



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo
para la obtención del título de Ingeniera Forestal**

**CERTIFICACIÓN DE PLANTACIONES Y CADENA DE CUSTODIA DE
BAMBÚ GIGANTE *Dendrocalamus asper* SCHULTES F. Y CAÑA GUADÚA
Guadua angustifolia KUNTH, BAJO LOS CRITERIOS DEL
FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC)**

AUTORA

Nathaly Valeria Fernández Gómez

DIRECTOR

Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

IBARRA – ECUADOR

2020

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

CERTIFICACIÓN DE PLANTACIONES Y CADENA DE CUSTODIA DE
BAMBÚ GIGANTE *Dendrocalamus asper* SCHULTES F. Y CAÑA GUADÚA
Guadua angustifolia KUNTH, BAJO LOS CRITERIOS DEL
FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC)

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación
como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA FORESTAL

APROBADO

Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.
Director de trabajo de titulación

Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez, Mgs.
Tribunal de trabajo de titulación

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.
Tribunal de trabajo de titulación

Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs.
Tribunal de trabajo de titulación

Ibarra – Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
Cédula de ciudadanía:	100502314-6		
Apellidos y nombres	Fernández Gómez Nathaly Valeria		
Dirección:	Cotacachi, Segundo Luis Moreno y Pasaje Lomas del Sur		
Email:	nvfernandezg@utn.edu.ec / nathaly_sha@hotmail.com		
Teléfono fijo:	2554 187	Teléfono móvil:	0980434712

DATOS DE LA OBRA	
Título:	CERTIFICACIÓN DE PLANTACIONES Y CADENA DE CUSTODIA DE BAMBÚ GIGANTE <i>Dendrocalamus asper</i> SCHULTES F. Y CAÑA GUADÚA <i>Guadua angustifolia</i> KUNTH, BAJO LOS CRITERIOS DEL FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC)
Autora:	Fernández Gómez Nathaly Valeria
Fecha:	4 de junio de 2020
SÓLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
Programa:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
Título por el que opta:	Ingeniera Forestal
Director:	Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 4 días del mes de junio de 2020

LA AUTORA:



Nathaly Valeria Fernández Gómez

C.C.: 100502314-6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Nathaly Valeria Fernández Gómez, con cédula de ciudadanía Nro. 100502314-6; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, Artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de titulación denominado **CERTIFICACIÓN DE PLANTACIONES Y CADENA DE CUSTODIA DE BAMBÚ GIGANTE *Dendrocalamus asper* SCHULTES F. Y CAÑA GUADÚA *Guadua angustifolia* KUNTH, BAJO LOS CRITERIOS DEL FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC)**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniera Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....
Nathaly Valeria Fernández Gómez

C.C.: 100502314-6

Ibarra, a los 4 días del mes de junio de 2020

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA – UTN

Fecha: 4 de junio de 2020

Nathaly Valeria Fernández Gómez: **CERTIFICACIÓN DE PLANTACIONES Y CADENA DE CUSTODIA DE BAMBÚ GIGANTE *Dendrocalamus asper* SCHULTES F. Y CAÑA GUADÚA *Guadua angustifolia* KUNTH, BAJO LOS CRITERIOS DEL FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC)** /Trabajo de titulación. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 4 de junio de 2020. 149 páginas.

DIRECTOR: Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Contribuir a la certificación forestal de plantaciones y cadena de custodia de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia* bajo los criterios del FSC, en el cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha. Entre los objetivos específicos se encuentran: Obtener información basada en los criterios del FSC para la certificación de las plantaciones de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*. Obtener información basada en los criterios del FSC para la certificación de la cadena de custodia de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*.

Fecha: 4 de junio de 2020



.....
Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.
Director de trabajo de titulación



.....
Nathaly Valeria Fernández Gómez
Autora

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta investigación con mucho amor

A mis padres, René Fernández y Sonia Gómez, quienes con su inmensa dedicación han sido siempre mi apoyo y mi fortaleza más grandes en cada paso que he dado a lo largo de mi vida, me han enseñado a ser perseverante, a luchar por mis metas y a poner todo el amor del mundo en cada objetivo que me he planteado en mi camino.

A mi abuelito Miguel Ángel Gómez, mi luz y mi ejemplo.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a DIOS, quien guía mi camino y me da la fortaleza para mantenerme avanzando día a día.

A mi familia, a mis padres, mis tíos y tías, quienes me han apoyado desde el primer instante en que empecé esta hermosa etapa universitaria, porque siempre han confiado en mí y en todo lo que soy capaz de lograr.

Al Ing. Germán Villarreal y la Ing. Nelly Arroyo, propietarios de la empresa Allpabambú, por brindarme un gran apoyo durante la elaboración de mi tesis, les agradezco infinitamente no solamente por haberme dado la bienvenida en su empresa, sino también en su hogar, en donde encontré muchos momentos de felicidad entre mis tareas.

A la Ing. Paulina Soria, coordinadora nacional de FSC Ecuador, quien con mucho cariño me permitió involucrarme en varios procesos y obtener conocimientos acerca de la certificación. Al Ing. Jorge Macías, administrador de la CENBA, quien me apoyó con los medios necesarios durante una fase de gran importancia para esta investigación.

A mi director, el Ing. Mario Añazco, quien ha sabido guiarme a lo largo de este proceso con mucha paciencia y sabiduría, demostrando su calidad como docente y aún más importante, como ser humano. A mis asesores, el Ing. Hugo Paredes, el Ing. Hugo Vallejos y el Ing. Carlos Arcos, quienes han aportado a esta investigación con sus valiosos conocimientos. A todos aquellos docentes que contribuyeron con mi formación profesional a lo largo de estos años, muchísimas gracias.

Finalmente, gracias a aquellos amigos con quienes hemos compartido muchos momentos, quienes me han visto y a quienes he visto crecer de manera personal y profesional. Gracias a Kevin, por apoyarme siempre, mi persona favorita, sé que contigo todo es posible. A Klever y Jesús por su ayuda y porque sin su amistad la vida no sería la misma.

Gracias a todos por haber hecho esto posible.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
APROBACIÓN	ii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR.....	v
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo General	2
1.1.2. Objetivos Específicos	2
1.2. Preguntas directrices.....	2
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1. Fundamentación legal.....	3
2.1.1. Constitución de la República del Ecuador 2008	3
2.1.2. Código Orgánico del Ambiente (COA).....	3
2.1.3. Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021	4
2.1.4. Línea de investigación.....	4

2.2. Fundamentación teórica	5
2.2.1. Certificación forestal	5
2.2.2. Sistemas de certificación	6
2.2.3. Forest Stewardship Council.....	6
2.2.4. El bambú.....	13
2.2.5. Composición botánica	21
2.2.6. Estados de madurez	25
2.2.7. Descripción de las especies	28
2.2.8. Investigaciones relacionadas	33
CAPÍTULO III	37
MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1. Ubicación del sitio.....	37
3.1.1. Política.....	37
3.1.2. Geográfica	37
3.1.3. Límites.....	38
3.2. Datos climáticos	38
3.3. Materiales, equipos y software	38
3.3.1. Materiales	38
3.3.2. Equipos.....	39
3.3.3. Software.....	39
3.4. Metodología.....	39
3.4.1. Enfoque de la investigación	39
3.4.2. Tipo de investigación	39
3.4.3. Diseño de la investigación.....	40
3.4.4. Estudio de las plantaciones de bambú	40
3.4.5. Estudio de la cadena de bambú	43

3.4.6. Estudio socioeconómico.....	45
CAPÍTULO IV	47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1. Información de las plantaciones de bambú	47
4.1.1. <i>Dendrocalamus asper</i>	47
4.1.2. <i>Guadua angustifolia</i>	58
4.2. Información de la cadena de bambú.....	67
4.2.1. Eslabones de la cadena	67
4.2.2. Actores de la cadena.....	82
4.2.3. Características de los productos	84
4.3. Información del estudio socioeconómico.....	84
4.3.1. Contexto social	85
4.3.2. Contexto del bambú.....	86
4.3.3. Contexto económico.....	88
4.3.4. Contexto ambiental.....	89
4.3.5. Relación entre las variables evaluadas	92
CAPÍTULO V	95
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
5.1. Conclusiones	95
5.2. Recomendaciones	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXOS.....	109
FOTOGRAFÍAS	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Universo de las plantaciones de bambú	40
Tabla 2. Muestra representativa de las plantaciones de bambú.....	41
Tabla 3. Resultados estimadores estadísticos a los diez años	51
Tabla 4. Resultados estimadores estadísticos a los cinco años	53
Tabla 5. Rectitud por estados de madurez a los diez años	55
Tabla 6. Rectitud por estados de madurez a los cinco años	56
Tabla 7. Estado fitosanitario por estados de madurez a los diez años.....	57
Tabla 8. Estado fitosanitario por estados de madurez a los cinco años.....	57
Tabla 9. Resultados estimadores estadísticos a los seis años	60
Tabla 10. Resultados estimadores estadísticos al año	62
Tabla 11. Rectitud por estados de madurez a los seis años	64
Tabla 12. Rectitud por estados de madurez al año	65
Tabla 13. Estado fitosanitario por estados de madurez a los seis años	66
Tabla 14. Estado fitosanitario por estados de madurez al año	66
Tabla 15. Características de los productos elaborados en la empresa.....	84
Tabla 16 Tabla de contingencia Uso * Frecuencia de aprovechamiento	92
Tabla 17. Tabla de contingencia Uso * Parte del culmo	93
Tabla 18. Tabla de contingencia Uso * Producto que utiliza	94
Tabla 19. Tabla de contingencia Uso * Actividad económica principal.....	94
Tabla 20. Matriz de registro de datos para los inventarios de bambú	110
Tabla 21. Costos de propagación de 100 plántulas de <i>Dendrocalamus asper</i>	118
Tabla 22. Costos de propagación de 100 plántulas de <i>Guadua angustifolia</i>	119
Tabla 23. Costos de establecimiento de 1 ha de <i>Dendrocalamus asper</i>	120
Tabla 24. Costos de establecimiento de 1 ha de <i>Guadua angustifolia</i>	121

Tabla 25. Costos de manejo de 1 ha de <i>Dendrocalamus asper</i>	122
Tabla 26. Costos de manejo de 1 ha de <i>Guadua angustifolia</i>	123
Tabla 27. Costos de cosecha de 100 culmos de <i>Dendrocalamus asper</i>	124
Tabla 28. Costos de cosecha de 100 culmos de <i>Guadua angustifolia</i>	125
Tabla 29. Costos de preservación de 100 cañas de <i>Dendrocalamus asper</i>	126
Tabla 30. Costos de preservación de 100 cañas de <i>Guadua angustifolia</i>	127
Tabla 31. Costos de elaboración de 1000 latones de <i>Dendrocalamus asper</i>	128
Tabla 32. Costos de elaboración de 1000 latillas de <i>Dendrocalamus asper</i>	129
Tabla 33. Costos de elaboración de 1 m lineal de pinboo de <i>Dendrocalamus asper</i>	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Provincias con presencia de bambú en el Ecuador	16
Figura 2. Balanza comercial del bambú entre 2000 - 2017.....	17
Figura 3. Partes del bambú.....	21
Figura 4. Partes del culmo de <i>Guadua angustifolia</i>	23
Figura 5. Brote de <i>Guadua angustifolia</i>	26
Figura 6. Culmo verde de <i>Guadua angustifolia</i>	27
Figura 7. Culmo maduro de <i>Guadua angustifolia</i>	27
Figura 8. Culmo sobremaduro de <i>Guadua angustifolia</i>	28
Figura 9. Distribución de las parcelas	41
Figura 10. Estados de madurez en las plantaciones de <i>Dendrocalamus asper</i>	47
Figura 11. Edades en función del estado de madurez a los diez años.....	49
Figura 12. Distribución de diámetros por estados de madurez a los diez años.....	50
Figura 13. Diagrama de caja para los estados de madurez a los diez años	51

Figura 14. Distribución de diámetros por estados de madurez a los cinco años.....	52
Figura 15. Diagrama de caja para los estados de madurez a los cinco años	53
Figura 16. Estados de madurez en la plantación de <i>Guadua angustifolia</i>	58
Figura 17. Distribución de diámetros por estados de madurez a los seis años	60
Figura 18. Diagrama de caja para los estados de madurez a los seis años.....	61
Figura 19. Distribución de diámetros por estados de madurez al año.....	62
Figura 20. Diagrama de caja para los estados de madurez al año.....	63
Figura 21. Estructura de la cadena de <i>Dendrocalamus asper</i> y <i>Guadua angustifolia</i>	67
Figura 22. Estructura del eslabón de transformación.....	79
Figura 23. Actores de la cadena de bambú.....	83
Figura 24. Superficie dedicada para <i>Dendrocalamus asper</i>	86
Figura 25. Superficie dedicada para <i>Guadua angustifolia</i>	87
Figura 26. Densidades de plantación para <i>Dendrocalamus asper</i>	87
Figura 27. Densidades de plantación para <i>Guadua angustifolia</i>	88
Figura 28. Tipos de fauna encontrados en las plantaciones de bambú	90
Figura 29. Mapa de ubicación de los sitios de estudio.....	109

TÍTULO: CERTIFICACIÓN DE PLANTACIONES Y CADENA DE CUSTODIA DE BAMBÚ GIGANTE *Dendrocalamus asper* SCHULTES F. Y CAÑA GUADÚA *Guadua angustifolia* KUNTH, BAJO LOS CRITERIOS DEL FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC).

Autor: Nathaly Valeria Fernández Gómez
Director de trabajo de titulación: Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.
Año: 2020

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal contribuir a la certificación Forest Stewardship Council (FSC) mediante la generación de información de plantaciones y cadena de custodia de bambú pertenecientes a la empresa Allpabambú. Para el estudio de las plantaciones de bambú gigante *Dendrocalamus asper* y caña guadúa *Guadua angustifolia* la metodología empleada fue un inventario de bosques de bambú. Para el estudio de la cadena de bambú en la empresa se utilizó la técnica de observación estructurada mediante la cual se determinaron los eslabones y actores involucrados, se establecieron los costos y se determinaron los factores de influencia para cada eslabón. Para el estudio socioeconómico se realizaron encuestas a los pequeños productores de bambú del cantón Pedro Vicente Maldonado a fin de conocer la percepción de la gente con respecto a este material. La información de plantaciones contribuyó con el Principio 7 del FSC y se determinó que las plantaciones de bambú se encuentran en excelentes condiciones para su aprovechamiento. La información de cadena de custodia contribuyó con el Principio 2 del FSC mediante la aplicación de acciones en la empresa, basadas en los factores de influencia. Se determinó que la principal problemática de la zona corresponde a las escasas oportunidades de mercado para los pequeños productores. La información generada en la presente investigación contribuyó con la certificación de Manejo Forestal y Cadena de Custodia de bambú que le fue otorgada a la empresa Allpabambú en el mes de septiembre del año 2019, la cual también obtuvo la declaratoria de Servicios Ecosistémicos para mantener y mejorar la calidad del agua mediante el manejo sostenible de sus plantaciones.

Palabras clave: certificación forestal, manejo forestal sostenible, cadena productiva, productores de bambú, productividad.

TITLE: CERTIFICATION OF PLANTATIONS AND CHAIN OF CUSTODY OF GIANT BAMBOO *Dendrocalamus asper* SCHULTES F. AND CAÑA GUADUA *Guadua angustifolia* KUNTH, UNDER THE CRITERIA OF FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC).

Author: Nathaly Valeria Fernández Gómez

Director of degree work: Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

Year: 2020

ABSTRACT

This research main objective was to contribute to the Forest Stewardship Council (FSC) certification by generating information from bamboo plantations and chain of custody, belonging to Allpabambu company. For the study of the giant bamboo *Dendrocalamus asper* and caña guadua *Guadua angustifolia* plantations, the methodology used was an inventory of bamboo forests. For the study of the bamboo chain in the company, the structured observation technique was used by which the links and actors involved were identified, costs were established and influencing factors were determined for each link. For the socioeconomic study, surveys were carried out on the small bamboo producers in Pedro Vicente Maldonado canton to know people's perception about this material. Bamboo plantations information contributed to the FSC Principle 7 and determined that bamboo plantations are in excellent conditions for harvesting. Chain of custody information contributed to FSC Principle 2 by implementing actions in the company that are based on influencing factors. It was determined that the main problem in the area corresponds to poor market opportunities for the small producers. The information generated in this research contributed with the bamboo Forest Management and Chain of Custody certification awarded to Allpabambu company on September 2019, which also obtained the declaration of Ecosystem Services to maintain and improve water quality through the sustainable management of its plantations.

Keywords: forest certification, sustainable forest management, productive chain, bamboo producers, productivity.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Una tercera parte de la población mundial depende de los bienes y servicios proporcionados por los bosques, entre los cuales se destaca la madera. Sin embargo, los procesos de extracción de este recurso han causado la desaparición de miles de hectáreas de bosques al año (Food and Agriculture Organization [FAO], 2017). Los valores de deforestación para el Ecuador continental durante el período 2014–2016 señalan que la deforestación bruta anual promedio presenta una tasa de -0,74% lo que corresponde a 94.353 ha/año (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], 2018).

Ante esta situación, se han buscado diversas opciones enfocadas al uso sostenible de los recursos forestales como alternativas para el consumo de madera. Liese & Köhl (2015) manifiestan que el bambú posee diversas cualidades, entre las cuales se destaca su potencial para la construcción, y por esta razón se lo ha tomado en cuenta como sustituto de la madera.

Actualmente en Ecuador el bambú ocupa una superficie de 600.026 ha, lo que corresponde al 2% de la superficie total del país (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2018). El cultivo del bambú en Ecuador es posible debido a las características geográficas, climáticas y edáficas que permiten su adecuada adaptación y desarrollo (Mena, 2014).

Sin embargo, pese a que las condiciones para plantar bambú son favorables, su producción se ha visto limitada debido a la desinformación que existe acerca del bambú y su gran potencial para su utilización en diversas áreas; sin mencionar que los productores no poseen suficiente información para realizar un adecuado manejo tanto en rodales naturales como en plantaciones. Marquez (2009) afirma que existe una reducción significativa en la calidad de los rodales naturales de bambú debido a la implementación de un manejo silvicultural inadecuado.

Adicional a esto, se ha identificado que la cadena de producción y procesamiento del bambú en el país carece de habilidades de comercialización necesarias para la apertura de nuevos mercados a nivel nacional e internacional, lo cual provoca que se pierdan muchas oportunidades para el desarrollo económico (Van Der Lugt, 2005).

Con la finalidad de promover el manejo sostenible de sus plantaciones y debido a la necesidad de proporcionar al bambú un valor agregado, la empresa Allpabambú consideró la alternativa de la certificación forestal, la cual permitirá el acceso de los pequeños productores a este proceso, con el objetivo de dar a conocer los múltiples beneficios que aporta el bambú.

Mediante la presente investigación, se contribuyó a la certificación de Manejo Forestal y Cadena de Custodia de bambú gigante *Dendrocalamus asper* y caña guadúa *Guadua angustifolia* de la empresa Allpabambú. Cabe mencionar que la empresa obtuvo exitosamente la certificación Forest Stewardship Council (FSC) en el mes de septiembre del año 2019, además de la declaratoria de Servicios Ecosistémicos para mantener y mejorar la calidad del agua mediante el manejo sostenible de sus plantaciones.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Contribuir a la certificación forestal de plantaciones y cadena de custodia de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia* bajo los criterios del FSC, en el cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Obtener información basada en los criterios del FSC para la certificación de las plantaciones de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*.
- Obtener información basada en los criterios del FSC para la certificación de la cadena de custodia de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*.

1.2. Preguntas directrices

- ¿Es factible para los pequeños productores de la zona acceder a la certificación de sus plantaciones de bambú?
- ¿Es factible para la empresa Allpabambú acceder a la certificación de su cadena de custodia de bambú?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación legal

2.1.1. Constitución de la República del Ecuador 2008

Art. 14.- Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

Art. 83.- Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley:

6. Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

2.1.2. Código Orgánico del Ambiente (COA)

Art. 119.- Prioridad nacional. Las plantaciones forestales y sistemas agroforestales de producción constituirán medios para aliviar la presión sobre los bosques naturales, por la demanda de madera y sus derivados (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018).

Art. 130.- Certificación forestal voluntaria. El Régimen Forestal Nacional promoverá la certificación forestal voluntaria, a través de sistemas reconocidos nacional e internacionalmente, como un mecanismo para garantizar la sostenibilidad ambiental, social y económica de las operaciones forestales, según los estándares más exigentes (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018).

2.1.3. Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021

El presente estudio se enmarca en los ejes, objetivos y políticas siguientes:

Eje 1: Derechos para todos durante toda la vida

Objetivo 3. Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

Política 3.5. Impulsar la economía urbana y rural, basada en el uso sostenible y agregador de valor de recursos renovables, propiciando la corresponsabilidad social y el desarrollo de la bioeconomía (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017, p.66).

Eje 2: Economía al servicio de la sociedad

Objetivo 5. Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria.

Política 5.2. Promover la productividad, competitividad y calidad de los productos nacionales, como también la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para generar valor agregado y procesos de industrialización en los sectores productivos con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017, p.83).

2.1.4. Línea de investigación

El presente estudio se enmarca en la línea de investigación de la Carrera de Ingeniería Forestal: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Certificación forestal

Hace algunas décadas, varios movimientos sociales ambientalistas se sensibilizaron ante la creciente pérdida de los bosques tropicales debido a la deforestación y la tala indiscriminada, y optaron por desarrollar un mecanismo que permitiera agregar valor en el mercado a los productos del bosque y vincularlos con una gestión responsable (Nussbaum & Simula, 2005).

De Freitas (1998) afirma que la certificación forestal surgió al final de la década de los ochenta como una iniciativa por parte de varias organizaciones no gubernamentales, en colaboración con programas internacionales como el Acuerdo Internacional de Maderas Tropicales (AIMT) y el Programa de Acción Forestal Tropical (PAFT) con el fin de promover el manejo sostenible de los bosques y contribuir con la reducción de la deforestación.

Desde su aparición, la certificación forestal se convirtió en una herramienta de carácter voluntario que permite que los dueños de los bosques puedan aplicar buenas prácticas forestales a los procesos de producción de madera sostenible (Hartsfield & Ostermeier, 2003).

Rametsteiner & Simula (2003) mencionan que la certificación busca promover el manejo forestal sostenible mediante la implementación de normas que son diseñadas a nivel nacional para monitorear el estado de los bosques y sus tendencias de manejo.

La definición de normas de certificación es un procedimiento multifacético en el que participan diversos actores, entre ellos: los propietarios del bosque, productores, trabajadores, gestores y consumidores, las comunidades, asociaciones locales y empresas, además de las organizaciones de la sociedad civil y los recursos forestales asociados, es decir, aquellos que están sometidos al proceso de certificación (Muthoo, 2012).

Hansen, Fletcher, Cashore, & McDermott (2006) declaran que la certificación pretende garantizar que las prácticas forestales aplicadas en un área productiva cumplan con ciertos estándares, es decir que sean social, ambiental y económicamente sostenibles a largo plazo.

En el componente económico, la certificación forestal mejora la gestión y eficiencia de las unidades de manejo y es una herramienta que favorece el acceso a nuevos mercados, además contribuye con la comercialización de sus productos. En el componente ambiental, contribuye con la reducción de los impactos de la actividad productiva en los bosques, y

ayuda a mantener la capacidad de producir bienes y servicios de manera permanente. Mientras que, en el componente social, constituye un mecanismo que promueve el fortalecimiento de las organizaciones involucradas (Linke, 2004).

2.2.2. Sistemas de certificación

De acuerdo con Gullison (2003) existen más de 50 diferentes sistemas de certificación alrededor del mundo, los cuales han permitido que la superficie de bosques certificados se incremente rápidamente durante los últimos años.

Tamarit (2003) y Marcilla (2012) mencionan que, a nivel mundial, los principales sistemas de certificación son: International Organization Standardization (ISO), encargado de promover el desarrollo de normas internacionales para diversos productos y servicios; Forest Stewardship Council (FSC) y Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC), enfocados en la gestión sostenible de los bosques. El FSC está respaldado por organizaciones no gubernamentales como Greenpeace y World Wildlife Fund (WWF), mientras que el PEFC está respaldado en su mayoría por organizaciones privadas; ambos trabajan a nivel global, sin embargo, el PEFC inicialmente estuvo centrado en Europa.

2.2.3. Forest Stewardship Council

Fundado en 1993, con sede en Bonn, Alemania, el FSC es una organización internacional, no gubernamental, sin fines de lucro, comprometida con la conservación, restauración y protección de los bosques del mundo (Cauley, 2001).

El FSC está conformado por diferentes organizaciones internacionales de tipo ambiental, empresas dedicadas al comercio mundial de maderas, instituciones forestales, representantes de grupos indígenas, trabajadores del bosque, empresas certificadoras existentes, entre otras (Otero y Maluenda, 1998).

La máxima entidad de gobierno del FSC es la Asamblea General, celebrada cada tres años. Es un órgano compuesto por varias entidades agrupadas en tres cámaras que representan intereses sociales, económicos y ambientales, las cuales a su vez se subdividen en dos

subcámaras: norte y sur. Este sistema permite que cada cámara tenga el mismo poder de voto para la toma de decisiones estratégicas dentro de la organización (Pattberg, 2005).

Gerez y Alatorre (2007) señalan que el FSC busca promover el ordenamiento sostenible de los bosques mediante la implementación de mecanismos de mercado que garanticen que los productos forestales provienen de fuentes comprometidas con una silvicultura sostenible.

Sequeira y Louman (2004) mencionan que, el concepto de certificación forestal manejado por el FSC comprende el desarrollo de estándares que son necesarios para definir el buen manejo forestal, y un sistema de acreditación a cargo de entidades certificadoras que se encargan de evaluar la calidad del manejo de acuerdo con los estándares establecidos. Estos estándares combinan principios y criterios internacionales, con indicadores y verificadores locales y regionales desarrollados por iniciativas nacionales definidas por el FSC en cada país (Aguirre, 2009).

Los estándares internacionales FSC constan de 10 principios y 70 criterios aplicables a nivel mundial a todas las escalas y tipos de bosques. Los principios son las normas esenciales para el manejo forestal responsable; los criterios proporcionan los medios para determinar el cumplimiento de los principios; mientras que, los indicadores son instrumentos adaptados con la finalidad de reflejar las diversas condiciones legales, sociales y geográficas a nivel nacional (FSC Internacional, 2015b).

A nivel internacional, el FSC actúa en más de 120 países, con un total de 200,96 millones de hectáreas certificadas, correspondientes a 1.606 certificados de Manejo Forestal y 35.772 certificados de Cadena de Custodia (FSC Internacional, 2018).

2.2.3.1. FSC en el Ecuador

El Grupo de Trabajo sobre Certificación Forestal Voluntaria en Ecuador (CEFOVE) es reconocido en el año 2002 por el Ministerio del Ambiente, y acreditado oficialmente en el año 2004 por FSC Internacional como el representante de FSC en el Ecuador (FSC Ecuador, s.f.).

En el Ecuador existen 20 empresas certificadas FSC, lo cual comprende un total de 17 certificados de Cadena de Custodia, 2 certificados de Madera Controlada y 4 certificados de Manejo Forestal, que abarcan un área de 57.466 hectáreas a nivel nacional (FSC Ecuador, 2018).

De acuerdo con FSC Ecuador (2018) las empresas que poseen esta certificación en el país son las siguientes:

- Aglomerados Cotopaxi S.A.
- Artepapel Cía. Ltda.
- Balsera Sudamericana BALSASUD S.A.
- Bosques Tropicales BOTROSA S.A.
- DIAB. S.A.
- Enchapes Decorativos ENDESA S.A.
- Expoforestal Industrial S.A.
- Festa S.A.
- Grafitext Cía. Ltda.
- Imprenta Mariscal Cía. Ltda.
- Industrias Omega C.A.
- Innovaciones de Balsa S.A.
- Monsalve Moreno Cía. Ltda.
- Papelera Nacional S.A.
- Papelesa Cía. Ltda.
- Plantaciones de Balsa, PLANTABAL S.A.
- Poligráfica C.A.
- Sismode Cía. Ltda.
- Smurfit Kappa Ecuador S.A.
- Tetra Pak Group

2.2.3.2. Principios del FSC

Los miembros fundadores del FSC, mediante votación acordaron y aprobaron un conjunto de principios y criterios, junto con los estatutos del FSC, con la finalidad de crear un sistema fiable que permita identificar a los bosques bien manejados como fuentes aceptables de productos forestales (Contreras, Owen y Cloquell, 2005).

De acuerdo con FSC Internacional (2015b), desde su primera publicación en 1994, los principios y criterios han sido modificados sucesivamente en 1996, 1999 y 2001.

La versión que se encuentra vigente fue aprobada en 2012 y publicada en 2015, y contiene los diez principios siguientes:

- Principio 1: Cumplimiento de las leyes

Se relaciona con el cumplimiento de leyes, reglamentos y tratados internacionales ratificados en el ámbito nacional, incluyendo convenciones y acuerdos aplicables.

- Principio 2: Derechos de los trabajadores y condiciones de empleo

Está vinculado con el mantenimiento y mejoramiento del bienestar social y económico de los trabajadores de la organización.

- Principio 3: Derechos de los pueblos indígenas

Se refiere al respaldo de los derechos legales y consuetudinarios de los pueblos indígenas, en relación con la propiedad, uso y manejo de la tierra, territorios y recursos, que se vean afectados por las actividades de manejo.

- Principio 4: Relaciones con las comunidades

Trata acerca de la contribución al mantenimiento o mejoramiento del bienestar social y económico de las comunidades locales.

- Principio 5: Beneficios del bosque

Corresponde al manejo eficiente de los productos y servicios de las unidades de manejo para mantener o mejorar su viabilidad económica a largo plazo.

- Principio 6: Valores e impactos ambientales

Se vincula con el mantenimiento, conservación y/o restauración de los servicios ecosistémicos y los valores ambientales de las unidades de manejo, además de evitar, reparar o mitigar los impactos ambientales negativos.

- Principio 7: Planificación del manejo

Se debe contar con un plan de manejo acorde con las políticas y objetivos de la organización, que sea proporcional a la escala, intensidad y riesgo de las actividades de manejo.

- Principio 8: Monitoreo y evaluación

Está relacionado con el monitoreo y evaluación del progreso en el cumplimiento de los objetivos de manejo, los impactos de las actividades de manejo y las condiciones de las unidades de manejo.

- Principio 9: Altos Valores de Conservación

Se refiere al mantenimiento y mejoramiento de los Altos Valores de Conservación en las unidades de manejo, a través de la aplicación de un enfoque precautorio.

- Principio 10: Implementación de las actividades de manejo

Corresponde a que las actividades de manejo realizadas en las unidades de manejo se deben implementar en concordancia con las políticas y objetivos económicos, sociales y ambientales propuestos por la organización.

2.2.3.3. Tipos de certificación

Existen tres tipos de certificación forestal manejadas por el FSC:

a) Certificación de Manejo Forestal

Según Carrascón (2015), este tipo de certificación trata de garantizar que el manejo ya sea de un bosque o una plantación cumpla con ciertos requisitos previamente establecidos que incluyen criterios ambientales, socioculturales y económicos.

La certificación de manejo forestal confirma que el bosque es manejado de manera que se preserve la diversidad biológica y los procesos ecológicos del bosque; beneficie a las poblaciones y trabajadores locales; y contribuya a que las operaciones forestales sean rentables (FSC Internacional, 2015b).

b) Certificación de Cadena de Custodia

La cadena de producción es la ruta que toman los productos desde que salen del bosque hasta donde se venden con la etiqueta FSC. Esta certificación verifica que el material certificado FSC sea separado del material no certificado a lo largo de la cadena de producción, lo cual permite identificar los productos que provienen de fuentes confiables (FSC Internacional, 2015a).

Para que los productos forestales provenientes de bosques certificados puedan llevar la marca del FSC, tienen que ser rastreados por toda la cadena desde el origen hasta el consumidor final. Este rastreo debe ser verificado en forma independiente por un organismo certificador acreditado por el FSC (Aguirre, 2009).

Shanley, Pierce, Laird y Robinson (2008) mencionan que esta certificación es de gran importancia ya que garantiza que el producto que se vende al consumidor final contribuye realmente con el tipo de sistema que el consumidor espera apoyar en el momento de la compra.

c) Certificación de Madera Controlada

De acuerdo con FSC Internacional (2017b), las organizaciones que deseen incluir madera controlada en el alcance de su certificado de cadena de custodia pueden verificar madera de origen legal que no posea un certificado FSC pero que se considere aceptable con el fin de producir y comercializar madera controlada FSC o productos FSC mixtos.

Existen cinco criterios que el FSC considera inaceptable para estos fines:

- Madera aprovechada ilegalmente.
- Madera aprovechada mediante violación a los derechos humanos.
- Madera proveniente de bosques cuyos Altos Valores de Conservación se encuentren amenazados.
- Madera proveniente de bosques que se estén convirtiendo a otros usos.
- Madera proveniente de bosques donde se plantan árboles genéticamente modificados.

2.2.3.4. Modalidades de certificación

Carrascón (2015) cita las diferentes modalidades de la certificación FSC:

a) Modalidad individual

Es aplicable para un único propietario o gestor forestal que posee solamente una unidad de manejo para certificar.

b) Modalidad multisitio

También es aplicable para un único propietario, con la diferencia que incluye en la certificación más de una unidad de manejo.

c) Modalidad grupal

Corresponde a la certificación de más de una unidad de manejo, las cuales corresponden a diferentes propietarios o gestores.

d) Modalidad SLIMF

Se puede considerar como certificación grupal, sin embargo, esta modalidad es aplicable únicamente para pequeñas propiedades forestales o de baja intensidad de manejo (SLIMF por sus siglas en inglés)

FSC Internacional (2004) define los siguientes criterios de elegibilidad para optar por la certificación SLIMF:

- Área de las unidades de manejo menor o igual a 100 ha (depende del país). Para el caso de Ecuador, el FSC permite hasta 1.000 ha.
- Nivel de aprovechamiento menor al 20% del Incremento Medio Anual (IMA) dentro del área de producción.
- Aprovechamiento anual total del área de producción permanente menor a 5.000 m³.

Cabe mencionar que la certificación individual funciona para la mayoría de las medianas y grandes empresas, sin embargo, para las pequeñas empresas, ya sean estos propietarios o productores, el costo y la complejidad de la implementación de los estándares comprende una limitante para acceder a la certificación (Nussbaum & Simula, 2005).

Según Fischer, Aguilar, Jawahar, & Sedjo (2005), en los países en desarrollo, la certificación grupal es una alternativa para reducir los costos de transacción para pequeñas unidades. En este caso, los propietarios de bosques individuales se agrupan para obtener la certificación como una sola organización. A menudo este tipo de certificación es financiada a través de subsidios del gobierno u organizaciones internacionales.

FSC Internacional (2017a) señala que para obtener la certificación grupal diversas propiedades forestales pueden unirse y ser representadas por una entidad grupal quien solicita la certificación, y además es responsable de garantizar el cumplimiento de los principios y criterios del FSC en cada una de las propiedades forestales que forman parte del grupo.

2.2.3.5. Pasos para la certificación

Walter (2006) afirma que las principales funciones del sistema de certificación FSC, es decir: la propia certificación, la evaluación de conformidad y la acreditación se llevan a cabo por entidades internacionales independientes del FSC, las cuales están acreditadas por Accreditation Services International (ASI). FSC Ecuador (s.f.) menciona que en el país operan varias de estas entidades de certificación entre las cuales se encuentran: GFA Consulting Group, Control Union Certifications, Rainforest Alliance y SGS del Ecuador.

Según FSC Ecuador (s.f.) los pasos para conseguir la certificación FSC son los siguientes:

- 1) Contactar a las entidades de certificación acreditadas por el FSC y solicitar información acerca de costos y procedimientos.
- 2) Definir la entidad certificadora y presentar la solicitud de certificación.
- 3) Se realiza una primera auditoría por parte de la entidad elegida en la cual se define si la empresa cumple con los requisitos del FSC y se elabora un informe de auditoría. En caso de existir observaciones relevantes se puede realizar una segunda auditoría cuando se hayan corregido las observaciones.
- 4) Una vez aprobada la certificación FSC, el certificado tendrá una duración de cinco años con auditorías de control anuales.
- 5) Al cumplirse los cinco años, existe la oportunidad de acceder a una re-certificación.

2.2.4. El bambú

El término bambú no se refiere a una especie en específico, sino más bien, engloba a un amplio grupo de géneros y especies que se diferencian de otros por tener un crecimiento más rápido que el de cualquier otra especie (Añazco y Rojas, 2015).

El bambú pertenece a la subfamilia Bambusoideae, de la familia Poaceae (gramíneas); comprende alrededor de 1600 especies agrupadas en 121 géneros, de los cuales 25 son herbáceos y 96 son leñosos (Hidalgo, 2003). En el año 1753, Carl von Linné, padre de la taxonomía y la ecología moderna, incluyó al bambú en su famosa obra: *Species Plantarum*, categorizándola como una gramínea gigante (Soler, 2017).

2.2.4.1. El bambú a nivel mundial

El bambú se distribuye alrededor del mundo en un extenso rango de ecosistemas, especialmente en zonas tropicales y subtropicales y en algunas zonas templadas. (González, 2014).

Aproximadamente el 3,2% de la superficie forestal mundial corresponde a áreas cubiertas con bambú. En la actualidad, Asia es el continente que se encuentra más estrechamente relacionado con el cultivo del bambú, sin embargo, esta tendencia se ha extendido rápidamente en África y América. En Europa no existen especies nativas, y su cultivo se da mayormente en lugares con condiciones ambientales controladas (Troya & Xu, 2014).

Durante muchos años, el bambú ha sido considerado un elemento de gran importancia en la vida diaria de miles de personas a lo largo del mundo debido a los usos que se le puede dar (Liese & Köhl, 2015). El bambú presenta muchas aplicaciones en las poblaciones rurales, desde utensilios para el hogar, infraestructuras agropecuarias, fabricación de muebles, instrumentos musicales, viviendas y artesanías (Poveda et al., 2016).

2.2.4.2. El bambú en América Latina

En América la distribución natural del bambú se extiende desde los 39° latitud norte en la parte oriental de los Estados Unidos hasta los 47° latitud sur en Argentina y Chile; y desde el nivel del mar hasta las regiones más altas de los Andes ecuatoriales (Mercedes, 2006).

El territorio americano tiene una amplia biodiversidad de bambú con aproximadamente 400 a 500 especies, de las cuales al menos 300 especies agrupadas en 20 géneros pertenecen a los bambúes leñosos (Troya & Xu, 2014).

Londoño (2001) afirma que América Latina es la región más rica de las Américas en cuanto a diversidad de especies de bambú leñosos, sin embargo, en países como Colombia, Ecuador y Brasil, el uso del bambú se encuentra limitado únicamente a ciertas especies como: *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris*, *Phyllostachys aurea* y *Dendrocalamus asper*, generando un gran impacto en las economías locales.

Algunos países latinoamericanos poseen una importante cantidad de recursos en cuanto a bambú, sin embargo, no existen estadísticas precisas sobre las áreas o la producción, salvo algunos casos donde los análisis son específicos para determinadas áreas de cada país y no a nivel nacional (Añazco y Rojas, 2015).

En América Latina, Brasil tiene la mayor diversidad de bambú con 137 especies, seguido de Colombia con 70 especies y Venezuela con 60 especies. Ecuador es el cuarto en diversidad de bambú con 42 especies y 11 por describir. El siguiente es Perú con 36 especies y 1 subespecie, y Bolivia posee 24 especies y 2 subespecies. Las Guyanas tienen 13 especies, al igual que Argentina; Chile con 10 especies, Paraguay con 5 especies y Uruguay tiene 3 especies (Takahashi, 2006).

Una de las especies más importantes de bambú en América Latina es *Guadua angustifolia*, la especie más estudiada y utilizada dentro de las especies nativas, principalmente por sus propiedades físicas y mecánicas (Takahashi, 2006).

2.2.4.3. El bambú en el Ecuador

Ecuador, en el marco de su diversidad biológica, alberga un grupo importante de géneros y especies de bambú que se encuentran distribuidos en las cuatro regiones naturales del país (Costa, Sierra, Amazonía y Galápagos), donde es posible observar especies tanto nativas como exóticas, desde los 0 msnm hasta cerca de los 4.300 msnm (Añazco y Rojas, 2015).

Según MAG (2018) el bambú está presente en todas las provincias del Ecuador en manchas naturales y plantaciones, se encuentra especialmente en 16 de sus 24 provincias debido a las condiciones edafoclimáticas favorables para su desarrollo. Se localiza en un 66,5% en la Costa, 10% en la Sierra y 23,5% en la Amazonía (Figura 1).

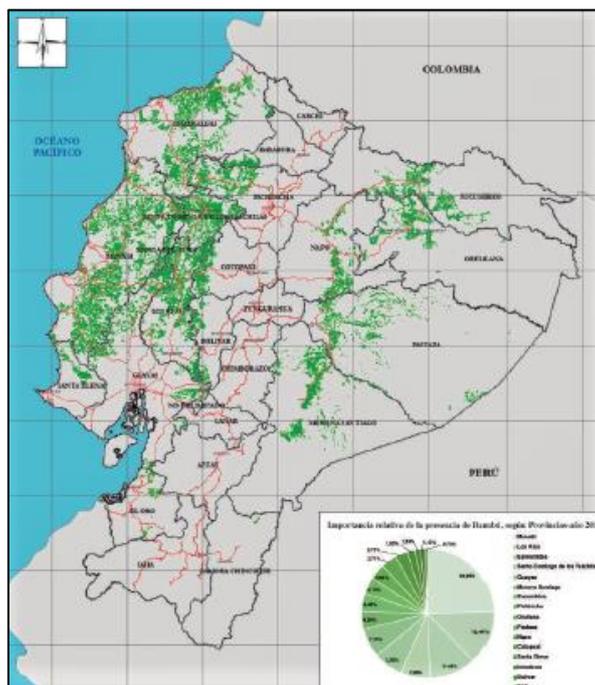


Figura 1. Provincias con presencia de bambú en el Ecuador.
Fuente: (MAG, 2018)

De acuerdo con Londoño (1998), en el Ecuador se han identificado 6 géneros y 44 especies nativas de bambúes, de las cuales 11 son endémicas. Los géneros son *Arthrostyidium* con tres especies; *Aulonemia* con cinco especies; *Chusquea* con 18 especies; *Guadua* con cinco especies, *Neurolepis* con 11 especies, *Phipidocladum* y *Rhipidocladum* con una especie.

Guadua angustifolia se encuentra en estado natural en Ecuador, Colombia y Venezuela, también ha sido introducida en algunos países de Centroamérica y el Caribe y se considera como el tercer bambú más grande del mundo después de dos especies asiáticas (Colorado, 2001).

2.2.4.3.1. Importancia económica

La importancia económica del bambú se debe a varios factores: el corto tiempo que precisa para lograr el aprovechamiento, su fácil disponibilidad, su alto rendimiento por hectárea, sus excelentes propiedades físico-mecánicas que le brindan una vasta diversidad de usos y la ventaja de que es renovable y sostenible (Chiluiza y Hernández, 2009).

Dávila y Brugger (2012) comentan que, en la actualidad el bambú ha generado una economía global basada en su cultivo y en la transformación industrial en productos derivados, convirtiéndose

en una excelente materia prima para fomentar mercados locales con tecnologías intermedias, es decir, que las comunidades puedan acceder a ellas sin necesidad de realizar grandes inversiones.

Mejía (2010) señala que los bosques de bambú brindan un aporte significativo a la economía de los sistemas productivos rurales ya que los ingresos que generan pueden equiparar el impuesto predial del área que ocupan, además pueden asegurar beneficios asociados con la comercialización y mercadeo de sus productos.

Por su parte, García (2013) citando a la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI, 2005) menciona que la elaboración e industrialización de productos derivados de bambú que tengan oportunidades de mercado depende, en buen porcentaje de la posibilidad que tiene el Ecuador para tecnificar el manejo de la materia prima.

En Ecuador, el sector del bambú en el año 2017 representó al menos 0,5% del PIB total, lo cual corresponde a 475 millones de dólares generados gracias a la producción de bienes y servicios. Este valor es muy significativo pese a que muchos de los campos relacionados con el bambú no fueron tomados en cuenta (MAG, 2018).

La balanza comercial del bambú indica que las exportaciones superan ampliamente a las importaciones (Figura 2). Desde el año 2000 hasta el año 2017 el comercio del bambú presenta un valor positivo permanente, que para el año 2017 corresponde a aproximadamente 217 millones de dólares (MAG, 2018).

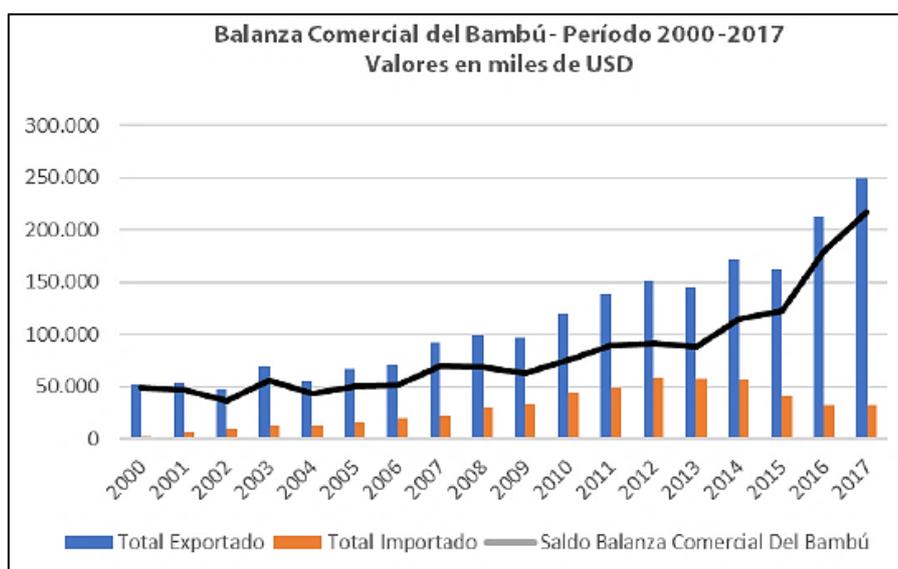


Figura 2. Balanza comercial del bambú entre 2000 - 2017.

Fuente: (MAG, 2018)

Escala (2015) citando a CORPEI (2005) menciona que, en el ranking mundial de países exportadores de bambú, Ecuador ocupa el puesto número 30 de 45 países; exporta alrededor de 900 toneladas de bambú, sin embargo, su participación a nivel mundial se considera casi nula.

El principal mercado del bambú ecuatoriano es local, siendo los sectores de mayor demanda: el sector de la construcción, el sector bananero y tabacalero. La mayor parte de las exportaciones de bambú sin procesar están dirigidas a Perú, seguido de Alemania, Estados Unidos, Chile y Argentina; mientras que, los productos de bambú industrializados se exportan mayoritariamente a Estados Unidos. Por otra parte, en cuanto a las importaciones, los muebles fabricados a base de bambú son los principales productos que se compran a países como Filipinas, Indonesia y Estados Unidos (MAG, 2006).

De acuerdo con Parreño (2017), la especie *Guadua angustifolia* también conocida como caña guadúa, es la de mayor importancia económica en Ecuador, seguida de *Dendrocalamus asper*, bambú gigante, especie introducida hace más de 30 años.

A nivel nacional, el precio de una caña de *Guadua angustifolia* depende del lugar, cantidad, calidad y uso final; en la fijación del precio también influye considerablemente el costo del transporte, razón por la cual, el precio varía de una provincia a otra, desde USD \$0,20 en Manabí hasta USD \$1,75 en Guayas y USD \$1,90 en Huaquillas, en la frontera con Perú (Añazco y Rojas, 2015).

Escala (2015) afirma que, en Huaquillas una caña de *Guadua angustifolia* de 6 m de longitud cuesta desde USD \$1,80 hasta USD \$2,40, en Aguas Verdes el precio aumenta a USD \$3,60. El precio de la caña se incrementa conforme a la distancia que se recorre, en Piura el precio es de USD \$8, y en Chiclayo, USD \$13; mientras que en Lima el precio va desde USD \$18 hasta USD \$20.

2.2.4.3.2. *Importancia social*

Para el pueblo ecuatoriano, la producción de bambú es una actividad ancestral, sin embargo, la mayoría de los productores desconocen los usos que se le puede dar (García, 2013). El bambú tiene uno o más usos específicos; cada parte de la planta puede ser utilizada con determinadas aplicaciones de acuerdo con las características de su especie, de modo que el número de servicios del bambú es ilimitado (Morán, 2001).

Salas (2006) manifiesta que, debido a la diversidad de aplicaciones que no han sido superadas por ninguna especie forestal, el bambú representa una alternativa que ha contribuido con la mitigación de varias temáticas sociales.

Giraldo (2008) comenta que, las prácticas de manejo y aprovechamiento sostenibles de los bosques de bambú ofrecen un gran potencial para incrementar la oferta de bienes y servicios ambientales, y mejorar los medios de vida de las comunidades. El bambú es una fuente accesible para muchas comunidades que cuentan con este recurso, de modo que es posible crear riqueza y empleo con una pequeña inversión de capital (Castaño, 2002).

Echezuría (2018) menciona que, el bambú ha sido el motor sociocultural y económico de varias sociedades que utilizan este material con diversos fines, entre los cuales se destaca la construcción de sus viviendas. De acuerdo con Morán (2014), citando al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2010) en el Ecuador, el total de casas construidas con bambú corresponde a 329.416 unidades, siendo Guayaquil la ciudad que posee la mayor cantidad de casas con 60.521 unidades, correspondiente al 18% del total.

El rápido crecimiento y la capacidad de regeneración del bambú hacen que sea un material ideal para la construcción; en su forma natural es comparable al acero ya que posee una alta resistencia a la tracción; y al hormigón, en cuanto a la resistencia a la compresión (Sharma, Gato, Bock, Mulligan, & Ramage, 2014). Es un material que tiene una gran ligereza y un índice de elasticidad muy elevado, posee una enorme facilidad para el transporte, mantenimiento y puesta en obra, y una considerable resistencia al fuego debido a la concentración de silicio presente en la capa exterior de la corteza (Reig, 2019).

El bambú representa una excelente alternativa ante materiales de construcción más costosos, y a futuro se espera que su utilización sea de forma masiva como reemplazo de la madera por tratarse de un material renovable (Rodríguez, 2006).

Según García (2012) el bambú es comúnmente utilizado en zonas rurales, por este motivo ha sido reconocido como “la madera de los pobres” lo cual, con el tiempo ha creado diversas implicaciones sociales. No obstante, en la actualidad, el bambú es apreciado cada vez más en el ámbito de la arquitectura combinando tradición y modernidad.

Poveda et al. (2016) manifiestan que es importante darle una correcta utilización al bambú como material de construcción y fusionar la tecnología nativa con nuevos sistemas constructivos a fin de brindar condiciones óptimas que estén al alcance de todo tipo de usuario.

2.2.4.3.3. *Importancia ambiental*

Según Falck (2001), el bambú es una planta que se desarrolla muy bien en climas cálidos y húmedos, su cultivo ha sido propuesto como una alternativa para la protección del ambiente ya que su rápido crecimiento lo convierte en una planta ideal para la reforestación.

Los bosques de bambú poseen un extenso sistema de rizomas y una gruesa capa de hojarasca que cubre sus suelos, las cuales les confieren la capacidad para controlar la erosión del suelo, prevenir los deslizamientos de tierra y contribuir con la conservación del suelo (Song et al., 2011). El abundante follaje de *Guadua angustifolia* aporta al suelo entre 30 y 35 ton/ha/año de biomasa, lo cual constituye entre el 10 y el 14% de la totalidad de material vegetal que se genera en el guadual (Giraldo, 2008).

Carmioli (2009) manifiesta que, a la orilla de ríos y quebradas, el bambú actúa como una bomba de almacenamiento de agua. En la época lluviosa absorbe grandes cantidades de agua que es almacenada en los entrenudos de los culmos, en el sistema de rizomas y en las cavidades porosas del suelo; posteriormente, el agua retenida es devuelta al caudal del río durante la época de sequía. Giraldo (2008) menciona que *Guadua angustifolia* es una especie que puede acumular hasta 30.000 litros de agua/ha.

El bambú cuando se encuentra en rodales naturales, plantaciones o sistemas agroforestales, puede reducir la presión sobre los bosques, evitar la degradación forestal y contribuir con el almacenamiento de carbono (Lobovikov, Lou, Schoene, & Widenoja, 2009). Se estima que una hectárea de bambú captura 40 % más de dióxido de carbono que una hectárea de coníferas o eucaliptos en 10 o 14 años (González, 2007).

2.2.5. Composición botánica

La subfamilia Bambusoideae pertenece a la familia Poaceae, abarca a las diferentes especies de bambú, las cuales están distribuidas en tres tribus: Arundinarieae que incluye a los bambúes leñosos de zonas templadas; Bambuseae que incluye a los bambúes leñosos de zonas tropicales; y Olyreae que incluye a los bambúes herbáceos (Clark, Londoño y Ruiz, 2015).

El bambú comprende una gran diversidad morfológica; existen bambúes que alcanzan pocos centímetros con tallos herbáceos, mientras que otros bambúes alcanzan hasta 30 m de altura con tallos leñosos (Londoño, 2002). Los bambúes leñosos se destacan porque poseen un sistema de rizomas bien desarrollado, tallos huecos y leñosos, patrones de ramificación, hojas pecioladas y órganos de revestimiento especializados (Liese & Köhl, 2015) (Figura 3).

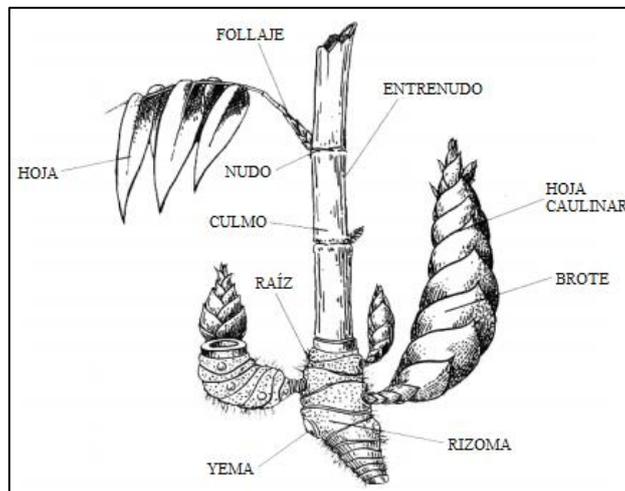


Figura 3. Partes del bambú.

Fuente: (National Mission on Bamboo Applications, 2004)

Las partes principales de una planta de bambú son las siguientes:

a) Rizoma

La raíz del bambú se denomina rizoma, es de gran importancia para el almacenamiento y distribución de los nutrientes a todas las partes de la planta, y es un elemento esencial para la propagación del bambú que asexualmente se realiza a través de la ramificación de los rizomas (Mercedes, 2006). El complejo sistema de rizomas del bambú es subterráneo, altamente ramificado y constituye la base estructural de la planta (Banik, 2015).

Coto (1991) señala que existen tres tipos de rizomas:

- Paquimorfo o simpodial: Estos rizomas son cortos y gruesos, con internudos asimétricos más anchos que largos, y sólidos con pequeñas raíces. La mayoría de las especies con este tipo de rizoma son tropicales, generalmente se ubican casi desde el nivel del mar, aunque la altura ideal es entre 200 y 1000 m.s.n.m. Las especies pertenecientes a los géneros *Guadua*, *Bambusa*, *Dendrocalamus* y *Gigantochloa* tienen este tipo de rizoma.
- Leptomorfo o monopodial: Estos rizomas son largos y delgados, de forma cilíndrica o casi cilíndrica, con internudos simétricos más largos que anchos. La mayoría de las especies que poseen rizomas leptomorfos crecen en climas subtropicales o templados, su hábitat ideal se desarrolla entre 800 y 2000 m.s.n.m. Las especies del género *Phyllostachys* pertenecen a esta clasificación.
- Intermedio o antipodial: El desarrollo de estos rizomas es una combinación entre paquimorfos y leptomorfos. Las especies del género *Chusquea* tienen este tipo de rizoma.

b) Culmo

Este término se utiliza para hacer referencia al tallo de los bambúes leñosos. El culmo consta de tres partes: cuello, nudos y entrenudos. El cuello es la parte que se une con el rizoma; los nudos son tabiques transversales que se desarrollan en el interior de los entrenudos y son las partes más resistentes; los entrenudos son cilindros huecos de textura fuerte y consistente. Esta combinación de estructuras le confiere a los culmos una alta flexibilidad y resistencia (Londoño, 2002; Chiluiza y Hernández, 2009).

Mercedes (2006) comenta que no es posible determinar la edad del culmo a través de la medición del diámetro debido a que, cuando el bambú nace, ya presenta su diámetro máximo. De acuerdo con Coto (1991), el período de crecimiento de los culmos desde el momento que emerge hasta que alcanza su altura máxima es de aproximadamente 80 a 110 días en especies de rizoma paquimorfo, y de aproximadamente 30 a 80 días en especies de rizoma leptomorfo.

El culmo consta de tres partes: inferior, media y superior, denominadas: pata, tallo y cuje respectivamente. Estas poseen estructuras diferentes entre sí, las cuales permiten establecer los diferentes usos que se le puede dar (Figura 4).

		ALTURA	LONGITUD
		20 m	2 m
PARTE SUPERIOR		18 m	3 m
		15 m	4 m
PARTE MEDIA		11 m	8 m
		3 m	3 m
PARTE INFERIOR		2 m	2 m

Figura 4. Partes del culmo de *Guadua angustifolia*.

Fuente: (Minke, 2012)

c) Yema

Es una pequeña estructura localizada por encima de los nudos que tiene el potencial para desarrollarse como rama, puede permanecer activa o inactiva, y ser de carácter vegetativo o reproductivo. Las yemas de los bambúes son muy relevantes para la identificación de géneros, especies y secciones, además son las estructuras más utilizadas para la propagación *in vitro* del bambú (Londoño, 2002).

d) Rama

Cuando el culmo alcanza su altura completa, las yemas presentes en los nudos empiezan a crecer hasta convertirse en ramas, las cuales emergen en lados alternos del culmo (Banik, 2015).

Las ramas sostienen el follaje, que es la estructura básica del proceso fotosintético de la planta; el número y organización de las ramas en los bambúes varía mucho, además la ramificación depende de los diferentes estados de desarrollo de la planta. En algunos casos las ramas se modifican formando espinas como es el caso de *Guadua angustifolia* (Londoño, 2002).

e) Hoja caulinar

Es una hoja modificada, constituida por tres partes: la vaina o parte basal, la lámina o parte apical y la lígula interna que es la estructura que une la vaina y la lámina. Se desarrolla en los nudos en cada uno de los segmentos del culmo y su objetivo es proteger tanto al culmo durante su fase inicial del crecimiento como a las yemas (Banik, 2015).

Londoño (2002) afirma que las hojas caulinares presentan cambios progresivos en su tamaño, forma, consistencia y vestimento a lo largo del culmo, pueden ser persistentes o deciduas y varían a nivel de géneros, especies y secciones del culmo. Montiel y Sánchez (2006) mencionan que la identificación de géneros y especies se realizan con ayuda de las hojas caulinares ya que estas presentan formas y estructuras diferentes entre sí.

f) Follaje

En general, las hojas de los bambúes son muy similares, con la diferencia que algunas especies tienen hojas más grandes y otras más pequeñas, sin embargo, el tamaño depende mucho de la parte de la planta en donde se desarrollan (Banik, 2015).

Mercedes (2006) asevera que, durante la primera etapa del crecimiento, las hojas pueden ser ovaladas, lanceoladas y oblongo-lanceoladas, lisas o casi lisas en el haz; pero la característica que más diferencia las hojas del bambú de las del resto de gramíneas es el pseudopeciolo que une la vaina y la lámina.

g) Inflorescencia

La inflorescencia del bambú es una panícula compuesta indeterminada de hasta 9 cm de longitud que se ubica en los externos de las ramas, en ella se desarrollan pequeñas ramitas en forma de espiguillas con flores de color rosado claro (Banik, 2015).

Bendaña (2018) manifiesta que el bambú es la planta a la que le toma más tiempo llegar a la etapa de floración, por lo que este proceso es muy raro y único en el mundo.

Existen dos tipos de floración en el bambú:

- Floración gregaria: Sucede cuando todos los miembros de una generación determinada, que tengan un origen común entran en la etapa de floración al mismo tiempo sin importar su ubicación geográfica (Londoño, 2002). Este tipo de floración sucede a intervalos regulares, aunque generalmente ocurre una vez en la vida de la planta. Dependiendo de la especie el intervalo puede ser de entre 2 a 100 años y consecuentemente produce la muerte de individuos y poblaciones después de florecer (Villegas, 2003).
- Floración esporádica: Sucede cuando la floración entre los miembros de una determinada generación y un origen común ocurre en diferentes tiempos y durante intervalos irregulares, de modo que no es una floración simultánea (Londoño, 2002). Los intervalos en los que sucede la floración varían mucho y pueden ocurrir varias veces en la vida de la planta, sin que esto implique la muerte de los individuos (Villegas, 2003).

h) Fruto

Londoño (2002) afirma que el bambú presenta una amplia diversidad de frutos. En la mayoría de las especies, el fruto es un cariopsis con pericarpio seco, indehisciente, delgado con forma de un grano de trigo o arroz.

2.2.6. Estados de madurez

Rodríguez, Camargo, y Suárez (2010) citando a Correal y Arbeláez (2010) comentan que las propiedades físico-mecánicas y las características químicas del bambú cambian con el tiempo, es por este motivo que la identificación del estado de madurez de los culmos tiene gran relevancia, ya que define la calidad de la materia prima y por ende su potencial para diferentes aplicaciones. Según Londoño (2002) el culmo es la porción más útil del bambú y su uso está determinado por el estado de madurez. El ciclo de vida del bambú depende de cada especie, pero toda especie tiene cuatro estados de madurez:

a) Brote

Es la primera fase de desarrollo del bambú. Se inicia cuando la parte apical del rizoma emerge del suelo e inicia el crecimiento del culmo, el cual nace con un diámetro definido. El crecimiento del culmo es muy rápido ya que alcanza su altura máxima entre seis meses a un

año, que es cuando finaliza esta fase (Soria y Poppens, 2004). Los brotes no desarrollan ramas basales ni apicales, los culmos se encuentran totalmente cubiertos por las hojas caulinares que se desarrollan a partir de los nudos (Camargo, 2006). Los brotes de bambú son un elemento popular en la cocina asiática donde es común producirlos para el consumo humano ya que se considera que son deliciosos y a la vez nutritivos (Diver, 2001) (Figura 5).



Figura 5. Brote de *Guadua angustifolia*.
Fuente: Fotografía propia

b) Verde

Esta fase inicia una vez que han caído todas las hojas caulinares y empieza la aparición de las ramas basales y apicales. Los culmos son de color verde brillante, en los nudos aparecen dos bandas de color blanquecino denominadas bandas nodales (Soria y Poppens, 2004). La resistencia de los culmos en esta fase, no ha llegado al estado óptimo para su utilización, no obstante, los culmos partidos y aplanados pueden ser usados para elaborar canastos, esteras y otras artesanías (Díaz, 2010) (Figura 6).



Figura 6. Culmo verde de *Guadua angustifolia*.
Fuente: Fotografía propia

c) Maduro

Los culmos se tornan de color verde brillante a un verde un poco más opaco debido al crecimiento de líquenes, de modo que las bandas nodales no son tan perceptibles (Soria y Poppens, 2004). El culmo adquiere su mayor grado de resistencia, razón por la cual es ideal para su utilización en la construcción (Figura 7).



Figura 7. Culmo maduro de *Guadua angustifolia*.
Fuente: Fotografía propia

d) Sobremaduro

Es la fase final, en la cual los culmos inician un proceso de degradación fisiológica. El follaje se torna amarillento y luego empieza la defoliación, los culmos también adquieren una coloración amarillenta y finalmente mueren (Soria y Poppens, 2004). Los culmos secos ya no presentan resistencia mecánica, sin embargo, son un excelente material combustible, son utilizados en hornos para varios procesos como alfarería y panadería (Díaz, 2010) (Figura 8).



Figura 8. Culmo sobremaduro de *Guadua angustifolia*.
Fuente: Fotografía propia

Camargo y Rodríguez (2011) manifiestan que la estructura de un guadual en términos de los estados de madurez provee información de vital importancia para el manejo. Es posible evaluar la regeneración natural con ayuda de los brotes y los culmos jóvenes; la disponibilidad de culmos comerciales con los culmos maduros; y las necesidades de aplicar técnicas silviculturales con los culmos sobremaduros.

2.2.7. Descripción de las especies

2.2.7.1. *Dendrocalamus asper*

Esta especie también era conocida con los nombres de *Bambusa aspera* Schultes f. (1830), *Dendrocalamus flagellifer* Munro (1868), *Gigantochloa aspera* (Schultes f.) Kurz (1875) y

Dendrocalamus merrillianus Elmer (1915) antes de ser denominada con su nombre actual por Cornelis Andries Backer en 1927 (Montiel y Sánchez, 2006).

2.2.7.1.1. Descripción taxonómica

La clasificación taxonómica según Clark et al. (2015) es la siguiente:

Familia: Poaceae

Subfamilia: Bambusoideae

Tribu: Bambuseae

Subtribu: Bambusinae

Género: *Dendrocalamus*

Nombre científico: *Dendrocalamus asper*

Nombre común: Bambú gigante

2.2.7.1.2. Descripción botánica

Damiani (2013) y Sánchez (2017) manifiestan:

Dendrocalamus asper es una especie de bambú leñoso, de rizoma paquimorfo. Los culmos tienen una altura de entre 20-30 m, su diámetro mide entre 6-20 cm, poseen un color verde brillante, en la zona basal son rectos mientras que en la zona apical son arqueados. Los entrenudos son huecos y su longitud varía de 20-50 cm, las paredes del culmo son gruesas, tienen entre 2-3 cm de espesor. Los nudos tienen raicillas gruesas de color crema que resaltan principalmente en la parte basal del culmo. Las hojas caulinares son deciduas, de color café oscuro, cubiertas por abundante pubescencia, cubren el primer tercio del culmo, las láminas son anchas y cortas en la base y un poco más delgadas y largas en el ápice. Principalmente se distinguen las ramas superiores, cuya orientación va en ángulos hacia arriba. Las hojas del follaje son láminas lanceoladas de color verde oscuro.

2.2.7.1.3. Distribución geográfica

Dendrocalamus asper es una especie que probablemente se originó en alguna parte del sureste asiático. Se localiza en toda Asia tropical, en países como India, Nepal, Bangladesh, Myanmar, al norte de Tailandia, Laos y Vietnam; y ha sido introducida al sur de China, Malasia, Indonesia y Filipinas (Londoño, 2004; Benton, 2015).

Se desarrolla en excelentes condiciones entre los 400 hasta los 500 m.s.n.m. pero puede crecer hasta los 1.500 m.s.n.m., de preferencia en zonas cuya precipitación media anual se encuentra alrededor de los 2.400 mm. Esta especie crece en diferentes tipos de suelo, sin embargo, prefiere suelos pesados y bien drenados (Schröder, 2010).

Dendrocalamus asper es una de las especies más aceptadas para el establecimiento de plantaciones. Puede crecer entre 90 hasta 120 cm por día en condiciones adecuadas, su propagación no necesita requerimientos especiales, tiene un ciclo corto para la cosecha, alto rendimiento en cuanto a producción de brotes, además los culmos son ideales para la construcción (Subsansenee, 1994).

2.2.7.1.4. Usos de la especie

Durante más de 2500 años, en China se han identificado a los brotes de *Dendrocalamus asper* como vegetales y han sido utilizados en la cocina tradicional del sur de Asia debido a su alto valor culinario (Chandramouli, Jagadish, & Viswanath, 2015).

Según Añazco (2013) existen más de 1000 usos registrados para el bambú, sin embargo, uno de los más conocidos es la construcción de viviendas de tipo social. Soto (2010) declara que los tallos se emplean frecuentemente en la construcción debido a sus propiedades físico-mecánicas que le confieren una extraordinaria resistencia, durabilidad y funcionalidad.

En el sector agrícola, el cuje es muy útil ya que tanto en la Costa como en la Sierra se utiliza para apuntalar cultivos hortícolas y frutales (Naranjo y Naranjo, 2006). Cabe mencionar que en la zona de estudio se ha identificado que la pata es la parte del culmo que se usa como puntal, especialmente para el cultivo de pitahaya.

Dendrocalamus asper es utilizada también para la producción de papel, ya que sus fibras son relativamente largas, ideales para este fin. Las propiedades del papel de bambú, entre las cuales están: blancura, color y brillo, se conservan durante más tiempo superando al papel fabricado a partir de madera (Malanit, 2009).

Por otra parte, Benton (2015) manifiesta que, debido a su versatilidad esta especie se usa en la elaboración de muebles, instrumentos musicales, palillos, utensilios domésticos y artesanías.

2.2.7.2. *Guadua angustifolia*

En un viaje realizado a América equinoccial, el naturalista Alexander von Humboldt y el botánico Aimé Bonpland vieron por primera vez esta especie de bambú y en 1808 la identificaron con el nombre científico de *Bambusa guadua* (Castaño y Moreno, 2004).

Guadua angustifolia fue descrita por el botánico Karl Sigmond Kunth en 1822, quien segregó a esta especie del género *Bambusa* y la nombró con base en el vocablo indígena “guadua” utilizado por las comunidades de Ecuador y Colombia (Villegas, 2003).

2.2.7.2.1. Descripción taxonómica

Según Castaño y Moreno (2004) la clasificación taxonómica es la siguiente:

Familia: Poaceae

Subfamilia: Bambusoideae

Tribu: Bambuseae

Subtribu: Guaduinae

Género: *Guadua*

Nombre científico: *Guadua angustifolia*

Nombre común: Caña guadúa

2.2.7.2.2. Descripción botánica

Londoño (2010) señala:

Guadua angustifolia es una especie de bambú leñoso y espinoso, cuyo rizoma es paquimorfo. Los culmos van de 15-20 m de altura, de 10-15 cm de diámetro, de color verde brillante, rectos en la zona basal y arqueados en la zona apical. Los entrenudos son huecos y su longitud varía de 12-30 cm para los entrenudos basales, mientras que, para los entrenudos medios y apicales varía de 30-45 cm, la pared del culmo tiene entre 2-2,5 cm de espesor. Los nudos son solitarios, claramente diferenciados con yemas solitarias, ampliamente triangulares. Las hojas caulinares son deciduas, de color café, su textura es coriácea y se encuentran cubiertas por abundante pubescencia, las láminas son triangulares, de 11-14 cm de longitud y de 13-15 cm de ancho. La ramificación se presenta con la rama principal solitaria con espinas, la cual desarrolla entre 1-3 espinas por nudo. Las hojas del follaje poseen tamaños variables, la lámina es linear-lanceolada.

2.2.7.2.3. Distribución geográfica

Guadua angustifolia es una especie de bambú originaria de las regiones tropicales de América. Se desarrolla de manera natural en Ecuador, Colombia y Venezuela, pero con el tiempo ha sido introducida en otros países de Sudamérica, Centroamérica, incluyendo también varios países de Europa y Asia (Londoño, 2001).

Según Londoño (1990) la mayoría de las poblaciones de *Guadua angustifolia* crecen dentro de las formaciones vegetales de bosque húmedo tropical (bh-T), bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) y bosque seco tropical (bs-T). Se puede encontrar en las orillas de ríos y quebradas; sin embargo, predomina principalmente en los valles interandinos y crece en estado natural en forma de colonias dominantes conocidas como “guadales”.

Añazco y Rojas (2015) señalan que *Guadua angustifolia* se desarrolla de manera óptima desde los 0 hasta los 1.600 m.s.n.m., pero también es posible su crecimiento hasta los 2.000 m.s.n.m. Las temperaturas a las cuales se adapta van desde los 20 hasta los 26°C. La especie requiere precipitaciones entre los 1.300 y 4.000 mm anuales y una humedad relativa del 80%. La luminosidad para un excelente desarrollo debe estar comprendida entre 1.800 y 2.000 horas/luz/año, lo que corresponde de cinco a seis horas/luz/día.

Guadua angustifolia crece un aproximado de 21 cm por día, en un mes alcanza cerca del 80% de su altura máxima, la cual se completa a los cinco meses alcanzando de 15 a 30 m (Londoño, Camayo, Riaño y López, 2003).

2.2.7.2.4. Usos de la especie

Debido a sus propiedades estructurales, tales como: resistencia, flexibilidad y gran capacidad para absorber energía, *Guadua angustifolia* es considerada un material ideal para utilizarlo en construcciones sismo-resistentes (Añazco, 2013).

Guadua angustifolia es una planta de la cual se pueden aprovechar todas las partes, por ejemplo, la pata se usa en la elaboración de artesanías (Carvajal, 2013). La pata es utilizada también en la elaboración de talanqueras, que son estructuras sobre las cuales se colocan pedazos de carrizo para secar las hojas de tabaco (Añazco y Rojas, 2015).

García (2013) menciona que, una vez que han sido procesados en forma de caña picada, los culmos son utilizados en las florícolas como cortinas rompevientos. Cobo (2008) manifiesta que esta especie es indispensable en la región Costa para el cultivo del banano ya que los cujes se utilizan como puntales para sostener el peso de los racimos.

Guadua angustifolia posee fibras naturales muy fuertes que le permiten competir con la madera y elaborar diferentes productos tales como: aglomerados, laminados, pisos, paneles, esteras, pulpa y papel (Añazco, 2013).

En Ecuador se reporta también el uso medicinal de esta especie, para lo cual se emplean las hojas para la preparación de diuréticos y las raíces para el tratamiento de diversos dolores corporales (Reátegui, 2009).

2.2.8. Investigaciones relacionadas

2.2.8.1. La *Guadua* Certificada en el Eje Cafetero Colombiano

El estudio se llevó a cabo con la finalidad de analizar el proceso de obtención del certificado de manejo forestal de la Corporación para el Manejo Sostenible de Guaduales “Guadua” la cual se formó a partir de cinco productores de guadua en áreas individuales. Se resaltaron los beneficios y oportunidades generadas entre las cuales se encontró el ingreso a

determinados nichos de mercado a nivel nacional e internacional y la definición de la certificación como una herramienta que ha servido para disminuir las prácticas de tala ilegal en los bosques de algunos países latinoamericanos (Rojas, 2007).

2.2.8.2. Certificación forestal voluntaria de guaduales en Colombia bajo el esquema del FSC en áreas de conservación: Caso Jardín Botánico Universidad Tecnológica de Pereira

La investigación tuvo como objetivo preparar al Jardín Botánico para la certificación FSC en una modalidad grupal dentro de la Corporación para el Manejo Sostenible de Guaduales “Guadua”. En primer lugar, se identificó el cumplimiento de los principios establecidos por el FSC por parte del Jardín Botánico; posteriormente se formuló un plan de acción para cumplir con los principios, con énfasis en los Altos Valores de Conservación encontrados en el lugar; finalmente se propusieron estrategias de monitoreo y seguimiento para la implementación del plan de acción para la obtención de la certificación (Romero, 2015).

2.2.8.3. Instrumentos de gestión para el manejo de bosques de guadua en el Eje Cafetero colombiano

Suárez y Rodríguez (2010) evaluaron diversos instrumentos de gestión con el objetivo de determinar su contribución al mejoramiento de las organizaciones que dependen de la guadua, y contribuir con la generación de estrategias para el manejo integrado de este recurso. Para el caso de la certificación se determinó que en el Eje Cafetero la certificación grupal ha tomado importancia ya que permite reducir los costos de transacción, fomenta el trabajo en grupo y contribuye con la organización empresarial. No obstante, se espera que a futuro existan nuevas y mejores oportunidades de mercado que permitan asegurar que los esfuerzos de certificación se vean retribuidos a los productores.

2.2.8.4. Fortalecimiento de los procesos productivos de la Asociación Campesina Tecniguadua (ASOCATEG) para la continuidad de la certificación forestal voluntaria

La Asociación Campesina Tecniguadua (ASOCATEG) se decidió por la certificación voluntaria años atrás, sin embargo, durante sus primeros pasos se encontraron ciertas falencias que ponían en riesgo los avances obtenidos hasta ese momento. La investigación estuvo

enfocada hacia la elaboración de un plan de mejoramiento que permitiera corregir los errores antes mencionados. Entre las acciones realizadas dentro del plan se encontraron: la creación de registros de actividades, la capacitación en cuanto a seguridad industrial, la adquisición de nuevos equipos, el mejoramiento de las instalaciones y el fortalecimiento de los procesos productivos de la asociación (Morales y Trejos, 2007).

2.2.8.5. Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú en Ecuador con énfasis en la especie *Guadua angustifolia*

El estudio liderado por International Network for Bamboo and Rattan (INBAR) y los actores que conforman la Mesa Sectorial del Bambú, surge de la necesidad de actualizar el panorama de la caña guadúa en todos sus aspectos, por tal motivo se planteó el análisis de la cadena de la especie *Guadua angustifolia* en el Ecuador. Se determinó que existen importantes avances en varios eslabones de la cadena con relación a la década pasada: mayor número de actores involucrados con mayor conocimiento en cuanto a diferentes procesos, innovación en los procesos productivos, mayor cantidad de investigaciones relacionadas, entre otros. Sin embargo, se presentan también acciones que permitan consolidar el panorama del bambú en Ecuador y que deben ser tomadas en cuenta (Añazco y Rojas, 2015).

2.2.8.6. Estado del arte de la cadena de la guadua en Colombia 2003-2012

La Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) desarrolló un estudio con la finalidad de conocer el estado actual de la cadena productiva y explorar el camino que se debe seguir para lograr que la guadúa se convierta en una verdadera alternativa económica para todos los actores de la cadena productiva. El estudio presenta determinados proyectos de investigación y desarrollo, y los análisis de desempeño en función de los negocios que tienen potencial competitivo, además de los análisis de las oportunidades de mercado para la guadua. Finalmente se detallan los temas de mayor interés y las estrategias de aplicación para alcanzar la visión prospectiva para 2023 (Moreno y Mejía, 2013).

2.2.8.7. Determinación de estrategias genéricas en las fases de la cadena productiva del bambú

La investigación se realizó con el objetivo de contribuir con el sector del bambú que se encuentra subvalorado, además de poseer cadenas productivas deficientes, las cuales no se encuentran bien definidas ni tecnificadas. El punto inicial del estudio fue mejorar la ventaja competitiva del sector a través del planteamiento de estrategias orientadas a mejorar las diferentes fases de la cadena, luego, la definición de actividades permitió el cumplimiento de las estrategias planteadas. Se identificó que existen deficiencias en cuanto a rentabilidad en varios niveles en los eslabones de la cadena, los cuales deben ser trabajados con la ayuda de instituciones con las cuales se puede difundir los resultados encontrados e incrementar la producción de bambú (Naranjo y Naranjo, 2006).

2.2.8.8. Análisis de la cadena productiva del bambú en Costa Rica

La investigación está basada en el análisis de la cadena productiva del bambú como respuesta a la necesidad de obtener conocimiento acerca de la situación actual y potencial del recurso en el país. Se aplicaron encuestas semiestructuradas a los productores de bambú mediante un muestreo estratificado, incluyendo actores como: intermediarios, transformadores, distribuidores y consumidores, además de proveedores de servicios técnicos y empresariales. Los resultados obtenidos sugieren que la superficie de bambú en Costa Rica corresponde a 1345 ha en las cuales se encuentran las especies: *Bambusa vulgaris*, *Bambusa tuldoides*, *Guadua angustifolia*, *Phyllostachys aurea* y *Dendrocalamus giganteus*. Se determinó que, tanto la oferta como la demanda del bambú se han duplicado en los últimos diez años, sin embargo, el bajo volumen de mercado conlleva a que existan elevados costos de transacción, los cuales impiden el desarrollo de la cadena, problemática que puede resolverse mediante la creación de alianzas entre los diferentes eslabones de la cadena (Deras, 2003).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del sitio

3.1.1. Política

El estudio se desarrolló en tres sitios diferentes, de propiedad de la empresa Allpabambú:

a) Sitio de estudio 1

Finca El Milagro, ubicada en el recinto Barrio Lindo, parroquia Pedro Vicente Maldonado, del cantón Pedro Vicente Maldonado, ubicado a 129 km del Distrito Metropolitano de Quito, provincia de Pichincha.

b) Sitio de estudio 2

Finca La Joya, ubicada en el recinto Salcedo Lindo, parroquia Pedro Vicente Maldonado, del cantón Pedro Vicente Maldonado, ubicado a 135 km del Distrito Metropolitano de Quito, provincia de Pichincha.

c) Sitio de estudio 3

Centro de acopio de bambú, ubicado en el recinto San Vicente de Andoas, parroquia Pedro Vicente Maldonado, del cantón Pedro Vicente Maldonado, ubicado a 116 km del Distrito Metropolitano de Quito, provincia de Pichincha.

3.1.2. Geográfica

a) Sitio de estudio 1

Finca El Milagro, ubicada a $79^{\circ} 05' 35''$ longitud W, $00^{\circ} 03' 22''$ latitud N, a una altitud de 570 m.s.n.m. (Anexo 1).

b) Sitio de estudio 2

Finca La Joya, ubicada a $79^{\circ} 01' 49''$ longitud W, $00^{\circ} 14' 34''$ latitud N, a una altitud de 460 m.s.n.m. (Anexo 1).

c) Sitio de estudio 3

Centro de acopio de bambú, ubicado a 79° 00' 07" longitud W, 00° 05' 41" latitud N, a una altitud de 714 m.s.n.m. (Anexo 1).

3.1.3. Límites

a) Sitio de estudio 1

Finca El Milagro, limita al norte con la propiedad del señor César Sari; al sur con la propiedad de la Cooperativa Virgen de Guadalupe; al este con la propiedad de la señora Marcela Dávila y al oeste con la propiedad del señor Carlos Yancha.

b) Sitio de estudio 2

Finca La Joya, limita al noreste con la propiedad del señor Iván Donoso; al sur con la propiedad del señor Armando Crespo y al oeste con la propiedad de la empresa Endesa - Botrosa.

c) Sitio de estudio 3

Centro de acopio de bambú, rodeado en su totalidad por los predios de propiedad del Ing. Germán Villarreal.

3.2. Datos climáticos

La temperatura media anual es de 23 °C, la precipitación media anual es de 3.000 mm; los meses de febrero, marzo y abril son los más lluviosos, mientras que los meses de julio, agosto y septiembre son los más secos; la humedad relativa se encuentra sobre el 70% (GAD Municipal de Pedro Vicente Maldonado, 2014).

3.3. Materiales, equipos y software

3.3.1. Materiales

- Cinta métrica
- Cinta diamétrica

- Latas de pintura
- Útiles de escritorio
- Libreta de campo

3.3.2. Equipos

- GPS
- Computadora
- Cámara fotográfica

3.3.3. Software

- Microsoft Office 2016
- ArcGIS 10.4
- InfoStat 2018
- SPSS Statistics 2.0

3.4. Metodología

3.4.1. Enfoque de la investigación

De acuerdo con Hernández, Fernández, y Baptista (2014) el enfoque de la investigación es de carácter mixto, es decir, cualitativo y cuantitativo debido a las estrategias utilizadas y las características de las variables evaluadas.

3.4.2. Tipo de investigación

La investigación es de tipo correlacional ya que comprende el análisis de diversas variables y estudia el modo en que interactúan entre sí; es también de tipo explicativo debido a que pretende exponer la forma en que las variables están relacionadas con los procesos de certificación forestal.

3.4.3. Diseño de la investigación

En la investigación se utilizó un diseño no experimental, de carácter transeccional que permitió evaluar las variables en una situación previamente establecida.

3.4.4. Estudio de las plantaciones de bambú

El estudio de las plantaciones brindó la información necesaria para la elaboración del Plan de Manejo de las áreas a certificarse, de modo que se contribuyó al cumplimiento del Principio 7: Planificación del manejo, y más específicamente al Criterio 7.2 que señala lo siguiente:

7.2.- La Organización deberá implementar un plan de manejo para las Unidades de Manejo que sea plenamente coherente con las políticas y objetivos para el manejo ambientalmente apropiado, socialmente beneficioso y económicamente viable. El plan de manejo deberá abordar la planificación del manejo forestal y de la gestión social, de forma proporcional a la escala, intensidad y riesgo de las actividades planificadas (FSC Internacional, 2015b).

Se adaptó la metodología utilizada por Malleux (2009) para el Inventario de Bosques de Bambú en el ámbito del Proyecto “Promoción de la Rehabilitación, Manejo y Uso Sostenible de los Bosques Tropicales de Bambú en la Región Noroccidental del Perú”

3.4.4.1. Universo

El área de investigación estuvo conformada por las dos fincas de propiedad de la empresa Allpabambú, las cuales comprenden áreas de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*, con un área total de 99 ha de bambú, subdivididas a continuación, por finca y especie (Tabla 1).

Tabla 1
Universo de las plantaciones de bambú

	Área total	<i>Dendrocalamus asper</i>	<i>Guadua angustifolia</i>
El Milagro	100 ha	45 ha	12 ha
La Joya	45 ha	42 ha	0 ha

Fuente: Elaboración propia

3.4.4.2. Tamaño de muestra

Para el cálculo de la muestra representativa se consideró un error del 5% y un nivel de probabilidad de 0,1% como valor de t de Student. Se aplicaron las ecuaciones de tamaño de muestra con las cuales se determinó la fracción muestral equivalente a 1,77%, la cual se aproximó a una intensidad del 2% para mejorar la precisión del inventario (Tabla 2).

Tabla 2

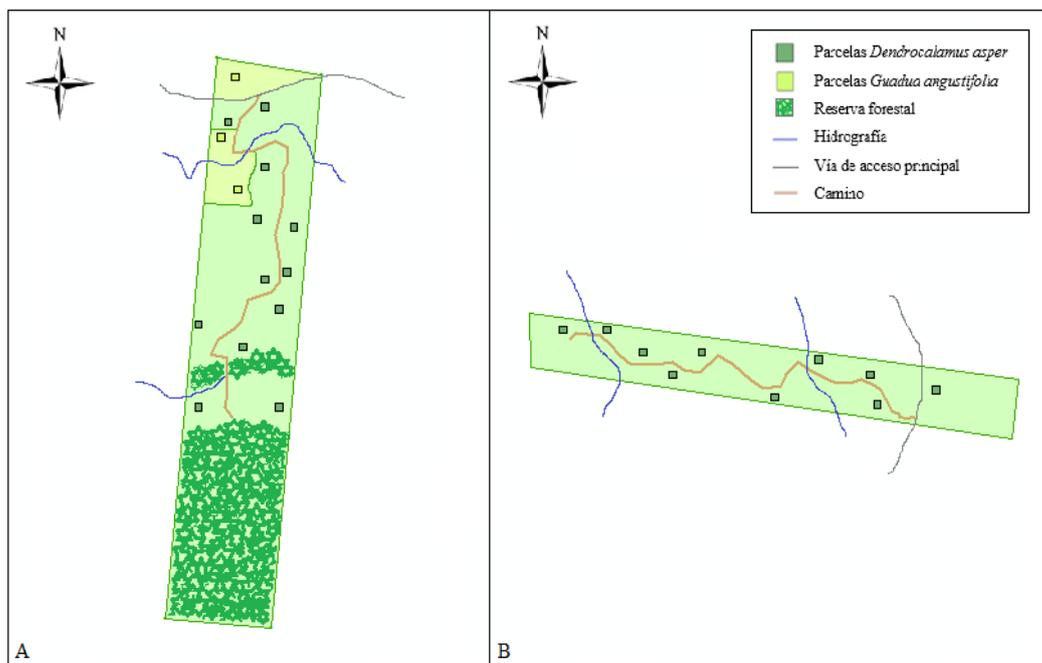
Muestra representativa de las plantaciones de bambú

	<i>Dendrocalamus asper</i>	Nro. parcelas	<i>Guadua angustifolia</i>	Nro. parcelas
El Milagro	45 ha	12	12 ha	3
La Joya	42 ha	10	0 ha	0

Fuente: Elaboración propia

3.4.4.3. Inventario

Para la realización del inventario se utilizó el muestreo aleatorio simple dentro de las plantaciones de bambú. El tamaño de las parcelas fue propuesto por Grajales (2014), para lo cual se establecieron parcelas cuadradas de 900 m² (Figura 9).



Fuente: Elaboración propia con base a Malleux (2009)

Las parcelas fueron distribuidas de modo que se puedan representar las diferentes condiciones de la población muestreada, tomando en cuenta las condiciones del terreno y el estado de la población en cuanto a densidad, estado de conservación o intervención; y accesibilidad (Malleux, 2009).

3.4.4.4. *Recolección de información*

La técnica utilizada para la recolección de información primaria a nivel de campo consistió en un formulario con todas las variables que posteriormente fueron evaluadas (Anexo 2).

3.4.4.5. *Variables*

a) Estado de madurez

Se determinó mediante la observación; los culmos fueron clasificados con base a los siguientes criterios: brote, verde, maduro y sobremaduro.

b) Edad de los culmos

Se obtuvo únicamente para *Dendrocalamus asper* en la finca El Milagro debido a que sólo se tienen registros para esta plantación. La marcación anual es una metodología local implementada por la empresa Allpabambú, la cual consiste en señalar los culmos con cintas de colores diferentes cada año con la finalidad de registrar las edades y determinar con exactitud la edad óptima para el aprovechamiento.

c) Diámetro (DAP)

La medición se realizó con la cinta diamétrica a la altura del pecho (1,30 m) como si se tratara de un inventario de especies forestales maderables. En el caso del bambú, la medición se realizó a la mitad del entrenudo para evitar errores.

d) Altura comercial

Para este fin se utilizaron ejemplares talados, los cuales se midieron con la cinta métrica. La altura comercial se obtuvo midiendo cada parte del culmo, siendo estas: pata, tallo y cuje, de acuerdo con las dimensiones que se manejan en la empresa para cada una de ellas.

e) Rectitud de los culmos

La evaluación se llevó a cabo mediante la observación; se calificó de acuerdo con los siguientes criterios: recto (1), ligeramente torcido (2), torcido (3) y, muy torcido (4).

f) Estado fitosanitario

Los culmos se evaluaron mediante la observación; se calificó de acuerdo con los siguientes criterios: completamente sano (1) y, ataque de hongos y/o insectos (2).

3.4.4.6. Análisis estadísticos

Se realizó el cálculo de los estimadores de estadística descriptiva para la variable diámetro, adicionalmente para obtener una mejor visualización de estos resultados se utilizaron diagramas de caja (box-plot). Finalmente, se empleó la Prueba Z para proporciones con un nivel de confianza del 95% con el objetivo de analizar las variables: rectitud y estado fitosanitario.

3.4.5. Estudio de la cadena de bambú

La información correspondiente a los factores de influencia de la cadena contribuyó con el cumplimiento del Principio 2: Derechos de los trabajadores y condiciones de empleo, y más específicamente al Criterio 2.3 que señala lo siguiente:

2.3.- La Organización deberá implementar prácticas para proteger a los trabajadores frente a los riesgos contra la seguridad y la salud laboral. Estas prácticas deberán ser proporcionales a la escala, intensidad y riesgo de las actividades de manejo y deberán cumplir o superar las recomendaciones del Código de Prácticas de la OIT sobre Seguridad y Salud en el Trabajo Forestal (FSC Internacional, 2015b).

Para el estudio de la cadena correspondiente a la empresa Allpabambú se tomó en cuenta todo el ciclo que debe cumplir el bambú desde su fase de vivero hasta el momento en que se obtiene un producto listo para su comercialización. Para este fin se adaptó la metodología del Proyecto CEPAL–GIZ para el diseño de estrategias de fortalecimiento de cadenas de valor (Oddone, Padilla, y Antunes, 2014).

3.4.5.1. Recolección de información

La técnica utilizada para la recolección de información fue la observación estructurada de los procesos llevados a cabo en la empresa Allpabambú.

De acuerdo con Campos y Martínez (2012) la observación estructurada consiste en una observación metódica que es apoyada por ciertos instrumentos, como, por ejemplo: una guía de observación, con la finalidad de obtener información controlada, clasificada y sistemática. Fuertes (2011) menciona que la importancia de la observación estructurada radica en que está previamente pensada y planificada de modo que la información es más precisa.

3.4.5.2. Eslabones de la cadena

Según Añazco y Rojas (2015) la cadena productiva del bambú en el Ecuador comprende los siguientes eslabones: silvicultura, cosecha y postcosecha, transformación y procesamiento y, consumo y comercialización. Para la empresa Allpabambú se determinaron los eslabones de acuerdo con los núcleos de los procesos productivos que se consideran determinantes dentro de la cadena. Cada eslabón correspondió a una fase del ciclo silvícola del bambú, siendo estos: propagación, establecimiento, mantenimiento, cosecha y transformación.

3.4.5.3. Costos de la cadena

Se aplicó la metodología de costos fijos y variables para cada eslabón de la cadena, para las dos especies: *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*. Se tomó en cuenta el valor del Salario Básico Unificado establecido por el Ministerio del Trabajo para el año 2020.

3.4.5.4. Factores de influencia

Se identificaron los factores impulsores y restrictivos para cada eslabón de la cadena. Para la recolección de la información se utilizó una entrevista semiestructurada a los actores directos de la cadena, siendo estos: los propietarios y los trabajadores de la empresa.

3.4.5.5. Actores de la cadena

Se identificaron tomando en cuenta a todos los agentes que participan en los diferentes eslabones de la cadena y se los clasificó de acuerdo con el grado de intervención en los procesos antes mencionados.

3.4.5.6. Características de los productos

Se determinaron las características de los productos finales elaborados en la empresa Allpabambú con criterios diferenciados para las dos especies de bambú: *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*.

3.4.6. Estudio socioeconómico

El estudio se realizó con los pequeños productores de bambú del cantón Pedro Vicente Maldonado, tomando en cuenta los criterios de selección del FSC para la certificación de bosques pequeños o manejados con baja intensidad o SLIMF.

3.4.6.1. Universo

Se tomó en cuenta el estudio realizado por Añazco y Rojas (2015) en el cual se identificaron a los productores de bambú del cantón Pedro Vicente Maldonado, específicamente aquellos que poseen áreas cubiertas por *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*, de modo que se determinaron 37 productores en total.

3.4.6.2. Recolección de información

La técnica utilizada para la recolección de información fue una encuesta semiestructurada, la cual fue previamente validada (Anexo 3).

3.4.6.3. Validación

Para obtener el número de encuestas se consideró un error del 10% y un nivel de probabilidad de 0,1% como valor de t de Student y se determinó un equivalente de tres encuestas. Los criterios tomados en cuenta para la validación de la encuesta fueron los siguientes:

- Área de bambú menor a 1 ha.
- Área de bambú mayor a 1 ha.
- Área donde se encuentre *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*.

3.4.6.4. *Tamaño de muestra*

Para el cálculo de la muestra se consideró un error del 1% y un nivel de probabilidad de 0,1% como valor de t de Student. Se aplicaron las ecuaciones de tamaño de muestra y se determinó un equivalente de trece encuestas.

3.4.6.5. *Análisis estadísticos*

Se realizó la priorización de las variables evaluadas y se llevó a cabo la técnica de análisis de tablas de contingencia con el fin de definir la independencia de las variables, adicional a esto se utilizó el estadístico chi cuadrado para determinar el grado de asociación existente entre ellas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Información de las plantaciones de bambú

4.1.1. *Dendrocalamus asper*

La plantación de la finca El Milagro comprende individuos de hasta diez años, motivo por el cual se la considera productiva. Por otra parte, la plantación de la finca La Joya comprende individuos de hasta cinco años y no se la considera productiva ya que, los culmos no han alcanzado la edad óptima para su aprovechamiento. Los resultados presentados para las plantaciones de *Dendrocalamus asper* se encuentran proyectados a una hectárea.

4.1.1.1. Estado de madurez

El establecimiento de las plantaciones de *Dendrocalamus asper* se realizó con una densidad de 100 plántulas/ha. Si se toma en cuenta la densidad de plantación por hectárea, a los cinco años, con un total de 1143 culmos se obtiene una producción anual de 2,3 brotes/planta; mientras que, a los diez años, con un total de 2225 culmos, se obtiene una producción anual de 2,2 brotes/planta (Figura 10).

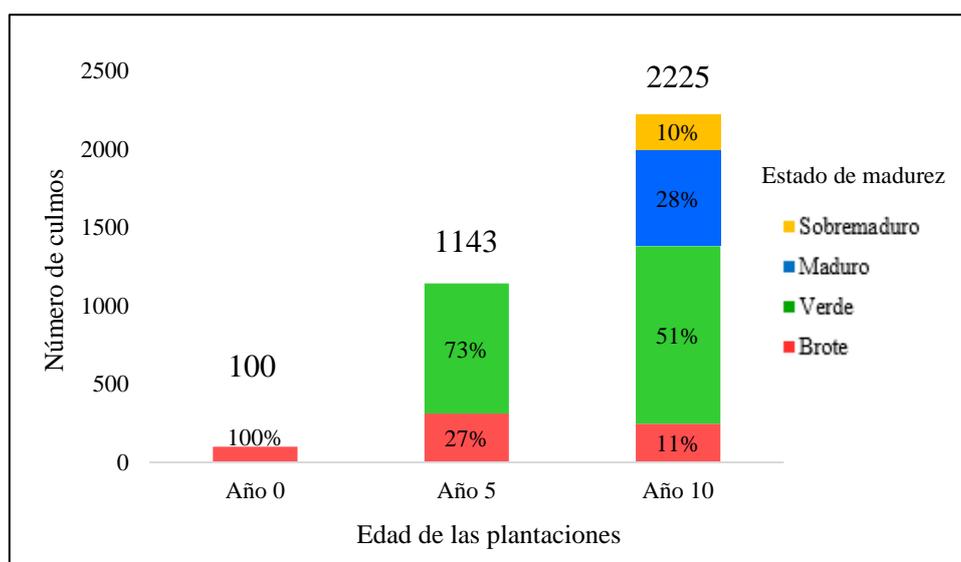


Figura 10. Estados de madurez en las plantaciones de *Dendrocalamus asper*.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con Alfaro (2010) al realizar un inventario forestal, las fases de desarrollo del bambú: brote, verde, maduro y sobremaduro, en promedio se encuentran en una proporción de: 12,5%, 25%, 50% y 12,5% respectivamente. Gonzáles (2005) señala que, la distribución ideal de la población es de 10%, 20%, 60% y 10%. Los resultados obtenidos mostraron que el porcentaje para el estado brote en la plantación de diez años es similar a los esperados, sin embargo, en la plantación de cinco años es superior ya que presenta una mayor cantidad de brotes.

Según Midmore (2009) la acumulación de una gran cantidad de culmos limita el crecimiento de nuevos brotes, por ello es necesario realizar al menos un aclareo anual. Esta afirmación probablemente justifica la existencia de una mayor cantidad de brotes en la plantación de cinco años debido a que existe menor cantidad de culmos por planta y por ende mayor espacio para el desarrollo de los brotes.

En las dos plantaciones, tanto la de cinco como la de diez años se determinó que más del 50% de culmos pertenecen al estado verde, esta situación se explica ya que el rango de edades pertenecientes al estado verde es mayor que el del resto de estados de madurez. Los culmos verdes son aquellos que van desde los dos hasta los seis años.

La madurez del bambú es un requisito indispensable para su utilización óptima en la construcción (Sattar, 1995). Los culmos maduros están listos para ser cosechados entre los siete y los nueve años. El porcentaje obtenido en la plantación de diez años es menor que el esperado, lo cual se explica debido a que la plantación se encuentra en un proceso de cosecha constante.

El manejo adecuado de las plantaciones permite mantener la producción sostenible de los culmos, aquellos que no se cosechan a tiempo comenzarán a decaer y finalmente colapsarán alrededor de los diez años (Sharma et al., 2014). Los culmos sobremaduros en la plantación son aquellos que sobrepasan los nueve años, estos ya no son adecuados para la construcción. El porcentaje encontrado está dentro del rango aceptable, sin embargo, estos culmos representan una pérdida económica para la empresa.

4.1.1.2. Edad de los culmos

La identificación de la edad de los culmos para la plantación El Milagro se realizó mediante los registros de la marcación anual, donde se identificaron individuos en edades desde uno hasta diez años. Los brotes son los culmos que tienen hasta un año de edad; los verdes se encuentran en el rango entre dos a seis años; los maduros en el rango entre siete a nueve años; y finalmente los que tienen más de nueve años corresponden a los culmos sobremaduros, en este caso, los de diez años (Figura 11).

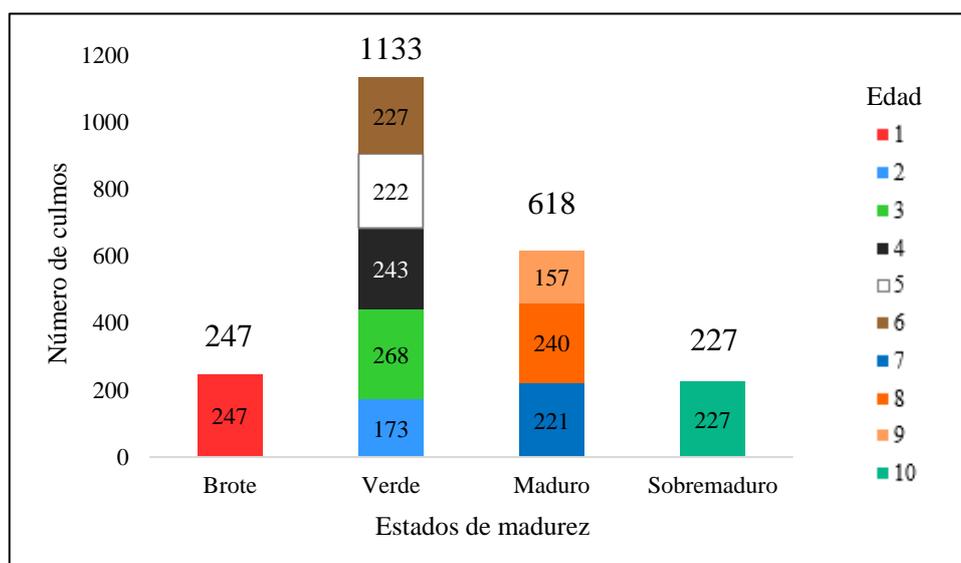


Figura 11. Edades en función del estado de madurez a los diez años.

Fuente: Elaboración propia

La producción anual promedio para la plantación El Milagro es de 2,2 brotes/planta, sin embargo, los valores obtenidos para cada año son muy diversos. La variación en la producción de culmos se debe principalmente a factores climáticos.

De acuerdo con Farrelly (1984); Lan (1990); y Koyama & Uchimura (1995) citados en Kleinhenz & Midmore (2001) manifiestan que determinadas condiciones ambientales como, por ejemplo: mayor temperatura, mayor disponibilidad de agua y mayor humedad del aire promueven el crecimiento de los culmos. Por su parte, Kadambi (1949), Uchimura (1978) y Qiu et al. (1992) mencionan que, los años en los cuales se tienen abundantes precipitaciones, son aquellos en los que existe una mayor producción de brotes.

Los resultados mostraron que el valor más bajo en el número de individuos se encuentra en el segundo año, con un promedio de 1,7 brotes/planta; sin embargo, este valor parece

compensarse en el tercer año, al obtener el valor más alto, con un promedio de 2,7 brotes/planta. Decipulo, Ockerby & Midmore (2009) en su evaluación de la productividad de *Dendrocalamus asper* en respuesta a diferentes aplicaciones de fertilizante e intensidades de manejo, demuestran que existen variaciones en cuanto a la producción anual de brotes: el primer año se obtuvo un promedio de 3,8 brotes/planta, el segundo año, 10,7 brotes/planta y el tercer año, 4,8 brotes/planta. Esta afirmación demuestra que son varios los factores que influyen en la producción anual de brotes, por lo cual no es posible esperar un valor concreto cada año.

4.1.1.3. Diámetro

Los diámetros en la plantación de diez años presentan valores que van desde 8,30 hasta 20,00 cm, distribuidos en cuatro estados de madurez (Figura 12).

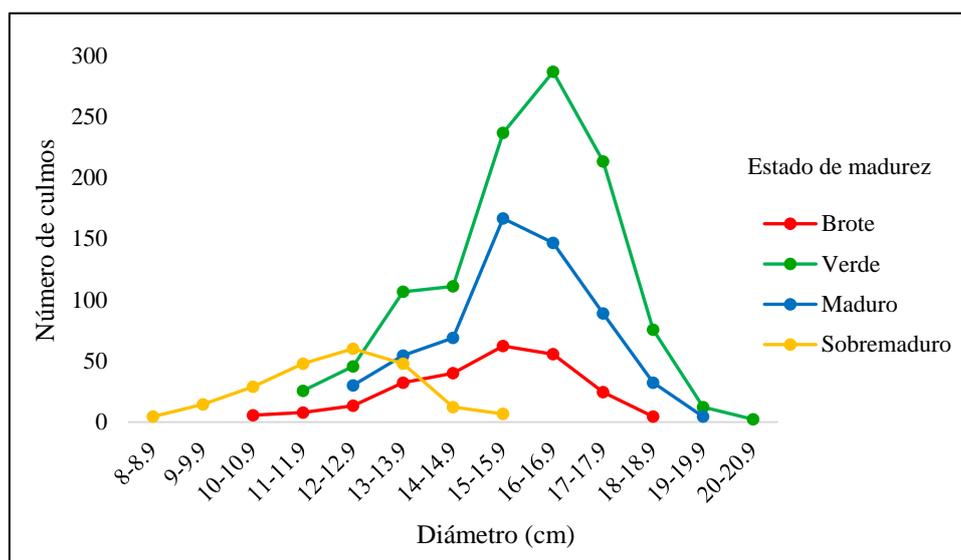


Figura 12. Distribución de diámetros por estados de madurez a los diez años.
Fuente: Elaboración propia

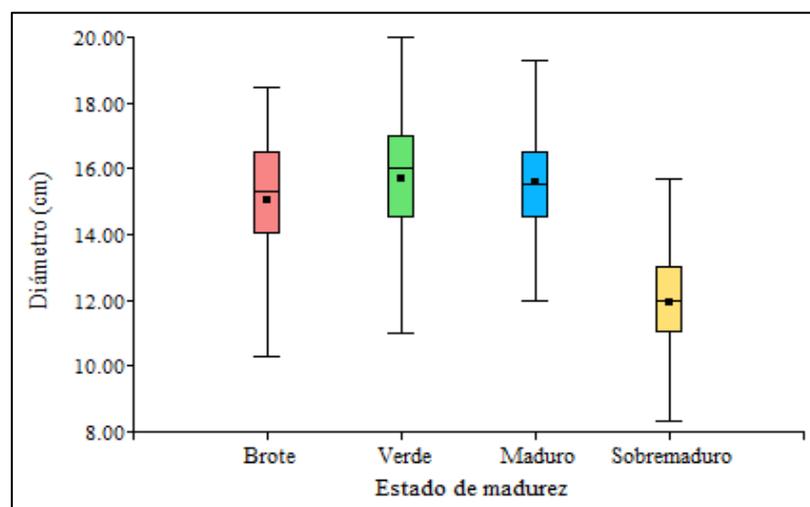
De acuerdo con los análisis estadísticos realizados con base en el diámetro, se determinó que existe homogeneidad en la plantación. Los datos correspondientes al estado maduro son los que presentan la homogeneidad más alta de los cuatro estados de madurez. Se encontró, además que las medias de los estados: brote, verde y maduro son similares entre sí, mientras que, la media del estado sobremaduro, es relativamente inferior (Tabla 3).

Tabla 3*Resultados estimadores estadísticos a los diez años*

Estado	Variable	Media	D.E.	Var (n-1)	E.E.	CV
Brote	Diámetro	15,04	1,68	2,82	0,11	11,16
Verde	Diámetro	15,71	1,68	2,83	0,05	10,71
Maduro	Diámetro	15,59	1,51	2,29	0,07	9,71
Sobremaduro	Diámetro	11,93	1,53	2,35	0,11	12,84

Fuente: Elaboración propia

Mediante el diagrama de caja es posible observar las diferentes distribuciones de los diámetros para los cuatro estados de madurez. Los estados: brote, verde y maduro presentan distribuciones asimétricas de los datos; únicamente la distribución del estado sobremaduro se considera cercana a la simetría. Los valores obtenidos para los tres primeros estados de madurez se encuentran bastante cercanos, mientras que el estado sobremaduro se encuentra distanciado de los demás (Figura 13).

*Figura 13.* Diagrama de caja para los estados de madurez a los diez años.**Fuente:** Elaboración propia

Embaye (2003); Camargo (2006) citando a Judziewicz, Clark, Londoño, & Stern (1999) afirman que el diámetro máximo alcanzable por el bambú está limitado por su crecimiento primario; al ser una planta monocotiledónea que no posee cambium vascular, el bambú no tiene crecimiento secundario, es decir que cada culmo emerge con un diámetro establecido y su crecimiento se define con base en la altura y la madurez del culmo.

El ciclo de vida del bambú se desarrolla de manera progresiva, esto quiere decir que, los brotes se convertirán en culmos verdes y estos a su vez se convertirán en culmos maduros para finalmente pasar a ser sobremaduros de acuerdo con su edad. El diámetro del bambú no se encuentra sujeto a variaciones de acuerdo con el estado de madurez, es decir, durante su ciclo de vida el bambú conserva el diámetro con el que nace.

En el caso de los culmos sobremaduros, los valores no corresponden a una disminución del diámetro del bambú a lo largo del tiempo, sino más bien responde al aprovechamiento selectivo que se realiza en la plantación. A nivel de campo, se identificó una notable preferencia por aprovechar los culmos que poseen diámetros desde 14 cm en adelante con fines de comercialización, es por esta razón que los culmos de menor diámetro permanecen en la plantación. Esta situación se ve reflejada en la media del estado sobremaduro. Cabe señalar que estos culmos son remanentes, resultado de un aprovechamiento realizado con anterioridad.

Por otra parte, Liese & Weiner (1996) mencionan que, en los culmos antiguos de bambú se da la aparición de tilosis, específicamente en los vasos del metaxilema obstruyendo la conducción del agua, lo cual conlleva al colapso del sistema de transporte y consecuentemente a la muerte progresiva del culmo. Este proceso desencadena la reducción de la pared del culmo, y la disminución del diámetro del bambú, lo cual representa otra posible explicación a los diámetros menores encontrados para el estado sobremaduro.

En la plantación de cinco años, los diámetros de los dos estados de madurez poseen valores que van desde 8,20 hasta 19,40 cm (Figura 14).

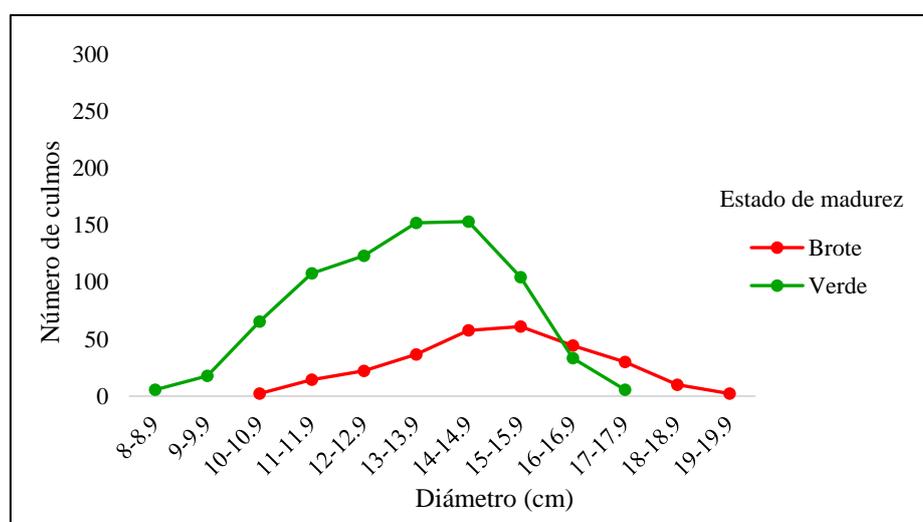


Figura 14. Distribución de diámetros por estados de madurez a los cinco años.
Fuente: Elaboración propia

Los análisis estadísticos realizados con base en el diámetro mostraron que existe homogeneidad en la plantación de cinco años, siendo los datos correspondientes al estado brote los que presentaron mayor homogeneidad. Se determinó, además que la media del estado brote es relativamente superior a la media del estado verde (Tabla 4).

Tabla 4
Resultados estimadores estadísticos a los cinco años

Estado	Variable	Media	D.E.	Var (n-1)	E.E.	CV
Brote	Diámetro	14,96	1,81	3,27	0,11	12,09
Verde	Diámetro	13,19	1,79	3,22	0,07	13,61

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de caja elaborado para la plantación de cinco años muestra que la distribución correspondiente al estado brote se acerca a la simetría, mientras que, la distribución de los datos pertenecientes al estado verde es asimétrica (Figura 15).

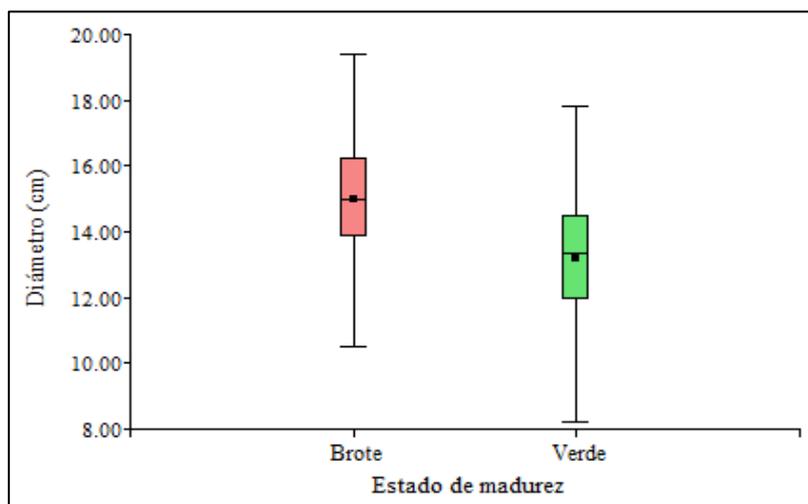


Figura 15. Diagrama de caja para los estados de madurez a los cinco años.
Fuente: Elaboración propia

Según Londoño et al. (2003) los culmos de la primera generación tienen diámetros más pequeños, mientras que los culmos de las siguientes tres generaciones van engrosando un poco en cada nueva generación. De acuerdo con los autores, es probable que se obtengan diámetros mayores en las generaciones siguientes en la plantación de cinco años, como se ha evidenciado con los diámetros correspondientes al estado brote, los cuales nacieron durante el último año.

4.1.1.4. Altura comercial

De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que la altura comercial de *Dendrocalamus asper* es de 25 m. Las dimensiones de las piezas se determinaron de acuerdo con las especificaciones de la empresa, siendo estas: una pieza de 3 m de longitud correspondiente a la pata, tres piezas de 6 m que se obtuvieron del tallo y una pieza de 4 m de longitud correspondiente al cuje.

Benton (2015) menciona que la altura de *Dendrocalamus asper* está entre 20 – 30 m; mientras que, Soler (2017) afirma que la altura varía desde 20 – 35 m. Cabe mencionar que la variación en la altura depende principalmente de las condiciones climáticas y las características edáficas del sitio donde se desarrolla el bambú.

En cuanto a las partes del culmo, Cerrón (2016) comenta que, la pata puede medir entre 3 – 4 m. García (2013) manifiesta que, las dimensiones de las piezas que se obtienen del tallo van desde 6 – 12 m; mientras que la longitud del cuje varía desde 3 – 6 m lo cual depende principalmente del uso que se va a proporcionar.

La cantidad de piezas que se pueden obtener y sus dimensiones varían de acuerdo con los requerimientos del cliente. Según Cerrón (2016) el rendimiento de los culmos se debe realizar considerando el número de cañas obtenidas de cada parte del culmo y su dimensión estará fijada de acuerdo con el uso para el que serán destinadas. A nivel de campo la cantidad de piezas funcionales depende también en gran medida de la rectitud y el estado fitosanitario del culmo.

4.1.1.5. Rectitud de los culmos

En la plantación de diez años se encontró que los estados: brote, verde y maduro presentan un porcentaje alto de culmos rectos, sin embargo, en el caso del estado sobremaduro este porcentaje es inferior a los anteriores (Tabla 5).

Tabla 5
Rectitud por estados de madurez a los diez años

Estado de madurez	Número	Rectitud de los culmos			
		Recto (1)	Ligeramente torcido (2)	Torcido (3)	Muy torcido (4)
Brote	247	94%	2%	2%	2%
Verde	1133	96%	1%	2%	1%
Maduro	618	96%	1%	2%	1%
Sobremaduro	227	86%	2%	8%	4%
TOTAL	2225				

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la Prueba Z para proporciones realizada con un nivel de confianza del 95% mostraron que, los porcentajes de culmos torcidos para los estados: verde y maduro no son significativos, lo cual demuestra que se encuentran dentro de un rango aceptable. Mientras que, para el caso de los estados: brote y sobremaduro, el porcentaje de culmos torcidos es significativo, lo cual resulta relevante para el manejo de los brotes.

Es importante señalar que, a nivel de campo la rectitud es una característica que determina la utilidad de los culmos; aquellos que no están en excelentes condiciones, por lo general no son tomados en cuenta durante el aprovechamiento, razón por la cual son abandonados en la plantación, como es el caso de los culmos sobremaduros.

Por otra parte, Chen, Qin, Li, Gong, & Gong (1987); Sattar, Kabir, & Battacharjee (1994); y Mohamad (1995) citados en Kleinhenz & Midmore (2001) mencionan que el envejecimiento de los culmos se asocia con cambios químicos y estructurales importantes que implican disminuciones en el contenido de humedad y en el porcentaje de otros nutrientes. Esta afirmación explica la pérdida de rectitud que se refleja en los culmos sobremaduros.

En la plantación de cinco años, los estados: brote y verde presentan un alto porcentaje de culmos que tienen un alto grado de calidad. Es importante mencionar que en esta plantación existe una menor cantidad de culmos por planta (Tabla 6).

Tabla 6*Rectitud por estados de madurez a los cinco años*

Estado de madurez	Número	Rectitud de los culmos			
		Recto (1)	Ligeramente torcido (2)	Torcido (3)	Muy torcido (4)
Brote	312	99%	0%	1%	0%
Verde	831	98%	1%	1%	0%
TOTAL	1143				

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Prueba Z para proporciones realizada con un nivel de confianza del 95% se determinó que, para los dos estados de madurez los porcentajes de culmos torcidos no son significativos, lo cual indica que casi la totalidad de los culmos se encuentran en excelentes condiciones para su aprovechamiento.

La rectitud del bambú está relacionada directamente con la densidad de culmos por planta, esto sucede debido a la competencia por luz que existe entre ellos, lo cual provoca que algunos culmos pierdan su rectitud al tratar de abrirse paso hacia la parte superior. Marquez (2009) menciona que, la calidad del bambú se ve afectada por la congestión de los culmos, causada por una cosecha inadecuada o inexistente, lo cual conlleva a que exista una mayor proporción de tallos muertos, rotos o malformados, de modo que impide su utilización para la industria.

4.1.1.6. Estado fitosanitario

En la plantación de diez años se encontró un alto porcentaje de culmos sanos para los cuatro estados de madurez. Cabe destacar que en el resto de culmos se encontraron nidos de insectos del orden Isóptera, más comúnmente conocidos en la zona como comején (Tabla 7).

Tabla 7*Estado fitosanitario por estados de madurez a los diez años*

Estado de madurez	Número	Estado fitosanitario	
		Sano (1)	Ataque hongos/ insectos (2)
Brote	247	100%	0%
Verde	1133	99%	1%
Maduro	618	98%	2%
Sobremaduro	227	99%	1%
TOTAL	2225		

Fuente: Elaboración propia

En la plantación de cinco años, de modo similar se encontró que la mayoría de culmos son sanos para los dos estados de madurez (Tabla 8).

Tabla 8*Estado fitosanitario por estados de madurez a los cinco años*

Estado de madurez	Número	Estado fitosanitario	
		Sano (1)	Ataque hongos/ insectos (2)
Brote	312	100%	0%
Verde	831	99%	1%
TOTAL	1143		

Fuente: Elaboración propia

La Prueba Z para proporciones se realizó con un nivel de confianza del 95% y se determinó que, en las dos plantaciones los porcentajes de culmos que presentaron ataque de insectos no son significativos, por lo que se puede considerar que la plantación tiene una baja afectación.

La mayoría de los estudios realizados sobre plagas y enfermedades del bambú han sido realizados en Asia, donde se han encontrado más de 800 especies de insectos que atacan al bambú (Sánchez, 2009). La extensa cantidad de plagas existentes en Asia puede atribuirse a que existe también una gran variedad de especies de bambú, sin embargo, no se ha realizado una

investigación detallada ya que, por lo general, se presta más atención a los insectos que afectan a las especies de mayor importancia económica (Shu & Wang, 2015). *Dendrocalamus asper* tiene su origen en Asia, por lo tanto, es probable que se haya encontrado una baja afectación por insectos en las plantaciones debido a que aquellos que atacan a esta especie se concentran mayoritariamente en países asiáticos.

4.1.2. *Guadua angustifolia*

La plantación de *Guadua angustifolia* es considerada productiva, en ella se encuentran individuos de hasta seis años. Cabe mencionar que, la plantación está dividida en tres lotes, uno de los cuales ha sido intervenido realizando un aprovechamiento, por lo cual únicamente comprende individuos de hasta aproximadamente un año.

4.1.2.1. Estado de madurez

La densidad de plantación de *Guadua angustifolia* es de 400 plántulas/ha. De acuerdo con los resultados, se determinó que el lote de un año presenta una mayor cantidad de culmos que los lotes de seis años, ya que la densidad por hectárea es mayor (Figura 16).

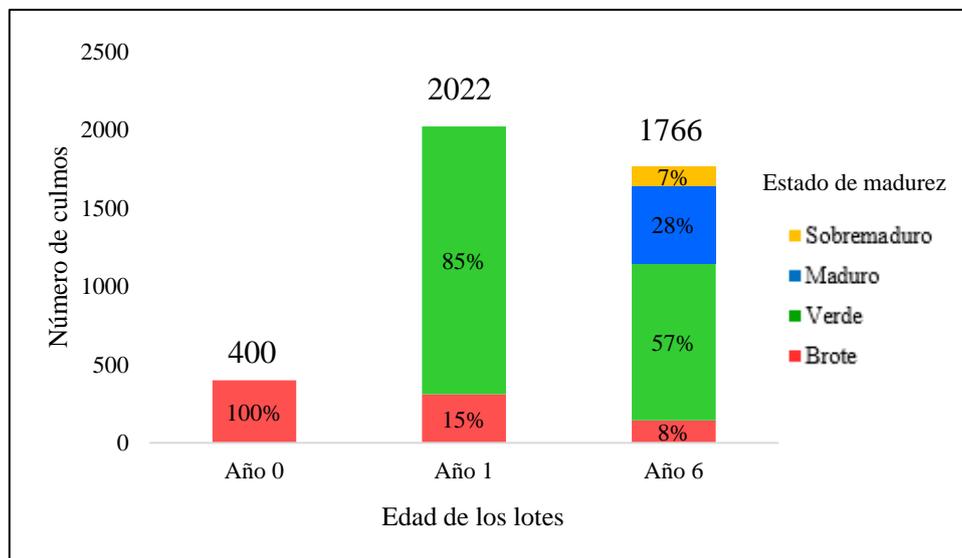


Figura 16. Estados de madurez en la plantación de *Guadua angustifolia*.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con Cárdenas y Marlin (2003) los porcentajes correspondientes a las fases de desarrollo del bambú: brote, verde, maduro y sobremaduro se encuentran en una proporción de: 8%, 20%, 40% y 32% para un lote sin manejo; y una proporción de: 10%, 22%, 52% y 16% para un lote con manejo. Por otra parte, Giraldo y Sabogal (1999) mencionan que, en un guadual las proporciones ideales son de: 5%, 20%, 70% y 5%.

Los porcentajes correspondientes al estado brote se encuentran alrededor de los rangos esperados, sin embargo, en el lote de un año, se obtuvo una mayor cantidad de brotes en comparación con los lotes de seis años. EcoPlanet Bamboo (2014) manifiesta que, en el patrón de crecimiento del bambú, la cosecha de los culmos estimula el crecimiento de nuevos brotes de forma más rápida y frecuente, ya que se genera más espacio y mayor cantidad de recursos. Esta situación se evidenció en el lote de un año, ya que el aprovechamiento reciente de los culmos incidió de manera positiva en el crecimiento y desarrollo de nuevos brotes.

Los culmos verdes son aquellos que se encuentran entre dos y cuatro años. En los tres lotes se determinó que los porcentajes de culmos verdes son superiores a los esperados. El lote de un año es el que presenta mayor cantidad de individuos, pero cabe mencionar que esto sucede debido a que presenta únicamente dos de los cuatro estados de madurez.

Los culmos maduros, correspondientes a los cinco años se encuentran aptos para la cosecha. Según Henao y Rodríguez (2011) las propiedades físico-mecánicas de *Guadua angustifolia* presentan los mejores resultados alrededor de los cinco años. El porcentaje de culmos maduros en el lote de seis años es inferior al esperado, el aprovechamiento de esta especie dentro de la empresa se realiza de forma ocasional, no obstante, esta acción influye en la reducción del porcentaje de culmos maduros encontrados.

Los culmos sobremaduros son aquellos que superan los cinco años. Morán (2002) menciona que, cuando *Guadua angustifolia* supera esta edad, se torna blanquecina y se la considera vieja, por lo tanto, no es apta para su uso en la industria de la construcción. El porcentaje de culmos sobremaduros es relativamente bajo en comparación con el esperado, siendo esta una condición favorable debido a que la pérdida de culmos es relativamente menor.

4.1.2.2. Diámetro

Los diámetros en los lotes de seis años van desde 6,50 hasta 13,50 cm. En los dos lotes se encontraron individuos pertenecientes a los cuatro estados de madurez (Figura 17).

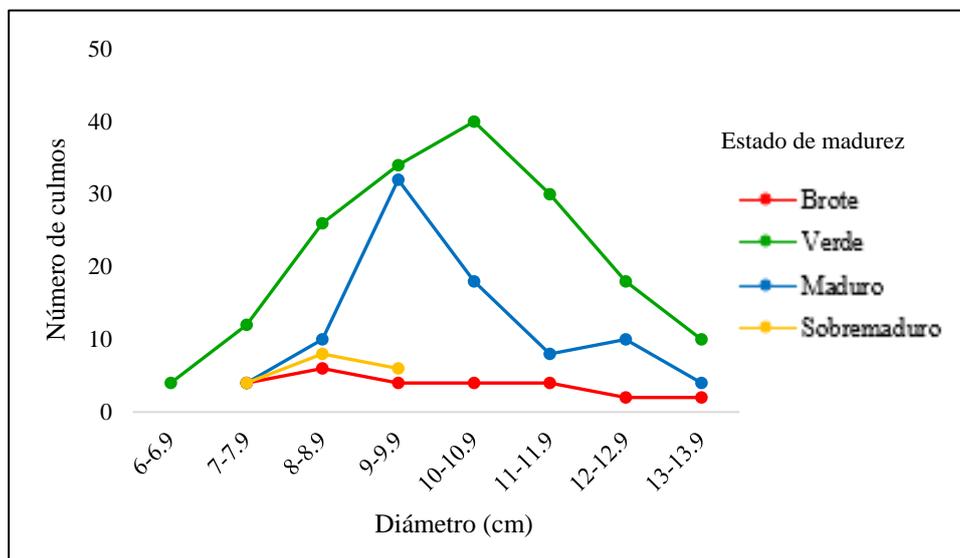


Figura 17. Distribución de diámetros por estados de madurez a los seis años.

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron los análisis estadísticos correspondientes y se determinó que existe una homogeneidad relativa en los lotes de seis años. Los datos de los estados de madurez: brote, verde y maduro se encuentran más dispersos; mientras que para el estado sobremaduro, los datos se encuentran agrupados en un rango más pequeño. Los resultados en cuanto a la media mostraron que, para los primeros tres estados de madurez las medias son similares, siendo el estado verde el que posee el valor más alto; por otra parte, el estado sobremaduro presenta la media con el valor más bajo de todos (Tabla 9).

Tabla 9

Resultados estimadores estadísticos a los seis años

Estado	Variable	Media	D.E.	Var (n-1)	E.E.	CV
Brote	Diámetro	9,71	1,98	3,92	0,39	20,41
Verde	Diámetro	10,07	1,59	2,52	0,12	15,77
Maduro	Diámetro	9,93	1,44	2,08	0,16	14,52
Sobremaduro	Diámetro	8,13	0,74	0,55	0,17	9,13

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de caja muestra las diferencias entre las distribuciones encontradas. Los tres primeros estados de madurez presentan una distribución asimétrica de los datos, siendo el estado verde el que presenta una distribución más amplia. El estado sobremaduro presenta una distribución inusual de los datos, debido a que no posee su cuarto cuartil (Figura 18).

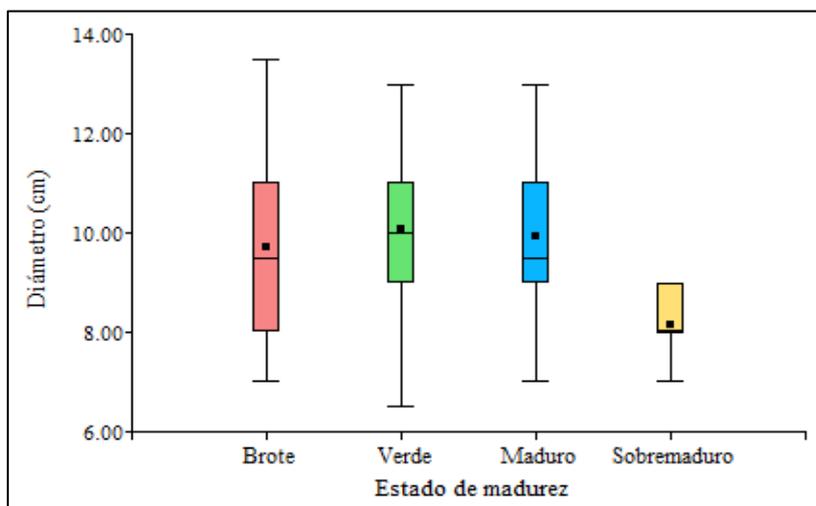


Figura 18. Diagrama de caja para los estados de madurez a los seis años.
Fuente: Elaboración propia

Minke (2012) manifiesta que, el proceso de lignificación de *Guadua angustifolia* es alcanzado entre los cuatro y seis años; después de este tiempo los haces vasculares se cierran y los culmos se secan. De modo que es posible considerar que la degradación de las estructuras del bambú es el factor que determina menores diámetros para los culmos sobremaduros.

Los diámetros en el lote de un año presentan valores que van desde 7,00 hasta 13,50 cm. En este lote se encontraron individuos correspondientes a dos estados de madurez (Figura 19).

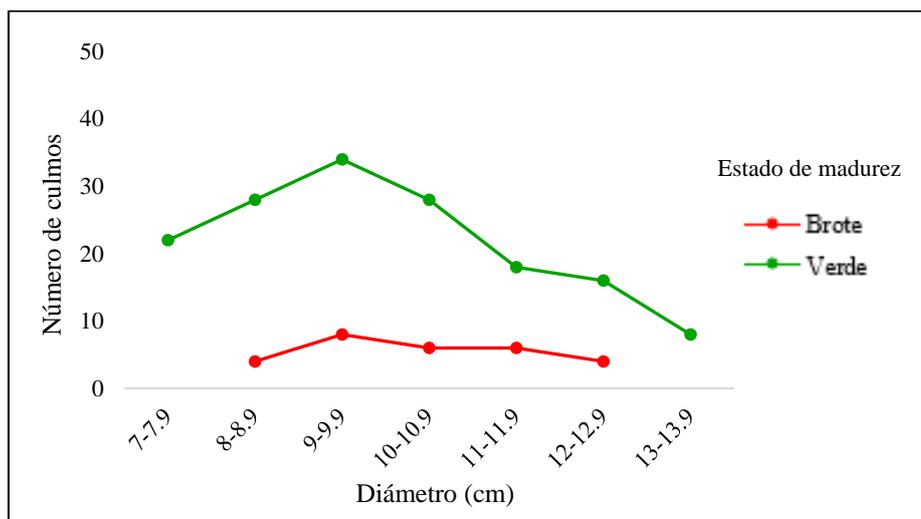


Figura 19. Distribución de diámetros por estados de madurez al año.
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los análisis estadísticos realizados con base en el diámetro, se determinó que existe relativa homogeneidad en el lote de un año; los datos del estado verde se encuentran más dispersos en comparación con los datos del estado brote. En cuanto a la media, el estado brote presenta una media superior a la del estado verde (Tabla 10).

Tabla 10
Resultados estimadores estadísticos al año

Estado	Variable	Media	D.E.	Var (n-1)	E.E.	CV
Brote	Diámetro	10,05	1,26	1,60	0,24	12,58
Verde	Diámetro	9,76	1,71	2,93	0,14	17,54

Fuente: Elaboración propia

A través del diagrama de caja se puede observar que ambas distribuciones son asimétricas. El estado brote presenta una distribución menor de los datos en comparación con el estado verde cuya distribución es notablemente más amplia (Figura 20).

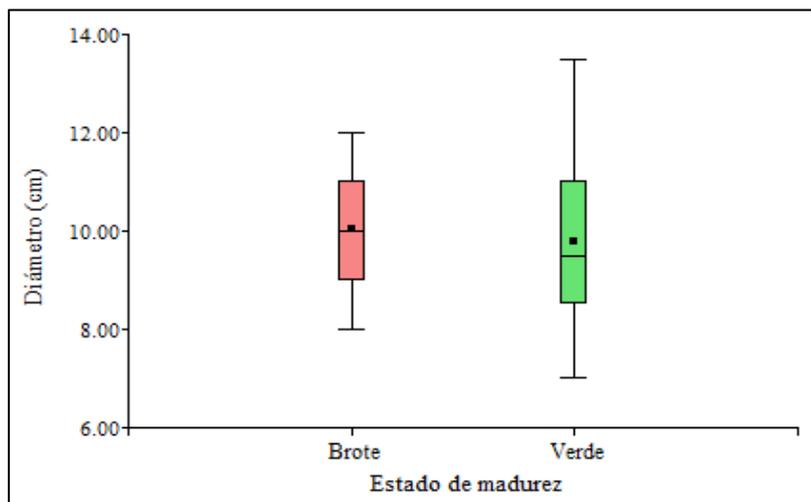


Figura 20. Diagrama de caja para los estados de madurez al año.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3. Altura comercial

De acuerdo con los resultados obtenidos, la altura comercial de *Guadua angustifolia* es de 19 m. Se determinaron las dimensiones de cada parte según las especificaciones de la empresa. Para la pata se obtuvo una pieza de 3 m de longitud, del tallo se obtuvieron dos piezas de 6 m cada una, y para el cuje se obtuvo una pieza de 4 m de longitud.

Estacio (2013) manifiesta que *Guadua angustifolia* alcanza alturas promedio de 18 – 20 m; Lárraga et al. (2011) menciona que su altura va de 17 – 23 m; por su parte, Londoño (2011) y Benton (2015) afirman que esta especie puede alcanzar alturas de hasta 30 m.

En cuanto a las partes del culmo, Minke (2012) señala que la pata posee una longitud de 3 m; Canelos e Hidrovo (2004) citan que sus dimensiones están entre 3 – 4 m; mientras que, Espinal, Martínez, Pinzón y Espinosa (2005) afirman que su longitud va desde 2,5 – 3 m.

Para Espinal et al. (2005) y Minke (2012) el tallo consta de dos piezas, cuyas longitudes son de 4 y 8 m. Las dimensiones varían desde 2,5 – 10 m, sin embargo, la más extendida es la de 6 m (United States Agency for International Development [USAID], 2005).

Espinal et al. (2005) considera una longitud de 4 m para el cuje; Canelos e Hidrovo (2004) afirman que la longitud de esta pieza es de 3 – 4 m; mientras que Minke (2012) menciona que tiene desde 4 – 5 m.

4.1.2.4. Rectitud de los culmos

A los seis años se determinó que el estado brote se encuentra en las mejores condiciones de los cuatro estados de madurez. Por otra parte, los estados: verde, maduro y sobremaduro presentaron un alto porcentaje de culmos que se consideran en buenas condiciones (Tabla 11).

Tabla 11
Rectitud por estados de madurez a los seis años

Estado de madurez	Número	Rectitud de los culmos			
		Recto (1)	Ligeramente torcido (2)	Torcido (3)	Muy torcido (4)
Brote	144	100%	0%	0%	0%
Verde	1000	94%	3%	3%	0%
Maduro	500	98%	2%	0%	0%
Sobremaduro	122	91%	9%	0%	0%
TOTAL	1766				

Fuente: Elaboración propia

La Prueba Z de proporciones realizada con un nivel de probabilidad del 95% demostró que los porcentajes correspondientes a los culmos torcidos para el estado verde y el estado maduro no son significativos; por el contrario, para el estado sobremaduro este porcentaje resulta significativo.

De igual manera, en el lote de un año se determinó que el estado brote presenta las mejores condiciones, mientras que el estado verde presentó un alto porcentaje de culmos que se encuentran en buenas condiciones (Tabla 12).

Tabla 12
Rectitud por estados de madurez al año

Estado de madurez	Número	Rectitud de los culmos			
		Recto (1)	Ligeramente torcido (2)	Torcido (3)	Muy torcido (4)
Brote	311	100%	0%	0%	0%
Verde	1711	92%	8%	0%	0%
TOTAL	2022				

Fuente: Elaboración propia

La Prueba Z de proporciones se realizó con el 95% de probabilidad estadística y se encontró que el porcentaje de culmos torcidos para el estado verde es significativo. En el caso de la plantación de *Guadua angustifolia* juega un papel muy importante la falta de manejo.

Kleinhenz & Midmore (2001) manifiestan que, si existe limitado espacio para su crecimiento, la aparición de nuevos culmos interfiere con los ya existentes, lo cual provoca que una cantidad cada vez mayor de culmos posiblemente presenten deformaciones, se rompan, o mueran durante su expansión.

4.1.2.5. Estado fitosanitario

En los lotes de seis años se determinó que los estados: brote y verde se encuentra en las mejores condiciones de los cuatro estados de madurez; seguidos del estado maduro y finalmente el estado sobremaduro, que presenta mayor susceptibilidad ante el ataque de comején (Tabla 13).

Tabla 13*Estado fitosanitario por estados de madurez a los seis años*

Estado de madurez	Número	Estado fitosanitario	
		Sano (1)	Ataque hongos/ insectos (2)
Brote	144	100%	0%
Verde	1000	100%	0%
Maduro	500	96%	4%
Sobremaduro	122	91%	9%
TOTAL	1766		

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la Prueba Z de proporciones con un nivel de probabilidad del 95% se comprobó que el porcentaje de culmos torcidos para el estado maduro no es significativo; sin embargo, para el estado sobremaduro el porcentaje resultó ser significativo.

Los resultados obtenidos en el lote de un año mostraron que los culmos para los estados de madurez: brote y verde se encuentran en condiciones excelentes (Tabla 14).

Tabla 14*Estado fitosanitario por estados de madurez al año*

Estado de madurez	Número	Estado fitosanitario	
		Sano (1)	Ataque hongos/ insectos (2)
Brote	311	100%	0%
Verde	1711	100%	0%
TOTAL	2022		

Fuente: Elaboración propia

Londoño (2002) menciona que, las poblaciones de bambú en América tienen baja afectación por plagas y enfermedades en comparación con otros cultivos, entre los cuales se encuentran: el trigo, la papa y la soya. Shu & Wang (2015) afirman que los bosques naturales de bambú en los cuales existe una gran biodiversidad y una población estable, el daño causado

por insectos y enfermedades generalmente no es grave debido a la existencia de ciertos enemigos naturales que cumplen el papel de control de plagas. Estas afirmaciones demuestran que la afectación de las plantaciones de bambú por parte de insectos no genera un impacto representativo como se encontró en la presente investigación.

4.2. Información de la cadena de bambú

La cadena establecida para la empresa Allpabambú comprende las diferentes fases del ciclo silvícola del bambú (Figura 21).

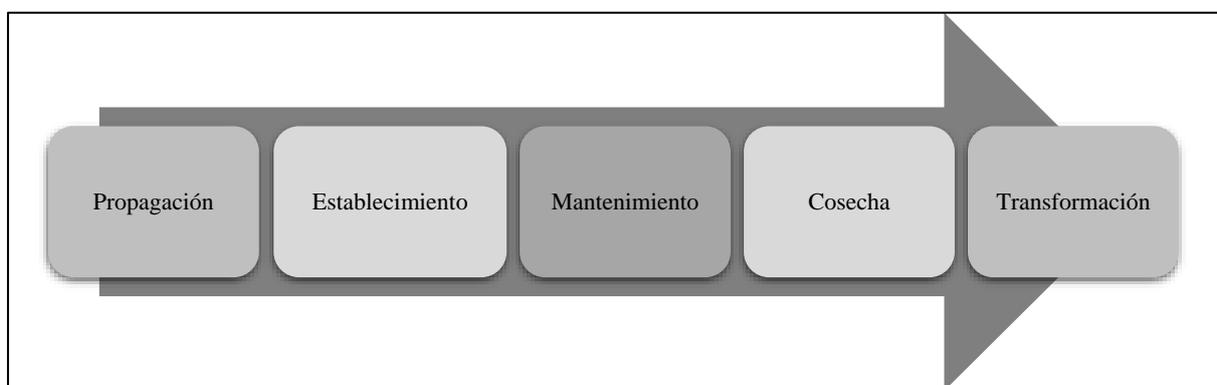


Figura 21. Estructura de la cadena de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*.

Fuente: Elaboración propia

Los eslabones para *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia* son los mismos, a excepción del eslabón de transformación, en el cual *Guadua angustifolia* comprende la preparación de caña rolliza, mientras que, *Dendrocalamus asper* comprende la preparación de caña rolliza, y además su posterior transformación en productos como: latón, latilla y pinboo.

4.2.1. Eslabones de la cadena

4.2.1.1. Propagación

Comprende los procesos que intervienen en la obtención de las plántulas de bambú en el vivero, desde la recolección del material vegetal hasta cuando la plántula está lista para el trasplante en el terreno. En el vivero de la empresa Allpabambú se emplea el método de propagación asexual del bambú para la producción de plántulas.

a) Instalación del vivero

Existen varios criterios que se tomaron en cuenta por parte de los propietarios de la empresa al momento de la instalación del vivero, entre los cuales están:

- Ubicación: El vivero fue instalado en un área que se encuentra a un lado del camino principal dentro de la plantación, de modo que permite el transporte de las plántulas hacia el sitio de plantación sin mayor dificultad.
- Topografía: El terreno sobre el cual se encuentra ubicado el vivero es plano, lo cual facilita la realización de las labores culturales.
- Suelo: Se consideraron las características del suelo, que tenga buen drenaje para evitar el empozamiento del agua y que permita la limpieza de las malezas.
- Agua: El vivero se encuentra junto a un arroyo que brinda abastecimiento permanente de agua limpia, sin contaminación.

b) Preparación del sustrato

Se utiliza la tierra de la misma plantación, previamente tamizada como sustrato para las plántulas en el vivero. Para *Dendrocalamus asper* se utilizan fundas de 9 x 14" con capacidad para 10 lb, mientras que, para *Guadua angustifolia*, fundas de 6 x 8" con capacidad para 2 lb. El llenado de las fundas se realiza de forma manual.

c) Selección del material

La selección del material vegetal se realiza en el mismo predio. El proceso inicia desde la selección de la planta madre, que consiste en identificar la planta que presente las mejores características en cuanto a diámetro, altura, rectitud y estado fitosanitario.

Para *Dendrocalamus asper* se seleccionan segmentos de rama con su respectiva yema, las cuales deben presentar excelentes condiciones en cuanto a robustez y estado fitosanitario. Se recolecta un máximo de cinco yemas por cada planta madre, con el objetivo de garantizar la variabilidad genética dentro de la plantación. El primer corte se realiza al ras del tallo, sin lastimar la yema; el segundo corte se realiza hasta el segundo nudo desde la base de la rama.

Para *Guadua angustifolia* se utiliza el método de propagación por chusquines, los cuales son extraídos del rizoma de la planta madre. Se debe procurar extraerlos con la mayor cantidad

de suelo posible, a fin de conservar sus raíces. Estos deben tener entre 10 – 30 cm de largo. Se recolecta un máximo de diez chusquines por cada planta madre.

d) Desinfección

Se prepara una mezcla de Vitavax (1 gr/litro de agua) y Hormonagro (2 gr/litro de agua) y se coloca el material vegetal en la solución durante cinco minutos. Posteriormente se coloca el material vegetal en las fundas correspondientes.

e) Riego

El riego se realiza de forma manual, pasando un día y de preferencia al atardecer. El agua se obtiene del arroyo y se riega aproximadamente 40 lt/100 plántulas de *Dendrocalamus asper*; y 25 lt/100 plántulas de *Guadua angustifolia*. Sin embargo, la cantidad y frecuencia del riego dependerán de la temporada, siendo este mayor durante la temporada seca y menor durante la temporada lluviosa.

f) Deshierbe

El deshierbe es manual y se realiza una vez al mes con la finalidad de retirar las malezas que representen una amenaza para las plántulas ya que estas competirán por luz, agua, espacio y nutrientes con el bambú.

g) Poda

La poda de raíces se realiza a fin de impedir que las plántulas se adhieran al suelo del vivero, además, la poda de las ramitas se realiza para evitar que las plántulas sobrepasen 1 m de altura. Estas actividades se realizan una vez cada dos meses de forma manual.

h) Reposición

Se realiza la reposición del 20% de las plántulas con la finalidad de reemplazar aquellas que no han sobrevivido.

Las plántulas de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia* están listas para ser plantadas a los 4 meses. La planificación de la producción debe realizarse calculando el tiempo

de permanencia de las plántulas en el vivero, con el fin de establecer la plantación durante la temporada lluviosa para favorecer su desarrollo.

4.2.1.1.1. *Costos*

Se consideraron los costos de producción de 100 plántulas de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia* en el vivero de propiedad de la empresa Allpabambú. Se obtuvo un costo de USD \$1,86 por plántula de *Dendrocalamus asper* (Anexo 5) y un costo de USD \$1,55 por plántula de *Guadua angustifolia* (Anexo 6).

Según Añazco y Rojas (2015) a nivel nacional los precios de venta de cada plántula de *Guadua angustifolia* se encuentran en el rango de USD \$0.30 a \$1,50. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, s.f.) coincide con el precio de USD \$0.30 por plántula.

Mientras que, para *Dendrocalamus asper* los precios de venta de cada plántula se ubican entre USD \$3,00 y \$4,00 (Añazco y Rojas, 2015). Sin embargo, el precio por plántula en la zona de estudio corresponde a USD \$2,50.

Los costos por plántula, tanto para *Dendrocalamus asper* como para *Guadua angustifolia* se encuentran dentro de los rangos aceptables fijados por el mercado nacional en cuanto a producción de plántulas. Landis, Tinus, McDonald, Barnett, y Nisley (1995) afirman que la capacidad propuesta para el vivero es un factor que afecta directamente a los costos de producción. De modo que, si se considera incrementar la producción de plántulas, el costo sería repartido de mejor manera, lo cual provocaría que el precio por plántula se reduzca.

4.2.1.1.2. *Factores de influencia*

a) Factores impulsores

Se determinó que los criterios de selección para la ubicación del vivero influyen directamente en la propagación del bambú. La ubicación actual del vivero favorece muchas de las actividades entre las cuales se destaca el riego debido a que es posible acceder con facilidad al agua del arroyo. Según Boix (2012) la cantidad y calidad de agua disponible es el primer factor limitante para la determinar la ubicación del vivero, además es indispensable para considerar el tamaño del vivero y la cantidad de plántulas a producir.

Cabe mencionar que, el vivero de la empresa Allpabambú produce plántulas de acuerdo con el volumen requerido únicamente para satisfacer la demanda interna de la plantación de *Dendrocalamus asper*, de modo que la producción de plántulas es ocasional.

b) Factores restrictivos

En la fase de vivero se identificó que las labores culturales como, por ejemplo, la poda o el deshierbe se dificultan debido a la pubescencia presente en los tallos y las hojas de las plántulas, especialmente en la especie *Dendrocalamus asper* ya que, al contacto con la piel, provoca molestias y dificulta la realización de estas actividades.

4.2.1.2. Establecimiento

En este eslabón se consideraron los procesos que van desde la preparación del terreno hasta cuando las plantas de bambú fueron establecidas en el campo.

a) Preparación del terreno

Engloba las actividades de limpieza que se llevaron a cabo en el lugar donde se plantó el bambú. Se realizaron quemas para eliminar el pasto; se realizaron chapias para retirar el rastrojo; se procedió con la tumba de los árboles y el repique de los residuos generados. Las actividades antes mencionadas se cumplieron con el fin de retirar toda la vegetación que presentó inconvenientes al momento de plantar el bambú.

b) Trazado

El trazado se realizó tomando en cuenta un diseño cuadrado. Para *Dendrocalamus asper* el distanciamiento fue de 10 x 10 m, mientras que, para *Guadua angustifolia*, fue de 5 x 5 m.

c) Hoyado

Una vez que se determinó la ubicación, se procedió con el hoyado. El tamaño de los hoyos depende de la especie, para *Dendrocalamus asper* el tamaño fue de 30 x 30 x 30 cm, mientras que, para *Guadua angustifolia*, fue de 20 x 20 x 20 cm.

d) Fertilización

Se realizó al momento de la plantación, se utilizó fertilizante NPK, en una dosis de 200 gr/planta para *Dendrocalamus asper* y 50 gr/planta para *Guadua angustifolia*.

e) Plantación

Al momento de la plantación se separó la tierra superficial de la tierra del fondo que se obtiene al realizar el hoyo. Se mezcló la tierra superficial con el fertilizante y se la colocó en el fondo del hoyo, posteriormente se retiró la funda y se ubicó la planta; finalmente se colocó el resto de la tierra realizando una ligera presión.

f) Replante

El replante se realizó un año después de establecida la plantación, realizando una evaluación de las plantas muertas, enfermas o torcidas. Se tomó en cuenta el 10% de plantas para reponer en campo.

4.2.1.2.1. Costos

Los costos de establecimiento se precisaron para una hectárea de *Dendrocalamus asper* con una densidad de 100 plantas/ha, y se determinó un costo de USD \$625,27/ha (Anexo 7); mientras que, para *Guadua angustifolia*, con una densidad de 400 plantas/ha se determinó un costo de USD \$1444,92/ha (Anexo 8).

En el caso de *Dendrocalamus asper* el costo más significativo corresponde a la preparación del terreno (33,32%), seguido de la compra de las plántulas (29,79%). Por otra parte, para *Guadua angustifolia* el costo más alto corresponde a la compra de las plántulas (42,85%), seguida de la preparación del terreno (14,42%).

Añazco y Rojas (2015) señalan que para el establecimiento de 1 ha de *Guadua angustifolia* con una densidad de 400 plantas/ha es necesario un presupuesto de USD \$1388,42, de los cuales el rubro más elevado corresponde a la preparación del terreno (27,03%), seguido de la protección y delimitación del predio (22,34%). Este costo se asemeja al obtenido en el estudio, sin embargo, es importante resaltar que, para el estudio se tomó en cuenta el precio de las

plántulas determinado en el eslabón de propagación, por lo tanto, si se emplean plantas cuyo costo es menor, el costo de establecimiento se reduce considerablemente.

Alfaro (2010) menciona que el establecimiento de una hectárea de *Guadua angustifolia* con una densidad de 330 plantas/ha tiene un costo de USD \$424,50/ha. Con respecto a este costo se debe considerar que la densidad de plantas es menor que la del estudio y que el autor considera un precio de USD \$0,25/planta. Para el caso de una hectárea de *Dendrocalamus asper* con una densidad de 100 plantas/ha el autor obtiene un costo de USD \$653,10/ha. En esta ocasión se ha considerado la misma densidad que en el estudio, no obstante, el costo señalado por el autor es de USD \$3,00/planta.

4.2.1.2.2. Factores de influencia

a) Factores impulsores

Como factor impulsor se encontró que, previo al establecimiento de las plantaciones fue de vital importancia la planificación de los caminos forestales. Carrera, Louman y López (2006) mencionan que la planificación en cuanto a localización, diseño, construcción y mantenimiento es necesaria para el cumplimiento tanto de los objetivos económicos como ambientales, con niveles considerables de eficiencia y productividad. Esta preparación previa ha facilitado actividades como el manejo y el aprovechamiento del bambú en las plantaciones sin que estas generen grandes impactos.

b) Factores restrictivos

Como factor restrictivo se determinó que, durante el establecimiento de la plantación no existía una cantidad de vegetación suficiente para proporcionar sombra durante las actividades realizadas, lo cual influyó en el desempeño de los trabajadores.

4.2.1.3. Mantenimiento

Comprende las actividades que se realizan con la finalidad de garantizar la calidad de los culmos de bambú al final del turno de corta. Este eslabón fue dividido para *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*, la división se estableció debido a que el tiempo que toma cada especie para desarrollarse es diferente.

Dendrocalamus asper

a) Coronamiento

Se realizaron coronas con un diámetro de 2 m alrededor de las plantas para retirar la maleza. Durante los dos primeros años se realizó tres veces al año; los siguientes dos años, se realizó dos veces al año.

b) Fertilización

Previamente se realizó un análisis de suelo para determinar los requerimientos nutricionales necesarios. La fertilización se llevó a cabo dos veces al año, durante los cuatro primeros años, de preferencia al iniciar y al finalizar la temporada lluviosa. Se aplicó 200 gr/planta del fertilizante NPK.

c) Raleo

Se retiran los culmos delgados, enfermos o torcidos con el objetivo de garantizar el crecimiento de aquellos que se encuentran en buen estado. El raleo fitosanitario se realiza pasando un año.

d) Podas

Se hacen podas de las ramas basales, ya que su acumulación causa complicaciones en el crecimiento de nuevos brotes, además dificulta la realización de otras actividades de manejo. Se realizan una vez al año desde los cinco años.

e) Marcación

La marcación de la plantación inició a partir del quinto año. Se lleva a cabo durante el primer trimestre de cada año, con el fin de registrar la producción anual de brotes mediante la identificación de los culmos con cintas de diferente color dependiendo del año.

Guadua angustifolia

a) Coronamiento

Esta actividad se realizó tres veces al año durante los tres primeros años. Las coronas tienen un diámetro de 1 m alrededor de las plantas.

b) Fertilización

Se llevó a cabo un análisis de suelo previo. La fertilización se realizó dos veces al año, al inicio y al final de la temporada lluviosa, durante los tres primeros años. Se aplicó NPK en una dosis de 50 gr/planta.

c) Raleo

El raleo fitosanitario se realiza pasando un año, a partir del cuarto año. Durante esta actividad se extraen los culmos delgados, enfermos o torcidos.

d) Podas

Esta especie presenta espinas en sus ramas, por lo cual se realizan podas de las ramas laterales. Se llevan a cabo una vez al año desde los tres años.

e) Marcación

La marcación de la plantación se realiza de preferencia durante el primer trimestre de cada año, a partir del quinto año. Los culmos se marcan con cintas de colores diferentes para registrar la producción anual de brotes.

4.2.1.3.1. Costos

El costo determinado para el manejo de una hectárea de *Dendrocalamus asper* a la edad de diez años, con un total de 2225 culmos/ha es de USD \$446,92/ha (Anexo 9). Mientras que, el costo del manejo de una hectárea de *Guadua angustifolia* a los seis años, con un total de 1766 culmos/ha es de USD \$755,83/ha (Anexo 10).

De acuerdo con Añazco y Rojas (2015) el costo de mantenimiento de una hectárea de *Guadua angustifolia* cuya edad aproximada es de ocho años y 3500 culmos/ha corresponde a USD \$873,57/ha. Alfaro (2010) señala que, el costo puede variar entre USD \$100 - \$300 por hectárea de bambú al año; Palomeque (2016) manifiesta que, el costo de mantenimiento para *Guadua angustifolia* varía desde USD \$108,43/ha el primer año, hasta USD \$273,65/ha el cuarto año.

Es importante mencionar que las actividades y la frecuencia con la cual se realizan determina en gran medida el costo final para el manejo de una plantación, sin mencionar que el valor del jornal está sujeto a variación ya que depende del contexto social.

4.2.1.3.2. Factores de influencia

a) Factores restrictivos

La poda de las ramas basales de *Dendrocalamus asper* es una de las actividades que presentan mayor dificultad, sin mencionar que dentro de estas estructuras ocasionalmente habitan serpientes que representan un peligro para el personal que se encuentra a cargo. Por otra parte, la especie *Guadua angustifolia* presenta ramas con espinas que deben ser tratadas con cuidado durante las actividades de manejo.

4.2.1.4. Cosecha

La cosecha se realiza mediante la selección de los culmos cuyo color indica que han alcanzado la madurez. Por lo general, *Dendrocalamus asper* se encuentra listo para cosechar a los ocho años, mientras que *Guadua angustifolia*, a los cinco años.

a) Tumba

En primer lugar, se toma en cuenta la orientación del culmo que se va a cortar para determinar la dirección de la caída. Posteriormente, se realiza el corte con la motosierra sobre el primer o segundo nudo, tratando de hacerlo al ras para evitar la acumulación de agua y la formación de hongos a causa de la humedad. Es importante conservar el criterio de equilibrio, esto quiere decir que se debe mantener un determinado número de culmos por planta para asegurar su producción continua.

b) Dimensionado

Una vez que han caído, los culmos son dimensionados y cortados de acuerdo con los requerimientos de la empresa, siendo las dimensiones más comunes de 3 y 6 m de longitud.

c) Baqueteado

Este proceso se realiza con ayuda de una varilla metálica con la finalidad de romper los tabiques internos de los culmos y eliminar el agua que se encuentra dentro de estos. La cantidad de agua retenida por *Dendrocalamus asper* es de aproximadamente 30 litros/culmo (G. Villarreal, com. pers. 14 de julio de 2018).

d) Apilado

Los culmos son transportados de forma manual y apilados a un lado del camino principal.

e) Transporte menor

El transporte se realiza con un tractor dentro de la plantación hasta un punto definido, donde se facilite la carga en el camión.

f) Transporte mayor

Una vez que se tiene una cantidad considerable, los culmos son transportados en camión desde la plantación hasta el centro de acopio. Cabe destacar que el transporte se realiza con la correspondiente guía de movilización expedida por el Ministerio del Ambiente.

4.2.1.4.1. Costos

Para el cálculo de los costos de cosecha de *Dendrocalamus asper* se consideró la tumba de 100 culmos que en caso de encontrarse en excelentes condiciones de rectitud y estado fitosanitario pueden proporcionar cuatro piezas cada uno. El resultado fue de USD \$410,20 con un costo de USD \$4,10/culmo (Anexo 11). Para *Guadua angustifolia* también se consideró la tumba de 100 culmos, sin embargo, el rendimiento es diferente, de esta especie en excelentes condiciones es posible obtener tres piezas. El resultado fue de USD \$272,03 con un costo de USD \$2,72/culmo (Anexo 12).

Añazco y Rojas (2015) manifiestan que, los costos para la cosecha de 300 culmos de *Guadua angustifolia* comprenden un total de USD \$850,90, correspondiente a USD \$2,84 por cada culmo, lo cual difiere con la información encontrada en diversas provincias a nivel nacional, ya que los costos varían entre USD \$ 0,20 – \$0,50.

En este caso la tecnificación y las características del proceso de cosecha inciden en el costo final de cada culmo. Adicional a esto, se debe tomar en cuenta que en muchos casos no se considera el estado de madurez como condicionante para la cosecha, lo cual afecta la calidad del bambú.

4.2.1.4.2. Factores de influencia

a) Factores impulsores

Una vez que el dosel formado por el bambú se cierra completamente, este sirve de protección contra las condiciones climáticas adversas, ya sea contra el sol o la lluvia en las diferentes épocas del año. Estas características hacen que sea posible la realización de las actividades de cosecha sin que existan mayores complicaciones.

b) Factores restrictivos

Se determinó que ciertas condiciones como: la dirección de caída de los culmos, la técnica empleada para la tumba, el mantenimiento de las herramientas y el uso adecuado de los elementos de protección, cumplen un papel muy importante en la seguridad de los trabajadores, por ello son considerados durante este eslabón a fin de evitar accidentes laborales.

4.2.1.5. Transformación

Comprende los procesos de transformación del bambú en sus diferentes niveles de acuerdo con los requerimientos de la empresa. El proceso de preservado y secado del material rollizo es el mismo para *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*. Posteriormente el proceso de transformación en otros productos se realiza únicamente para *Dendrocalamus asper* (Figura 22).

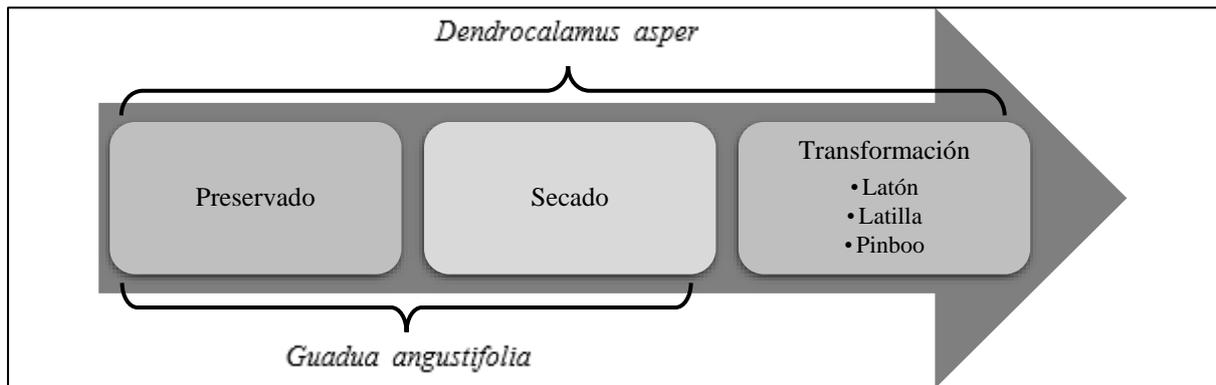


Figura 22. Estructura del eslabón de transformación.

Fuente: Elaboración propia

a) Preservado

Una vez que el camión llega al centro de acopio, se descarga el material y se coloca en la piscina de preservado la cual tiene una capacidad para 200 culmos de *Dendrocalamus asper* o 250 culmos de *Guadua angustifolia*. Los culmos se sumergen en una solución de ácido bórico y bórxar al 8% de concentración y se mantienen en la piscina durante cinco días. Al finalizar el preservado, se drena la solución y se escurren los culmos para eliminar el exceso de preservante.

b) Secado

Los culmos son colocados en posición vertical para iniciar con el proceso de secado que dura aproximadamente veinte días. Luego se clasifican de acuerdo con el diámetro y se trasladan a las cerchas para continuar con el secado natural que dura aproximadamente tres meses hasta conseguir un porcentaje de humedad del 22%.

4.2.1.5.1. Costos

Los costos de los procesos de preservado y secado se calcularon para 100 cañas para las dos especies. En el caso de *Dendrocalamus asper* se obtuvo un costo de USD \$238,70 lo cual corresponde a USD \$2,39/caña (Anexo 13), mientras que para *Guadua angustifolia* se determinó un costo de USD \$192,96, con un costo de USD \$1,93/caña (Anexo 14).

De acuerdo con Añazco y Rojas (2015) el costo de preservado de una caña de la especie *Guadua angustifolia* varía entre USD \$0,40 - \$1,16. En comparación con el estudio, este costo

es relativamente inferior, sin embargo, se debe tomar en consideración que el costo calculado para las dos especies además del proceso de preservado comprende las actividades de clasificación y secado de las cañas. Morán (2002) manifiesta que, al existir diferentes métodos para preservar el bambú, el costo varía de acuerdo con los insumos, equipos e infraestructura utilizados para este fin. La empresa Allpabambú maneja el proceso de preservación mediante el método de inmersión, de modo que, se debe considerar que la utilización de otros métodos puede reducir o aumentar significativamente el costo.

4.2.1.5.2. *Factores de influencia*

a) Factores impulsores

La capacitación del personal en cuanto al manejo de la maquinaria y a la utilización de los equipos de protección es de gran relevancia para la realización del trabajo en el centro de acopio y para la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores de la empresa. Una vez que se han considerado estos factores, el desempeño de los trabajadores resulta más eficaz y aporta mayor seguridad a los procesos.

b) Factores restrictivos

Para llevar a cabo los diferentes procesos en el centro de acopio es importante mantener la cantidad de personal necesaria para el cumplimiento de los objetivos. En caso de no tener el personal suficiente, las actividades toman mayor tiempo en cumplirse y comprenden un mayor esfuerzo para los trabajadores ya existentes.

Dendrocalamus asper

c) Transformación

- Latón

Para este proceso el material rollizo primero debe ser transformado. Inicialmente el material es llevado a la despuntadora donde se retiran las puntas defectuosas y se dimensiona de acuerdo con los requerimientos del cliente. Con ayuda de la sierra se realiza el corte longitudinal obteniendo dos piezas iguales. Luego se retiran los tabiques internos de forma manual. Finalmente, las piezas son sometidas a los procesos de preservado y secado.

El costo para la obtención de 1000 latones es de USD \$555,40 siendo un costo de USD \$0,56 para cada latón (Anexo 15).

- Latilla

Para este proceso se utiliza material rollizo previamente preservado y seco. El material es llevado a la sierra de latillado donde se obtienen latillas de entre 3 y 4 cm de ancho, la longitud se define de acuerdo con las necesidades. Luego se retiran los tabiques internos de forma manual y se cepillan las latillas hasta conseguir el espesor deseado.

El costo total obtenido para la elaboración de 1000 latillas es de USD \$530,55 correspondiente a USD \$0,53 para cada latilla preservada (Anexo 16).

Sarzosa (2019) considera un costo de USD \$0,49 para cada latilla que ha sido previamente sometida al proceso de preservación. Por otra parte, Añazco y Rojas (2015) señalan que, el costo correspondiente a cada latilla es de USD \$0,05 mientras que, Soria y Poppens (2004) determinaron un costo de USD \$0,08 por cada latilla, en ambos casos se debe tomar en cuenta que las latillas no han sido tratadas. El proceso de latillado presenta variaciones en los costos por unidad debido al valor agregado que se ha considerado en algunos casos, de este modo el costo varía de acuerdo con las actividades que se consideren dentro del proceso.

- Pinboo

Para la elaboración del pinboo se necesitan aproximadamente 30 latillas. Las dimensiones varían de acuerdo con los requerimientos del cliente. Las latillas son perforadas y unidas a presión mediante tarugos que pueden ser elaborados en el sitio o adquiridos. Una vez terminado el proceso, el material es empacado y enviado a su lugar de destino.

El costo correspondiente a un metro lineal de pinboo es de USD \$19,02 en el caso de que se compren los tarugos para el ensamblaje de las latillas (Anexo 17).

4.2.2. Actores de la cadena

Los actores directos como su nombre lo indica, son aquellos que intervienen directamente dentro de la cadena del bambú. En este caso se encuentran los propietarios de la empresa como los principales actores en la toma de decisiones, y los trabajadores que ejercen un papel de gran importancia debido a que son el motor principal para llevar a cabo muchos de los procesos.

La certificación grupal FSC permite que otros productores se conviertan en miembros activos en la cadena del bambú siendo proveedores de materia prima, lo cual los convierte también en actores directos. A estos se les suman los profesionales que aportan con el criterio técnico dentro de las plantaciones para la obtención de productos de calidad. Finalmente, los transportistas también se consideran actores directos ya que permiten la movilización de la materia prima al centro de acopio y de los productos terminados para su comercialización.

Dentro de los procesos de certificación existen actividades que deben llevarse a cabo con organizaciones locales para garantizar el cumplimiento de los principios y criterios del FSC. Entre los actores intermedios se encuentran estas organizaciones, como: GAD Provincial de Pichincha, GAD Municipal de Pedro Vicente Maldonado, GADs Parroquiales, quienes intervienen en la fase de cumplimiento de requisitos legales para acceder a la certificación.

El Ministerio del Ambiente interviene en la expedición de los permisos relacionados con el manejo sostenible de los rodales naturales, en este caso las guías de movilización para productos diferentes a la madera entre los cuales consta el bambú. El Ministerio de Agricultura tiene la competencia para aprobar la movilización de productos provenientes de plantaciones comerciales, entre ellos, el bambú.

Por otra parte, el CEFOVE como representante de FSC en Ecuador es la organización que se encuentra relacionada con los procesos de certificación, mientras que el INBAR se relaciona con el tema de bambú a nivel internacional. La CENBA participa en los procesos de transformación del bambú que se llevan a cabo en la zona y sus actividades ejercen un papel muy importante en el desarrollo económico local.

Finalmente, entre los actores indirectos se encuentran los consumidores finales de los productos de la empresa y las Universidades quienes se encargan de llevar a cabo investigaciones para ampliar el conocimiento acerca del bambú.

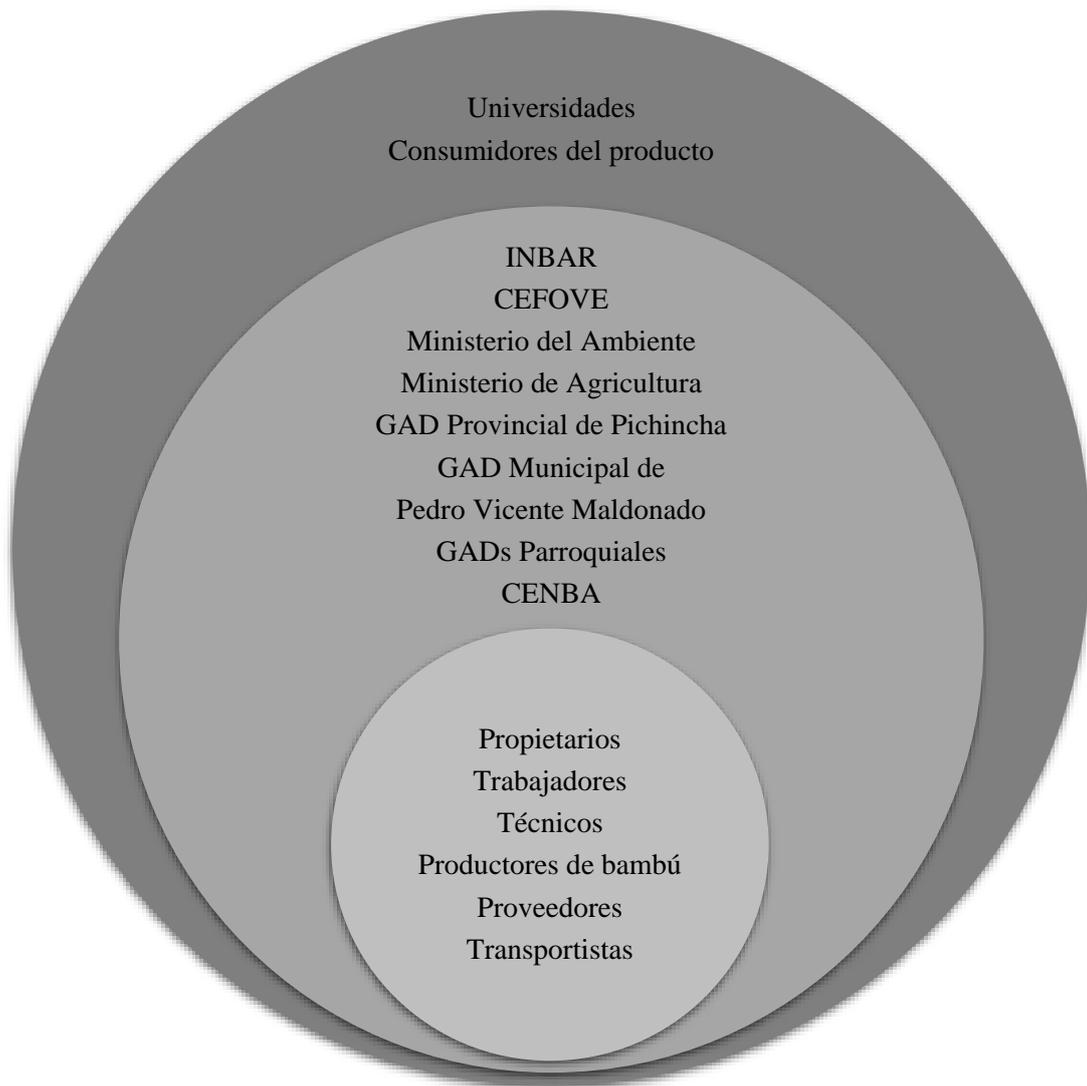


Figura 23. Actores de la cadena de bambú.
Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Características de los productos

A continuación, se detallan los productos obtenidos al final de la cadena de bambú:

Tabla 15

Características de los productos elaborados en la empresa

Especie	Producto	Dimensiones
<i>Dendrocalamus asper</i>	Bambú rollizo	Largo: 6 m Diámetro: desde 8 hasta 15 cm
	Latón	Largo: de 2,5 o 3 m
	Latilla	Largo: desde 2 hasta 4 m Ancho: de 3 o 4 cm Espesor: 1 cm
	Pinboo	Largo: 2, 3 o 4 m Ancho: 30 cm Espesor: de 3 o 4 cm
<i>Guadua angustifolia</i>	Bambú rollizo	Largo: 6 m Diámetro: desde 6 hasta 12 cm

Fuente: Elaboración propia

4.3. Información del estudio socioeconómico

Los resultados de las encuestas fueron divididos de acuerdo con cuatro contextos que son de gran relevancia dentro del estudio.

4.3.1. Contexto social

Los encuestados fueron en un 93,75% hombres y 6,25% mujeres. Se determinó que 12,50% de los propietarios pertenecen a una edad entre 30-40 años; 12,50%, una edad entre 41-50 años; 37,50%, una edad entre 51-60 años; 18,75%, una edad entre 61-70 años; no se encontraron personas entre 71-80 años; y 18,75%, una edad entre 81-90 años.

El 75% de los propietarios son de la ciudad de Quito, por lo cual sus actividades se desarrollan mayoritariamente en esta ciudad; 12,50% son de Pedro Vicente Maldonado; 6,25% son de Nanegalito; y 6,25% son de Macará. La actividad económica principal de estas personas es la agricultura con un 37,50%, ya que se dedican al cultivo de palmito, cacao, entre otros; 12,50% se dedica a la producción de bambú; 12,50% se encuentran jubilados; 6,25% se dedica a la elaboración de chocolate como producto final; y 31,35% se dedica a otras actividades, entre las cuales están: economía, arquitectura, abogacía, comercio y hotelería.

De acuerdo con el tipo de vía a través de la cual se accede a la propiedad, 12,50% se encuentran junto a vías de primer orden; 6,25% junto a vías de segundo orden; y 81,25% junto a vías de tercer orden. Del total de personas encuestadas, 37,50% se moviliza en bus; 31,25% en moto; 18,75% en vehículo propio; y 12,50% en camión.

En cuanto a la percepción cultural del bambú se encontró que el 62,50% no conoce acerca de este material; mientras que el 37,50% posee algún tipo de conocimiento, entre los cuales se hace referencia al bambú como la madera del futuro; y se conoce su uso para la construcción de viviendas en las provincias de Manabí y Esmeraldas, especialmente en los meses posteriores al terremoto del año 2016. En cuanto a las percepciones locales, los encuestados también mencionan el uso del bambú en las construcciones de la zona. Bravo (2019) comenta que, gracias a la gran disponibilidad de este recurso, los habitantes del cantón lo emplean como material de construcción debido a que reconocen su excelente calidad y resistencia, además del confort que este brinda a nivel de habitabilidad.

Algunas personas comentan que hace varios años en la zona existían grandes extensiones ocupadas por rodales naturales de *Guadua angustifolia*, sin embargo, la falta de vías de acceso complicó la comercialización de este material. Otras personas mencionan que todavía existe dificultad para acceder al mercado, razón por la cual prefieren otros cultivos, como es el caso del palmito. Según Añazco y Rojas (2015) alrededor del 50% de las áreas cubiertas por bambú

a nivel nacional que han sido aprovechadas han desaparecido o han sido sustituidas por otros cultivos que se considera tienen una mayor rentabilidad.

4.3.2. Contexto del bambú

En cuanto al área total del predio, se determinó que 6,25% es menor a 20 ha; 43,75% está entre 20 – 50 ha; 25% está entre 50 – 100 ha; y 25% es mayor a 100 ha. De acuerdo con las especies de bambú, 68,75% de los propietarios tienen únicamente *Dendrocalamus asper*; 31,25% tienen *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*; y ningún propietario tiene únicamente *Guadua angustifolia*. De acuerdo con Alfaro (2010) las especies de bambú predominantes en el Noroccidente de Pichincha son *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*, sin embargo, también es posible encontrar plantaciones con especies correspondientes a los géneros *Bambusa* y *Phyllostachys*.

Se determinó que en el 43,75% de los casos, el área dedicada a *Dendrocalamus asper* es inferior al 20% del total del predio; en el 31,25%, el área está entre 20 – 50%; y en el 25%, el área es superior al 50%. La superficie que corresponde a *Dendrocalamus asper* es muy variada, sin embargo, la mayor parte de los propietarios tiene entre 10 – 20 ha (Figura 24).

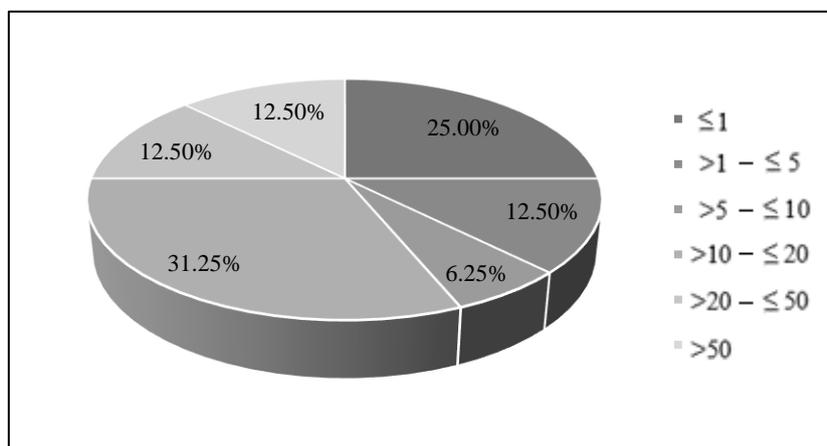


Figura 24. Superficie dedicada para *Dendrocalamus asper*.

Fuente: Elaboración propia

En el 68,75% de los casos no hay áreas de *Guadua angustifolia* dentro de los predios; en el 25%, estas áreas son menores al 10% del total del predio; y en el 6,25%, estas áreas son mayores al 10%. Para el caso de *Guadua angustifolia* no existe una gran variedad en cuanto a superficie; la mayor parte de los propietarios tiene menos de 5 ha (Figura 25).

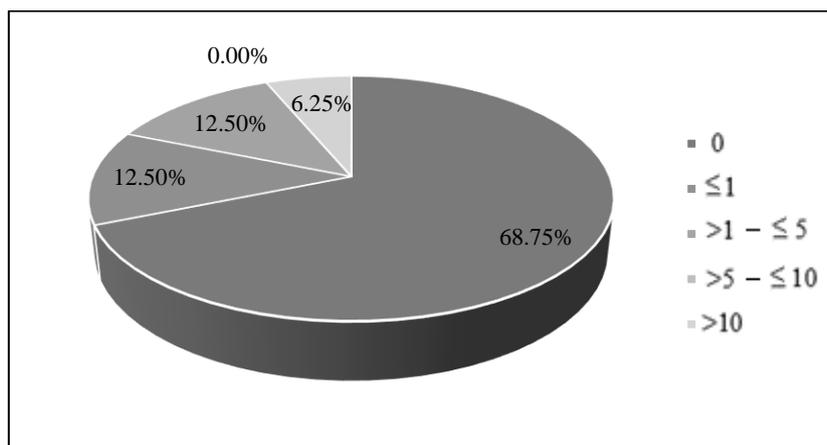


Figura 25. Superficie dedicada para *Guadua angustifolia*.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el tipo de formación vegetal, el 100% de los encuestados afirmó que, tanto *Dendrocalamus asper* como *Guadua angustifolia* han sido plantadas.

La edad de las plantaciones de *Dendrocalamus asper* va desde los 4 hasta los 22 años, siendo las plantaciones de 15 años las más comunes con un 31,25%. Las densidades de plantación son muy variadas, teniendo como mínimo una densidad de 5 x 5 m; y como máximo una densidad de 10 x 10 m, la cual es la más utilizada (Figura 26).

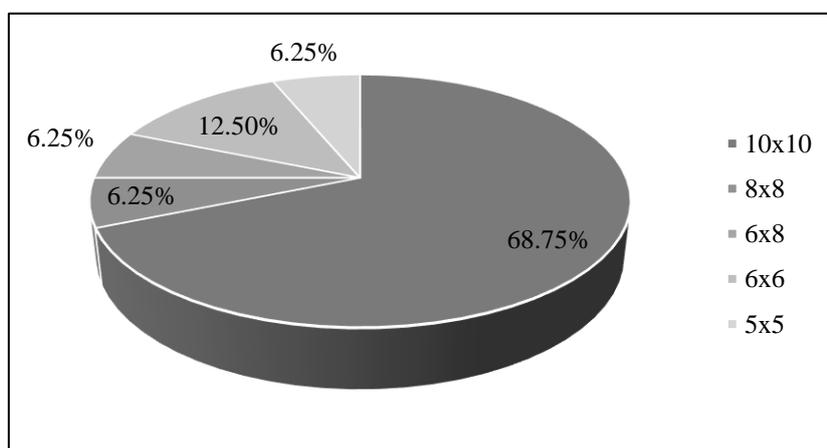


Figura 26. Densidades de plantación para *Dendrocalamus asper*.

Fuente: Elaboración propia

Son pocas las plantaciones de *Guadua angustifolia*, la edad de estas va desde los 4 hasta los 20 años; las plantaciones más comunes son las de 8 años con un 12,50%. Las densidades de plantación no varían demasiado, siendo la más común de 5 x 5 m (Figura 27).

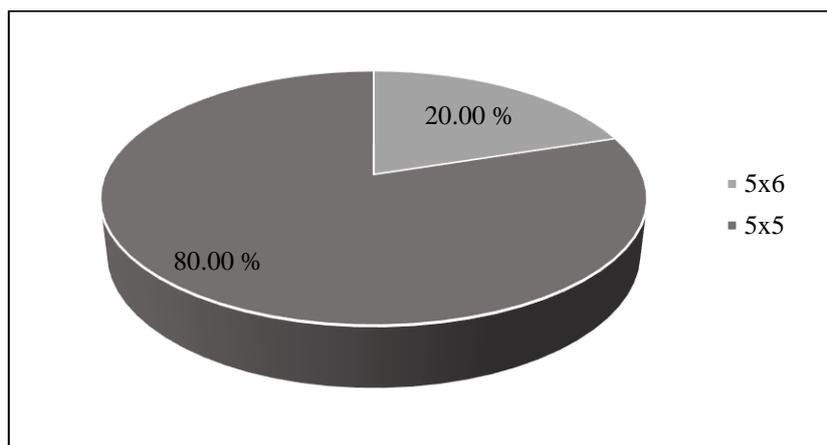


Figura 27. Densidades de plantación para *Guadua angustifolia*.

Fuente: Elaboración propia

La variación de las densidades de plantación para las dos especies, en particular para *Dendrocalamus asper* se explican de acuerdo con el uso para el cual se ha destinado al bambú. Añazco y Rojas (2015) señalan que, para las plantaciones que tienen un objetivo comercial se utilizan distanciamientos más amplios a fin de garantizar una mayor entrada de luz solar para el cultivo; mientras que, para las plantaciones con fines de protección y conservación, los distanciamientos son menores y pueden plantarse a tresbolillo.

4.3.3. Contexto económico

Con respecto al manejo que se les da a las plantaciones de bambú, el 56,25% de los encuestados respondió que realizan algún tipo de manejo. Entre las actividades más comunes que se realizan están la chapia y la poda de las ramas basales. Mientras que, el 43,75% no realiza manejo en las plantaciones. Añazco y Rojas (2015) manifiestan que la mayor parte de los rodales naturales no son manejados con criterios técnicos, en muchas ocasiones se realizan sin tomar en consideración el estado de madurez y el porcentaje de aprovechamiento permitido, causando una reducción en el rendimiento de los rodales.

Con respecto al aprovechamiento, el 81,25% menciona que lo realiza de forma ocasional; el 12,50% lo realiza una vez al año; mientras que, el 6,25% nunca realiza aprovechamiento. Quienes realizan aprovechamiento, extraen únicamente los culmos maduros de la plantación. El 46,67% utiliza el tallo; el 26,67% utiliza la pata y el tallo; 6,67% utiliza el tallo y el cuje; y el 20,00% utiliza el culmo completo, es decir: pata, tallo y cuje. Durante la realización de las

encuestas se observó que, la pata se utiliza como tutor en las plantaciones de pitahaya; los tallos son destinados para la venta, ya sea en forma de caña rolliza o caña picada; y el cuje es vendido para ser utilizado como soporte para otro tipo de cultivos.

En cuanto al uso, el 73,33% de quienes aprovechan los culmos, los utiliza a nivel local; el 13,33% los vende; y el 13,33% alterna ambos casos. El tipo de producto que predomina es el material rollizo con un 86,67%, seguido de la caña picada con un 6,67%, finalmente un 6,67% utiliza ambos productos. El uso que se le da a los productos depende de las necesidades del propietario. Los encuestados que le dan un uso local comentaron que utilizan los culmos para la construcción de pequeñas estructuras dentro de la propiedad, o en ciertos casos para la construcción de viviendas en proyectos comunitarios. Por otra parte, la comercialización de los culmos depende de las oportunidades de mercado que existan. Según Alfaro (2010) el principal problema que afecta a los productores de bambú es la falta de comercialización en la zona, motivo por el cual los propietarios no realizan un adecuado manejo de las plantaciones.

En cuanto al estado fitosanitario, 93,75% mencionó que no se ha evidenciado la presencia de plagas en el bambú; mientras que, 6,25% ha constatado el ataque de plagas, específicamente el ataque de comején en las cañas cortadas y secas. Para el caso de enfermedades, el 100% de los encuestados respondió que no se ha evidenciado ningún tipo de enfermedad en el bambú.

4.3.4. Contexto ambiental

En relación con la fauna, el 87,50% mencionó que han observado animales en las plantaciones de bambú; mientras que, el 12,50% mencionó que no ha observado ningún tipo de animal. De manera similar, Zea (2013) en su investigación determinó que alrededor del 80% de las personas encuestadas señalaron la importancia de la especie *Guadua angustifolia* y la relacionaron con la cantidad de fauna que habita en los rodales naturales.

Los encuestados citaron una gran variedad de animales, entre los que se encuentran: serpientes, tortugas, guatusas, armadillos, puerco espines, saínos, guantas, ardillas, conejos, cusumbos, ranas, loros, perdices, gavilanes, abejas y hormigas (Figura 28).

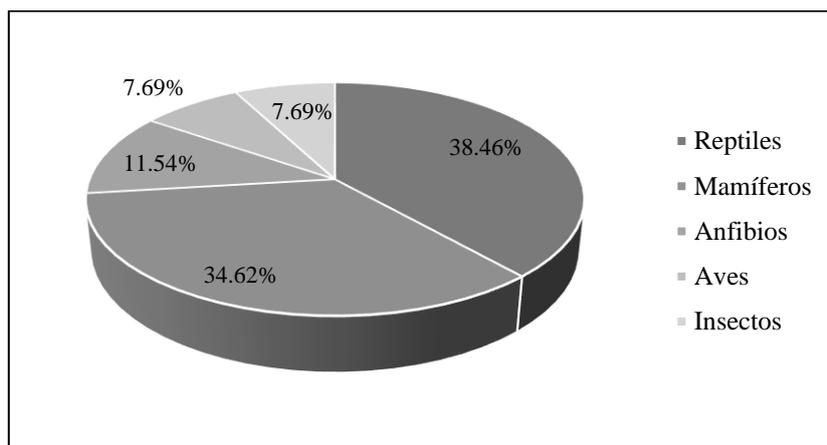


Figura 28. Tipos de fauna encontrados en las plantaciones de bambú.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la influencia que tiene la fauna sobre la población, el 92,86% comenta que los animales no tienen influencia alguna; mientras que, el 7,14% comenta que los animales, especialmente las serpientes, representan una influencia negativa para los productores de bambú.

En relación con la flora, 100% de los encuestados mencionó que no han observado otro tipo de plantas dentro de las plantaciones de bambú. De acuerdo con los encuestados, el 75% menciona que esta situación no tiene ningún tipo de influencia; sin embargo, para el 25% esta situación comprende una influencia negativa. Las personas comentan que el bambú es una planta que no permite el desarrollo de otros cultivos dentro de la plantación. Lima, Rother, Muler, Lepsch, & Rodrigues (2012) mencionan que, la densidad de especies es significativamente menor en áreas cubiertas con bambú en comparación con áreas en las que no se tiene bambú. Según Larpkern, Moe, & Totland (2011) la abundancia de plántulas y la diversidad de especies se ve reducida significativamente debido a la presencia de la hojarasca producida por el bambú, la cual minimiza la competencia por recursos.

Por otra parte, Carmiol (2009) manifiesta que, a pesar de que el bambú es una especie dominante, sus bosques propician la existencia y sostenibilidad de gran variedad de flora y fauna ya que los nutrientes en estos ecosistemas se reciclan en materiales orgánicos que juegan un papel primordial en la fertilidad del suelo. Lobovikov et al. (2009) afirman que los rodales de bambú pueden integrarse en sistemas agrícolas, donde se alterna la producción de cultivos con el bambú, lo cual disminuye el impacto de los cultivos migratorios y reduce la presión para el uso y conversión insostenible de los bosques.

De acuerdo con las percepciones que tiene la población con respecto al microclima, el 93,75% declara que el bambú tiene influencia en el lugar; y el 6,25% declara que no presenta ninguna influencia. Con respecto a la temperatura, 100% de los encuestados que respondieron afirmativamente explicaron que la influencia es positiva, ya que dentro de las plantaciones de bambú se percibe que la temperatura es menor a la que se tiene en el exterior. Añazco y Rojas (2015) señalan que en la provincia de Manabí los pobladores comentan que, al ingresar al guadual, la sensación térmica es menor que las áreas ubicadas en el exterior, de modo que el guadual actúa como regulador de la temperatura a nivel de microclima. En lo que corresponde a vientos y humedad, 100% de los encuestados, no encontró ningún tipo de relación con el bambú.

En cuanto al agua, el 68,75% comentó que el bambú tiene influencia sobre esta; mientras que el 31,25% mencionó que no existe influencia alguna. De los encuestados que respondieron afirmativamente, el 63,64% aseguró que esta influencia es positiva, ya que el bambú contribuye a la conservación de las fuentes hídricas; el 27,27% comentó que el bambú absorbe una gran cantidad de agua, por lo cual ejerce una influencia negativa; y el 9,09% manifestó que ha evidenciado ambas situaciones: *Dendrocalamus asper* retiene una gran cantidad de agua; mientras que, *Guadua angustifolia* atrae el agua. Zea (2013) menciona que más del 85% de las personas encuestadas consideran que *Guadua angustifolia* tiene una incidencia directa en la calidad y cantidad de agua, además encontró que las personas en el cantón General Antonio Elizalde afirman que: “donde hay caña, hay agua”.

En cuanto al suelo, el 75% afirmó que el bambú influye sobre este elemento; mientras que el 25% dijo que no ejerce ningún tipo de influencia. El 83,33% de quienes conocen la influencia del bambú mencionaron que es negativa, debido a que provoca la compactación del suelo a causa de sus raíces. Algunas personas hicieron énfasis en que no permite el crecimiento de otros cultivos, mientras que otras comentaron que el bambú reseca el suelo. El 16,67% restante aseguró que la influencia del bambú es positiva. Ciertas personas dijeron que las hojas del bambú son un aporte al suelo como abono orgánico; otras comentaron que el bambú contribuye con la fertilidad del suelo, ya que se tiene experiencia previa con un sistema agroforestal donde se tiene bambú y un cultivo de pimienta. Según Giraldo (2008) el suelo del guadual tiene mayor contenido de materia orgánica que cualquier otro tipo de ecosistema, esto incide en la disminución de la compactación y el aumento de la porosidad, además favorece la capacidad de intercambio catiónico y la actividad de los microorganismos del suelo.

Finalmente se preguntó a los encuestados si volverían a plantar bambú, a lo cual el 100% respondió negativamente. Se consultó las acciones que se tomarán a futuro con respecto al bambú y ante esta pregunta, 18,75% de las personas respondió que le dará un uso local; 6,25% le dará un uso comercial; 6,25% realizará algún tipo de transformación previa a la comercialización; 37,50% mencionó que no realizará ninguna acción, entre estas personas, algunas mencionaron que la decisión de mantener el bambú se enfoca principalmente en la conservación de estas áreas verdes; 18,75% planea vender las propiedades en las cuales se encuentra el bambú; y 12,50% desea eliminar completamente el bambú de su propiedad.

4.3.5. Relación entre las variables evaluadas

De acuerdo con el análisis de las tablas de contingencia se determinó que existe una relación estadísticamente significativa, alta y directamente proporcional entre las siguientes variables:

El uso para el cual está destinado y la frecuencia con la que se aprovecha el bambú, con un valor para el estadístico chi cuadrado de 17,54 y una significancia de 0,007. El uso que se le da al bambú define otras características importantes como en este caso, la frecuencia con la cual se aprovechan los culmos, siendo en su mayoría ocasional cuando se planea darle un uso local al bambú (Tabla 16).

Tabla 16
*Tabla de contingencia Uso * Frecuencia de aprovechamiento*

		Frecuencia de aprovechamiento				
			Anual	Ocasional	Ninguno	Total
Uso	Comercial	Recuento	1	2	0	3
		% del total				18,8%
	Local	Recuento	1	9	0	10
		% del total				62,5%
	Ambos	Recuento	0	2	0	2
		% del total				12,5%
	Ninguno	Recuento	0	0	1	1
		% del total				6,2%
Total		Recuento	2	13	1	16
		% del total	12.50%	81.20%	6.20%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

El uso y la parte del culmo que se prefiere, con un valor estadístico de chi cuadrado de 34,67, con una significancia de 0,001. De acuerdo con el uso que se le va a proporcionar se determinan también las partes del culmo que poseen las características deseadas, en este caso, se encontró que el tallo es la parte preferida para ser utilizada a nivel local (Tabla 17).

Tabla 17
*Tabla de contingencia Uso * Parte del culmo*

		Parte del culmo					N	Total
		PTC	T	PT	TC			
Uso	Comercial	Recuento	0	0	2	1	0	3
		% del total						18.8%
	Local	Recuento	1	7	2	0	0	10
		% del total						62.5%
	Ambos	Recuento	2	0	0	0	0	2
		% del total						12.5%
	Ninguno	Recuento	0	0	0	0	1	1
		% del total						6.2%
Total		Recuento	3	7	4	1	1	16
		% del total	18.8%	43.8%	25.0%	6.2%	6.2%	100.0%

Fuente: Elaboración propia

El uso y el producto que se desea obtener, con un valor para el estadístico chi cuadrado de 27,80 y una significancia de 0,001. El tipo de producto que se pretende utilizar o comercializar de ser el caso, también tiene relación con el uso, la caña rolliza es la que tiene un uso más extendido siendo el uso local el que predomina para este tipo de producto (Tabla 18).

Tabla 18*Tabla de contingencia Uso * Producto que utiliza*

		Producto que utiliza					
			Picada	Rolliza	Ambas	Ninguna	Total
Uso	Comercial	Recuento	0	2	1	0	3
		% del total					18.8%
	Local	Recuento	0	10	0	0	10
		% del total					62.5%
	Ambos	Recuento	1	1	0	0	2
		% del total					12.5%
	Ninguno	Recuento	0	0	0	1	1
		% del total					6.2%
Total		Recuento	1	13	1	1	16
		% del total	6.3%	81.3%	6.3%	6.3%	100.0%

Fuente: Elaboración propia

El uso y la actividad económica principal del propietario, con un valor estadístico de chi cuadrado de 21,69, con una significancia de 0,01. La actividad económica principal de los propietarios juega un papel de gran importancia para determinar el uso del bambú, aquellas personas que se dedican a la agricultura tienen preferencia por la utilización del bambú a nivel local, el cual se destina para diversos fines dentro de la finca (Tabla 19).

Tabla 19*Tabla de contingencia Uso * Actividad económica principal*

		Actividad económica principal					
			Agricultura	Bambú	Jubilado	Otros	Total
Uso	Comercial	Recuento	0	2	0	1	3
		% del total					18.8%
	Local	Recuento	6	0	1	3	10
		% del total					62.5%
	Ambos	Recuento	0	0	0	2	2
		% del total					12.5%
	Ninguno	Recuento	0	0	1	0	1
		% del total					6.2%
Total		Recuento	6	2	2	6	16
		% del total	37.5%	12.5%	12.5%	37.5%	100.0%

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se contribuyó con el cumplimiento del Criterio 7.2 correspondiente al Principio 7 del FSC: Planificación del manejo de las plantaciones de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*, las cuales, de acuerdo con la información obtenida en los inventarios realizados, se encuentran en excelentes condiciones para el aprovechamiento.

- Se contribuyó con el cumplimiento del Criterio 2.3 correspondiente al Principio 2 del FSC: Derechos de los trabajadores y condiciones de empleo, mediante la identificación de los procesos pertenecientes a la cadena de custodia de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia* y sus factores de influencia, para posteriormente aplicar medidas para su cumplimiento.

- La información generada en la presente investigación contribuyó con la obtención del certificado de Manejo Forestal y Cadena de Custodia de bambú de la empresa Allpabambú, la cual también obtuvo la declaratoria de Servicios Ecosistémicos para mantener y mejorar la calidad del agua mediante el manejo sostenible de sus plantaciones.

5.2. Recomendaciones

- A nivel de plantaciones se recomienda uniformizar el aprovechamiento de los culmos, ya que las parcelas que se encuentran más distantes del camino principal y caminos secundarios presentan una mayor cantidad de culmos sobremaduros.
- Fomentar el manejo silvicultural sostenible de las plantaciones de bambú a fin de aprovechar las excelentes características de este material para su utilización en diferentes ámbitos.
- Difundir los beneficios que aporta la certificación grupal FSC para los pequeños productores de bambú con la finalidad de ampliar las oportunidades de mercado y tratar de resolver la principal problemática de esta zona.
- Los pequeños productores de bambú del cantón Pedro Vicente Maldonado tienen la posibilidad de sumarse a la certificación grupal FSC de la empresa Allpabambú para aportar con la materia prima necesaria y cumplir con los procesos de la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, N. (2009). *Introducción a la Certificación Forestal*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Alfaro, M. (2010). *Estudio de ubicación de lugares y personas que poseen caña guadúa y bambú gigante en el Noroccidente de la provincia de Pichincha*. Quito, Ecuador: Gobierno Autónomo Descentralizado de Pichincha.
- Añazco, M. (2013). *Estudio de vulnerabilidad del bambú (*Guadua angustifolia*) al cambio climático en la costa del Ecuador y norte del Perú*. Quito, Ecuador: International Network for Bamboo and Rattan (INBAR).
- Añazco, M., y Rojas, S. (2015). *Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú en Ecuador con énfasis en la especie *Guadua angustifolia**. Quito, Ecuador: International Network for Bamboo and Rattan (INBAR).
- Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi, Ecuador.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2018). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito, Ecuador.
- Banik, R. (2015). Morphology and growth. En W. Liese & M. Köhl (Eds.), *Bamboo. The Plant and its Uses*. Hamburg, Germany: Springer International Publishing.
- Bendaña, G. (2018). La enigmática y misteriosa floración del bambú. *Temas Nicaragüenses* (124).
- Benton, A. (2015). Priority Species of Bamboo. En W. Liese & M. Köhl (Eds.), *Bamboo. The Plant and its Uses*. Hamburg, Germany: Springer International Publishing.
- Boix, E. (2012). *Operaciones básicas en viveros y centros de jardinería*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.
- Bravo, C. (2019). *Diseño de prototipo de vivienda social en madera y bambú, adaptada al subtrópico ecuatoriano, Pedro Vicente Maldonado*. (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Camargo, J. (2006). *Growth and productivity of the bamboo species *Guadua angustifolia* Kunth in the coffee region of Colombia*. (doctoral thesis). Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Germany.
- Camargo, J., y Rodríguez, J. (2011). La importancia de la definición de la madurez de los culmos de guadua. En O. Mosquera, E. Henao, H. Quintero, J. Rodríguez, J. Suárez, & J. Camargo (Eds.), *Desarrollo tecnológico para optimizar la calidad de los productos obtenidos de bosques de guadua: Definiendo la madurez de los culmos y mejorando los procesos de organización* (pp. 15-25). Pereira, Colombia: Publiprint.

- Campos, G., y Martínez, N. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Revista Xihmai*, 7(13), 45-60.
- Canelos, P. e Hidrovo, P. (2004). El acero vegetal. Una alternativa para la construcción y la promoción turística del Ecuador. *Cuestiones económicas*, 3(3), 187-233.
- Cárdenas, E. y Marlin, C. (2003). *Diagnóstico de la cadena productiva de la caña guadúa en el Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Carmioli, V. (2009). Bambú Guadua, un recurso ecológico. *Tecnología en marcha*, 22(3).
- Carrascón, I. (2015). *La certificación en el sector forestal y de la madera: Un valor añadido para gestores forestales y empresas*. Madrid, España: Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- Carrera, F., Louman, B., y López, G. (2006). Planificación y construcción de caminos forestales. En L. Orozco, C. Brumér y D. Quirós (Eds.), *Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Carvajal, A. (2013). *Diseño de un proyecto de factibilidad para la producción de Bambú en Puerto Quito y su comercialización en la ciudad de Quito*. (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.
- Castaño, F. (2002). *Estudio de la calidad de sitio y su incidencia en el crecimiento y desarrollo de las plantaciones de guadua (Análisis de caso: Valle del Cauca)*. Armenia, Colombia.
- Castaño, F., y Moreno, R. (2004). *Guadua para todos. Cultivo y aprovechamiento*. Bogotá, Colombia.
- Cauley, H. (2001). Genetic Engineering: FSC says risks are still too great. *Journal of Forestry*, 99(12), 8-9.
- Cerrón, T. (2016). *Estrategias de arquitectura ecológica con bambú y el confort térmico en el Parque Nacional del Manu, Cusco*. (tesis de maestría). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Chandramouli, S., Jagadish, M., & Viswanath, S. (2015). Cultivation prospects of *Dendrocalamus asper* Backer. for edible shoots in semiarid and humid tropics of Peninsular India. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 5(1), 95-101.
- Chiluiza, C., y Hernández, J. (2009). *Elaboración de papel artesanal de caña guadua (Guadua angustifolia K.)*. (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Clark, L., Londoño, X., & Ruiz, E. (2015). Bamboo Taxonomy and Habitat. En W. Liese & M. Köhl (Eds.), *Bamboo. The Plant and its Uses*. Hamburg, Germany: Springer International Publishing.

- Cobo, C. (2008). Edificios de hierba. *Ecuador Terra Incógnita*(56). Recuperado de http://www.terraecuador.net/revista_56/56_bambu.html.
- Colorado, A. (2001). La Guadua, una maravilla natural de grandes bondades y promisorio futuro. *Revista El mueble y la madera*, 34, 17-27.
- Contreras, W., Owen, M., y Cloquell, V. (2005). *Los procesos de certificación forestal y el diseño ambientalmente integrado y su aporte en pro del desarrollo sostenible global*: Asociación de Investigación de las Industrias de la Madera (AITIM).
- Coto, J. (1991). Características generales del bambú y sistemas de cultivo. *Revista Artesanías de América* (36).
- Damiani, C. (2013). *Caracterización anatómica de las especies Bambusa vulgaris y Dendrocalamus asper provenientes de Oxapampa (Perú)*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Dávila, M., y Brugger, S. (2012). El aprovechamiento del bambú para impulsar el desarrollo económico sustentable en México. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 37.
- De Freitas, A. (1998). Panorámica general de la certificación forestal. En J. Campos y M. Perl (Eds.), *Certificación forestal: Avances y perspectivas en América Latina y el Caribe* (pp. 19-23). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Decipulo, M., Ockerby, S., & Midmore, D. (2009). Managing clumps of *Dendrocalamus asper* in Bukidnon, the Philippines. En D. Midmore (Ed.), *Silvicultural management of bamboo in the Philippines and Australia for shoots and timber* (pp. 36-45): Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR).
- Deras, J. (2003). *Análisis de la cadena productiva del bambú en Costa Rica*. (tesis de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Díaz, F. (2010). *El pequeño manual del bambú*: Physis. Taller del Fénix.
- Diver, S. (2001). Bamboo, a multipurpose agroforestry crop. *Appropriate Technology Transfer for Rural Areas*.
- Echezuría, H. (2018). El bambú como recurso sustentable para construcción de viviendas de bajo costo. *Tekhné*, 21(2).
- EcoPlanet Bamboo. (2014). Commercial bamboo plantations as a tool for restoring landscapes. En J. Chávez & J. Roderick. (Eds.), *Towards productive landscapes* (pp. 139-145). Wageningen, Netherlands: European Tropical Forest Research Network (ETFRN).
- Embaye, K. (2003). *Ecological aspects and resource management of bamboo forests in Ethiopia*. (doctoral thesis). Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

- Escala, N. (2015). *Estudio de factibilidad para la exportación de la caña de bambú en el cantón Simón Bolívar*. (tesis de pregrado). Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Espinal, C., Martínez, H., Pinzón, N., y Espinosa, D. (2005). *La cadena de la guadua en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Estacio, D. (2013). *Evaluación de las propiedades físico- mecánicas del Bambú - Bagua – Amazonas*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Falck, N. (2001). *Bambú usado como material de construcción*. Conferencia llevada a cabo en el Congreso de Centroamérica y Panamá de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- Fischer, C., Aguilar, F., Jawahar, P., & Sedjo, R. (2005). *Forest Certification: Toward Common Standards*. AgEcon Search.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2017). *Sustainable woodfuel for food security: A smart choice: green, renewable and affordable*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i7917e.pdf>.
- Forest Stewardship Council (FSC) Ecuador. (2018). *Datos y cifras*. Recuperado de <https://ec.fsc.org/es-ec/nuestro-impacto/datos-y-cifras>.
- Forest Stewardship Council (FSC) Ecuador. (s.f.). *5 pasos a la certificación*. Recuperado de <https://ec.fsc.org/es-ec/certificate>.
- Forest Stewardship Council (FSC) Ecuador. (s.f.). *FSC Antecedentes*. Recuperado de <https://ec.fsc.org/es-ec/about-fsc/nuestra-historia>.
- Forest Stewardship Council (FSC) Internacional. (2004). *Criterios de elegibilidad para SLIMF*. Recuperado de <https://fsc.org/en/document-center/documents/61>.
- Forest Stewardship Council (FSC) Internacional. (2015a). *Certificación de Cadena de Custodia*. Recuperado de <https://fsc.org/en/document-center/documents/80>.
- Forest Stewardship Council (FSC) Internacional. (2015b). *Principios y Criterios del FSC para el Manejo Forestal Responsable*. Recuperado de <https://fsc.org/es/document-center/documents/59>.
- Forest Stewardship Council (FSC) Internacional. (2017a). *Estándar FSC para entidades grupales en grupos de manejo forestal*. Recuperado de <https://fsc.org/es/document-center/documents/318>.
- Forest Stewardship Council (FSC) Internacional. (2017b). *Requisitos para la Obtención de Madera Controlada FSC*. Recuperado de <https://fsc.org/en/document-center/documents/170>.

- Forest Stewardship Council (FSC) Internacional. (2018). *Informe anual del FSC 2018*. Recuperado de <https://annual-reports.fsc.org/es>.
- Fuertes, M. (2011). La observación de las prácticas educativas como elemento de evaluación y de mejora de la calidad en la formación inicial y continua del profesorado. *Revista de Docencia Universitaria*, 9(3), 237-258.
- García, C. (2013). *Estudio de comportamiento de demanda para el uso de caña guadua y bambú gigante en Ecuador*. (tesis doctoral). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador.
- García, M. (2012). *Social and cultural aspects of constructions with bamboo*. Conferencia llevada a cabo en Tenth Latin American and Caribbean Conference (LACCEI).
- Gerez, P., y Alatorre, E. (2007). Los retos de la certificación forestal en la silvicultura comunitaria de México. En D. Barton, L. Merino, & D. Barry (Eds.), *Los bosques comunitarios de México: Manejo sustentable de paisajes forestales* (pp. 99-120). México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- Giraldo, E. (2008). Bienes y servicios ambientales de la guadua en Colombia (*Guadua angustifolia* Kunth). *Sigguadua*, 22.
- Giraldo, E. y Sabogal, A. (1999). *Una alternativa sostenible: La guadua. Técnicas de cultivo y manejo*. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Armenia, Colombia.
- Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Pedro Vicente Maldonado. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*.
- González, H. (2005). *Elaboración de una propuesta para el aprovechamiento y la transformación del bambú en el ámbito del PRODAPP*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- González, O. (2014). *Caracterización del bambú Guadua (Guadua angustifolia) para el diseño e industrialización en España*. Universidad Almería.
- González, P. (2007). Características y usos del bambú. *Acción Agraria*.
- Grajales, C. (2014). Administración científica de aprovechamientos forestales de guadua. *Lámpsakos* (12), 62-70.
- Gullison, R. (2003). Does forest certification conserve biodiversity? *Oryx*, 37(2), 153-165.
- Hansen, E., Fletcher, R., Cashore, B., & McDermott, C. (2006). *Forest certification in North America*. Oregon, USA: Oregon State University.
- Hartsfield, A., & Ostermeier, D. (2003). Certification: The view from FSC-certified land managers. *Journal of Forestry*, 101(8), 32-36.

- Henao, E., y Rodríguez, J. (2011). Cambios en las propiedades físico-mecánicas de culmos de *Guadua angustifolia* como indicadores del estado de madurez. *Recursos Naturales y Ambiente* (61), 26-31.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). México, D.F.: McGrawHill.
- Hidalgo, O. (2003). *Bamboo: The Gift of the Gods*. Bogotá, Colombia.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (s.f.). *Precio de plantas y semillas por estación experimental*. Recuperado de <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wp-content/uploads/2014/06/Listado-de-precios-plantas-y-semillas.pdf>.
- Kadambi, K. (1949). On the ecology and silviculture of *Dendrocalamus Strictus* in the bamboo forests of Bhadravati Division, Mysore State, and comparative notes on the species *Bambusa*, *Arundinacea*, *Ochladra Travancorica*, *Oxytenanthera Monostigma* and *O. Stocksii*. *Indian Forester*, 75(8).
- Kleinhenz, V., & Midmore, D. (2001). Aspects of bamboo agronomy. *Advances in Agronomy*, 74, 99-153.
- Landis, T., Tinus, R., McDonald, S., Barnett, J., y Nisley, R. (1995). *Planeación, establecimiento y manejo del vivero* (Vol. 1). Washington, D.C.: Departamento de Agricultura, Servicio Forestal.
- Larpkern, P., Moe, S., & Totland, Ø. (2011). Bamboo dominance reduces tree regeneration in a disturbed tropical forest. *Oecologia*, 165(1), 161-168.
- Lárraga, N., Gutiérrez, N., López, H., Pedraza, M., Vargas, J., Santos, G., y Santos, U. (2011). Propagación vegetativa de tres especies de bambú. *Ra Ximhai*, 7(2), 205-218.
- Liese, W., & Köhl, M. (Eds.). (2015). *Bamboo. The Plant and its Uses*. Hamburg, Germany: Springer International Publishing.
- Liese, W., & Weiner, G. (1996). Ageing of bamboo culms. A review. *Wood Science and Technology*, 30(2), 77-89.
- Lima, R., Rother, D., Muler, A., Lepsch, I., & Rodrigues, R. (2012). Bamboo overabundance alters forest structure and dynamics in the Atlantic Forest hotspot. *Biological Conservation*, 147(1), 32-39.
- Linke, J. (2004). Seminario Internacional "Potencialidades y obstáculos de la certificación forestal". *Recursos naturales y ambiente*, (42), 108-109.
- Lobovikov, M., Lou, Y., Schoene, D., & Widenoja, R. (2009). *The poor man's carbon sink: bamboo in climate change and poverty alleviation*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization (FAO).

- Londoño, X. (1990). Aspectos sobre la distribución y la ecología de los bambúes de Colombia (Poaceae: Bambusoideae). *Caldasia*, 16, 139-153.
- Londoño, X. (1998). *Evaluation of bamboo resources in Latin America*. Cali, Colombia.
- Londoño, X. (2001). La Guadua, un bambú importante de América. *Revista Procaña*, 56, 10-14.
- Londoño, X. (2002). *Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo*. Cátedra de Maestría en Construcción - Módulo Guadua, Bogotá, Colombia.
- Londoño, X. (2004). *Bambúes exóticos en Colombia*. Sociedad Colombiana del Bambú.
- Londoño, X. (2010). *Identificación taxonómica de los bambúes de la región noroccidental del Perú*. Lima, Perú: PerúBambú.
- Londoño, X. (2011). El bambú en Colombia. *Biotecnología vegetal*, 11(3), 143-154.
- Londoño, X., Camayo, G., Riaño, N., y López, Y. (2003). Caracterización anatómica del culmo de *Guadua angustifolia* Kunth (Poaceae: Bambusoideae). *Bamboo, science and culture. The journal of the American Bamboo Society*.
- Malanit, P. (2009). The Suitability of *Dendrocalamus asper* Backer for Oriented Strand Lumber. (doctoral thesis). University of Hamburg, Hamburg, Germany.
- Malleux, J. (2009). Inventario de las formaciones de bambú en las regiones de Amazonas y San Martín. 2, 38.
- Marcilla, M. (2012). La certificación forestal. *Foresta*(55), 148-151.
- Marquez, C. (2009). Improving and maintaining productivity of *Bambusa blumeana* for quality shoots and timber in Iloilo and Capiz, the Philippines. En D. Midmore (Ed.), *Silvicultural management of bamboo in the Philippines and Australia for shoots and timber* (pp. 47-61). Los Baños, Philippines: Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR).
- Mejía, L. (2010). Pasado y futuro de los bosques de guadua en el Eje Cafetero colombiano. El caso de Yarima Guadua. *Recursos Naturales y Ambiente* (61), 6-10.
- Mena, I. (2014). El cultivo del bambú y el clima en Ecuador. *Revista El Agro*.
- Mercedes, J. (2006). *Guía Técnica. Cultivo del bambú*. Santo Domingo, República Dominicana: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF).
- Midmore, D. (2009). Overview of the ACIAR bamboo project outcomes. En D. Midmore (Ed.), *Silvicultural management of bamboo in the Philippines and Australia for shoots and timber* (pp. 7-12): Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR).

- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2006). La agroindustria en el *Ecuador: Un diagnóstico integral*. Recuperado de https://ocaru.org.ec/index.php/debate-rural/politica-publica/normativas/item/download/26_164df86f3393f156044ba7904d8787e2.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2018). *Ecuador: Estrategia Nacional del Bambú 2018-2022. Lineamientos para un desarrollo verde e inclusivo*. Recuperado de <https://bambuecuador.files.wordpress.com/2019/03/estrategia-nacional-bambc3ba-2018-2022-versic3b3n-resumida.pdf>.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2018). *Estado de los bosques en el Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Minke, G. (2012). *Building with bamboo: Design and technology of a sustainable architecture*.
- Montiel, M., y Sánchez, E. (2006). Ultraestructura de bambúes del género *Dendrocalamus* (Poaceae: Bambusoideae) cultivados en Costa Rica IV: *Dendrocalamus asper*, clones Taiwán y Tailandia. *Revista de Biología Tropical*, 54, 65-75.
- Morales, E. y Trejos, J. (2007). *Fortalecimiento de los procesos productivos de la Asociación Campesina Tecniguadua (ASOCATEG) para la continuidad de la certificación forestal voluntaria*. (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- Morán, J. (2001). *Usos tradicionales y actuales del bambú en América Latina, con énfasis en Colombia y Ecuador*.
- Morán, J. (2002). *Preservación del bambú en América Latina, mediante métodos tradicionales*.
- Morán, J. (2014). Vulnerabilidad de las viviendas de bambú al cambio climático en la Costa del Ecuador. Quito, Ecuador: International Network for Bamboo and Rattan (INBAR).
- Moreno, R., y Mejía, M. (2013). *Estado del arte de la cadena de la guadua en Colombia 2003-2012*. Pereira, Colombia: Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER).
- Muthoo, M. (2012). La certificación forestal y la economía verde. *Unasylva*, 63(239), 17-23.
- Naranjo, G., y Naranjo, K. (2006). *Determinación de estrategias genéricas en las fases de la cadena productiva del bambú*. (tesis de maestría). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- National Mission on Bamboo Applications. (2004). *Processing bamboo shoots. Training manual*. New Delhi, India.
- Nussbaum, R., & Simula, M. (2005). *The Forest Certification Handbook*. London, UK: Earthscan.
- Oddone, N., Padilla, R., y Antunes, B. (2014). Metodología del Proyecto CEPAL-GIZ para el diseño de estrategias de fortalecimiento de cadenas de valor. En R. Padilla (Ed.), *Fortalecimiento de las cadenas de valor como instrumento de la política industrial*:

- Metodología y experiencia de la CEPAL en Centroamérica* (pp. 392). Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Otero, L., y Maluenda, J. (1998). El ejemplo de la certificación FSC: La certificación forestal como herramienta para el manejo sustentable de los bosques. *Ambiente y Desarrollo*, 14(4), 38-47.
- Palomeque, M. (2016). *Sustentabilidad en sistemas agrícolas de limón (Citrus aurantifolia C.), cacao (Theobroma cacao L.) y bambú (Guadua angustifolia K.) en Portoviejo, Ecuador*. (tesis doctoral). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Parreño, A. (2017). *Análisis de los mercados potenciales para la exportación de productos derivados de bambú elaborados en la ciudad de Esmeraldas*. (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- Pattberg, P. (2005). What Role for Private Rule-Making in Global Environmental Governance? Analysing the Forest Stewardship Council (FSC). *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 5(2), 175-189.
- Poveda, G., Franco, Z., Pilco, M., Suriaga, M., Rivera, G., y Sacoto, D. (2016). *Construcción de viviendas con caña guadúa en el Ecuador, una realidad amigable y sustentable*. Conferencia llevada a cabo en el I Congreso Internacional online Filosofía de la Sustentabilidad de Vivienda Tradicional “Transformando comunidades hacia el desarrollo local”.
- Qiu, G., Shen, Y., Li, D., Wang, Z., Huang, Q., Yang, D., & Gao, A. (1992). Bamboo in subtropical eastern China En S. Long, M. Jones, & M. Roberts (Eds.), *Primary productivity of grass ecosystems of the tropics and sub-tropics* (pp. 159-188). London, UK: Chapman and Hall.
- Rametsteiner, E., & Simula, M. (2003). Forest certification: An instrument to promote sustainable forest management? *Journal of Environmental Management*, 67(1), 87-98.
- Reátegui, N. (2009). *Caracterización y clave de identificación de bambúes en el ámbito Chanchamayo, departamento de Junín, Perú*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Reig, E. (2019). *Cubiertas de bambú: Creación de espacios flexibles para las escuelas del futuro*. (tesis doctoral). Universitat Politècnica de València, Valencia, España.
- Rodríguez, J. (2006). El bambú como material de construcción. *Conciencia Tecnológica*, (31), 67-69.
- Rodríguez, J., Camargo, J., y Suárez, J. (2010). Determinación en campo de la madurez de culmos de *Guadua angustifolia* en el Eje Cafetero de Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente* (61), 100-106.

- Rojas, S. (2007). *La Guadua Certificada en el Eje Cafetero Colombiano*. (tesis de maestría). Universidad Estatal a Distancia, Sabánilla, Costa Rica.
- Romero, C. (2015). *Certificación forestal voluntaria de guaduales en Colombia bajo el esquema del FSC en áreas de conservación: Caso Jardín Botánico Universidad Tecnológica de Pereira*. (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- Salas, E. (2006). *Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia*. (tesis doctoral). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- Sánchez, A. (2017). *Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia y Bambusa vulgaris (bambú), en el Vivero Bambunet del cantón Archidona, provincia de Napo*. (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Sánchez, M. (2009). *Manual para el manejo nutricional y producción del bambú para el panda gigante (Ailuropoda melanoleuca) y panda rojo (Ailurus fulgens) en el zoológico de Chapultepec, ciudad de México*. Recuperado de <http://www.economia.unam.mx/cechimex/images/Mariano%20Sanchez%20Trocino.pdf>.
- Sarzosa, E. (2019). *Análisis del proceso de preservado de latillas para la Central del Bambú Andoas (CENBA) de la provincia de Pichincha y su incidencia en la calidad del producto*. (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador.
- Sattar, M. (1995). Traditional bamboo housing in Asia: Present status and future prospects. En P. Ganapathy, J. Janssen, & C. Sastry (Eds.), *Bamboo, people and the environment. Engineering and utilization* (Vol. 3). New Delhi, India: International Network for Bamboo and Rattan (INBAR).
- Schröder, S. (2010). *Guadua Bamboo*. Bamboo species, Dendrocalamus asper. Retrieved from <https://www.guaduabamboo.com/species/dendrocalamus-asper>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una vida*. Quito, Ecuador Recuperado de https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf.
- Sequeira, V., y Louman, B. (2004). Retos y oportunidades para una mejor aplicación de los estándares de certificación del manejo forestal en América Latina. *Recursos Naturales y Ambiente*(42), 60-68.
- Shanley, P., Pierce, A., Laird, S., y Robinson, D. (Eds.). (2008). *Más allá de la madera: certificación y manejo de productos forestales no maderables*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR).

- Sharma, B., Gattoo, A., Bock, M., Mulligan, H., & Ramage, M. (2014). Engineered bamboo. State of the art. *Construction Materials*, 168(2), 57-67.
- Shu, J., & Wang, H. (2015). Pests and Diseases of Bamboos. En W. Liese & M. Köhl (Eds.), *Bamboo. The Plant and its Uses*. Hamburg, Germany: Springer International Publishing.
- Soler, P. (2017). *Uso del bambú en la arquitectura contemporánea*. (tesis de pregrado). Universitat Politècnica de València, Valencia, España.
- Song, X., Zhou, G, Jiang, H., Yu, S., Fu, J., Li, W., Wang, W.,.... Peng, C. (2011). Carbon sequestration by Chinese bamboo forests and their ecological benefits: assessment of potential, problems, and future challenges. *Environmental Reviews*, 19, 418-428.
- Soria, P., & Poppens, R. (2004). *El manejo de guaduales naturales para la transformación y comercialización de latillas*: International Network for Bamboo and Rattan (INBAR).
- Soto, M. (2010). *Diseño de elementos decorativos para espacios interiores con el uso de caña guadúa o bambú*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Suárez, J. y Rodríguez, J. (2010). Instrumentos de gestión para el manejo de bosques de guadua en el Eje Cafetero colombiano. *Recursos Naturales y Ambiente* (61), 95-99.
- Subsaneene, W. (1994). Thailand. En P. Durst, W. Ulrich, & M. Kashio (Eds.), *Non-wood forest products in Asia* (pp. 127-150). Bangkok, Thailand.
- Takahashi, J. (2006). Bamboo in Latin America: Past, Present and the Future. En *Bamboo for the Environment, Development and Trade* (pp. 4-12). Wuyishan, China: International Network for Bamboo and Rattan (INBAR).
- Tamarit, J. (2003). Análisis del escenario de la certificación forestal en el contexto del desarrollo sustentable. *Madera y Bosques*, 9(2), 3-13.
- Troya, F., & Xu, C. (2014). Plantation management and bamboo resource economics in China. *Ciencia y Tecnología*, 7(1), 1-12.
- Uchimura, E. (1978). Ecological studies on cultivation of tropical bamboo forest in the Philippines. *Forestry and Forest Products Research Institute* (301), 79-118.
- United States Agency for International Development (USAID). (2005). *Estudio exploratorio del mercado de caña guadúa en Ecuador* (817). Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/read/13206671/estudio-exploratorio-del-mercado-de-cana-guadua-en-ecuador/17>.
- Van Der Lugt, P. (2005). The bamboo sector in Colombia and Ecuador: A state of the art analysis of opportunities and constraints. *Journal of Bamboo and Rattan*, 4(4), 421-440.

- Villegas, M. (2003). *Guadua: Arquitectura y diseño*. Bogotá, Colombia: Villegas Asociados, S.A.
- Walter, M. (2006). *Análisis de los sistemas de certificación de gestión forestal FSC y PEFC usando la Forest Certification Assessment Guide (FCAG)*. World Wildlife Fund (WWF).
- Zea, P. (2013). *Percepciones locales versus evidencia científica sobre la relación entre el bambú y el agua en el cantón Bucay, provincia del Guayas, Ecuador*. (tesis de maestría). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1

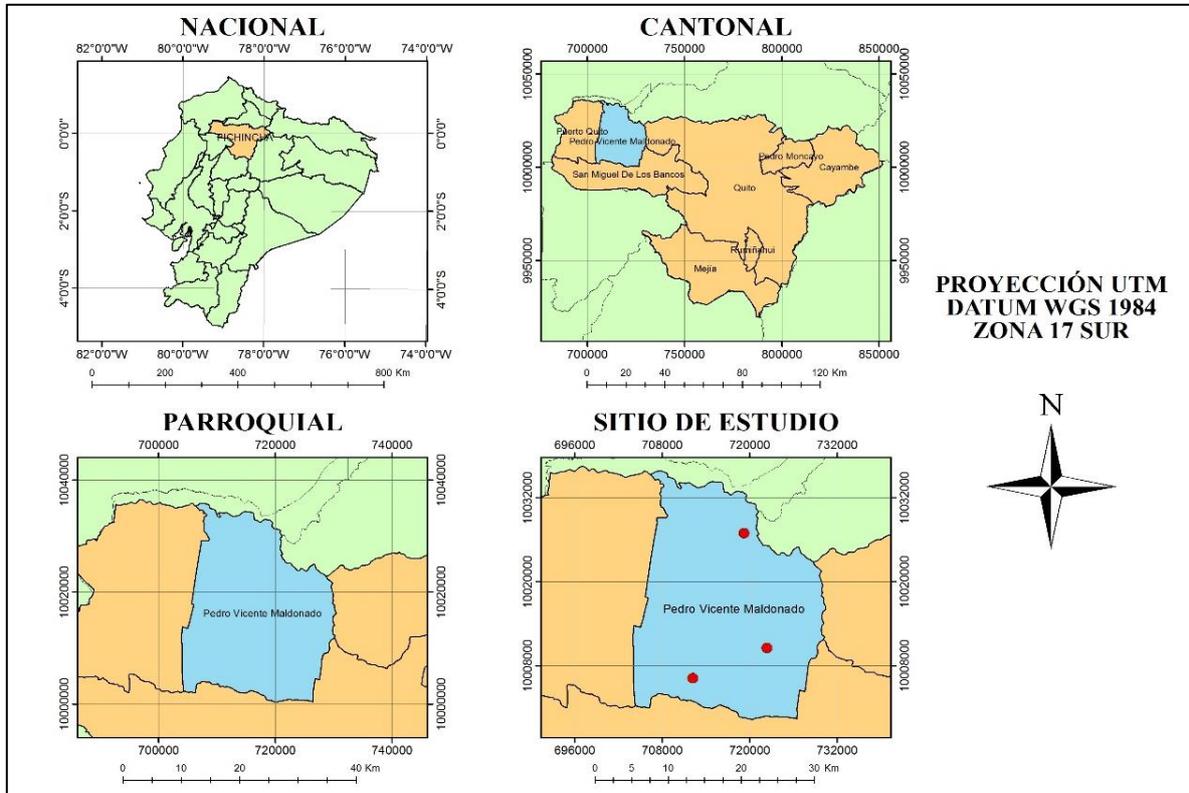


Figura 29. Mapa de ubicación de los sitios de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3

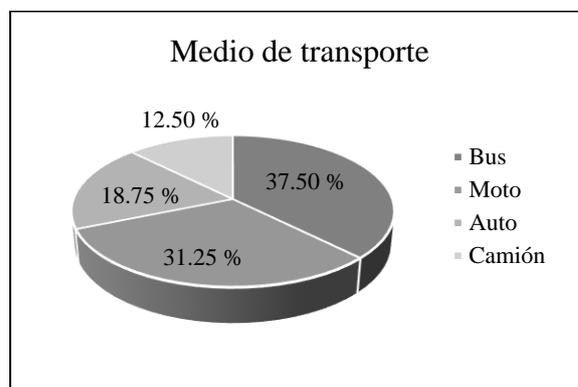
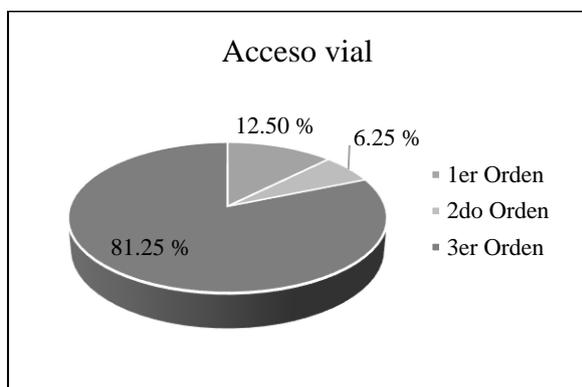
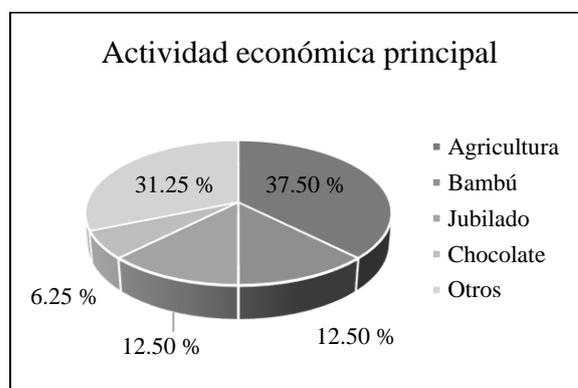
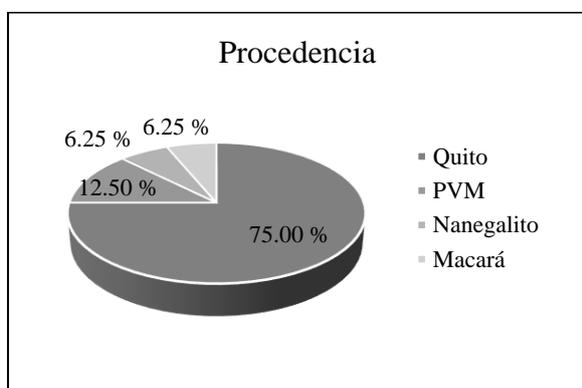
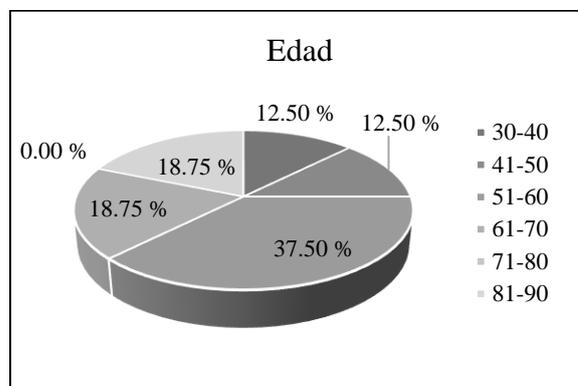
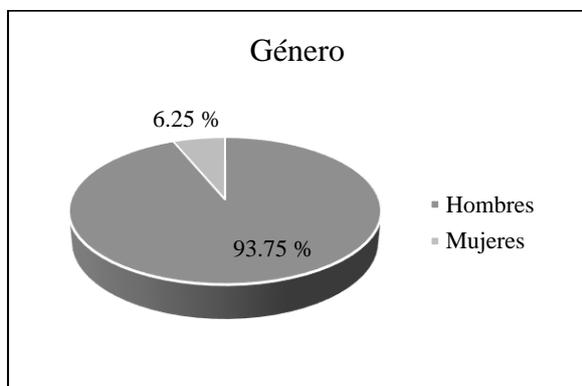
Formato de la encuesta realizada a los pequeños productores de bambú.

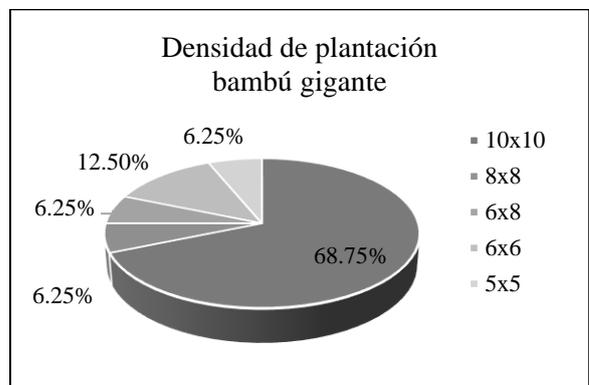
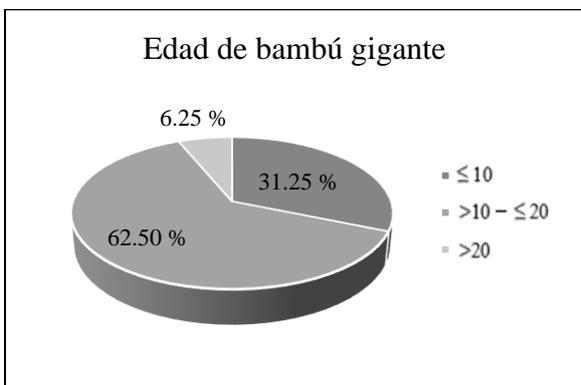
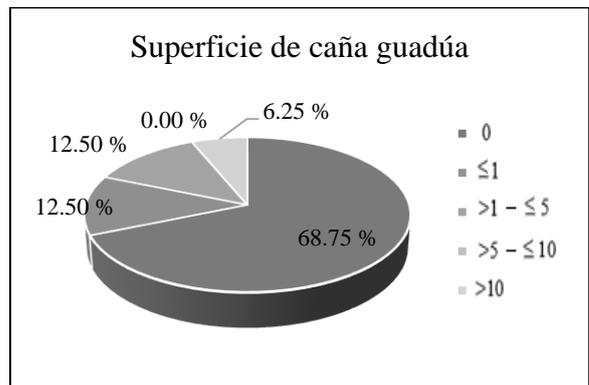
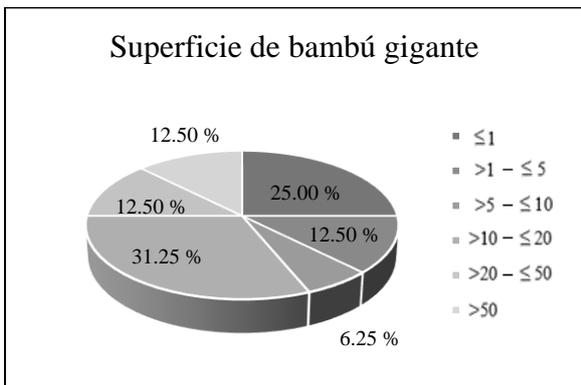
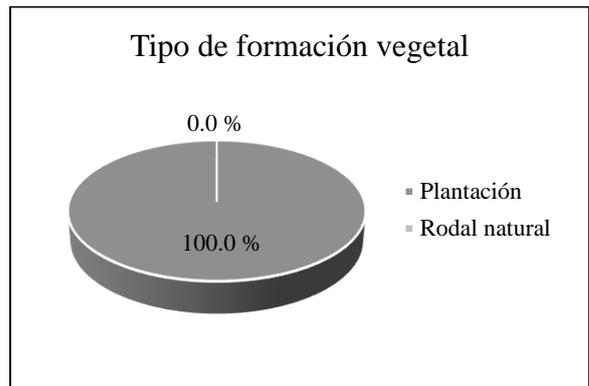
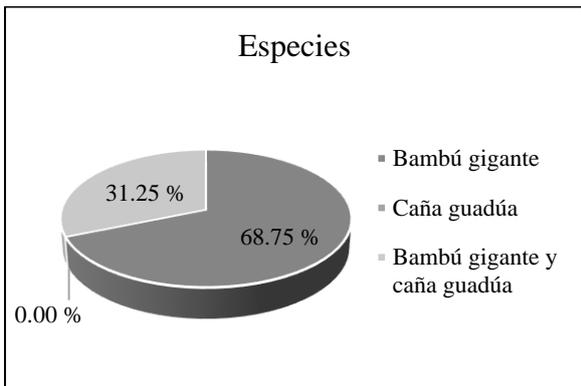
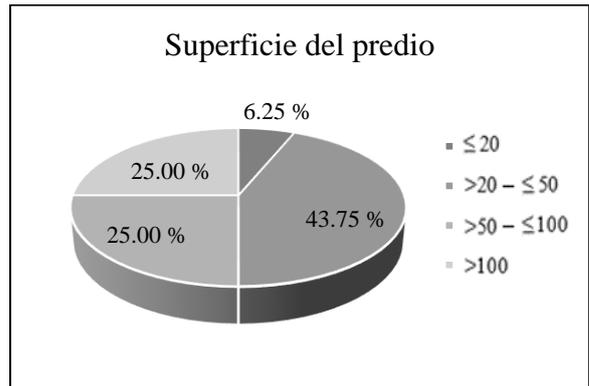
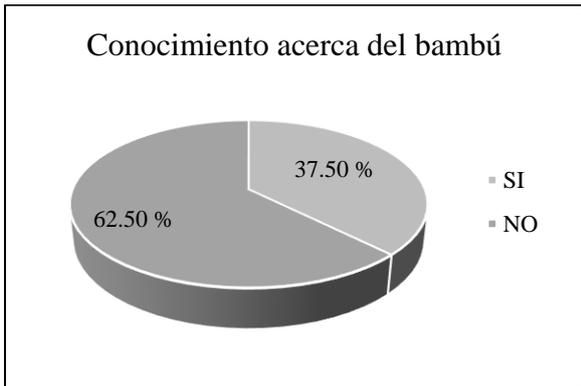
 		ENCUESTA PRODUCTORES DE BAMBÚ			
Responsable:	<input type="text"/>	Fecha:	<input type="text"/>	Altitud:	<input type="text"/>
Comunidad:	<input type="text"/>	Coordenadas:	X <input type="text"/>	Y	<input type="text"/>
1. Información del productor					
Nombre:	<input type="text"/>	Edad:	<input type="text"/>	Procedencia:	<input type="text"/>
Act. econ. principal:	<input type="text"/>				
2. Información del bambú					
2.1. Superficie del predio					
Superficie total (ha)	<input type="text"/>	Superficie bambú (ha)	<input type="text"/>		
2.2. Movilización					
Acceso vial:	1er ord. <input type="checkbox"/>	2do ord. <input type="checkbox"/>	3er ord. <input type="checkbox"/>	Medio de transporte:	<input type="text"/>
2.3. Tipo de formación vegetal					
Rodal natural	<input type="checkbox"/>	Plantación	<input type="checkbox"/>	Densidad:	<input type="text"/>
				Edad:	<input type="text"/>
2.4. Especies utilizadas					
Caña guadúa	<input type="checkbox"/>	Bambú gigante	<input type="checkbox"/>	Otras	<input type="checkbox"/>
				¿Cuáles?	<input type="text"/>
3. Ámbito económico					
3.1. Manejo del bambú					
¿Realiza manejo?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	¿Cuál?	<input type="text"/>	
3.2. Aprovechamiento del bambú					
Nro cañas:	<input type="text"/>	Parte de la caña:	Pata <input type="checkbox"/>	Tallo <input type="checkbox"/>	Cuje <input type="checkbox"/>
Frecuencia:	Diaria <input type="checkbox"/>	Semanal <input type="checkbox"/>	Mensual <input type="checkbox"/>	Anual <input type="checkbox"/>	Ocasional <input type="checkbox"/>
Tipo:	Brote <input type="checkbox"/>	Verde <input type="checkbox"/>	Madura <input type="checkbox"/>	Sobremadura	<input type="checkbox"/>
Anotaciones:					
3.3. Usos del bambú					
Nivel de uso:	Local <input type="checkbox"/>	Comercial	<input type="checkbox"/>	Tipo de uso:	<input type="text"/>
Producto:	Rolliza <input type="checkbox"/>	Picada <input type="checkbox"/>	Latón <input type="checkbox"/>	Latilla <input type="checkbox"/>	Otro <input type="text"/>
Anotaciones:					
3.4. Calidad del bambú					
Presencia plagas	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	¿Cuáles?	<input type="text"/>	
Presencia enfermedades	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	¿Cuáles?	<input type="text"/>	
¿En qué condiciones se presentan?	En pie <input type="checkbox"/>	Cortada <input type="checkbox"/>	Transformada	<input type="checkbox"/>	
Anotaciones:					

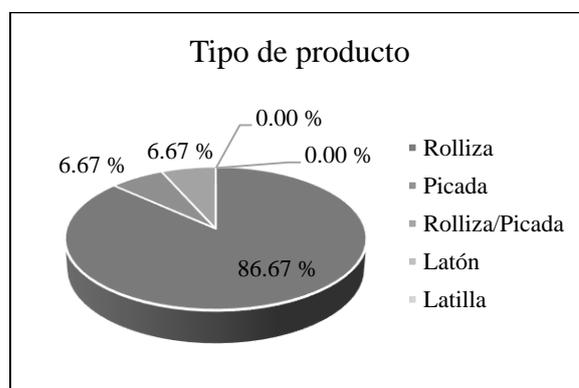
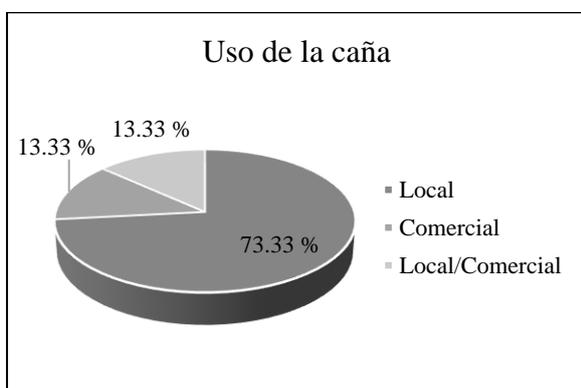
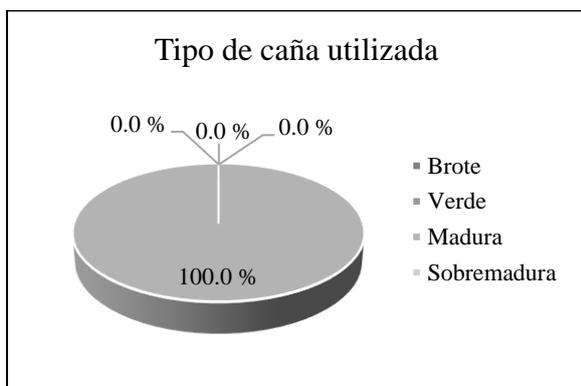
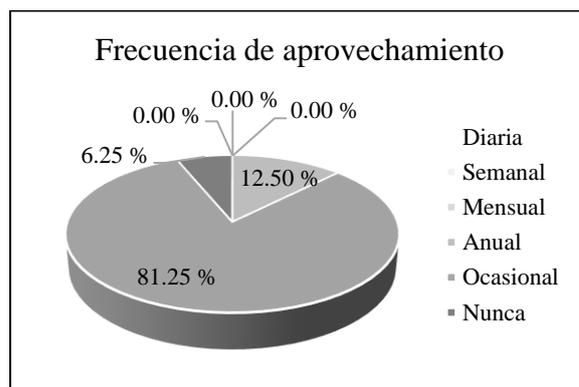
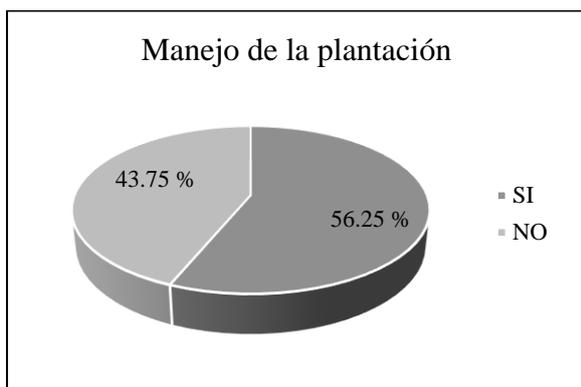
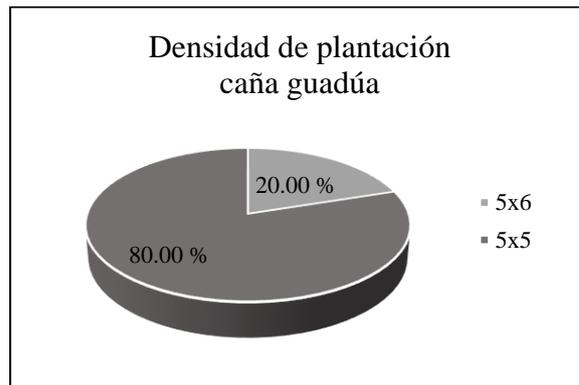
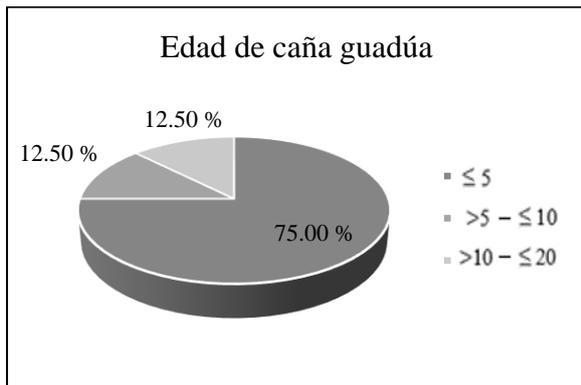
4. Ámbito ambiental						
4.1 Fauna						
¿Ha identificado animales en el guadual?						
Mamíferos	<input type="checkbox"/>	Reptiles	<input type="checkbox"/>	Anfibios	<input type="checkbox"/>	Aves <input type="checkbox"/> Insectos <input type="checkbox"/>
Anotaciones:						
¿Qué tipo de influencia tienen para el productor y el guadual?						
Positiva	<input type="checkbox"/>	Negativa	<input type="checkbox"/>	Ninguna	<input type="checkbox"/>	
4.2. Flora						
¿Ha identificado otro tipo de plantas en el guadual?						
Anotaciones:						
¿Qué tipo de influencia tienen para el productor y el guadual?						
Positiva	<input type="checkbox"/>	Negativa	<input type="checkbox"/>	Ninguna	<input type="checkbox"/>	
4.3. Microclima						
¿Considera que el bambú tiene influencia en el clima del lugar? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
Temperatura:	Positiva	<input type="checkbox"/>	Negativa	<input type="checkbox"/>	Ninguna	<input type="checkbox"/>
Humedad:	Positiva	<input type="checkbox"/>	Negativa	<input type="checkbox"/>	Ninguna	<input type="checkbox"/>
Vientos:	Positiva	<input type="checkbox"/>	Negativa	<input type="checkbox"/>	Ninguna	<input type="checkbox"/>
4.4. Agua						
¿Considera que el bambú tiene influencia en la calidad del agua? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
Tipo de influencia:	Positiva	<input type="checkbox"/>	Negativa	<input type="checkbox"/>	Ninguna	<input type="checkbox"/>
Anotaciones:						
4.5. Suelo						
¿Considera que el bambú tiene influencia en la calidad del suelo? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
Tipo de influencia:	Positiva	<input type="checkbox"/>	Negativa	<input type="checkbox"/>	Ninguna	<input type="checkbox"/>
Anotaciones:						
5. Ámbito social						
5.1. Percepción cultural del bambú en la zona						
Anotaciones:						
6. Información adicional						
¿Volvería a plantar bambú? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ¿Qué especie? <input type="text"/>						
¿Qué piensa hacer con el bambú a futuro? Uso local <input type="checkbox"/> Comercialización <input type="checkbox"/>						
Transformación:	Primaria	<input type="checkbox"/>	Secundaria	<input type="checkbox"/>	Ningún uso	<input type="checkbox"/> Eliminar el bambú <input type="checkbox"/>

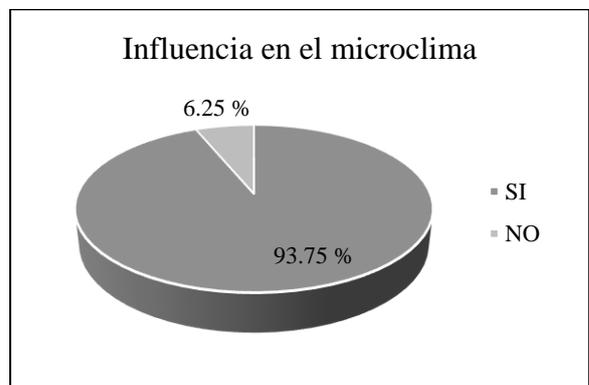
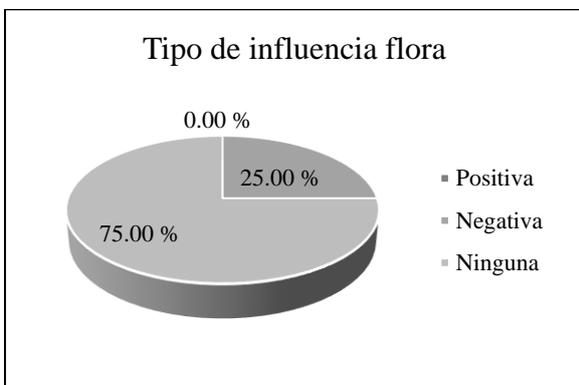
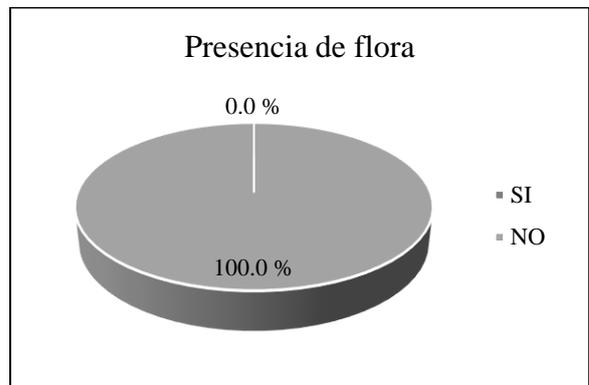
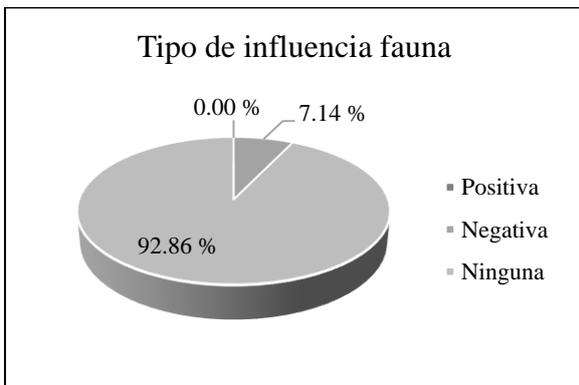
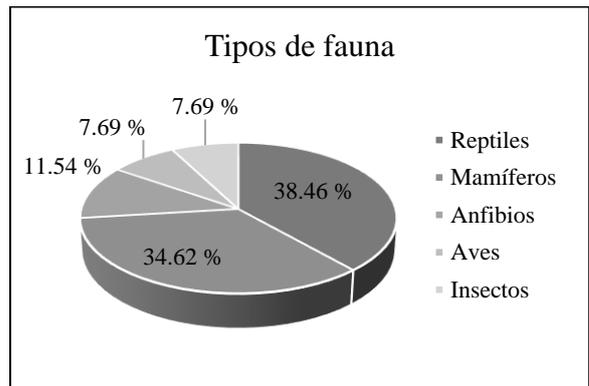
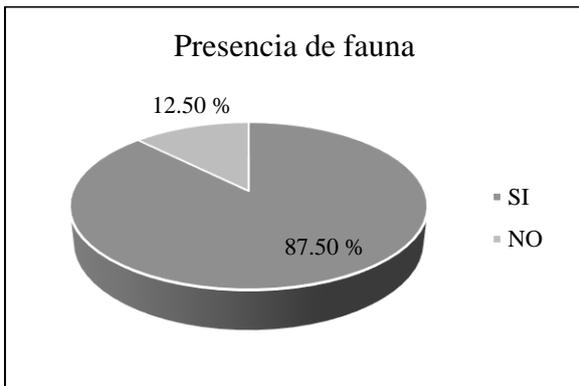
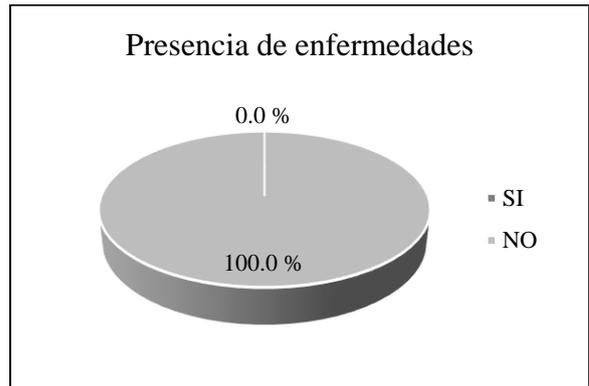
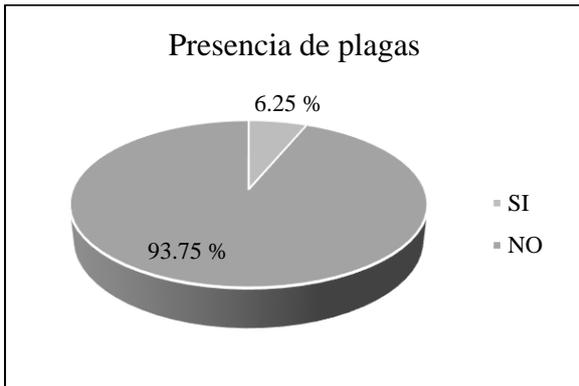
Anexo 4

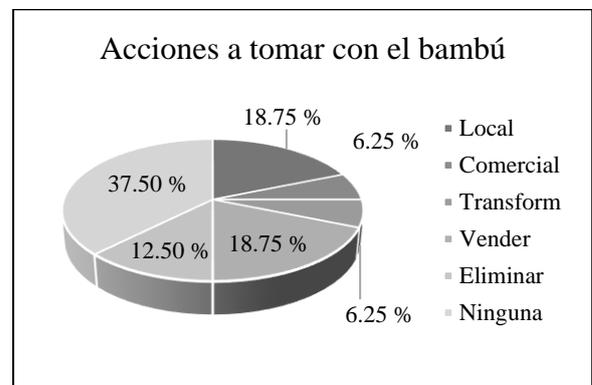
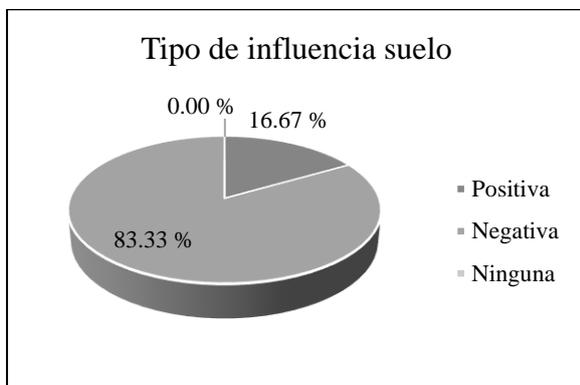
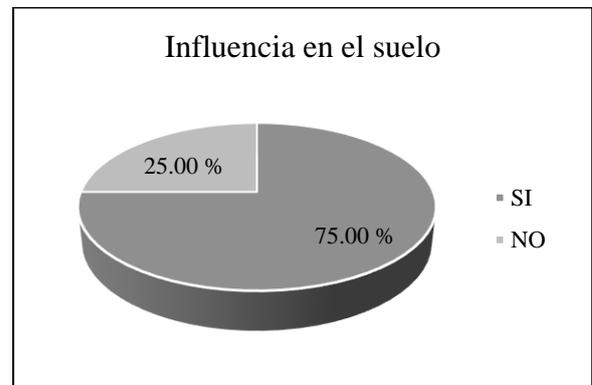
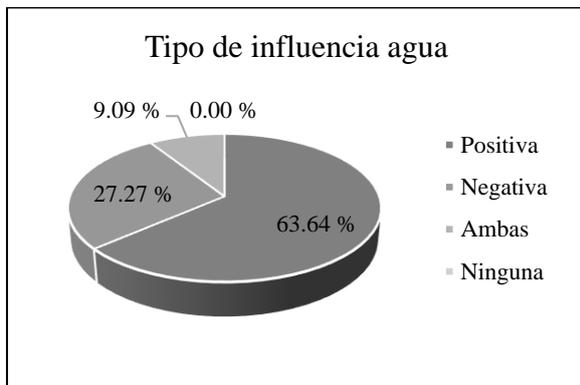
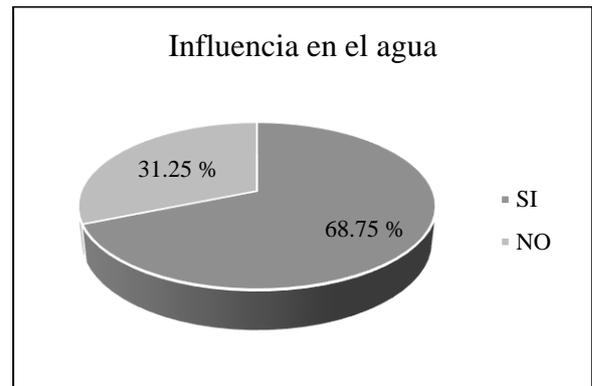
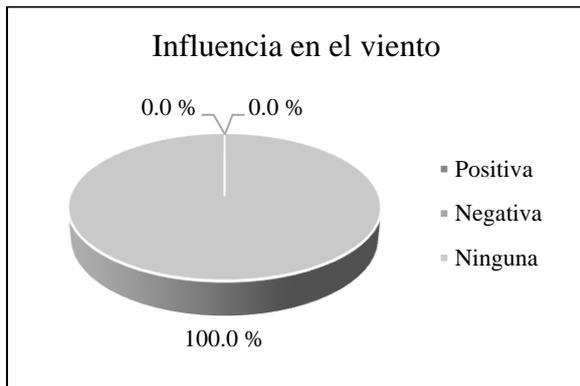
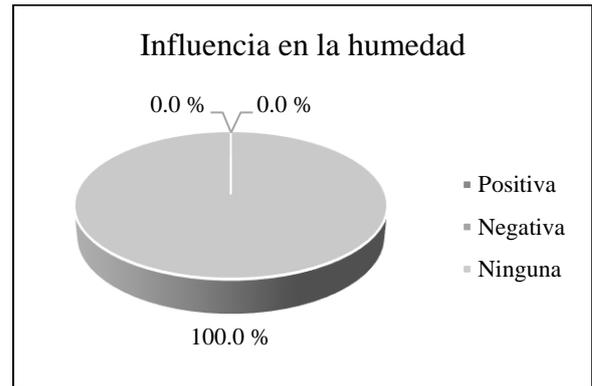
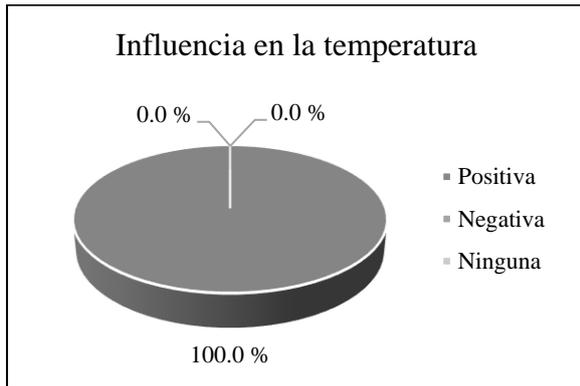
Resultados de la encuesta realizada a los pequeños productores de bambú.











Anexo 5

Tabla 21

Costos de propagación de 100 plántulas de *Dendrocalamus asper*.

Actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos				Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (Jornal)	Valor unitario (\$)	Subtotal	Nombre	Cantidad	Unidad	Subtotal	
COSTOS VARIABLES										
Extracción de tierra	0,33	m ³	0,125	20,00	2,50					2,50
Transporte de tierra	0,33	m ³	0,063	20,00	1,25					1,25
Tamizado de tierra	0,25	m ³	0,063	20,00	1,25					1,25
Llenado de fundas	100	fundas	0,250	20,00	5,00	fundas	100		2,45	7,45
Selección de material vegetativo	100	yemas apicales	0,875	20,00	17,50					17,50
Hidratación de material	100	plántulas	0,125	20,00	2,50					2,50
Aplicación desinfectante	100	plántulas	0,010	20,00	0,21	Vitavax	10	gramos	0,22	0,43
Aplicación enraizador	100	plántulas	0,010	20,00	0,21	Hormonagro	20	gramos	0,72	0,93
Trasplante	100	plántulas	0,250	20,00	5,00					5,00
Riego	100	plántulas	1,667	20,00	33,33					33,33
Deshierbe	100	plántulas	0,333	20,00	6,67					6,67
Podas	100	plántulas	2,083	20,00	41,67					41,67
Reposición (20%)	20	plántulas								24,10
SUBTOTAL										144,57
COSTOS FIJOS										
Depreciación equipos y herramientas										20,00
Administración (10%)										14,46
Imprevistos (5%)										7,23
SUBTOTAL										41,69
TOTAL										186,26

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6

Tabla 22

Costos de propagación de 100 plántulas de Guadua angustifolia

Actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos				Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (Jornal)	Valor unitario (\$)	Subtotal	Nombre	Cantidad	Unidad	Subtotal	
COSTOS VARIABLES										
Extracción de tierra	0,07	m ³	0,031	20,00	0,63					0,63
Transporte de tierra	0,07	m ³	0,021	20,00	0,42					0,42
Tamizado de tierra	0,05	m ³	0,021	20,00	0,42					0,42
Llenado de fundas	100	fundas	0,375	20,00	7,50	fundas	100		0,70	8,20
Selección de material vegetativo	100	chusquines	0,250	20,00	5,00					5,00
Hidratación de material	100	plántulas	0,125	20,00	2,50					2,50
Aplicación desinfectante	100	plántulas	0,010	20,00	0,21	Vitavax	10	gramos	0,22	0,43
Aplicación enraizador	100	plántulas	0,010	20,00	0,21	Hormonagro	20	gramos	0,72	0,93
Trasplante	100	plántulas	0,375	20,00	7,50					7,50
Riego	100	plántulas	1,250	20,00	25,00					25,00
Deshierbe	100	plántulas	0,250	20,00	5,00					5,00
Podas	100	plántulas	2,083	20,00	41,67					41,67
Reposición (20%)	20	plántulas								19,54
SUBTOTAL										117,22
COSTOS FIJOS										
Depreciación equipos y herramientas										20,00
Administración (10%)										11,72
Imprevistos (5%)										5,86
SUBTOTAL										37,58
TOTAL										154,80

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7

Tabla 23

Costos de establecimiento de 1 ha de Dendrocalamus asper

Actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos				Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (Jornal)	Valor unitario (\$)	Subtotal	Nombre	Cantidad	Unidad	Subtotal	
COSTOS VARIABLES										
Preparación del terreno	1	ha	10,417	20,00	208,33					208,33
Trazado	1	ha	0,625	20,00	12,50					12,50
Hoyado	100	hoyos	1,667	20,00	33,33					33,33
Distribución de plantas	100	plantas	0,250	20,00	5,00					5,00
Aplicación fertilizante	100	plantas	0,417	20,00	8,33	NPK	20	kg	12,00	20,33
Plantación	100	plantas	0,833	20,00	16,67	plantas	100		184,40	202,92
Replante	10	plantas								48,24
SUBTOTAL										530,67
COSTOS FIJOS										
Depreciación equipos y herramientas										15,00
Administración (10%)										53,07
Imprevistos (5%)										26,53
SUBTOTAL										94,60
TOTAL										625,27

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8

Tabla 24

Costos de establecimiento de 1 ha de Guadua angustifolia

Actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos				Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (Jornal)	Valor unitario (\$)	Subtotal	Nombre	Cantidad	Unidad	Subtotal	
COSTOS VARIABLES										
Preparación del terreno	1	ha	10,417	20,00	208,33					208,33
Trazado	1	ha	2,500	20,00	50,00					50,00
Hoyado	400	hoyos	6,667	20,00	133,33					133,33
Distribución de plantas	400	plantas	0,375	20,00	7,50					7,50
Aplicación fertilizante	400	plantas	1,667	20,00	33,33	NPK	20	kg	12,00	45,33
Plantación	400	plantas	3,333	20,00	66,67	plantas	400		613,11	685,87
Replante	40	plantas								113,04
SUBTOTAL										1243,41
COSTOS FIJOS										
Depreciación equipos y herramientas										15,00
Administración (10%)										124,34
Imprevistos (5%)										62,17
SUBTOTAL										201,51
TOTAL										1444,92

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9

Tabla 25

Costos de manejo de 1 ha de Dendrocalamus asper

Actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos				Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (Jornal)	Valor unitario (\$)	Subtotal	Nombre	Cantidad	Unidad	Subtotal	
COSTOS VARIABLES										
Limpieza	2225	culmos	5,000	20,00	100,00					100,00
Barbacha	2225	culmos	7,296	20,00	145,92					145,92
Raleo fitosanitario	2225	culmos	3,000	20,00	60,00					60,00
Fertilización	2225	culmos	2,875	20,00	57,50	NPK	20	kg	12,00	69,50
Marcación	2225	culmos	1,000	20,00	20,00	Cinta	2	rollo	6,00	26,00
Inventario	2225	culmos	0,875	20,00	17,50	Artículos varios			15,00	32,50
SUBTOTAL										433,92
COSTOS FIJOS										
Depreciación equipos y herramientas										13,00
SUBTOTAL										13,00
TOTAL										446,92

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10

Tabla 26

Costos de manejo de 1 ha de Guadua angustifolia

Actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos				Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (Jornal)	Valor unitario (\$)	Subtotal	Nombre	Cantidad	Unidad	Subtotal	
COSTOS VARIABLES										
Limpieza	1766	culmos	10,275	20,00	205,50					205,50
Podas	1766	culmos	12,500	20,00	250,00					250,00
Raleo fitosanitario	1766	culmos	5,000	20,00	100,00					100,00
Fertilización	1766	culmos	4,767	20,00	95,33	NPK	60	kg	36,00	131,33
Marcación	1766	culmos	1,000	20,00	20,00	Cinta	2	rollo	6,00	26,00
Inventario	1766	culmos	0,750	20,00	15,00	Artículos varios			15,00	30,00
SUBTOTAL										742,83
COSTOS FIJOS										
Depreciación equipos y herramientas										13,00
SUBTOTAL										13,00
TOTAL										755,83

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11

Tabla 27

Costos de cosecha de 100 culmos de Dendrocalamus asper.

Actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos				Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (Jornal)	Valor unitario (\$)	Subtotal	Nombre	Cantidad	Unidad	Subtotal	
COSTOS VARIABLES										
Tumba	100	culmos	1,667	20,00	33,33	gasolina	2	galones	3,70	37,03
						aceite	2	litros	15,00	15,00
Dimensionado y corte	100	culmos	1,250	20,00	25,00	gasolina	1,5	galones	2,78	27,78
Baqueteado	400	cañas	2,500	20,00	50,00					50,00
Apilado	400	cañas	3,333	20,00	66,67					66,67
Transporte menor	400	cañas	2,083	20,00	41,67	diésel	2	galones	2,06	43,73
Embarque	400	cañas	1,000	20,00	20,00					20,00
Transporte mayor	400	cañas			50,00					150,00
TOTAL										410,20

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12

Tabla 28

Costos de cosecha de 100 culmos de Guadua angustifolia

Actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos				Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (Jornal)	Valor unitario (\$)	Subtotal	Nombre	Cantidad	Unidad	Subtotal	
COSTOS VARIABLES										
Tumba	100	culmos	1,042	20,00	20,83	gasolina	1,5	galones	2,78	23,61
						aceite	1,5	litros	11,25	11,25
Desrame	100	culmos	0,417	20,00	8,33					8,33
Dimensionado y corte	100	culmos	0,625	20,00	12,50	gasolina	1	galones	1,85	14,35
Baqueteado	300	cañas	1,875	20,00	37,50					37,50
Apilado	300	cañas	1,875	20,00	37,50					37,50
Transporte menor	300	cañas	1,173	20,00	23,46	diésel	1,5	galones	1,03	24,49
Embarque	300	cañas	0,750	20,00	15,00					15,00
Transporte mayor	300	cañas			50,00					100,00
TOTAL										272,03

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13

Tabla 29

Costos de preservación de 100 cañas de Dendrocalamus asper

Actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos				Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (Jornal)	Valor unitario (\$)	Subtotal	Nombre	Cantidad	Unidad	Subtotal	
COSTOS VARIABLES										
Desembarque	100	cañas	0,250	20,00	5,00					5,00
Preservado	100	cañas	1,375	20,00	27,50	Bórax	60	kg	67.20	94,70
						Ácido bórico	60	kg	99.00	99,00
Ecurrido	100	cañas	0,500	20,00	10,00					10,00
Clasificación	100	cañas	0,500	20,00	10,00					10,00
Secado	100	cañas	1,000	20,00	20,00					20,00
TOTAL										238,70

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14

Tabla 30

Costos de preservación de 100 cañas de Guadua angustifolia

Actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos				Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (Jornal)	Valor unitario (\$)	Subtotal	Nombre	Cantidad	Unidad	Subtotal	
COSTOS VARIABLES										
Desembarque	100	cañas	0,250	20,00	5,00					5,00
Preservado	100	cañas	1,250	20,00	25,00	Bórax	48	kg	53,76	78,76
						Ácido bórico	48	kg	79,20	79,20
Ecurrido	100	cañas	0,375	20,00	7,50					7,50
Clasificación	100	cañas	0,375	20,00	7,50					7,50
Secado	100	cañas	0,750	20,00	15,00					15,00
TOTAL										192,96

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15

Tabla 31

Costos de elaboración de 1000 latones de Dendrocalamus asper

Actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos				Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (Jornal)	Valor unitario (\$)	Subtotal	Nombre	Cantidad	Unidad	Subtotal	
COSTOS VARIABLES										
Despuntado	500	cañas	5,208	20,00	104,17					104,17
Corte	500	cañas	5,208	20,00	104,17					104,17
Destabicado	1000	latones	8,333	20,00	166,67					166,67
Preservado	1000	latones	2,750	20,00	55,00	Bórax	20	kg	22,40	77,40
						Ácido bórico	20	kg	33,00	33,00
Ecurrido	1000	latones	1,000	20,00	20,00					20,00
Secado	1000	latones	2,500	20,00	50,00					50,00
TOTAL										555,40

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16

Tabla 32

Costos de elaboración de 1000 latillas de Dendrocalamus asper

Actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos				Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (Jornal)	Valor unitario (\$)	Subtotal	Nombre	Cantidad	Unidad	Subtotal	
COSTOS VARIABLES										
Latillado	150	cañas	2,500	20,00	50,00	cañas	150		356,80	408,05
Destabicado	1000	latillas	3,125	20,00	62,50					62,50
Cepillado	1000	latillas	3,000	20,00	60,00					60,00
TOTAL										530,55

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17

Tabla 33

Costos de elaboración de 1 m lineal de pinboo de Dendrocalamus asper

Actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos				Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (Jornal)	Valor unitario (\$)	Subtotal	Nombre	Cantidad	Unidad	Subtotal	
COSTOS VARIABLES										
Perforado	30	latillas	0,063	20,00	1,25	latillas	30		15,82	17,07
Ensamblado	30	latillas	0,063	20,00	1,25	tarugos	2		0,60	1,85
TOTAL										19,02

Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFÍAS



Ilustración 1. Plantación de *Dendrocalamus asper*, finca El Milagro.



Ilustración 2. Plantación de *Guadua angustifolia*, finca El Milagro.



Ilustración 3. Realización del inventario de *Dendrocalamus asper*.



Ilustración 4. Realización del inventario de *Guadua angustifolia*.



Ilustración 5. Parcela en la plantación de *Dendrocalamus asper*.



Ilustración 6. Parcela en la plantación de *Guadua angustifolia*.



Ilustración 7. Culmo de *Dendrocalamus asper* con presencia de comején.



Ilustración 8. Culmo torcido (categoría 4) de *Dendrocalamus asper*.



Ilustración 9. Propagación de *Dendrocalamus asper* en el vivero.



Ilustración 10. Cosecha de culmos maduros de *Dendrocalamus asper*.



Ilustración 11. Baqueteado de culmos de *Dendrocalamus asper*.



Ilustración 12. Punto de apilamiento de culmos para transporte mayor.



Ilustración 13. Colocación del material rollizo en la piscina de preservación.



Ilustración 14. Secado del material rollizo en el centro de acopio.



Ilustración 15. Preparación del centro de acopio de acuerdo con los indicadores del FSC



Ilustración 16. Reunión de evaluación para la certificación FSC.



Ilustración 17. Elaboración de encuestas a pequeños productores de bambú.



Ilustración 18. Elaboración de encuestas a pequeños productores de bambú.