013.

5.2.2. Muestreo de consumo de leña en el proceso de secado de cardamomo

(Elettaria cardamomum L. Maton)

En este proceso, se evaluó mediante una muestra de observación, el proceso de secado de cardamomo de todas las agroindustrias identificadas, la cual fue útil para validar los datos proporcionados por los propietarios y administradores de las agroindustrias (beneficios) de cardamomo, en relación a las encuestas realizadas previamente.

La boleta general (ver anexo 4), que se utilizó para esta evaluación en las agroindustrias. Para dicha evaluación nos permitió en cada beneficio poder verificar la cantidad de leña utilizada en el proceso de la postcosecha, donde se transforma el grano de cardamomo de cereza a pergamino. Se midió la cantidad de quintales de cardamomo en cereza que se ingresaron para el proceso de secado, cantidad de leña por especie utilizada y la cantidad de quintales de cardamomo en pergamino que se obtuvieron en una secada de cardamomo.

5.2.3. Definición del tamaño de la muestra para las agroindustrias (beneficios) de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton), ubicadas en área urbana y rural

Para la definición del tamaño de la muestra definitiva de las agroindustrias, se utilizó la fórmula de “n”, simple aleatorio para estimar la cantidad de unidades de muestreo que conformarían la muestra; entendiendo como unidad de muestreo a cada beneficio de cardamomo. Siendo la elección de la muestra aleatoria, a excepción del estrato III, porque en el mismo había solamente 1 agroindustria como miembro de la subpoblación. Esta información fue de suma importancia para conocer el número de encuestas que se ejecutaron y que se hizo presencia en la agroindustria para efectuar la medición en el proceso de secado del cardamomo en cereza. Este proceso sirvió también para corroborar la información que los propietarios y administradores

proporcionaron de los rendimientos de las postcosecha y la utilización de leña para llevar a cabo el mismo.

Para calcular el tamaño de la muestra utilizada, se manejó la siguiente fórmula para poblaciones finitas, basada en la proporción de la población a muestrear:

$$n = \frac{N}{(N * d^2) + 1}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra definitiva

N = Tamaño de la población

d = Precisión del estimador de interés (en este caso, la proporción)

Como población finita se considera a aquella población que tenga menos de 500,000 elementos. Para este caso identificamos 27 agroindustrias (beneficios) de cardamomo instalados en el municipio, de los cuales 20 están fuera de Áreas Protegidas y 7 dentro de Áreas Protegidas, siendo estos nuestros elementos de la población total.

Al aplicar esta fórmula, se definió el tamaño de la muestra, entendiendo esta como el número de agroindustrias (beneficios) de cardamomo, que aparte de ser encuestadas, se observó todo el proceso para llevar a cabo el secado de cardamomo (transformación de cardamomo cereza a cardamomo pergamino). Estas agroindustrias evaluadas, tomaron en cuenta beneficios ubicados en área urbana y rural.

Conociendo que durante la presente investigación, se identificaron 27 agroindustrias (beneficios) de cardamomo en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, necesitando determinar la proporción de agroindustrias en las cuales se observó el proceso de secado de cardamomo; por lo que fue necesario calcular el tamaño de la muestra requerida con un nivel de confianza del 95% y una precisión del 25%.

Fue necesario realizar una muestra $n=10$ de toda la población $N=27$ y no evaluar a toda la población como tal, debido a las siguientes razones:

- La ubicación y acceso hacia las agroindustrias (beneficios) de cardamomo de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de las Minas, del municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz.
- El factor tiempo, pues se necesitaba disponer de los resultados lo más pronto posible.
- Se debía visitar a cada una de las agroindustrias (beneficios) de cardamomo de la muestra; para observar directamente el tiempo que transcurría para el proceso de secado del cardamomo.

Se utilizó el valor “d” precisión con un valor de 25%, en virtud que concretamente lo que se necesitó fue efectuar una investigación a nivel exploratorio, para disponer de una visión general del municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, en cuanto al consumo de la leña en el proceso de secado de cardamomo.

Agregando también los factores del costo y tiempo que representan para esta investigación, pero también dependerá del tipo de variables que se necesiten investigar, siendo para este estudio, la medición de variables cuantitativas.

Sabiendo, que del total de las 27 agroindustrias (beneficios) de cardamomo, necesitaríamos una muestra representativa, lo mejor fue conocer cuántas agroindustrias hay por estrato, es decir, 17 agroindustrias en el estrato I; 9 agroindustrias en el estrato II; y 1 agroindustria en el estrato III. Para lo cual procedimos así:

De las 27 agroindustrias en total, nuestro valor “n” fue de 10 muestras, por lo tanto, de 17 agroindustrias del estrato I, debimos elegir x así:

$$\frac{10}{27} = \frac{x}{17} > x = \frac{170}{27} = 6.30 \approx 6 \text{ encuestas del estrato I}$$

(Utilizando la regla de tres)

De igual manera calculamos las agroindustrias correspondientes a los demás estratos:

$$\frac{10}{27} = \frac{y}{9} > y = \frac{90}{27} = 3.33 \approx 3 \text{ encuestas del estrato II}$$

$$\frac{10}{27} = \frac{z}{1} > z = \frac{10}{27} = 0.37 \approx 1 \text{ encuesta del estrato III}$$

De modo que, en nuestra muestra de 10 agroindustrias a evaluar, 6 agroindustrias pertenecen del estrato I, 3 agroindustrias al estrato II y 1 agroindustria al estrato III. Para la elección de cada agroindustria dentro de cada uno de los 3 estratos, se utilizó el muestreo aleatorio simple.

Entonces

n = Tamaño de la muestra definitiva

N = 27 agroindustrias (beneficios) de cardamomo

d = 25%

$$n = \frac{27}{(27 * 0.25^2) + 1} = 10.05$$

De acuerdo a esta estimación de la muestra, fue necesario evaluar y observar el proceso de secado de cardamomo en 10 agroindustrias (beneficios) de cardamomo.

La muestra se distribuyó proporcionalmente al número de agroindustrias (beneficios) de cardamomo en base a su capacidad de industrialización, instaladas tanto en el área urbana, como en el área rural del municipio.

5.3. Valorización del volumen de leña comercializada

Se desarrolló una encuesta de mercado del producto, con el fin de determinar el valor de mercado del producto leña en el área, (el cual se incluyó dentro de la encuesta que fue dirigida a los propietarios y administradores de agroindustrias). Las preguntas que nos ayudaron a alcanzar este objetivo fueron: 19 y 20 de la boleta de encuesta (ver anexo 3).

Con la boleta y los valores obtenidos de las observaciones en las agroindustrias, se obtuvieron datos del valor al cual se comercializa la leña en la zona, los precios pagados por las agroindustrias y las cantidades utilizadas en el proceso de postcosecha del cardamomo (Cereza-Pergamino).

En la boleta se contabilizó la cantidad de leña, en función de la medida comercial utilizada, definida como metro de leña estéreo, para poder en gabinete transformar esta medida comercial a la medida en metros cúbicos, que es la variable utilizada para el análisis.

Al tener los volúmenes reales utilizados en el proceso de transformación del producto y contar con los precios pagados por los volúmenes comerciales, se procedió a estimar el valor de la leña utilizada para la producción de un quintal de cardamomo pergamino y en referencia a la producción del año, la relación del costo anual de esta fuente de energía.

5.4. Caracterización de la procedencia del producto leña consumida

Se caracterizó la procedencia del producto de leña utilizada, dentro o fuera de Áreas Protegidas, en base a las preguntas de procedencia del producto leña, las cuales fueron: 15, 16, 17 y 18 de la boleta de encuesta (ver anexo 3), para posteriormente generar un mapa.

Se realizó un análisis de la leña comercializada con licencia o autorización debida, o bien sin licencia o autorización debida. La pregunta que nos ayudó a alcanzar este objetivo fue la pregunta 26, de la boleta de encuesta (ver anexo 3).

Para el caso de las especies utilizadas en el proceso de secado de cardamomo, se utilizó la encuesta y las observaciones en los procesos de postcosecha en los beneficios, con esto se determinó, el tipo de bosque del que procede el producto leña.

De la encuesta, las preguntas que respondieron a estas variables fueron las preguntas 14, 27 y 28 de la boleta de encuesta (ver anexo 3). De esta forma, los propietarios y administradores identificaron qué especies de plantas son las que más comercian para leña y cuáles son las que más prefieren para el proceso de secado de cardamomo, proporcionando los nombres comunes de las especies, punto de partida para investigar el nombre científico de cada especie de leña mencionada.

5.5. Levantado de información de campo

Las encuestas se realizaron en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, previo al levantado de las boletas, se contactó y socializó la misma con los propietarios y administradores de las agroindustrias identificadas (beneficios) de cardamomo, tanto área rural como urbana respectivamente, para informarles sobre los objetivos de la actividad.

La actividad de información de los alcances de la investigación, permitió la apertura de los propietarios y de los administradores de las agroindustrias en brindar la información requerida para el éxito de esta investigación.

5.6. Análisis de la información

Se desarrolló una base de datos del muestreo del consumo de leña en los beneficios evaluados, para llegar a determinar el rendimiento de m^3 de leña, necesarios para procesar un quintal de cardamomo en pergamino, (después del beneficiado).

El ingreso de los datos de las encuestas, su procesamiento y análisis, así como la generación de tablas y gráficos para la presentación de resultados, se ejecutó en fase de gabinete.

A toda esta información se le aplicó una estadística descriptiva, con las siguientes finalidades:

Caracterizar las diferentes agroindustrias (beneficios) de cardamomo, en función de la capacidad de industrialización y consumo de leña.

Valorizar la leña comercializada que es utilizada por las agroindustrias (beneficios) de cardamomo. Asimismo para conocer los diferentes precios por cada una de las especies de leña comercializada.

Realizar una evaluación y análisis por procedencia de especies del recurso leña, utilizada para el secado de cardamomo, evaluando si la procedencia de estos productos es dentro de Áreas Protegidas o fuera de las mismas. Volumen de leña con procedencia lícita utilizada por el total de agroindustrias (beneficios) de cardamomo, identificadas. Volumen de leña con procedencia ilícita utilizada por el total de agroindustrias (beneficios) de cardamomo, identificadas. Volumen de leña con procedencia dentro de Áreas Protegidas, utilizada por el total de agroindustrias (beneficios) de cardamomo, identificadas. Volumen de leña con procedencia fuera de Áreas Protegidas, utilizada por el total de agroindustrias (beneficios) de cardamomo, identificadas. Número de especies de leña utilizadas en el proceso de secado de cardamomo. Descripción de las especies de leña utilizadas en el proceso de secado de cardamomo.

Es necesario destacar que se consideró la cantidad total de producto de cardamomo pergamino beneficiado, para poder discutir con respecto al consumo potencial de leña en el municipio y así proponer algunos mecanismos para disminuir la presión sobre el Bosque Natural.

Variables tomadas en cuenta para el primer objetivo:

- ✓ Número de secadoras de cardamomo identificadas, en base a su capacidad de industrialización.
- ✓ Volumen de leña consumida para una secada de cardamomo, dependiendo de la capacidad de industrialización y cantidad de las pilas secadoras por agroindustria (beneficio) de cardamomo.
- ✓ Volumen de leña necesaria para obtener 1 quintal de cardamomo pergamino.
- ✓ Cantidad de quintales de cardamomo cereza, procesados para obtener 1 quintal de cardamomo pergamino.
- ✓ Cantidad de quintales de pergamino obtenidos en una secada de cardamomo, dependiendo de la capacidad de industrialización y cantidad de las pilas secadoras por agroindustria (beneficio) de cardamomo.

Variables tomadas en cuenta para el segundo objetivo:

- ✓ Medida de leña más comercializada para el proceso de secado del cardamomo.
- ✓ Precios de leña comercializada, por cada una de las especies utilizadas en el proceso de secado de cardamomo.

Variables tomadas en cuenta para el tercer objetivo:

- ✓ Número de especies de leña utilizadas en el proceso de secado de cardamomo.
- ✓ Caracterización de especies de leña utilizadas en el proceso de secado de cardamomo.
- ✓ Volumen de leña con procedencia lícita utilizada por el total de agroindustrias (beneficios) de cardamomo, identificadas.
- ✓ Volumen de leña con procedencia ilícita utilizada por el total de agroindustrias (beneficios) de cardamomo, identificadas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Estimación del volumen de leña consumida

Parte fundamental para la estimación del volumen de leña consumida por las agroindustrias del municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, fue conocer la capacidad instalada de cada agroindustria identificada, en función del número de secadoras (pilas) con que cuentan.

Esta fase permitió identificar el marco de la población para el cual se hizo la inferencia a partir de los datos obtenidos en la muestra. Se caracterizó la población, tomando como unidad la agroindustria, con características bien diferenciadas en función de su capacidad instalada. Esta depende del número de secadoras o pilas con que disponen.

Del total de las 27 agroindustrias (población “N”) identificadas para la siguiente investigación, existe un poco más del 50% de estas que cuentan con 3 o menos pilas de secado y una sola con una cantidad de 12 pilas para secar cardamomo y su consumo de leña y producción de cardamomo pergamino es más elevado por su capacidad de industrialización en comparación con los estratos I y II.

Estas características de la población hizo necesario estratificar la población para hacer un mejor análisis de los resultados.

En el cuadro 2, se detalla la distribución del número de agroindustrias, por el número de pilas secadoras con que cuenta cada una de estas, respectivamente. Se observa que se tiene un total de 94 pilas secadoras (por el total de las 27 agroindustrias identificadas); algo que hay que destacar de esta población, es que más de la mitad de las pilas secadoras; 50 pilas, están distribuidas en 7 agroindustrias y las restantes 44 pilas están distribuidas en las otras 20 agroindustrias.

Demostrando cómo está distribuida la producción por pilas en cuanto a los estratos; para lo cual se puede apreciar que hay una disminución del número de agroindustrias

con respecto del aumento del número de pilas/agroindustria, reflejando que pocas agroindustrias tiene mayor cantidad de pilas y muchas agroindustrias tienen entre 1 y 2 pilas.

De igual manera en la figura 3, se aprecia esa tendencia de la reducción del número de agroindustrias con respecto del aumento de la cantidad de pilas secadoras por agroindustria, viendo que la producción está bien representada por las agroindustrias que disponen de mayor capacidad instalada en el municipio evaluado en este estudio.

Cuadro 2. Las 27 agroindustrias de cardamomo; caracterizadas según el número de pilas secadoras por cada una y el total de pilas secadoras identificadas en la presente investigación.

No.	Número de agroindustrias	Número de pilas	Total de pilas
1	6	1	6
2	7	2	14
3	4	3	12
4	3	4	12
5	2	5	10
6	2	6	12
7	1	7	7
8	1	9	9
9	1	12	12
Total	27		94

Fuente: Elaboración propia.

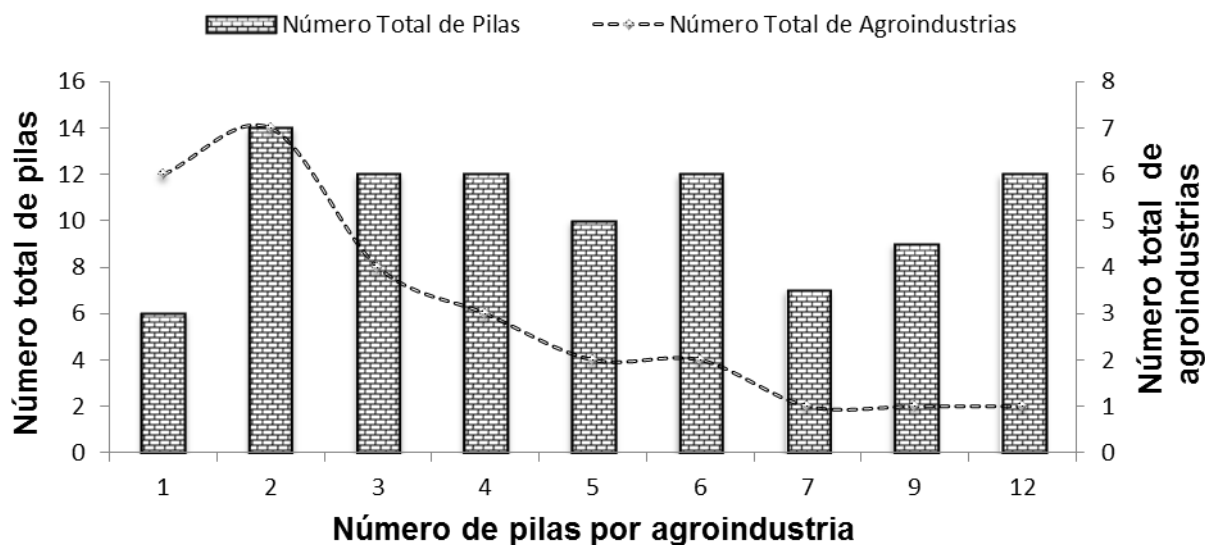


Figura 3. Tendencia de la disminución del número de agroindustrias con relación a mayor capacidad instalada (mayor cantidad de pilas secadoras por agroindustria) en el municipio de Santa Catalina la Tinta, Alta Verapaz. (Fuente: Elaboración propia).

Con base a estas características de la población de las agroindustrias, se hizo necesario estratificar la misma, para distribuir la muestra, quedando identificados 3 estratos, en relación al número de pilas por agroindustria, agrupándolas como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Listado de las 10 muestras de agroindustrias de cardamomo, donde se observó el proceso de secado de cardamomo.

Estrato	Tamaño de la agroindustria (pilas/beneficio)	Unidades de muestra (beneficios)	Cantidad de (m ³) de leña consumida por secada	Cantidad de (m ³) de leña necesaria para obtener un (qq) de cardamomo pergamino
I	Entre 1 y 3	6	1.18 - 1.64 - 2.10	0.15 - 0.23 - 0.31
II	Entre 4 y 9	3	1.52 - 1.63 - 1.74	0.15 - 0.19 - 0.23
III	Mayor de 9	1	7.06	0.20

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 3, se puede observar que de los 3 estratos; el estrato I, hace referencia a las agroindustrias que tienen entre 1, 2 ó 3 pilas para secar cardamomo; el estrato II, lo componen las agroindustrias que tienen entre 4, 5, 6, 7 y 9 pilas para secar cardamomo; y el estrato III, a este lo conforma una sola agroindustria, la cual es mayor a 9 pilas secadoras de cardamomo, pues este en concreto tiene una única agroindustria de la población, contando con 12 pilas.

Según Archila (comunicación personal, septiembre 7, 2012), en la región se tiene conocimiento que para el procesamiento de una secadora de 40 quintales cereza, esta produce 8 quintales de pergamino verde. Entonces esta secadora utiliza 5 m³ de leña.

Por lo tanto, para obtener 1 quintal de cardamomo pergamino se necesita utilizar 0.625 m³ de leña. Ciertamente, utilizar menor volumen de leña para el secado de cardamomo, dependerá de la especie de leña que se esté empleando en el proceso y así como sus características de densidad específica, humedad, contenido de lignina y otras características anatómicas propias de cada una de ellas.

En relación a la cantidad de m³ de leña, necesarios para obtener 1 quintal de cardamomo pergamino, los 3 estratos arrojaron cantidades similares, siendo el estrato II el del menor cantidad con promedio de 0.19 m³ de leña, necesarios para obtener 1 quintal de cardamomo pergamino; al calcularle la desviación estándar nos da un rango entre 0.15 m³ y 0.23 m³ de leña para este estrato. De igual manera el estrato III arroja una cantidad de 0.20 m³ de leña, necesarios para obtener 1 quintal de cardamomo pergamino. Mientras el estrato I es el de mayor cantidad con promedio de 0.23 m³ de leña, necesarios para obtener 1 quintal de cardamomo pergamino; al calcularle la desviación estándar nos da un rango entre 0.15 m³ y 0.31 m³ de leña para este estrato. Indicando que al estrato III no se le calculó desviación estándar porque está compuesto por solamente una agroindustria. Por lo tanto, los 3 estratos andan por cantidades similares.

Los rendimientos de producción, en cuanto al consumo de leña son muy similares, tomando en consideración la capacidad más alta de producción de la agroindustria con mayor cantidad de pilas, debido a que por cada secada hay un mayor consumo de leña, pero también una mayor producción de cardamomo en pergamino.

Por lo tanto, los estratos I y II tienen pilas de producción evaluadas que utilizan en promedio 1.64 m³ de leña para el primer estrato; al calcularle la desviación estándar nos da un rango entre 1.18 m³ y 2.10 m³ para este estrato. Igualmente tenemos el promedio de 1.63 m³ de leña para el segundo estrato; y al calcularle la desviación estándar nos da un rango entre 1.52 m³ y 1.74 m³ de leña. Mientras que el estrato III, utiliza 7.06 m³ de leña, al cual no se le calculó desviación estándar porque está compuesta por solamente una agroindustria, consiguientemente este valor es el más alto de los tres estratos, debido a que hay mayor producción (secado) de cardamomo en pergamino.

Los estratos I y II tienen pilas de producción evaluadas entre 6 y 9 quintales de cardamomo pergamino producidos y la agroindustria del estrato III, tiene pilas de producción evaluadas de alrededor de 35 quintales de cardamomo pergamino producidos. Estas cantidades se pueden apreciar en la última columna del cuadro 4.

Cuadro 4. Rendimiento en el proceso de postcosecha Cereza-Pergamino de cardamomo, obtenidos por estrato.

Estrato	Tamaño de la agroindustria (pilas/beneficio)	Relación cardamomo cereza/cardamomo pergamino (qq/qq)	Cantidad de cardamomo en pergamino obtenidos por secada (qq)
I	Entre 1 y 3	4.92 - 5.41 - 5.90	3.33 - 6.63 - 9.93
II	Entre 4 y 9	4.91 - 5.19 - 5.47	7.27 - 8.71 - 10.15
III	Mayor de 9	5.84	34.94

Fuente: Elaboración propia.

En la cuarta columna del cuadro 4, se presenta la cantidad de quintales de cardamomo en pergamino obtenidos por secada, indudablemente estas proporciones dependerán

de la capacidad de industrialización de las agroindustrias (cantidad de pilas y capacidad de procesado de quintales cereza a quintales pergamino).

Así también, se puede notar que el estrato II tiene el mejor rendimiento, ya que para obtener 1 quintal de cardamomo pergamino se procesan en promedio 5.19 quintales de cardamomo en cereza; al calcularle la desviación estándar nos da un rango entre 4.91 y 5.47 quintales de cardamomo cereza. Respecto al estrato I, para obtener 1 quintal de cardamomo pergamino se procesan en promedio 5.41 quintales de cardamomo cereza; al calcularle la desviación estándar nos da un rango entre 4.92 y 5.90 quintales de cardamomo cereza. Y en relación al estrato III, tenemos un valor de 5.84 quintales de cardamomo cereza, mostrando que a este estrato no se le calculó desviación estándar por estar compuesto por solamente una agroindustria.

Por lo que los rendimientos obtenidos en los 3 estratos, nos indican que están en los rangos aceptables según estudios encontrados.

Entre los estudios consultados relacionados con la conversión de quintales de cardamomo en cereza a quintales en pergamino, está el que nos indica que la tasa de conversión de cardamomo húmedo a cardamomo seco (pergamino) es de 5 a 1 en promedio (Domínguez, 2008).

De igual manera, para efectos de comercialización se tiene una conversión media de 4.5:1 de fruto cereza a pergamino o seco y de 7:1 de fruto cereza a oro o semilla (Ruano, 2002).

Ligorria (2005), realizó una encuesta dirigida a productores y comercializadores de cardamomo en el municipio de Panzós, Alta Verapaz, en la cual le respondieron de la siguiente manera: un 70% dijo que utiliza 5.5 quintales en cereza por un quintal de pergamino. Un 25% dijo que utiliza 6.1 quintales en cereza por uno de pergamino, y el resto que es el 5% dijo que utilizan 3 quintales en cereza por 1 quintal de pergamino. Entonces en promedio tenemos 4.87 quintales en cereza por 1 quintal de pergamino.

Teniendo los datos obtenidos en la muestra para la producción por pila y por agroindustria, se obtuvieron los datos de la producción anual para el período evaluado, tomando en cuenta la información por estrato, el rendimiento de la postcosecha y el consumo de leña para la producción, mostrando los resultados en el cuadro 5.

Cuadro 5. Consumo de leña promedio y total por estrato en m³, estimado para las 27 agroindustrias identificadas, en el período 2012-2013 en Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz.

Estrato	Número de agroindustrias	Unidades de muestra (beneficios)	Promedio de (m ³) de leña consumida por agroindustria por año	Cantidad de (m ³) de leña consumida por las agroindustrias por año
I	17	6	18.68 - 100.14 - 181.60	1,702.38
II	9	3	118.26 - 245.15 - 372.04	2,206.35
III	1	1	727.05	727.05
Total de m ³ de leña consumida por año				4,635.78

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior, se puede apreciar el volumen de leña en m³ consumida por cada uno de los estratos en base a las 10 muestras en donde se observó el proceso de secado de cardamomo. Para el estrato I, en promedio se consumieron 100.14 m³ de leña; al calcularle la desviación estándar logramos un rango entre 18.68 m³ y 181.60 m³ de leña consumida, dándonos como resultado un total de 1,702.38 m³ de leña. En relación al estrato II, en promedio se consumieron 245.15 m³ de leña; al calcularle la desviación estándar logramos un rango entre 118.26 m³ y 372.04 m³ de leña consumida, obteniendo un total de 2,206.35 m³ de leña. Posteriormente para el estrato III, se consumieron un total 727.05 m³ de leña. Agregando que a este estrato no se le calculó desviación estándar porque está compuesta por solamente una agroindustria.

Sumadas las cantidades de volumen de leña consumida por los 3 estratos, obtuvimos el volumen total de leña consumida en el período 2012-2013, por el total de las 27 agroindustrias (beneficios) de cardamomo que se identificaron, siendo la cantidad de 4,635.78 m³ de leña.

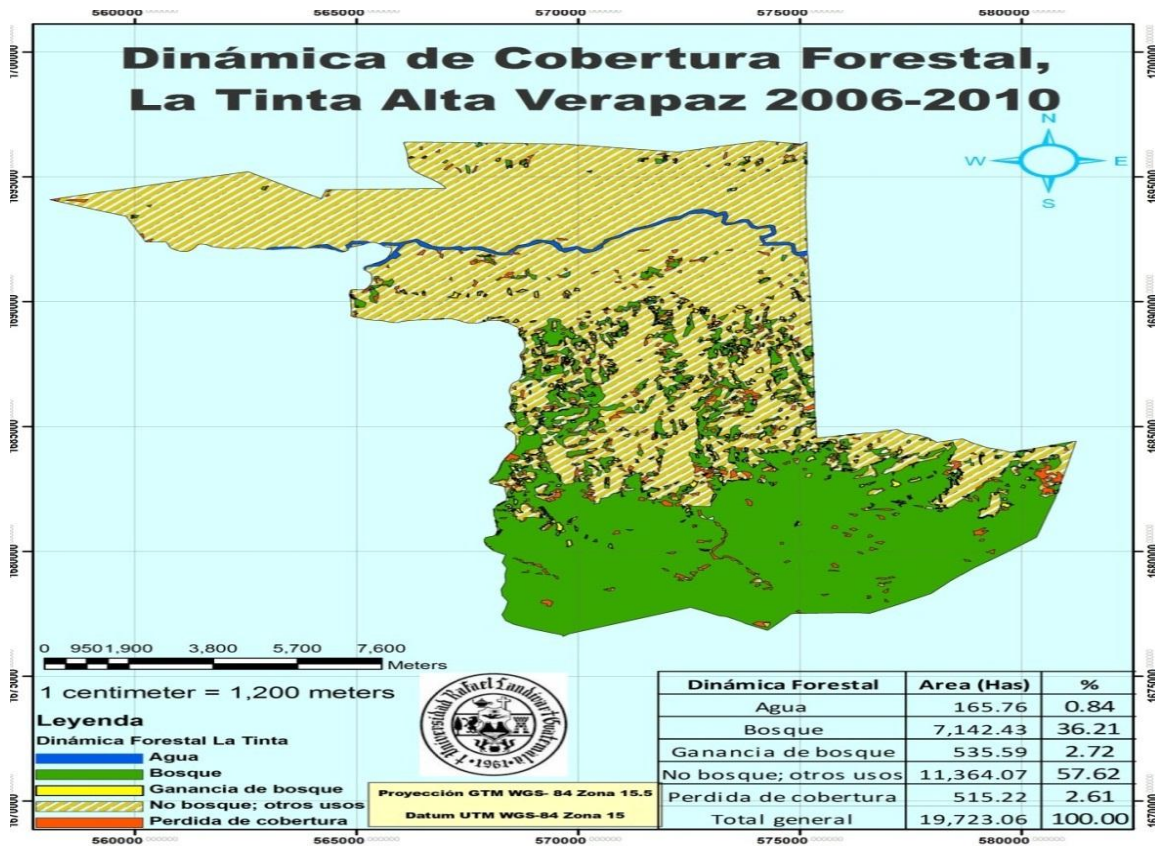


Figura 4. Mapa de Dinámica de Cobertura Forestal (2006-2010) del municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz. (Fuente: Elaboración propia).

En la figura 4, se puede apreciar que el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz para el año 2010 disponía de 7,142.43 ha de bosque.

Por consiguiente, de los 4,635.78 m³ de leña consumida para el período del presente estudio, asimismo tomando como referencia un promedio de volumen aprovechable para bosques de latifoliadas de 99 m³/ha, según el IV Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio de Biodiversidad Biológica ante la Conferencia de las Partes -CDB- (CONAP, 2009), nos da una estimación de 46.83 ha por año de deforestación para el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz.

Efectuando otro análisis con la cobertura forestal registrada para el año 2010, siendo esta de 7,142.43 ha de bosque. Además al conseguir el dato del consumo de leña durante el período 2012-2013 para la presente investigación, el cual fue de 4,635.78

m³, conociendo además que dicho consumo nos representa una deforestación de 46.83 ha por año.

Consecuentemente este consumo que producen las agroindustrias (beneficios) de cardamomo para el secado de cardamomo anualmente y de continuar de esta manera, se podrá predecir que de continuar con una deforestación anual a este ritmo, en 152 años el municipio en mención ya no dispondrá de bosque, considerando más alarmante aún que todo ello sucederá porque no habrán proyectos, programas o campañas de reforestación (ganancia de bosque) que contrarreste la pérdida de cobertura forestal.

Evidentemente este análisis se realizó exclusivamente con la demanda de las agroindustrias de cardamomo, sin incluir el consumo domiciliario y otras pequeñas empresas industriales (restaurantes, panaderías y tortillerías) las cuales demandan el recurso leña como fuente de energía para el desarrollo de sus actividades.

En la figura 5, se aprecia que el estrato III, es el que tiene el mayor promedio de m³ de leña consumida por año, sin embargo, es el que menos consumo total de leña en m³ tiene, debido a que es una sola agroindustria en dicho estrato.

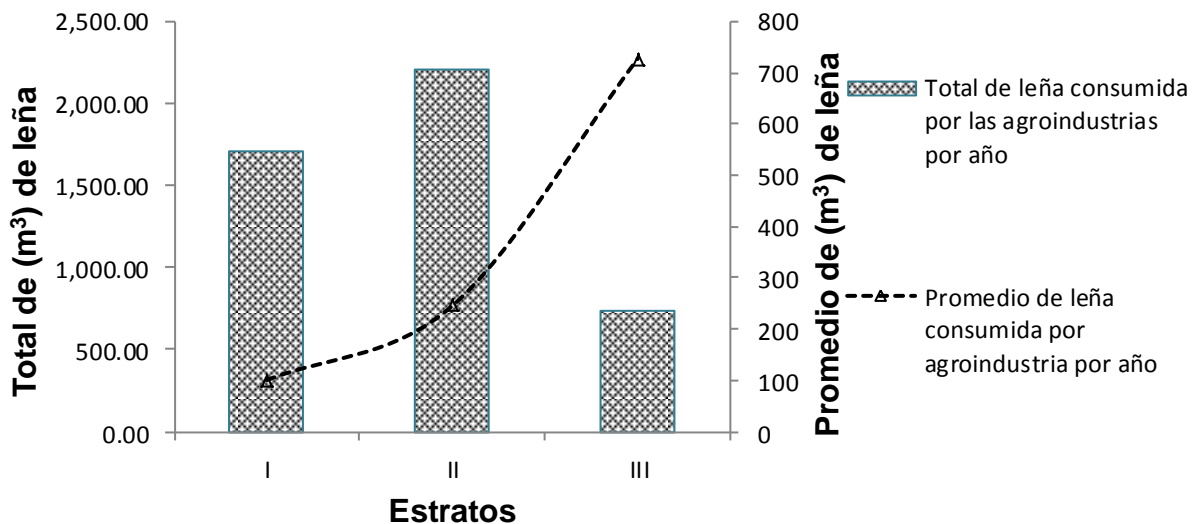


Figura 5. Promedio de leña en m³ consumida por agroindustria por año y total de leña consumida por las agroindustrias por año. (Fuente: Elaboración propia).

De igual manera si hacemos la relación de todo el volumen de leña consumida por las 27 agroindustrias identificadas durante este período mencionado, con la cantidad de leña proveída por los bosques de plantas latifoliadas.

Además, sabiendo que la estimación de volumen aprovechable para leña en bosques es de 95 m³/ha y fuera de bosque es de 13 m³/ha. Los bosques de latifoliadas tienen un potencial de aportar 99 m³/ha, mientras que los bosques de coníferas 61 m³/ha y los bosques mixtos 59 m³/ha, según el IV Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio de Biodiversidad Biológica ante la Conferencia de las Partes - CDB-“(CONAP, 2009).

Según el Inventario Forestal (FAO, 2003) la oferta de leña estimada a partir de árboles con DAP mayor de 10 cm es de 95 m³/ha en bosques y de 13.2 m³/ha en áreas fuera del bosque (citado por Barrera y Zamora, 2010).

En la figura 6, se puede apreciar el consumo mensual de leña en m³ por cada una de las 10 agroindustrias (unidades de muestreo), de los 3 estratos definidos; resaltando que para el estrato I, el mayor consumo de leña se lleva a cabo durante los meses de Octubre y Noviembre. De igual manera en lo que se refiere al estrato II, los meses donde existe mayor consumo de leña son Octubre y Noviembre. Finalmente en lo que corresponde al estrato III, el mayor consumo de leña ocurre durante los meses de Febrero y del mismo modo de Septiembre a Noviembre.

El estrato III, lo compone únicamente 1 agroindustria y ésta a la vez está conformada por 12 pilas y evidentemente es la que mayor consumo de leña presenta por su capacidad de secado, quedando ubicada fuera de Áreas Protegidas, igual que las agroindustrias del estrato II. Mientras que las agroindustrias del estrato I, si están dentro de Áreas Protegidas.

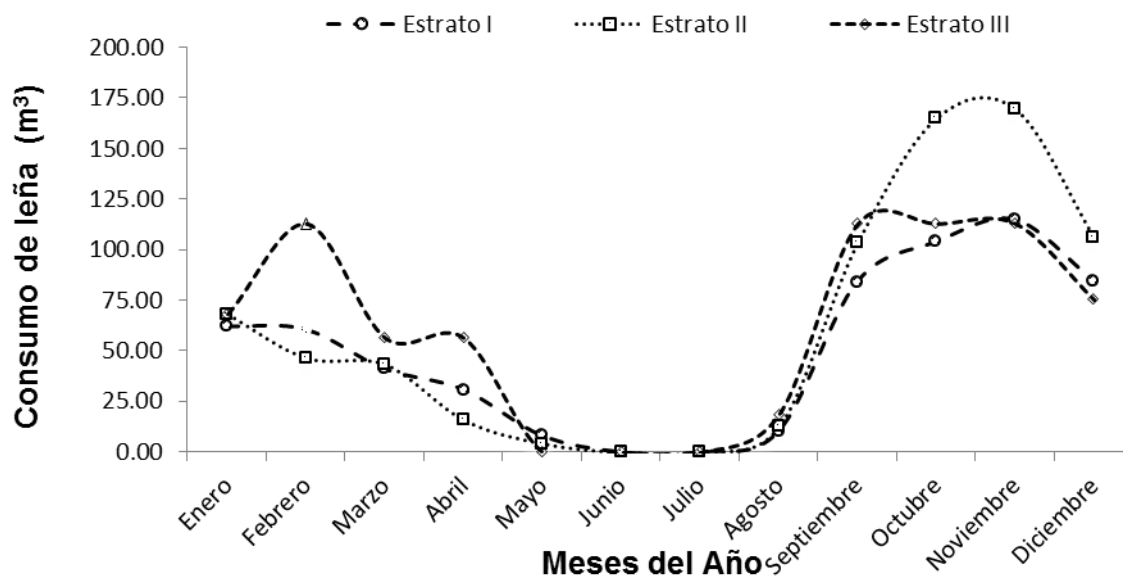


Figura 6. Consumo mensual de leña en m³, por las 10 agroindustrias (unidades de muestra) durante el período 2012-2013. (Fuente: Elaboración propia).

Así también en la figura 7, podemos apreciar en términos de porcentajes el consumo mensual de leña en m³ por cada una de las 10 agroindustrias (unidades de muestreo), de los 3 estratos concretados; para el estrato I, se destaca que en los meses de Octubre y Noviembre se nota el mayor porcentaje en el consumo de leña. Para el estrato II, sucede igual tendencia, en donde los meses de Octubre y Noviembre presentan el mayor porcentaje en el consumo de leña. Por último, en cuanto al estrato III, en los meses de Febrero e igualmente de Septiembre a Noviembre, es donde existe el mayor porcentaje en el consumo de leña.

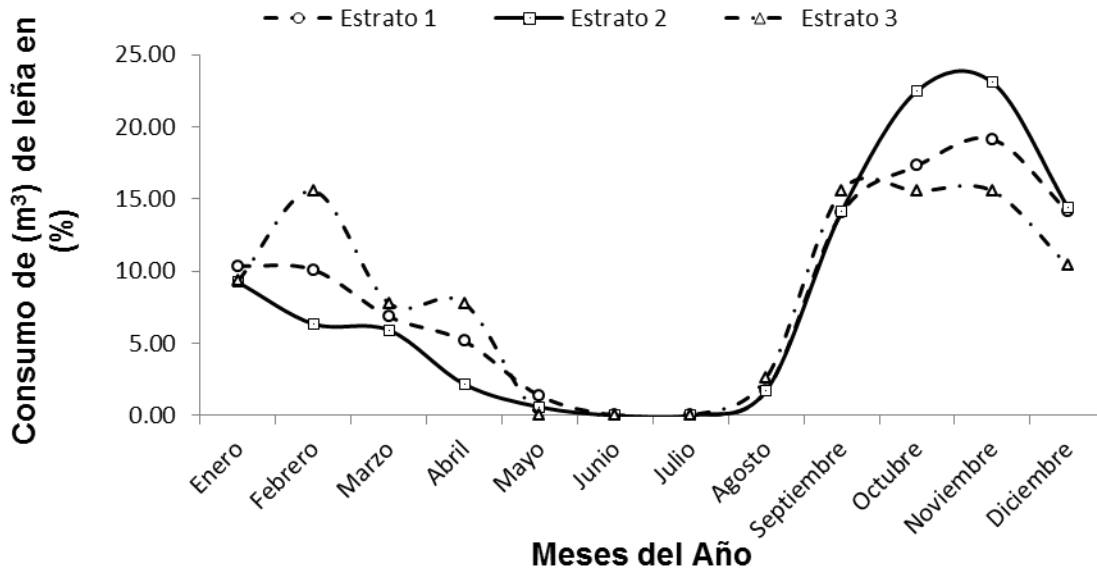


Figura 7. Porcentaje del consumo mensual de leña en m^3 , por las 10 agroindustrias (unidades de muestra) durante el período 2012-2013. (Fuente: Elaboración propia).

6.2. Valorización del volumen de leña comercializada

Se desarrolló una encuesta de mercado del producto, con el fin de determinar el valor de mercado del producto leña en el área, (el cual se incluyó dentro de la encuesta que fue dirigida a los propietarios y administradores de agroindustrias). Las preguntas que nos ayudaron a alcanzar este objetivo fueron: 19 y 20 de la boleta de encuesta (ver anexo 3).

Con la boleta y los valores obtenidos de las observaciones en las agroindustrias, se obtuvieron datos del valor al cual se comercializa la leña en la zona, los precios pagados por las agroindustrias y las cantidades utilizadas en el proceso de postcosecha del cardamomo (Cereza-Pergamino).

En la boleta se contabilizó la cantidad de leña, en función de la medida comercial utilizada, definida como metro de leña estéreo, para poder en gabinete transformar esta medida comercial a la medida en metros cúbicos, que es la variable utilizada para el análisis. Para ello se utilizó la fórmula elaborada por el Instituto Nacional de Bosques,

(INAB, 2004) para transformar leña en metros estéreos a leña en metros cúbicos, la cual es la siguiente:

$$V = A (m) * A (m) * L (m) * 0.784$$

Significado:

V = Volumen en m³

A = Ancho en m

A = Alto en m

L = Largo en m

0.784 = Factor de apilamiento

Al tener los volúmenes reales utilizados en el proceso de transformación del producto y contar con los precios pagados por los volúmenes comerciales, se procedió a estimar el valor de la leña utilizada para la producción de un quintal de cardamomo pergamino y en referencia a la producción del año, la relación del costo anual de esta fuente de energía.

En el cuadro 6, podemos apreciar el precio promedio Q/m³ de leña por estrato. Para el estrato I, el promedio es Q 129.68 por m³ de leña; al calcularle la desviación estándar nos da un rango entre Q 117.14 y Q 142.22 por m³ de leña. Así también para el estrato II, el promedio es Q 123.30 por m³ de leña; al calcularle la desviación estándar nos da un rango entre Q 115.94 y Q 130.66 por m³ de leña. Tendiendo para el estrato III, un precio de Q 127.55 por m³ de leña, resaltando que a este estrato no se le calculó desviación estándar porque está compuesta por solamente una agroindustria. Así es como obtenemos el precio promedio por m³ de leña para los 3 estratos, que es de Q 126.84; al calcularle la desviación estándar nos da un rango entre Q 123.59 y Q 130.09 por m³ de leña.

Luego se nota también el costo promedio Q/qq de pergamino producido por estrato. Para el estrato I, el costo promedio es de Q 28.53 por quintal de cardamomo pergamino; al calcularle la desviación estándar nos da un rango entre Q 25.77 y Q 31.29 por quintal de cardamomo pergamino. Igualmente para el estrato II, el costo

promedio es de Q 27.13 por quintal de cardamomo pergamino; que al calcularle la desviación estándar nos da un rango entre Q 25.51 y Q 28.75 por quintal de cardamomo pergamino. Resultando para el estrato III, un costo de Q 28.06 por quintal de cardamomo pergamino, resaltando que a este estrato no se le calculó desviación estándar porque está compuesta por solamente una agroindustria. De esta manera es como obtenemos el costo promedio por quintal de cardamomo pergamino para los 3 estratos, que es de Q 27.91; al calcularle la desviación estándar nos da un rango entre Q 27.20 y Q 28.62 por quintal de cardamomo pergamino.

Resaltando que el precio de la leña era el mismo sin importar la especie comercializada, según respuestas de los propietarios y administradores de las agroindustrias.

Cuadro 6. Precio promedio Q/m³ de leña por estrato y costo en Q/qq de pergamino producido por estrato.

Estrato	Número de agroindustrias	Total de (m ³) leña para obtener un (qq) de pergamino	Precio promedio (Q/m ³) de leña por estrato	Costo (Q/qq) de pergamino producido por estrato
I	17		117.14 - 129.68 - 142.22	25.77 - 28.53 - 31.29
II	9	0.22	115.94 - 123.30 - 130.66	25.51 - 27.13 - 28.75
III	1		127.55	28.06
Costo promedio en Q/qq de pergamino producido			123.59 - 126.84 - 130.09	27.20 - 27.91 - 28.62

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 7, se puede observar que durante el período de producción 2012-2013, el costo total estimado de la leña consumida por las 27 agroindustrias fue de Q 588,002.34. Además, es necesario resaltar que los propietarios y administradores de las agroindustrias entrevistados indicaron que la medida comercializada era únicamente el metro comercial, por lo que se procedió a realizar la conversión a metro estéreo y finalmente a m³ para realizar dicho análisis. Agregando que el precio no

variaba y que era el mismo para cualquier especie que se comercializara. Ya que entre los estratos I y II tienen casi el 85% del costo total de la compra de la leña para el período 2012-2013.

Cuadro 7. Precio promedio en Q/m³ de leña y costo total en Q/m³ de la leña consumida por las 27 agroindustrias identificadas.

Estrato	Número de agroindustrias	Total de (m ³) de leña consumida por las 27 agroindustrias identificadas	Precio promedio (Q/m ³) de leña por estrato	Costo total (Q/m ³) de leña consumida al año por estrato
I	17	1,702.38	117.14 - 129.68 - 142.22	220,764.64
II	9	2,206.35	115.94 - 123.30 - 130.66	272,042.96
III	1	727.05	127.55	92,735.23
Total de m ³ de leña consumida por año		4,635.78	126.84	588,002.34

Fuente: Elaboración propia.

6.3. Caracterización de la procedencia del producto leña consumida

Se caracterizó la procedencia del producto de leña utilizada, dentro o fuera de Áreas Protegidas, con base a las preguntas de procedencia del producto leña, las cuales fueron: 15, 16, 17 y 18 de la boleta de encuesta (ver anexo 3), para posteriormente generar un mapa (ver figura 8).

Por lo que se prosiguió conociendo las coordenadas de ubicación de cada una de las comunidades de donde procedió la leña comercializada, apoyándonos en el Datum UTM WGS-84 Zona 15 con proyección GTM Zona 15.5 para interpolarlos con los Shapes del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, generados por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación y ortofotos, así como también la utilización del software ArcMap versión 9.3.

En el anexo 5, se puede apreciar el listado de las comunidades de donde proviene la leña consumida, según las respuestas de los propietarios y administradores entrevistados de las 10 agroindustrias de cardamomo para el presente estudio. Cada

una de las comunidades con sus respectivas coordenadas de ubicación en X, Y Datum UTM WGS-84 Zona 15 con proyección GTM Zona 15.5.

En la figura 8, se ilustra por medio de un mapa la ubicación de las 12 comunidades de donde proviene la leña, según los propietarios y administradores entrevistados de las 10 agroindustrias de cardamomo. En donde existen 3 comunidades que están ubicadas dentro de Área Protegida de la Reserva de la Biósfera de la Sierra de las Minas, estando éstas en jurisdicción municipal de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, las cuales son: San Francisco I (dentro de Zona de Amortiguamiento) y San Francisco II y Santo Domingo III (dentro de Zona de Uso Sostenible).

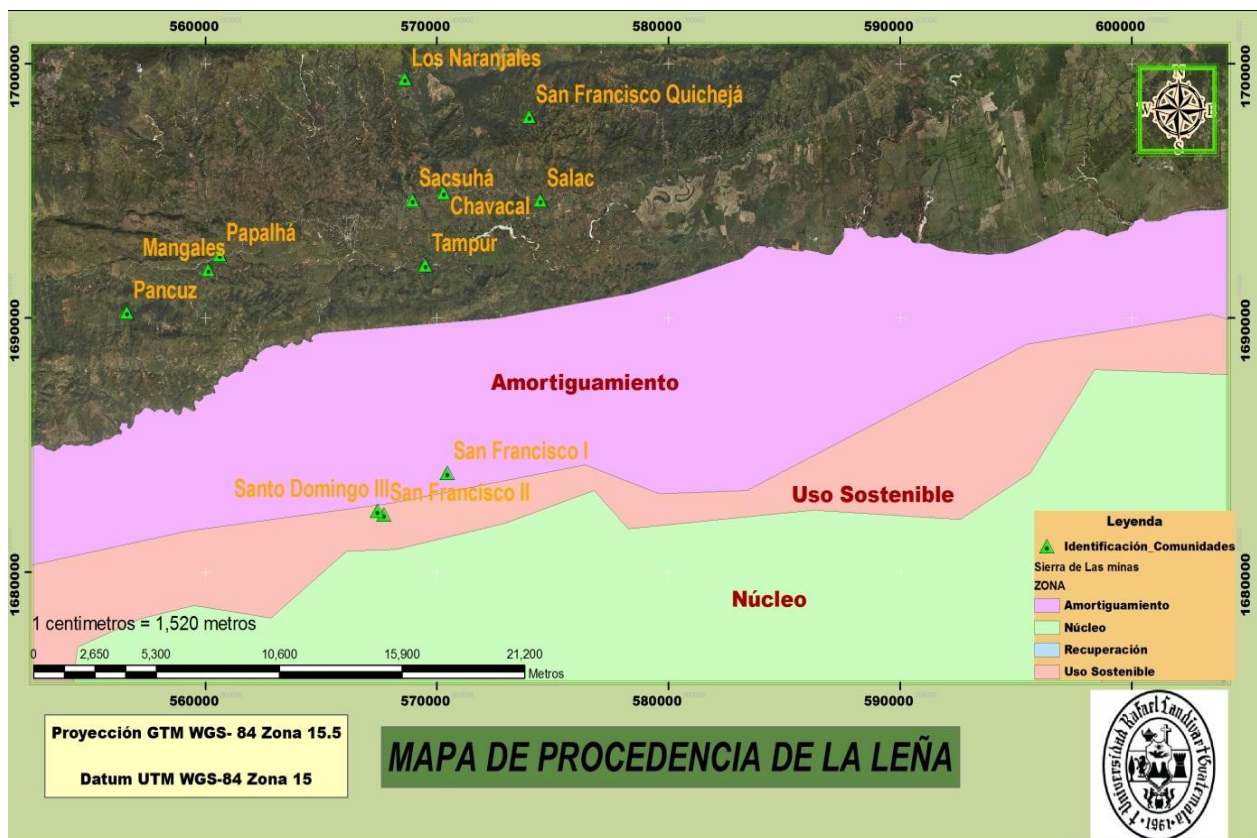


Figura 8. Mapa de ubicación de las 12 comunidades, de donde proviene la leña consumida. (Fuente: Elaboración propia).

Se realizó un análisis por cada uno de los 3 estratos en relación a la leña comercializada (con licencia) o autorización debida, o bien (sin licencia) o sin

autorización debida. La pregunta que nos ayudó a alcanzar este objetivo fue la pregunta 26, de la boleta de encuesta (ver anexo 3).

En el cuadro 8, se presenta información acerca de la leña comercializada con autorización debida (con licencia) o sin autorización debida (sin licencia). Pudiendo apreciar que el estrato II es el que presenta mayor porcentaje de m³ de leña comercializada que es el 81.25% sin autorización debida (sin licencia).

Cuadro 8. Volumen total de leña en m³ comercializada con autorización debida y sin autorización debida en porcentajes.

Número de agroindustrias	Cantidad de (m ³) leña con autorización debida (con licencia)	Porcentaje de (m ³) leña con autorización debida (con licencia)	Cantidad de (m ³) leña sin autorización debida (sin licencia)	Porcentaje de (m ³) leña sin autorización debida (sin licencia)
17	441.00	48.08	476.28	51.92
9	294.00	18.75	1274.00	81.25
1	793.80	75.00	264.60	25.00
Totales	1528.80		2014.88	

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de las especies utilizadas en el proceso de secado de cardamomo, se utilizó la encuesta y las observaciones en los procesos de postcosecha en los beneficios, con esto se determinó, el tipo de bosque del que procede el producto leña.

Es importante agregar que efectivamente todas las especies de leña identificadas durante el presente estudio, provienen de bosques latifoliados ya que al tener el nombre común se investigó el nombre científico de cada especie que los propietarios y administradores de las agroindustrias comercializan y consumen para el proceso de secado de cardamomo. Con procedencia de bosque secundario.

De la encuesta, las preguntas que respondieron a estas variables fueron las preguntas: 14, 27 y 28 de la boleta de encuesta (ver anexo 3). De esta forma, los propietarios y

administradores identificaron que especies de plantas son las que más compran para leña y cuáles son las que más prefieren para el proceso de secado de cardamomo, proporcionando los nombres comunes de las especies, punto de partida para investigar el nombre científico de cada especie de leña mencionada.

Por lo que fue útil desarrollar un listado con las especies de leña más comercializadas y utilizadas por cada uno de los propietarios y administradores encuestados (ver anexo 6), el cual contiene esta información, apreciando que en total son 26 especies de leña identificadas durante este estudio. Consumiendo un total de 65.85% entre 5 especies, siendo las siguientes: madrecaao (*Gliricidia sepium*) con un 32.22% de consumo, encino (*Quercus spp.*) con un 16.34% de consumo, laurel (*Cordia alliodora*) con un 7.46% de consumo, liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) con un 5.68% de consumo y cadena (*Albizia guachapele*) con un 4.05% de consumo.

Esta información se obtuvo con base a la pregunta 14 (cantidad total de leña que compran por especie, para un año), de la boleta de encuesta (ver anexo 3), de las 10 encuestas realizadas.

En el cuadro 9, se presenta el poder calorífico para cada una de las 5 especies de leña más comercializadas y utilizadas, según las respuestas de cada uno de los propietarios y administradores encuestados. Enfatizando que la especie que mayor poder calorífico demuestra es el liquidambar (*Liquidambar styraciflua*) con 5,977 kcal/kg, superando incluso a la especie de pino (*Pinus spp*) el cual tiene un poder calorífico de 4,892 kcal/kg y al encino (*Quercus spp*) teniendo un poder calorífico de 4,658 kcal/kg.

Según Montúfar (2012), dependiendo de la variedad y su contenido de humedad, el poder calorífico de la leña oscilar entre 4.000 y 5.000 Kcal/kg; por peso, todas las maderas tienen aproximadamente el mismo poder calorífico, pero por volumen las maderas duras tienen un poder calorífico más alto que las blandas.

Cuadro 9. Listado de 5 especies de leña más comercializadas y utilizadas por las agroindustrias identificadas en la presente investigación.

No.	Nombre común	Nombre científico	Poder calorífico kcal/kg
1	Madrecacao	<i>Gliricidia sepium</i>	4,900 kcal/kg
2	Encino	<i>Quercus spp</i>	4,658 kcal/kg
3	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	5,415 kcal/kg
4	Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	5,977 kcal/kg
5	Cadena	<i>Albizia guachapele</i>	4,776 kcal/kg

Fuente: Elaboración propia.

En otro análisis de la procedencia de la leña, se puede notar en el cuadro 10 que en el estrato III, el 100% de su leña comercializada proviene fuera de las Áreas Protegidas.

Siendo el porcentaje más alto con procedencia dentro de Áreas Protegidas, en el estrato II, con 52.50%, seguido del estrato I, con 42.31% de leña con procedencia dentro de Áreas Protegidas, mientras que en el estrato III con 0% de leña con procedencia dentro de Áreas Protegidas.

Cuadro 10. Total de volumen de leña en m³ comercializada con procedencia dentro o fuera de Áreas Protegidas con porcentajes.

Número de agroindustrias	Cantidad de (m ³) leña con procedencia dentro de Áreas Protegidas	Porcentaje de (m ³) leña con procedencia dentro de Áreas Protegidas	Cantidad de (m ³) leña con procedencia fuera de Áreas Protegidas	Porcentaje de (m ³) leña con procedencia fuera de Áreas Protegidas
17	388.08	42.31	529.20	57.69
9	823.20	52.50	744.80	47.50
1	0.00	0.00	1058.40	100.00
Totales	1211.28		2332.40	

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9, se puede apreciar que en el estrato I, del total de la leña que consumen, el 57.69% tiene procedencia fuera de Áreas Protegidas y el 42.31% con procedencia dentro de Áreas Protegidas. En relación al estrato II, del total de la leña que consumen, el 47.50% tiene procedencia fuera de Áreas Protegidas y el 52.50% con procedencia

dentro de Áreas Protegidas; siendo ambos estratos con el mayor porcentaje de procedencia de la leña dentro de Áreas Protegidas. Y para finalizar el estrato III, es el único que consume el 100% del total de la leña con procedencia fuera de Áreas Protegidas.

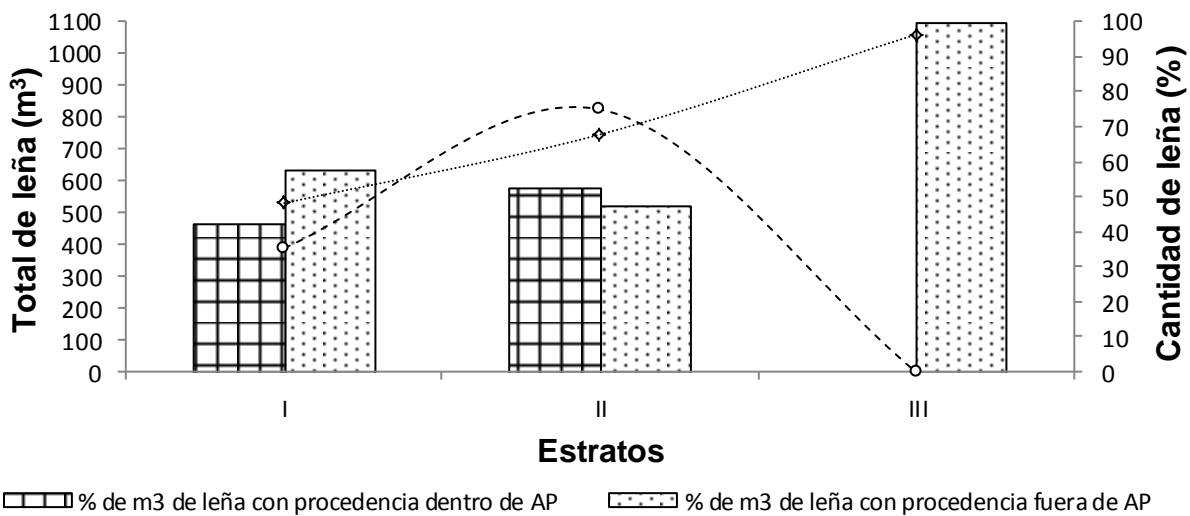


Figura 9. Total y porcentajes de m³ de leña con procedencia dentro y fuera de Áreas Protegidas, para las agroindustrias evaluadas durante el período 2012-2013. (Fuente: Elaboración propia).

En la figura 10, se puede notar que en el estrato I, del total de la leña que consumen, el 51.92% se comercializa sin autorización debida (sin licencia) y el 48.08% se comercializa con autorización debida (con licencia). Posteriormente en el estrato II, del total de la leña que consumen, el 81.25% se comercializa sin autorización debida (sin licencia) y el 18.75% se comercializa con autorización debida (con licencia). Y para el estrato III, del total de la leña que consumen, el 25% se comercializa sin autorización debida (sin licencia) y el 75% se comercializa con autorización debida (con licencia).

Por tanto, el estrato II, es el que tiene el mayor porcentaje de consumo de leña que se comercializa sin autorización debida (sin licencia). Pero también el estrato III, es el que tiene el mayor porcentaje de consumo de leña que se comercializa con autorización debida (con licencia).

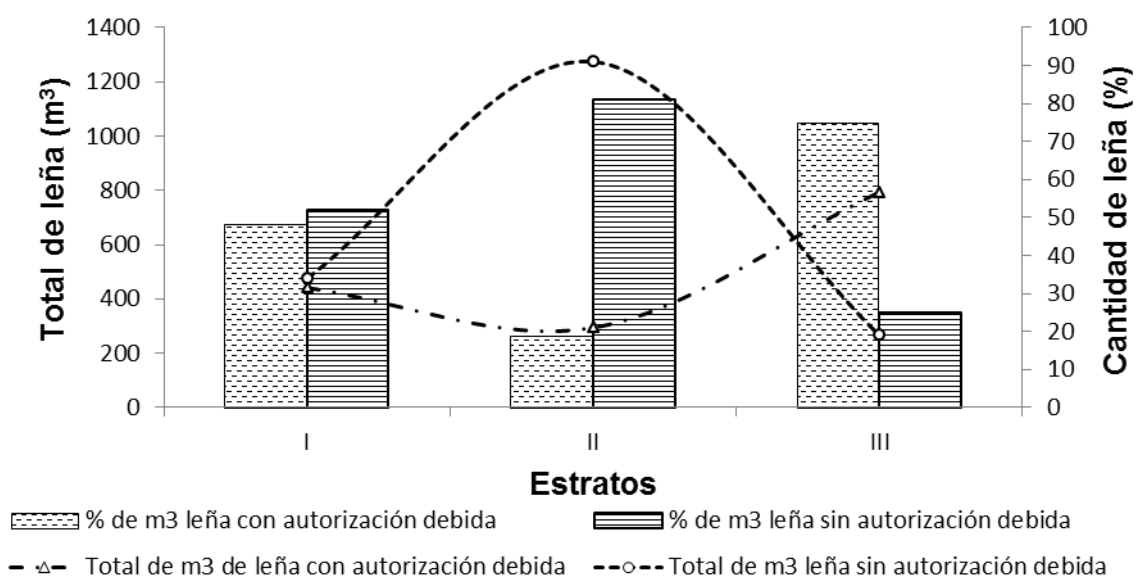


Figura 10. Total y porcentajes de m³ de leña comercializada con licencia y sin licencia, por las 10 agroindustrias durante el período 2012-2013. (Fuente: Elaboración propia).

Efectuando otro análisis, respecto al total de volumen en m³ de leña consumida que se comercializó sin autorización debida (sin licencia) que son 2,014.88 m³; por lo tanto, esa cantidad de 2,014.88 m³ de leña consumida y tomando como referencia un promedio de volumen aprovechable para bosques de latifoliadas de 99 m³/ha, según el IV Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio de Biodiversidad Biológica ante la Conferencia de las Partes -CDB-“(CONAP, 2009), para lo cual nos da como resultado que son 20.35 ha por año de deforestación para el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, para el uso y consumo de leña en las 27 agroindustrias identificadas en la presente investigación.

Asumiendo que esa cantidad total m³ de leña comercializada sin licencia, corresponderían a un área sin compromiso de recuperación, siendo una deforestación real, por no tener compromiso alguno.

También del total de leña comercializada con procedencia dentro de Áreas Protegidas que es la cantidad de 1,211.28 m³ de leña consumida, entonces esa cantidad de 1,211.28 m³ de leña consumida y tomando como referencia un promedio de volumen aprovechable para bosques de latifoliadas de 99 m³/ha, según el IV Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio de Biodiversidad Biológica ante la Conferencia de las Partes -CDB-(CONAP, 2009), para lo cual nos da como resultado que son 12.24 ha por año de deforestación para el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, para el uso y consumo de leña en las 27 agroindustrias identificadas en la presente investigación, pero concretamente esta deforestación es dentro de Áreas Protegidas.

Del mismo modo es necesario precisar que los 4,635.78 m³ de leña consumida para el presente estudio, su análisis partió del cuadro 5, el cual hace referencia a la estimación a partir de la producción de cardamomo cereza al transformarlo a cardamomo pergamino, el cual surgió al responder los propietarios y administradores de las agroindustrias entrevistados a la pregunta 21 de la boleta de encuesta (ver anexo 3) más la validación de los rendimientos de postcosecha (de cardamomo cereza a cardamomo pergamino)

Esta cantidad (volumen de 4,635.78 m³ de leña) difiere de los 3,543.68 m³, por tanto, estos datos se obtuvieron a partir de las respuestas proporcionadas por los propietarios y administradores de las agroindustrias entrevistados las cuales fueron: preguntas 13, 14 27 y 28 de la boleta de encuesta (ver anexo 3), en las cuales concretamente se preguntó cantidad de leña que compran y consumen por especie por año.

VII. CONCLUSIONES

Del objetivo número 1. Estimar el volumen de leña consumida, en el proceso de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton), en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz y su relación con el consumo proveniente del bosque natural, se concluye lo siguiente:

1. El volumen total de leña consumida en el período 2012-2013, por el total de las 27 agroindustrias (beneficios) de cardamomo que se identificaron, fue de 4,635.78 m³ de leña.
2. De los rendimientos para procesar quintales de cardamomo cereza a quintales de cardamomo pergamino por estrato, se obtuvieron rendimientos de 5.41 (qq/qq) para el estrato I, 5.19 (qq/qq) para el estrato II, finalizando con el estrato III, 5.84 (qq/qq). La cantidad de m³ de leña, que son necesarios para obtener 1 quintal de cardamomo pergamino, se determinó para este estudio en 0.23 para el estrato I, 0.19 para el estrato II, y 0.20 para el estrato III. En cuanto al consumo de m³ de leña, se obtuvieron los resultados de 1.64 m³ de leña para el estrato I, igualmente el consumo de 1.63 m³ de leña para el estrato II, posteriormente el estrato III, utiliza 7.06 m³ de leña.
3. La distribución del consumo mensual de leña en m³ por cada una de las 10 agroindustrias (unidades de muestreo), de los 3 estratos definidos; resaltando que para los estratos I y II, el mayor consumo de leña se lleva a cabo durante los meses de Octubre y Noviembre. Para el estrato III, corresponde el mayor consumo de leña durante los meses de Febrero y luego de Septiembre a Noviembre.

Del objetivo número 2. Valorizar el volumen de leña comercializada, en el proceso de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton), en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, se concluye lo siguiente:

4. El costo promedio por quintal de leña para procesar 1 quintal de cardamomo pergamino (Q/qq) es de Q 27.91 promedio para los 3 estratos. Durante el período de producción 2012-2013, el costo total estimado de la leña consumida por las 27 agroindustrias fue de Q 588,002.34.

Del objetivo número 3. Caracterizar la procedencia del producto leña consumida, por las agroindustrias de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton), en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, se concluye lo siguiente:

5. El volumen total en m³ de leña consumida que se comercializó sin autorización debida (sin licencia) fueron 2,014.88 m³; equivalente al 56.86% del total del volumen de leña consumida. Tomando como referencia un promedio de volumen aprovechable para bosques de latifoliadas de 99 m³/ha, según el IV Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio de Biodiversidad Biológica ante la Conferencia de las Partes -CDB-(CONAP, 2009), nos da una estimación de 20.35 ha por año de deforestación para el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, para el uso y consumo de leña en las 27 agroindustrias identificadas en la presente investigación. Asumiendo que tal área deforestada correspondería a un área sin compromiso de recuperación, por no tener compromiso alguno.
6. Del total de leña comercializada 1,211.28 m³ provienen de Áreas Protegidas, equivalente al 34.18% del total de leña consumida. Tomando como referencia un promedio de volumen aprovechable para bosques de latifoliadas de 99 m³/ha, según el IV Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio de Biodiversidad Biológica ante la Conferencia de las Partes -CDB-(CONAP, 2009), nos da una estimación de 12.24 ha por año de deforestación para el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, para el uso y consumo de leña en las 27 agroindustrias identificadas en la presente investigación, pero concretamente esta deforestación dentro de Áreas Protegidas (Reserva de Biosfera Sierra de las Minas).

7. Según las 10 encuestas realizadas, del total del consumo de leña; el 65.85% lo efectúan 5 especies, siendo las siguientes: madrecaao (*Gliricidia sepium*) con un 32.22%, encino (*Quercus spp.*) con un 16.34%, laurel (*Cordia alliodora*) con un 7.46%, liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) con un 5.68% y cadena (*Albizia guachapele*) con un 4.05%, proviniendo las 26 especies identificadas durante la presente investigación de bosques naturales.
8. En el siguiente cuadro se detalla el poder calorífico de las 5 especies más comercializadas y consumidas para la presente investigación. La especie que mayor poder calorífico demuestra es el liquidambar (*Liquidambar styraciflua*) con 5,977 kcal/kg, superando incluso a la especie de pino (*Pinus spp*) el cual tiene un poder calorífico de 4,892 kcal/kg y al encino (*Quercus spp*) teniendo un poder calorífico de 4,658 kcal/kg.

No.	Nombre común	Nombre científico	Poder calorífico kcal/kg
1	Madrecacao	<i>Gliricidia sepium</i>	4,900 kcal/kg
2	Encino	<i>Quercus spp</i>	4,658 kcal/kg
3	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	5,415 kcal/kg
4	Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	5,977 kcal/kg
5	Cadena	<i>Albizia guachapele</i>	4,776 kcal/kg

VIII. RECOMENDACIONES

Con base al consumo potencial de leña en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, es necesario proponer algunos mecanismos para disminuir la presión sobre el Bosque Natural, de donde proviene la leña utilizada en esta investigación para el proceso de secado del cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton), tales como:

1. Es necesario que sea tecnificado el proceso de secado de cardamomo, es decir, que se utilice eficientemente la leña durante el proceso de secado de cardamomo, para que sean empleadas menos horas en este proceso, por consiguiente se manipulará menor volumen de leña. Siendo la leña el combustible principal en el secado de cardamomo; el mejoramiento del diseño de las pilas secadoras ayudará a reducir el consumo y preservará el medio ambiente, planteando rediseñar las pilas secadoras actuales (principalmente el tipo de ventilador que estas utilizan) para aprovechar mejor el flujo de aire.
2. Debido a la falta de personal técnico calificado como punteadores (encargados directos que manejan y verifican la calidad en el secado del producto), se les debe capacitar constantemente para la implementación de mejores tecnologías para el mencionado proceso, a fin de que se maneje la temperatura adecuadamente en el secado, ya que consecuentemente puede incrementar el uso no necesario de volumen extra de leña.
3. Además, es de suma importancia la implementación proyectos energéticos para reforestación, que sean implementados y ejecutados por la municipalidad de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, pues la corta de árboles sin la documentación correspondiente trae como consecuencia la no recuperación de las áreas taladas.
4. Las instituciones gubernamentales como: CONAP, INAB, MARN y además la Municipalidad de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz y por supuesto sin

excluir a las comunidades de la RBSM deben ser fortalecidas para que puedan velar por el cumplimiento de la protección y conservación de los recursos naturales en el municipio, principalmente evitar la deforestación en Áreas Protegidas y fomentar la reforestación en áreas que se talen lícita o ilícitamente. Además, se deben propiciar alianzas y convenios entre estas instituciones para desarrollar estudios e investigaciones constantes sobre especies de leña que tengan rápido crecimiento, buen poder calorífico y de buena adaptabilidad a las diferentes condiciones climáticas y edáficas de la región.

5. Fundar e institucionalizar una entidad y que esta sea la encargada del desarrollo e innovación de tecnologías encaminadas y dirigidas en el campo, específicamente a los productores sobre la implementación de técnicas agronómicas en el manejo del cardamomo para obtener mejores rendimientos y por ende alcanzar un buen producto en cardamomo cereza y pergamino, que contribuya a un uso más eficiente del recurso leña.
6. Las empresas tanto procesadoras como comercializadoras deben ser capacitadas y concientizadas en el uso adecuado de los recursos naturales especialmente para las que procesan y comercializan en la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas (Área Protegida), para no incrementar la frontera agrícola y por ende la reducción de la masa boscosa, debido a que el proceso de beneficiado del cardamomo requiere altas cantidades de leña.
7. Las empresas procesadoras y exportadoras del cardamomo, deben destinar un porcentaje de sus ingresos para la formación y capacitación técnica, uso de tecnología en el secado del cardamomo de los productores y así mejorar la calidad del cardamomo en cereza y pergamino a través de una Asociación o Gremial.
8. A través de la implementación de políticas departamentales y municipales en el sector forestal, se debe incorporar la investigación en temas que definan

alternativas de recursos para sustituir la leña del bosque natural, como por ejemplo plantaciones con fines energéticos de rápido crecimiento y con características óptimas para la combustión para el secado del cardamomo.

9. Las agroindustrias de cardamomo (beneficios), deben inscribirse y registrarse al CONAP e INAB para tener un control del consumo de leña que utilizan para su proceso.
10. Proponer planes de negocio, orientados al establecimiento de plantaciones energéticas, siendo estas una alternativa para ofertar el recurso leña, en base a un rápido crecimiento y calidad de sus propiedades caloríficas y de adaptabilidad de las especies que se necesiten establecer.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana, J. (2012). Impactos socioeconómicos del beneficiado de cardamomo (*Elettaria cadamomum*, zingiberaceae), en la asociación de productores indígenas la catarata (APIC), Lanquín, Alta Verapaz, del 2006 al 2010. Estudio de Caso Ing. For. Guatemala, Guatemala, URL. 66 p.
- Álvarez, B. (2006). “Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión”. “Organización empresarial (producción de cardamomo)” municipio de Santa María Cahabón departamento de Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, USAC. 220 p.
- Archila, C. (7 septiembre 2012). Comunicación personal.
- Barrera I. Zamora R. (2010). Diagnóstico y marco de referencia de estrategia para el desarrollo foresto-industrial proyecto FAO-UICN. Guatemala. 125 p.
- Cáceres R. & Gómez A. (2006). Mecanismos de financiamiento para el sector forestal de Guatemala (documento de trabajo) Guatemala. Proyecto FAO/UICN/HOLANDA(LNV-DK)/CCADGCP/INT/953/NET: “Estrategias y mecanismos financieros para el uso sostenible y la conservación de bosques” Fase 1: América Latina. 61 p.
- CARDEGUA. (2012). Cardamomo. Información sobre el cardamomo cultivo. Recuperado el 20 de septiembre de 2012, www.cardegua.com/cardamomo.html.
- CEPAL, GIZ & Universidad Panamericana Zamorano. (2011). Encuesta nacional de leña consumo de leña en hogares y pequeña industria en Honduras. Informe final. 56 p.

- CONAP. (2009). “IV Informe nacional de cumplimiento a los acuerdos del convenio de biodiversidad biológica ante la conferencia de las partes -CDB-“. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 135 p.
- De Paz, J. (2009). Fortalecimiento de la cadena productiva de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton) con énfasis en el asocio de la entomofauna, especies arvenses y fitopatógenos, en la aldea Campur, San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, USAC. 92 p.
- Domínguez, D. (2008). “El contador público y auditor como asesor en la planificación financiera a corto plazo en una empresa exportadora de cardamomo pergamino”. Tesis Contador Público y Auditor. Guatemala, Guatemala, USAC. 105 p.
- FAO. (2009). Situación de los bosques del mundo 2009. Roma. 158 p.
- FAO. (2011). Situación de los bosques del mundo 2011. Roma. 176 p.
- Fundación Defensores de la Naturaleza. (2010). IV Actualización plan maestro 2010-2014: Reserva de biosfera sierra de las minas. Guatemala. 149 p.
- González B. & López E. (2007). Fundamentos para la comprensión del muestreo estadístico. Notas de acompañamiento muestreo estadístico. Universidad de San Carlos de Guatemala. 50 p.
- INAB. (2004). Guía práctica para cubicación de madera. Segunda edición. 24 p.
- INAB, IARNA-URL & FAO/GFP. (2012). Oferta y demanda de leña en la República de Guatemala/WoodfuelIntegratedSupply/DemandOverviewMapping. Guatemala, FAO/GFP/Facility. Guatemala. 70 p.

- INAB, CONAP, UVG & URL. (2012). Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2010 y dinámica de la cobertura forestal 2006-2010. Guatemala. 111 p.
- Ligorria, M. (2005). “Programa de comercialización de los productores de cardamomo del municipio de Panzós Alta Verapaz que sirva de elite para la productividad”. Tesis Licda. Admón. Guatemala, Guatemala, UMG. 63 p.
- López, S. (2006). Estudio de la cadena agroalimentaria del cardamomo (*Elettaria cardamomum*; Zingiberaceae) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. URL. 93 p.
- MARENA/INAFOR. (2002). Guía de Especies Forestales de Nicaragua/Orgut Consulting AB 1a Ed. Managua, Nicaragua, Editora de Arte, S.A. 316 p.
- Mazariegos, M. (2006). “Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión. “Organización empresarial (producción de cardamomo)” municipio de Chisec departamento de Alta Verapaz. Tesis Licda. Admón. Guatemala, Guatemala, USAC. 215 p.
- Melgar, W. (2003). Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques de Guatemala. Documentos de Trabajo: Recursos Genéticos Forestales. FGR/53S Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales, FAO, Roma. 62 p.
- Montúfar D. (2012). Evaluación del uso de biomasa como combustible alternativo en la producción de ladrillos de barro cocido en el municipio de El Tejar Chimaltenango. Tesis Ingeniero Civil. Guatemala, Guatemala, USAC. 125 p.
- Pierre, J. (s.f.). Cardamomo-formation socodevi. Recuperado el 12 de septiembre de 2012, www.formation.socodevi.org/.../estudio-cardamomo-jeanpier...%20%20Canadá

Plan de desarrollo Santa Catalina La Tinta Alta Verapaz. (2010). 108 p.

Programa de Apoyo a los Agronegocios Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2007). Cardamomo *Elettaria cardamomum*. 31 p.

Riveiro, G. (2 octubre 2015). Comunicación personal.

Ruano, R. (2002). El cultivo de cardamomo (*Elettaria cardamomun*) en Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA. 43 p.

Sandoval, A. (2006). “Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión” municipio de Santa María Cahabón departamento de Alta Verapaz. “Comercialización (producción de cardamomo)”. Tesis Licda. Admón. Guatemala, Guatemala, USAC. 193 p.

Suarez, C. (2008). “Consumo de leña y propuesta de plantaciones energéticas en el área rural del cantón Antonio ante provincia de Imbabura”. Tesis Ing. For. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 149 p.

Tovar, M. (2004). Uso de leña y su impacto en comunidades de la región Purépecha, Michoacán, México. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 103 p.

URL, IARNA. (2009). Perfil ambiental de Guatemala 2008-2009: las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. Serie Perfil Ambiental No. 11 Guatemala. 320 p.

URL, IARNA. (2009). Mercado de la leña: estudios de caso en Tecpán Guatemala, Chimaltenango y San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Guatemala: Autor. Documento 32, Serie técnica 30. 38 p.

Villagran E. (2009). Procesamiento y aceptación del carbón obtenido en horno media naranja de las especies forestales *Pinus maximinoii* m., *Liquidámbar styraciflua* l. y *Quercus brachistachys* b. en condiciones de la finca Chilax, San Juan Chamelco, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, USAC. 108 p.

Wellmann, W. (2015). Estudio para mejorar el diseño de secadoras para cardamomo. Tesis Ingeniero Mecánico. Guatemala, Guatemala, USAC. 66 p.

Zelada C. (2012). Determinación del poder calórico de especies forestales utilizadas como sombra de café en la cuenca alta y media del río reventazón, Cartago, Costa Rica. Tesis Ing. For, Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería Forestal. 20 p.

X. ANEXOS

Anexo 1. Producción de cardamomo en Guatemala (Período 1996-2006).

Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Promedio Anual
Producción (Toneladas métricas)	16240	17237	17581	14515	14783	16284	19527	28667	28839	31724	31724	21,573
Área (ha)	48217	48567	49615	41928	42836	48916	53947	62892	63591	68482	69181	54,379
Tasa de crecimiento de la producción		6.14%	2.00%	-17.44%	1.85%	10.15%	19.92%	46.81%	0.60%	10.00%	0.00%	8.00%
Tasa de crecimiento en área		0.73%	2.16%	-15.49%	2.17%	14.19%	10.28%	16.58%	1.11%	7.69%	1.02%	4.04%

Fuente: BANGUAT (citado por el Programa de Apoyo a los Agronegocios Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2007).

Anexo 2. Exportaciones de cardamomo de Guatemala (Período 1996-2006).

Destino	Volumen en Toneladas métricas											Promedio Anual
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Arabia Saudita	8422	8302	6356	6020	7158	7076	8053	10810	10132	10956	10146	8494
Singapur	2643	2962	2214	1760	1086	912	2073	2121	2103	1164	1553	1852
Emiratos Árabes Unidos	1159	1529	1401	537	995	1092	1470	2801	2121	3229	2392	1711
Siria	1689	1075	1150	720	743	1016	1178	1885	2729	2614	3545	1668
Jordania	1142	753	752	218	444	276	883	1247	2010	3419	1530	1152
EEUU	994	721	847	829	808	1065	713	1093	864	994	513	858
Pakistán	106	111	215	81	86	177	606	1650	1424	1454	1607	683
Kuwait	555	460	450	494	735	666	566	840	654	642	686	614
Israel	648	781	568	125	286	462	442	919	449	908	796	580
India	670	592	265	319	125	235	321	874	913	991	839	558
Otros	3706	4119	3226	2132	1873	1987	2853	4376	5168	5283	7599	3848
Total	21555	21405	17442	13236	14339	15065	19158	28615	28569	31654	31167	22019

Fuente: BANGUAT (citado por el Programa de Apoyo a los Agronegocios Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2007).

Anexo 3. Boleta para Evaluar el Consumo de Leña en el Proceso de Secado de Cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton).

**ENCUESTA SOBRE EL CONSUMO DE LEÑA A NIVEL AGROINDUSTRIAL
(BENEFICIOS DE CARDAMOMO), EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATALINA LA
TINTA, ALTA VERAPAZ.**

Buen día. Pertenezco a la Universidad Rafael Landívar. Campus San Pedro Claver. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Mi nombre es Christian Roberto Aguilar Fuentes. Estamos realizando una encuesta a fin de conocer y evaluar el consumo de leña en el proceso de secado de cardamomo acá en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz.

Todos los datos que nos proporcione serán confidenciales. Siéntase libre de responder la encuesta. No existen respuestas buenas ni malas.

DATOS GENERALES

Encuestador:

Número de encuesta:

Departamento:

Municipio:

Comunidad o Barrio Dirección de la agroindustria (beneficio) de cardamomo:

Fecha entrevista:

DATOS PARTICULARES

Nombre de la empresa:

Puesto que desempeña:

Sexo de la persona entrevistada: M__ F__

Sabe leer y escribir: SI__ NO__

Nivel educativo: (indique el último grado finalizado)

Primario__ secundario__ universitario__ ninguno__

**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE LEÑA EN EL PROCESO DE SECADO DE
CARDAMOMO (*Elettaria cardamomum* L. Maton) EN EL MUNICIPIO DE SANTA
CATALINA LA TINTA, ALTA VERAPAZ.**

1. En qué fecha inicio sus operaciones la empresa:
de 0 a 3 años___ de 3 a 5 años___ más de 5 años___
2. ¿Su empresa (beneficio) de cardamomo, utiliza secadora para su proceso de secar cardamomo?
SI___ NO___
3. ¿Cuántas secadoras tiene su beneficio?
4. ¿De qué capacidad de industrialización (proceso de secado) de cardamomo son cada una de sus secadoras que mencionó?
5. ¿Consumen leña para procesar cardamomo?
SI___ NO___
6. ¿Podría usted realizar el proceso de secado de cardamomo con otro combustible?
SI___ NO___ ¿Cuál?___
7. ¿Por qué se limita el uso de este, por otro combustible en el proceso de secado de cardamomo?
 - a. Costo más alto_____
 - b. Cambio de tecnología _____
 - c. No está disponible en el área_____
 - d. No tiene acceso a la información_____
 - e. Otro_____
8. ¿Considera usted que el uso de un combustible alternativo a la leña, le representaría beneficios a su empresa?
SI___ NO___

9. ¿Ha recibido alguna vez asistencia técnica para sustituir el uso de la leña en su proceso productivo, o hacerlo más eficiente?

SI___ NO___

10. ¿Qué empresa o institución le ha brindado la asistencia?

11. ¿Qué clase de asistencia técnica le gustaría recibir?

a) _____

b) _____

c) _____

d) _____

12. ¿Cuántos meses en total dura la cosecha y el proceso de secado de cardamomo?

13. En temporada de cosecha de cardamomo, ¿Qué cantidad de leña usan en total por un año?

cantidad _____ dimensión _____

14. ¿Qué cantidad de leña en total compran por cada especie, para un año?

15. ¿Su misma empresa busca y corta la leña?

SI___ NO___

16. Si su misma empresa busca y corta la leña, indique el lugar:

comunidad _____ municipio _____ departamento _____

17. ¿En dónde compran la leña?

en el beneficio _____ fuera del beneficio _____

18. Si la leña la compran fuera del beneficio, indique el lugar:

comunidad _____ municipio _____ departamento _____

19. ¿En qué medidas compra la leña?

metro estéreo _____ carga _____ otra _____ ¿cuál? _____

20. ¿Cuál es el valor de la leña, según su medida (precio de compra en Q)?
indique la época:

Medida de la leña	Época	
	En cosecha de cardamomo	de Sin cosecha de cardamomo
Metro estéreo		
Carga		
Otra ¿Cuál?		

21. En los meses del año indique: Aproximadamente la cantidad de quintales de cardamomo en cereza que seca por mes.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

22. ¿El consumo de leña es permanente para todo el año? SI__ No__

23. ¿Qué cantidad de leña utiliza para una secada de cardamomo, en función de su capacidad para el procesado?

metro estéreo _____ carga _____ otra _____ ¿cuál? _____

24. ¿Cuántos quintales de cardamomo en cereza utiliza para una secada?

25. Después de la secada del cardamomo en cereza, ¿cuántos quintales de pergamino obtienen?

26. Del total de leña que compra para un año de secado de cardamomo, indique en

Tipo	Descripción	%
1	Sin licencia	
2	Con documentos del INAB	
3	Con documentos del CONAP	
4	Con documentos de la municipalidad	

porcentaje estimado.

27. ¿Qué especies de plantas son las que más compran para leña (si las nombra de mayor a menor preferencia), mencione al menos tres?

No.	Nombre	Especie
1		
2		
3		
4		
5		

28. ¿Qué especies de plantas son las que más prefiere como leña para el proceso de secado de cardamomo (si las nombra de mayor a menor preferencia), mencione al menos tres?

No.	Nombre	¿Por qué?
1		
2		
3		
4		
5		

Anexo 4. Boleta para Observar el Consumo de Leña en el Proceso de Secado de Cardamomo (*Elettaria cardamomum* L. Maton).

OBSERVACIÓN SOBRE EL CONSUMO DE LEÑA A NIVEL AGROINDUSTRIAL (BENEFICIOS DE CARDAMOMO), EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATALINA LA TINTA, ALTA VERAPAZ.

Buen día. Pertenezco a la Universidad Rafael Landívar. Campus San Pedro Claver. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Mi nombre es Christian Roberto Aguilar Fuentes. Estamos realizando una muestra a fin de observar el consumo de leña en el proceso de secado de cardamomo acá en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz.

Todos los datos que nos proporcione serán confidenciales.

DATOS GENERALES

Nombre del observador del proceso:

Número de muestra u observación:

Departamento:

Municipio:

Nombre del beneficio:

Nombre del propietario:

Comunidad o Barrio Dirección de la agroindustria (beneficio) de cardamomo:

Fecha observación del proceso:

EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE LEÑA EN EL PROCESO DE SECADO DE CARDAMOMO (*Elettaria cardamomum* L. Maton) EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATALINA LA TINTA, ALTA VERAPAZ.

1. Hora de inicio y de finalización del proceso de secado de cardamomo:

Hora de inicio	Hora de finalización	Total de horas utilizadas en el secado
-----------------------	-----------------------------	---

Anexo 5. Listado de las 12 comunidades de donde proviene la leña consumida, según los propietarios y administradores entrevistados de las 10 agroindustrias de cardamomo.

No.	Comunidad	Municipio	X	Y
1	San Francisco II	La Tinta	567629	1682299
2	Santo Domingo III	La Tinta	567464	1682352
3	San Francisco I	La Tinta	570412	1683890
4	Tampur	La Tinta	569487	1692046
5	Papalha	La Tinta	560596	1692417
6	Salac	La Tinta	574464	1694675
7	Sacsuhá	La Tinta	568956	1694618
8	Chavacal	La Tinta	570273	1694864
9	Pancuz	Tucurú	556573	1690232
10	Mangales	Tucurú	560080	1691841
11	San Francisco Quicheja	Senahu	573958	1697911
12	Naranjales	Senahu	568525	1699422

Nota: Coordenadas métricas GTM, Datum WGS 84.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Listado de especies de leña comercializadas y utilizadas por las agroindustrias encuestadas durante el presente estudio.

No.	Nombre común de la especie	Nombre científico de la especie
1	Cuje o Choochoc	(<i>Inga spp.</i>)
2	Palo de Moco	(<i>Saurinia oreophila</i>)
3	Cola de Pavo	(<i>Cupania glabra</i>)
4	Xoot	(<i>Coccoloba spp.</i>)
5	Sacatzum	(<i>Lippia myriocephala</i> Schldl. & Cham)
6	Coj	(<i>Talauma mexicana</i>)
7	Chacalte	(<i>Guarea chichon</i>)
8	Canxan	(<i>Terminalia amazonia</i>)
9	Caut	(<i>Ledembergia macrantha</i> Standl)
10	Encino	(<i>Quercus spp.</i>)
11	Madrecacao	(<i>Gliricidia sepium</i>)
12	Anx	(<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz)
13	Cablote	(<i>Guazuma ulmifolia</i>)
14	Palo Blanco	(<i>Cybixtax donell-smithii</i>)
15	Laurel	(<i>Cordia alliodora</i>)
16	Cadena	(<i>Albizia guachapele</i>)
17	Conacaste	(<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)
18	Palo de Hormiga	(<i>Triplaris americana</i>)
19	Amate	(<i>Ficus spp.</i>)
20	Nance	(<i>Byrsonima spp.</i>)
21	Mango	(<i>Mangifera indica</i>)
22	Liquidámbar	(<i>Liquidambar styraciflua</i>)
23	Caoba	(<i>Swietenia macrophylla</i> G. Ring)
24	San Juan	(<i>Vochysia guatemalensis</i>)
25	Leche	(<i>Calophyllum brasilense</i> var. <i>Rekoi</i> Standl)
26	Nance de Montaña	(<i>Shoepfia vaniflora</i>)

Fuente: Elaboración propia.