

***UTILIZACIÓN SOSTENIBLE DE LA GUADUA
EN COLOMBIA***

I. PRESENTACIÓN

El presente documento corresponde a un resumen del informe por TECNIFOREST para el Proyecto de Desarrollo Alternativo, CAD, que implementa la Fundación Chemonics con fondos de USAID, y asiste al Plan Nacional de Desarrollo Alternativo, PNDA, para aumentar las oportunidades lícitas de desarrollo para pequeños productores en las áreas con cultivos ilícitos en Colombia.

Contiene información del recurso en cuanto a distribución geográfica, características de crecimiento y calidad en diferentes sitios y la estructura actual de costos de establecimiento, manejo, aprovechamiento y transporte.

La Información se ha obtenido mediante revisión bibliográfica disponible, consultas a Corporaciones Autónomas Regionales y por muestreos de campo, información que sirvió de distintas maneras como referencia para el desarrollo del presente estudio.

En los capítulos 1 y 2, se describen los aspectos taxonómicos y ecológicos de la guadua y se realiza una aproximación a la calidad de los sitios donde se le ve crecer.

En el capítulo 3, se encuentra la información sobre las cubiertas boscosas a nivel regional en los principales municipios productores y comercializadores. Igualmente se hace referencia al potencial de áreas para posibles programas de expansión de la guadua.

En el capítulo 4, se estima la productividad de la guadua a nivel de tallo y hectárea y se hace una extrapolación de producción a nivel departamental y nacional.

Posteriormente en el capítulo 5 se describe la cadena productiva de la guadua y costos de producción, comenzando con la descripción de los agentes de mercadeo, rutas de movilización de maderas, siguiendo además el desarrollo del canal de comercialización por departamentos y finalmente el desarrollo de los márgenes de comercialización, para los productos forestales encontrados en las diferentes regiones.

En el capítulo 6, se presentan cifras sobre propiedades físico-mecánicas de la guadua, en especial sobre dureza.

En el capítulo 7, se dan los elementos para un programa de establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones, sobre la base de experiencias gubernamentales y privadas realizadas a la fecha. Se evalúa el conocimiento sobre los diferentes aspectos de la guadua y se proponen algunas nuevas investigaciones.

1. GENERALIDADES SOBRE LOS BAMBÚES CON ESPECIAL REFERENCIA AL GENERO *Guadua angustifolia*

(Información basada en las experiencias adquiridas y transmitidas por la Taxónoma Colombiana, Ximena Londoño. Presidenta de la Sociedad Colombiana del Bambú - SCB).

En este aparte, se pretende dar una información general sobre los bambúes del Nuevo Mundo en aspectos de distribución, morfología, taxonomía y anatomía con especial énfasis en la especie *Guadua*.

Los bambúes son un elemento común en el continente americano. Se registran bambúes nativos en todos los países del Nuevo Mundo con excepción del Canadá. Por su rápido crecimiento, gran versatilidad y resistencia, ésta maravillosa gramínea ha sido de gran utilidad para el hombre a lo largo de su historia.

1.1 DISTRIBUCIÓN Y CENTRO DE ENDEMISMO

De acuerdo con Londoño, X., los bambúes son plantas extremadamente diversas y económicamente importantes que crecen en regiones tropicales y templadas de Asia y América. Se conocen como las gramíneas más grandes del mundo y se distinguen del resto de ellas por tener un hábito perenne, con sistema de raíces (rizomas) bien desarrollados y con tallos (culmos) casi siempre lignificados y fuertes.

De acuerdo con INBAR, cerca de la mitad de la población mundial, estimada en 5 billones de personas, están asociadas con el comercio y los usos del bambú, lo cual se estima en US\$ 7 billones y cerca de un billón de personas viven en casas de bambú.

En el mundo existe un total de 89 géneros y 1035 especies, que se distribuyen desde los 46° de latitud norte hasta los 47° de latitud sur y desde el nivel del mar hasta los 4000 metros de altura en los Andes Ecuatoriales, en la formación conocida como páramo. Los bambúes pertenecen a los hábitats húmedos de las selvas nubladas y selvas bajas tropicales, aunque algunos crecen en hábitats secos como *Dendrocalamus strictus* del Asia y *Guadua paniculata* del Nuevo Mundo. En América existen 45 géneros y 515 especies, es decir la mitad de la diversidad mundial y se distribuyen desde los Estados Unidos (*Arundinaria* y *Pharus*), a lo largo y ancho de Centro y Sudamérica, en las Islas del Caribe, hasta el sur de Chile, y desde el nivel del mar hasta alturas de 4000 m en los páramos. Se reconoce como el área de mayor grado de endemismo y diversidad la "mata ittoranea" del sur de Bahía, Brasil con el 48% de todos los géneros Americanos. Le sigue en diversidad la parte sur de Mesoamérica, o sea la región comprendida entre Costa Rica y Panamá con 21 géneros, alta diversidad pero bajo endemismo.

Con respecto a los bambúes leñosos americanos, la cordillera de los Andes representa el mayor centro de diversidad., observándose una mayor concentración de especies entre los 2000-3000 metros sobre el nivel del mar. Por debajo de los 1000 m de altitud la diversidad disminuye observándose un mayor incremento en el número de individuos a nivel de especie y un predominio de los géneros *Arthrostylidium*, *Guadua* y *Rhipidocladum*. Por encima de los 3000 m únicamente se encuentran especies de los géneros *Chusquea*, *Neurolepis* y *Aulonemia*. (Clark, 1989, 1993; Londoño, 1990). En Colombia, la mayor diversidad de bambúes leñosos se da en la región Andina entre los 2000-3000 m de altitud.

De las 3 cordilleras, la Cordillera Oriental es la más rica en especies con el 65% de los bambúes hasta ahora reportados, le sigue en abundancia y diversidad la cordillera Central con el 60% y la Occidental con el 37% (Londoño, 1990).

1.2 MORFOLOGÍA GENERAL DE LAS BAMBUSOIDEAE

Los bambúes son plantas con una gran diversidad morfológica; las hay de pocos centímetros y tallos herbáceos hasta bambúes de 30 metros de altura y tallos leñosos. Debido a su naturaleza especializada y a su floración infrecuente, se le ha dado mucha importancia para

los estudios taxonómicos a estructuras morfológicas tales como rizoma, culmo, yema complemento de rama, hoja caulinar y follaje. A continuación se describen algunas de estas estructuras, y se hace referencia a la inflorescencia, el fruto, la plántula, y el hábito:

Rizoma: es un eje segmentado típicamente subterráneo que constituye la estructura de soporte de la planta, y juega un papel importante en la absorción de nutrientes. Consta de dos partes: a) el cuello del rizoma y b) el rizoma en sí. El cuello del rizoma es basal a éste y es la parte que primero se desarrolla; carece de yemas y generalmente es corto como el caso de *Guadua angustifolia*

Importancia ecológica y utilización del rizoma: Debido a la morfología de los rizomas y al sistema de red que constituyen en los primeros 50-100 cm del suelo, los bambúes son un recurso ideal para la conservación del suelo, estabilización de las laderas, y prevención de la erosión producida por escorrentía., vientos fuertes o desmoronamiento.

Culmo: Es el eje aéreo segmentado que emerge del rizoma. Este término se emplea principalmente cuando se hace referencia a los bambúes leñosos (McClure, 1966). El culmo consta de: a) cuello, b) nudos y c) entrenudos. Se le denomina cuello a la parte de unión de el rizoma y el culmo; nudos a los puntos de unión de los entrenudos y entrenudo a la porción del culmo comprendida entre dos nudos.

Importancia y utilización del culmo: Es la porción más útil de un bambú. De acuerdo a su estado de madurez los culmos tienen diferentes usos:

- **Brotos nuevos o renuevos:** En América no existe el hábito alimenticio del consumo de los brotes de bambú. En los países asiáticos, especialmente en China, Taiwán, Japón y Tailandia, los renuevos se consumen frescos o en encurtidos, y se venden generalmente enlatados en salmuera.
- **Culmos jóvenes:** Se utilizan sobre todo para la elaboración de canastos y esteras. En Colombia, en el departamento de Cundinamarca, se ha reportado el uso de culmos jóvenes de *Guadua angustifolia* en la fabricación de canastos rústicos.
- **Culmos maduros:** Se les ha reportado más de mil usos, los más importantes son como material de construcción (vivienda, puentes, etc.), en las labores agropecuarias (corrales, cercos, etc.), en la fabricación de pisos, muebles y artesanías, en la producción de carbón vegetal, de textiles y de pulpa para papel.

1.3 TAXONOMÍA

Se entiende por taxonomía la ciencia que describe, nombra y clasifica los organismos, utilizando la flor como la unidad básica para la identificación.

Los bambúes pertenecen a la familia Poaceae y a la subfamilia Bambusoideae.

Bambúes leñosos: Son los más numerosos dispersos en la subfamilia Bambusoideae con especies en el Viejo y Nuevo Mundo. Su distribución latitudinal y altitudinal es igual a la de la subfamilia (46°N, 47°S; 0-4000 m); crecen generalmente en hábitats abiertos y son polinizados por el viento. Su diversidad está asociada con la radiación que llega a los diferentes valles y laderas abruptas de cordilleras, montañas y serranías. En todo el mundo existe un total de 61 géneros y 800-900 especies. El Nuevo Mundo aporta 23 géneros y aproximadamente 380 especies (Soderstrom Ellis, 1987).

Guadua: Reúne las especies más grandes y económicamente más importantes de América tropical; es endémico del Nuevo Mundo con aproximadamente 30 especies que se distribuyen desde México (22°55' N), hasta el norte de la Argentina (30°S), y desde el nivel del mar hasta un máximo de 2800 m, prefiriendo las bajas altitudes (0 m -1500 m) y las regiones húmedas. La temperatura parece ser el factor limitante en su distribución latitudinal y altitudinal. Se sabe

que cerca a la línea ecuatorial no soporta temperaturas por debajo de 0° con duraciones mayores de 6 horas diarias.

La mayoría de las poblaciones de guadua crecen entre 0 m-1500 m ocupando diversos hábitats, sin embargo es frecuente observarlas a orillas de los ríos y quebradas, y en los valles interandinos en donde forman grandes sociedades llamadas “**guadales**”

Clasificación Taxonómica de la Guadua Angustifolia

Reino:	PLANTAS
División:	SPERMATOFITAS
Subdivisión:	ANGIOSPERMAS
Orden:	GLUMIFLORES
Clase:	MONOCOTILEDONIAS
Familia:	POACEAE ó GRAMINEAE
Subfamilia:	BAMBUSOIDEAE
Supertribu:	BAMBUSODAE
Tribu:	BAMBUSEAE
Subtribu:	GUADINAE
Género:	GUADUA
Especie:	Guadua angustifolia Kunth 1822

En el Valle del Cauca y zona cafetera, se observan las siguientes variedades o formas: **Guadua Macana, Guadua Cebolla, Guadua Rayada.**

La **Guadua Macana** se caracteriza por tener paredes gruesas, diámetros menores y ramas basales o bajas abundantes dificultando el andar por entre el guadua. Se le conoce también con el nombre de guadua macho y su mayor utilización es en construcción y en muebles. Es la variedad más abundante en estas regiones.

La **Guadua Cebolla** presenta tallos con paredes más delgadas, alcanza mayores diámetros, mayor longitud de entrenudos y por lo general no presenta ramas basales o bajas. Se le conoce también como guadua blanda y se le utiliza en la obtención de esterilla y construcción.

La **Guadua Rayada (variedad bicolor)**, presenta culmos verdes con rayas amarillas dándole un gran valor ornamental.

Nombres vulgares.

En Colombia y en el Valle del Cauca se le conoce comúnmente como **Guadua**, aunque en el Amazonas se le denomina “Yaripa” y en los Llanos “Guafa”.

En otros países tiene otras denominaciones, así: en el Ecuador, “Caña guadúa”. En el Perú, “Paca”. En Venezuela, “Guafa”. En Brasil “Taboca” y en Argentina, “Tacuacá”.

1.4 ANATOMÍA

La anatomía ha jugado un papel muy importante en los estudios sistemáticos de la familia poaceae, convirtiéndose en una herramienta básica en el sistema de clasificación.

Anatomía Del Culmo. Los bambúes carecen de tejido de cambium y por eso no presentan crecimiento secundario o incremento en diámetro, solamente tienen crecimiento primario o apical. En los entrenudos las células están axialmente orientadas, mientras que los nudos proveen la interconexión transversal. El tejido del culmo consiste de células parenquimatosas (50%), de haces vasculares (10%), y de fibras (40%). Las células parenquimatosas constituyen la base del tejido y son en su mayoría verticalmente elongadas.

1.5 LA GUADUA: UN BAMBÚ IMPORTANTE DE AMÉRICA

La **guadua**, esa gramínea gigante y maravillosa de América, hasta el momento no ha sido posible convertirla en un recurso que influya significativamente en las economías de los países Latinoamericanos, como si lo han logrado países como China en donde para el año 2000 el valor de la producción anual del sector bambú fue de 2.3 billones de dólares, y el valor de exportación de los productos de bambú fue de 600 millones de dólares (Jiafu, 2000).

Este material que cumple con todas las exigencias del siglo XXI: natural, renovable, sostenible en el tiempo, de rápido crecimiento y estético, tiene que potencializarse industrialmente para que se convierta en un verdadero generador de beneficios sociales, económicos y medioambientales.

A pesar de que el género **Guadua** reúne 30 especies que se extienden desde San Luis de Potosí en México hasta la Argentina, su uso se ha concentrado prácticamente en la especie *Guadua angustifolia* y en países como Colombia y Ecuador en donde ha logrado desempeñar un papel más conspicuo en economías locales como la del eje cafetero colombiano, o la de la costa Pacífica Ecuatoriana (Judziewics, et al. 1999), (Ver mapa 1).

Especies como *Guadua weberbaueri* y *G. sarcocarpa*, abundantes y frecuentes en la región amazónica, que pueden cubrir una área de 18 millones de hectáreas, están por desarrollar. Actualmente hay una iniciativa por parte del gobierno Peruano para desarrollar estas especies y disminuir la presión sobre la selva amazónica. *Guadua paniculata* que se distribuye desde México hasta Brasil, tiene una buena calidad de fibra para la industria de la cestería, persianas y alfombras según diagnóstico de la Misión China en Colombia año 2000. *Guadua amplexifolia* por ejemplo, es un bambú de Centroamérica y norte de Colombia y Venezuela, que tiene los culmos sólidos lo cual lo hace potencial para la industria de pulpa y papel, y equiparable a la especie asiática *Bambusa vulgaris*, cultivada para este fin en el nordeste Brasileño. Otra especie por investigar es *Guadua glomerata*, crece en la zona de Varsea, a orillas del río Amazonas, sus culmos son delgados y sólidos, muy flexibles y fuertes de allí que pueda servir para la industria de muebles, igualando quizás al ratán, palma del sudeste asiático, difícil de cultivar, y que se obtiene únicamente mediante extracción de su área natural de crecimiento.

En la región cafetera de Colombia los colonizadores sobre-explotaron y acabaron con el bosque nativo, forzando a las siguientes generaciones a utilizar la *Guadua angustifolia* como un sustituto de la madera. Esta especie ha sido seleccionada como uno de los 20 mejores bambúes del mundo por sus excelentes propiedades físico - mecánicas, y es el tercer bambú más grande, superado únicamente por *Dendrocalamus giganteous* y *Dendrocalamus sinicus* (Londoño, 2000).

Guadua angustifolia se encuentra en estado natural en Colombia, Ecuador y Venezuela, sin embargo ha sido introducida a varios países de Centro América y del Caribe, e inclusive en Asia, Norte América y Europa; reúne dos variedades que hasta el momento se han registrado solo en Colombia: *Guadua angustifolia* var. *Bicolor* y *G. angustifolia* var. *nigra*. Las guaduas conocidas como “cebolla”, “macana”, “cotuda” o “castilla” parecen ser ecotipos o formas que responden a condiciones climáticas y edáficas específicas (Judziewicz, et al. 1999).

1.6 VENTAJAS COMPARATIVAS DE LA GUADUA

Los bambúes en general y la *Guadua angustifolia* en particular, tienen una serie de ventajas comparativas con respecto a otros recursos.

1.6.1. Rápido Crecimiento. Comparado con un árbol, los bambúes son de rápido crecimiento, y de mayor productividad. Generalmente entre los 3 y 5 años el bambú está listo para ser utilizado y si se maneja adecuadamente, una vez establecido, el bambú puede ser productivo infinitamente. Generalmente, el ciclo de crecimiento de un bambú es 1/3 del ciclo de un árbol de rápido crecimiento, y su productividad por hectárea son dos veces la del árbol (Jiafu, 2000). Existen reportes de crecimiento del bambú (*Phyllostachys edulis*) con crecimiento de 3 – 16 pulgadas por día, con un record de 47 pulgadas en 24 horas (INBAR, 1997).

Para el caso de G. angustifolia, se han reportado incrementos de altura de 11cm por día en la región cafetera de Colombia, alcanzando la altura máxima de 30 metros en 6 meses. Este crecimiento difícilmente es superado por especies nativas maderables de la región. La productividad por hectárea de esta especie está considerada entre 1.000 culmos/ha/año (Castaño, 1.998) y 1.350 culmos/ha/año (Londoño, 1993).

En Colombia, en los últimos 10 años, gracias a los planes de reforestación de las Corporaciones Regionales se han sembrado más de 8,000 hectáreas nuevas con G. angustifolia.

De acuerdo con Castaño. F., existe un área extensa de guaduales naturales y plantados, como amplias áreas para reforestación, que garantizan un suficiente abastecimiento de materia prima para futuros procesos de industrialización de la guadua.

Solamente con planes de reforestación por parte de las instituciones del estado y del sector privado y con la credibilidad de los agricultores en este bambú se podrá llegar a hacer de él una alternativa económica.

1.6.2. Servicios ambientales. La guadua presta un sin número de servicios ambientales: controla la erosión, regula el caudal hídrico, aporta materia orgánica, contribuye a la biodiversidad por ser hábitat de diversa flora y fauna, captura de CO₂, y embellece el paisaje promocionando el ecoturismo.

El solo hecho de que después de su aprovechamiento se efectúe un proceso de transformación de su madera en viviendas, muebles, artesanías, etc., hace de la guadua una planta fijadora de CO₂. Lo que no se puede decir de otros cultivos como la caña de azúcar y el café, ya que el CO₂ que estas plantas absorben durante su proceso fotosintético, se libera a la atmósfera cuando se queman las suertes de caña o los tallos provenientes de la soca del café.

Se están realizando estudios en Colombia que permitirán determinar el potencial de la Guadua como captadora del dióxido de carbono atmosférico, información fundamental y necesaria para ingresar al sistema internacional de comercio de derechos de emisión, lo cual traerá beneficios adicionales para los inversionistas y agricultores que la cultiven y siembren.

1.6.3. Calidad de Fibra. La Guadua angustifolia tiene fibras naturales muy fuertes que la colocan entre las 20 mejores especies de bambúes del mundo. Está demostrado que con ella se pueden desarrollar productos industrializados tales como aglomerados, laminados, pisos, paneles, viviendas y artesanías.

China es el único país del mundo con una producción considerable de paneles de bambú, produciendo actualmente entre 15 y 20 millones de m² lo cual difícilmente alcanza a satisfacer la demanda del mercado internacional (Qisheng, 2000). Un ejemplo de ello es el caso del aeropuerto de Barajas, España, en donde desean cubrir con este tipo de paneles un área de 150.000 m² por el solo hecho de que el bambú es un producto que cumple con las exigencias del mercado del siglo XXI: sostenible, renovable, natural, estético, y fresco.

En vista de la comprobada calidad estructural y resistencia mecánica de la guadua, se debe utilizar principalmente para la producción industrial de sustitutos de la madera. Dada la inmensa capacidad de producción de biomasa de otras especies como Bambusa vulgaris, Dendrocalamus strictus, y Guadua amplexifolia, son estas las que se deberían promover para la industria papelera.

1.6.4. Material de Construcción. La especie Guadua angustifolia sobresale dentro del género por sus propiedades estructurales tales como la relación resistencia/peso que excede a la mayoría de las maderas y puede incluso compararse con el acero y con algunas fibras de alta tecnología. La capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión, hacen que este bambú sea un material ideal para construcciones sismorresistentes.

El costo de construir con guadua resulta muy por debajo del costo de construir con materiales convencionales, hasta un 45% menos, (Mejía, 2.000) de allí que este recurso se convierta en

una alternativa real para ayudar a solucionar de una manera eco-constructiva los serios problemas de déficit de vivienda que afectan a la mayoría de los países de América Latina. Sin embargo, falta más credibilidad en este material por parte de los organismos del estado encargados de mitigar el déficit de vivienda y la pobreza.

Se hace necesario continuar desarrollando tecnologías constructivas que simplifiquen y universalicen el uso de este material como elemento de construcción, que además de ser natural, renovable, de rápido crecimiento y fácil manejo, se presta para múltiples expresiones arquitectónicas.

1.6.5. Usos Múltiples. La guadua presenta un sin número de aplicaciones en la vida diaria de los pobladores rurales, desde utensilios para el hogar, hasta infraestructuras agropecuarias, como servir de trincho en el riego de las suertes de caña del Valle del Cauca.

La guadua forma parte del arraigo cultural de algunos pueblos Latinoamericanos en donde sus pobladores la utilizan en la fabricación de instrumentos musicales, en sus fiestas tradicionales, en ceremonias religiosas, en infraestructuras para el agro, para guiar y apuntalar cultivos, y en vivienda y artesanías.

1.7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

GIECC, 1996. Climate change 1995, Contribution of WGI to the second assessment report of the IPCC, Cambridge University Press.

Jiafu, L. 2000. The development strategy of bamboo resource and bamboo industry in China, en International training workshop on sustainable bamboo management and processing techniques for small-size bamboo enterprises, Hangzhou (China), Oct. 4-16, Pg. 1-21.

Judziewicz, E., L.G. Clark, X. Londoño & M. J. Stern. 1999, American bamboos, Smithsonian Institution Press, Washington & Londoño, 392 pp.

Londoño, X. 1993. Growth Development of *Guadua angustifolia*: a case study in Colombia, Bamboo and its use, International Symposium on industrial use of bamboo, Beijing (China) 7-11 December 1992, International Tropical Timber Organization, Chinese Academy of Forestry Pg. 80-86.

Londoño, X., 2000. La guadua un gigante dormido, en Memorias Seminario Guadua en la reconstrucción, Armenia (Colombia) Feb.10-12. Pg. 3-5.

Mejia, J.J. 2000. Eficiencia y costo en la construcción con Guadua, en Memorias Seminario Guadua en la reconstrucción, Armenia (Colombia) Feb.10-12. Pg. 52-53.

Qisheng, Z. 2000. The bamboo-based board industry in China, en International training workshop on sustainable bamboo management and processing techniques for small-size bamboo enterprises, Hangzhou (China) Oct. 4-16, Pg. 63-77.

Saralabay, V.C. Vivekanandan, M., Suresh Baru, R. 1997. Plant responses to high CO₂ concentration in the atmosphere. *Photosynthetica* 33:7-35.

Soderstrom, T.R. y X. Londoño. 1987. Two new genera of Brazilian bamboos related to *Guadua* (Poaceae: Bambusoideae), *American Journal of Botany*, 74 (1):27-39.

Yongyu, T. 2000. The current status and development trend of bamboo processing in China, en International training workshop on sustainable bamboo management and processing techniques for small-size bamboo enterprises, Hangzhou (China) Oct. 4-16, Pg. 51-62.

2. CALIDAD DE SITIO

Como paso previo al cálculo en la extensión y producción económica de un Guadua, se presenta a continuación una aproximación a la calidad de sitio de las áreas donde se le ve crecer. (Basado en la experiencia del Ingeniero Forestal Francisco Castaño Nieto)

La calidad de sitio es una relación cuantificable del crecimiento y desarrollo de los guaduales, en términos de densidad (Número de tallos/há), estados de madurez, altura, diámetro, sanidad y calidad de maderas con respecto a las condiciones físicas que condicionan dicho crecimiento: clima, suelos y topografía; así como por condiciones antrópicas derivadas del manejo que le da el hombre. Entonces se podrá hablar de calidades de guaduales buenos, regulares o malos según que su crecimiento y desarrollo sea bueno, regular o malo.

Su análisis se basa en la información recopilada en tres trabajos de tesis sobre la ecología de los guaduales del Valle del río Cauca (Londoño X, Agudelo B. y Roa R.) y en los 38 Planes de Manejo y Aprovechamiento Forestal revisados por el grupo de trabajo, inscritos en las Corporaciones Autónomas Regionales del Valle del Cauca (CVC), Risaralda (CARDER) y Quindío (CRQ), así como en la experiencia personal del Consultor. Información consignada en los Anexos del tema: Calidad de sitio.

2.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS

- **Distribución Altitudinal**

La guadua crece desde el nivel del mar hasta los 2600 metros de altura, siendo su rango óptimo entre los 600 m y los 2000 m, rango donde se han reportado los guaduales con mayor altura y diámetro de los departamentos estudiados, en especial los correspondientes a la faja cafetera (1300 msnm - 1800 msnm.), (Ver Anexos A-2.1).

- **Climatología**

De acuerdo con la clasificación de las formaciones vegetales de Holdridge, a la guadua se le ve crecer en las formaciones vegetales bosque muy húmedo tropical (bmh-T), bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST), bosque muy húmedo montano bajo (bmh-Mb) y bosque seco tropical (bs-T), (Ver Anexos A-2.5).

- **Temperatura**

El rango térmico donde mejor se adapta la guadua se encuentra comprendido entre los 16°C y los 26°C que ocurre más o menos entre 1000 msnm y 2200 msnm. (Anexos A-2.5)

- **Precipitación**

El rango de precipitación se encuentra entre los 950 mm y los 5000 mm anuales, ubicándose entre los 2000 mm y los 4000 mm anuales los guaduales mejor desarrollados, estas precipitaciones oscilan entre los 993 mm y los 2130 mm., siendo mayor la precipitación en la zona de cordillera que en el valle geográfico. (Anexos A-2.5)

- **Brillo solar**

El rango óptimo para el desarrollo de la especie está comprendido entre las 1800 horas/luz/año y las 2000 horas/luz/año (datos del Valle del Cauca). El brillo solar oscila entre las 1400 horas/luz/año y las 2140 horas/luz/año, siendo mayor esta intensidad en la zona de valle geográfico con respecto a la zona de cordillera. (Anexos A-2.5)

- **Humedad relativa**

La humedad relativa óptima se encuentra entre 72 % - 80%. (Anexos A-2.5)

- **Coefficiente P/B**

La relación entre (P) precipitación y (B) brillo solar, (coeficiente P/B) propuesto por Trojer y desarrollado por Mejía, (Tabla 2.1), permite vislumbrar el comportamiento climático de las áreas donde crecen los guaduales.

Se puede apreciar, para el caso particular del Valle del Cauca, que entre Santander de Quilichao y Cali existe una zona húmeda (h), entre Cali y Cartago una zona sub húmeda (sh) y en la zona cafetera una zona húmeda a muy húmeda (h /mh) siendo esta zona la de mayor coeficiente P/B. (Anexos A- 2.5.6 y A-2.5.7)

TABLA 2. 1. Aspectos climáticos donde crece la guadua y calificación de humedad según coeficiente P/B

ZONA	PRECIPITACIÓN (mm/año)	BRILLO SOLAR H/L/A	COEFICIENTE P/B	CALIFICACIÓN
Valle geográfico Sur	1640	1969	0.83	h
Valle geográfico centro – norte	1051	1989	0.53	sh
Zona Cafetera	2130	1880	1.13	h – mh

Fuente: Londoño, Ximena. Universidad Nacional (1.983).

La distribución de las lluvias en las dos zonas climáticas determinadas para el Valle geográfico, mostró la presencia de dos períodos secos con una duración promedio de dos meses cada uno, alternando con dos períodos lluviosos de duración promedio de cuatro meses cada uno. En su conjunto la zona cafetera presentó mayor precipitación que el Valle geográfico del Río Cauca, pero la misma distribución de lluvias. La causa del mejor desarrollo de la guadua en la zona cafetera, se debe a la mayor precipitación que allí se presenta. Los factores climáticos óptimos se presentan a continuación.

TABLA 2.2. Resumen De Factores Climáticos Que Condicionan El Crecimiento De La Guadua

FACTOR	RANGO GENERAL	RANGO OPTIMO
Altitud (msnm)	40 - 2.000	1.300 - 1.500
Temperatura (°C)	14 – 26	20 – 23
Precipitación (mm/año)	800 - 5.000	1.100 - 2.100
Brillo solar (horas/luz/año)	800 - 2.200	1.800 - 2.200
Humedad relativa (%)		75 – 85
Vientos (Dirección, Intensidad)	Variable	

Fuente: C.V.C

2.2 SUELOS

Edáficamente las áreas naturales de la Guadua comprenden suelos aluviales, de cenizas volcánicas e ígneas. Por lo general son suelos francos. De buena fertilidad y buen drenaje, ubicados en valles interandinos y zonas onduladas de montaña, siendo los de montaña los de mejor desarrollo. En suelos muy pesados, arcillosos, no crece muy bien la planta.

2.2.1 Características Físicas (Ver Anexos A-2.6)

- **Material parental.** Sedimentos finos, sedimentos aluviales, ceniza volcánica, coluvial fino.
- **Textura.** Arcillosas. Franco Arcillosas. Franco Arcillosas limosas. Francas.

- **Profundidad efectiva.** Desde profundos a moderadamente profundos, esporádicamente superficiales.
- **Estructura.** Las predominantes son los bloques angulares y subangulares.
- **Drenaje.** De bueno a moderadamente imperfecto.
- **Permeabilidad.** Desde alta a moderadamente alta.
- **Retención de humedad.** Desde alta hasta mediana y baja.

2.2.2 Características Químicas

La fertilidad de los suelos se considera entre moderada a alta, aunque la mayor parte de los suelos presentan bajos contenidos de fósforo y deficiencias de boro. (Anexos A-2.6)

- **PH.** Fluctúa entre 4.2 (fuertemente ácidos) hasta 7.4 (ligeramente alcalinos).
- **Materia orgánica.** En su mayor parte son de contenido medio a alto.
- **Calcio (Ca).** Por lo general contenido normal, esporádicamente o muy altos o bajos.
- **Magnesio (Mg).** Entre muy alto a normal, en algunos casos bajo.
- **Potasio (K).** Entre normal a alto.
- **Fósforo (P).** De medio a muy bajo.
- **Relación Ca/Mg.** Normal a amplio.
- **Capacidad de cambio catiónico.** De normal a muy alta.
- **Bases totales.** Por lo general normales.
- **Saturación total de bases.** Muy alta.
- **Hierro (Fe).** Deficiente a normal.
- **Cobre (Cu).** Normal a deficiente.
- **Boro (B).** Deficiente a no detectado.
- **Manganeso (Mn).** Normal a alto.
- **Zinc (Zn).** Normal a alto.

2.2.3 Otras características

- **Geomorfología:** Los suelos pertenecen especialmente a los cuerpos de abanicos, base de abanico, valles, dique del río Cauca, parte media de cordillera y terrazas altas.
- **Relieve:** Plano (en valles interandinos), ondulado a quebrado (en áreas de cordillera y colinas).
- **Grado de pendiente:** inclinado (0% -10%), ondulado (10% -25%), quebrado (25% o más).
- **Cultivos asociados:** Caña de azúcar, café, pastos y cultivos como sorgo, plátano, yuca).
- **Cercanías a fuentes de agua:** Cercanías a ríos principales como río Cauca y afluentes (menor a 5 km) ó en cercanías de nacimientos y corrientes de aguas de afluentes secundarios (Quebradas), y en otros casos alejados de fuentes de agua.

TABLA 2.3. Resumen De Factores Edáficos Que Condicionan El Crecimiento De La Guadua

FACTOR	CARACTERÍSTICAS DESEABLES
Tipo de suelo	Diabasas, cenizas volcánicas. aluviales.
Textura	Franco (F), limosos (L), franco - limosos (FL), franco - arenosos (FAr), Areno - limosos (ArL), y franco - arcillosos (FA).
Estructura	Granular, blocosa.
PH	5.5 - 6.5
Profundidad efectiva	1.0 m - 1.5 m. (moderada a alta)
Permeabilidad	Moderada a alta.
Retención de humedad	Moderada a alta.
Drenaje	Bueno.
Fertilidad	Moderada a alta. En caso de deficiencias de N,P,K,B, Se debe proceder a su abonamiento.
Quemas	No permitido
Pastoreo	No permitido
Relieve	En lo posible, zonas planas y onduladas.

2.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL GUADUAL

La estructura de un guadual está en función de su densidad, grado de madurez y porte (diámetro y altura).

- **Distribución diamétrica**

La guadua nace con su diámetro definido y este es más ancho en la base que en su ápice.

Los diámetros (a la altura del pecho o DAP) obtenidos en los guaduales estudiados, muestran gran variabilidad registrándose guaduas con diámetros desde 5.3 cm hasta 16.5 cm., y un promedio general de 10.83 cm.

En el Valle geográfico del río Cauca los guaduales presentan diámetros promedios desde 8.2 cm hasta 14.3 cm, con un promedio general de 10.3 cm.

En la zona cafetera estos diámetros oscilan entre 11.3 cm. y 13.7 cm., para un promedio de 12.5 cm. Siendo estos mayores con respecto al valle geográfico.

Al interior de un guadual existen individuos que se alejan del promedio por exceso o por defecto, fluctuando entre 2 cm y 19 cm. Estas diferencias en diámetro pueden ser originadas por las siguientes causas:

- Diverso origen de los rebrotes (pueden surgir de yemas de ramas entresacadas y tocones).
- Ubicación específica dentro del guadual.
- Por efecto de manejo.
- Que en el guadual se presente guaduas con diferencias de tipo morfométrico.

Agrupando los individuos por categorías diamétricas, como se muestra en la Tabla 2.4., se puede observar que el mayor porcentaje de individuos del Valle Geográfico (50.5%) se agrupan en la categoría II (6 a 12 cm), seguido del 34% de individuos en la categoría III (mayores a 12 cm.) y en menor grado 15.5%, en la categoría I (menores a 6 cm).

En la zona de cordillera (Área cafetera), los individuos (58%) tienden a agruparse en la categoría III (mayor a 12 cm), seguido del 40% en la categoría II (6-12 cm) y tan solo 2% en la categoría I (menor a 6 cm). Esto demuestra que los tallos gruesos en la zona cafetera son más abundantes que en el Valle Geográfico.

TABLA 2.4. Distribución porcentual de guaduas según categorías diamétricas

POSICION	CATEGORIA I (< 6 cm)	CATEGORIA II (6 - 12 cm)	CATEGORIA III (> 12 cm)
VALLE GEOGRAFICO	15.5 %	50.5%	34%
ZONA CAFETERA	2.0 %	40.0%	58%
PROMEDIO	8.75	45.2	46

Fuente: Londoño Ximena. Universidad Nacional (1983)

Según Agudelo B, el porcentaje de tallos ubicados en la categoría II (6.1cm – 13cm) es de 89.21% y tan solo 5.28% y 5.49% en las categorías < a 6.0cm y > a 13.0cm., respectivamente, según observaciones realizadas en siete guaduales del Valle del Cauca.

TABLA 2.5. Distribución de individuos de la especie *Guadua angustifolia* según clases diamétricas en el área de C.V.C.

LOCALIDAD	CLASES DIAMÉTRICAS (cm)					
	< 6,0 % ACU (I)		6,1% - 13,0 % ACU (II)		> 13,0 % ACU (III)	
	No. Tallos	%	No. Tallos	%	No. Tallos	%
1. El Medio	67	15,30	360	82,20	11	2,50
2. Las Delicias	9	2,51	304	84,92	45	12,57
3. Matecitos	19	5,88	279	86,38	25	7,74
4. El Jambio	17	4,83	285	80,97	50	14,20
5. La Ribera	16	2,97	522	96,85	1	0,18
6. La Cabaña	18	3,51	493	96,10	2	0,39
7. El Campamento	13	1,99	636	97,10	6	0,91
Porcentaje (%)		5.28		89.21		5.49

Fuente: Agudelo Bladimir, Universidad del Tolima, C.V.C (1994).

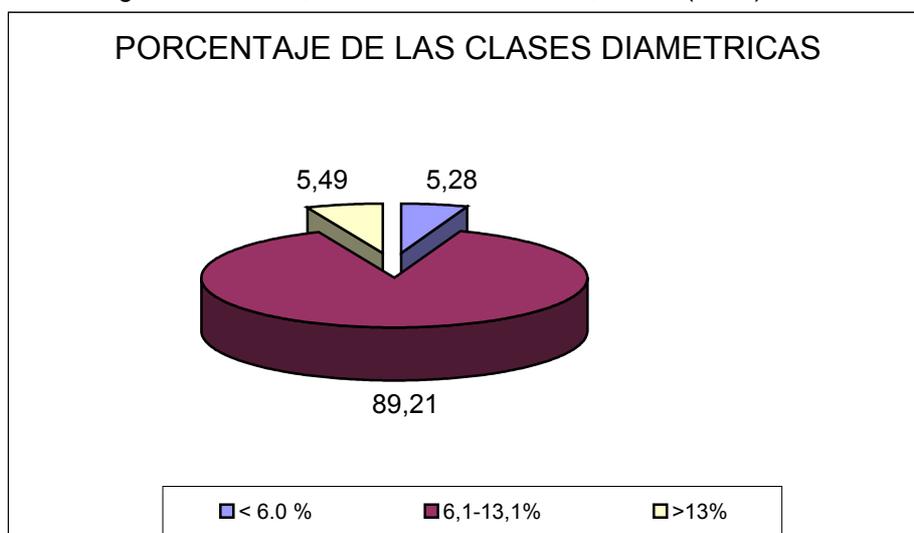


Figura 2.1. Distribución porcentual de tallos por categorías diamétricas.

Por lo anterior se considera que el mayor porcentaje de los tallos de los guaduales (45% – 89%), presentan diámetros comprendidos entre los 6.1cm y 13.0 cm. Se advierte que el parámetro diámetro no fue reportado en los planes de aprovechamiento forestal, por lo que no se pudo involucrar en el presente análisis del diámetro a nivel regional.

- **Densidad**

La densidad de los guaduales, o números de tallos por hectárea, da una idea del grado de congestión que se pueden presentar en el interior de los guaduales, a su vez permite predecir si han tenido un acertado manejo silvicultural o no.

De acuerdo con la Tabla 2.6., las mayores densidades promedias por departamento se encuentran en guaduales de Quindío (3470 guaduas/ha) y Risaralda (2885 guaduas/ha) con respecto a Valle (2713 guaduas/ha) y Caldas (2549 guaduas/ha). La densidad promedio fue obtenida en los planes de manejo (Ver Anexos A-2.2)

TABLA 2.6. Promedio de grados de madurez y densidad por Departamento según planes de manejo.

DEPARTAMENTO	DENSIDAD PROMEDIO	GRADOS DE MADUREZ			
		R%	J%	M%	S%
VALLE	2713,1	7,2	19,1	66,7	6,8
RISARALDA	2885,3	7,5	22,8	65,5	6,2
QUINDIO	3469,8	5,9	20,5	66	7,4
CALDAS	2549,6	10,8	21,1	61,8	8,2
PROMEDIO	2904,45	7,85	20,88	65	7,15

Fuente: Corporaciones Autónomas Regionales

La variación en la distribución de los individuos al interior de cualquiera de los guaduales es muy elevada. Se pueden encontrar áreas con escasa guadua y otras áreas por el contrario con densidades muy elevadas. El hecho de que se observen zonas densamente pobladas y zonas totalmente claras en el mismo guadual, se atribuye a condiciones de manejo (cortes sin planificación), a efectos ambientales (vientos e incendios) y aún por la acción del ganado.

Como en todo bosque o plantación, el guadual debe mantener una distribución lo más homogénea posible de los individuos en su interior, ya que sitios totalmente despoblados (claros) facilitan la aparición de individuos competidores del guadual; por el contrario sitios con altas densidades de poblaciones crean un ambiente de inaccesibilidad y la formación de guaduas con inclinaciones y diámetros reducidos es muy frecuente.

Técnicamente se debe evitar el aprovechamiento de guaduales con densidades inferiores a 1500 tallos/há, ya que se consideran guaduales despoblados y debe darse tiempo para su recuperación.

Al relacionar la densidad de los guaduales con los diámetros de los individuos, se encuentra que existe la tendencia de aparición de los mayores diámetros en los sitios con las densidades más bajas, es decir se presenta una relación inversamente proporcional entre la densidad del guadual y los diámetros.

- **Altura Promedia**

En los guaduales citados en los estudios de tesis, se estimaron las alturas totales de todos los individuos maduros y muy maduros (edades entre 3 y 6 años) y se calculó su promedio por guadual. (Ver Anexos A-2.4). Estas alturas promedias oscilaron entre 14.3 m y 21.15 m, para un promedio general de 17.0 m.

En relación con la altura no se pudo establecer una relación con la densidad ya que a densidades bajas se presentaron grandes y bajas alturas e igual fenómeno con densidades altas.

Con respecto a las alturas comerciales, se encontró una altura promedia para todos los guaduales de 10.9 m, con oscilaciones entre promedios de guaduales de 9.1 m. (Roa) y 13.5 m. (Planes de manejo). Estas alturas son poco reportadas en los planes de aprovechamiento y reposición forestal.

- **Edad y Grados de Madurez de la Guadua.**

Durante su vida, cada culmo o tallo de guadua pasa por 4 grados o estados de madurez: (R) renuevo, (J) Juvenil, (M) madura y (S) seca. En algunos estudios la categoría (M) madura la subdividen en (A) Adulta y (MM) Muy madura y la seca en (S) seca y (SP) seca partida.

En cada grado de madurez la guadua adquiere una coloración que distingue su estado. En (R) Renuevo, es de color carmelita debido a la hoja caulinar que lo protege. En (J) Juvenil es de color verde intenso con nudos blancos. En (M) Madura es de color grisáceo por la presencia de líquenes en su corteza (entre más líquenes más madura). En estado (S) Seco es de color amarillo (se encuentra en proceso de degradación). El estado ideal para usos industriales de la

guadua es el Maduro o Muy Maduro; es cuando la guadua adquiere la mayor consistencia en sus maderas. Y se pierde a medida que se vuelve amarilla. En el mercado de maderas las guaduas comerciales son las Maduras y el de menor demanda las secas. Los Renuevos y guaduas Viches por norma no deben cortarse.

En guaduales naturales no es posible determinar la edad de la guadua, pero si se puede deducir por su grado o estado de madurez, de acuerdo a la Tabla 2.7., sobre Tiempos de paso de los Estados de Madurez, investigados por el consultor para la CVC.

TABLA 2.7. Estimación de los tiempos de paso para cada uno de los estados de madurez de la guadua, experiencias en el Valle del Cauca

ESTADO DE MADUREZ	TIEMPO DE PASO (Meses)	TIEMPO DE PASO (Años)	ACUMULADO (Años)
Renuevo	5.74	0.6	0.6
Viche	10.74	0.89	1.49
Madura	16.92	1.41	2.9
Muy madura	88.05	7.34	10.24
Seca	9.48	0.79	11.03
Duración	130.93	11.03	

Fuente. Castaño, Francisco . CVC

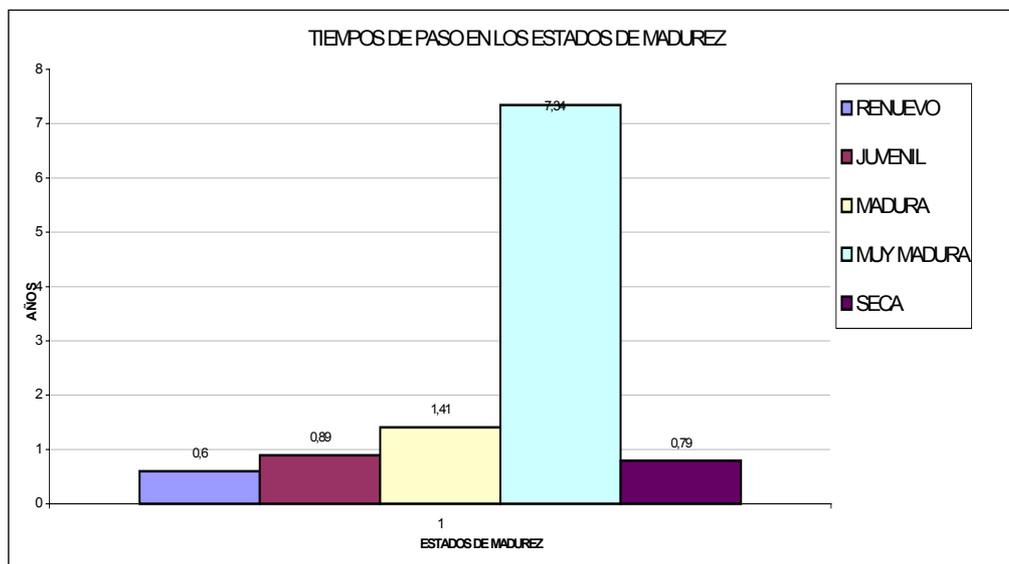


Figura 2.2 Tiempos de paso para cada uno de los estados de madurez de la guadua.

En promedio la guadua puede tener un ciclo de vida de 11 años, aproximadamente. Sin embargo este ciclo puede variar, dependiendo de las condiciones de sitio (humedad, suelo, etc.), pudiendo haber guaduas con ciclo corto (4 años) y otras con ciclo largo (mayor de 11 años).

De acuerdo con los cálculos efectuados, tomando como base los guaduales del Valle del Cauca, la guadua permanece en estado juvenil (renuevo + viche) un año y medio y en estado maduro (madura + muy madura o adulta), ocho a nueve años para luego durar aproximadamente un año en estado seco, hasta que muere.

- **Distribución porcentual de la población guadua por estados de Madurez**

En los Anexos A-2.2, se presenta un resumen de la distribución porcentual de individuos promedio de toda la información recolectada sobre estados de madurez en guaduales de Valle, Quindío, Risaralda, Caldas y Tolima.

Las variaciones de promedios encontrados en los estudios y planes de manejo con respecto al promedio general, no son significativas, y por lo general los grados de madurez de los guaduales de la región oscilan entre 5.5% y 8.2% (Renuevos), entre 17% y 28% (Juveniles), entre 58.8% y 72.6% (Maduras) y entre 5.08% y 7.15% (Secas)

Se puede observar en la Tabla 2.8, que en promedio el mayor porcentaje de individuos (65.5%) se ubica en estados entre adultos y maduros (o muy maduros). El 22.0 % en estado juvenil (o viche). El 7.2% en estado renuevo y el menor porcentaje (5.9%) en estado seco o seco partido.

Tabla 2.8. Distribución porcentual de la guadua en los estados de madurez

					R %	J %	M %	S %
ROA RAMIRO (1)	11,06	15,56	10	4556				
AGUDELO BLADIMIR (2)	9,56	14,3	9,1	2837	8,2	27,5	58,8	5,08
LONDOÑO XIMENA (3).	10,2				5,5	16,4	72,6	5,5
PLANES DE MANEJO	12,5	21,15	13,5	2904	7,9	20,2	65,04	7,15
PROMEDIO	10,83	17,0	10,9	3432,3	7,2	21,4	65,5	5,9

Fuente: Estudios tesis de grado y planes de manejo de las diferentes corporaciones.

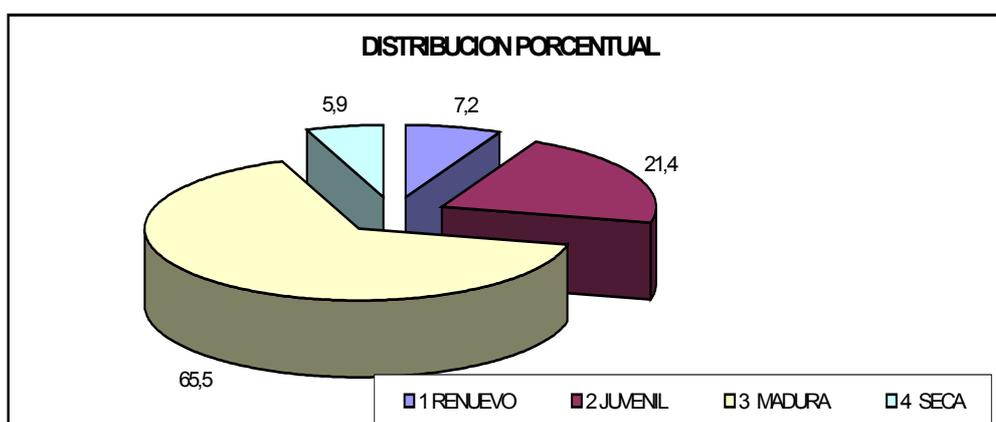


Figura 2.3. Distribución porcentual de la población de guadua en sus estados de madurez.

El parámetro estado de madurez, permite evidenciar la importancia de un manejo racional por ejemplo guaduas con nullos o escasos porcentajes de guaduas secas y secas partidas evidencian que han tenido un manejo técnico adecuado, por aprovechamiento de dichas guaduas. En cambio guaduales con alto porcentaje de guaduas secas y secas partidas (aparición de “empalizada”) evidencian ausencia completa de manejo.

El estado de madurez de un guadual se puede regular a través de aprovechamientos forestales en el tiempo, mediante la entresaca periódica de guaduas en estado adulto, maduro y seco.

A través de las entresacas periódicas se puede llevar el guadual a un estado “ideal” que consiste en: “favorecer con las entresacas la aparición de la mayor cantidad de renuevos, que exista mayor cantidad de guaduas juveniles con respecto a guaduas adultas y maduras y en lo posible ninguna guadua seca y seca partida”. El estado “ideal” del guadual en porcentaje de guaduas por categorías de madurez, puede ser el siguiente:

Renuevos	> ó =	10%
Juveniles	> ó =	50%
Adultas	< ó =	30%
Maduras	< ó =	10%
Secas	=	0%

- **Regeneración Natural (Renuevos)**

El porcentaje de regeneración natural dado en términos de (R) renuevos, para los guaduales fue del 7%, fluctuando entre 1% y 10%. Este promedio equivale a unos 300 renuevos/há/año., en un guadual promedio de 3000 guaduas/há/año.

En el interior de los guaduales la distribución de renuevos es heterogénea, encontrándose amplios sitios sin renuevos y otros con abundantes renuevos. (Ver Anexos A-2.2)

En general, los porcentajes de renuevos en los guaduales están por debajo del estado "ideal", lo que puede atribuirse a diversas causas:

- Cortes excesivos de tallos adultos
- Mal corte de tallos
- Daño mecánico por pisoteo del ganado o por acción del hombre

El porcentaje de renuevos es un parámetro importante que indica la cantidad de guaduas adultas y maduras que habrá en un futuro.

2.5 CONCLUSIONES SOBRE NIVELES DE CALIDAD DE SITIO

El estudio es concluyente en cuanto a que:

- La Guadua es una especie que se adapta y desarrolla en muy diversas condiciones; sin embargo, existen sitios con ciertas características que proporcionan un mejor ambiente y permiten su desarrollo y crecimiento óptimo. Dichas características ecológicas deben ser tenidas en cuenta tanto en los futuros planes de aprovechamiento forestal como en los de repoblación y manejo de la especie. Estas son: La altitud, la precipitación y los suelos.
- El mejor desarrollo de la especie *Guadua angustifolia*, se logra en sitios con altitudes comprendidas entre 1300 msnm. y 1500 msnm. Dicho desarrollo está representado en una mayor cantidad de individuos con diámetros elevados y en una mejor resistencia mecánica de la madera. Altitudes superiores a 1500 msnm, pueden retrasar el desarrollo de la especie, debido a la presencia de temperaturas bajas por espacios de tiempo prolongados. Por el contrario sitios con alturas por debajo de los 1000 msnm., muestran temperaturas elevadas (mayores a 26°C), lo que ocasiona la pérdida desproporcionada de agua de la lámina foliar y del suelo y por consiguiente un retraso en el desarrollo y crecimiento. La humedad del suelo se encuentra estrechamente correlacionada con el desarrollo de la especie.
- La precipitación es el factor climático que más afecta el desarrollo y crecimiento de la Guadua, es así, como en sitios secos ó muy húmedos, se encontraron los guaduales con las características de desarrollo más deficientes. Precipitaciones superiores a 2100 mm e inferiores a 1100 mm anuales, son un limitante para el desarrollo óptimo. A su vez la distribución de la precipitación a lo largo del año, influye en el comportamiento general de la especie.
- Los suelos con texturas que incluyen altos porcentajes de Limos y Arcillas, favorecen un mejor desarrollo de la especie. Es así como en las localidades donde se encontraron altos porcentajes de estas partículas en el suelo, se evidencian guaduales con mejor crecimiento. Por el contrario los suelos donde se localizaron los guaduales con comportamientos deficientes en el desarrollo, se caracterizaron por presentar porcentajes elevados de Arena y bajos de Arcilla y Limos.

- El desarrollo de la Guadua se ve afectado en una poca proporción por las características químicas del suelo. Los elementos Magnesio, Calcio, Boro, Sodio, Potasio, Manganeso y Zinc no tienen una influencia que determine una variabilidad en el comportamiento de la especie. La materia orgánica, incidió en una forma positiva, cuando ésta se encontró en una proporción alta. El suelo con un Ph muy ácido y con presencia de Aluminio, limita el desarrollo de la especie, sin incluir la variable diámetro, la cual no se ve afectada. En Ph entre 5.9 y 6.9 la Guadua, creció en condiciones de regulares a buenas, pero sin poder establecer una relación entre estas dos variables.
- En el Valle Geográfico del Río Cauca se presentan individuos con alteraciones fitosanitarias, reducción en las propiedades físicas de la madera y en el área de los guaduales debido a las quemadas en los cultivos aledaños a éstos.
- Las propiedades físico – mecánicas de la Guadua se ven afectadas por las condiciones climáticas y edáficas de los sitios donde se desarrollan, es así como la guadua del valle geográfico, presenta una menor resistencia a la flexión y compresión, en comparación con la guadua proveniente de los sitios de cordillera.

4. PRODUCTIVIDAD DE LA GUADUA

4.1 PRODUCTIVIDAD A NIVEL DE CULMO

Consistió en la búsqueda de un tallo “promedio”, de la población analizada, que permitiera la elaboración de los cálculos de productividad promedia a nivel de culmo. Para ello se establecieron y analizaron los factores que afectan la producción a nivel del culmo y posteriormente se llevó su equivalencia en la producción a nivel de hectárea y a nivel de los departamentos o regiones productoras.

El comportamiento de productividad a nivel del culmo o tallo se ve influenciado por factores como: diámetro, altura, espesor o grosor de paredes y la sanidad. Estos factores varían de acuerdo con las condiciones de sitio donde crecen los guaduales (clima, suelos, topografía, manejo). Por lo tanto de las fuentes consultadas, se escogieron Planes de Aprovechamiento Forestal que fueran representativos de las calidades de sitio citadas. Comparativamente las zonas de ladera comprenden mayor área de guaduales con respecto a las otras dos. De esta manera de muestreo se podría garantizar una mejor aproximación a la determinación del “Tallo promedio Regional”. Desafortunadamente la escasa información existente en otras regiones del país (diferentes a las del eje cafetero), impidió hacer un análisis mas general pero se puede afirmar, con bajo porcentaje de riesgo, que la información basada en los presentes cálculos pueden ser extrapolados al resto de guaduales de otras regiones del país, y aún de Ecuador y Costa Rica, donde el Consultor pudo constatar la similitud vegetal de la *Guadua angustifolia* de esos países con los guaduales de Colombia.

Las conclusiones analizadas a partir de los promedios, fueron las siguientes:

Factor Estado de Madurez

En atención a que los tallos Renuevos y Juveniles (“Viches”) no deben aprovecharse y a que las guaduas Secas han disminuido notoriamente sus propiedades físico - mecánicas para usos industriales, se ha concentrado el análisis de productividad en los tallos **Maduros** (en algunos planes y estudios, se habla de tallos maduros, “Adultos” y muy maduros, pero lo más frecuente es la referencia a tallo **Maduro** o “guadua hecha”)

- **Factor DAP (diámetro a la altura del pecho)**

Para el efecto se promediaron todos los promedios encontrados en estudios y planes de manejo disponibles, como los diámetros obtenidos en los muestreos de campo, así:

Promedio Tesis:	10.45 cm
Promedio Planes de manejo:	12.50 cm
Promedio Estudio de campo:	11.50 cm
Promedio DAP Regional:	11.48 cm (aprox. 11.5 cm)

- **Diámetros mínimos comerciales**

De acuerdo con la experiencia en el comercio de la guadua, los diámetros mínimos comerciales son, tallos de 8.0 cm de DAP (en la base) y de 6.0 cm de diámetro en la parte superior del tallo comercial.

- **Factor Altura Comercial (Hc)**

Las alturas comerciales varían en las diferentes fuentes, entre 10 y 15 metros (y aún 18 metros). Sin embargo el promedio más frecuente reportado en los Planes de Aprovechamiento y Manejo es el de **13.0 metros**, que es la más comercial, por lo que se adoptó esta altura como Altura Comercial Promedia. Además esta longitud es la que más se acomoda al sistema de extracción de productos en la región (Cepa, basa y/o esterilla y sobrebasa). Pero esta altura se puede incrementar en 2 a 5 metros si se tiene en cuenta un subproducto (también comercial) denominado “varillón”.

- **Factor Altura total (Ht)**

Esta altura no es relevante para los cálculos pero se ha estimado en 21 m la parte final por encima de la altura comercial consiste de ramas y hojas que se dejan en el sitio para el proceso de reciclaje de nutrientes.

- **Factor Espesor o grosor de pared**

La ausencia de registro de grosores en las fuentes consultadas, obligó a un muestreo de campo en los departamentos de Valle, Risaralda, Quindío y Tolima, donde se seleccionaron guaduales en las 3 calidades de sitio descritas anteriormente, y al interior de ellos se seleccionaron tallos de diferentes diámetros comerciales. A cada uno de ellos se les midió en el suelo el DAP, así como los diámetros, y su correspondiente grosor de pared (grosor mayor y grosor menor y luego se promediaron), cada metro a partir de la base hasta su ápice comercial. En algunos guaduales se aparearon guaduas juveniles, para determinar diferencias o no con respecto a Maduras. En la tabla 4.1, denominada “matriz”, se pueden observar estos registros.

De acuerdo con la localización de los guaduales muestreados, los tallos fueron agrupados, en sus correspondientes calidades de sitio (Valle geográfico, valle interandino y zona montañosa), y promediados sus respectivos parámetros, con el fin de ver el comportamiento del grosor – diámetro – grado de madurez en cada calidad de sitio. Ver Tablas 4.2 y 4.3. De la tabla y cuadros se puede concluir:

Relación de grosor de pared y madurez del Tallo

No hay una relación directa entre grados de madurez (Adulta, Madura y Juvenil) con respecto a los diámetros y grosor de pared en las diferentes calidades de sitio y general sitios. Es decir estas características se conservan constantes en cada tallo a través de sus estados de maduración (se sabe que la guadua nace con su diámetro definido y que es menor en el ápice con respecto a la base).

- **Relación grosor de pared y grosor de tallo**

En la tabla matriz, se puede observar que todos los tallos son comparativamente más gruesos en la base (10 a 16 cm al igual que el grosor de pared, entre 2 – 3 cm) y que este grosor de pared, al igual que el grosor del tallo, va disminuyendo a medida que se desplaza por el tallo hasta su parte final, donde el grosor de pared disminuye hasta 1 cm, y el grosor de tallo hasta 7 a 10 cm, y menos, en promedio. También se observa que a medida que disminuye el diámetro va disminuyendo también el grosor de pared. Esta disminución de grosores a través del tallo es paulatina y no abrupta.

La siguiente secuencia en tres tallos, permite analizar la relación diámetro – grosor pared de los tallos, en diferentes posiciones:

Altura (m)	Ø (cm)	Grosor (cm)	Relac.	Ø (cm)	Grosor (cm)	Relac.	Ø (cm)	Grosor (cm)	Relac.
1m	10.0	2.2	4.5:1	13.2	1.9	6.9:1	14.5	1.7	8.5 1
7m	9.4	1.5	6.2:1	12.4	1.4	8.8:1	13.2	1.1	12:1
9m	8.4	1.0	8.4:1	11.4	1.5	7.6:1	12.6	0.9	14:1

Según esta muestra, a mayor diámetro de tallo menor el grosor de pared, en cualquiera de sus posiciones. Igualmente, a medida que se asciende por el tallo la relación D:G aumenta proporcionalmente. Esto indica que tallos delgados, tienden a tener paredes mas gruesas con respecto a tallos menos delgados; también indica que en la parte media y alta, el tallo no

requiere paredes tan gruesas como en la base, debido posiblemente al menor peso de la guadua en estos sectores.

- **Relación de grosor de pared según categorías diamétricas**

Para su análisis los tallos apeados se han agrupado y promediado en 4 categorías diamétricas, según (DAP) así: de 9 cm -10 cm; 11 cm - 12 cm; 13 cm – 14 cm y 15 cm – 16 cm (Ver Tabla 4.4).

En el cuadro se aprecia que los tallos en categorías diamétricas bajas (9 cm – 12 cm) presentan proporcionalmente diámetros y grosores de pared menores con respecto a los tallos ubicados en categorías diamétricas mayores. Mientras la categoría diamétrica 9 cm - 10 cm, muestra un DAP de 10 cm y grosor de pared 2.3 cm, la categoría diamétrica 15 cm – 16 cm, muestra un DAP de 16 cm y un grosor de pared de 2.9 cm, igual comportamiento se ve al final del tallo; por lo tanto existe una relación directa entre DAP, grosor de tallo y grosor de pared. A mayor DAP, mayor grosor de pared.

Para efectos de cálculo, se ha seleccionado la categoría diamétrica **11cm - 12cm**, porque aquí se encuentra el diámetro promedio del tallo promedio (**11.5cm**). Categoría sombreada en la tabla 4.4

- **Relación de grosor de pared y calidad de sitio**

Este comportamiento guarda relación con las calidades de sitio, porque en el caso del valle geográfico del río Cauca (Sitio I), los diámetros y grosores de pared son menores (10 cm y 2.3 cm a la base, respectivamente) con respecto a los de tallos de zona de ladera o montaña (Sitio III), donde los tallos son más gruesos en DAP y en grosor de pared (16 cm y 2.9 cm respectivamente).

Estos datos coinciden con la evaluación del “Estudio preliminar de las características morfométricas de la Guadua angustifolia en el eje cafetero”, elaborado por el Ingeniero Tito Morales Pinzón de la Universidad Tecnológica de Pereira (Pared, longitud de canuto y diámetro).

- **Factor Sanidad del tallo**

Este factor fue evaluado por el grupo de trabajo en el campo. Se evaluaron 26 tallos en 9 fincas (Valle: 4; Risaralda: 2; Quindío: 2; Tolima: 2), de diferentes DAP (entre 9.7 cm y 16 cm), diferentes grados de madurez (maduras y adultas) y diferentes alturas comerciales (entre 9 m y 16 m). A cada tallo se le evaluó su sanidad, tanto en la cara externa como interna, en tres pociões del tallo: baja, media y alta. (Ver Anexos 4.1 A 4.3). Los rangos de evaluación de sanidad adoptados, según el grado de sanidad del tallo, fueron los siguientes: +90% Sano, 66%-90%, 33%-66%. Y menor de 33% es el área afectada por perforaciones, decoloración interna y externa, sin pudrición que permite aprovechar listones absolutamente limpios de 20 mm de ancho por un metro de largo.

En resumen se encontró la siguiente variación en la sanidad de los tallos:

	<u>Cara interna</u>	<u>Cara externa</u>
+90%	75%	84%
66% - 90%	19%	12%
33 %- 66%	6%	4%
-33%	0%	0%
Total	100%	100%

El factor sanidad del tallo no tiene relación directa con calidad de sitio, ni con diámetro y altura del culmo, más bien tiene relación con su manejo, ya que guaduales bien manejados presentan menores afectaciones sanitarias (Ver Tabla 4.5).

En general, el 75% y el 84% de los tallos presentan buena sanidad (mayor del 90%), tanto en su cara interna como externa, respectivamente, un 19% y 12%, menor calidad de tallo (entre 66% y 90%). Tan solo un 6% y 4% de tallos se ven afectados por sanidad mayor a un 50% de su superficie interna y externa, respectivamente. La principal afectación observada fue la decoloración de paredes por filtración de humedad donde había perforaciones de insectos; especialmente en las posiciones bajas y medias del tallo y en la cara interna.

4.2 NIVELES DE PRODUCTIVIDAD DEL TALLO PROMEDIO

A efectos de facilitar y comprender el cálculo de área, volumen y peso del tallo “promedio”, se ha procedido a dividirlo en 4 secciones, tomando como base las diferentes unidades de mercadeo más comunes, como son cepa, basa, sobrebasa y varillón, resultando las siguientes secciones: (ver esquema 4.1)

Sección A (Cepa): Es la parte basal del tallo, con longitud de tres metros y DAP de 11.5 cm. Por lo tanto su metro lineal (ML) es de tres metros.

Sección B (Basa): Es la parte media inferior del tallo, con una longitud de 7.0 m., y un diámetro a la base de 11.5 cm y de 8.9 cm a la parte superior. Su metro lineal (ML) es de siete metros.

Sección C (Sobrebasa): Es la parte media superior, con una longitud de tres metros y diámetros de 8.9 cm a la base y 7.2 cm en la parte superior. Su metro lineal (ML) es de tres metros.

Sección D (Varillón): es la parte final del tallo comercial, de longitud variable, uno a cinco metros y de menor diámetro. Se le considera como subproducto en el presente cálculo.

• Área Útil (Au), Volumen Util (Vu) y peso (P) del Tallo Promedio y sus Secciones

Tomando como base la longitud, el diámetro y su correspondiente circunferencia, se calculó el Área útil (Au) y Volumen útil (Vu) de cada una de las secciones y total tallo, como se puede apreciar en el Esquema 4.1, con base en el Volumen útil de cada sección y el Peso Específico de la guadua a nivel de laboratorio (0.60 gr. /cm³, Contenido de humedad: 30%), se determinó el peso de cada sección y total tallo.

• Conversión de medidas de Tallo “Promedio” a Toneladas

La conversión se hizo calculando el número de unidades de cada sección, mediante el dividendo de 1.000 kilos por el peso de cada pieza/sección.

Sección A (3m x ϕ 11.5) = (13.8 Kg.) = 72 unidades conforman una tonelada

Sección B (7m x ϕ 10.2) = (18.0 Kg.) = 55 unidades conforman una tonelada

Sección C (3m x ϕ 8.05) = (13.8 Kg.) = 213 unidades conforman una tonelada

27 tallos promedios (con sus diferentes secciones) conforman una tonelada.

4.3 PRODUCTIVIDAD DEL GUADUAL A NIVEL DE HECTÁREA “PROMEDIA”

Así como se determinó un tallo promedio para el cálculo de productividad, también se determinó la hectárea “promedia” para los guaduales de la región.

Para su determinación se tuvo en cuenta las variaciones de densidad, grado de madurez y sanidad de los guaduales distribuidos en las tres calidades de sitio, como se resume en la Tabla 4.7, según información promediada de los trabajos de tesis de Roa, R y Agudelo, B., como en los Planes de Manejo y Aprovechamiento revisados en las diferentes Corporaciones Regionales visitadas de Valle, Quindío, Risaralda y Caldas. La información individual de cada Plan de Manejo está consignada en los anexos sobre el tema de productividad.

- **Factor Densidad Promedia**

No hay relación directa entre la densidad de los guaduales y la calidad del sitio. En una misma calidad de sitio se pueden presentar altas y bajas densidades. El factor densidad está más influido por el factor manejo que le da el hombre a sus guaduas. Guaduales bien manejados presentan densidades promedias entre 3000 y 4000 tallos/há mientras guaduales excesivamente aprovechados presentan hasta menos de 2000 tallos/há y guaduales no intervenidos de 6000 a 10000 tallos/há, consideradas estas últimas densidades muy altas para el buen desarrollo del guadual.

Promediando todas las densidades de guaduales del Valle del Cauca, Caldas, Risaralda y Quindío, se encontró una densidad promedia aproximada de **3400 tallos/há.**, que es la densidad que se le ha asignado a la hectárea promedia.

- **Factor Grado de Madurez**

En atención a que la mayor parte de los guaduales no han tenido manejo continuo o este apenas comienza en muchos de ellos, se encuentra una mayor concentración de tallos maduros con respecto a juveniles, que es una situación invertida al estado "ideal" deseado de mayor cantidad de juveniles con respecto a secas. Esta graduación de los estados de madurez no tiene relación directa con calidad de sitio.

Promediando todos los grados de madurez de los guaduales analizados, se encontró el **promedio** de grados o estados de madurez porcentual de los guaduales

TABLA 4.7 Porcentaje según estados de madurez

Renuevos:	7%
Juveniles:	22%
Maduras:	65%
Secas:	6%
Total	100%

- **Factor Sanidad del Guadual**

Tomando como referencia el estudio de sanidad en una de las Tesis, comparándola con los planes de manejo y el aforo efectuado en el campo se destaca la información contenida en la Tabla 4.8.

TABLA 4.8 Sanidad Promedio de un Guadual

	Sano	Enfermo
Tesis (2)	84,20%	15,80%
Planes de manejo	95,30%	4,30%
Estudio de campo	90%	10%
Promedio	90%	10%

Tan solo un 10% de los tallos de un guadual presentan afectaciones sanitarias por perforaciones de tallos por pájaros, coleópteros; pudrición de tallos; particiones por vientos y otros.

- **Factor Régimen de Aprovechamiento o de Explotación del guadual**

Este factor es importante para determinar con que periodicidad, y para el presente caso, con que intensidad se debe intervenir periódicamente un guadual con rendimiento sostenido.

De acuerdo con investigaciones de diez años del Consultor en CVC, la guadua se debe intervenir en promedio cada **18 meses** en un mismo sitio a una intensidad del **50%** de sus individuos en estado maduro y seco (estado comercial). Ver Nota Técnica anexa, sobre un régimen de aprovechamiento de Guaduales propuesta por el Consultor.

- **Cálculo de Tallos aprovechables por Hectárea/año “Promedio”**

Para su cálculo se toman como base las siguientes características resumidas del Guadual “promedio”:

Densidad Total Guadual promedio: 3400 tallos/há

Grado de Madurez: 65% Maduras (= 2210 tallos/há) y 6% secas (= 204 tallos/há)

Total guaduas maduras y secas: 2414 tallos/há

Aplicando una intensidad de aprovechamiento sostenible del 50% de guaduas en categoría comercial, se obtiene los siguientes tallos aprovechables:

Tallos Comerciales (50%): 1207 tallos/ha/18 meses (entre maduros y secos)

Tallos Comerciales (100% maduros y 50% secos): 1105 tallos/ha/18 meses y 102 tallos/há/18 meses

Tallos maduros sin afectaciones (90%): 995 tallos/ha/18 meses

Tallos maduros anuales aprovechables aproximados: **700 tallos/há/año (Hectárea Promedia).**

- **Cálculo de productividad Hectárea promedia**

Tomando como base una densidad anual aprovechable de 700 tallos/há, se obtuvieron los resultados de producción contenidos en la Tabla 4.9.

TABLA 4.9 Productividad de una hectárea promedia en términos de

SECCION	Unidades/ há	Longitud ML	Area U. Total m2	Vol. Util Total m3	Peso Tonelada	No. Piezas
A	700	2100	756	16,1	9.66	696
B	700	4900	1568	21	12.60	693
C	700	2100	525	5,46	3.27	697
TALLO	700	9100	2849	42,56	25,53	715

metro lineal, área útil, volumen útil y peso

Fuente: Grupo de trabajo

5. CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA Y COSTOS DE PRODUCCION

5.1 ACTORES DE LA CADENA PRODUCTIVA

En reciente reunión convocada por el Ministerio del Medio Ambiente MMA, la Agencia de Cooperación Técnica Alemana GTZ y las CAR de la región cafetera (dentro del proyecto Manejo Sostenible de los Bosques, MSB), sobre el Plan Nacional de Desarrollo Forestal – PNDF, realizada en Pereira en octubre del 2001, se hizo relación por primera vez a la Cadena Forestal Productiva de la guadua. Este es el primer esfuerzo que se hace para definir y valorar los actores y su interrelación, resultando un primer universo sobre CLUSTER DE LA GUADUA, el cual fue presentado por el Ingeniero Hebert Enrique Soto CORPOCALDAS. Los grupos de Actores identificados preliminarmente son:

Actor 1: Asistentes técnicos y reforestadores.

Actor 2: Explotadores del bosque, comercializadores, constructores e Industriales.

Actor 3: Artesanos y pequeñas empresas manufactureras.

Actor 4: Científicos e investigadores

Actor 5: Educadores, capacitadores y comunicadores.

En este cluster están identificadas las instituciones que sirven de apoyo al desarrollo técnico, comercial y científico de la guadua y los actores directos que tienen que ver con la cadena en sus etapas de producción, comercialización y consumo.

En los siguientes apartes se hará mención del comportamiento de los actores de la cadena productiva.

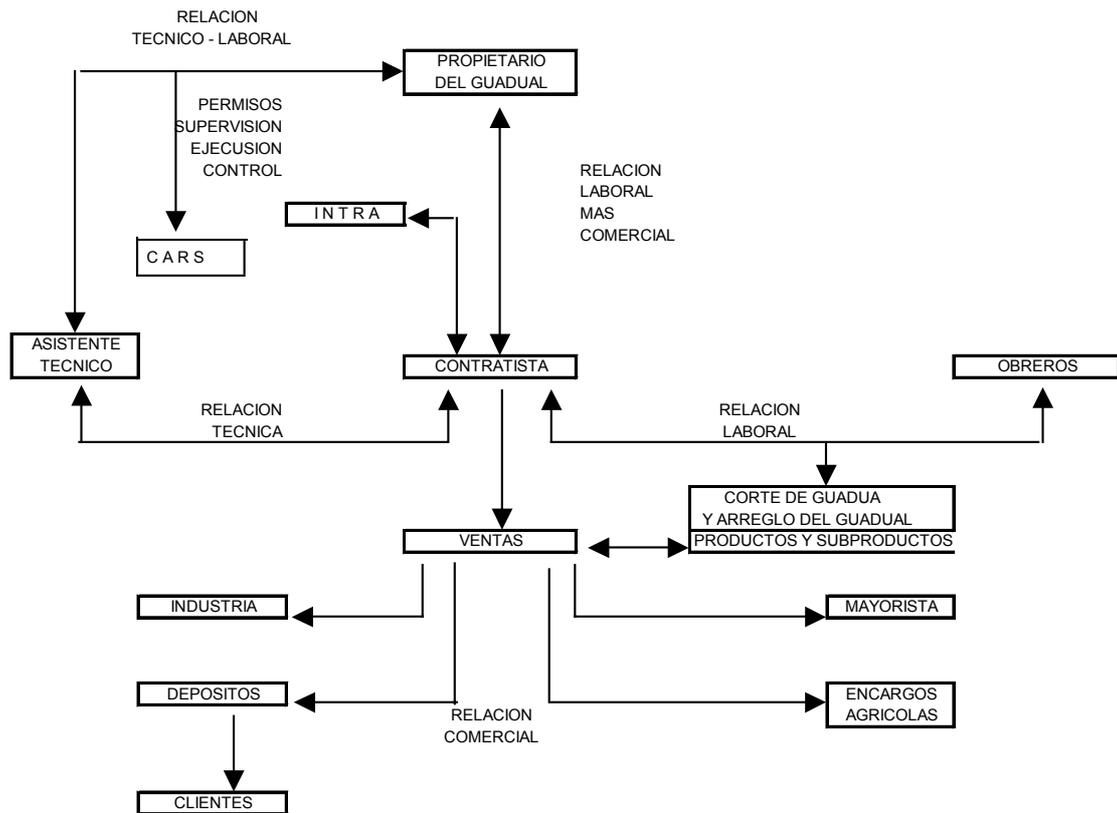
- **Actores del aprovechamiento del recurso y su relación con los actores de comercialización.**

En 1987, la Universidad Nacional de Colombia (Palmira -Valle) en un estudio sobre “Comercialización y Usos de la Guadua”, Beltrán y Rodríguez, presentaron el tipo de relaciones existentes entre el propietario del guadua y demás actores comprometidos con aprovechamiento, su comercialización y entrega al usuario final, como se muestra en el esquema 5.1.

Esta cadena muestra los pasos básicos de movilización de la guadua en su forma tradicional, en lo que respecta a la demanda para los sectores agroindustrial y de la construcción: Propietario – Contratista (y Asistente Técnico) – Comerciantes (Depósitos) – usuario final (Ingenios Azucareros, Construcción).

Esta cadena se ha visto ligeramente modificada en los últimos diez años por la aparición de empresas productoras de muebles y artesanías de guadua en las ciudades de Manizales, PRENAM y PREMUEBLES, en Armenia y La Tebaida principalmente, con consumos importantes de materia prima extraída directamente de los bosques. Igual sucede con los constructores que adquieren su materia prima en los guaduales cuando se trata de obras grandes y significativas como son el pabellón Zerí establecido en Manizales y Alemania y otras obras arquitectónicas construidas con materia prima colombiana en el exterior, aprovechando los ejemplos de obras importantes realizadas dentro del país por arquitectos colombianos.

- **Actores del Aprovechamiento y la comercialización.**



Esquema 5.1 Tipos de relaciones en el aprovechamiento y comercialización de la guadua
Fuente: Comercialización y Usos de la guadua. Universidad Nacional - Palmira 1987

- **Tipos de Uso de la guadua en los canales de comercialización.**

Para una mayor ilustración en el proceso de comercialización, se hace un resumen de las partes de la Guadua (*Guadua angustifolia*) y su utilización (Tabla 5.1)

- **Descripción de las secciones de un tallo tipo**

- **CEPA:** Es la sección basal del culmo de longitud de 3m. Poseen en promedio los mejores diámetros promedios. Su resistencia es mayor por la corta distancia de sus nudos y por el espesor atípico de sus paredes sobre todo en los nudos uno y dos.
- **BASA:** Es la sección más comercial de la guadua por su excelente relación peso, resistencia es la más homogénea en cuanto a la distancia de sus nudos y grosor de las paredes su longitud varía entre 4 metros a 8 metros. Se pueden sacar dos productos llamados esterillas.
- **SOBREBASA:** Es una pieza utilizada como elemento de soporte para estructuras de concreto. Tanto su diámetro como el espesor de sus paredes son constantes por lo que se le puede convertir en una esterilla adicional pues su longitud es de 4 m.
- **VARILLONES O PUNTALES:** Su longitud puede variar de acuerdo a los usos regionales entre 2,20 a 5 m. Por corresponder a la sección superior o copa de la guadua su diámetro no es uniforme por lo que su demanda comercial no es una constante en todo el país, llegando a ser rechazados por algunos aprovechadores por su alta exigencia, en la limpieza de ramas y poco valor comercial.

TABLA 5.1. Partes de una Guadua (*Guadua angustifolia*) y su utilización

Descripción	Utilización
Copa Parte apical de la Guadua, con una longitud de 1.20 a 2.00 m.	Se replica en el suelo del guadual como aporte de materia orgánica.
Varillón Sección de menor diámetro, su longitud tiene aproximadamente de 2 a 5 metros.	Se utiliza en la construcción como correa de techos con tejas de barro o de paja. Se emplea como tutor en cultivos transitorios.
Sobrebasa Es un tramo de Guadua con buen comercio debido a su diámetro, que permite un buen uso. Posee una longitud aproximada de 3 metros.	Utiliza como elemento de soporte en estructuras de concreto de edificios (puntal). También se emplea como viguetas para formaleta, planchas y como postes de espalderas en cultivos.
Basa Parte de la Guadua que mayores usos posee, debido a su diámetro intermedio, es la sección más comercial de la Guadua. La longitud es de 7 metros aproximadamente.	De esta sección se elabora la esterilla, la cual tiene múltiples usos: en construcción de paredes, casetones, formaletas de planchas y como postes.
Cepa Sección basal del culmo de mayor diámetro, debido a sus entrenudos más cortos proporciona una mayor resistencia, tiene una longitud de 3 metros.	Se utiliza como columnas en construcción y como cercos o elementos de espalderas en cultivos.
Rizoma Es un tallo modificado, subterráneo, y se conoce popularmente como "caimán".	En decoración y juegos infantiles.

Fuente: CRQ. Centro Nacional de la Guadua.

Los distintos cortes que se realizan en un tallo de guadua, depende de los usos que se le asignan, convirtiéndose el uso en un factor de definición de la demanda. Los usos a su vez dependen de los patrones culturales de empleo en la construcción y en la agroindustria de las diferentes regiones del país.

5.2 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN DE LA GUADUA

La comercialización de la Guadua (*Guadua angustifolia*), presenta trascendencia para el país debido a su alto aporte a los sectores de la construcción y agropecuario, y a futuro por su potencial para el desarrollo de diferentes tipos de industrias basadas en ésta y otras especies. Experiencias como las de los departamentos cafeteros, considerados como los de mayor volumen de comercialización, caso de Caldas, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca, demuestran la importancia de la especie para el desarrollo social y económico de una región.

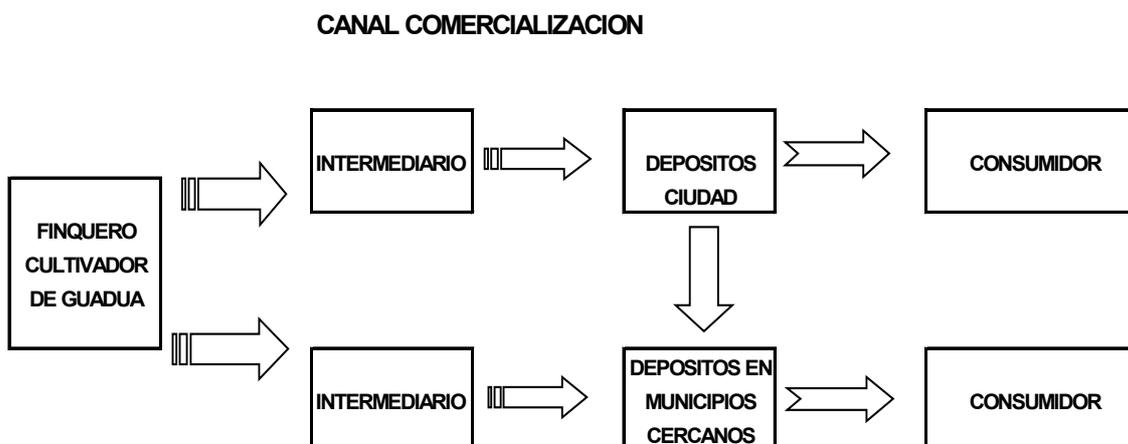
En 1998, el proyecto SIEF: "Establecimiento e Implementación de un Sistema de Información Estadístico Forestal", del Ministerio del Medio Ambiente, contrató una consultoría para evaluar el estado de la comercialización de la guadua en el eje cafetero. Hasta ese momento la comercialización de la Guadua (*Guadua angustifolia*) había sido poco estudiada, a pesar de que en los departamentos cafeteros ha existido una amplia área de guaduales y por ende una alta producción y comercialización de tallos, que histórica y culturalmente han sido utilizados permanentemente en construcciones, y en otros usos. A continuación se presenta apartes del informe de consultoría, que ilustra sobre la comercialización de la guadua:

Existe un canal general de comercialización de la guadua, para la región cafetera cuyos agentes de mercadeo más importantes son los productores, la industria transformadora, los depósitos, el consumidor final, así como los diferentes productos comercializados.

Los productores ejercen principalmente las funciones de reforestación y aprovechamiento, las cuales en muchos casos, son combinadas con la transformación en productos para los depósitos.

Los depósitos o acopiadores rurales ejercen labores de acopio y transformación de productos para su venta al consumidor final

En general el canal más frecuente de comercialización en las ciudades del eje cafetero, es el siguiente:



Esquema 5. 2 Canal de comercialización de Guadua (*Guadua angustifolia*) en los departamentos del eje cafetero. (Fuente SIEF) 5. CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA Y COSTOS DE PRODUCCION

5.1 ACTORES DE LA CADENA PRODUCTIVA

En reciente reunión convocada por el Ministerio del Medio Ambiente MMA, la Agencia de Cooperación Técnica Alemana GTZ y las CAR de la región cafetera (dentro del proyecto Manejo Sostenible de los Bosques, MSB), sobre el Plan Nacional de Desarrollo Forestal – PNDF, realizada en Pereira en octubre del 2001, se hizo relación por primera vez a la Cadena Forestal Productiva de la guadua. Este es el primer esfuerzo que se hace para definir y valorar los actores y su interrelación, resultando un primer universo sobre CLUSTER DE LA GUADUA, el cual fue presentado por CORPOCALDAS, Ingeniero Hebert E. Soto. Los grupos de Actores identificados preliminarmente son:

Actor 1: Asistentes técnicos y reforestadores.

Actor 2: Explotadores del bosque, comercializadores, constructores e Industriales.

Actor 3: Artesanos y pequeñas empresas manufactureras.

Actor 4: Científicos e investigadores

Actor 5: Educadores, capacitadores y comunicadores.

En este cluster están identificadas las instituciones que sirven de apoyo al desarrollo técnico, comercial y científico de la guadua y los actores directos que tienen que ver con la cadena en sus etapas de producción, comercialización y consumo.

En los siguientes apartes se hará mención del comportamiento de los actores de la cadena productiva.

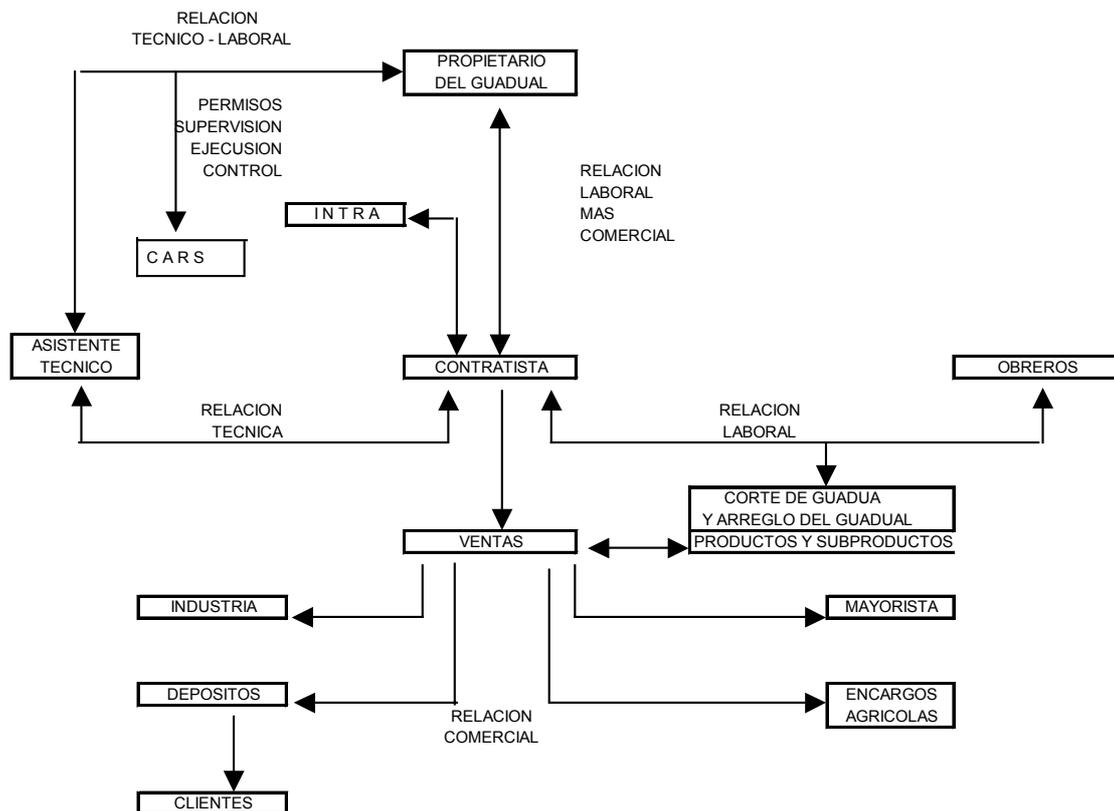
- **Actores del aprovechamiento del recurso y su relación con los actores de comercialización.**

En 1987, la Universidad Nacional de Colombia (Palmira -Valle) en un estudio sobre “Comercialización y Usos de la Guadua”, Beltrán y Rodríguez, presentaron el tipo de relaciones existentes entre el propietario del guadua y demás actores comprometidos con aprovechamiento, su comercialización y entrega al usuario final, como se muestra en el esquema 5.1.

Esta cadena muestra los pasos básicos de movilización de la guadua en su forma tradicional, en lo que respecta a la demanda para los sectores agroindustrial y de la construcción: Propietario – Contratista (y Asistente Técnico) – Comerciantes (Depósitos) – usuario final (Ingenios Azucareros, Construcción).

Esta cadena se ha visto ligeramente modificada en los últimos diez años por la aparición de empresas productoras de muebles y artesanías de guadua en las ciudades de Manizales, PRENAM y PREMUEBLES, en Armenia y La Tebaida principalmente, con consumos importantes de materia prima extraída directamente de los bosques. Igual sucede con los constructores que adquieren su materia prima en los guaduales cuando se trata de obras grandes y significativas como son el pabellón Zeri establecido en Manizales y Alemania y otras obras arquitectónicas construidas con materia prima colombiana en el exterior, aprovechando los ejemplos de obras importantes realizadas dentro del país por arquitectos colombianos.

Actores del Aprovechamiento y la comercialización.



Esquema 5.1 Tipos de relaciones en el aprovechamiento y comercialización de la guadua
Fuente: Comercialización y Usos de la guadua. Universidad Nacional - Palmira 1987

- **Tipos de Uso de la guadua en los canales de comercialización.**

Para una mayor ilustración en el proceso de comercialización, se hace un resumen de las partes de la Guadua (*Guadua angustifolia*) y su utilización (Tabla 5.1)

- **Descripción de las secciones de un tallo tipo**

- **CEPA:** Es la sección basal del culmo de longitud de 3m. Poseen en promedio los mejores diámetros promedios. Su resistencia es mayor por la corta distancia de sus nudos y por el espesor atípico de sus paredes sobre todo en los nudos uno y dos.
- **BASA:** Es la sección mas comercial de la guadua por su excelente relación peso, resistencia es la mas homogénea en cuanto a la distancia de sus nudos y grosor de las paredes su longitud varía entre 4 metros a 8 metros. Se pueden sacar dos productos llamados esterillas.
- **SOBREBASA:** Es una pieza utilizada como elemento de soporte para estructuras de concreto. Tanto su diámetro como el espesor de sus paredes son constantes por lo que se le puede convertir en una esterilla adicional pues su longitud es de 4 m.

- **VARILLONES O PUNTALES:** Su longitud puede variar de acuerdo a los usos regionales entre 2,20 a 5 m. Por corresponder a la sección superior o copa de la guadua su diámetro no es uniforme por lo que su demanda comercial no es una constante en todo el país, llegando a ser rechazados por algunos aprovechadores por su alta exigencia, en la limpieza de ramas y poco valor comercial.

TABLA 5.1. Partes de una Guadua (*Guadua angustifolia*) y su utilización

Descripción	Utilización
Copa Parte apical de la Guadua, con una longitud de 1.20 a 2.00 m.	Se repica en el suelo del guadual como aporte de materia orgánica.
Varillón Sección de menor diámetro, su longitud tiene aproximadamente de 2 a 5 metros.	Se utiliza en la construcción como correa de techos con tejas de barro o de paja. Se emplea como tutor en cultivos transitorios.
Sobrebasa Es un tramo de Guadua con buen comercio debido a su diámetro, que permite un buen uso. Posee una longitud aproximada de 3 metros.	Utiliza como elemento de soporte en estructuras de concreto de edificios (puntal). También se emplea como viguetas para formaleta, planchas y como postes de espalderas en cultivos.
Basa Parte de la Guadua que mayores usos posee, debido a su diámetro intermedio, es la sección más comercial de la Guadua. La longitud es de 7 metros aproximadamente.	De esta sección se elabora la esterilla, la cual tiene múltiples usos: en construcción de paredes, casetones, formaletas de planchas y como postes.
Cepa Sección basal del culmo de mayor diámetro, debido a sus entrenudos más cortos proporciona una mayor resistencia, tiene una longitud de 3 metros.	Se utiliza como columnas en construcción y como cercos o elementos de espalderas en cultivos.
Rizoma Es un tallo modificado, subterráneo, y se conoce popularmente como "caimán".	En decoración y juegos infantiles.

Fuente: CRQ. Centro Nacional de la Guadua.

Los distintos cortes que se realizan en un tallo de guadua, depende de los usos que se le asignan, convirtiéndose el uso en un factor de definición de la demanda. Los usos a su vez dependen de los patrones culturales de empleo en la construcción y en la agroindustria de las diferentes regiones del país.

5.2 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN DE LA GUADUA

La comercialización de la Guadua (*Guadua angustifolia*), presenta trascendencia para el país debido a su alto aporte a los sectores de la construcción y agropecuario, y a futuro por su potencial para el desarrollo de diferentes tipos de industrias basadas en ésta y otras especies. Experiencias como las de los departamentos cafeteros, considerados como los de mayor volumen de comercialización, caso de Caldas, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca, demuestran la importancia de la especie para el desarrollo social y económico de una región.

En 1998, el proyecto SIEF: "Establecimiento e Implementación de un Sistema de Información Estadístico Forestal", del Ministerio del Medio Ambiente, contrató una consultoría para evaluar el estado de la comercialización de la guadua en el eje cafetero. Hasta ese momento la comercialización de la Guadua (*Guadua angustifolia*) había sido poco estudiada, a pesar de que en los departamentos cafeteros ha existido una amplia área de guaduales y por ende una alta producción y comercialización de tallos, que histórica y culturalmente han sido utilizados permanentemente en construcciones, y en otros usos. A continuación se presenta apartes del informe de consultoría, que ilustra sobre la comercialización de la guadua:

Existe un canal general de comercialización de la guadua, para la región cafetera cuyos agentes de mercadeo más importantes son los productores, la industria transformadora, los depósitos, el consumidor final, así como los diferentes productos comercializados.

Los productores ejercen principalmente las funciones de reforestación y aprovechamiento, las cuales en muchos casos, son combinadas con la transformación en productos para los depósitos.

Los depósitos o acopiadores rurales ejercen labores de acopio y transformación de productos para su venta al consumidor final

5.5 SECCIONAMIENTO O TROCEO GENERAL DE UN TALLO

Para el seccionamiento de un tallo, se pueden aplicar varios criterios de acuerdo a la demanda comercial, la cual depende a su vez de las estaciones y de su demanda en la construcción.

A manera de ejemplo se presentan los siguientes despieces:

En el Valle: una cepa de 3m + 1 esterilla de 4m + 1 sobrebasa de 4m + 1 taco de 4m + 1 puntal de 2,20m.

En Risaralda: una cepa de 3m + 1 esterilla de 4m + 1 sobrebasa de 4m + 1 taco de 4m + 1 varillón.

En Caldas: una cepa de 3,20 m + 1 cepa de 4m + 1 cepa de 5m + varillones o alfardas de 5m.

5.6 USOS GENERALES DE LA GUADUA

5.6.1 Usos en la construcción

El empleo mas usual de las partes del tallo, es:

Cepa de 3m: como paral para sostener placas y acodo en la estabilización de terrenos.

Cepa de 2,20 m: como postes para cerramientos de lotes o fincas y acodamientos de taludes

Sobrebases de 4m: como viguetas en el proceso de fundición de placas y andamios.

Esterilla de 3 y 4 y 5 m: para camas de encofrado en la fundición de losas, fabricación de casetones y preparación de paredes de bahareque.

Varillones o puntales de 2 a 5 m: se usan como correas para colocar las tejas de barro en las cubiertas.

Latas: secciones planas de 3 y 5 cm por 3,4 y 5 m de longitud para cerramientos, cercas, pisos y otros enchapes. Se extraen por cortes longitudinales radiales o secantes.

5.6.2 Usos en el sector agrícola

Cepas: principalmente usadas en cercas, construcción de invernaderos y galpones agrícolas.

Basas: para la construcción de trinchos en la recuperación de suelos y control del flujo de agua en los canales de riego.

Sobrebasa: se emplea en forma de tacos y latas para la construcción de trinchos para el riego de la caña de azúcar.

Varillones: para tutorar cultivos como uva, maracuyá, tomate y habichuela.

5.7 COSTOS DEL APROVECHAMIENTO, TRANSPORTE Y COMERCIALIZACIÓN DE LA GUADUA

Con base en las dimensiones del tallo promedio y sus secciones útiles, se ha procedido al cálculo de los costos de transformación y transporte de la guadua, así como al cálculo del valor de la guadua en finca, depósito y usuario final (planta), con los márgenes de utilidad correspondientes; valores expresados en pesos colombianos y dólares, tanto a nivel unitario como a nivel de tonelada. Ver Tabla 5.7.

Los valores unitarios resultaron de promediar la información reportada por guadueros (corteros), comerciantes, transportadores y dueños de depósito, de las ciudades de Armenia, Pereira, Manizales, Sevilla, Tulúa y Buga, tanto para guadua entera como para piezas comerciales.

Las dimensiones y características del tallo promedio y sus secciones, para efectos del cálculo son las siguientes:

Sección A: Cepa de 3 m.

Sección B: Basa (esterilla) de 7 m.

Sección C: Sobrebasa de 3 m.
Subproducto: Varillón de 2 a 5 m.
Longitud total del tallo: 13 m. + Varillón
Área útil tallo (esterilla): 4.07 m²
Volumen útil tallo (esterilla): 0.0608 m³
Peso tallo promedio: 36.48 Kg.

- **Precio en “pie”:** es el valor que recibe el propietario del guadua por venta en “pie” de cada tallo o culmo. En este caso el guaduero quien compra en “pie”, es quien se encarga de tramitar y costear los estudios y tasas de aprovechamiento exigidos por la autoridad competente, necesarios para el otorgamiento del permiso y la movilización de los productos forestales.
- **Costos de transformación:** incluye los costos por corte y apeo, desrame y troceo de la guadua. Incluye costos de limpieza del guadua (repique y regada de ramas y hojas al interior del guadua). Por lo general realizadas por jornaleros contratados por el “gaduero”.
- **Costos Transporte Interno:** es el costo de movilizar la guadua del interior del guadua a la vía más cercana al sitio de aprovechamiento. Por lo general se hace manualmente (a “hombro” o en bestia).
- **Costos Transporte Externo:** es el costo de movilizar por vía terrestre la guadua desde la finca hasta los centros de consumo inicial o final (ciudades capitales de departamento o intermedias). Para ello se han determinado tres costos/unidad, según distancias de movilización de 25 Km., 100 Km. y 250 Km.

Valor venta guadua al depósito. Es el valor que paga el dueño del depósito al “gaduero”. Incluye los costos de transformación y transporte más el margen de utilidad del guaduero – intermediario. Se asumió una longitud de transporte promedio de 50 Km., al depósito.

Valor venta guadua del depósito al usuario final (o puesta en planta). Es el valor que pagó el dueño de depósito (o el intermediario a planta) más su margen de ganancia.

Precios y Costos Unitarios (US\$1.0 = \$2.300)

- a) precio venta guadua en pie.
Tallo US\$ 0.343 (Sección A: US\$ 0.08, sección B: US\$ 0.17; sección C: US\$ 0.08 + 0.013)
- b) Costo transformación.
Tallo US\$ 0.39
- c) Costos transporte Interno
Tallo: US\$ 0.209
- d) Costos transporte Externo
Tallo: US\$ 0.47 (25 km- 20.6 Ton), 0.39 (100 km- 25 Ton.), 0.83 (250 km- 47.4 ton).
- e) Valor venta al depósito
Tallo: US\$ 1.59 (incluye margen ganancia cortero de US\$ 0.87)
- f) Valor venta al usuario final o puesto en Planta:
Tallo: US\$ 2.1 (incluye margen ganancia intermediario de US\$ 0.45)

Queda demostrado que el “gaduero” y el dueño de depósito obtienen mayor margen de ganancia por transformación y comercialización de la guadua con respecto a lo ganado por el propietario del bosque al vender su tallo en pie.

En el cálculo de costos no se ha tenido en cuenta los costos por estudios y tasas retributivas para optar al permiso de aprovechamiento y movilización de productos forestales, en atención a que en la nueva normatividad de la guadua se busca minimizarlos, siempre y cuando se demuestre que el guadua está siendo manejado sosteniblemente.

5.8 PRECIOS Y COSTOS POR TONELADA

Para convertir unidad tallo promedio (y sus secciones) a tonelada, se ha tomado como base el peso específico reportado por laboratorios que en promedio es de 0.60 gr. /cm³ a un contenido de humedad del 30%.

En el cuadro se presenta la conversión de unidades de guaduas a toneladas, resultando que una tonelada está conformada por:

72	unidades de la sección A.
55	unidades de la sección B.
213	unidades de la sección C.
27	tallos (con sus secciones A+B+C).

Aunque en la práctica no se vende guadua “en pie” por tonelada, se ha calculado su valor para efectos de cálculos de precios: US\$ 34.6/tonelada en “pie”.

Los costos Unitarios de transformación y Transporte por tonelada son los siguientes:

- a) Transformación: US\$ 26.75/tonelada
- b) Transporte menor: US\$ 18.98/ton.

Los Precios de venta final (o puesta en planta), también se presentan en el cuadro, que de acuerdo con el número de piezas por tonelada y valor unitario, son los siguientes:

- a) sección A: US\$ 36.75/ton.
- b) Sección B: US\$ 62.17/ton.
- c) Sección C: US\$ 99.08/ton
- d) 27 tallos: US\$ 58.89/ton.

6. ALGUNAS PROPIEDADES DE LA GUADUA

6.1 CONTENIDO DE AGUA Y PROCESO DE SECAMIENTO DE LA GUADUA

La Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER), realizó un seguimiento al proceso de secamiento natural de la guadua que orienta muy bien sobre la pérdida de agua en el tallo y sus partes, después de cortados y a través del tiempo, para los procesos industriales y de preservación.

Los campesinos generalmente recomiendan dejar secar la guadua aproximadamente 40 días en el guadual antes de extraerla y utilizarla. Los datos obtenidos indican que en estos 40 días los tallos Hechos (Maduros) pierden alrededor de 15% de su peso inicial bajo las condiciones atmosféricas y después de 40 días siguen perdiendo agua hasta un promedio de 52% a los 250 días. En la gráfica 6.1 se presenta la información con la pérdida de agua en guadua verde y seca bajo las circunstancias de un ensayo realizado dentro de un guadual.

- **Guadua verde**

Generalmente se recomienda no cosechar o utilizar guadua verde o biche (Juvenil) y unas de las razones dadas por la gente es su gran contenido de agua. En realidad este contenido de agua es muy similar al de la guadua Hecha. Otras razones más probables para que la guadua verde no se use es que la mayoría de los vasos del tallo todavía están abiertos y no lignificados generando así culmos con una estructura aún demasiado débil para ser utilizado en construcción. Además las guaduas verdes tienen un mayor contenido de almidón lo cual atrae hongos, bacterias e insectos haciéndolas más susceptibles a un deterioro más rápido.

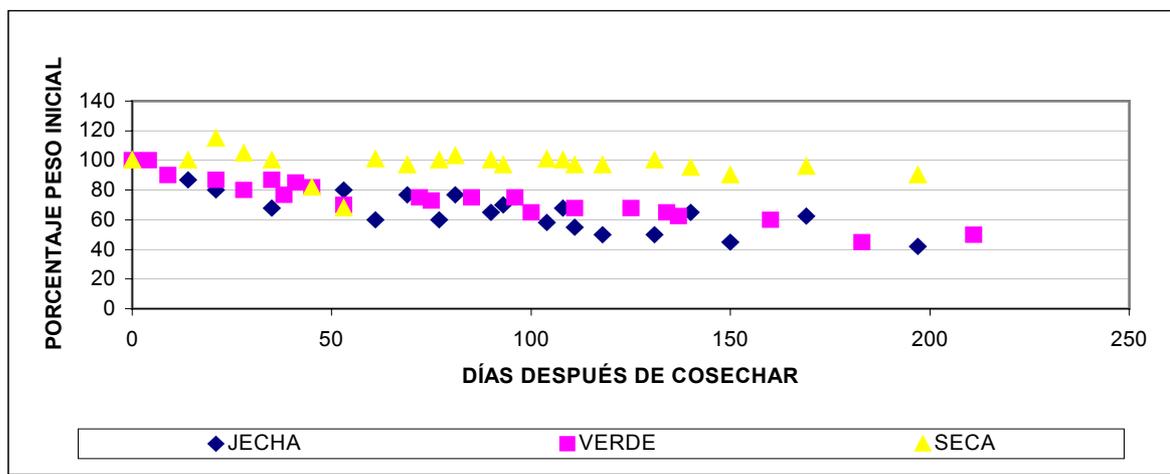
En los primeros 20 días después de la cosecha se presenta una pérdida lenta de agua, posiblemente por que los culmos aún están vivos, posteriormente se presenta una pérdida rápida de aproximadamente 20% la cual puede coincidir con al muerte de las células y finalmente continua un secamiento más lento que corresponde posiblemente al de la madera. Algunos trozos perdieron más del 50% de su peso inicia durante los primeros 100 días, llegando a un promedio de 53% a los 200 días. Las partes apicales perdieron mucho más rápido el agua que las partes basales. En la gráfica 6.2 se muestre este proceso para los primeros 100 días.

- **Guadua Hecha**

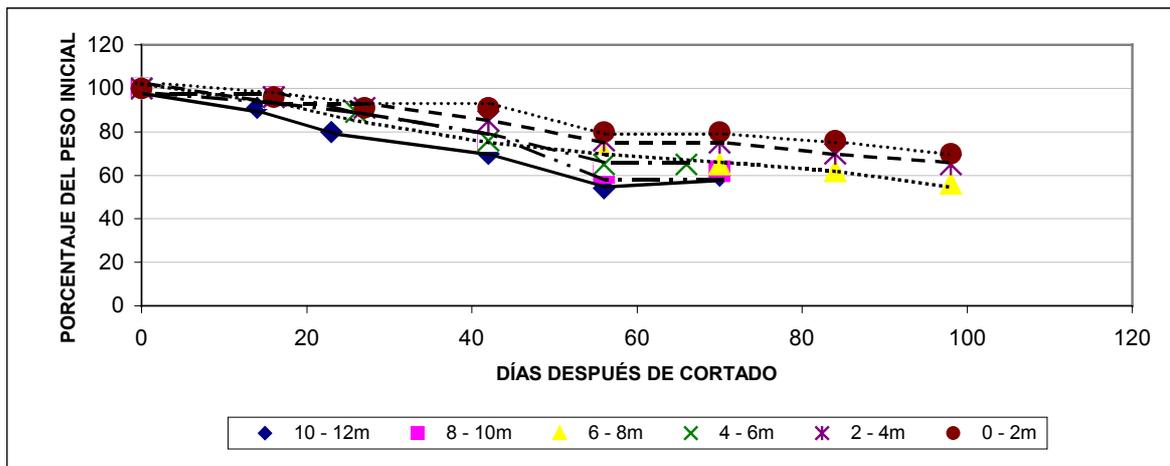
Se puede observar una pérdida rápida de aproximadamente 10% de agua que podría encontrarse en los vasos y posteriormente un secamiento mucho más lento de la madera. El proceso de secamiento depende en gran medida de las circunstancias climáticas y de las características fisicoquímicas que cada planta, las cuales pueden causar diferencias mayores al 20% también se observó que las partes apicales se secaban más rápido que las partes basales.

- **Guadua seca**

La guadua seca ya ha perdido toda su agua intracelular y el comportamiento del peso en el tiempo responde principalmente a la cantidad de precipitación. El peso gira alrededor de una ecuación lineal la cual expresa la pérdida del peso por descomposición.



Gráfica 6.1: Perdida de agua en el tiempo.



Gráfica 6.2: Diferencias en la velocidad del secado de trozos de diferentes alturas

6.2 PROPIEDADES DE LA GUADUA

- **Propiedades mecánicas**

Según datos obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados en las universidades Nacional de Colombia en Bogotá y Medellín y Universidad de Guayaquil y Universidad de Costa Rica (informe I Seminario Bamboo 2001, Guayaquil.), reportan los siguientes datos sobre propiedades mecánicas de la guadua:

MOR (Flexión):	750-1113 Kg/cm ²
ELP (Flexión):	669- 929 Kg/cm ²
MOE (Flexión):	239.743-277.689 Kg/cm ²
Compresión Perp.	420- 426 Kg/cm ²
MOE (Comp.):	176.104-192.191 Kg/cm ²
Esfuerzo cortante:	63 - 65 Kg/cm ²
Dureza Janka:	1.350 Kg/cm ²

- **Prueba de Dureza (Janka)**

De acuerdo con consulta al Asesor Industrial, señor Ben Chang, con respecto a esta prueba, el comenta:

“Como es bien sabido la dureza es de una correlación positiva con la densidad, entonces durante el proceso de laminado para la fabricación de la guadua se ha incrementado la densidad y por ende la dureza.”

Se revisó la tabla para la dureza Janka donde: menor de 150 (muy blando), 150 a 350 (blando), 350 a 650 semidura, 650 a 900 (dura), mayor de 900 (muy dura).

Basado en esta como principio, entonces utilizando los datos de Chin Yung suministrados por los laboratorios de EEUU, con una indicación de 1,380 da una dureza muy dura en la tabla Janka.

Por otro lado, estos son datos de Bambú Asiáticos, y las muestras que tienen en INFIMANIZALES son de las mismas calidades. En este caso particular no se disponía de datos, pero si son similares, y según los especialistas de Chin Yung (es la rama para la fabricación de parquet de pisos) que la dureza es casi similar.”

“El ensayo de dureza se utiliza con una bola metálica de 2 pulgadas de diámetro con un peso de 1.18 libras se deja caer a una altura de 6 pies, con este peso y a esta altura, se obtiene la dureza. (Los ensayos son realizados por United States Testing Co. Inc., un afiliado de SGS).

Los datos de dureza para diferentes especies son:

Caoba (800), teca (1000), Quercus de EEUU (1290) Bamboo (1380)”.

Con esto se demuestra que los Bambúes y por ende la guadua tienen una dureza más alta que la mayor parte de las maderas de especies tropicales.

- **Características Organolépticas de la guadua**

Según datos reportados por el Ingeniero Héctor Rojas se tiene:

Color:	Característico
Olor:	No perceptible
Sabor:	No
Grano:	Recto
Textura:	Fina a Gruesa
Veteado:	Atractivo

7. LINEAMIENTOS PARA EL CULTIVO Y MANEJO SOSTENIBLE DE LA GUADUA

De acuerdo con la experiencia de los Ingenieros Forestales Francisco Castaño Nieto y Luis Fernando Botero Cortes especialistas en Silvicultura de la guadua y consultores internacionales en el tema, la guadua es una especie que se puede cultivar con facilidad ya sea para fines de producción comercial o para protección y ornamentación con rendimiento sostenido. Tan solo se requiere tener en cuenta algunos principios básicos sobre los sitios a plantar y sobre las técnicas para su manejo y aprovechamiento, como se indica a continuación:

7.1 ÁREAS APTAS PARA REFORESTACIÓN

Los sitios a seleccionar para la siembra de la guadua deben presentar condiciones de clima y suelos similares a las áreas donde se le ve crecer naturalmente, es decir climas cálidos y templados, con suelos francos medianamente profundos y bien drenados, tal como se indicó en el capítulo sobre calidad del sitio forestal. A fin de no competir con áreas para agricultura, las plantaciones deben ubicarse en áreas de vocación forestal; en áreas anexas a nacimientos y corrientes de agua; áreas con suelos inestables o donde los cultivos limpios o la ganadería no son ecológicamente recomendables por sus posibles daños al suelo.

Las corporaciones regionales han seleccionado en zonas de valle y cordilleras, unas 7000 ha factibles de reforestar con guadas y otros bambúes, inicialmente a través del PAFC (Plan de Acción Forestal para Colombia) con financiación del BID (Banco Interamericano de Desarrollo) y últimamente a través del programa gubernamental "Plan Verde", pero se estima que en Colombia existe 15 veces más área (105.000 há), con potencial para el fomento de la especie con fines de protección de cuencas y para la producción forestal.

En el Valle del Cauca se estiman entre 20.000 y 30.000 ha., las áreas aptas para el cultivo de la especie. Estas áreas se ubican tanto en la zona plana del Valle Geográfico, a la orilla de los ríos que drenan al río Cauca, áreas inhabilitadas para el cultivo de la caña o los pastos pero aptas para el cultivo de la guadua. Pero donde existe más área para la siembra de la guadua es en la zona de montaña de las dos cordilleras (Central y Occidental) hasta los 2000 m.s.n.m. Actualmente departamentos como el Valle del Cauca (20.000 ha.), Antioquia (20.000 ha.), Quindío (), Risaralda (), Caldas, Tolima (10.000 ha), Huila (5.000 ha), Cundinamarca (10.000 ha) tienen programado restaurar cubiertas boscosas, en el orden indicado, mediante la siembra de la guadua. Es posible que otros departamentos de los Llanos Orientales, de la Amazonía y de la Orinoquía, puedan introducir la guadua en sus programas de reforestación. En el caso de Arauca y Meta, el Consultor pudo constatar un buen desarrollo de guadales naturales y por ende la posibilidad para su fomento.

7.2 TÉCNICAS DE CULTIVO

• Preparación del terreno

Una vez seleccionado el lote o los lotes a reforestar, se debe proceder a la limpieza de los rastrojos y malezas existentes en el terreno. El rastrojo y malezas se pueden eliminar manualmente con machete o guadaña.

En terrenos planos, como los del Valle del río Cauca, es posible, luego de eliminar la maleza, arar y rastrillar el terreno en forma mecánica, mejorando así notoriamente las condiciones para el crecimiento de la guadua.

• Producción de plántulas - Vivero

La adquisición de plántulas puede ser mediante compras a terceros o por producción directa en viveros. Los viveros justifican si el área a plantar es amplia (+100 ha) y continúa a través del tiempo.

- **Densidad de siembra**

La guadua es una especie que se propaga con mucha facilidad y abundancia, en forma periférica, a través de los rebrotes o renuevos, formando con el tiempo congestión de matas por lo que requiere de distancias de siembra amplias a fin de evitar que los rebrotes compitan por espacio y nutrientes del suelo.

La densidad de siembra depende directamente de la calidad del sitio a plantar. A mejores suelos mayor distancia de siembra. También depende del objetivo de la plantación: producción de maderas (menor densidad) o protección (mayor densidad). Ensayos de distanciamiento de siembra han demostrado que las mejores distancias de siembra oscilan en diseños de 5 m x 5 m, hasta 8 m, x 8 m, en todas sus combinaciones. Actualmente la densidad prevaleciente es la de 5 x 5 m (400 plántulas/ha). Estos diseños pueden ser al “cuadrado” en zonas planas y semiplanas y al “tres bolillo” en zonas de pendiente.

- **Ahoyado**

Una vez trazado el terreno, se debe proceder a la apertura de hoyos o ahoyado. Por lo general se acostumbra apertura de hoyos no menores de 40 cm x 40 cm x 40 cm. (Ancho x largo x profundidad), para mejorar las propiedades físicas del terreno (estructura). Con una buena apertura de hoyos se favorece la aireación y la penetración de humedad necesaria para el desarrollo de la planta. A la vez se permite una mejor penetración de las raíces.

- **Fertilización**

La guadua, al igual que otras especies forestales y cultivos agrícolas, requiere para su crecimiento de ciertos elementos en el suelo y en caso de haber deficiencia de alguno de ellos se debe suplir con la dosis en el momento oportuno, a través del abonamiento o fertilización. Esta fertilización debe ser realizada al mismo tiempo de la siembra y dependiendo del tipo de suelo, repetirse a los 6 y 12 meses de plantado. Normalmente se aplica un compuesto a base de N,P,K (Triple 15, 10-30-10, etc.), como de elementos menores.

- **Siembra**

Una vez seleccionadas las mejores plántulas producidas en el vivero, las cuales deben ser fuertes, vigorosas, de buen desarrollo foliar y radicular, se debe proceder a su siembra.

- **Control de malezas, animales domésticos, incendios, plagas y enfermedades**

A medida que va creciendo la guadua van creciendo las malezas a su alrededor y empieza una competencia por espacio, humedad, nutrientes, luz y desarrollo, estos factores influyen en el crecimiento normal de las plántulas de guadua. Por lo tanto se deben desarrollar labores de mantenimiento para el control de malezas. Estas labores se deben hacer al menos en los dos primeros años, dos o tres veces por año, dependiendo de la agresividad de la maleza. Estas malezas son foco de incendios en épocas de verano. Igualmente se debe aislar el sitio para evitar el ingreso de ganado y hacer un control efectivo de plagas y enfermedades.

- **Sistemas agroforestales con guadua**

Debido a los amplios espacios de siembra es permitido y aún deseable intercalar cultivos agrícolas con guadua, al menos hasta que cierre el dosel o hasta que la proliferación de tallos en el sitio impidan el crecimiento de los cultivos agrícolas. Se pueden intercalar cultivos como el maíz, frijol, yuca, tomate y ahuyama lo que influye positivamente en el crecimiento ya que la plantación se mantiene libre de malezas y el abono a los cultivos beneficia a la guadua. De esta manera se disminuyen los costos de reforestación ya que costos de limpieza y abonamiento se le cargan al cultivo.

La guadua no se puede asociar con especies de rápido y alto crecimiento que en un momento la superen en altura y la ahoguen.

- **Podas y raleos**

A partir de la plántula sembrada, la guadua comienza a desarrollarse en forma periférica, con desarrollo de múltiples tallos por lo que al principio, en el primer año, se debe controlar tanta proliferación mediante la corta de los tallos y ramas que estén secas, partidas, enfermas y que formen congestión para ir favoreciendo los más gruesos y altos.

7.3 PLANIFICACIÓN FORESTAL Y COSTOS

El cultivo de la guadua debe planificarse con anticipación para garantizar el éxito de la plantación. La planificación va desde la selección de sitios para la reforestación, acercamiento y capacitación a la comunidad (caso de las entidades de fomento como la CVC), preparación del sitio y siembra hasta las formas de mantenimiento que se aplican al guadual antes de entrar a la fase de aprovechamiento. En cada uno de los casos se deben asignar tiempos, equipos, insumos y mano de obra para cada una de las actividades principales, como se anota en la Tabla 7.1, el cual incluye la asistencia técnica y la administración del proyecto. El cálculo de insumos y mano de obra se ha hecho con base en una densidad de 400 plántulas por hectárea, equivalente a una distancia de siembra de 5 m x 5 m. La plantación se debe realizar al inicio de las lluvias.

Las dimensiones y características del tallo promedio y sus secciones, para efectos del cálculo son las siguientes:

Sección A: Cepa de 3 m.

Sección B: Basa (esterilla) de 7 m.

Sección C: Sobrebasa de 3 m.

Subproducto: Varillón de 2 a 5 m.

Longitud total del tallo: 13 m. + Varillón

Área útil tallo (esterilla): 4.07 m²

Volumen útil tallo (esterilla): 0.0608 m³

Peso tallo promedio: 36.48 Kg.

- **Precio en “pie”:** es el valor que recibe el propietario del guadual por venta en “pie” de cada tallo o culmo. En este caso el guaduero quien compra en “pie”, es quien se encarga de tramitar y costear los estudios y tasas de aprovechamiento exigidos por la autoridad competente, necesarios para el otorgamiento del permiso y la movilización de los productos forestales.
- **Costos de transformación:** incluye los costos por corte y apeo, desrame y troceo de la guadua. Incluye costos de limpieza del guadual (repique y regada de ramas y hojas al interior del guadual). Por lo general realizadas por jornaleros contratados por el “gaduero”.
- **Costos Transporte Interno:** es el costo de movilizar la guadua del interior del guadual a la vía más cercana al sitio de aprovechamiento. Por lo general se hace manualmente (a “hombro” o en bestia).
- **Costos Transporte Externo:** es el costo de movilizar por vía terrestre la guadua desde la finca hasta los centros de consumo inicial o final (ciudades capitales de departamento o intermedias). Para ello se han determinado tres costos/unidad, según distancias de movilización de 25 Km., 100 Km. y 250 Km.

Valor venta guadua al depósito. Es el valor que paga el dueño del depósito al “gaduero”. Incluye los costos de transformación y transporte más el margen de utilidad del guaduero – intermediario. Se asumió una longitud de transporte promedio de 50 Km., al depósito.

Valor venta guadua del depósito al usuario final (o puesta en planta). Es el valor que pagó el dueño de depósito (o el intermediario a planta) más su margen de ganancia.

Precios y Costos Unitarios (US\$1.0 = \$2.300)

- g) precio venta guadua en pie.

Tallo US\$ 0.343 (Sección A: US\$ 0.08, sección B: US\$ 0.17; sección C: US\$ 0.08 + 0.013)

- h) Costo transformación.
Tallo US\$ 0.39
- i) Costos transporte Interno
Tallo: US\$ 0.209
- j) Costos transporte Externo
Tallo: US\$ 0.47 (25 km- 20.6 Ton), 0.39 (100 km- 25 Ton.), 0.83 (250 km- 47.4 ton).
- k) Valor venta al depósito
Tallo: US\$ 1.59 (incluye margen ganancia cortero de US\$ 0.87)
- l) Valor venta al usuario final o puesto en Planta:
Tallo: US\$ 2.1 (incluye margen ganancia intermediario de US\$ 0.45)

Queda demostrado que el “guaduoero” y el dueño de depósito obtienen mayor margen de ganancia por transformación y comercialización de la guadua con respecto a lo ganado por el propietario del bosque al vender su tallo en pie.

En el cálculo de costos no se ha tenido en cuenta los costos por estudios y tasas retributivas para optar al permiso de aprovechamiento y movilización de productos forestales, en atención a que en la nueva normatividad de la guadua se busca minimizarlos, siempre y cuando se demuestre que el guadua está siendo manejado sosteniblemente.

5.8 PRECIOS Y COSTOS POR TONELADA

Para convertir unidad tallo promedio (y sus secciones) a tonelada, se ha tomado como base el peso específico reportado por laboratorios que en promedio es de 0.60 gr. /cm³ a un contenido de humedad del 30%.

En el cuadro se presenta la conversión de unidades de guaduas a toneladas, resultando que una tonelada está conformada por:

72	unidades de la sección A.
55	unidades de la sección B.
213	unidades de la sección C.
27	tallos (con sus secciones A+B+C).

Aunque en la práctica no se vende guadua “en pie” por tonelada, se ha calculado su valor para efectos de cálculos de precios: US\$ 34.6/tonelada en “pie”.

Los costos Unitarios de transformación y Transporte por tonelada son los siguientes:

- c) Transformación: US\$ 26.75/tonelada
- d) Transporte menor: US\$ 18.98/ton.

Los Precios de venta final (o puesta en planta), también se presentan en el cuadro, que de acuerdo con el número de piezas por tonelada y valor unitario, son los siguientes:

- e) sección A: US\$ 36.75/ton.
- f) Sección B: US\$ 62.17/ton.
- g) Sección C: US\$ 99.08/ton
- h) 27 tallos: US\$ 58.89/ton.