

**EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL Y DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE
MANEJO DE 15 GUADUALES LOCALIZADOS EN LAS VEREDAS SANTA
ROSA, SAN RAFAEL, DANUBIO, MATA REDONDA Y CORRALES, EN LOS
MUNICIPIOS DE MORALES Y PIENDAMÓ DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



**Universidad
del Cauca**

GUSTAVO ADOLFO TOSNE CUAICAL

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2009**

**EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL Y DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE
MANEJO DE 15 GUADUALES LOCALIZADOS EN LAS VEREDAS SANTA
ROSA, SAN RAFAEL, DANUBIO, MATA REDONDA Y CORRALES, EN LOS
MUNICIPIOS DE MORALES Y PIENDAMÓ DEPARTAMENTO DEL CAUCA**

GUSTAVO ADOLFO TOSNE CUAICAL

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de
Ingeniero Forestal**

DIRECTOR

Ing. Forestal. ROMAN OSPINA MONTEALEGRE M Sc.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2009**

NOTA DE ACEPTACION

Ing. Forestal. ROMAN OSPINA MONTEALEGRE
Director del trabajo de grado

JURADO

JURADO

POPAYÁN, Noviembre de 2009

Mi vida ha sido un mar de sueños que buscan desde lo más profundo de mi ser una respuesta que satisfaga la necesidad de volar en busca de un mundo un poco más digno para las miles de personas que a diario sufren las injusticias de un fuego incesante entre bandos que dicen pelear por el bien del pueblo pero al final solo buscan la satisfacción de un ego personal.

Dedico este trabajo a esas personas que con pasión buscan en la madre tierra la solución tan anhelada a esas ilusiones y sueños que vivimos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios a mis padres y familiares por darme el apoyo necesario para alcanzar una de las metas más difíciles de toda mi vida, ese apoyo que sin duda alguna fue el motor que me permitió seguir adelante hasta en los momentos más adversos y son la inspiración que me permitirá trabajar por el desarrollo social de nuestra comunidad y buscar un mejor futuro para nuestros semejantes.

Agradezco a todos los profesores y docentes que contribuyeron en mi formación como un profesional integral y compartieron todos sus conocimientos y experiencias profesionales.

Al ingeniero Román Ospina por su compromiso, asesoría y dedicación a lo largo de esta investigación.

Agradezco al geógrafo Jhon Galarza por su asesoría y colaboración prestada en el desarrollo de este trabajo de grado.

A la empresa Agroindustrialización de la Guadua en el Cauca INGUACA por su apoyo y guía en la planificación y desarrollo de las labores de campo de este trabajo de investigación.

TABLA DE CONTENIDO

pág.

RESUMEN	15
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS	17
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE (<i>Guadua angustifolia kunth</i>)	18
2.1.1 Características morfológicas de la Guadua.	18
2.1.2 Estados de madurez.....	19
2.1.3 Plagas.	20
2.2 APLICACIÓN DE PRÁCTICAS SILVICULTURALES EN LOS RODALES DE GUADUA	21
2.2.1 Preparación del terreno.	22
2.2.2 Desganche.	23
2.2.3 Entresaca.	23
2.2.4 Socola.	23
2.2.5 Enriquecimiento.....	23
2.2.6 Repique y esparcimiento.	23
2.2.7 Practicas culturales contra plagas y enfermedades.	23
2.2.8 Aprovechamiento.....	24
2.2.9 Características de un gradual ideal.	24
2.3 TIPOS DE MUESTREO	25
2.3.1 Muestreo aleatorio simple.	25
2.3.2 Muestreo aleatorio estratificado.....	25
2.3.3 Muestreo aleatorio por conglomerados.	25
2.4 RESULTADOS DE ESTUDIOS SIMILARES	26
2.4.1 Definición de un régimen de aprovechamiento.	27
2.5 NORMATIVIDAD Y REGLAMENTACIÓN PARA APROVECHAMIENTOS DE GUADUA	28
2.5.1 Norma unificada para el manejo de Guadua.	28
2.5.2 Registro.	28
2.5.3 Aprovechamiento de Guadua natural y Cañabrava.....	29
2.5.4 Tramite de permisos y autorizaciones.	29
2.5.5 Incentivo y reconocimiento de un manejo sostenible.	30

3.	METODOLOGÍA.....	32
3.1	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	32
3.2	SELECCIÓN DE FINCAS Y CONSTRUCCIÓN DE BASES CARTOGRÁFICA.....	32
3.3	LEVANTAMIENTO DE LOS RODALES Y CONSTRUCCIÓN DE MAPAS.....	33
3.4	INVENTARIO FORESTAL.....	34
3.5	ANÁLISIS DE DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO	35
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1	ESTADÍSTICAS DEL INVENTARIO.....	38
4.2	ESTRUCTURA DE LOS RODALES DE GUADUA A NIVEL DE FINCA	39
4.2.1	Distribución de culmos según su estado de madurez.	39
4.2.2	Distribución de culmos según su densidad.	40
4.2.3	Estructura de los rodales de Guadua según su uniformidad y su equitatividad.	41
4.2.4	Estructura de los rodales de Guadua según su área basal.	42
4.2.5	Correlación de variables.....	44
4.2.6	Intensidad de cosecha registrada.....	46
4.2.7	Cultivos asociados.....	47
4.3	PARÁMETROS SILVICULTURALES PARA PLANIFICAR LA COSECHA DE LOS RODALES DE GUADUA.	48
4.3.1	Número de culmos comerciales.	48
4.3.2	Intensidad de cosecha y ciclo de corta.....	48
6.	CONCLUSIONES.....	52
7.	RECOMENDACIONES	54
	BIBLIOGRAFÍA.....	56
	ANEXOS.....	58

LISTA DE CUADROS

pág.

Cuadro 1	Características de los rodales de Guadua de acuerdo a tres clases de densidad de culmos por ha. desviación estándar es mostrada entre paréntesis.	26
Cuadro 2	Valores de equitatividad en la distribución de número de culmos por ha entre rodales (E) y la uniformidad del diámetro (U) de acuerdo a diferentes clases de densidad de culmos por ha.	27
Cuadro 3	Proporción óptima de un Guadual basado en la estructura horizontal de un Guadual ideal sugerida por Giraldo y Sabogal 2007.	37
Cuadro 4	Estadísticos descriptivos de la densidad poblacional para cada estado de madurez en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	38
Cuadro 5	Estadísticas para los parámetros de rodal en los 15 guaduales estudiados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	38
Cuadro 6	Distribución de la densidad culmos y su relación con el DâP en 15 rodales de guadua, Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	41
Cuadro 7	Matriz de correlación de Pearson para las variables analizadas en rodales de guadua para los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	45
Cuadro 8	Intensidades de cosecha y ciclos de corta sugeridos de acuerdo a la densidad y coeficiente R.G.I. para los rodales de guadua en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	50

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1	Intensidad de cosecha sobre el total de culmos adultos según densidad promedio de culmos por hectárea.	27
Tabla 2	Localización de las parcelas muestreadas en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009. En sistema de coordenadas planas.	34
Tabla 3	Tabla rodal para los 15 Guaduales evaluados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	48
Tabla 4	Tabla rodal residual posterior a la intervención para los 15 guaduales evaluados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.....	50
Tabla 5	Rendimientos para los 15 rodales de guadua evaluados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	51

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Hoja caulinar de guadua.	18
Figura 2 Disposición de yemas y riendas basales.	18
Figura 3 Estructura de un rizoma de guadua.	19
Figura 4 Estados de madurez de la Guadua registrados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	20
Figura 5 Silueta de <i>Estigmina chiensis</i> y daños que ocasiona en estado larvario (Giraldo y Sabogal, 2007).....	21
Figura 6 Localización de las veredas estudiadas en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	32
Figura 7 Ubicación georeferenciada de las fincas estudiadas en un recorte de imagen satelital raster de los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.....	33
Figura 8 Distribución de culmos de Guadua (<i>Guadua angustifolia kunth</i>) de acuerdo a su estado de desarrollo en 15 rodales, en los Municipios de Morales y Piendamó, Departamento del Cauca, 2009.	39
Figura 9 Densidad de culmos en 15 rodales de guadua, Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	40
Figura 10 Área Basal/ha para los 15 rodales evaluados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	43
Figura 11 Relación Densidad vs. Área Basal para bosques de Guadua en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.....	44
Figura 12 Conteo de tocones de Guadua en rodales del Municipio de Morales u Piendamó, Cauca.....	46
Figura 13 Cultivos Asociados a los Guaduales en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.....	47
Figura 14 Distribución de los usos del suelo asociados a los rodales de Guadua en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	47

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo 1.	Formato de planilla de campo para inventario de Guadua en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	59
Anexo 2.	Cartera de campo para el levantamiento topográfico del rodal.	60
Anexo 3	Tabla rodal 003 para la finca ubicada en la vereda Santa Rosa del Municipio de Morales, Cauca 2009.	61
Anexo 4	Tabla rodal 004 para la finca ubicada en la vereda Santa Rosa del Municipio de Morales, Cauca 2009.	62
Anexo 5	Tabla rodal 005 para la finca ubicada en la vereda San Rafael del Municipio de Morales, Cauca 2009.	63
Anexo 6	Tabla rodal 006 para la finca ubicada en la vereda San Rafael del Municipio de Morales, Cauca 2009.	64
Anexo 7	Tabla rodal 007 para la finca ubicada en la vereda San Rafael del Municipio de Morales, Cauca 2009.	65
Anexo 8	Tabla rodal 008 para la finca ubicada en la vereda Mata Redonda del Municipio de Piendamó, Cauca 2009.	66
Anexo 9	Tabla rodal 009 para la finca ubicada en la vereda Mata Redonda del Municipio de Piendamó, Cauca 2009.	67
Anexo 10	Tabla rodal 010 para la finca ubicada en la vereda Corrales del Municipio de Piendamó, Cauca 2009.	68
Anexo 11	Tabla rodal 011 para la finca ubicada en la vereda Corrales del Municipio de Piendamó, Cauca 2009.	69
Anexo 12	Tabla rodal 012 para la finca ubicada en la vereda Corrales del Municipio de Piendamó, Cauca 2009.	70
Anexo 13	Tabla rodal 013 para la finca ubicada en la vereda Danubio del Municipio de Morales, Cauca 2009.	71
Anexo 14	Tabla rodal 014 para la finca ubicada en la vereda Danubio del Municipio de Morales, Cauca 2009.	72

Anexo 15	Tabla rodal 015 para la finca ubicada en la vereda Danubio del Municipio de Morales, Cauca 2009.	73
Anexo 16	Tabla rodal 016 para la finca ubicada en la vereda Santa Rosa del Municipio de Morales, Cauca 2009.	74
Anexo 17	Tabla rodal 017 para la finca ubicada en la vereda Mata Redonda del Municipio de Piendamó, Cauca 2009.	75
Anexo 18	Estadísticos descriptivos y ANAVA para el DAP y área basal reportados en 15 guaduales de los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	76
Anexo 19	Análisis de la regresión: G versus N.	77
Anexo 20	Frecuencia de los cultivos asociados a los 15 rodales de Guadua en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	79
Anexo 21	Base de datos SPSS para los rodales de Guadua en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	80
Anexo 22	Evaluación de conceptos de manejo sostenible y protección ambiental aplicados por la comunidad campesina en los guaduales estudiados en los municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	81
Anexo 23	Mapas de los 15 rodales de Guadua evaluados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.	

GLOSARIO

ÁREA BASAL: medida empleada para describir productividad y crecimiento en un rodal o bosque.

CANUTO: parte hueca de la Guadua en donde se almacenan los fluidos de la planta.

CORRELACIÓN BILATERAL: es la relación recíproca o medida de la dependencia que existe entre variables aleatorias.

CULMO: parte aérea emergente del rizoma de la planta, se prolonga de 18 a 20 metros de altura y sirve de sustentáculo a las hojas, flores y frutos.

CULMO MADURO: estado de desarrollo donde la Guadua puede ser aprovechada ya que sus propiedades físico-mecánicas son las óptimas.

CULMO SECO: estado de desarrollo donde la Guadua ha perdido su potencial comercial, se debe evitar en lo posible que la Guadua llegue a este estado.

CULMO SOBREMADURO: estado de desarrollo de la Guadua que debe tener prioridad de aprovechamiento sobre otros estados de desarrollo.

CULMO VERDE: estado de desarrollo de la Guadua no apto para aprovechar ya que no ha alcanzado un desarrollo fisiológico completo y sus propiedades físico-mecánicas no son las adecuadas.

DENSIDAD: unidad de medida empleada para determinar las condiciones de un rodal de Guadua que expresa el número de culmos por unidad de área.

DINAMICA SUCESIONAL: proceso que permite el desarrollo sostenible en tiempo y espacio de los guaduales.

DISPONIBILIDAD ACTUAL: definida por el autor como el número de culmos que pueden ser aprovechados (maduros, sobremaduros y secos).

ECOSISTEMA: comunidad de seres vivos que se relacionan e interactúan entre sí desarrollándose en función de factores físicos de un mismo ambiente.

ENTRENUDOS: sección intermedia entre dos nudos.

ENTRESACA: práctica silvicultural que consiste en el corte de algunos individuos seleccionados con el fin de mejorar las condiciones y dinámica del rodal de Guadua.

EQUITATIVIDAD: parámetro que permite valorar y cualificar la distribución de las densidades de los rodales de Guadua.

FUTURA COSECHA: definido por el autor como la cantidad de culmos en estados juveniles (renuevos y verdes).

GUADUA: especie de pasto gigante perteneciente a la familia de las gramíneas.

HOJAS CAULINARES: hojas modificadas presentes únicamente en los primeros estados de desarrollo de la guadua que cumplen la función de proteger el culmo.

NUDO: lugar en donde se encuentran las yemas apicales del tallo y única sección donde se forma un tabique interno y secciona a la Guadua por canutos.

PAQUIMORFO: tipo de rizoma que se caracteriza por una disposición de entrenudos cortos y gruesos que son típicos de la Guadua.

RENUEVO: estado de desarrollo en el que la Guadua emerge y alcanza su altura máxima, se caracteriza por la presencia de hojas caulinares pubescentes y la ausencia de ramas laterales y follaje.

RIZOMA: eje subterráneo segmentado que constituye el sistema radicular de la Guadua.

R.G.I.: definido por el autor como el coeficiente de un rodal de Guadua ideal, permite identificar las posibles deficiencias de un rodal de Guadua.

SILVICULTURA: cultivo de bosques o montes, ciencia que trata de este estudio.

TOCON: parte residual que queda en pie después de una cosecha y quede unida a sus raíces.

UNIFORMIDAD: parámetro que permite identificar la variabilidad de los diámetros medidos a la altura del pacho en un rodal de guadua.

YEMA: parte activa de la planta entre la intersección de una hoja y el tallo.

RESUMEN

En el departamento del Cauca, son muchos los escenarios en los cuales se puede encontrar a la Guadua como materia prima. Aparte de los usos básicos en la construcción, esta planta está siendo empleada en otros campos como la arquitectura, el paisajístico, el ambiental, el artesanal, y más ampliamente en el agroindustrial con producción de alcohol, la fabricación de papel, laminados aglomerados, elaboración de pisos, artesanías y variados productos considerados como oportunidades empresariales. Por sus múltiples propiedades y beneficios, este es un recurso que sin duda alguna tiene potencial para convertirse en una opción de desarrollo económico para la región, por este motivo la Guadua debe ser objeto de estudio de la comunidad caucana en general.

El presente trabajo tuvo como propósito determinar el **estado silvicultural y estructural** de los rodales de Guadua en 15 fincas localizados en los municipios de Morales y Piendamó, Cauca. Para el registro de información se levantaron parcelas de 10*10 metros con una intensidad de muestreo del 10%, registrando variables como los estados de madurez, el CAP y su estado fitosanitario, los parámetros obtenidos como la **densidad** y el **área basal** fueron evaluados mediante programas estadísticos como Minitab 14 y SPSS 11.5 para Windows. Con el análisis de estas variables se obtuvieron mayores criterios de decisión para definir y estructurar los lineamientos básicos para la orientación en el **manejo y conservación de los guaduales** a nivel de finca. Por otra parte se observó una diferencia estadísticamente significativa entre las densidades reportadas con lo cual se planteó la necesidad de clasificar la densidad por clases de densidad para facilitar su análisis. Se calculó el coeficiente de **uniformidad** que indicó una significativa variabilidad de los diámetros en esta región, el coeficiente de **equitatividad** determinó que en general existe una gran variabilidad de las densidades en los rodales de Guadua para los municipios de Morales y Piendamó, Cauca.

Se planteó una nueva metodología para la evaluación de rodales de Guadua que consiste en la evaluación de la proporción de los estados de madurez y la densidad que presentan los rodales con lo cual se recomiendan los **criterios de aprovechamiento** como la intensidad de cosecha y el ciclo de corta específicos para cada situación.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los rodales de Guadua son considerados como ecosistemas de gran importancia para la conservación y preservación de tierras fértiles, regulación hídrica y restauración de ecosistemas degradados. Por sus múltiples propiedades físico-mecánicas la Guadua se ha convertido en uno de los materiales más empleados en gran variedad de industrias. Mientras crece la demanda por este recurso que en muchas ocasiones es confundido con madera, no se observa preocupación por aumentar las áreas sembradas, por lo que la sobreexplotación y la falta de manejo en el momento del corte pueden, en pocos años, reducir drásticamente la población de Guadua.

Debido a las condiciones climáticas, edáficas y de relieve que se presentan en el Cauca, la Guadua tiene un particular potencial productivo que podría convertirse en una alternativa comercial para las comunidades rurales en el departamento, pero la falta de planificación de las cosechas y demás actividades silviculturales que se desarrollan dentro de los guaduales es una de las principales problemáticas para garantizar un mejor desempeño en su producción de bienes y servicios.

Por otra parte, para evitar la disminución de las áreas de Guadua o su deterioro progresivo, se hace conveniente intervenirlas ó manejarlas técnicamente y es con este fin que se proponen los lineamientos básicos de manejo. Este estudio les proporciona a los propietarios de fincas con rodales de Guadua una herramienta técnica que les dará adecuados criterios de decisión para mejorar la calidad ambiental del guadual e incrementar su potencial productivo.

Este ejercicio incluyó la realización del inventario forestal el cual fue básico para la formulación de los lineamientos de manejo forestal en los cuales se definieron porcentajes de corta, ciclos de corta y prácticas silviculturales que favorecieran el desarrollo de los rodales para un efectivo aprovechamiento, garantizando así su sostenibilidad en el tiempo

El presente documento analiza los resultados de la caracterización silvicultural de 15 rodales de Guadua, ubicados en las veredas Santa Rosa, San Rafael, Danubio, Mata Redonda y Corrales, pertenecientes a los municipios de Morales y Piendamó, en el departamento del Cauca, con los cuales se realizó la evaluación del estado silvicultural en el que se encuentran actualmente estos municipios, evaluando los comportamientos, problemáticas y sus posibles soluciones.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer las bases silviculturales para orientar el manejo de guaduales en finca de acuerdo a las condiciones ambientales que se presentan en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el estado actual de los rodales de Guadua en las fincas desde el punto de vista silvicultural.

Proporcionar una herramienta técnica a los propietarios de fincas con rodales de Guadua para mejorar la calidad ambiental del recurso e incrementar su potencial productivo.

Establecer lineamientos básicos para el manejo de guaduales a nivel de finca con fines productivos, que puedan ser aplicados en otros Municipios del Departamento del Cauca.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE (*Guadua angustifolia kunth*)

La Guadua es una especie que se adapta y desarrolla bajo diversas condiciones; sin embargo, existen sitios con ciertas características que proporcionan un mejor ambiente y permiten su desarrollo y crecimiento óptimo: Altitud entre 700 y 2000 m.s.n.m. (óptimo: 1.200-1.500), temperatura entre 17 y 26°C (óptimo: 20-24), precipitación entre los 1.800 y 2.500 mm/año, brillo solar entre 1.800 y 2.200 hr/año, suelos derivados de cenizas volcánicas, ricos en materia orgánica, fértiles, sueltos y con buena disponibilidad de humedad (Jaramillo *et al*, s.f.).

2.1.1 Características morfológicas de la Guadua. La *Guadua angustifolia kunth* tiene un culmo o tallo grueso, de crecimiento erecto y arqueado en el extremo final. El tallo está segmentado por nudos, cada uno está acompañado de una franja nodal de color blanco que se distribuye por encima y por debajo del nudo, es delgada en la parte superior y ancha en la parte inferior; la sección de los entrenudos es hueca, con paredes duras y lignificadas (C.R.C., 2005).

La parte externa de los entrenudos es opaca en su fase adulta a diferencia de la especie *Bambusa*, donde es brillante con apariencia de esmaltado. Las hojas caulinares tienen forma triangular, poseen pubescencia en su exterior y son lisas y brillantes en la zona interna (ver figura 1), la hoja está presente en tallos jóvenes y se desprende cuando el entrenudo a dejado de crecer, su función es proteger los entrenudos internos y las yemas del culmo. Las yemas están dispuestas en forma alterna sobre cada nudo; al crecer originan una rama o rienda en la base del culmo o en su parte superior (ver figura 2); presenta una inflorescencia en forma de pseudoespiguilla, con un variado número de flósculos, seis estambres con dos estacas y tres estigmas de color púrpura (C.R.C., 2005).

Figura 1 Hoja caulinar de Guadua.



Fuente: C.R.C., 2005.

Figura 2 Disposición de yemas y riendas.



Fuente: C.R.C., 2005.

El rizoma tiene yemas inactivas debajo del culmo aéreo en forma alterna, una de estas yemas se activa inmediatamente después del corte del culmo aéreo. La yema del rizoma da origen a otro rizoma y este a otra Guadua por lo que se le denomina paquimorfo de cuello largo (ver figura 3). La estructura de cuello largo explica el crecimiento de rebrotes en forma espaciada e invasiva hacia otros cultivos, generando Guaduas jóvenes en el borde del guadual y adultas en la zona central del mismo (C.R.C., 2005).

Figura 3 Estructura de un rizoma de Guadua.



Fuente: Giraldo y Sabogal, 2007.

2.1.2 Estados de madurez. Los estados de madurez de la Guadua han sido definidos tradicionalmente de acuerdo a las características de los culmos como color o presencia de líquenes u hongos sobre ellos. Sin embargo, lo ideal es hacer una marcación de los mismos tan pronto emergen para conocer con exactitud su estado de madurez. Culmos entre 24 y 27 meses pueden ser considerados comerciales de acuerdo al estado de madurez y son susceptibles a ser seleccionados para cosechar. De acuerdo a las características de los culmos, los estados de madurez de la Guadua según Jaramillo *et al*, s.f., son renuevos, jóvenes, maduros, sobremaduros y secos, ilustrados en la figura 4.

2.1.2.1 Renuevos. Empieza con la salida del nuevo tallo o culmo y finaliza cuando este alcanza su máxima altura. Los renuevos siempre son protegidos por cubiertas del culmo, las ramas laterales y el follaje no se desarrollan mientras el renuevo se alarga. Duración del estado: cerca de 6 meses (Jaramillo *et al*, s.f.).

2.1.2.2 Jóvenes. Inicia cuando las cubiertas del culmo se desprenden. El color de los culmos es verde intenso, se desarrollan brazos laterales y aparecen hojas de follaje. Duración del estado: de 11 a 15 meses (Jaramillo *et al*, s.f.).

2.1.2.3 Maduros. Este estado se caracteriza por un cambio en el color del culmo, de verde brillante a un verde un poco más opaco, tornándose gris como los líquenes, hongos y musgos que crecen en la superficie del culmo. Este estado es el más adecuado para cosechar. Duración del estado: cerca de 17 a 20 meses (Jaramillo *et al*, s.f.).

2.1.2.4 Sobremaduros. Cuando los culmo empiezan a senecer y hongos rosados aparecen en la superficie del culmo, los brazos laterales y la porción media del culmo se comienza a secar. Estos culmos pueden ser considerados para cosechar. Duración del estado: cerca de 60 a 88 meses (Jaramillo *et al*, s.f.).

2.1.2.4 Secos. Los culmos se tornan amarillos y los brazos laterales y hojas se secan. Este es el último estado, después el culmo muere. Usualmente la mayoría de los culmos secos son encontrados muertos. Estos pueden ser cosechados, pero su valor comercial es bajo. Duración del estado: cerca de 9 a 10 meses (Jaramillo *et al*, s.f.).

Figura 4 Estados de madurez de la Guadua registrados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.



Fuente: El Autor.

2.1.3 Plagas. Los insectos se consideran plagas cuando su presencia por abundancia se hace nociva, generando daños endémicos o epidémicos o cuando su densidad de población sobrepasa el nivel de daño económico. El ataque de insectos en la Guadua mayormente sucede cuando está trabajando en construcción o antes de ser empleada (Giraldo y Sabogal, 2007).

2.1.3.1 Insecto *Estigmina chinensis*. Familia *Chrysomelidae*, orden *Coleoptera*, de tamaño pequeño de contorno oval, ataca los rebrotes o tallos juveniles, el daño inicial lo ocasionan los adultos, pero son las larvas que consumen los tejidos

tiernos, ocasionando acortamiento y torcedura de los entrenudos; ocasionan la muerte del tallo cuando el ataque es severo. El control es dirigido generalmente al estado adulto y las larvas se controlan en forma mecánica (Giraldo y Sabogal, 2007). La figura 5 ilustra la silueta de la *Estigmina chinensis* y el daño que ocasiona en la Guadua.

Figura 5 Silueta de *Estigmina chiensis* y daños que ocasiona en estado larvario (Giraldo y Sabogal, 2007).



Fuente: Giraldo, 1999.

2.1.3.2 Insecto *Kaloterms brevis*: Atacan la Guadua en uso, construyendo galerías y destruyéndola internamente hasta consumir todas sus fibras, ocasionando daños mecánicos irreparables, estos insectos que se alimentan de madera asimilan la celulosa y otros carbohidratos gracias a la presencia de un protozoo en su intestino que le permite desdoblar estos compuestos, para su control se recomienda la aplicación de preservantes por inmersión para eliminar larvas y adultos (Giraldo y Sabogal, 2007).

2.2 APLICACIÓN DE PRÁCTICAS SILVICULTURALES EN LOS RODALES DE GUADUA

El manejo silvicultural es la aplicación de técnicas en el proceso que finaliza con el aprovechamiento ó la cosecha de un guadual y que buscan la producción sostenible y mejoramiento del producto en términos de calidad. Dentro de un guadual se deben realizar gran cantidad de prácticas silviculturales dentro de las cuales encontramos algunas que deben generalizarse para cualquier tipo de guadual no importando su tamaño o estructura, por esta razón se convierten en pieza fundamental para la obtención de un producto de buena calidad (Jaramillo et al, s.f.).

2.2.1 Preparación del terreno. En un rodal natural de Guadua de tipo protector-productor se realiza limpia del terreno si es estrictamente necesario y solamente con vegetación existente muy agresiva, ya que la presencia de otras especies vegetales en el interior del guadual, favorece las condiciones de conservación del suelo y el incremento de la biodiversidad (Jaramillo *et al*, s.f.).

El terreno para ser manejado en forma óptima es, inicialmente delimitado y sometido a la eliminación de vegetación invasiva realizando labores de fertilización si el suelo lo requiere para posteriormente iniciar las labores de siembra utilizando generalmente el método vegetativo, el cultivador debe buscar material vegetal fuerte y vigoroso de buen desarrollo foliar como radical; estas condiciones inducen a una mejor adaptabilidad de las plántulas cuando se someten a condiciones de campo donde estarán en competencia con otras plantas en aspectos hídrico-climáticos (Giraldo y Sabogal, 2007).

Para plantaciones se recomienda el empleo de distancias de siembra de 4 m*4 m por favorecer el desarrollo del diámetro y la altura de los tallos, especialmente para beneficiar a los que se encuentran en el interior de la plantación debido a que estas plantas serán las que tendrán menor cantidad de horas luz/día, por otra parte se debe buscar una mayor incidencia de luz por lo que los surcos de la plantación debe estar dirigidos en sentido del sol (Giraldo y Sabogal, 2007).

El cultivo de Guadua debe ser manejado de manera sostenible, teniendo en cuenta su potencial productivo y la capacidad de recuperación del mismo aprovechando en forma selectiva los individuos más maduros y garantizando de esta manera las futuras cosechas, por otra parte para el desarrollo de estas labores se emplean organizadas actividades de mantenimiento como el desganche, la socola, las limpias, etc, que permitan asegurar el potencial productivo y de calidad del guadual (Jaramillo *et al*, s.f.).

Es muy reconocido por los cultivadores y productores de guadua el potencial protector y conservacionista que desempeñan este tipo de ecosistemas en el medio ambiente, ya que de esta manera se ha logrado mantener un relativo equilibrio entre la producción de esta materia y la protección del medio ambiente (García, 2004).

La quema del suelo es una práctica cultural muy empleada en el sector rural para el acondicionamiento del suelo, la cual no es muy recomendable debido a la pérdida progresiva de fauna asociada a la recuperación del suelo y que implica su posterior degradación, por lo que gran parte de la comunidad campesina ha comenzado a comprender que son más los daños ocasionados que los beneficios obtenidos (Giraldo y Sabogal, 2007).

“En rodales naturales de Guadua, con o sin intervención, las condiciones del suelo, marcan un punto de referencia que sirve como indicador para establecer de

manera general las condiciones ideales que deben caracterizar la fertilidad de los suelos propios para establecer, mantener y mejorar guaduales” (Giraldo y Sabogal, 2007).

2.2.2 Desganche. Práctica silvicultural que tiene por objetivo principal la eliminación de los ganchos o riendas basales presentes en los culmos para así tener un mejor acceso al guadual (Jaramillo *et al*, s.f.).

2.2.3 Entresaca. Es la práctica que tiene como finalidad el aprovechamiento de los culmos de Guadua que son considerados como aprovechables (Guaduas maduras sobremaduras y secas) en donde, dependiendo del número o porcentaje de culmos aprovechables existentes en el rodal, se determinara el porcentaje de culmos a extraer. Las Corporaciones Autónomas permiten una extracción máxima de hasta el 50% del total de culmos aprovechables. Este porcentaje es determinado tomando en cuenta parámetros como el potencial de recuperación, tasa de renovación y la densidad del rodal (Giraldo y Sabogal, 2007).

2.2.4 Socola. Esta práctica se realiza para mejorar las condiciones que faciliten la extracción de culmos durante el aprovechamiento aumentando la entrada de luz e indirectamente acelerar la emisión de rebrotes. Una socola adecuada es aquella la cual protege la regeneración de especies arbóreas y de otros estratos con valor económico y ambiental. Se efectúa una eliminación de la vegetación menor (Jaramillo *et al*, s.f.).

2.2.5 Enriquecimiento. Esta práctica consiste en la siembra de nuevas plántulas de Guadua en áreas que han estado sometidas a prácticas culturales extremas como el aprovechamiento a tala rasa, guaduales afectados por vientos, también en rodales de Guadua con densidades bajas, sobreexplotados o carentes de una regeneración ideal, o en terrenos con impactos marcados por ganadería extensiva y que eventualmente se encuentran con una cobertura vegetal escasa o insipiente (Jaramillo *et al*, s.f.).

2.2.6 Repique y esparcimiento. Las partes que no son aprovechadas comercialmente como copos trozos enfermos, ramas y residuos de la socola son un material factible de incorporarse al suelo, por lo que debe repicarse con el fin de acelerar su degradación y pronta incorporación al suelo (Jaramillo *et al*, s.f.).

2.2.7 Practicas culturales contra plagas y enfermedades. La Guadua al igual que las demás especies maderables, es atacada por plagas cuando un insecto

que se hospeda o convive con ella, causa invasión, ocasionada por un aumento en su población; este tipo de situaciones son controladas generalmente en forma mecánica, erradicando los primeros estados de desarrollo de la plaga. Por otra parte la Guadua sufre de enfermedades cuando la planta resalta alteraciones causadas por hongos, bacterias u otras causas las cuales se manejan mediante la entresaca selectiva (Giraldo y Sabogal, 2007).

2.2.8 Aprovechamiento. Considerada como una práctica silvicultural, consiste en la extracción de un porcentaje determinado de culmos aprovechables como son las Guaduas secas, las maduras y sobremaduras, dando prioridad a las secas y sobremaduras siempre y cuando no se dejen claros dentro del rodal, es decir que una Guadua debe quedar máximo a unos 2 a 3 metros de otra, con el fin de no desproteger el suelo y ocasionar daños mecánicos por la entrada excesiva de viento (Camargo *et al*, 2007).

De igual forma la altura recomendable para realizar el corte del culmo es a ras del primer o segundo nudo, evitando espacios huecos que estanquen agua y se conviertan en foco de plagas y enfermedades, para evitar el deterioro del culmo recién cortado hay que promover la mayor pérdida de humedad posible, para ello se recomienda cortar entre las 3:00 am y las 5 am, en época de menguante, ya que esto implica menor contenido de humedad y menores concentraciones de carbohidratos lo que las hace más resistentes a ataques de insectos y hongos (Giraldo y Sabogal, 2007).

Para determinar la tasa de aprovechamiento se debe tener en cuenta varios parámetros del rodal, pero dos son básicos en la toma de decisiones que son la estructura de los guaduales de acuerdo a su estado de madurez y la densidad que presenta el rodal en el que se realizará el aprovechamiento. Una vez precisadas y analizadas todas las condiciones que pueden intervenir en un aprovechamiento forestal, se debe definir la intensidad de cosecha y el ciclo de corta (Camargo *et al*, 2007).

2.2.9 Características de un guadual ideal. “Un guadual ideal es aquel que se regenera o multiplica bajo los criterios de la sostenibilidad, máxima productividad y la rentabilidad equilibrada, debe contener en su estructura horizontal como mínimo entre el 65 y 70% de guaduas maduras, 20 y 25% de guaduas viches, del 5 al 10% de renuevos y entre el 2 y el 5% de Guadua seca” (Giraldo y Sabogal, 2007).

Por otra parte las condiciones ideales de un guadual una vez intervenido y manejado adecuadamente descritas por Castaño, 2001; 2004 y retomadas por Camargo *et al*, 2008 indican que un guadual en producción y bien manejado debe tener una composición de culmo adultos mínimo de 30% y puede variar hasta el 40% del total de la población.

2.3 TIPOS DE MUESTREO

Camargo indica que se hace importante considerar el tipo de muestreo. Para el caso de los inventarios en Guadua el muestreo aplicado es de tipo probabilístico, esto quiere decir que se conoce la probabilidad de que una unidad de muestreo sea elegida para hacer parte de la muestra y permite realizar inferencias sobre la población. Para el caso de guaduales pueden ser aplicados muestreos como el aleatorio simple, el aleatorio estratificado y el aleatorio por conglomerados (Camargo *et al*, 2008).

2.3.1 Muestreo aleatorio simple. Es el muestro más básico y sencillo y consiste en la selección aleatoria de un determinado número de unidades muestréales para el inventario. Las unidades en este caso son parcelas y todas deben tener la probabilidad de ser elegidas. Este muestreo puede ser usado en cualquier situación especialmente si la población es homogénea o no existen estratos (grupos homogéneos dentro de la población). No obstante debido al esfuerzo, en algunas ocasiones se opta por otro tipo de muestreo (Camargo *et al*, 2008).

2.3.2 Muestreo aleatorio estratificado. Según Camargo, este tipo de muestreo es aplicado cuando se conoce la existencia de ciertos factores (variables, subpoblaciones o estratos) que pueden influir o representarían diferencias en el comportamiento de las variables en el estudio y se quiere tener la cantidad mínima de individuos de cada tipo o que la muestra contenga elementos de cada subgrupo y evitar así posibles muestras que no incluyan algún subgrupo. Para el caso de guaduales, los estratos pueden ser conformados fácilmente, por ejemplo a partir de una zonificación por densidad de culmos por unidad de área. Cada grupo o estrato entonces es muestreado en forma aleatoria y las estimaciones de los estratos son combinadas para obtener una estimación de la población (Camargo *et al*, 2008).

2.3.3 Muestreo aleatorio por conglomerados. Para lograr una mayor precisión en este tipo de muestreos, es necesario que los elementos medidos entre los conglomerados (grupo de parcelas) sean heterogéneos en las características estudiadas, pero las unidades entre sí deben tener valores promedio similares. Para el caso de guaduales, usualmente se han definido fajas de parcelas en forma rectangular que pueden ser de diferente tamaño (diferente número de parcelas dentro de cada una de ellas) y cuyo ancho es igual al ancho de las parcelas. Sin embargo, los conglomerados de parcelas no tienen que tener siempre la forma de fajas alargadas, sino que las unidades muestréales dentro de cada conglomerado pueden estar ubicadas de distinta manera, esto quiere decir que su orientación podría ser en distintos sentidos. Las unidades de muestreo, si deben tener el mismo diseño (forma y tamaño). Después de haber sido definidos los

conglomerados, un determinado número de estos es seleccionado aleatoriamente para el muestreo, al igual que un determinado número de parcelas dentro de los conglomerados (Camargo *et al*, 2008).

2.4 RESULTADOS DE ESTUDIOS SIMILARES

Los siguientes son resultados de algunos estudios en Guadua realizados en su mayoría en el eje cafetero y sobresaliendo para los intereses de la presente investigación, el trabajo de grado “Definición de áreas optimas de calidad de Guadua (*Guadua angustifolia kunth*) orientada a satisfacer las necesidades del mercado” (García, 2004), con el cual se han realizado múltiples publicaciones referentes a Guadua en donde se evaluaron, al igual que en la presente investigación, parámetros como la densidad de rodales, el área basal, clases de densidad y diferentes coeficientes que permiten la evaluación estructural de los rodales de Guadua.

La estructura de un rodal de Guadua también puede ser representada de acuerdo al porcentaje de culmos que se encuentran en diferentes estados de madurez. Para la información colectada en un inventario de Guadua realizado en el eje cafetero, la mayor cantidad de culmos eran jóvenes (45%), mientras que los culmos comerciales definidos por maduros sobremaduros y secos sumaron el 47%. El porcentaje restante corresponde a culmos en estado de renuevos (Camargo *et al*, 2007).

Los valores de área basal (G) cambiaron levemente cuando otras especies arbóreas y arbustivas eran introducidas o excluidas en el cálculo de esta variable. De esta manera el área basal fue menor en aquellas parcelas donde se encontraban otras especies (Camargo *et al*, 2007).

Para el caso de rodales de Guadua las relaciones entre la densidad y variables dendrométricas no son tan marcadas y evidentes como en bosques debido a que su patrón de crecimiento es diferente y cada culmo no representa un individuo como tal (Camargo *et al*, 2007). Debido a la gran variabilidad de densidades reportadas en el inventario, Camargo clasificó las densidades en tres tipos: baja densidad, media densidad y alta densidad como se indica en el cuadro 1.

Cuadro 1 Características de los rodales de Guadua de acuerdo a tres clases de densidad por hectárea, desviación estándar es mostrada entre paréntesis.

Variables	Número de culmos por hectárea (densidad de rodal)		
	baja	media	alta
Rango de culmos por ha.	1.300-3.900	3.901-8.000	8.001-15.700
Media de culmos por ha.	3.036(±621)	5.686(±1.118)	10.752(±2.348)

Continuación cuadro 1

Variables	Número de culmos por hectárea (densidad de rodal)		
	baja	media	alta
Área basal (m ² /ha.	83.8(±27)	51(±20)	30.6(±11)
% casos.	25	50	25

Fuente: (Camargo *et al*, 2007).

Según los análisis de equitatividad y uniformidad, para el total de datos analizados por Camargo, 2006 los rodales no tienen una distribución equitativa en términos de número total de culmos por hectárea. Esto indica que se tienen rodales en donde la densidad de culmos por hectárea cambia considerablemente. Para el caso del diámetro hay una tendencia a ser uniforme, aunque esta en el límite del valor que indicaría que la uniformidad es baja. Estos parámetros al ser evaluados por clases de densidad de culmos por hectárea, presentan una mejor equitatividad y una mayor uniformidad en el diámetro de los culmos. Esta clasificación permite determinar la homogeneidad existente entre las clases de densidad definidas (Camargo *et al*, 2007).

Cuadro 2 Coeficientes de equitatividad y uniformidad para las clases de densidad definidas por (Camargo *et al*, 2007).

Parámetro	Total	Baja	Media	Alta
<i>E</i>	2	4,48	5,08	4,57
<i>U</i>	5,56	6,85	6,61	5,92

Fuente: (Camargo *et al*, 2007).

2.4.1 Definición de un régimen de aprovechamiento. De acuerdo con (Camargo *et al*, 2008) quien se basó en (Morales, 2004) para definir de manera óptima un régimen de aprovechamiento, el criterio que se puede emplear para definir la intensidad de cosecha, está dado por las condiciones ideales de un gradual manejo, este debe tener una composición de culmos adultos (maduros y sobremaduros) entre el 30 y 40% de la población total.

Tabla 1 Intensidad de cosecha sobre el total de culmos adultos según la densidad promedio de culmos por hectárea.

Densidad (culmos/ha)	Intensidad de cosecha recomendada.
2.500	20%
3.000	25%
3.500	30%
4.000	35%

Continuación tabla 1

4.500	40%
5.000	40%
5.500	45%
6.000	45%
6.500	50%
7.000	50%

Fuente: (Camargo *et al*, 2008).

Con este criterio sumado a la densidad total encontrada en un guadual, se puede establecer una aproximación de la intensidad de cosecha recomendada para lograr el aprovechamiento sostenible del recurso como se indica en la tabla 1.

2.5 NORMATIVIDAD Y REGLAMENTACIÓN PARA APROVECHAMIENTOS DE GUADUA

2.5.1 Norma unificada para el manejo de Guadua. Las Corporaciones Autónomas Regionales de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca, desde hace muchos años, han realizado acercamientos para unificar criterios técnicos para el manejo silvicultural de la Guadua, fruto de este ejercicio de cooperación horizontal se obtuvo en el año 1994 un acuerdo sobre el tipo de estudios que se deberían presentar para el aprovechamiento de guaduales naturales. Por intermedio de resoluciones en cada corporación se adoptó el régimen de establecimiento, manejo y aprovechamiento sostenible de la Guadua, Cañabrava y Bambúes en el territorio de su jurisdicción. La reglamentación comprende el registro de guaduales naturales y plantados, el manejo y aprovechamiento de Guadua natural y Cañabrava, el trámite de permisos y autorizaciones, los guaduales naturales de manejo sostenible, las plantaciones de Guadua, Cañabrava y Bambúes, la movilización y comercialización de Guadua, Cañabrava y Bambúes y la asistencia técnica (Moreno, 2002).

Es de resaltar que este documento es de libre acceso por lo que la comunidad campesina tiene cierto conocimiento acerca de la normatividad, la cual es empleada generalmente en aprovechamientos persistentes tipo II y III y apoya los incentivos que conlleva un buen manejo de este recurso. Los aprovechamientos tipo I generalmente no son tramitados por lo que se presentan ciertas problemáticas con la autoridad ambiental correspondiente.

2.5.2 Registro. A partir de la vigencia de la presente reglamentación todo guadual natural o plantación de Guadua, que se pretenda aprovechar, se

registrará ante las Corporaciones Autónomas Regionales; para esto se debe presentar solicitud por escrito: (Nombre, identificación, y dirección, Localización del predio, ubicación y área del bosque natural o plantación) y acreditar la calidad de propietario del predio, o en su defecto prueba sumaria que demuestre la calidad de tenedor o poseedor del inmueble (Moreno, 2002).

2.5.3 Aprovechamiento de Guadua natural y Cañabrava. De acuerdo con Moreno, 2002 los aprovechamientos de Guadua se clasifican en únicos y persistentes.

2.5.3.1 Aprovechamientos únicos. Son los que se realizan por una sola vez, en suelos que deban ser destinados a usos diferentes al forestal, debido a la ejecución de obras de utilidad pública o interés social, la adecuación de terrenos para urbanizar o el manejo de emergencias fitosanitarias.

2.5.3.2 Aprovechamientos persistentes. Son los que se rigen por criterios de sostenibilidad, para garantizar el rendimiento normal del bosque, mediante técnicas silvícolas que permitan su renovación.

De acuerdo con (Moreno, 2002) los tipos de aprovechamiento persistentes se dividen en tres categorías.

- **Aprovechamiento Tipo I.** Cuando el volumen a aprovechar es inferior o igual a 50 m³ para Guadua o a 20 m³ para Cañabrava.
- **Aprovechamiento Tipo II.** Cuando el volumen a aprovechar oscila entre 50 y 200 m³ para Guadua o entre 20 y 200 m³ para Cañabrava.
- **Aprovechamiento Tipo III.** Cuando el volumen a aprovechar es superior a 200 m³.

2.5.3.3 Aprovechamientos domésticos. Son aquellos que se efectúan, exclusivamente, para satisfacer necesidades elementales del predio y sus moradores. Su volumen no puede superar los 20 m³ cada dos años por predio y el término para el aprovechamiento será máximo de dos meses (Moreno, 2002).

2.5.4 Trámite de permisos y autorizaciones. El interesado en aprovechar Guadua natural o Cañabrava, deberá presentar solicitud por escrito que contenga información sobre nombre, identificación y dirección domiciliaria del solicitante; nombre, extensión y ubicación del predio; área por aprovechar; productos que se pretenden extraer y uso probable de los mismos; copia del certificado de tradición (con fecha de expedición no mayor a tres meses). Verificada la información

anterior y realizada la visita técnica, el solicitante deberá tener en cuenta el tipo de aprovechamiento para la elaboración o actualización del plan de aprovechamiento y manejo forestal o estudio técnico (Moreno, 2002).

2.5.4.1 Aprovechamientos domésticos y persistentes tipo I. El estudio técnico será realizado por las Corporaciones; estos aprovechamientos no podrán prolongarse más de dos (2) meses (Moreno, 2002).

2.5.4.2 Aprovechamientos persistentes tipo II. El estudio técnico será a cargo del interesado y podrá realizarlo un ingeniero, técnico, experto o tecnólogo forestal, profesional con estudios de postgrado en silvicultura o firma especializada. El inventario se realizará por el método de parcelas al azar con intensidad de muestreo del 10% del área. La duración máxima de estos aprovechamientos será de 6 meses (Moreno, 2002).

2.5.4.3 Aprovechamientos tipo III. Implica la presentación de un plan de manejo y aprovechamiento forestal a cargo del interesado y será elaborado por un ingeniero forestal, profesional con estudios de postgrado en silvicultura o firma especializada. La metodología para el inventario forestal será la de conglomerado de parcelas, cuyo error de muestreo no debe superar el 10%. Estos aprovechamientos tendrán una duración de hasta un año, prorrogable de acuerdo con la extensión del guadual (Moreno, 2002).

2.5.5 Incentivo y reconocimiento de un manejo sostenible. Este capítulo de la Norma es el más novedoso y se convierte en el reconocimiento que realizan las Corporaciones Autónomas Regionales a los propietarios de los guaduales que han realizado un buen manejo a sus rodales naturales de Guadua. El interesado en registrar un guadual natural de manejo sostenible deberá contar con un plan de aprovechamiento y manejo forestal ó estudio técnico aprobado por la CAR, haber realizado como mínimo 3 actualizaciones al plan de aprovechamiento y manejo forestal ó estudio técnico, demostrar, mediante informe del asistente técnico, que el guadual ha estabilizado su producción en metros cúbicos por hectárea (Moreno, 2002).

Revisada y aprobada esta información las corporaciones inscribirán el guadual en el registro de guaduales naturales de manejo sostenible. Los guaduales inscritos en el registro de guaduales naturales de manejo sostenible, podrán ser aprovechados conforme al plan de aprovechamiento y manejo forestal o estudio técnico, previo aviso por escrito a la corporación. Estos aprovechamientos no causarán el pago de tasa de aprovechamiento, solo cancelaran el valor del salvoconducto para movilizar los productos forestales (Moreno, 2002).

El propietario de un guadual natural de manejo sostenible deberá garantizar la asistencia técnica permanente, dar estricto cumplimiento al plan de aprovechamiento y manejo forestal o estudio técnico, las demás que establezca la resolución por la cual se ordena la inscripción como guadual natural de manejo sostenible. El registro podrá ser revocado cuando se evidencie un retroceso de la regeneración natural del guadual, como consecuencia del incumplimiento de las obligaciones a cargo del propietario, que según concepto técnico incida en su estructura (Moreno, 2002).

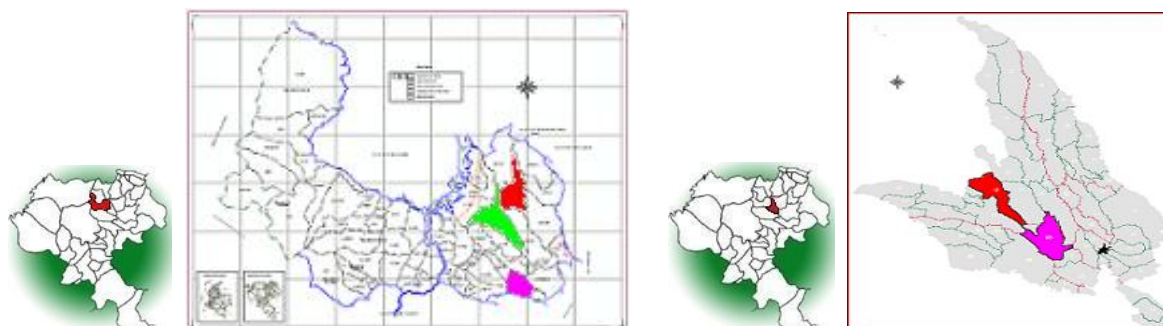
Eventualmente la Corporación Autónoma Regional del Cauca se basa en la norma unificada en Guadua y su reglamentación para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de Guadua, Cañabrava y Bambúes, desde el año 2002.

3. METODOLOGÍA

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio para la evaluación del estado actual de los guaduales a nivel de finca se localiza en el departamento del Cauca, en las veredas Santa Rosa, San Rafael y el Danubio del municipio de Morales y en las veredas de Corrales y Mata Redonda del municipio de Piendamó. Los detalles de los sitios de trabajo se puntualizan en la Figura 6.

Figura 6 Localización de los guaduales estudiados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.



Fuente: C.R.C.

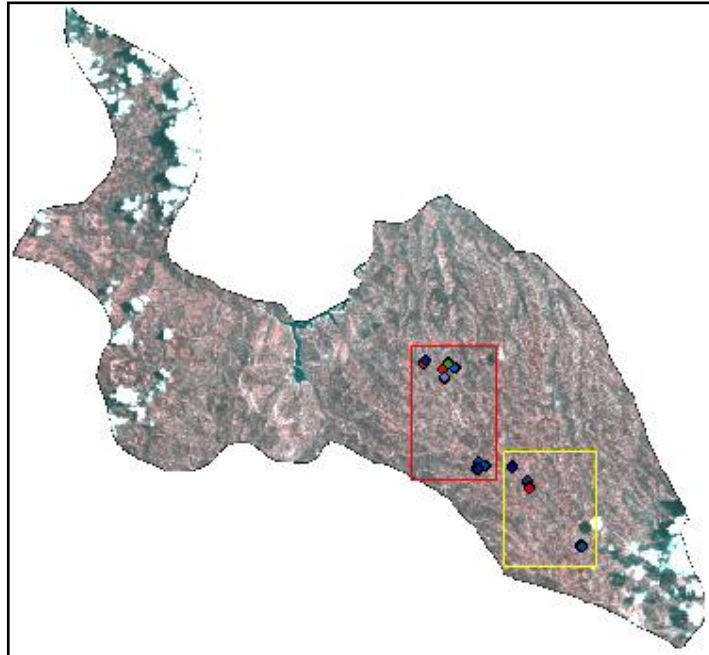
La zona del estudio se encuentra en promedio a una altura de 1711 m.s.n.m. con una precipitación de 2.100 m.m. por año y una temperatura promedio de 19,37 °C, lo cual convierte esta región en un lugar con características óptimas para el desarrollo de la Guadua. Por otra parte las veredas evaluadas se encuentran a distancias relativamente cortas de las cabeceras municipales lo que facilita su proyección comercial.

3.2 SELECCIÓN DE FINCAS Y CONSTRUCCIÓN DE BASES CARTOGRÁFICA

Los habitantes de la región fueron indispensables para la ubicación de fincas con rodales de Guadua y viables de ser tomadas en cuenta para la realización del inventario. Los principales criterios de selección tomados en cuenta fueron el tamaño, el estado de conservación y las condiciones de acceso a la finca, por otra parte se empleo una imagen satelital tipo raster del año 2001 y mapas base a escala 1:25.000 con cartografía del año 2001 y 2005 digitalizada por la

administración municipal de Morales y por la C.R.C. los cuales fueron utilizados para la construcción de la cartografía base y para el diseño del plan de trabajo en campo. Este trabajo se realizó mediante la utilización de los softwares ArcGis 9.2, Erdas 9.1 y Arcview.

Figura 7 Georeferenciación de las fincas estudiadas en un recorte de imagen satelital raster de los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.



Fuente: El Autor.

La Figura 7 hace parte de una imagen satelital tipo raster del norte del Departamento del Cauca. Dentro de la selección del cuadro rojo se aprecia la ubicación de las fincas seleccionadas para el estudio, pertenecientes al municipio de Morales y en la selección del cuadro amarillo se encuentran los seis rodales inventariados pertenecientes al municipio de Piendamó.

3.3 LEVANTAMIENTO DE LOS RODALES Y CONSTRUCCIÓN DE MAPAS.

Una vez definidas las veredas se procedió a hacer una visita a cada finca, durante la cual se solicitó autorización del propietario del predio para realizar el inventario, igualmente se realizó el mapeo o levantamiento topográfico del rodal, utilizando un GPS y llevando una cartera de campo (ver anexo 2). Posteriormente se construyeron los mapas en formato digital de los rodales a escala 1:1000 con la

respectiva ubicación de las parcelas (ver anexo 22). La tabla 2 presenta la ubicación de las parcelas en sistema de coordenadas planas.

Tabla 2 Localización de las parcelas muestreadas en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009. En sistema de coordenadas planas.

Rodal	Parcela	Vereda	Municipio	Coordenadas	
				x	y
003	1	Santa Rosa	Morales	1047676	799689
003	2	Santa Rosa	Morales	1047650	799650
003	3	Santa Rosa	Morales	1047630	799640
004	4	Santa Rosa	Morales	1048850	799270
005	5	San Rafael	Morales	1051160	793317
006	6	San Rafael	Morales	1051570	793100
007	7	San Rafael	Morales	1050990	792940
007	8	San Rafael	Morales	1051030	792940
007	9	San Rafael	Morales	1051040	792920
008	10	Mata Redonda	Piendamó	1053230	793080
009	11	Mata Redonda	Piendamó	1054240	792030
010	12	Corrales	Piendamó	1057664	787990
011	13	Corrales	Piendamó	1057580	788010
012	14	Corrales	Piendamó	1057700	787960
013	15	Danubio	Morales	1049600	799340
014	16	Danubio	Morales	1049540	799360
015	17	Danubio	Morales	1049180	799630
015	18	Danubio	Morales	1049200	799620
015	19	Danubio	Morales	1049190	199600
016	20	Santa Rosa	Morales	1048910	798750
017	21	Mata Redonda	Piendamó	1054340	791710

Fuente: El Autor.

3.4 INVENTARIO FORESTAL

Para conocer las características de los guaduales en esta región, se diseñó un inventario forestal basado en los “Términos de Referencia Unificados Para Estudios y Planes de Manejo y Aprovechamiento Forestal de la Guadua propuesta por las Corporaciones Autónomas del Valle del Cauca, CORPOCALDAS, C.R.Q., CARDER, y CORTOLIMA en el año 2001”, en el capítulo de “Términos de Referencia para los Aprovechamientos Persistentes Tipo II” (aprovechamientos con un volumen de extracción mayor a 50m³) en el cual se menciona la metodología para la realización del inventario.

Se empleo un sistema de muestreo en parcelas al azar con unidades muestréales de 10*10m y una intensidad de muestreo del 10% del área total del rodal, y en donde el error de muestreo debe ser menor o igual al 10%.

Una vez reconocidos los puntos de trabajo, se realizó el inventario y se involucró a los propietarios de los predios en el proceso, se registraron datos como el CAP, medido con cinta métrica, la altura del culmo en pie la cual se midió con clinómetro, los estados de madurez de los culmos según sus características fisiológicas y de apariencia mencionados en “conceptos básicos para el manejo silvicultural de la Guadua” de (Jaramillo *et al*, s.f.), el número de individuos por parcela, además de un conteo de tocones y observaciones singulares como vegetación y cultivos asociados, biotipo de Guadua predominante, estado fitosanitario del guadua, fauna asociada solo si se observaba, etc. (ver anexo 1).

3.5 ANÁLISIS DE DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO

Se estimaron las estadísticas del inventario para los parámetros de rodal densidad y área basal, además de las estadísticas para los estados de madurez. El error de muestreo permitido para la muestra poblacional es del 10% en estudios para Guadua, en este caso se calculó para las variables densidad y área basal. Una vez evaluado el coeficiente de variación se procedió a calcular el error de muestreo mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{t(C.V.)}{\sqrt{n}}$$

Donde: t = probabilidad de t con una confiabilidad del (95%) para n-1 grados de libertad; (C.V.) = coeficiente de variación de la media poblacional y, n = número de muestras estudiadas.

Además se calculó el número mínimo de parcelas requeridas para satisfacer el error de muestreo permitido según la siguiente fórmula:

$$n = \frac{t^2(C.V.)^2}{E^2}$$

Otros análisis que se realizaron fueron los de estructura de los rodales con respecto a los estados de madurez, densidad y área basal que permitieron inferir sobre su condición silvicultural y conocer el potencial de producción del rodal al ser comparados con estudios similares.

Se calcularon los coeficientes de equitatividad y uniformidad que permitieron observar la distribución de las densidades encontradas y la variabilidad del DAP mediante las siguientes formulas:

$$E = \frac{\bar{N}}{S_n}$$

Donde: E = coeficiente de equitatividad $\bar{N}$ = número promedio de culmos por hectárea. y S_n = desviación estándar de $\bar{N}$.

Si $E \leq 3$ los rodales se consideran con una distribución de culmos inequitativa, si el valor de E está entre 3 – 5, la distribución de culmos se considera como regular y si $E \geq 5$ los rodales presentan una densidad bien a muy bien distribuida.

$$U = \frac{\overline{dap}}{S_{dap}}$$

Donde: U = coeficiente de uniformidad $\overline{dap}$ = diámetro a la altura del pecho promedio de los culmos de Guadua y S_{dap} = desviación estándar de $\overline{dap}$.

Si $U \leq 5$, la tendencia de $\overline{dap}$ es a no ser uniforme, si U está entre 5 – 7, el $\overline{dap}$ tendrá una uniformidad regular y si $U \geq 7$, los rodales tendrán una alta uniformidad de diámetros.

Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para medir el grado de relación entre todas las variables tanto dasométricas como ambientales.

Teniendo en cuenta que un rodal de Guadua ideal debe tener una cantidad determinada de culmos en estados juveniles y en estados maduros, se planteó cuantificar esta relación para tener un criterio de clasificación y poder identificar un rodal en buenas o malas condiciones. Para esto se tuvieron en cuenta las proporciones de estructura horizontal de un gradual ideal sugeridas por Giraldo y Sabogal, (2007) en su publicación “Una Alternativa Sostenible: La Guadua” (ver cuadro 3).

El indicativo será el resultado de la relación entre la futura cosecha del rodal (suma de culmos en estado de renuevo y verde) y la disponibilidad actual del rodal (suma de culmos aprovechables) mostrada en la siguiente fórmula.

$$R.G.I. = \frac{F.C.}{D.A.}$$

Donde R.G.I.= coeficiente de un rodal de Guadua ideal; F.C.= futura cosecha y D.A.= disponibilidad actual.

Si R.G.I. $<0,4$ se define como un gradual con bajo potencial futuro, es decir que puede tener un bajo potencial de recuperación o presentar poca dinámica, poco aprovechamiento o muy poca capacidad de regeneración.

Si R.G.I. está entre 0,4 y 0,5 se dice que las condiciones del rodal son ideales siempre y cuando su densidad sea mayor a los 3.000 culmos por hectárea.

Si R.G.I. $>0,5$ se define como un rodal con una baja disponibilidad actual de culmos, que puede darse por una intensidad de cosecha muy alta, malas prácticas de manejo o por afección de plagas o enfermedades.

Cuadro 3 Proporción óptima de un gradual basado en la estructura horizontal de un Gradual ideal sugerida por Giraldo y Sabogal 2007.

Disponibilidad Actual			
Estado de madurez	%	Rangos (%)	Rango promedio (%)
Maduras	65 y 70	67-70 y 72-75	70
Secas	02 y 05		
Futura Cosecha			
Estado de madurez	%	Rangos (%)	Rango promedio (%)
Verdes	20 y 25	25-30 y 30-35	30
Renuevos	5 y 10		

Fuente: El Autor.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ESTADÍSTICAS DEL INVENTARIO

El Cuadro 4 presenta las estadísticas reportadas del inventario forestal según la densidad poblacional para cada estado de madurez, en donde se calculó su respectivo coeficiente de variación, los intervalos de confianza para la media y los mínimos y máximos hallados.

Cuadro 4 Estadísticos descriptivos de la densidad para cada estado de madurez de los guaduales localizados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

	Media	Desviación típica	C.V. (%)	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
RENUEVO	609,52	452,664	74,26	403,47	815,57	0	1600
VERDE	1514,29	1773,777	117,16	706,87	2321,70	100	7700
MADURO	1719,05	840,011	48,86	1336,68	2101,42	400	3500
S.MADURO	1280,95	1662,113	129,76	524,37	2037,54	0	6800
SECO	280,95	480,228	170,93	62,36	499,55	0	1600

Fuente: El Autor.

El elevado coeficiente de variación se debe a que los estados estructurales en cuanto a densidad y estados de madurez hallados por rodal varían mucho de la media de un rodal a otro como se puede apreciar en el registro de mínimos y máximos, y esto se debe a que son rodales que se encuentran localizados en distintos lugares lo que hace que se encuentran sujetos a distintas dinámicas de crecimiento, debido a esto se sugiere que existe una alta heterogeneidad en estos parámetros para los 15 rodales estudiados.

Cuadro 5 Estadísticas para los parámetros de rodal en los 15 guaduales estudiados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

PARÁMETRO	Media	Desviación típica.	C.V. (%)	E. M. (%)	N.M.P.
Área Basal	43,7829	22,29078	50,91	28,2	124
Densidad	5357,8	2574,6	48,0	26,58	124

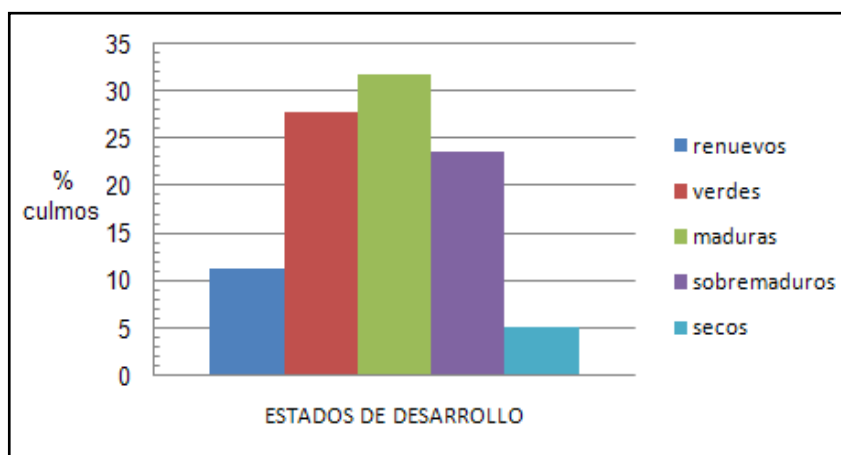
Fuente: El Autor.

El cuadro 5 permite comparar las estadísticas para los parámetros de rodal evaluados. El coeficiente de variación para el área basal fue mayor que para la variable densidad, pero en ambos casos se considera muy elevado, lo que indica una alta heterogeneidad en dichos parámetros. Por otra parte el error de muestreo fue del 28,2 y del 26,58%, para los parámetros de área basal y densidad respectivamente, el elevado error de muestreo al igual que el elevado coeficiente de variación se debe a que los dos parámetros evaluados fueron calculados con rodales que se encuentran en distintas veredas, bajo diferentes condiciones de entorno y manejo. Este contexto hace que las dinámicas y patrones de estructura de cada rodal sean distintos unos de otros con lo que el error de muestreo calculado puede ser aceptable como un pre-muestreo. El número de parcelas necesarias para la realización de este inventario sin exceder el error de muestreo permitido sugerido para estudios en Guadua del 10% fue de 124 parcelas, esto significa que debido la alta variabilidad de los parámetros de rodal registrados se hace necesario inventariar 1,24 hectáreas.

4.2 ESTRUCTURA DE LOS RODALES DE GUADUA A NIVEL DE FINCA

4.2.1 Distribución de culmos según su estado de madurez.

Figura 8 Distribución de culmos de Guadua (*Guadua angustifolia kunth*) de acuerdo a su estado de desarrollo en 15 rodales, en los Municipios de Morales y Piendamó, Departamento del Cauca, 2009.



Fuente: El Autor.

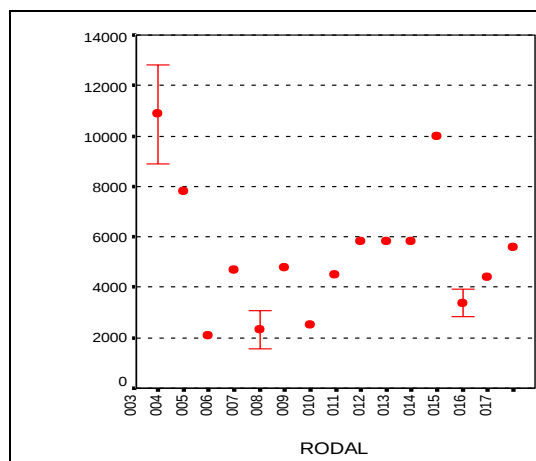
La Figura 8 muestra la estructura de los bosques de Guadua ubicados en los municipios de Morales y Piendamó, Cauca según su estado de madurez, tomando como referencia las 21 parcelas muestreadas de las 15 fincas sometidas a

estudio. El más alto porcentaje de individuos se encuentran en estado maduro con un 31,89% del total. El porcentaje de culmos considerados como comerciales está alrededor del 60,79% lo que sugiere poca dinámica de los rodales de Guadua. Otros estudios sobre la Guadua sugieren mantener altos porcentajes de culmos en estados juveniles ya sean renuevos o verdes (Camargo *et al*, 2008), lo cual permite garantizar la demanda futura, por otra parte se recomienda alcanzar un punto de equilibrio entre cosecha y la estabilidad del guadual manteniendo un máximo de aprovechamiento, teniendo en cuenta la capacidad de regeneración del mismo. (Camargo *et al*, 2007).

De acuerdo con los resultados se considera que en general existe un bajo porcentaje de culmos en estado verde, con lo cual se sugiere un mayor aprovechamiento de los culmos comerciales dando prioridad a los culmos sobremaduros, secos, partidos y enfermos, ya que esto permite la activación y renovación de yemas desde los rizomas que se convertirán en nuevos individuos.

4.2.2 Distribución de culmos según su densidad. La densidad es uno de los parámetros más influyentes a la hora de tomar decisiones en el manejo de guaduales, para este caso en particular, corresponde al número de culmos por hectárea, este parámetro permite conocer el potencial productivo y la oferta comercial de un rodal de Guadua.

Figura 9 Densidad de culmos en 15 rodales de Guadua, Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.



Fuente: El Autor.

Con respecto a este parámetro se encontró una gran variabilidad de densidades tal y como se presenta en la figura 9, en donde se aprecia la densidad del rodal en número de individuos/hectárea en cada caso estudiado.

Esta variable demuestra una gran variabilidad, con densidades que van desde los 2.100 culmos/hectárea hasta los 10.866 culmos/hectárea, encontrando que las densidades más frecuentes se hallaban entre los rangos 4.800 y los 6.000 culmos/hectárea con un total de 8 rodales de los 15 estudiados. La densidad promedio fue de 5.358 culmos por hectárea con una desviación típica de ± 2.574 culmos y un coeficiente de variación del 48%. La alta variabilidad en las densidades se puede disminuir mediante la correcta aplicación de prácticas silviculturales y de aprovechamiento las cuales concluirán con la estabilización de la producción de Guadua.

4.2.3 Estructura de los rodales de Guadua según su uniformidad y su equitatividad. “Una manera muy práctica de saber cuál es el estado estructural de un rodal de Guadua para variables como la densidad y el dâp es la aplicación de las fórmulas para estimación de uniformidad y equitatividad. De esta manera la uniformidad permite identificar cual es la tendencia que tiene el dap a variar y, en cuanto a la equitatividad es el parámetro que permite observar si existe una distribución equitativa de los culmos de Guadua por unidad de área” (Camargo *et al*, 2007). Para el estudio realizado, el valor de equitatividad (**E**) fue igual a **1,7578** lo que indica una muy irregular distribución de la densidad por hectárea.

La media estadística del diámetro a la altura del pecho fue de 9,64 cm en 1135 culmos medidos con una desviación típica de 2,23 cm (ver anexo 18). Por otra parte el valor de uniformidad (**U**) fue de **4,3165** lo que indica una tendencia a la variación de diámetros registrados. Lo anterior se corrobora al encontrar diferencias altamente significativas para la variable dap entre los 15 rodales (ver anexo 18).

4.2.3.1 Análisis de uniformidad y equitatividad según la clase de densidad. Tomando como referencia la metodología del estudio desarrollado por (Camargo, *et al*, 2007), se realizó una clasificación de densidades teniendo en cuenta la gran diversidad de densidades y el amplio rango de las mismas, en donde se determinaron tres clases de densidad, baja, media y alta como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6 Distribución de la densidad culmos y su relación con el DâP en 15 rodales de Guadua, Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

	Densidad poblacional				DâP			
	Densidad baja	Densidad media	Densidad alta	Total	Densidad baja	Densidad media	Densidad alta	Total
Número de rodales	4	9	2	15	4	9	2	15
Densidad de culmos promedio	2575	5466,7	10433,3	5357,8	9,8	10,2	9,3	10,0

Continuación cuadro 6

		Densidad poblacional				DâP			
		Densidad baja	Densidad media	Densidad alta	Total	Densidad baja	Densidad media	Densidad alta	Total
Desviación típica		552,7	1054,8	612,8	2574,6	1,3	1,2	,8	1,2
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1695,6	4655,9	4927,3	3932	7,6	9,3	2,5	9,3
	Límite superior	3454,4	6277,4	15939,4	6783,5	11,9	11,2	16,1	10,6
Mínimo		2100	4400	10000	2100	9,0	8,9	8,8	8,8
Máximo		3366,7	7800	10866,7	10866,7	11,7	12,6	9,8	12,6

Fuente: El Autor.

- **Densidad baja.** Comprende los rodales con densidades ≤ 4.292 culmos por hectárea. El valor obtenido de la variable **E** en esta clase de densidad fue de 4,66 es decir que para este tipo de densidades se presenta una densidad regularmente distribuida. Para dla variable **U** el valor fue de 7,54 el cual está ligeramente por encima en el rango que lo clasifica con una uniformidad de diámetros alta.

- **Densidad Media.** Comprende los rodales de Guadua con densidades entre 4.293 y 8.675 culmos por hectárea. El coeficiente de **E** para esta densidad fue de 5,18 lo que significa que para esta clase, la densidad de culmos por hectárea tiende a ser bien distribuida. La variable **U** tuvo un valor de 8,5 lo cual indica que para esta clase de densidad, los rodales tendrán una alta uniformidad de diámetros.

- **Densidad Alta.** Incluye los rodales con densidades ≥ 8.676 culmos por hectárea. Para esta clase de densidad **E** fue igual a 10,5 que indica una alta equitatividad en la distribución de la densidad. Para la variable **U** el valor fue de 11,63 indicando una alta similitud entre los diámetros que conforman esta clase de densidad.

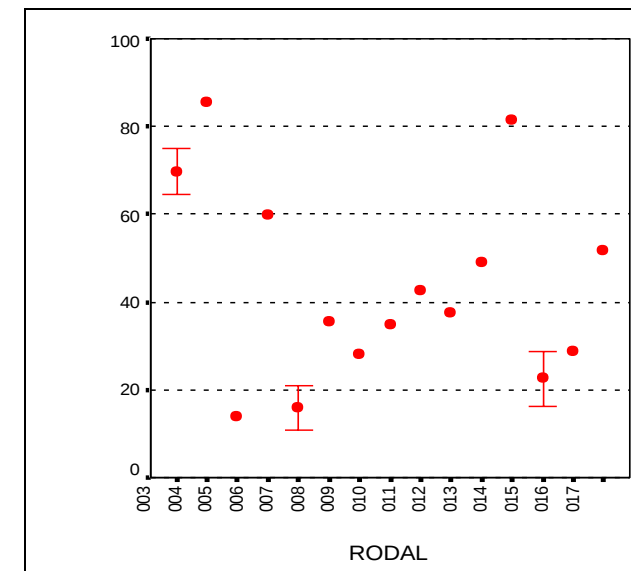
Los rodales evaluados en su gran mayoría se encuentran clasificados como de densidad media con 9 casos de los 15 estudiados y por otra parte solo se encontraron dos rodales de Guadua definidos con densidades altas. Cuando los parámetros de uniformidad y equitatividad son evaluados por clases de densidad, estos presentan una tendencia a ser homogéneos, debido a que la variabilidad en las densidades se ven considerablemente reducidas, por tal razón las densidades se hacen más equitativas y los diámetros más uniformes. Estos criterios permiten tener una mejor perspectiva y facilita el análisis de la variable densidad.

4.2.4 Estructura de los rodales de Guadua según su área basal. De acuerdo con (Camargo, 2006), el área basal es una variable que representa productividad y

crecimiento de los rodales de Guadua. Esta variable se calcula a partir del diámetro a la altura del pecho y la densidad total de culmos por cada parcela del inventario con lo cual se hace una estimación por hectárea. (Camargo *et al*, 2007). El área basal promedio por hectárea en este estudio fue de 43,78 m² con una desviación típica de $\pm 22,29$ y un coeficiente de variación del 51% indicando una alta heterogeneidad de la variable (ver figura 10). El promedio para esta variable es menor al registrado por Camargo de $54 \pm 27,7$ m² en el estudio realizado en el Eje Cafetero 2006 (Camargo *et al*, 2007). La significativa diferencia entre el área basal reportada por Camargo y el área basal reportada en el presente estudio se debe a que la parcelas muestreadas en el Eje Cafetero presentaban ciertas condiciones de manejo, por lo cual se puede inferir que buenas condiciones de manejo pueden incrementar considerablemente la productividad y los rendimientos de los rodales.

Por otra parte el área basal reportada para los 15 rodales de Guadua estudiados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca presentaron diferencias altamente significativas lo que se manifiesta en el análisis de varianza para este parámetro (ver anexo 18).

Figura 10 Área Basal/hectárea para los 15 rodales evaluados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

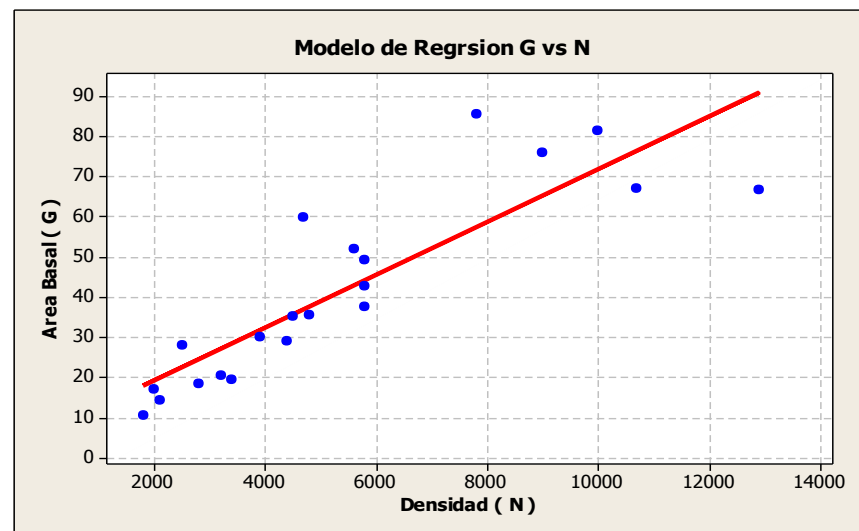


Fuente: El Autor.

El alto grado de correlación existente entre el área basal y la densidad de los rodales permitió la realización de un modelo matemático para la predicción de área basal a partir de la densidad. Sin embargo y teniendo en cuenta que el área basal es calculado a partir de la densidad y el *dap*, no se registro ninguna

correlación entre el *dap* y el área basal de los rodales, esto es debido al particular patrón de crecimiento que presentan los pastos gigantes (la densidad no influye directamente sobre el aumento o disminución en los diámetros de los culmos).

Figura 11 Relación Densidad vs. Área Basal para bosques de Guadua en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.



Fuente: El Autor.

La ecuación resultante de la regresión fue.

$$G = 6,03 + 0,00657N$$

La figura 11 muestra la relación directa que existe entre el número de culmos y el área basal encontrada. La fórmula descrita anteriormente permite calcular el área basal de un guadua para esta región, partiendo solamente del número de culmos por hectárea. Los resultados del análisis de la regresión detallan un representativo margen de correlación, que estadísticamente es altamente significativo y confiable para el cálculo de área basal, por tal razón es una herramienta factible para ser aplicada en futuros estudios sobre Guadua (ver anexo 19).

4.2.5 Correlación de variables. Mediante un análisis de correlación se estableció e identificó la relación y el grado de influencia entre las variables dasométricas asociadas a los rodales. Las variables analizadas fueron la densidad (N), número de culmos comerciales (GUA. COM), la intensidad de cosecha registrada (I.C.REG), el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura (H), el área basal (G), los cultivos asociados y las clases de densidad. Los resultados se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7 Matriz de correlación de Pearson para las variables analizadas en rodales de Guadua para los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

		Densidad (N)	Guadua comercial	Intensidad Cosecha	DAP	H	G	Cultivos Asociados	Clases Densidad
Densidad	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	1 .	,836(**) ,000	-,430 ,110	-,028 ,922	-,164 ,559	,878(**) ,000	-,308 ,264	,908(**) ,000
Guadua Comercial	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,836(**) ,000	1 .	-,391 ,149	,227 ,415	-,226 ,418	,914(**) ,000	-,296 ,284	,746(**) ,001
Intensidad Cosecha	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,430 ,110	-,391 ,149	1 .	-,269 ,332	,283 ,306	-,525(*) ,044	,655(**) ,008	-,472 ,075
DAP	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,028 ,922	,227 ,415	-,269 ,332	1 .	-,070 ,804	,417 ,122	-,360 ,188	-,012 ,965
H	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,164 ,559	-,226 ,418	,283 ,306	-,070 ,804	1 .	-,244 ,381	,189 ,499	-,081 ,773
G	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,878(**) ,000	,914(**) ,000	-,525(*) ,044	,417 ,122	-,244 ,381	1 .	-,426 ,113	,793(**) ,000
Cultivos Asociados	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,308 ,264	-,296 ,284	,655(**) ,008	-,360 ,188	,189 ,499	-,426 ,113	1 .	-,446 ,096
Clases de Densidad	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,908(**) ,000	,746(**) ,001	-,472 ,075	-,012 ,965	-,081 ,773	,793(**) ,000	-,446 ,096	1 .

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: El Autor.

De acuerdo con el análisis de correlación, las variables que presentan mayor grado de relación entre sí, fueron densidad y área basal, en donde el grado de correlación es altamente significativo, lo que indica que el área basal de un rodal depende en gran parte de la densidad que éste presente. Por otra parte para este estudio no se encontró una relación estadísticamente significativa entre el dap y el área basal, lo que significa que no necesariamente un rodal con diámetros altos, tendrá un área basal alta. Se logró apreciar que no existe una relación entre la densidad y el dap, como sucede con otro tipo de especies forestales. Esto no hace más que ratificar otros estudios que demuestran el particular patrón de crecimiento que presentan las gramíneas (Giraldo y Sabogal, 2007; Camargo, 2006).

Se encontró que al aumentar la intensidad de cosecha de un rodal su área basal disminuye y que las intensidades de cosecha más altas se hallan en los guaduales con plátano como cultivo asociado. Se observó que la cantidad de culmos comerciales es proporcional a la densidad total de un rodal y por tal razón estas variables presentan una correlación altamente significativa entre sí.

4.2.6 Intensidad de cosecha registrada. Con base en el conteo de tocones realizado en las parcelas, se logró determinar la intensidad de cosecha para cada rodal, la cual da una idea del número de culmos en promedio que están siendo aprovechados dentro de un rodal de Guadua a nivel de finca. Se encontró que en promedio hay una intensidad de cosecha de alrededor del 60,79% lo cual es superior al límite permitido por la Corporación Autónoma Regional del Cauca del 50% del total del culmos aprovechables, sin embargo, el conteo de tocones realizados fue neto y no se discriminó entre cortes recientes y cortes antiguos. Solamente en cuatro de las fincas no se sobrepasó el límite permitido por la CAR y en dos casos este estuvo por debajo del 40% (ver anexo 21).

Los aprovechamientos domésticos son una constante en los municipios evaluados pero en muchas ocasiones el material aprovechado no es empleado para fines exclusivos del predio y por el contrario es comercializado en volúmenes superiores a lo permitido para este tipo de aprovechamientos en donde el trámite de permisos y autorizaciones legales es poco aplicado en estas circunstancias, sin embargo es de resaltar que para aprovechamientos persistentes de grandes volúmenes, los tramites se llevan a cavo con mayor frecuencia.

Figura 12 Conteo de tocones de Guadua en rodales del Municipio de Morales u Piendamó, Cauca.



Fuente: El Autor.

Debido a que la comunidad caucana no es culturalmente productora de Guadua como en otras regiones del país y a que la normatividad y reglamentación para aprovechamientos de Guadua es relativamente nueva (2002), los incentivos y reconocimientos por aprovechamientos sostenibles, no son comunes en la región ya que se necesita por lo menos 3 actualizaciones del plan de manejo y aprovechamiento forestal y estabilizar su producción en m³/hectárea lo que representa una gran dificultad técnica y económica para pequeños productores y en donde la C.R.C. cumple un papel fiscalizante y no como promotor de ideas y posibles soluciones a estas problemáticas.

3.2.7 Cultivos asociados. La región central del Cauca que incluye municipios como Morales, Cajibío, Piendamó, entre otros, son considerados como cafeteros ya que su principal actividad agronómica y económica es el cultivo de café, también es común encontrar cultivos de plátano y especies de pan coger.

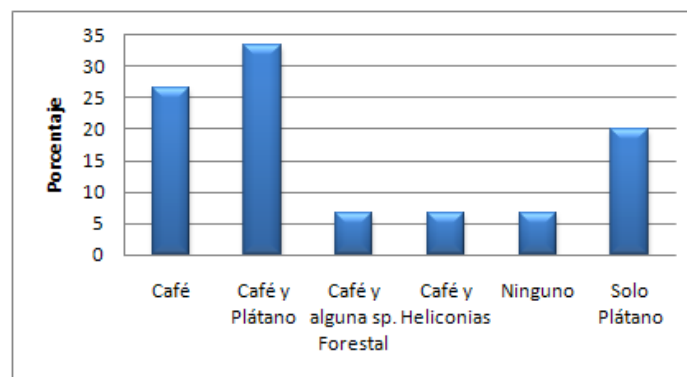
Figura 13 Cultivos Asociados a los Guaduales en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.



Fuente: El Autor.

Dentro del estudio realizado se encontraron 6 usos del suelo asociados a los rodales de Guadua como se presenta en la figura 14. Se destaca la gran predominancia del cultivo de café en una gran cantidad de las fincas evaluadas ya sea solo o con otros cultivos, el plátano es el segundo cultivo asociado a la Guadua más sobresaliente (ver anexo 20). La Guadua es utilizada como cultivo complementario en todas las fincas estudiadas, y solamente es empleada para satisfacer las necesidades elementales del predio. Es de resaltar que los cultivos aquí mencionados se encontraban dentro del rodal y que estadísticamente no afectaban el desarrollo de las variables analizadas.

Figura 14 Distribución de los usos del suelo asociados a los rodales de Guadua en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.



Fuente: El Autor.

4.3 PARÁMETROS SILVICULTURALES PARA PLANIFICAR LA COSECHA DE LOS RODALES DE GUADUA.

4.3.1 Número de culmos comerciales. El número de culmos comerciales promedio fue de 3.549 individuos por hectárea con una desviación típica de ± 1.844 , es decir que existen sectores en los que se pueden encontrar alrededor de 5.390 culmos por hectárea aptos para ser aprovechados, pero también se encontrarán áreas en las que la oferta de culmos aprovechables puede estar entre los 1.700 individuos por hectárea.

Este parámetro permitió conocer que el potencial de cosecha y la cantidad de culmos aprovechables por unidad de área en esta región es sobresaliente para ser tenido en cuenta comercialmente y que con base en este valor se podrá calcular el volumen de Guadua a cosechar y de esta manera cuantificar el potencial de producción de los rodales de Guadua en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca. Vale la pena resaltar que dentro de la estimación de culmos comerciales fueron tenidos en cuenta los culmos maduros, sobremaduros y secos.

4.3.2 Intensidad de cosecha y ciclo de corta. Se recomendó una intensidad de cosecha y un ciclo de corta, teniendo en cuenta el coeficiente de un rodal de Guadua ideal (R.G.I.) y la densidad que presentan los rodales.

Tabla 3 Tabla rodal para los 15 Guaduales evaluados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

Rodal	Futura cosecha		Disponibilidad actual			Total	R.G.I.
	Renuevo	Verde	Maduro	S. maduro	Seco		
003	1267	5000	2400	833	1367	10867	1,36
004	300	200	400	6800	100	7800	0,07
005	200	400	1000	400	100	2100	0,40
006	700	800	1500	1700	0	4700	0,47
007	200	567	1267	267	33	2334	0,49
008	400	2100	1800	500	0	4800	1,09
009	500	600	800	600	0	2500	0,79
010	900	500	1900	1200	0	4500	0,45
011	600	1200	2700	1100	200	5800	0,45
012	1200	1000	1200	2200	200	5800	0,61
013	400	1800	3500	100	0	5800	0,61
014	1400	1600	2700	4200	100	10000	0,43
015	433	1267	1367	167	133	3367	1,02
016	0	1000	1800	1000	600	4400	0,29
017	500	100	1700	3300	0	5600	0,12

Fuente: El Autor.

La tabla 3 presenta los valores del coeficiente de un rodal de Guadua ideal (R.G.I.) y las densidades reportadas para cada guadual estudiado. Con estos parámetros

se definieron y clasificaron tres tipos de guaduales para los cuales se sugirieron intensidades de cosecha y ciclos de corta específicos.

Los conceptos de manejo de gran parte de los cultivadores y productores de guadua concuerdan en que hay que tener un mayor porcentaje de culmos en estados de desarrollo juveniles para de esta forma, mantener altos índices de cosecha y en forma relativamente constante.

En el caso de los rodales que presentan un coeficiente R.G.I. entre 0,4 y 0,5 y una densidad mayor a 3.000 culmos por hectárea, tendrán la capacidad de recuperación suficiente para soportar una intensidad de cosecha relativamente alta, por lo que se sugieren intensidades de cosecha entre el 35 y 45%, con un ciclo de corta que puede estar entre los 18 y 24 meses, dependiendo de la respuesta del rodal a la intensidad de cosecha aplicada. Si la densidad reportada es menor a 3.000 culmos por hectárea la intensidad de cosecha puede ser del 35 al 40% con un ciclo de corta no menor a 24 meses.

Para rodales con un R.G.I. $<0,4$ y con densidades medias a altas es aconsejable emplear intensidades de cosecha entre el 40 y el 50% ya que son rodales que están siendo sub-aprovechados y tienen un muy bajo potencial de futura cosecha esto con el propósito de estimular el incremento de culmos jóvenes en el rodal, por lo que también se sugiere un ciclo de cosecha entre 24 y 30 meses que le permita al rodal una aceptable recuperación.

Si los rodales presentan un R.G.I. $<0,4$ y densidades relativamente bajas (< 3.000 culmos por hectárea) se sugieren intensidades de cosecha que no superen el 30% de la disponibilidad actual y un ciclo de corta entre 18 y 24 meses dependiendo del comportamiento de recuperación del rodal.

En rodales de Guadua con un coeficiente R.G.I. $>0,5$ y con densidades medias a altas, es conveniente recomendar intensidades de cosecha que varían entre el 40 y 50% de culmos aprovechables con un ciclo de corta de 24 meses el cual pretende aumentar la disponibilidad actual para la próxima cosecha.

En guaduales que presentan un coeficiente R.G.I. $>0,5$ con densidades no mayores a los 3.000 culmos por hectárea ostentan la más difícil condición de manejo; pues cuentan con una baja disponibilidad de culmos aprovechables y una limitada densidad; por lo tanto son los rodales que necesitan de un mayor cuidado y la intensidad de cosecha debe ser baja a moderada, puede estar entre el 20 y 25% de la disponibilidad actual del guadual y se recomienda un ciclo de corta entre 18 y 24 meses dependiendo de la recuperación del Guadual.

Es importante garantizar el incremento de la densidad total de los culmos ya que son altamente susceptibles a daños causados por viento, esto se puede garantizar bajo prácticas de manejo como la entresaca selectiva (Camargo *et al*, 2007).

Cuadro 8 Intensidades de cosecha y ciclos de corta sugeridos de acuerdo a la densidad y coeficiente R.G.I. para los rodales de Guadua en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

	R.G.I.	Densidad (culmos/ha.)	Rodales	C.C. (meses)	I.C. (%)
Tipo 1	0,4-0,5	>3.000	006, 010, 011, 014	18 y 24	35 y 45
		<3.000	007	24 mínimo	35 y 40
Tipo 2	<0,4	>3.000	004, 016, 017	24 y 30	40 y 50
		<3.000	005	18 y 24	30 máximo
Tipo 3	>0,5	>3.000	003, 008, 012, 013, 015,	24	40 y 50
		<3.000	009	18 y 24	20 y 25

Fuente: El Autor.

El cuadro 8 resume y clasifica los tipos de rodal inventariados y sugiere los ciclos de corta y las intensidades de cosecha para cada caso. Por otra parte, una vez intervenido el rodal debe conservar las condiciones ideales de un guadual manejado descritas por Camargo *et al*, 2008, las cuales sugieren que un guadual debe tener una composición de adultos entre el 30 y 40% de la población total, para este caso, en la tabla 4 se muestra la tabla residual o pos-aprovechamiento que determina el estado estructural de cada rodal.

Por otra parte existe una gran diferencia entre las intensidades de cosecha sugeridas en este estudio y las intensidades de cosecha registradas en campo, las cuales fueron considerablemente más elevadas, lo cual puede presentarse debido a que los rodales evaluados no tenían ningún tipo de estudio técnico y recomendaciones apropiadas para los diferentes casos encontrados y a que los aprovechamientos realizados se efectuaban en forma empírica.

Tabla 4 Tabla rodal residual posterior a la intervención para los 15 guaduales evaluados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

Rodal	Futura cosecha		Disponibilidad actual			Total
	Renuevo	Verde	Maduro	S. Maduro	Seco	
003	1267	5000	2160	708,05	1025,25	10160,3
004	300	200	360	5780	80	6720
005	200	400	950	360	85	1995
006	700	800	1200	1275	0	3975
007	200	567	1140,3	240,3	28,05	2175,65
008	400	2100	1530	375	0	4405
009	500	600	740	525	0	2365
010	900	500	1520	900	0	3820
011	600	1200	2430	935	160	5325
012	1200	1000	1080	1870	160	5310
013	400	1800	2975	70	0	5245

Continuación tabla 4

014	1400	1600	2430	3570	80	9080
015	433	1267	1230,3	141,95	106,4	3178,65
016	0	1000	1620	850	480	3950
017	500	100	1530	2805	0	4935

Fuente: El Autor.

Tabla 5 Rendimientos para los 15 rodales de Guadua evaluados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

Rodal	Total culmos aprovechados/hectárea	Intensidad de cosecha aplicada	Ciclo de corta (meses)
003	707	50 %	24
004	1080	45 %	24
005	105	30 %	24
006	725	45 %	18
007	158	35 %	24
008	395	40 %	24
009	135	20 %	18
010	680	45 %	18
011	475	45 %	18
012	490	45 %	24
013	555	45 %	24
014	920	45 %	18
015	188	45 %	24
016	450	45 %	24
017	665	45 %	24

Fuente: El Autor.

La tabla 5 muestra el número total de culmos aprovechados por rodal con la respectiva intensidad de cosecha y ciclo de corta, sugeridas para cada caso en particular; por otra parte se hace imperativo resaltar la necesidad de evaluar el proceso de renovación y conocer la respuesta del guadua a la intensidad de cosecha aplicada, durante al menos un año ya que esta permitirá definir si el ciclo de corta es muy corto o muy extenso para cada situación.

El concepto de renovación de un rodal de Guadua es conocido de forma relativa por la comunidad campesina en los municipios evaluados, ya que a pesar de que se conocen las consecuencias de realizar malas prácticas silviculturales y sobre-aprovechamientos, por otra parte se desconocen ciertas prácticas esenciales que incrementan la eficiencia y potencial productivo del mismo.

6. CONCLUSIONES

Debido a que los rodales evaluados se encuentran en diferentes localidades, cada guadua presentó distintas condiciones físico-ambientales y de manejo, lo que hizo que se encontrara una gran variación de la densidad promedio de cada estado de madurez por rodal y una alta heterogeneidad en los parámetros por rodal (área basal y densidad), lo cual incidió directamente en el elevado error de muestreo del estudio.

La investigación desarrollada generó nuevas herramientas para facilitar y garantizar el aprovechamiento de la Guadua, teniendo en cuenta que esta se efectuó en zonas propicias para el desarrollo óptimo de la especie con temperaturas promedio de $\pm 19,3^{\circ}\text{C}$ y lluvias promedio de 2.100 m.m./año a una elevación sobre el nivel del mar de 1711 metros en promedio.

Con relación al estado actual de los guaduales en los Municipios de Morales y Piendamó Cauca, se encontró que una de cada tres fincas visitadas, tenía mínimas condiciones de mantenimiento y entresacas excesivas, razones que impedían tomarlas en cuenta para la realización del estudio, lo que demuestra la importancia de continuar el proceso investigativo en el sector silvicultural de la Guadua para la preservación del recurso.

Las densidades más frecuentes de Guadua reportadas en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca están entre los 4.800 y los 6.000 culmos por hectárea, con un total de 9 casos de los 15 sometidos a estudio lo que demuestra un gran potencial productivo de este recurso para estos municipios.

La clasificación de densidades presentó un patrón de homogeneidad que permitió una mejor apreciación y análisis de la variable densidad, lo que facilitó identificar que hay una mayor uniformidad diamétrica en las clases de densidad media y alta, y una mayor variabilidad en los diámetros de rodales con densidades bajas.

El análisis de correlación permitió determinar la relación e influencia existente entre las variables dendrométricas y las variables de rodal (densidad, Guadua comercial, intensidad de cosecha, área basal, cultivos asociados y clases de densidad) lo que permitió inferir sobre la situación de los rodales con base en el análisis de algunas de estas variables.

Para los rodales evaluados en los Municipio de Morales y Piendamó, Cauca, la densidad presentó un alto grado de correlación con el área basal que hizo factible la realización de un modelo de matemático que permite el cálculo de área basal partiendo de la densidad de un rodal.

La densidad no influyó en el incremento o disminución de los diámetros a la altura del pecho de los culmos y estos a su vez no influyeron en el área basal de los rodales lo que ratifica otros estudios que demuestran el particular patrón de crecimiento que presenta la Guadua.

El coeficiente de un rodal de Guadua ideal (R.G.I.) puede ser empleado para la evaluación y diagnóstico de un rodal de cualquier tamaño y en cualquier lugar, ya que este se fundamenta en la proporción de los estados de madurez de un guadua ideal.

Rodales con un R.G.I. $<0,4$ presentan muy poca dinámica y tienen un muy bajo potencial de futura cosecha por otra parte los guaduales que presentan un coeficiente R.G.I. $>0,5$ indican una baja disponibilidad de culmos aprovechables y para estos casos se busca incrementar la disponibilidad actual para una segunda o tercera cosecha.

Se determinaron tres tipos de guaduales de acuerdo al coeficiente (R.G.I.) y dos subtipos según su densidad, la intensidad de cosecha y el ciclo de corta fueron sugeridos de acuerdo a estos dos parámetros.

Los rodales que presentan un coeficiente R.G.I. entre 0,4 y 0,5 y una densidad mayor a 3.000 culmos por hectárea, muestran las condiciones de un rodal de Guadua ideal y tendrán la capacidad de recuperación suficiente para soportar intensidades de cosecha relativamente altas (35 y 45%), con ciclos de corta entre los 18 y 24 meses, dependiendo de la respuesta del rodal a la intensidad de cosecha aplicada.

7. RECOMENDACIONES

Se deben evaluar los procesos de renovación pos-aprovechamiento y la respuesta de los guaduales a las intensidades de cosecha y los ciclos de corta aplicados debido a que estas nuevas valoraciones permitirán tener un conocimiento más completo acerca de la Guadua para el departamento del Cauca.

Es conveniente iniciar procesos de capacitación para los cultivadores y productores de Guadua haciendo énfasis en el potencial comercial, en el valor agregado y en el manejo sostenible del recurso, con el fin de incrementar el total de áreas sembradas en la región.

Es esencial la aplicación de las prácticas silviculturales básicas para cualquier guadual como el desganche, la socla, la entresaca selectiva, el repique y esparcimiento, lo cual garantice la sostenibilidad ambiental y comercial de los rodales de Guadua.

Se hace necesario incentivar la investigación en campos como aporte nutricional del suelo y condiciones ideales del mismo en plantaciones para la especie *Guadua angustifolia kunth* en el departamento del Cauca, que permitan mejorar esta práctica cultural y aumentar los rendimientos en todo su estado vegetativo.

Se deben dar a conocer los resultados de la presente investigación a productores y personas relacionadas con el primer eslabón de la cadena productiva de la Guadua (silvicultura de la Guadua) en el departamento del Cauca, ya que esta investigación presenta herramientas para el manejo y aprovechamiento de la Guadua diseñadas con las condiciones propias de esta región.

Se debe incentivar el manejo de los rodales de Guadua con un enfoque comercial, que permita potencializar las cualidades naturales de este recurso en toda la comunidad caucana promoviendo la organización comunitaria que permitan la unión y certificación de pequeños productores de Guadua.

Es importante incentivar la conservación y manejo de este recurso para la protección de caudales y preservación de biodiversidad asociada a este tipo de ecosistemas.

Se deben unificar criterios de evaluación, que les permita a los productores de Guadua identificar las condiciones de mantenimiento, en las que se encuentra su guadua y así poder aplicar las respectivas y más apropiadas prácticas silviculturales.

Se hace pertinente planificar y organizar las actividades de cosecha y demás prácticas silviculturales que conlleven a un óptimo rendimiento y producción sostenible del guadua.

Es idóneo crear fuentes de material vegetal óptimas para la siembra, como viveros y almácigos caseros que permitan incrementar el área y número de rodales de Guadua en el departamento.

BIBLIOGRAFÍA

ALDANA, Marybel y RODRIGUEZ, Hernán. Organización de la cadena de la guadua, caracterización de eslabones, actores y procesos. Armenia, 2004. Gobernación de Quindío, secretaria de desarrollo económico, rural y ambiental. 13-15 p.

BETANCOURT, Adriana y ORTEGA, Esneda. Guadua: Alternativa sostenible de desarrollo Cadena productiva del Cauca. Popayán, 2005. C.R.C. 20p.

CAMARGO, Juan; GARCÍA, Jorge y MORALES, Tito. Bases para la planificación y manejo silvicultural de bosques de guadua: una aplicación a nivel de finca en la zona cafetera de Colombia. Postergraph, 2007. s.n. 85 p. ISBN 978-958-8272-78.

----- . Mensura e inventario forestal para la planificación y manejo sostenible de bosques de guadua. Postergraph, 2007. s.n. 19-118p. ISBN 978-958-8272-88-7.

----- . Términos de referencia para la formulación de planes de manejo y aprovechamiento sostenible de guaduales. Pereira, 2008. s.n. 11-41p. ISBN 978-958-722-009-4.

C.R.C. Variabilidad de la guadua (*Guadua angustifolia kunth*) en la cuenca Cauca, departamento del Cauca. Feriva, 2005. C.R.C. 20-40p. ISBN 958-33-6762-1.

GARCIA, Jorge. Definición de áreas óptimas de calidad de Guadua (*Guadua angustifolia kunth*), orientada a satisfacer las necesidades del mercado. Pereira 2004, 118p. Trabajo de grado (Magister Scientiae). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial. Departamento de Maestría en investigación de operaciones y estadística.

GIRALDO, Edgar y SABOGAL, Aureliano. Una alternativa sostenible: La Guadua. 3 ed. Optigraf, 2007. C.R.Q. 192p. ISBN 958-96754-0-9.

GRANADOS, Humberto. Hermosa gramínea. Popayán, 2004. Editorial López; acción ambiental muestra vida. 5-12 p.

JARAMILLO, Carlos; LONDOÑO, Ingrid y CAMARGO, Juan. Conceptos básicos para el manejo silvicultural de la Guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) en el eje cafetero de Colombia. Postergraph, s.f. s.n. 26 p. ISBN 978-958-8272-63-4.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 2002. Norma Unificada en Guadua: Reglamentación para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de Guadua, caña brava y bambúes. Proyecto manejo sostenible de bosques en Colombia. Convenio 021 de 2001.

MORENO, Rubén. Norma unificada para el manejo de la Guadua en el eje cafetero Tolima-Valle del Cauca. [en línea]. s.l. Ministerio del Medio Ambiente – GTZ – CORPOCALDAS – CRQ – CARDER – CORTOLIMA – CVC, 2002.

OSPINA, Román. Curso de manejo y ordenación de bosques. Universidad del Cauca; facultad de ciencias agropecuarias. 2005. s.n. 22 p.

REINA, José y GOMEZ, Byron. Guaduales en la cuenca cauca departamento del Cauca. Comportamiento ambiental y contextos. Feriva, 2006. C.R.C., Universidad nacional de Colombia sede Palmira. 30-56p. ISBN 958-8095-35-2.

RUIZ, Leyder y POTOSÍ, Carmen. Variabilidad de la Guadua (*Guadua angustifolia kunth*) en la cuenca Cauca, departamento del Cauca. Popayán, 2005. Corporación Autónoma Regional del Cauca, C.R.C.; Palmira; Universidad Nacional de Colombia. 47 p.

ANEXOS

ANEXO 1.

Formato de planilla de campo para inventario de Guadua en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

Municipio: _____ Vereda: _____
 Propietario: _____ Nombre del Predio: _____
 Responsable: _____ Fecha: _____
 Número del rodal: _____ Parcela: _____.

Guadua N°	Estado de madurez	DAP	Observaciones
Total		D. promedio	

Fuente: El Autor.

Biotipo de Guadua predominante: _____
Cultivo Asociado al Guadual: _____
Número de tocones: _____
Parcela N° _____. Coordenadas (X: _____) (Y: _____)
Altura estimada (culmos): _____
Observaciones: _____

ANEXO 2.

Cartera de campo para el levantamiento topográfico del rodal.

Cartera de campo para levantamiento topográfico del rodal.					
Pto.	Nombre pto.	altura (msnm)	orden	X	Y

Fuente: El Autor.

ANEXO 3

Tabla rodal 003 para la finca ubicada en la vereda Santa Rosa del Municipio de Morales, Cauca 2009.

	Renuevo	Verde	Maduro	Sobre maduro	Seco	Total	Total aprovechable	Vol. (m³)	Total comercial	Vol. (m³)												
Total Nº culmos	38	150	72	25	41	326	138	13,8	97	9,70												
%	11,66	46,01	22,09	7,67	12,58	100,00	42,33		29,75													
media/p.	12,67	50,00	24,00	8,33	13,67	108,67	46	4,6	32,33	3,23												
media/rodal	363,53	1435,00	688,80	239,17	392,23	3118,73	1320,2	132,02	927,97	92,80												
media/ha.	1266,67	5000,00	2400,00	833,33	1366,67	10866,67	4600	460	3233,33	323,33												
							Estructura del rodal deacuerdo a su estado de madurez <table><caption>Estructura del rodal de acuerdo a su estado de madurez</caption><thead><tr><th>Estado de madurez</th><th>Porcentaje (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>renuevos</td><td>11,66</td></tr><tr><td>verdes</td><td>46,01</td></tr><tr><td>maduras</td><td>22,09</td></tr><tr><td>sobremaduras</td><td>7,67</td></tr><tr><td>secas</td><td>12,58</td></tr></tbody></table>				Estado de madurez	Porcentaje (%)	renuevos	11,66	verdes	46,01	maduras	22,09	sobremaduras	7,67	secas	12,58
Estado de madurez	Porcentaje (%)																					
renuevos	11,66																					
verdes	46,01																					
maduras	22,09																					
sobremaduras	7,67																					
secas	12,58																					
dâp/rodal.	9,67	8,85	7,57	9,47	8,53	8,82																
estado fitosanitario																						
perforaciones	2	6				8																
partidos					7	7																

En las tres parcelas se encontró un total de 85 culmos aprovechados con cortes mal realizados, 7 secos partidos y 8 con perforaciones del culmo.

Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 40 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico

Se encontró una superficie aproximada a los 2870m² con cobertura de Guadua.

Altura pro1/2 del gradual: 16,62m.

Fuente: El Autor.

ANEXO 4

Tabla rodal 004 para la finca ubicada en la vereda Santa Rosa del Municipio de Morales, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduraos	Sobremaduro	Secas	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)												
Total N° culmos	3	2	4	68	1	78	73	7,3	72	7,20												
%	3,85	2,56	5,13	87,18	1,28	100,00	93,59		92,31													
media/p.	3	2	4	68	1	78,00	73	7,3	72,00	7,20												
media/rodal	15,20	10,13	20,26	344,42	5,07	395,07	369,745	36,9745	364,68	36,47												
media/ha.	300,00	200,00	400,00	6800,00	100,00	7800,00	7300	730	7200,00	720,00												
dâp/rodal.	12,84	13,21	11,78	11,51	15,28	12,92	Estructura del rodal de acuerdo a su estado de madurez <table><thead><tr><th>Estado de madurez</th><th>Porcentaje (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>renuevo</td><td>3,85</td></tr><tr><td>verde</td><td>2,56</td></tr><tr><td>maduro</td><td>5,13</td></tr><tr><td>sobremaduro</td><td>87,18</td></tr><tr><td>seco</td><td>1,28</td></tr></tbody></table>				Estado de madurez	Porcentaje (%)	renuevo	3,85	verde	2,56	maduro	5,13	sobremaduro	87,18	seco	1,28
Estado de madurez	Porcentaje (%)																					
renuevo	3,85																					
verde	2,56																					
maduro	5,13																					
sobremaduro	87,18																					
seco	1,28																					
estado fitosanitario																						
perforaciones	1	1			2																	
secos partidos					0																	

En la parcela se encontró un total de 63 tallos de Guadua aprovechados en condiciones buenas a regulares y 2 con perforaciones del culmo

Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 40 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico

debido al tamaño del rodal y a que solamente salió una sola parcela, no hay necesidad de realizar calculo de error

Se encontró una superficie aproximada a los 506,5m2 con cobertura de Guadua.

Se encuentra rodeado por un brazo de la quebrada el Almorzadero.

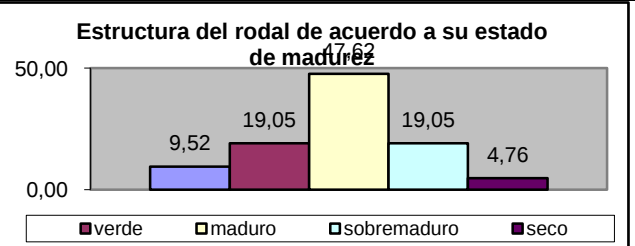
Altura pro1/2 del guadual: 15,3m.

Fuente: El Autor.

ANEXO 5

Tabla rodal 005 para la finca ubicada en la vereda San Rafael del Municipio de Morales, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduros	Sobremaduro	Secos	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)
Total N° culmos	2	4	10	4	1	21	15	1,5	14	1,40
%	9,52	19,05	47,62	19,05	4,76	100,00	71,43		66,67	
media/p.	2	4	10	4	1	21,00	15	1,5	14,00	1,40
media/rodal	30,74	61,48	153,70	61,48	15,37	322,77	230,55	23,055	215,18	21,52
media/ha.	200,00	400,00	1000,00	400,00	100,00	2100,00	1500	150	1400,00	140,00
dâp/rodal.	11,46	10,03	8,02	9,87	7,96	9,47				
estado fitosanitario										
perforaciones						0				
secos partidos						0				



Estado de madurez	Porcentaje (%)
verde	9,52
maduro	19,05
sobremaduro	47,62
seco	4,76

En la parcela se encontró un total de 16 tallos de Guadua aprovechados en condiciones buenas a regulares.

Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 45 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico debido al tamaño del rodal y a que solamente salió una sola parcela, no hay necesidad de realizar calculo de error

Se encontró una superficie aproximada a los 1537m2 con cobertura de Guadua.

Se encuentra asociado a cultivos de café y se encontraron especies asociadas como el pomoroso y palma de chontaduro.

Altura pro1/2 del guadual: 18,5m.

Fuente: El Autor.

ANEXO 6

Tabla rodal 006 para la finca ubicada en la vereda San Rafael del Municipio de Morales, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduros	Sobremaduro	Secos	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)												
Total N° culmos	7	8	15	17	0	47	32	3,2	32	3,20												
%	14,89	17,02	31,91	36,17	0,00	100,00	68,09		68,09													
media/p.	7	8	15	17		47,00	32	3,2	32,00	3,20												
media/rodal	18,83	21,52	40,35	45,73	0,00	126,43	86,08	8,61	86,08	8,61												
media/ha.	700,00	800,00	1500,00	1700,00	0,00	4700,00	3200	320	3200,00	320,00												
							Estructura del rodal de acuerdo a su estado de madurez <table><thead><tr><th>Estado de madurez</th><th>Porcentaje (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>renuevo</td><td>14,89</td></tr><tr><td>verde</td><td>17,02</td></tr><tr><td>maduro</td><td>31,91</td></tr><tr><td>sobremaduro</td><td>36,17</td></tr><tr><td>seco</td><td>0,00</td></tr></tbody></table>				Estado de madurez	Porcentaje (%)	renuevo	14,89	verde	17,02	maduro	31,91	sobremaduro	36,17	seco	0,00
Estado de madurez	Porcentaje (%)																					
renuevo	14,89																					
verde	17,02																					
maduro	31,91																					
sobremaduro	36,17																					
seco	0,00																					
dâp/rodal.	13,56	13,89	12,04	12	12,87																	
estado fitosanitario																						
perforaciones					0																	
partidos					0																	

En la parcela se encontró un total de 21 tallos de Guadua aprovechados en condiciones buenas a regulares.

Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 40 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico debido al tamaño del rodal y a que solamente salió una sola parcela, no hay necesidad de realizar calculo de error

Se encontró una superficie aproximada a los 269m2 con cobertura de Guadua.

Altura pro1/2 del guadual: 17.5m.

Fuente: El Autor.

ANEXO 7

Tabla rodal 007 para la finca ubicada en la vereda San Rafael del Municipio de Morales, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduros	Sobremaduro	Secas	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)												
Total N° culmos	6	17	38	8	1	70	47	4,7	46	4,60												
%	8,57	24,29	54,29	11,43	1,43	100,00	67,14		65,71													
media/p.	2,00	5,67	12,67	4,00	0,50	24,83	17,17	1,72	16,67	1,67												
media/rodal	78,76	223,15	498,81	157,52	19,69	977,94	676,02	67,60	656,33	65,63												
media/ha.	200,00	566,67	1266,67	400,00	50,00	2483,33	1716,67	171,67	1666,67	166,67												
							Estructura del rodal deacuerdo a su estado de madurez (%) <table><thead><tr><th>Estado de madurez</th><th>Porcentaje (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>renuevos</td><td>8,57</td></tr><tr><td>verdes</td><td>24,29</td></tr><tr><td>maduras</td><td>54,29</td></tr><tr><td>sobremaduras</td><td>11,43</td></tr><tr><td>secas</td><td>1,43</td></tr></tbody></table>				Estado de madurez	Porcentaje (%)	renuevos	8,57	verdes	24,29	maduras	54,29	sobremaduras	11,43	secas	1,43
Estado de madurez	Porcentaje (%)																					
renuevos	8,57																					
verdes	24,29																					
maduras	54,29																					
sobremaduras	11,43																					
secas	1,43																					
dâp/rodal.	9,75	8,98	9,28	9,01	9,00	9,20																
estado fitosanitario																						
perforaciones						0																
partidos			3		1	4																

En las tres parcelas se encontró un total de 112 culmos aprovechados con cortes buenos a regulares, 4 secos partidos y ninguno con perforaciones del culmo

Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 40 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico

El Guadual se encuentra asociado con cultivos de Heliconias, además de algunas plantas de café y algunas especies arboreas como el aguacate y el limón

Se encontró una superficie aproximada a los 3938m² con cobertura de Guadua.

Altura pro1/2 del guadual: 14,5m.

Fuente: El Autor.

ANEXO 8

Tabla rodal 008 para la finca ubicada en la vereda Mata Redonda del Municipio de Piendamó, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduros	Sobremaduro	Secos	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)
Total N° culmos	4	21	18	5		48	23	2,3	23	2,30
%	8,33	43,75	37,50	10,42	0,00	100,00	47,92		47,92	
media/p.	4	21	18	5		48,00	23	2,3	23,00	2,30
media/rodal	25,80	135,45	116,10	32,25	0,00	309,60	148,35	14,84	148,35	14,84
media/ha.	400,00	2100,00	1800,00	500,00	0,00	4800,00	2300	230	2300,00	230,00
dâp/rodal.	10,19	10,16	9,05	8,72		9,53				
estado fitosanitario										
perforaciones						0				
partidos						0				
caidos		4				4				

Estructura del rodal de acuerdo a su estado de madurez

Estado de madurez	Porcentaje (%)
renuevo	8,33
verde	43,75
maduro	37,50
sobremaduro	10,42
seco	0,00

En la parcela se encontró un total de 67 tallos de Guadua aprovechados en condiciones buenas a regulares.

Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 40 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico debido al tamaño del rodal y a que solamente salió una sola parcela, no hay necesidad de realizar calculo de error

Se encontró una superficie aproximada a los 645m2 con cobertura de Guadua.

Altura pro1/2 del guadua: 18m.

Fuente: El Autor.

ANEXO 9

Tabla rodal 009 para la finca ubicada en la vereda Mata Redonda del Municipio de Piendamó, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduros	Sobremaduro	Secos	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)
Total N° culmos	5	6	8	6		25	14	1,4	14	1,40
%	20,00	24,00	32,00	24,00	0,00	100,00	56,00		56,00	
media/p.	5	6	8	6		25,00	14	1,4	14,00	1,40
media/rodal	61,53	73,83	98,44	73,83	0,00	307,63	172,27	17,23	172,27	17,23
media/ha.	500,00	600,00	800,00	600,00	0,00	2500,00	1400	140	1400,00	140,00
dâp/rodal.	11,97	10,4	13,05	11,14		11,64				
estado fitosanitario										
perforaciones						0				
partidos						0				
caída	1		3			4				

Estructura del rodal de acuerdo a su estado de madurez

Estado de madurez	Porcentaje (%)
renuevo	20,00
verde	24,00
maduro	32,00
sobremaduro	24,00
seco	0,00

En la parcela se encontró un total de 48 tallos de Guadua aprovechados en condiciones buenas a regulares.

Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 40 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico debido al tamaño del rodal y a que solamente salió una sola parcela, no hay necesidad de realizar calculo de error

Se encontró una superficie aproximada a los 1230,5m2 con cobertura de Guadua.

Altura pro1/2 del guadua: 18m.

Fuente: El Autor.

ANEXO 10

Tabla rodal 010 para la finca ubicada en la vereda Corrales del Municipio de Piendamó, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduros	Sobremaduro	Secas	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)
Total N° culmos	9	5	19	12		45	31	3,1	31	3,10
%	20,00	11,11	42,22	26,67	0,00	100,00	68,89		68,89	
media/p.	9	5	19	12		45,00	31	3,1	31,00	3,10
media/rodal	91,53	50,85	193,23	122,04	0,00	457,65	315,27	31,53	315,27	31,53
media/ha.	900,00	500,00	1900,00	1200,00	0,00	4500,00	3100	310	3100,00	310,00
dâp/rodal.	13,56	13,89	12,04	12		12,87				
estado fitosanitario										
perforaciones						0				
partidos						0				

Estructura del rodal de acuerdo a su estado de madurez

Estado de madurez	Porcentaje (%)
renuevo	20,00
verde	11,11
maduro	42,22
sobremaduro	26,67
seco	0,00

En la parcela se encontró un total de 120 tallos de Guadua aprovechados en condiciones buenas a regulares.

Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 50 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico debido al tamaño del rodal y a que solamente salió una sola parcela, no hay necesidad de realizar calculo de error

Se encontró una superficie aproximada a los 1017m2 con cobertura de Guadua.

Altura pro1/2 del guadua: 19m.

Fuente: El Autor.

ANEXO 11

Tabla rodal 011 para la finca ubicada en la vereda Corrales del Municipio de Piendamó, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduros	Sobremaduro	Secos	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)
Total N° culmos	6	12	27	11	2	58	40	4	38	3,80
%	10,34	20,69	46,55	18,97	3,45	100,00	68,97		65,52	
media/p.	6	12	27	11	2	58,00	40	4	38,00	3,80
media/rodal	95,52	191,04	429,84	175,12	31,84	923,36	636,8	63,68	604,96	60,50
media/ha.	600,00	1200,00	2700,00	1100,00	200,00	5800,00	4000	400	3800,00	380,00
dâp/rodal.	9,4	9,71	9,74	8,62	11,14	9,72				
estado fitosanitario										
perforaciones						0				
partidos						0				
Caídos						0				

Estructura del rodal de acuerdo a su estado de madurez

Estado de madurez	Porcentaje (%)
renuevo	10,34
verde	20,69
maduro	46,55
sobremaduro	18,97
seco	3,45

En la parcela se encontró un total de 130 tallos de Guadua aprovechados en condiciones buenas a regulares.										
Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 60 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico										
Se encontró una superficie aproximada a los 1592m2 con cobertura de Guadua.										
Altura pro1/2 del guadual: 17,5m.										

Fuente: El Autor.

ANEXO 12

Tabla rodal 012 para la finca ubicada en la vereda Corrales del Municipio de Piendamó, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduros	Sobremaduro	Secas	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)
Total N° culmos	12	10	12	22	2	58	36	3,6	34	3,40
%	20,69	17,24	20,69	37,93	3,45	100,00	62,07		58,62	
media/p.	12	10	12	22	2	58,00	36	3,6	34,00	3,40
media/rodal	120,48	100,40	120,48	220,88	20,08	582,32	361,44	36,14	341,36	34,14
media/ha.	1200,00	1000,00	1200,00	2200,00	200,00	5800,00	3600	360	3400,00	340,00
dâp/rodal.	8,94	8,67	8,15	9,36	9,87	9,00				
estado fitosanitario										
perforaciones						0				
partidos						0				
caídos						0				

Estructura del rodal de acuerdo a su estado de madurez

Estado de madurez	Porcentaje (%)
renuevo	20,69
verde	17,24
maduro	20,69
sobremaduro	37,93
seco	3,45

En la parcela se encontró un total de 135 tallos de Guadua aprovechados en condiciones buenas a regulares.										
Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 60 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico										
Se encontró una superficie aproximada a los 1004m2 con cobertura de Guadua.										
Altura pro1/2 del guadual: 18m.										

Fuente: El Autor.

ANEXO 13

Tabla rodal 013 para la finca ubicada en la vereda Danubio del Municipio de Morales, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduros	Sobremaduro	Secos	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)
Total N° culmos	4	18	35	1		58	36	3,6	36	3,60
%	6,90	31,03	60,34	1,72	0,00	100,00	62,07		62,07	
media/p.	4	18	35	1		58,00	36	3,6	36,00	3,60
media/rodal	35,50	159,75	310,63	8,88	0,00	514,75	319,5	31,95	319,50	31,95
media/ha.	400,00	1800,00	3500,00	100,00	0,00	5800,00	3600	360	3600,00	360,00
dâp/rodal.	8,94	8,67	8,15	9,36	9,87	9,00				
estado fitosanitario										
perforaciones						0				
partidos						0				
caídos						0				

Estructura del rodal de acuerdo a su estado de madurez

Estado de madurez	Porcentaje (%)
renuevo	6,90
verde	31,03
maduro	60,34
sobremaduro	1,72
seco	0,00

En la parcela se encontró un total de 33 tallos de Guadua aprovechados en condiciones buenas a regulares.

Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 40 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico

Se encontraron algunas especies forestales como el nacedero y el yarumo.

Se encontró una superficie aproximada a los 887,5m2 con cobertura de Guadua.

Altura pro1/2 del guadua: 17m

Fuente: El Autor.

ANEXO 14

Tabla rodal 014 para la finca ubicada en la vereda Danubio del Municipio de Morales, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduros	Sobremaduro	Secas	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)												
Total N° culmos	14	16	27	42	1	100	70	7	69	6,90												
%	14,00	16,00	27,00	42,00	1,00	100,00	70,00		69,00													
media/p.	14	16	27	42	1	100,00	70	7	69,00	6,90												
media/rodal	80,99	92,56	156,20	242,97	5,79	578,50	404,95	40,50	399,17	39,92												
media/ha.	1400,00	1600,00	2700,00	4200,00	100,00	10000,00	7000	700	6900,00	690,00												
							Estructura del rodal de acuerdo a su estado de madurez <table><thead><tr><th>Estado de madurez</th><th>Porcentaje (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>renuevo</td><td>14,00</td></tr><tr><td>verde</td><td>16,00</td></tr><tr><td>maduro</td><td>27,00</td></tr><tr><td>sobremaduro</td><td>42,00</td></tr><tr><td>seco</td><td>1,00</td></tr></tbody></table>				Estado de madurez	Porcentaje (%)	renuevo	14,00	verde	16,00	maduro	27,00	sobremaduro	42,00	seco	1,00
Estado de madurez	Porcentaje (%)																					
renuevo	14,00																					
verde	16,00																					
maduro	27,00																					
sobremaduro	42,00																					
seco	1,00																					
dâp/rodal.	11,02	8,99	10,02	10,89	3,66	8,92																
estado fitosanitario																						
perforaciones						0																
partidos				3		3																
caídos						0																
afectados por hongos				2		2																

En la parcela se encontró un total de 110 tallos de Guadua aprovechados en condiciones buenas a regulares.

Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 40 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico

Se encontraron algunas especies forestales como el nacedero y el yarumo.

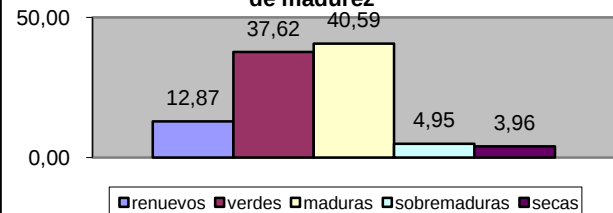
Se encontró una superficie aproximada a los 578,5m2 con cobertura de Guadua.

Altura pro1/2 del guadual: 17,5m.

Fuente: El Autor.

ANEXO 15

Tabla rodal 015 para la finca ubicada en la vereda Danubio del Municipio de Morales, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduras	Sobremaduro	Secos	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)												
Total N° culmos	13	38	41	5	4	101	50	5	46	4,60												
%	12,87	37,62	40,59	4,95	3,96	100,00	49,50		45,54													
media/p.	4,33	12,67	13,67	2,50	2,00	35,17	18,17	1,82	16,17	1,62												
media/rodal	139,45	407,61	439,79	80,45	64,36	1131,66	584,60	58,46	520,24	52,02												
media/ha.	433,33	1266,67	1366,67	250,00	200,00	3516,67	1816,67	181,67	1616,67	161,67												
							Estructura del rodal deacuerdo a su estado de madurez  <table><thead><tr><th>Estado</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>renuevos</td><td>12,87</td></tr><tr><td>verdes</td><td>37,62</td></tr><tr><td>maduras</td><td>40,59</td></tr><tr><td>sobremaduras</td><td>4,95</td></tr><tr><td>secas</td><td>3,96</td></tr></tbody></table>				Estado	Porcentaje	renuevos	12,87	verdes	37,62	maduras	40,59	sobremaduras	4,95	secas	3,96
Estado	Porcentaje																					
renuevos	12,87																					
verdes	37,62																					
maduras	40,59																					
sobremaduras	4,95																					
secas	3,96																					
dâp/rodal.	10,05	9,03	8,79	9,58	6,47	8,78																
estado fitosanitario																						
perforaciones					1	1																
partidos			1			1																

En las tres parcelas se encontró un total de 105 culmos aprovechados con cortes regulares y aceptables.

Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 55 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico

Se encontró una superficie aproximada a los 3218m² con cobertura de Guadua.

Altura pro1/2 del guadual: 17m.

Fuente: El Autor.

ANEXO 16

Tabla rodal 016 para la finca ubicada en la vereda Santa Rosa del Municipio de Morales, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduros	Sobremaduro	Secas	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)												
Total N° culmos		10	18	10	6	44	34	3,4	28	2,80												
%	0,00	22,73	40,91	22,73	13,64	100,00	77,27		63,64													
media/p.		10	18	10	6	44,00	34	3,4	28,00	2,80												
media/rodal	0,00	56,20	101,16	56,20	33,72	247,28	191,08	19,108	157,36	15,74												
media/ha.	0,00	1000,00	1800,00	1000,00	600,00	4400,00	3400	340	2800,00	280,00												
dâp/rodal.	13,56	13,89	12,04	12		12,87	Estructura del rodal de acuerdo a su estado de madurez <table><thead><tr><th>Estado de madurez</th><th>Porcentaje (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>renuevo</td><td>0,00</td></tr><tr><td>verde</td><td>22,73</td></tr><tr><td>maduro</td><td>40,91</td></tr><tr><td>sobremaduro</td><td>22,73</td></tr><tr><td>seco</td><td>13,64</td></tr></tbody></table>				Estado de madurez	Porcentaje (%)	renuevo	0,00	verde	22,73	maduro	40,91	sobremaduro	22,73	seco	13,64
Estado de madurez	Porcentaje (%)																					
renuevo	0,00																					
verde	22,73																					
maduro	40,91																					
sobremaduro	22,73																					
seco	13,64																					
estado fitosanitario																						
perforaciones					0																	
secos partidos					0																	

En la parcela se encontró un total de 43 tallos de Guadua aprovechados en condiciones regulares.

Observaciones: el rodal de Guadua tiene una edad aproximada de 40 años, se le hace aprovechamiento de tipo domestico

debido al tamaño del rodal y a que solamente salió una sola parcela, no hay necesidad de realizar calculo de error

Se encontró una superficie aproximada a los 562m2 con cobertura de Guadua.

Altura pro1/2 del guadual: 18m.

Fuente: El Autor.

ANEXO 17

Tabla rodal 017 para la finca ubicada en la vereda Mata Redonda del Municipio de Piendamó, Cauca 2009.

	Renuevos	Verdes	Maduros	Sobremaduro	Secas	Total	T. aprovechables	Vol. (m³)	T. comerciales	Vol. (m³)
Total N° culmos	5	1	17	33		56	50	5	50	5,00
%	8,93	1,00	17,00	33,00	0,00	59,93	50,00		50,00	
media/p.	5	1	17	33		56,00	50	5	50,00	5,00
media/rodal	52,35	10,47	177,99	345,51	0,00	586,32	523,5	52,35	523,50	52,35
media/ha.	500,00	100,00	1700,00	3300,00	0,00	5600,00	5000	500	5000,00	500,00
dâp/rodal.	10,76	9,23	10,39	11,05		10,36				
estado fitosanitario										
perforaciones						0				
partidos						0				
caídos						0				
afectados por hongos						0				

Estructura del rodal de acuerdo a su estado de madurez

Estado de madurez	Vol. (m³)
renuevo	8,93
verde	1,00
maduro	17,00
sobremaduro	33,00
seco	0,00

En la parcela se encontró un total de 51 tallos de Guadua aprovechados en condiciones buenas a regulares.

Observaciones: al rodal se le hace aprovechamiento de tipo domestico.

Se encontraron plantas de café asociadas con el guadual.

Se encontró una superficie aproximada a los 1047m2 con cobertura de Guadua.

Altura pro1/2 del guadual: 17,5m.

Fuente: El Autor.

ANEXO 18

Estadísticos descriptivos y ANAVA para el DAP y área basal reportados en 15 guaduales de los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

Rodal	N	Media (DAP)	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
3	326	8,7591	2,23703	8,5153	9,0028	3,50	13,37
4	78	11,6629	1,87504	11,2402	12,0857	6,05	15,28
5	21	9,0795	1,61898	8,3426	9,8165	5,09	12,10
6	47	12,5679	2,00213	11,9800	13,1557	8,59	16,55
7	70	9,1571	1,52720	8,7930	9,5213	4,00	12,50
8	48	9,5954	1,31147	9,2146	9,9762	6,68	12,73
9	25	11,7384	2,12061	10,8631	12,6137	5,73	16,23
10	45	9,8336	1,44706	9,3988	10,2683	5,57	12,41
11	58	9,5369	1,60994	9,1136	9,9602	4,77	11,94
12	58	8,9238	1,73521	8,4675	9,3800	4,14	14,32
13	58	10,1190	2,35755	9,4991	10,7389	4,00	14,00
14	100	9,8344	2,62673	9,3132	10,3556	2,23	14,01
15	101	9,0324	1,90318	8,6567	9,4081	3,50	13,37
16	44	9,0795	,99967	8,7756	9,3835	7,00	12,00
17	56	10,7936	1,15041	10,4855	11,1017	7,96	13,37
Total	1135	9,6400	2,23329	9,5099	9,7700	2,23	16,55

Fuente: El Autor.

Análisis de Varianza para la variable DAP en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1282,953	14	91,639	23,471	,000
Intra-grupos	4372,974	1120	3,904		
Total	5655,927	1134			

Fuente: El Autor.

Análisis de varianza para la variable G en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	10672,041	14	762,289	24,416	,000
Intra-grupos	187,322	6	31,220		
Total	10859,363	20			

Fuente: El Autor.

ANEXO 19

Análisis de la regresión: G versus N.

Variable	Coef	SE Coef	T	P
Constante	6,032	5,354	1,13	0,274
N	0,0065728	0,0008661	7,59	0,000

S = 11,9086

R² = 0,752

R² (ajustado) = 0,739

Análisis de varianza.

Origen	DF	SS	MS	F	P
Regresión	1	8168,2	8168,2	57,60	0,000
Residual del error	19	2694,5	141,8		
Total	20	10862,7			

Fuente: El Autor.

ANEXO 20

Frecuencia de los cultivos asociados a los 15 rodales de Guadua en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Tipos de Cultivos.	Café	4	26,7	26,7
	Café y Plátano	5	33,3	60,0
	Café, pancojer y sp. forestales	1	6,7	66,7
	Heliconias	1	6,7	73,3
	Ninguno	1	6,7	80,0
	Plátano	3	20,0	100,0
	Total	15	100,0	

Fuente: El Autor.

ANEXO 21

Base de datos para los 15 rodales de Guadua evaluados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

RODAL	PARCELA	RENUEVO	VERDE	MADURO	S.MADURO	SECO	N	GUA.CMLE	I.C.REG	DÂP	DS.DÂP	H	G	CULT.ASO	BIOTIPO	CLS.DENS
003	1	1600	7700	1900	500	1200	12900	3600	60	7,83	2,06	16,62	66,42	café	macho	3
003	2	900	2300	3000	1200	1600	9000	5800	5	10,19	1,85	16,62	75,83	café	macho	3
003	3	1300	5000	2300	800	1300	10700	4400	39	8,67	2,13	16,62	66,97	café	macho	3
004	4	300	200	400	6800	100	7800	7300	46	11,66	1,88	15,3	85,46	café	macho	2
005	5	200	400	1000	400	100	2100	1500	52	9,08	1,62	18,5	14,01	café, pomo	macho	1
006	6	700	800	1500	1700	0	4700	3200	40	12,57	2,00	17,5	59,76	café y pla	macho	2
007	7	200	400	1000	400	0	2000	1400	75	10,23	1,48	14,5	16,75	heliconias,	cotuda	1
007	8	300	300	800	400	0	1800	1200	77	8,45	1,29	14,5	10,32	heliconias,	cotuda	1
007	9	100	1000	2000	0	100	3200	2100	59	8,89	1,35	14,5	20,30	heliconias,	cotuda	1
008	10	400	2100	1800	500	0	4800	2300	74	9,60	1,31	18	35,35	café	macho	2
009	11	500	600	800	600	0	2500	1400	77	11,74	2,12	18	27,91	café y pla	macho	1
010	12	900	500	1900	1200	0	4500	3100	79	9,83	1,45	19	34,90	plátano	cotuda y m	1
011	13	600	1200	2700	1100	200	5800	4000	76	9,54	1,61	17,5	42,59	plátano	cotuda y m	2
012	14	1200	1000	1200	2200	200	5800	3600	79	8,92	1,74	18	37,62	plátano	cotuda y m	2
013	15	400	1800	3500	100	0	5800	3600	48	10,12	2,36	17	49,13	café y pla	macho	2
014	16	1400	1600	2700	4200	100	10000	7000	61	9,83	2,63	17,5	81,33	café y pla	macho	3
015	17	200	1500	600	200	300	2800	1100	80	8,99	1,75	17	18,43	ninguno	macho	1
015	18	700	800	2400	0	0	3900	2400	54	9,64	2,14	17	29,82	ninguno	macho	1
015	19	400	1500	1100	300	100	3400	1500	68	8,37	1,53	17	19,31	ninguno	macho	1
016	20	0	1000	1800	1000	600	4400	3400	56	9,08	1,00	18	28,83	café	macho	2
017	21	500	100	1700	3300	0	5600	5000	51	10,79	1,15	17,5	51,82	café y pla	cotuda	2

Fuente: El Autor.

ANEXO 22

Evaluación de conceptos de manejo sostenible y protección ambiental aplicados por la comunidad campesina en los guaduales estudiados en los municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.

Rodal	Área del rodal (m²)	Municipio	Biotipo de Guadua	Procesos de renovación	Manejo silvicultural	Consideración comercial	Consideración ambiental
003	2.870	Morales	Macho	Buenos	No	No	Protección
004	506,5	Morales	Macho	Deficientes	Si	Si	Protección
005	1.537	Morales	Macho	Regulares	No	Si	Protección
006	269	Morales	Macho	Regulares	Si	Si	Protección
007	3.938	Morales	Cotuda	Escasos	Si	No	Protección
008	545	Piendamó	Macho	Buenos	No	No	Protección
009	1230,5	Piendamó	Macho	Buenos	No	Si	Ninguno
010	1.017	Piendamó	Macho y cotuda	Regulares	Si	Si	Protección
011	1592	Piendamó	Macho y cotuda	Regulares	Si	Si	Protección
012	1004	Piendamó	Macho y cotuda	Buenos	No	Si	Ninguno
013	887,5	Morales	Macho	Escasos	No	No	Ninguno
014	578,5	Morales	Macho	Regulares	Si	No	Ninguno
015	3.218	Morales	Macho	Buenos	Si	Si	Protección
016	562	Morales	Macho	Regulares	No	No	Protección
017	1.047	Piendamó	Cotuda	Escasos	No	Si	Ninguno

ANEXO 23

Mapas de los 15 rodales de Guadua evaluados en los Municipios de Morales y Piendamó, Cauca 2009.