

**EVALUACIÓN DE ADAPTABILIDAD DE LA GUADUA (*Guadua angustifolia* Kunt.)
EN LAS VEREDAS CALDERA BAJO Y SAN ANTONIO, MUNICIPIO DE
PASTO - NARIÑO.**

**LAURA ELIZABETH CABRERA BASTIDAS
CARLOS ANDRÉS DELGADO CHAMORRO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2005**

**EVALUACIÓN DE ADAPTABILIDAD DE LA GUADUA (*Guadua angustifolia* Kunt.)
EN LAS VEREDAS CALDERA BAJO Y SAN ANTONIO, MUNICIPIO DE
PASTO - NARIÑO.**

**LAURA ELIZABETH CABRERA BASTIDAS
CARLOS ANDRÉS DELGADO CHAMORRO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agroforestal**

**Presidente
LUZ AMALIA FORERO PEÑA I.F. M. Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2005**

Nota de aceptación

LUZ AMALIA FORERO I.F. M. Sc.
Presidente de Tesis

HUGO FERNEY LEONEL I.F. M. Sc.
Jurado Delegado

GERMÁN CHAVES J. I.A. Esp.
Jurado

CARLOS MOSQUERA I.A.
Jurado

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1 del acuerdo 324 del 11 de octubre de 1.966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Dedico a

Dios,

Mis padres por ser mis guías,

Mi hermana,

Mis tíos,

Mi sobrina,

Mis amigos y compañeros,

Y a Carlos Andrés por ayudarme a cumplir mis sueños y ser parte de ellos.

Laura Elizabeth Cabrera Bastidas

Dedico a

Dios,

Mis padres Hernando y Mariana, gracia por ser la base para poder cumplir con este objetivo,

Mis hermanos,

Mis abuelos,

Mis sobrinos,

Mis compañeros y amigos,

A Laura, compañera, amiga, apoyo, cómplice, gracias por formar parte de mi vida, de mis aspiraciones y mis sueños.

Carlos Andrés Delgado Chamorro

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a:

UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Germán Arteaga Meneses I.A. M.Sc. Decano Facultad de Ciencias Agrícolas.

Álvaro Castillo Marín I.A. Secretario Académico Facultad de Ciencias Agrícolas.

Luz Amalia Forero I.F. M.Sc. Directora de Programa de Ingeniería Agroforestal, por su tiempo y conocimientos aportados para llevar a cabo esta investigación.

Hugo Ferney Leonel I.F. M.Sc.; Germán Cháves J. I.A. Esp.; Carlos Mosquera I.A.; Luís Alberto Obando I.A. M.Sc. Docentes de La Facultad de Ciencias Agrícolas. Por su colaboración en el desarrollo de esta investigación.

Edmundo Cerón I.A. M.Sc, por ser el gestor del esta investigación y su asesoría en el trabajo comunitario.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Económico del Municipio de Pasto.

Germán Chávez. Secretario de Agricultura del Municipio de Pasto; Rubén Darío González Coordinador UMATA – Pasto; Plinio Pérez, Secretario de Desarrollo Comunitario de Pasto, por su colaboración constante para la gestión del proyecto.

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO, por la donación del material vegetal y la colaboración en la gira al Centro Ambiental de la Guadua.

Germán Hidalgo Coordinador Centro Ambiental de la Guadua – CORPONARIÑO, por su asesoría en el manejo del Cultivo de la Guadua.

A la comunidad del Corregimiento La Caldera, por permitirnos llevar a cabo esta investigación.

A todas las personas que hicieron posible que este trabajo se llevara a cabo.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Aspectos positivos y negativos para la participación comunitaria.	56
Tabla 2. Distribución de Plántulas, Prácticas y Área para cada Beneficiario del Proyecto.	58
Tabla 3. Promedios de Índices de Robustez por mes para La Caldera	59
Tabla 4. Resumen Estadístico para Diámetro en todos los Periodos.	60
Tabla 5. Contraste de Rangos Múltiples para Diámetro.	61
Tabla 6. Evolución Promedio de la Variable Diámetro (cm.) del Chusquín en el Centro Nacional para el Estudio del Bambú – Guadua, Quindío	61
Tabla 7. Resumen Estadístico para Altura en todos los Periodos.	64
Tabla 8. Contraste de Rangos Múltiples para altura.	65
Tabla 9. Evolución Promedio de la Variable Altura (cm.) del Chusquín en el Centro Nacional para el Estudio del Bambú – Guadua, Quindío	65
Tabla 10. Incremento Corriente Mensual de Diámetro para Guadua (<i>Guadua angustifolia</i> kunt), Corregimiento de La Caldera.	68
Tabla 11. Incremento Corriente Mensual de Diámetro para Guadua (<i>Guadua angustifolia</i> kunt), Corregimiento de La Caldera.	69
Tabla 12. Tasas Mensuales de Crecimiento Promedio (Incremento Corriente Mensual – ICM Incremento Medio Mensual IMM) para las Variables Diámetro y Altura en el corregimiento La Caldera – Pasto y Córdoba – Quindío.	69

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.	Histograma de Distribución de Frecuencia para Diámetro de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Primer Período (Siembra). 62
Figura 2.	Histograma de Distribución de Frecuencia para Diámetro de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Segundo Período (30 días). 63
Figura 3.	Histograma de Distribución de Frecuencia para Diámetro de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Tercer Período (60 días). 63
Figura 4.	Histograma de Distribución de Frecuencia para Diámetro de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Cuarto Período (90 días). 64
Figura 5.	Histograma de Distribución de Frecuencia para Altura de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Primer Período (Siembra). 66
Figura 6	Histograma de Distribución de Frecuencia para Altura de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Segundo Período (30 días). 67
Figura 7	Histograma de Distribución de Frecuencia para Altura de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Tercer Período (60 días). 67
Figura 8	Histograma de Distribución de Frecuencia para Altura de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el cuarto Período (90 días). 68

ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Mapa Corregimiento La Caldera.	78
Anexo B. Síntesis de Procedimiento Metodológico.	79
Anexo C. Análisis de Suelos para las Cuatro Fincas.	80
Anexo D. Tabla de Datos para Diámetro en los Cuatro Periodos Evaluados.	81
Anexo E. Tabla de Datos para Altura en los Cuatro Periodos Evaluados.	82
Anexo F. Lista de Asistencia a Primera Jornada de Motivación	83
Anexo G. Lista de Agricultores Inscritos al Proyecto de “Evaluación de la Adaptabilidad de la Guadua, corregimiento de la Caldera, Municipio de Pasto”.	84
Anexo H. Análisis de Varianza para Diámetro durante los 90 días de Evaluación.	85
Anexo I. Contraste de Rangos Múltiples para Diámetro.	85
Anexo J. Análisis de Varianza para Altura durante los 90 días de Evaluación.	86
Anexo K. Contraste de rangos múltiples para altura.	86
Anexo L. Correlación Tiempo – Diámetro.	87
Anexo M. Correlación Tiempo – Altura.	87

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. MARCO TEORICO	19
1.1 ANTECEDENTES	19
1.2 GENERALIDADES DE LA GUADUA	19
1.2.1 Clasificación Botánica	20
1.2.2 Morfología de la Guadua	21
1.2.3 Formas de Reconocer la Guadua en Campo	22
1.2.4 Tipos Biológicos de Guadua	23
1.2.5 Fases de Desarrollo	24
1.2.6 Condiciones Ecológicas para el Desarrollo de la Guadua	25
1.2.7 Reproducción y Propagación	30
1.2.8 Silvicultura de la Guadua	32
1.2.9 Aprovechamiento	36
1.2.10 Usos	37
1.3 TÉCNICAS PARA EL PROCESO DE EXTENSIÓN	43
2. DISEÑO METODOLÓGICO	46
2.1 LOCALIZACIÓN	46
2.2 ASPECTOS GENERALES DE LA ZONA	46
2.3 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LA CALDERA	46
2.4 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	47

2.5	MUESTREO PARA LA EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE LA GUADUA	50
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
3.1	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	52
3.2	CARACTERÍSTICAS DE LAS FINCAS SELECCIONADAS	52
3.3	CAPACITACIONES	55
3.4	SELECCIÓN DE LAS PRÁCTICAS AGROFORESTALES CON GUADUA	56
3.5	SIEMBRA DEL MATERIAL VEGETAL	57
3.6	VARIABLES EVALUADAS	59
3.6.1	Porcentaje de Supervivencia	59
3.6.2	Índice de Robustez	59
3.6.3	Díámetro basal	60
3.6.4	Altura de las Plántulas	64
4.	CONCLUSIONES	72
5.	RECOMENDACIONES	73
	BIBLIOGRAFÍA	74
	ANEXOS	77

GLOSARIO

Acodos: técnica de reproducción mediante la cual se provoca la emisión de raíces en una rama, para cortarla y separarla de la planta madre.

Aguzamiento: terminación en forma de punta o lanza.

Aporque: acercar tierra suelta y fértil alrededor de las plántulas jóvenes.

Biotipos: tipo o forma biológica de una planta que se define según la morfología general del vegetal.

Brote o renuevo: primera fase de desarrollo de la guadua, comprende desde el momento que emerge, hasta el final de su crecimiento longitudinal.

Caimán o Rizoma: un tipo de tallo horizontal, subterráneo y ramificado.

Chusquín: brotes que salen del rizoma, se observan en forma de retoños.

Culmo: tallo de hasta 20 m. de altura, formado por nudos y entrenudos, separados de acuerdo a la variedad o forma.

Desganche: cortar las riendas laterales a una altura de 3 m.

Nudos: área del tallo donde crecen ramas con hojas.

Entresaca: cortar y extraer las guaduas a aprovechar, como también las secas, dobladas y malformadas.

Hojas caulinares: órganos foliares modificados, protegen al culmo-tallo en su crecimiento, mientras éste las conserva se denomina brote o renuevo.

Propágulo: cualquier parte o segmento de una planta que mediante reproducción asexual origine una nueva planta.

Repique: remover la tierra cercana a los renuevos para estimular su crecimiento.

Riendas laterales: ramas laterales que salen de las yemas del tallo.

Rodales: Unidad básica del bosque geográficamente continua, cubierta con árboles de características homogéneas.

Socola: limpiar el gradual de malezas y rastrojo que dificultan la movilización.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Corregimiento La Caldera, municipio de Pasto; el área de estudio ubicada en este corregimiento presenta una altitud entre 1800 y 2100 m.s.n.m., con temperatura promedio de 18°C y precipitación de 1200 a 2000 mm/año.

Con el propósito de fomentar prácticas agroforestales con Guadua (*Guadua angustifolia* Kunt) como alternativa sostenible para esta región, se promovió la siembra de esta especie y se evaluó la adaptabilidad en las veredas La Caldera y San Antonio, Municipio de Pasto.

La selección de las prácticas se realizó conjuntamente con la comunidad, la metodología empleada para este propósito fue tomada de la Guía de Diagnóstico y Reordenamiento Sostenible de la Finca Campesina, del Instituto Mayor Campesino – IMCA (2003).

El material vegetal se obtuvo del banco de propagación del Centro Ambiental de la Guadua – CORPONARIÑO, ubicado en el municipio de Chachagüí. Se sembró en total 1290 chusquines de guadua (*Guadua angustifolia* Kunt.) distribuidos en un área aproximada de 8221m² y 500 m lineales en 11 fincas.

Para determinar la adaptabilidad de la Guadua, se realizaron evaluaciones de las variables diámetro, altura, porcentaje de sobrevivencia e índice de robustez en cuatro fincas elegidas al azar, con un muestreo aleatorio a 60 plántulas a partir del momento de la siembra y posteriormente, a los 30, 60 y 90 días.

Los datos obtenidos cada 30 días se sometieron a Análisis de Varianza - ANDEVA, obteniendo como resultado que la guadua mostró favorable adaptabilidad. El crecimiento aproximado por plántula a los 90 días fue de 3,5 cm. de altura y 0,14 cm. de diámetro, sin diferencias significativas entre las fincas evaluadas, ni entre localidades.

La tasa promedio de crecimiento en diámetro y altura fue de 0,06 cm. y 2,64 cm. respectivamente. El porcentaje de sobrevivencia fue del 87%, en las condiciones de la zona de La Caldera. El índice de robustez fue de 57,7 al momento de la siembra y disminuyó 90 días después de la siembra a 45,3.

ABSTRACT

The present work was carried out in the Jurisdiction of La Caldera, municipality of Pasto. The area of study located in this jurisdiction shows an altitude between 1800 and 2100 meters above sea level, with a mean temperature of 18°C and a rainfall of 1200 to 2000 mm per year.

With the goal to foment some Agroforestry practices with Guadua (*Guadua angustifolia* kunt) as a supporting alternative in this region, the sowing of the species was promoted and adaptability in La Caldera, and San Antonio, municipality of Pasto was tested.

The practice selection was done with community's help, the methodology used to get this goal was taken from Diagnosis and Supporting Rearrangement of Country Farm Guide published by the Farm Main Institute – IMCA (2003).

The plant matter was obtained from breeding bank in the Environmental Center of Guadua – CORPONARIÑO, located in the municipality of Chachagüí. A total of 1300 – Guadua (*Guadua angustifolia* kunt) plantlets was sown which were distributed into a nearly 8221 – square – meter – area – and 500 – lineal – meter in 11 farms.

To determine Guadua adaptability, the evaluation of diameter, height, surviving percentage and hardiness rate variables was done in four farms chosen at random with an aleatory sample of 60 plantlets from sowing time and later, to 30, 60 and 90 days.

Data obtained each 30 – day period were undergone to Variance Analysis – ANDEVA. As a result, Guadua showed a favorable adaptability. The approximate growing to 90 days was 3,5 cm. in height per plant, 0,14 cm. in diameter, without meaningful differences among tested farms or areas.

The mean rate of growing in diameter and height was 0,06 cm. and 2,64 cm. respectively. The surviving percentage was 87%, in accordance to conditions present in La Caldera. The hardiness rate was 57,7 at the sowing moment and it decreased 90 days after sowing to 45,3.

INTRODUCCIÓN

La planificación de proyectos y la selección de zonas aptas para el establecimiento de plantaciones forestales dentro de la finca campesina, debe basarse en fundamentos ecológicos, siendo la evaluación de los suelos, del clima y de la adaptabilidad de la especie, esenciales para asegurar la mayor productividad de las áreas cultivables o reforestables.

Algunas áreas pertenecientes a la subcuenca media del Río Pasto, municipio de Pasto, presentan condiciones climáticas muy favorables para el desarrollo vegetativo de la guadua, con un alto potencial de uso como material vegetal para la reforestación de las cuencas hidrográficas, además del aprovechamiento y manejo racional del cultivo.

Debido a ésto y en general a su enorme importancia socio-económica y ambiental, el cultivo de la guadua está llamado a ocupar un lugar importante dentro de los planes de desarrollo agroecológico de nuestra región.

En el diagnóstico realizado por UMATA - Pasto, (1996)¹ en el corregimiento de la Caldera, sobre la problemática socio-económica y ambiental de la zona, se encontró que la ampliación de la frontera agrícola del cultivo del fique (*Furcraea fique*) se hace a costa de la deforestación y a la utilización de terrenos localizados en zonas en donde la posibilidad de degradación de sus recursos es alta, lo que en un futuro se traducirá en baja rentabilidad de las cosechas y por ende bajo nivel de vida de la familia campesina.

Giraldo y Sabogal (1999)² afirman que la guadua por sus excelentes propiedades físico – mecánicas, por su resistencia al ataque de insectos, por su belleza escénica y tal vez, por lo más importante, la diversidad de aplicaciones, no igualadas por ninguna otra especie forestal, representa una valiosa alternativa económica que ha contribuido a mitigar la problemática social del campo.

¹ UNIDAD MUNICIPAL DE ASISTENCIA TÉCNICA AGROPECUARIA. Diagnóstico Rural Participativo (DRP), Pasto 1996. Pasto: UMATA, 1996. P. 8

² GIRALDO HERRERA, E. y SABOGAL OSPINA, A. Una alternativa sostenible: La Guadua, técnicas de cultivo y manejo. CRQ, Quindío, 1999. P. 19

El fomento de arreglos agroforestales con guadua representa una buena opción para la introducción de la especie en la agricultura de la zona de La Caldera, ya que esta forma de cultivar, brinda la facilidad de que en estados iniciales de adaptación se aproveche para la siembra de productos tradicionales asociados a la guadua.

Como objetivo general se propuso fomentar la siembra de guadua (*Guadua angustifolia* Kunt) en arreglos agroforestales, como una alternativa sostenible para esta región.

Para cumplir con lo propuesto anteriormente se programaron los siguientes objetivos:

Sembrar guadua (*Guadua angustifolia* Kunt.) en arreglos agroforestales demostrativos.

Evaluar la adaptabilidad de la guadua en el corregimiento La Caldera, Municipio de Pasto.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

La guadua es una de las 1200 especies de bambúes que existen en el mundo. En el año de 1.806 fue descrita por Humboldt y Bonpland en Colombia como *Bambusa guadua* y en 1822 clasificada por Kunt como *Guadua angustifolia*. Se considera como una de las plantas nativas más representativas de nuestros bosques; desde épocas remotas por parte de los primitivos pobladores hasta nuestros días, se ha venido utilizando este recurso en la región centro-occidental de Colombia, convirtiéndose en un elemento importante para el desarrollo económico, social y cultural del país (CORPOCALDAS, 1999)³.

En Colombia la guadua ha sido sometida a grandes presiones deforestadoras. De extensas áreas existentes, ha pasado a pequeñas manchas boscosas ubicadas en las orillas de los ríos y en los bosques húmedos de laderas de montaña, especialmente en los departamentos del Quindío, Risaralda, Caldas, Tolima, Valle del Cauca, Cundinamarca y Santander (CORPOCALDAS, 1999)⁴.

1.2 GENERALIDADES DE LA GUADUA

La guadua es una especie monocotiledónea, leñosa con un sistema de raíces fuerte y abundante conformado por un rizoma o caimán. Es de crecimiento rápido, el tallo es recto y alcanza alturas hasta de 25 m., con diámetros que oscilan entre 10 y 20 cm., en suelos propios para la especie puede tener alturas de 35 m. y diámetros de 30 cm., su desarrollo definitivo se logra entre los 3 y los 6 años (CORPOCALDAS, 1999)⁵.

Londoño y Soderston (1987) citados por Giraldo y Sabogal (1999)⁶ confirmaron según estudios anatómicos, morfológicos y de distribución que los bambúes del género *Guadua*, nativos de América Tropical, no pueden ubicarse dentro del género *Bambusa* debido a que constituyen uno propio (Guadua).

³ CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS. La Guadua, planta emblemática de Caldas; propagación, manejo y utilización. Manizales: CORPOCALDAS, 1999. P. 3

⁴ Ibid., p. 3

⁵ Ibid., p.3

⁶ GIRALDO Y SABOGAL, Op cit., p. 31

Giraldo y Sabogal (1999)⁷ afirman que en Colombia dentro del género *Guadua* se han determinado 4 especies: *Angustifolia* que se encuentra distribuida en gran parte de la región central andina; *Amplexifolia* que se localiza en los llanos orientales, parte norte de la Orinoquía y la costa Atlántica; *Superba* y *Weberbaueri* ubicadas en la Amazonía y el corredor chocono del pacífico; 1 variedad: *Guadua angustifolia* var. *Bicolor* y 5 formas o biotipos denominados vulgarmente cebolla, macana, rayada negra, cotuda y castilla.

Los mismos autores anotan que los biotipos o formas se han diferenciado de acuerdo con características morfológicas externas, costumbres campesinas, terminología vernácula, propiedades físicas-mecánicas y condiciones propias de desarrollo de la planta.

1.2.1 Clasificación Botánica. Giraldo y Sabogal (1999)⁸ anotan que en la actualidad el Código Internacional de Nomenclatura Botánica contempla hasta 21 rangos para ubicar taxonómicamente cualquier planta, estos son: División, Clase, Subclase, Orden, Suborden, Familia, Subfamilia, Supertribu, Tribu, Subtribu, Género, Subgénero, Sección, Serie, Subserie, Especie, Subespecie, Variedad, Subvariedad, Forma y Subforma. Para la *Guadua* se han definido 14 de estos rangos:

DIVISIÓN:	<i>Spermatofita</i>
SUBDIVISIÓN:	<i>Angiosperma</i>
CLASE:	<i>Monocotiledónea/lilopsidas</i>
SUBCLASE:	<i>Commelinidae</i>
ORDEN:	<i>Cyperales/Glumiflorales</i>
FAMILIA:	<i>Gramineae/Poaceae</i>
SUBFAMILIA:	<i>Bambusoidea</i>
SUPERTRIBU:	<i>Bambusoideae</i>
TRIBU:	<i>Bambuseae</i>
SUBTRIBU:	<i>Guaduinae</i>
GENERO:	<i>Guadua</i>
ESPECIE:	<i>Angustifolia</i>
VARIEDAD:	<i>Bicolor</i>
FORMA:	<i>Cebolla, macana, rallada, etc.</i>

NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Guadua angustifolia</i> Kunt
NOMBRE COMUN:	Guadua, bambusa guadua.

⁷ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 32

⁸ Ibid., p. 32

1.2.2 Morfología de la Guadua

- **Sistema Radical.** En sus etapas iniciales, el rizoma es la sección que está cubierta por el suelo, posee hojas por lo regular muy reducidas y sin clorofila, estas hojas aparecen comúnmente como escamas pequeñas a intervalos regulares; se caracteriza por ser grueso, encorvado, formado por nudos y entrenudos cortos. Esta parte de la planta es de gran importancia debido a que a partir de ella se realiza su multiplicación vegetativa. Se dice que los rizomas de la guadua son estructuras de perpetuación razón por la cual se considera potencialmente inmortal (Giraldo y Sabogal, 1999)⁹.
- **Culmo – Tallo – Caña.** El culmo una vez emerge del suelo lo hace con el máximo diámetro. Un tallo adulto tiene una altura entre 18 y 22 m., es leñoso, recto, y ligeramente arqueado en la punta, formado por nudos y entrenudos huecos. De acuerdo a su variedad o forma presentan características especiales, (distancia entre nudos, diámetro, espesor de las paredes, color, entre otros) (CORPOCALDAS, 1999)¹⁰.
- **Hojas Caulinares Protectoras.** Estas hojas son órganos foliares modificados, protegen al tallo en su crecimiento, mientras éste las conserva se denomina brote o renuevo. Son triangulares, de consistencia fuerte, presentan pubescencia en la parte externa y su interior es lustroso, sus dimensiones dependen de la parte donde se ubiquen (Giraldo y Sabogal, 1999)¹¹.
- **Hojas del Follaje.** Las hojas de las ramas son lanceoladas alternas y simples, su longitud varía entre 8 y 20 cm., y su ancho entre 1.5 y 3.5 cm. Por el envés presenta pubescencias blanquecinas esparcidas (Giraldo y Sabogal, 1999)¹².
- **Flores.** Florece aproximadamente cada 6 meses, la inflorescencia se manifiesta por la aparición de espiguillas al igual que en todas las gramíneas, lo que la hace diferente de otros géneros como el bambú. (FEDECAFE, 1990)¹³.

⁹ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 38

¹⁰ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p. 5

¹¹ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 42

¹² Ibid., p. 42

¹³ FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS. La Guadua, un regalo de la naturaleza. Boletín Nº 72. Armenia: Federación Nacional de Cafeteros, 1990. P.8

Algunas plantas de guadua florecen en forma exuberante, mientras que otras tienen pocas flores; el fenómeno de la abundancia se relaciona directamente con la edad, a mayor edad se presenta mayor cantidad de flores. La aparición de las flores es el signo precursor de la siguiente etapa en la vida de la planta (Giraldo y Sabogal, 1999)¹⁴.

- **Semillas.** Son inflorescencias que aparecen en los extremos de las ramas en forma de espigas, se asemejan a un grano de arroz en su forma, tamaño y cubierta, tienen una viabilidad baja (tiempo en que la semilla está apta para germinar) y un porcentaje de germinación alto (CORPOCALDAS, 1999)¹⁵.
- **Yemas.** Las yemas se presentan en tallos, ramas y rizomas lo que facilita su propagación vegetativa. Normalmente en la planta se encuentran yemas axilares que se localizan en la axila de las hojas de las ramas superiores e inferiores y yemas nodales ubicadas en la parte superior del nudo (CORPOCALDAS, 1999)¹⁶.

1.2.3 Formas de Reconocer la Guadua en Campo. Para el reconocimiento de la *Guadua angustifolia* en el campo Soderstrom y Young (1987) citados por Chirán y Montes (1997)¹⁷ establecen los siguientes parámetros:

- Culmos

Hábito: estrictamente erecto.

Nudos ocurrencia: solitaria.

Forma (en corte longitudinal): lados paralelos.

Superficie: pubescente.

- Entrenudos

Color: verde.

Superficie: glabra.

Forma de corte transversal: redondo.

Estado: culmo hueco de pared delgada, dos a tres centímetros.

¹⁴ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 50

¹⁵ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p. 5

¹⁶ Ibid., p. 5

¹⁷ CHIRAN, L y MONTES, E. Evaluación de tres fuentes de materia orgánica para la obtención de plántulas de Guadua (*Guadua angustifolia*), por el método de chusquines, municipio de Piendamó, Cauca. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 1997. p. 9 – 10

- Hojas del culmo

Duración del culmo: caducas.
Variabilidad: la misma forma a través del culmo.
Color: café oscuro, textura dura.
Superficie: densamente cubierta por pelos.

- Ramas

Ocurrencia: en todos los nudos.
Hábito: ramas superiores hacia arriba, ramas inferiores dirigidas hacia abajo.
Organización: ramas solitarias.
Posición en el nudo: horizontal.

- Hojas de las ramas

Condición de las hojas después de cortadas: se enroscan inmediatamente.
Color: verde en ambas superficies.

- Rizoma

Hábito: extendiéndose debajo del suelo, raíces al azar.

1.2.4 Tipos Biológicos de Guadua. Castaño *et al.* (1982) citado por Chirán y Montes (1997)¹⁸ caracteriza tres tipos biológicos de guadua:

La guadua Macana, por sus paredes más gruesas y su alta resistencia es la más útil para construcciones. La guadua Cebolla es la que presenta mayor diámetro, aún cuando posee paredes relativamente delgadas (una diferencia fácilmente visible entre estas dos formas es la presencia de numerosas ramas inferiores espinosas en la macana y pocas en la Cebolla) y la guadua Rayada, cuya característica principal es presentar rayas amarillas a lo largo del tallo, su resistencia es inferior a la Macana pero inferior a la Cebolla.

Londoño (2005)¹⁹ afirma que “En Colombia solo existe una especie de *Guadua angustifolia*, es la misma desde Tolima hasta Nariño, la calidad y forma de la guadua se debe principalmente al manejo dado al material, además, a las condiciones de sitio donde haya sido sembrada (suelos, zonas de ladera, cercanía de fuentes de agua, etc.).

¹⁸ CHIRÁN Y MONTES, Op cit., p. 11

¹⁹ Entrevista con Ximena Londoño, Presidenta Sociedad Colombiana del Bambú, Bogotá, 21 de julio de 2005.

1.2.5 Fases de Desarrollo

Castaño (1982) citado por Chirán y Montes (1997)²⁰ señala que en condiciones normales la guadua puede presentar las siguientes etapas de crecimiento:

- Etapa de crecimiento (renuevos): 80 – 180 días
- Formación de ramas y hojas: 6 – 12 meses
- Madera blanda (guadua biche): 4 – 12 meses
- Etapa de maduración: 3 años
- Madera madura (guadua hecha): 3 – 6 años
- Etapa de secamiento (guadua seca): 6 años

Actualmente se estima que el ciclo de vida de un tallo es de entre 4 y 7 años, dependiendo de las condiciones del sitio y del manejo; Giraldo y Sabogal (1999)²¹ anotan las siguientes fases de desarrollo para la guadua:

- **Brote o Renuevo.** Se considera el primer individuo de la fase de desarrollo, caracterizado porque independientemente del sistema de multiplicación del cual provenga, éste siempre emerge con su diámetro definido. El tiempo estimado desde que emerge hasta que alcanza su máxima altura es de 6 meses. Al cabo de este tiempo, empiezan a botar sus hojas caulinares para darle paso a las ramas apicales y así iniciar otro estado de desarrollo.
- **Joven – “Biche” – Verde.** Se caracterizan por su color verde intenso, inicialmente posee ramas, conserva algunas hojas caulinares en su parte inferior y se aprecian claramente las bandas nodales. Esta fase tiene una duración aproximada de un año a un año y medio. Cuando el tallo se torna verde claro y empieza a presentar manchas blancuzcas en su corteza está iniciando su maduración.

En un gradual natural, el individuo joven o biche tiene una transitoriedad de 6 a 24 meses y no ha logrado el grado de resistencia ideal para ser utilizado debido al alto contenido de humedad.

²⁰ CHIRAN Y MONTES, Op cit., p. 11

²¹ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 88 - 91

- **Madura – “Hecha” – “Jecha” – Adulta.** Una guadua madura presenta manchas blancas en forma de plaquetas que corresponden a hongos, se inicia la formación de líquenes en los nudos. Esta es la fase de mayor duración (del tercer al quinto año).
- **Sobre-madura o Seca.** Se aprecia cuando los tallos están cubiertos por hongos y líquenes en su totalidad, se presentan algunos musgos en los nudos de aspecto gris, blancuzco, próxima a secarse, se estima que esta fase tiene duración de un año. En este momento se inicia la decoloración y el tallo se va tornando amarillento, indicativo del inicio de la finalización del ciclo vegetativo.
- **Malformada.** Es aquella de tallos torcidos por competencia de luz, algunos presentan efectos negativos en su crecimiento debido al ataque de insectos.

1.2.6 Condiciones Ecológicas para el Desarrollo de la Guadua. La guadua posee amplio rango de distribución geográfica, lo cual indica su gran adaptabilidad, hecho que está determinado por las condiciones edafoclimáticas; observaciones técnicas demuestran que el buen desarrollo de la planta está gobernada de manera directa por la calidad del sitio donde se desarrolle, la precipitación y la temperatura (Giraldo y Sabogal, 1999)²².

En la actualidad no se cuenta con suficientes conocimientos en lo que respecta a los sitios más apropiados para el cultivo de la guadua; sin embargo, el auge reciente de industrializarla hace prever la realización de proyectos de reforestación con esta especie, lo que implica estudios de investigación acerca de ésta y de los sitios aptos para su plantación, que garanticen mayor producción y calidad de materias primas (Castaño, 2004)²³.

El mismo autor afirma que un árbol, como es el caso de la guadua, requiere para su desarrollo y crecimiento de varios factores de sitio, como: clima, luz, nutrientes del suelo en que esta plantado, agua y aire, fundamentalmente.

²² GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 93

²³ CASTAÑO NIETO, F. Factores del Sitio que Influyen en el Crecimiento y Desarrollo de la Guadua (*Guadua Angustifolia* Kunt) y su Incidencia en la Rentabilidad y Riesgos Operacionales Relacionados con su aprovechamiento Forestal en La Zona Andina. En: Simposio Internacional Guadua 2004. Pereira, 2004. p. 3

- **Suelos.** Los suelos propicios para su plantación son los evolucionados a partir de cenizas volcánicas. Son profundos, bien drenados, de fertilidad natural baja a moderada, reacción fuerte a moderadamente ácida. Otros suelos en menor proporción pueden presentar texturas areno-limosas; suelos pesados o arcillosos no son buenos para el desarrollo de la planta.

En resumen suelos ricos en materia orgánica, con buenos drenajes, húmedos pero no inundables, es donde mejor se comporta la guadua (Giraldo y Sabogal 1999)²⁴.

Los mismos autores también anotan que la guadua requiere suelos con profundidad efectiva desde moderadamente profunda hasta muy profundos. El perfil del suelo ideal es el que presenta texturas gruesas y medias, con apariencia textural liviana a mediano.

Castaño (1983) citado por Chirán y Montes (1997)²⁵ manifiesta que en ensayos realizados por el programa de Investigación Forestal de la C.V.C. en el Valle del Cauca para evaluar el crecimiento y desarrollo de la guadua, bajo diferentes condiciones, reestableció que existe una relación directa entre la calidad del sitio de la plantación y el crecimiento y desarrollo de la guadua. Aunque los tres sitios escogidos para el ensayo se ubicaron en topografía plana y formación boscosa (bs – T), presentaron diferencias en crecimiento, supervivencia y sanidad, atribuibles a factores de suelos.

Castaño (2004)²⁶ afirma que la estructura del suelo forestal se encuentra principalmente en la parte superior del suelo, donde, precisamente, se desarrollan los rizomas de la guadua.

El mismo autor, describe que en suelos bien estructurados, la acumulación de humus es una buena garantía para el suministro de nutrientes para la Guadua, especialmente, por los aportes de la materia orgánica. Sin embargo, suelos mal estructurados y con bajo o ningún contenido de humus (por efectos de la erosión y el sobrepastoreo) no son recomendables para la guadua por su bajo contenido de nutrientes.

²⁴ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 93

²⁵ CHIRÁN Y MONTES, Op cit., p. 11

²⁶ CASTAÑO NIETO, Op cit., p.4

- **Características Físicas del Suelo.** Giraldo y Sabogal (1999)²⁷ describen las siguientes características físicas del suelo como las más apropiadas para el desarrollo normal de la guadua:
 - **Densidad Aparente.** Es una variable importante para evaluar el grado de compactación de los suelos. En evaluaciones realizadas a varios agroecosistemas, en los que se incluyeron los del guadua, el suelo mostró niveles bajos de compactación (0.69 gr/cc).
 - **Porosidad.** Los suelos ocupados por guaduales son muy porosos, con niveles que alcanzan el 70,72%. A medida que es mayor la porosidad, se mejora notoriamente la retención de humedad, la percolación en el suelo, la actividad de los microorganismos y se reduce la compactación.
 - **Textura.** El análisis textural cuantifica la proporción relativa de las partículas del suelo en términos de porcentaje. Los guaduales se caracterizan por tener altos contenidos de arena en comparación con limos y arcilla (63.11%, 19.03% y 17.84%, respectivamente).
 - **Contenido de Humedad.** El agroecosistema de guadua se caracteriza por contener los mayores contenidos de humedad (34.88%) porcentaje que se considera alto si se compara con un cultivo de cítricos que es del 19.71%.
- **Características Químicas del Suelo.** Giraldo y Sabogal (1999)²⁸ describen las siguientes características químicas del suelo como las más adecuadas para el desarrollo normal de la guadua:
 - **Potencial de Hidrógeno (p.H).** El adecuado para el establecimiento de rodales es de 5.5 a 6.0, moderadamente ácidos. Tal como se definió anteriormente la mayoría de los guaduales se encuentran en suelos derivados de cenizas volcánicas, con porcentaje bajo de saturación de bases, pobres en fósforo y mediano en potasio.
 - **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).** Los suelos con bajo grado de intervención como los guaduales se consideran de clasificación media con una CIC entre 15 y 16 meq/100 gr. de suelo.
 - **Aluminio.** En suelos derivados de cenizas volcánicas, donde generalmente se desarrolla la guadua, los valores de este elemento son mínimos y no causan disturbios fisiológicos.

²⁷ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 93 - 96

²⁸ Ibid., p. 96 - 97

- **Calcio.** Los agroecosistemas de guadua presentan valores de Calcio que se pueden clasificar como medios (5.0 meq/100 gr.)
- **Magnesio.** Los guaduales y/o bosques se distinguen de otros sistemas productivos por presentar niveles superiores de este elemento (1.84 meq/1000 gr.).
- **Potasio.** En general los suelos con guadua poseen niveles moderados de potasio (0.6 meq/100 gr.).
- **Sodio.** Los suelos donde generalmente se desarrolla la guadua requieren niveles muy bajos de sodio (entre 0.21 y 0.27 meq/100 gr.)
- **Fósforo.** En los guaduales los niveles de fósforo no muestran variables considerables; en términos generales se presentan entre 20 y 30 p.p.m.
- **Clima.** Castaño (2004)²⁹ en su investigación establece las siguientes condiciones climáticas favorables para el desarrollo normal de la guadua.
 - **Altitud.** En Colombia la guadua crece entre los 0 y los 2000 m.s.n.m., pero el óptimo desarrollo se logra entre los 900 y los 1.600 m.s.n.m.
 - **Temperatura.** Es factor limitante en la distribución geográfica de la guadua. El rango óptimo oscila entre los 20°C y los 26°C. Cuando se cultiva en lugares donde el rango de temperatura se aleja del óptimo, el diámetro y la altura de los tallos se reduce. A temperaturas bajas el desarrollo vegetativo se afecta notoriamente.
 - **Precipitación.** Esta especie crece deficientemente en áreas donde la precipitación es inferior a los 1.000 mm. anuales. Los mejores rodales se presentan cuando el rango de precipitación oscila entre los 1.800 mm. y los 2.500 mm/año.
 - **Brillo Solar.** La luminosidad para el buen desarrollo de la guadua debe estar entre 1.800 y 2.000 horas/luz/año (aproximadamente de 5 a 6 horas/luz/día).
 - **Humedad Relativa.** Es factor importante en la propagación de la especie, especialmente en vivero. La humedad que más favorece el desarrollo de la guadua, oscila entre el 75% y el 85%.

²⁹ CASTAÑO NIETO, Op cit., p. 5 - 8

En relación con las plagas y enfermedades, Giraldo y Sabogal (1999)³⁰ afirman que en condiciones normales, los guaduales son sistemas ecológicos naturales, donde los disturbios fitosanitarios, son mínimos o no alcanzan a detectarse debido a la elevada capacidad de autoequilibrio que posee el sistema.

No obstante los mismos autores afirman que la variada composición físico-química y las condiciones ambientales donde se desarrollan, los hace vulnerables al ataque de plagas y enfermedades, especialmente cuando su hábitat y condición ambiental sufre disturbios.

El coleóptero de la familia *Scarabeidae*: (*Podischnus agenor*,) es la plaga más potencial del daño severo y económico que se ha detectado hasta el momento. El ataque exclusivo lo hace a rebrotes (Rincón, 1984 citado por Figueroa y Ortega, 2001)³¹.

Los daños reportados con más frecuencia en los cultivos de guadua son ocasionados por los coleópteros (*Estigmia chinensis*), (*Cyrtotrachelus longipes*), (*Rostrichus parallelus*) y (*Sftomatium baratun*) (Rincón 1984, citado por Figueroa y Ortega, 2001)³².

En estudio realizado por Giraldo *et al.*, (1983) citado por Figueroa y Ortega (2001)³³ se encontraron las siguientes enfermedades con sus respectivos agentes causales afectando las plantas de guadua: mancha de asfalto (*Phyllachora sp.*), secamiento de las puntas de la hoja (*Stagonospora sp.*), mancha gris (*Cercospora sp.*), pústula negra (*Cylindrosporium sp.*), roya blanca (*Albugo sp.*), los nemátodos (*Meloydogine sp.*), (*Pratylenchus sp.*) y (*Helycotilenchus sp.*).

Jaramillo (1982) citado por Figueroa y Ortega (2001)³⁴ afirma que en la guadua se da una microepífita constituida por algas, hongos, musgos y líquenes que forman asociaciones particulares invadiendo las guaduas de tres años de edad por las partes bajas.

³⁰ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 133

³¹ FIGUEROA REINA, A y ORTEGA GOMEZ, S. Evaluación del porcentaje mínimo de compuesto orgánico en el suelo para la producción de material vegetal de Guadua (*Guadua angustifolia*, Kunt) por el método de chusquines. Tesis de Grado, Ingeniero Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 2001. P. 33

³² Ibid., p. 33

³³ Ibid., p. 33

³⁴ Ibid., p. 34

1.2.7 Reproducción y Propagación

- **Reproducción Sexual o por Semilla.** La propagación sexual no es práctica, debido a que resulta vana la mayor parte de la semilla que aparece en abril y noviembre (CORPOCALDAS, 1999)³⁵.

Cuando ocurre reproducción por semilla se presentan características muy definidas y particulares en cuanto al crecimiento; una vez la semilla germina se produce una plántula débil en sus primeros estados y que requiere mínimo cuatro meses para que se fortalezca su sistema de raíces (muy fibroso) y comienza la emisión de renuevos; normalmente esta plántula en cuatro meses emite cerca de 4 a 5 talluelos con hojas debidamente diferenciadas (Giraldo y Sabogal, 1999)³⁶.

- **Reproducción Asexual.** La propagación de guadua a partir de partes de la planta como tallos, ramas, yemas y raíces es la más adecuada y recomendable. La forma más fácil y práctica de propagación de la guadua es por el sistema de chusquines (CORPOCALDAS, 1999)³⁷.

Los métodos de propagación vegetativa de guadua se describen así:

- **Rizoma y Parte del Tallo.** Se deben emplear propágulos con rizomas que posean por lo menos una yema, teniendo la precaución de no causarle daño al momento de la siembra (Giraldo y Sabogal, 1999)³⁸.
- **Trasplante Directo.** La parte vegetativa que se propaga está constituida por el tallo completo con ramas, follaje y rizoma; luego es trasladado y sembrado en el sitio preestablecido tratando de conservar todas sus partes vegetativas. Tiene como principal dificultad la manera de realizarlo, el tiempo que se debe emplear y la mano de obra que demanda (Giraldo y Sabogal, 1999)³⁹.

³⁵ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p.7

³⁶ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 38

³⁷ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p.7

³⁸ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 69

³⁹ Ibid., p. 69

- **Rizomas sin Tallo.** Los logros dependen de la edad del propágulo. Se aconseja tomar los rizomas de la periferia del rodal, ya que lo contrario implica la utilización de rizomas maduros y degradados (Giraldo y Sabogal, 1999)⁴⁰.
- **Segmentos del Tallo.** Los resultados con este sistema son del 50 al 80% de prendimiento. Se toman partes del culmo que posean dos o más nudos y se siembran en forma horizontal o vertical. Este sistema no permite propagación masiva ya que se requeriría de amplios espacios y gran cantidad de material vegetal como fuente de propagación, lo cual le hace antieconómico e ineficiente comparado con otros métodos (Giraldo y Sabogal, 1999)⁴¹.
- **Sección de Tallos con Agua.** Consiste en sembrar una sección de tallo con un diámetro aproximado de 8 cm. con dos o tres entrenudos, se hacen perforaciones pequeñas en cada entrenudo y se llenan con agua, posteriormente se siembran en forma horizontal con los orificios hacia arriba. Después de dos o tres meses se activan las yemas nodales que generan raíces. El porcentaje de prendimiento está entre el 70 y 80% (Giraldo y Sabogal, 1999)⁴².
- **Propagación por Riendas Laterales.** Se utiliza material de ramas jóvenes, se cortan trozos de 15 cm. de longitud que posean una o varias yemas, se siembran en bolsa logrando dejar la yema en el centro para obtener un buen prendimiento (FEDECAFE, 1990)⁴³.
- **Acodos.** De las ramas laterales primarias, a una longitud de 20 a 30 cm. del ápice a la base de la misma, se realiza una hendidura superficial, parcial en forma de anillo.

El corte parcial se cubre con musgo y se procede a envolverlo con polietileno negro, dejando orificios grandes para humedecer el medio y propiciar el brote de yemas, mediante riego permanente. Los porcentajes de prendimiento oscilan alrededor del 50% (Giraldo y Sabogal, 1999)⁴⁴.

⁴⁰ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 70

⁴¹ Ibid., p. 70

⁴² Ibid., p. 71

⁴³ FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS, Op cit., p.16

⁴⁴ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 71

- **Propagación In Vitro.** Se realiza en laboratorio, con tejidos obtenidos de tallos, ramas, y chusquines; el objetivo principal es la obtención masiva de plántulas homogéneas. Luego de obtenerse las plántulas en condiciones de laboratorio, se procede a su adaptación a nivel de campo o fase de endurecimiento (CORPOCALDAS, 1999)⁴⁵.

En ensayos realizados por Manssur (1988) citado por Chirán y Montes (1997)⁴⁶ concluyeron que la mejor fuente para la obtención de material para la propagación clonal de la guadua correspondió a los nudos localizados en las ramas laterales con dos años de edad; estos fragmentos con una rama axilar se denominan microestacas.

- **Método de Propagación por Chusquines.** Es el método de propagación más recomendado por su alto índice de supervivencia y desarrollo. El chusquín debe permanecer por espacio de dos meses en el banco de propagación, o banco de germoplasma (Giraldo y Sabogal, 1999)⁴⁷.

En este lugar las plantas crecen rápidamente y de cada una de ellas, nacen hijuelos que van a dar origen entre dos y seis plantas de guadua, estos son arrancados y trasladados a bolsas, mientras que la planta madre sigue en producción (CORPOCALDAS, 1999)⁴⁸.

1.2.8 Silvicultura de la Guadua

Las nuevas técnicas silviculturales han conducido al manejo racional de los guaduales, a los cuáles se les ha regulado su espacio vital.

Jaramillo (1982) citado por Chirán y Montes (1997)⁴⁹ define las comunidades de guadua como triestaloíticas, es decir, formadas por tres estratos bioecológicamente multiformes:

- Estrato inferior (herbáceo): Vegetación herbácea con altura hasta de un metro.

⁴⁵ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p. 6

⁴⁶ CHIRAN y MONTES, Op cit., p. 26

⁴⁷ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 73

⁴⁸ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p. 6

⁴⁹ CHIRAN Y MONTES, Op cit., p. 12

- Estrato medio (arbustivo): Plantas que presentan un sistema desarrollado de raíces que estorban el crecimiento de los rizomas de la guadua, por tal motivo deben ser eliminados.
- Estrato superior (arbóreo): Representado por la guadua como especie dominante.

La silvicultura en el período de establecimiento debe estar de acuerdo con los objetivos de la plantación que pueden ser de protección, conservación, producción comercial, ornamentación o usos mixtos (Cruz 1994, citado por Calvache, 1999)⁵⁰.

Las prácticas para la implantación de cultivos de guadua son:

- **Selección de la Distancia de Siembra.** Antes de preparar el terreno y efectuar el trazado, previamente se debe seleccionar la distancia de siembra. En una plantación de guadua la distancia de siembra depende del fin del cultivo (CORPOCALDAS, 1999)⁵¹.

Como protectora de suelos o cuencas, se siembra en triángulo o tres bolillo a 2,50 m. * 2,50 m. * 2,50 m. de distancia entre plantas y en el caso de la conservación de corrientes, se traza a partir de uno o dos metros del talud del río o quebrada, dependiendo esta distancia de la inundabilidad del terreno cercano a la fuente de agua. Se siembra tantos surcos como se desee, pero generalmente a las orillas de los ríos se planta dos o tres (Morán *et al.*, 2004)⁵².

En el bosque productor aprovechable comercialmente se han evaluado diferentes distancias de siembra partiendo de 4 m. * 4 m. pasando luego a 4,50 * 4,50 m. y llegándose a distancia de 5 m. * 5 m. en cuadro (Cruz 1994, citado por Calvache, 1999)⁵³.

⁵⁰ CALVACHE SILVA, E. Reforestación con guadua (*Guadua angustifolia*, Kunt), en los municipios de Santander de Quilichao y Morales, en el Departamento del Cauca, Colombia. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 1999. P. 21

⁵¹ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p. 7

⁵² MORÁN, D.; KRISHNAMURTHY, L., URIBE, M. y REY, J. Cultivos en callejones con caña guadua y hortalizas. En: Simposio Internacional Guadua 2004. Pereira, 2004. p. 4

⁵³ CALVACHE SILVA, Op cit., p.21

- **Preparación del Terreno.** Consiste en limpiar el terreno donde se establecerá la plantación, en el caso de bosque protector se realiza una limpia moderada del sitio. El plato aproximado es de 0.80 a 1.5m. de diámetro (CORPOCALDAS, 1999)⁵⁴.
- **Trazado y Ahoyado.** CORPOCALDAS (1999)⁵⁵ recomienda que una vez preparado el terreno, se procede a su trazado mediante el uso de estacas, según la distancia de siembra seleccionada.

El mismo autor afirma que los hoyos deben tener dimensiones de 0,40m * 0,40m * 0,40m, éste tipo de hoyos favorece tanto el crecimiento de los rizomas como la fácil penetración y difusión de las raíces.

Las últimas técnicas del ahoyado recomiendan no sacar el suelo, se sugiere repicarlo muy bien, de tal forma que al momento de sembrar la plántula, se facilite la introducción del pilón del suelo, adherido a las raíces de la plántula de guadua (Cruz, 1994 citado por Calvache, 1999)⁵⁶.

- **Siembra.** El material vegetal que se emplee para esta labor debe ser fuerte, vigoroso y de buen desarrollo tanto foliar como radical. La siembra debe realizarse al inicio de las épocas de lluvia. Con una distancia de siembra de 4 * 4m en cuadro, por ejemplo, se obtiene una densidad de 625 plántulas/Ha, con esta distancia de siembra se pueden asociar cultivos como maíz, fríjol, sorgo, soya, yuca, etc., para así mantener el suelo libre de malezas, favoreciendo el desarrollo del guadua (CORPOCALDAS, 1999)⁵⁷.

Se debe procurar que los lotes plantados estén protegidos mediante cercos evitando así la invasión de ganado o cualquier agente externo que pueda perturbar el normal desarrollo del material vegetal (Cruz, 1994 citado por Calvache, 1999)⁵⁸.

⁵⁴ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p. 7

⁵⁵ Ibid., p. 7

⁵⁶ CALVACHE SILVA, Op cit., p.23

⁵⁷ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p. 7

⁵⁸ CALVACHE SILVA, Op cit., p. 24

- **Fertilización.** En éste aspecto a la guadua hay que dejar de tratarla como a una maleza que en todas partes pega y se debe someter a cuidados como cualquier cultivo (Cruz, 1994 citado por Calvache, 1999)⁵⁹.

Gonzáles (1982) citado por Figueroa y Ortega (2001)⁶⁰ anota que los huecos se deben abonar con 1 kilogramo de materia orgánica a los 10 o 12 días antes de la siembra; así mismo, se recomienda hacer una aplicación al mes de sembrado el cultivo con urea 25 gramos por planta y repetir la aplicación a los 3 o 6 meses con 100 gramos.

Las labores culturales son importantes en el desarrollo del cultivo, tanto en las plantaciones como en los guaduales naturales. Se recomienda realizar las siguientes prácticas para el manejo del guadual:

- **Limpieza ó Socola.** Consiste en eliminar las malezas y los bejucos de guadua para aumentar la entrada de luz y calor, efecto que acelera la emisión de rebrotes, de esta forma se obtendrá un mayor rendimiento en las labores de extracción y se disminuirán los riesgos para los operarios (CORPOCALDAS, 1999)⁶¹.
- **Entresaca.** Debe realizarse de la siguiente manera: Extracción de las guaduas secas y fallas tanto en pie como caídas. Extracción de las guaduas sobre maduras y maduras hasta completar la cantidad autorizada. Después del sexto año debe manejarse un corte del 50% de las guaduas maduras o “jechas” y secas. Después cada 24 meses puede extraerse el 40% de las guaduas maduras (Giraldo y Sabogal, 1999)⁶².
- **Repique y Aporque.** Consiste en remover y acercar el suelo suelto y fértil cercano de los renuevos con el fin de estimular su crecimiento (CORPOCALDAS, 1999)⁶³.

⁵⁹ CALVACHE SILVA, Op cit., p. 24

⁶⁰ FIGUEROA y ORTEGA, Op cit., p.36

⁶¹ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p. 8

⁶² GIRALDO Y SABOGAL, Op cit., p. 84

⁶³ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p. 8

- **Desganche.** Es el corte de las ramas basales o riendas laterales, se practica con el fin de eliminar los obstáculos que impidan realizar las labores de extracción de los tallos aptos para ser aprovechados (CORPOCALDAS, 1999)⁶⁴.
- **Corte.** Los cortes se hacen por encima del primer nudo basal, evitando la formación de depósitos de agua, en menguante y a la madrugada que es cuando las guaduas tienen menor contenido de agua y menor concentración de carbohidratos, lo que las hace más resistente a los ataques de insectos (Giraldo y Sabogal, 1999)⁶⁵.
- **Distribución de Residuos.** Repicar y amontonar todos los subproductos del aprovechamiento. Las áreas ribereñas de ríos y quebradas deben recibir un tratamiento especial (mínima intensidad de aprovechamiento) por ser las zonas forestales protectoras (Giraldo y Sabogal, 1999)⁶⁶.

Un gradual bien manejado puede producir el siguiente beneficio económico: desde el año 6 hasta el año 12 se obtendrán entre 800 y 1200 culmos/Ha/año; a partir del año 14 se estabiliza la producción obteniendo aproximadamente de 1500 a 1800 culmos/Ha/año, este período de producción sostenida alcanza más de 20 años y las entresacas se practican cada 18 meses (CORPOCALDAS, 1999)⁶⁷.

1.2.9 Aprovechamiento. Un Gradual desde el punto de vista ecológico y económico es un sistema, por lo tanto hay que procurar que sus salidas (guaduas aprovechadas, secas y fallas) y sus entradas (renuevos o rebrotes) sean equilibradas con el fin de mantener un rendimiento sostenible del gradual. Antes de hacer el corte debe tenerse muy claro el uso que se le va a dar. Esta edad de corte oscila entre los 3 y 6 años (Giraldo y Sabogal, 1999)⁶⁸.

⁶⁴ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p. 8

⁶⁵ GIRALDO Y SABOGAL, Op cit., p. 87

⁶⁶ Ibid., p.88

⁶⁷ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p.9

⁶⁸ GIRALDO y SABOGAL, Op cit., p. 152

Normalmente se encuentra en una hectárea de guadua después de seis años de sembrada entre 4500 y 5000 plantas en la siguiente proporción:

Maduras: 70%	Verdes: 18%	Rebrotos: 4%	Secas: 8%
--------------	-------------	--------------	-----------

El estado ideal del guadua para corte es cuando la guadua cambia de color amarillo verdoso a una tonalidad blancuzca o grisácea y se pierde su brillantes. Se recomienda no extraer más del 30% de los individuos. Tanto en el guadua natural como en el cultivado se recomienda seleccionar las guaduas a cortar tres por cada 10 guaduas (CORPOCALDAS, 1999)⁶⁹.

1.2.10 Usos

Además del valor comercial y alternativa en la vida diaria, la guadua ayuda a conservar el ambiente, regula la cantidad y calidad de las aguas, controla la erosión y embellece el paisaje (Castaño, 2004)⁷⁰.

Las cualidades físicas, su bajo costo y disponibilidad hacen de la guadua el material ideal para la construcción de vivienda rural y urbana; además, es utilizada frecuentemente en la construcción de puentes, cercas, corrales, mangos para herramientas, escaleras, tutores para cultivos, artesanías e industria del papel (Pérez, 1991 citado por Calvache, 1999)⁷¹.

Basados en el promedio de altura más o menos a 18 metros, CRQ (1989) citada por Figueroa y Ortega (2001)⁷² estima que de una guadua se pueden obtener los siguientes productos:

- **Cepa** (de 0 – 4 m.). Se utiliza para postes de cerca, para apuntalar estructuras en minería y construcción, para emparrados de cultivos y en ocasiones para pulpa.
- **Basa** (de 4 – 12 m.). Se considera la más importante desde el punto de vista comercial ya que su uniformidad en el diámetro permite que sea picada y transformada en esterilla o láminas hasta de 60 cm de ancho.

⁶⁹ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p. 9

⁷⁰ CASTAÑO NIETO, Op cit., p.7

⁷¹ CALVACHE SILVA, Op cit., p.26

⁷² FIGUEROA y ORTEGA, Op cit., p. 35

Transformada en esterilla esta pieza es empleada en la conformación de casetones, que son formaleas empleadas en placas de construcción de entresijos para viviendas. Cuando no se pica como esterilla, la madera redonda se emplea en la construcción de paneles de vivienda o cerchas para las mismas.

- **Sobrebasa** (de 12 – 16 m.). Pueden utilizarse como combustible, aunque también se la utiliza como tacos para construcción; en algunas ocasiones también se aprovecha para esterillas de menor ancho o piezas de construcción que no soportarán pesos excesivos.
- **Varillón** (de 16 – 18 m.). Es la parte terminal del tallo, tiene como principal característica su marcado aguzamiento, con diámetro mínimo de 4 – 6 cm. se emplea como soporte para tejados, para apuntalar o tutora de cultivos que requieren de soporte temporal.

Cada guadua transformada produce: una cepa, tres esterillas, una sobrebasa y un varillón. De cada guadua madura se obtienen seis metros de madera para leña. De las guadas secas se obtiene el 100% de madera para leña. Se considera que diez guadas equivalen a 1 m³, por lo que por cada hectárea se podrían obtener cada año 72 m³ de madera para leña (CRQ 1989, citada por Figueroa y Ortega, 2001)⁷³.

- **Reforestación con Guadua.** A fin de no competir con áreas para la agricultura, los cultivos de guadua deben ubicarse en áreas anexas a nacimientos y corrientes de agua, áreas con suelos inestables, o donde los cultivos limpios o la ganadería no son ecológicamente recomendables por sus posibles daños al suelo (Castaño, 1993 citado por Calvache, 1999)⁷⁴.

Una vez seleccionados los sitios, se debe proceder a la planificación de las actividades de reforestación y manejo, teniendo en cuenta una densidad de siembra de 625 plántulas/Ha y que la siembra debe empezar en época de lluvias (CORPOCALDAS, 1999)⁷⁵.

⁷³ FIGUEROA y ORTEGA, Op cit., p. 35

⁷⁴ CALVACHE SILVA, Op cit., p. 20 - 21

⁷⁵ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CALDAS, Op cit., p. 11

- **Sistemas Agroforestales.** Para Jiménez (2001) los términos Técnicas o Sistemas Agroforestales son:

“El conjunto de técnicas de manejo de tierras que impliquen la combinación de árboles forestales con cultivos, con ganadería o una combinación de las tres. Tal asociación puede ser simultánea o escalonada en el tiempo y el espacio. Tiene como objetivo aumentar la producción por unidad de superficie, respetando siempre el rendimiento sostenido”⁷⁶.

La necesidad de implementación de sistemas agroforestales responde a las necesidades y condiciones de muchas zonas tropicales, donde la agricultura y forestería convencionales, por si solas, no han podido satisfacer las diferentes demandas. La necesidad de proteger las tierras bajo cobertura forestal y la demanda por más tierras para la producción de alimentos y la ganadería justifican la agroforestería, ya que puede conciliar objetivos múltiples de producción y de conservación a largo plazo (Jiménez y Muschler, 2001)⁷⁷

Los mismos autores afirman que para alcanzar sus efectos potenciales los Sistemas Agroforestales (SAF) deben tener tres atributos: productividad, sostenibilidad y adoptabilidad. La productividad significa que el sistema debe ser capaz de producir los bienes requeridos por los productores, ya sea para subsistencia o fines comerciales.

Entre las formas como la agroforestería puede mejorar la productividad están el aumento en el rendimiento en los cultivos asociados y de los productos arbóreos, la reducción de la necesidad de insumos externos y una mayor eficiencia de la mano de obra (Jiménez y Muschler, 2001)⁷⁸.

La sostenibilidad se refiere a la capacidad del sistema para permanecer productivo indefinidamente. La adoptabilidad implica que el agricultor acepte el sistema dentro de sus limitaciones de mano de obra, recursos económicos, insumos y servicios disponibles; la adoptabilidad es de

⁷⁶ JIMENEZ, F. Agroforestería en el manejo de cuencas hidrográficas. En Funciones y aplicaciones de Sistemas Agroforestales; Módulo de Enseñanza Agroforestal N° 6. JIMENEZ, F; MUSCHLER, R y KÖPSELL, E. (Ed.), Turrialba (Costa Rica), 2001. P. 59

⁷⁷ JIMENEZ, F y MUSCHLER, R. Introducción a la Agroforestería. En Funciones y aplicaciones de Sistemas Agroforestales; Módulo de Enseñanza Agroforestal N° 6. JIMÉNEZ, F; MUSCHLER, R y KÖPSELL, E. (Ed.), Turrialba (Costa Rica), 2001. P. 5

⁷⁸ Ibid., p. 6

importancia especial para prácticas agroforestales nuevas o mejoradas que se introducen por primera vez en una zona determinada (Jiménez, 2001)⁷⁹.

Cuando se ponen en práctica Sistemas Agroforestales, la elección de técnicas y especies adecuadas depende de gran cantidad de factores locales, por lo cual el grado de éxito es variable. Sin embargo, esos sistemas incorporan elementos de la agricultura tradicional y al mismo tiempo, contribuyen a reducir sus desventajas al hacerla más productiva, sus posibilidades como alternativas para el uso de la tierra en regiones tropicales y subtropicales son grandes (Jiménez, 2001)⁸⁰.

Jiménez, (2001)⁸¹ señala que existe información abundante sobre diferentes tecnologías agroforestales, aunque generalmente descriptivo y cualitativo. En algunos casos puede resultar difícil difundir la tecnología de Sistemas Agroforestales, pues se requiere cierto tiempo para lograr resultados convincentes al tratarse de especies arbóreas.

La asociación de árboles y cultivos agrícolas se realiza simultáneamente en el tiempo y en una misma unidad de terreno. Los árboles y cultivos se intercalan al azar o sistemáticamente siguiendo distanciamientos previamente establecidos. (León, 1993)⁸²

Los productores de caña guadua deben de esperar de 4 a 5 años hasta poder cosechar las primeras cañas maduras y logran recuperar su capital al sexto año.

Una alternativa tanto para los productores de caña guadua y los pequeños agricultores, puede ser la asociación de ambos por medio de los cultivos en callejón, que consiste en la siembra simultánea de especies forestales, arbustivas o frutales, en campos de cultivos agrícolas; donde usualmente se práctica la agricultura migratoria (Morán *et al.*, 2004)⁸³.

Los mismos autores afirman que los cultivos en callejones con caña Guadua son una buena alternativa para los agricultores que no tienen recursos monetarios suficientes. Este tipo de asociaciones ha sido

⁷⁹ JIMÉNEZ, Op cit., p. 60

⁸⁰ Ibid., p. 60

⁸¹ JIMÉNEZ, Op cit., p. 60

⁸² LEON ESCOBAR, M. Sistemas Agroforestales. Bogotá: Gente Nueva, 1993. P. 18

⁸³ MORÁN, KRISHNAMURTHY, URIBE y REY., Op cit., p. 7

practicada por los agricultores en el pasado, sin embargo, con la llegada de las producciones en masa y los beneficios de los fertilizantes se han olvidado de seguirla practicando.

Es recomendable, asociaciones con bambúes y cultivos anuales desde la siembra de la caña y hasta que las plantaciones tengan 2 años, pasado ese período la competencia entre esos cultivos se vuelve negativa para los cultivos y las producciones a obtener son menores (Morán *et al.*, 2004)⁸⁴.

- **Árboles en Cultivos.** León (1993)⁸⁵ describe esta práctica agroforestal como la introducción de árboles en áreas de uso agrícola, especialmente minifundios, con espacios amplios para disminuir competencia por luz, agua y nutrimentos.

El mismo autor, anota que dependiendo de las necesidades de la zona, los árboles pueden ser maderables, frutales o mejoradores del suelo (leguminosas), introducidos en cultivos anuales como maíz, frijol, arroz, sorgo o semiperennes como plátano o caña de azúcar entre otros.

León (1993)⁸⁶ afirma que como pueden presentarse algunas interacciones negativas: disminución de la producción bajo la sombra de los árboles y obstrucción de labranza, puede haber compensación por obtención de subproductos (leña, forraje, semilla) con demanda en comercios locales y aporte de abono orgánico al suelo, a través de la biomasa vegetal u hojarasca procedente de la poda de los árboles.

Las áreas potenciales de Colombia para su implementación son aquellas donde abunda la pequeña propiedad rural, en zonas de ladera, donde hay degradación de suelos y poco espacio para reforestación (León, 1993)⁸⁷.

Si el sistema se establece en zona de ladera se manejará en curvas a nivel, las cuales favorecen la formación de fajas donde se pueden implantar cultivos, además proporcionan beneficios adicionales en cuanto a manejo de aguas y conservación del suelo (Montagnini *et al.*, 1992)⁸⁸.

⁸⁴ Ibid., p. 7

⁸⁵ LEON, Op cit., p.32

⁸⁶ Ibid., p.18

⁸⁷ Ibid., p.19

⁸⁸ MONTAGNINI, F. y 18 colaboradores. Sistemas Agroforestales: Principios y Aplicaciones en los trópicos. San José (Costa Rica): ORGANIZACIÓN PARA ESTUDIOS TROPICALES, 1992. P. 49

- **Árboles en Linderos.** Jiménez (2001)⁸⁹ anota que los linderos consisten en la siembra de árboles en línea en los límites de las unidades de producción o fincas, plantados con objetivos múltiples: delimitación de la propiedad, aprovechamiento forestal (madera, postes, etc.), alimentación animal y humana, ambiental (microclima más favorable, paisaje agradable, promoción de la biodiversidad, fijación de carbono, etc.).

Jiménez, (2001)⁹⁰ afirma que esta multiplicidad de posibles funciones, hacen de los linderos un sistema agroforestal de uso cada vez más frecuente en los programas de manejo y rehabilitación de cuencas hidrográficas.

- **Estabilización de Riberas de Ríos y Quebradas.** Jiménez (2001)⁹¹ anota que el curso de los ríos o quebradas puede generar erosión en sus márgenes, problema común en muchas áreas de cultivo de zonas tropicales, donde han desaparecido los bosques de galería. Como consecuencia de éste proceso, las parcelas agrícolas y la cuenca de manera integral se ve perjudicada.

El mismo autor afirma que para contrarrestar este efecto, se siembran las orillas de las corrientes de agua con vegetación leñosa que permite su estabilización, reduce la contaminación del agua, provee de hábitat a diferentes animales y puede además, ser fuente de diversos productos forestales y alimenticios.

La eficiencia de ésta práctica se optimiza cuando se establecen especies de diferentes portes, que permiten una estructura multiestratificada. Se considera que la zona de protección debe ser de al menos 15 metros (Jiménez, 2001)⁹².

El mismo autor afirma que el complejo de biomasa aérea y radical de los árboles y arbustos también limitan la erosión del suelo y la obstrucción de los ríos y mejora las características físicas, químicas y biológicas de las corrientes de agua, generando de esta manera beneficios múltiples sobre toda la cuenca.

⁸⁹ JIMÉNEZ, Op cit., p. 63

⁹⁰ JIMÉNEZ, Op cit., p. 63

⁹¹ Ibid., p. 63

⁹² Ibid., p. 64

1.3 TÉCNICAS PARA EL PROCESO DE EXTENSIÓN

Arias *et al.*, (1994)⁹³ afirman que la acción de introducir una novedad a la comunidad, tiene como propósito tratar de solucionar un problema o mejorar una situación. Las técnicas de difusión y adopción permiten canalizar la “innovación” desde su origen hasta la población de interés, primero divulgándola y después asegurando su adecuada implantación.

Los mismos autores manifiestan que existe una gran diversidad de técnicas para la difusión y adopción de innovaciones; su elección y uso dependen fundamentalmente de tres factores: las necesidades por satisfacer, la población de interés y la propia innovación.

Todas las técnicas ofrecen ventajas y desventajas; por ello, la combinación apropiada de varias de ellas suele generar mejores resultados. Cualquiera que sea el procedimiento o la combinación de procedimientos que se utilicen, sus efectos sobre la extensión de innovaciones puede tener un carácter pasivo, cuando tienden a omitir la participación de la población de interés; o activo, cuando por el contrario, propician tal participación (Arias *et al.*, 1994)⁹⁴.

- **Proceso de Extensión.** Arias *et al.*, (1994)⁹⁵ proponen los pasos más utilizados en el proceso de extensión rural, descritos a continuación:
 - **Reconocimiento de la Zona de Influencia.** Se realiza para determinar el tamaño y los límites de la zona, así como sus subdivisiones. Es fundamental identificar estructuras organizacionales, distribución espacial de la población y localización de servicios.
 - **Contacto Inicial con la Comunidad.** Se empieza por contactar a las organizaciones reconocidas en o por la comunidad y explicarles en detalle a los representantes de estos grupos el trabajo que se propone realizar.
 - **Divulgación del Proyecto.** Los apoyos visuales representan un excelente medio para lograr una comunicación mas objetiva. Para informar acerca de un proyecto se utilizan medios audiovisuales, escritos, espacios radiales, fotografías, mapas, etc. Todos ellos ofrecen diferentes ventajas, por lo que su selección debe ajustarse a las características de la audiencia y el

⁹³ ARIAS, E.; FLORES, G.; PADILLA, S.; PELTONEN, J. y STEGEMAN, G. Manual del Extensionista Forestal Andino 1. En Manejo Comunitario de los Recursos Naturales Renovables del Ecuador. Quito: Desarrollo Forestal Comunal, 1994. P. 23

⁹⁴ ARIAS *et al.*, Op cit., p. 24 – 27

⁹⁵ Ibid., p. 27 - 30

mensaje, es importante que aparezca en forma oportuna, clara, visible y atractiva.

- **Acercamiento y Motivación.** Es una estrategia para la introducción de un cambio mediante un tipo de comunicación múltiple, sumamente común en la dinámica de grupo: la discusión donde se expresan los objetivos, importancia y beneficios de la práctica. A través de ella se brinda la oportunidad a los participantes de exponer sus conocimientos, opiniones, actitudes y tendencias frente al planteamiento de distintos tópicos.
- **Capacitación.** Implica entrenar a los miembros del grupo en forma clara, práctica, útil y completa sobre los aspectos forestales que necesita saber: diagnóstico de recursos, plantaciones, manejo de recursos existentes, Agroforestería y su manejo, aprovechamiento.

En la introducción de ajuste o adelantos a las técnicas utilizadas en un proceso productivo, es indispensable el desarrollo de actividades de capacitación a nivel de unidad productiva, demostraciones de método, prácticas de campo, talleres, giras y reuniones grupales.

- **Acompañar.** Trabajar con los hombres y mujeres en sus parcelas o fincas, así se consolida la capacitación y se gana más confianza.
- **Recopilar y Sistematizar la Información.** Obtener en forma ordenada los datos del trabajo comunitario y de la plantación, necesarios para su seguimiento y evaluación.
- **Guía de Diagnóstico y Reordenamiento Sostenible de la Finca Campesina.** El IMCA (2003)⁹⁶ define la finca campesina como un espacio fundamental donde se inician las relaciones sociales, culturales y físicas en lo cotidiano para integrar la familia; la constituyen el hogar, la vivienda, el área doméstica, los cultivos, los animales y el bosque. Allí se construyen y transmiten saberes, historias, creencias, costumbres, afectos y se toman decisiones sobre los diferentes aspectos de la vida campesina.

El IMCA desde 1990 ha venido apoyando a las comunidades en la elaboración de sus planes de desarrollo, proceso en el cual ésta guía se ha validado, enriqueciendo con el aporte de las comunidades e instituciones que lo han puesto en práctica y continúa al servicio de los campesinos y entidades a fin de contribuir a identificar caminos que conduzcan a alcanzar el desarrollo sostenible y por lo tanto a mejorar su calidad de vida.

⁹⁶ INSTITUTO MAYOR CAMPESINO. Guía de diagnóstico y reordenamiento sostenible de la finca campesina. Buga (V): IMCA, 2003. 27 p.

La guía busca que la familia conozca, valore y reflexione acerca de su realidad, de su finca, de su forma de vivir; y a partir de esto, plantee sus sueños y deseos a través de proyectos, en los que participa toda la familia (hombres, mujeres, adultos jóvenes, niños y niñas). Es un proceso de reordenamiento sostenible que conlleva a la acción transformadora.

Las herramientas a utilizar para el diagnóstico de la finca son:

- **Encuestas.** El objetivo es recolectar información general o específica de un tema deseado mediante el diálogo con individuos claves y/o grupos familiares (familias representativas). La técnica consiste en un diálogo que busca evitar algunos efectos negativos de los cuestionarios formales (encuestas) (Ramírez y Rosero, 2003)⁹⁷.
- **Revisión de Información Secundaria.** La información necesaria se puede recopilar de libros, revistas, Internet, conferencias y demás publicaciones que sirvan para complementar la información primaria obtenida en el Diagnóstico (Ramírez y Rosero, 2003)⁹⁸.
- **Devolución de la Información.** Se realiza en un taller comunitario con la presencia de los actores sociales con el fin de darles a conocer los resultados obtenidos, lo cual ayuda a fortalecer la confianza de la comunidad para el desarrollo de posteriores trabajos (UMATA - Pasto, 1996)⁹⁹.

⁹⁷ RAMÍREZ RAMÍREZ, E y ROSERO CASTILLO, E. Planificación mediante el diagnóstico rural participativo de la finca "La Cruz" de la asociación "Guayacanal" Municipio de San Pablo, Nariño. Tesis de Grado, Ingeniero Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 2003. P. 32 - 41

⁹⁸ Ibid., p. 32 – 41

⁹⁹ UNIDAD MUNICIPAL DE ASISITENCIA TÉCNICA AGROPECUARIA, Op cit., p.9

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 LOCALIZACIÓN

El corregimiento de la Caldera (Anexo A) se encuentra ubicado a 22 kilómetros del Municipio de Pasto, por la vía que comunica con los municipios del occidente del departamento (Nariño, La Florida, Sandoná y Consacá). Se desvía por la plaza central del Municipio de Nariño y a 7 kilómetros se ubica la cabecera corregimental en la Vereda Caldera Bajo (Cabrera y Delgado, 2004)¹⁰⁰.

Limita al Norte con el municipio de Chachagüí, al sur con el Municipio de Nariño y el Corregimiento de Genoy, al oriente con el municipio de Chachagüí y el río Pasto y al occidente con el Municipio de la Florida (UMATA – Pasto, 1996)¹⁰¹.

2.2 ASPECTOS GENERALES DE LA ZONA

El proyecto se estableció en el corregimiento de la Caldera con una altitud entre 1800 y 2100 m.s.n.m., una temperatura promedio de 18°C y una precipitación promedio de 1200 - 2000mm/año (UMATA – Pasto, 1996)¹⁰².

El corregimiento de la Caldera hace parte de la subcuenca media del Río Pasto, conformada por las fuentes que abastecen el municipio de Nariño y los corregimientos de Genoy y La Caldera, dentro de la jurisdicción del Municipio de Pasto. Las principales corrientes son las quebradas Chorrillo, Río Bermúdez, Quebrada Honda y Quebrada Vergel (UMATA – Pasto, 1996)¹⁰³.

2.3 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LA CALDERA

El corregimiento de La Caldera, conformado aproximadamente por 1500 habitantes, presenta condiciones de pobreza. La vía de acceso a esta zona no se encuentra en buenas condiciones, no cuentan con servicio de transporte permanente. El mercado más próximo para la comercialización de sus

¹⁰⁰ CABRERA BASTIDAS, L. y DELGADO CHAMORRO, C. Fomento e implementación del cultivo de Guadua en el Corregimiento La Caldera, Municipio De Pasto; Informe Final de Actividades Agosto – Diciembre 2004. UMATA, Pasto, 2004. p. 6

¹⁰¹ UNIDAD MUNICIPAL DE ASISITENCIA TÉCNICA AGROPECUARIA, Op cit., p.30

¹⁰² Ibid., p.32

¹⁰³ Ibid., p.32

productos se ubica en la cabecera del municipio de Nariño, a 7 km. de la cabecera corregimental (Cabrera y Delgado, 2004)¹⁰⁴.

Sus habitantes se dedican principalmente al cultivo de fique y otros cultivos como café, frijol y maíz o plátano a menor escala, lo cuál es utilizado generalmente para autoconsumo. Últimamente gracias a las capacitaciones brindadas por la Secretaría de Agricultura de Pasto y el SENA, se viene adelantando la conformación de grupos asociativos para la producción de tomate en invernadero (Cabrera y Delgado, 2004)¹⁰⁵.

La actividad diaria a la que se dedican las mujeres es a hilar la cabuya artesanalmente, la que en su gran mayoría no proviene de la explotación realizada en sus fincas, sino que deben comprarla a quienes la cultivan a mayor escala (Cabrera y Delgado, 2004)¹⁰⁶.

2.4 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Las actividades realizadas dentro del procedimiento metodológico se describen en el Anexo B. En él se representan los aspectos utilizados para la selección de beneficiarios y fomento de las prácticas agroforestales, a través de las siguientes fases aplicadas según la metodología de Arias *et al.*, (1994)¹⁰⁷ mencionada en la revisión de literatura.

- **Fase I. Reconocimiento de la Zona y Divulgación del Proyecto (Agosto, 2004).** Se realizó un recorrido por las tres veredas que conforman el corregimiento de La Caldera (San Antonio, La Caldera y Arrayanes), el proyecto fue acogido finalmente en dos de estos tres sitios (La Caldera y San Antonio).

Se identificaron los líderes comunitarios con la colaboración de la corregidora, los inspectores de cada vereda y los mismos habitantes de la zona, estos líderes fueron reconocidos además como las personas que por lo general participan activamente en todos los aspectos relacionados con los proyectos de la Alcaldía de Pasto.

¹⁰⁴ CABRERA y DELGADO, Op cit., p.8

¹⁰⁵ Ibid., p.8

¹⁰⁶ Ibid., p.9

¹⁰⁷ ARIAS *et al.*, Op cit., p. 23 – 27

Se utilizaron como medio de divulgación del presente proyecto el diálogo informal con la gente encontrada durante el reconocimiento de la zona, además, algunas reuniones programadas por la UMATA – Pasto con los grupos asociativos de La Caldera (tomateros, fiqueros); publicidad escrita (carteleras) ubicada en puntos estratégicos como la iglesia del pueblo, el salón comunal y el puesto de salud y chapolas repartidas con la ayuda de la corregidora y los inspectores de las veredas involucradas. Todo esto con el fin de invitar a la comunidad a participar en una asamblea convocada por la Alcaldía para dar a conocer este proyecto.

- **Fase II. Acercamiento y Motivación (Septiembre - 2004).** Se contó con el acompañamiento de técnicos de la UMATA – Pasto, además de los líderes comunales identificados en la primera fase, lo cual facilitó el contacto Ejecutores – Comunidad y Comunidad – Ejecutores. Se realizaron reuniones en las cuales se socializaron los alcances del proyecto, objetivos, potencialidades de la guadua en la zona, su importancia económica y ambiental evidenciada en el País.
- **Fase III. Conformación del Grupo (Octubre - 2004).** Con las personas asistentes a las jornadas de acercamiento y motivación se acordó hacer las reuniones en el salón comunal ubicado en el puesto de salud de La Caldera, se fijaron las fechas y hora para las capacitaciones.

Las capacitaciones fueron teórico-prácticas, con el objetivo de instruir al grupo en el manejo del cultivo de guadua ya que en la zona no se conoce sobre esta especie. Se llevaron a cabo entre los meses de Octubre de 2004 y Abril de 2005. Los temas tuvieron como objetivo instruir al grupo en:

- Establecimiento de cada práctica agroforestal.
- Manejo del guadual.
- Manejo de cada componente de las prácticas seleccionadas.

Durante las capacitaciones se propusieron las siguientes prácticas agroforestales con guadua:

- **Guadales con Cultivos.** Dado que la guadua para su explotación comercial se siembra a una distancia de 3 metros en cuadro, se facilita el aprovechamiento de este espacio para la siembra de un cultivo transitorio (fríjol o maíz), esto además favorece al guadual al mantenerlo libre de malezas (Morán *et al.*, 2004)¹⁰⁸.

¹⁰⁸ MORÁN, KRISHNAMURTHY, URIBE y REY, Op cit., p.8

- **Guadales en Linderos.** Este sistema es fácil de implementar debido a que no se requiere que el agricultor destine un terreno muy grande, proporciona la delimitación de la finca, protección contra el viento y la obtención de productos y subproductos derivados de la guadua. La distancia de siembra para esta práctica es de 2.5 metros entre plantas (Jiménez, 2001)¹⁰⁹.
- **Estabilización de Riberas de Ríos y Quebradas.** Para esta práctica la guadua se siembra en triángulo o tres bolillo con distancias de 2,5 m* 2,5m. de acuerdo a lo especificado para plantaciones de tipo protectoras de fuentes hídricas y suelos (Morán *et al.*, 2004)¹¹⁰.
- **Fase IV. Elección de Agricultores y Fincas para la Siembra del Material Vegetal (Enero - 2005).** En esta fase se expusieron las características para poder ser beneficiario del proyecto como son: el interés y compromiso con el proyecto, la disponibilidad de terreno para sembrar la guadua, además de agua, insumos y mano de obra.
- **Fase V. Selección de las Prácticas Agroforestales (Febrero – 2005).** La selección de las prácticas se realizó conjuntamente con el finquero, siendo el mismo quien decide cual implementar, de acuerdo a sus necesidades y a las de la finca, para ello se tuvo en cuenta el diagnóstico realizado por Figueroa y Suárez (2004)¹¹¹ en 14 fincas de la región; además, esta selección se hizo con base a las distancias que se requieren para el cultivo y manejo de la guadua, según los arreglos propuestos en la Fase III de este estudio.
- **Siembra (Marzo – 2005).** El material vegetal para la siembra se obtuvo del banco de propagación perteneciente a CORPONARIÑO – finca “Villa Loyola”, municipio de Chachagüí, ubicada a 1900 m.s.n.m., con temperatura promedio de 19°C, precipitación de 1900 mm/año y brillo solar de 1100 horas/luz/año (Argoty y Benavides, 2001)¹¹².

¹⁰⁹ JIMÉNEZ, Op cit., p.65

¹¹⁰ MORÁN *et al.*, Op cit., p. 4

¹¹¹ FIGUEROA, J y SUAREZ, D. Diagnóstico y diseño de Sistemas Agroforestales tradicionales en el Corregimiento La Caldera, Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Informe Final de Actividades Agosto – Diciembre 2004. UMATA, Pasto, 2004. 38 p.

¹¹² ARGOTY, J. y BENAVIDES, E. Evaluación del crecimiento de la guadua (*Guadua angustifolia* kunt) con aporque en tres épocas de desarrollo, Vereda Matarredonda, Municipio de Chachagüí, Departamento de Nariño. Tesis de Grado, Ingeniero Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 2001. p. 25

CORPONARIÑO entregó 1500 plántulas de guadua embolsadas de tres meses de edad, con altura y diámetro promedio de 12,36 cm. y 0.23 cm. respectivamente, las cuales presentaban un buen desarrollo tanto foliar como radical, para esta época contaban solamente con material vegetal que iniciaba la etapa de vivero, estas fueron transportadas hasta el Centro de Investigación Agropecuaria ubicada en la vereda La Caldera y perteneciente a la Alcaldía de Pasto, aquí se proporcionó al material la sombra y riego en vivero hasta el momento de la siembra.

Para el establecimiento de la guadua se realizó inicialmente una jornada de capacitación indicando las labores culturales propias de este cultivo, después cada agricultor se encargó de la limpieza y preparación de su terreno; el trazado se hizo teniendo en cuenta las distancias de siembra para cada práctica elegida (Guadales en linderos, Guadales en cultivos, Estabilización de Riberas de Ríos y Quebradas).

Finalmente se entregaron las plántulas de guadua a once agricultores de la zona, los cuales fueron seleccionados del grupo de personas asistentes a las distintas jornadas (reuniones, capacitaciones) y a partir de las condiciones ya expuestas.

2.5 MUESTREO PARA LA EVALUACION DE LA ADAPTABILIDAD DE LA GUADUA

De las 11 fincas donde se implementó la guadua, se seleccionaron cuatro al azar, para una intensidad de muestreo del 35% (800 plántulas). De éste conjunto se obtuvieron 60 datos de altura y 60 de diámetro, con intensidad de muestreo equivalente al 7%.

En campo se obtuvieron muestras de suelo de cada una de las 4 fincas seleccionadas para caracterizarlo (Anexo C), saber sus necesidades para proponer un plan de fertilización, además de poder determinar en un futuro la influencia de la especie sobre este.

La primera evaluación de las variables de crecimiento (diámetro y altura) se realizó al momento de la siembra (Período 1, marzo) y durante los tres meses siguientes cada 30 días (Período 2, 30 días; Período 3, 60 días y Período 4, 90 días). La información obtenida de diámetros y alturas en los diferentes períodos se presenta en tablas (Tablas 4 y 7) (con sus diferentes estadígrafos media, varianza y desviación estándar).

Se realizó un análisis de comparación por rango múltiple mediante Prueba de t (Anexo I y K) entre los diferentes periodos para comprobar el crecimiento de la especie en las variables diámetro y altura y corroborar la hipótesis de que la especie si se desarrolla en la zona.

El análisis estadístico descriptivo y de comparación por rangos múltiples que sirvió para determinar si existían o no diferencias entre períodos, se realizó en el programa STATGRAPHICS Plus versión 5.0.

Las variables evaluadas fueron:

- **Diámetro Basal.** Se tomó en la base de la plántula con un pie de rey y los datos (Anexo D) se consignaron en una planilla de campo prediseñada.
- **Altura.** Se tomó desde la base de la plántula y hasta la yema apical con una cinta métrica. Los datos obtenidos (Anexo E) se consignaron en una planilla de campo prediseñada.
- **Índice de Robustez.** Según lo expuesto por Word y Burley (1995) citados por Benavides y Mejía (2003)¹¹³ el Índice de Robustez se calcula dividiendo la altura entre el diámetro de cada individuo; para este estudio se realizó por cada uno de los 60 individuos evaluados. Se promediaron los datos para obtener el índice de robustez, procedimiento realizado para cada período.
- **Porcentaje de Supervivencia.** Según Arroyo y Ramírez (1998) citados por Benavides y Mejía (2003)¹¹⁴ este porcentaje es un indicador de adaptabilidad de una especie en una zona, determinado por los individuos o plantas que en su crecimiento inicial han sobrevivido o soportado las condiciones ambientales, adaptándose a los requerimientos climáticos y edáficos exigidos por la especie que le permiten un normal desarrollo vegetativo.

Los mismos autores afirman que la supervivencia se toma como un porcentaje teniendo en cuenta que el 100% corresponde al número inicial plantado, se obtiene al multiplicar el número de sobrevivientes por 100 y dividirlos entre el número de individuos establecidos.

En el Período 4 (Junio) a los 90 días de la siembra en este estudio, se procedió a contar los individuos que no sobrevivieron y el porcentaje se obtuvo mediante la fórmula:

$$Sr\% = \frac{\text{N}^\circ \text{ Individuos establecidos} - \text{N}^\circ \text{ de individuos muertos}}{\text{N}^\circ \text{ de individuos establecidos}} \times 100$$

Donde: *Sr%* = *Porcentaje de Supervivencia*.

¹¹³ BENAVIDES PUPIALES, C y MEJÍA AYALA, V. Establecimiento y evaluación inicial de un arboretum con ocho especies nativas en la Granja Botana, Universidad de Nariño, Pasto. Tesis de Grado, Ingeniero Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 2003. P. 68 - 69

¹¹⁴ *Ibid.*, p. 70 - 71

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Durante el reconocimiento a la zona de estudio se visitaron las tres veredas que presentan condiciones climáticas aceptables para la guadua (La Caldera, San Antonio y Arrayanes) en el corregimiento La Caldera. Se evidenciaron durante esta etapa diferencias entre la comunidad y las propuestas hechas por la Alcaldía de Pasto. Los habitantes de Arrayanes permanecieron escépticos ante este proyecto y por lo tanto no aceptaron la invitación para entrar a formar parte del grupo de beneficiarios. Finalmente, las veredas involucradas con el presente trabajo fueron La Caldera y San Antonio.

La primera etapa del trabajo consistió en la conformación de un grupo de personas interesadas en conocer sobre el cultivo de la guadua. Inicialmente se contó con la asistencia de 15 agricultores, con ellos se realizaron cuatro jornadas de acercamiento y motivación (Anexo F). En estas reuniones se trataron temas tales como: generalidades de la guadua, debido a que en la zona no se conoce ésta especie como cultivo, beneficios ambientales y económicos de la guadua y usos; además se introdujo algunos conceptos básicos sobre agroforestería.

Durante este proceso se identificaron los líderes de la comunidad: JOSÉ GAVIRIA, FABIO BURBANO, ROBERTO GOMEZ residentes en la vereda La Caldera y LAUREANO ROSERO, ARGEMIRO BOTINA habitantes de San Antonio, quienes colaboraron con la divulgación del proyecto e invitación a otras personas. El grupo finalmente quedó conformado por 20 agricultores (Anexo G) procedentes de las veredas La Caldera y San Antonio.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS FINCAS SELECCIONADAS

En el diagnóstico realizado por Figueroa y Suárez (2004)¹¹⁵ se encontró que la mayor parte de las fincas evaluadas en su trabajo se encuentran distribuidas entre los estratos I y II.

A continuación se enuncian las características generales por cada estrato según los mencionados autores:

- **Diagnóstico General para el Estrato I.** Las características de las familias de las fincas modales a este rango se caracterizan por ser de estrato medio, conformadas en promedio por 5 personas formando hogares con estructura tradicional (madre, padre e hijos). La mano de obra que emplean en sus fincas es contratada. El área de las fincas supera las 3 hectáreas.

¹¹⁵ FIGUEROA y SUAREZ, Op cit., p. 23

En el pasado, la mayor parte de estas áreas tenían diversidad de cultivos (maíz, frijol, fique en mayor cantidad, etc.) con la llegada de la ganadería a esta zona se desplazaron estos cultivos transformándose en gran parte a potreros. Posteriormente se introdujo el café como cultivo principal por su gran rentabilidad económica y en menor proporción el fique, plátano, caña, maíz, yuca y arracacha entre otros.

Las fincas modales de este rango se caracterizan por tener más de dos sistemas agroforestales siendo el más representativo el sistema café/sombra, además otros sistemas como silvopastoriles, huerto mixto, árboles en cultivos transitorios, además, poseen bosques naturales. La economía de los productores se basa principalmente en la comercialización de café.

- **Diagnóstico General para el Estrato II.** Las familias pertenecientes a las fincas modales de este rango se caracterizan por ser de estratos bajos (1 ó 2) generalmente la mano de obra es familiar; además, los productores también laboran en trabajos externos como jornaleros. Estas fincas se caracterizan por tener hasta 3 hectáreas.

Algunos miembros de la familia como las mujeres y los niños se dedican a hilar cabuya, una actividad muy común en la mayoría de las fincas.

Las fincas se caracterizan por tener un sistema agroforestal, siendo el sistema más representativo el huerto mixto, el cual posee varias zonas de manejo, dedicándole una zona de producción al café y a la producción de alimentos para su autoconsumo.

En su mayoría los agricultores realizan las labores de su finca de una forma tradicional, por ejemplo para siembra y cosecha se guían por las fases lunares; la cantidad de insumos químicos es mínima porque en lo posible tratan de fabricar sus propios abonos orgánicos con los desechos que se producen en la finca.

- **Principales características de las 4 fincas que fueron objeto de evaluación para el presente trabajo, tomadas del diagnóstico realizado por Figueroa y Suárez (2004)¹¹⁶**
 - **FINCA Nº 1.** La finca perteneciente al señor Adonías Muñoz, se encuentra ubicada a 2035 m.s.n.m., en la vereda la Caldera a 1,5 km. de la cabecera corregimental; la familia subsiste gracias a los productos obtenidos de su finca.

¹¹⁶ FIGUEROA y SUAREZ, Op cit., 20

Cuenta con 5 hectáreas, en las cuales se distribuyen sistemas agroforestales como huerto mixto, donde se produce principalmente arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), café (*Coffea arabica*) yuca (*Manihot esculenta*), piña (*Annonas comusus*), lulo (*Solanum quitoense*) y zapallo (*Cucúrbita pepo*).

También se encuentran algunos frutales como aguacate (*Persea americana*), guamo (*Inga* sp), guayaba (*Psidium guajaba*), mandarina (*Citrus* sp.) y naranja (*Citrus sinensis*), sistema café/sombra, árboles en cultivos y bosque. El sistema que mayor beneficio económico presenta para el agricultor es café/sombra.

- **FINCA N° 2.** La finca “La Cruz” perteneciente al señor Efraín Salas, se encuentra a una altura de 2050 m.s.n.m., ubicada en la vereda La Caldera, a un kilómetro de la cabecera corregimental; la familia vive de forma permanente en la finca, por esta razón buscan garantizar su seguridad alimentaria con la producción proveniente de la finca.

El área total de la finca es de 32 hectáreas, con bosque natural, dos sistemas agroforestales (café/sombra y sistema silvopastoril) cultivos de plátano (*Musa paradisiaca*) y fique (*Furcraea fique*) y plantaciones lineales de árboles y arbustos.

De acuerdo al productor, el sistema de producción con café (café/sombra) y el sistema silvopastoril son los que tienen una rentabilidad económica aceptable, por lo tanto son para el los de mayor importancia.

- **FINCA N° 3.** La finca “Samaria” propiedad del señor Argemiro Botina, se encuentra a una altura de 2020 m.s.n.m., ubicada en la vereda San Antonio a dos kilómetros de la cabecera corregimental.

El área total de la finca es de 6 hectáreas, con bosque natural, dos sistemas agroforestales (huerto mixto y café/sombra) monocultivo de yuca (*Manihot esculenta*), cultivos asociados (maíz/lulo) y linderos con fique (*Furcraea fique*) y árboles, la familia asegura su alimentación con los productos obtenidos de su finca.

El productor le presta mayor importancia a los sistemas de producción con café (huerto mixto, café/sombra y yuca) por la rentabilidad económica que le representa.

- **FINCA N° 4.** La finca propiedad del señor Laureano Rosero, se encuentra a 2015 m.s.n.m., en la vereda San Antonio, la familia subsiste dentro de lo posible gracias a la producción obtenida de la finca. El área de la finca es de 7,5 hectáreas.

Presenta sistemas agroforestales como huerto mixto y árboles en cultivos. El huerto mixto se dedica principalmente a la producción de café (*Coffea arabica*), plátano (*Mussa paradisiaca*), leñosas perennes como aguacate (*Persea americana*), guamo (*Inga edullis*), guayacán (*Tabebuia* sp), cultivos anuales como maíz (*Zea mays*) y cultivo de fique (*Furcraea vent*). El productor obtiene los mayores ingresos por la venta de fique.

Los ingresos que perciben provienen en su mayoría de la venta del café y fique. Los demás productos no son aprovechados de una forma comercial, se utilizan usualmente para autoconsumo.

De las 11 fincas donde se implementaron las prácticas agroforestales con guadua, el 64% (7) pertenecen al Estrato I, dentro de este mismo estrato se encuentran las 4 fincas descritas anteriormente, este porcentaje indica que la adopción dependió principalmente de la disponibilidad de terreno ya que no se pretendió restar área destinada para los cultivos tradicionales que en ese momento proveían al agricultor beneficios económicos o eran utilizados para autoconsumo.

3.3 CAPACITACIONES

En total se llevaron a cabo cuatro reuniones y ocho jornadas de capacitación, estas últimas se llevaron a cabo entre los meses de Octubre de 2004 y Abril de 2005, además, se realizó en Marzo del 2005 una gira de demostración de método, a las instalaciones del Centro Ambiental de la Guadua - CORPONARIÑO, en el municipio de Chachagüí.

Las temáticas abordadas a lo largo de las capacitaciones fueron:

- Servicios Socio-culturales: importancia, usos tradicionales, vivienda rural.
- Servicios Ambientales: ecosistemas, regulación del agua, suelo, control de la erosión.
- Reproducción, propagación: métodos de propagación, establecimiento, fertilización, manejo de guaduales.
- Cosecha: madurez, corte, piezas aprovechables, secado, inmunizado, preservado.
- Usos: materia prima, potencialidades, utensilios, construcciones.
- Generalidades sobre agroforestería.

La asistencia de personas fue significativa en el momento de la convocatoria para la divulgación del proyecto, pero a medida que se avanzó en la temática propuesta para las capacitaciones y demás reuniones, la cantidad de personas que participaron en estas actividades disminuyó, del grupo finalmente conformado por 20 personas, el promedio de asistencia fue de 6 por jornada.

Algunos de los factores que influyeron en que los agricultores asistieran o no a las capacitaciones se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Aspectos positivos y negativos para la participación comunitaria.

LIMITACIONES	POTENCIALIDADES
<p>Inasistencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para algunos agricultores el lugar de reunión se encontraba lejos de su finca - Diferencias sociopolíticas entre los participantes del grupo - Desconfianza ante proyectos de entidades públicas - Poca disponibilidad de tiempo debido a que algunos de ellos trabajan en diferentes fincas - Falta de compromiso de algunos agricultores 	<ul style="list-style-type: none"> - Participación de todos los miembros de la familia - Comunidad sensibilizada frente a la problemática ambiental - Interés por adquirir nuevos conocimientos - Líderes positivos dentro de la comunidad - Confianza ante proyectos de la Universidad de Nariño

Fuente: este estudio

3.4 SELECCIÓN DE LAS PRÁCTICAS AGROFORESTALES CON GUADUA

Según el diagnóstico realizado por Figueroa y Suárez (2004)¹¹⁷ y el recorrido por las fincas se tuvieron en cuenta algunos criterios para facilitar la selección de las prácticas como: área disponible, proximidad de fuentes hídricas, cultivos existentes, mano de obra, animales, calidad de la vivienda, límites de la finca. Durante este proceso, con cada agricultor se identificaron y se priorizaron sus necesidades y las de sus fincas.

Dentro del grupo de 20 personas se promovieron las prácticas agroforestales: guaduales con cultivos, guaduales en linderos y estabilización de riberas de ríos y quebradas. El 55% de los productores (11) las acogieron y sembraron la guadua en ellas (Tabla 2) el restante 45% de agricultores (9) decidió esperar a tener disponible algo de terreno para allí sembrar la guadua ó no poseían en el momento el área adecuada para la siembra.

¹¹⁷ FIGUEROA y SUAREZ., Op cit. p. 21

Este porcentaje de adopción (55%) se presentó debido a que existe afinidad entre las prácticas propuestas y la disponibilidad de recursos (área, mano de obra, insumos) además de la simplicidad para su implementación y la posibilidad de experimentar con cada arreglo a baja escala.

En las jornadas de capacitación y en las visitas realizadas a las fincas, se manifestó por parte de los agricultores que en la región se presenta una gran deficiencia del recurso hídrico, por lo tanto debido a la compatibilidad de la recomendación con la problemática del sector, la práctica que tuvo mayor aceptación durante todo el proceso, adoptada por 9 de los 11 agricultores (81%) fue la de “Estabilización de riberas de ríos y quebradas”.

3.5 SIEMBRA DEL MATERIAL VEGETAL

Para repartir el material se visitó cada finca, donde se realizó el conteo y la entrega de las plántulas. El día posterior a la siembra se visitó los predios con el fin de verificar la siembra y realizar las primeras mediciones (Anexo D y E) además, se tomaron muestras de suelo para analizarlas en el laboratorio de la Universidad de Nariño (Marzo de 2005), con el fin de recomendar el plan de fertilización necesario para cada finca.

En total se sembraron 1290 plántulas de guadua de las 1500 entregadas por CORPONARIÑO, debido a que uno de los agricultores manifestó que por descuido, el material vegetal entregado (200 plántulas) fue consumido por los animales de su finca pese a las recomendaciones dadas y las 10 restantes se perdieron en el transporte de Chachagüí a La Caldera, estos hechos no fueron tomados en cuenta al momento de realizar el análisis estadístico.

La distribución del material vegetal y las prácticas seleccionadas se indican en la Tabla 2.

Para repartir el material vegetal se tuvo en cuenta el área disponible por el agricultor; las personas que sembraron 200 plántulas fueron seleccionadas porque poseían mayor disponibilidad de terreno (más de 5Has) en ese momento, en la reunión para la selección de las prácticas se puso en consideración este aspecto a todo el grupo de beneficiarios y se decidió adoptar esta medida.

Tabla 2. Distribución de Plántulas, Prácticas y Área para cada Beneficiario del Proyecto.

LA CALDERA	Nº de plántulas sembradas	Práctica escogida	Área** sembrada
Luís Riobamba	70	Estabilización de Riberas	505m ²
José Gaviria	70	Estabilización de Riberas	505m ²
Roberto Gómez	70	Estabilización de Riberas	505m ²
Fabio Burbano	70	Estabilización de Riberas	505m ²
Rubén Enríquez	70	Estabilización de Riberas	505m ²
Adonías Muñoz	200*	Estabilización de Riberas	1443m ²
Omar Mora	70	Estabilización de Riberas	505m ²
Efraín Salas	200*	Linderos	500 m. lineales
SAN ANTONIO			
Laureano Rosero	200*	Estabilización de Riberas	1443m ²
Argemiro Botina	200*	Guadales en cultivos	1800m ²
Danilo Flores	70	Estabilización de Riberas	505m ²
Área Total Sembrada			8221m ² 500m lineales

* Fincas evaluadas en este estudio

Fuente: este estudio

** Siembra en tres bolillo $A = N^{\circ} \text{plántulas sembradas} \times \text{distancia de siembra}^2 \times \text{Factor de corrección (1,154)}$
 Siembra en cuadro $A = N^{\circ} \text{plántulas sembradas} \times \text{distancia de siembra}^2$

- **Análisis de Suelos.** El orden de extracción de elementos mayores tanto en plántulas como en guadales adultos es el siguiente de mayor a menor: K, N, Ca, Mg y P (Cruz, 1994 citado por Giraldo y Sabogal, 1999)¹¹⁸.

El fósforo es el elemento que aparece menos como elemento mayor, de donde se deduce que son más importantes el calcio y el magnesio para el desarrollo de la plántula ya que estos aparecen en mayores concentraciones (CIPAV, 1998 citado por Giraldo y Sabogal, 1999)¹¹⁹

De acuerdo al análisis realizado para las cuatro fincas, el pH en promedio es menor a 5.5, lo cual indica un suelo fuertemente ácido con posible toxicidad de aluminio; presenta bajos contenidos de fósforo y alta materia orgánica; los elementos esenciales se encuentran en niveles bajos para el calcio, nitrógeno, magnesio y en altos niveles para el potasio. El análisis completo se describe en el Anexo C.

¹¹⁸ GIRALDO Y SABOGAL, Op cit., p. 108

¹¹⁹ Ibid., p. 109

En los análisis de suelos se encontró que el pH, la Materia orgánica, la densidad aparente, el calcio, magnesio y potasio se encuentran dentro de las condiciones necesarias para el cultivo de la Guadua, en cambio otros como el fósforo están en rangos inferiores.

En general para las cuatro fincas evaluadas, se recomienda la aplicación de 192 gr. de DAP en corona y por planta para corregir deficiencias de fósforo y nitrógeno. Para corregir calcio y magnesio se debe aplicar Cal dolomita 1,5 ton/Ha en dos aplicaciones al año y que no concuerde con la época de fertilización, la aplicación de esta cal ayuda también a disminuir el pH.

3.6 VARIABLES EVALUADAS

3.6.1 Porcentaje de Supervivencia. En el Período 4 (Junio) a los 90 días de la siembra Final de la evaluación), se procedió a contar los individuos que no sobrevivieron, obteniendo como resultado 87% de supervivencia, lo cual indica que la especie a pesar de no tener las condiciones mas apropiadas de suelo y clima, presentó baja tasa de mortalidad, debido probablemente al manejo dado al material, las reservas de la plántula y que las plántulas sembradas provenían de Chachagüí donde se presentan condiciones agroclimáticas similares a las de La Caldera.

3.6.2 Índice de Robustez. El índice de robustez evaluado desde el momento de la siembra y después cada 30 días por tres meses se consigna en la Tabla 3, este indicó que las 60 plántulas evaluadas presentaron un desarrollo homogéneo tanto en diámetro como altura para los dos primeros períodos evaluados (Marzo y Abril), pero para el tercer y cuarto período (Mayo y Junio) se observó que la relación altura/diámetro disminuyó (de 57,74 cm. al momento de la siembra hasta 45,31 a los 90 días). Esta relación está acorde con el hábito de crecimiento de la guadua, dado que esta especie se elonga sustancialmente hasta llegar a alturas superiores a 25 m. (Giraldo y Sabogal, 1999)¹²⁰ y su diámetro no llega a superar los 30 cm. (Giraldo y Sabogal, 1999).¹²¹

Tabla 3. Promedios de Índices de Robustez por mes para La Caldera.

SIEMBRA	30 días	60 días	90 días
57.74	55.19	52.2	45.31

Fuente: Este estudio

¹²⁰ GIRALDO Y SABOGAL, Op cit., p. 90

¹²¹ Ibid., p. 90

Argoty y Benavides (2001)¹²², en su trabajo de investigación realizado en el Centro Ambiental de la Guadua – CORPONARIÑO, municipio de Chachagüí, donde no se cuentan con las mejores condiciones climáticas, geográficas y edáficas para el desarrollo de la guadua observaron que ésta presenta un desarrollo normal; para el presente trabajo se tomaron los datos de altura y diámetro a los 90 días de siembra obtenidos por dichos autores y se calculó el índice de robustez, 46.15 para tratamiento sin aporque (similar a las condiciones de este trabajo), lo que indica que la guadua presenta un desarrollo homogéneo en las dos regiones.

En investigaciones realizadas en el Centro Nacional para el Estudio del Bambú - Guadua en el departamento del Quindío donde se presentan condiciones óptimas para el desarrollo de la guadua (Temperatura 25°C; 1240 m.s.n.m.; Precipitación 2242 mm/año; Brillo solar 1757 horas/luz/año) Giraldo y Sabogal (1999)¹²³ obtienen algunos datos iniciales de diámetro y altura de chusquines de guadua desde el momento de la siembra y hasta los tres meses, éstos datos se retoman en el presente estudio para calcular el Índice de Robustez, los valores obtenidos indican que la relación altura/diámetro disminuye de 80 para el mes 0 hasta 50,7 para el mes 3. Este resultado se asemeja al comportamiento presentado por las 60 plántulas evaluadas en las condiciones de La Caldera, lo cual demuestra que la guadua probablemente presenta un rango mayor de adaptabilidad.

El comportamiento de la guadua expresado por el Índice de Robustez es similar en las tres regiones La Caldera, Chachagüí y Quindío, disminuyendo desde el segundo período de evaluación hasta los 90 días, pese a que la altura y el diámetro son mayores en condiciones de sitio óptimas como las encontradas en el Quindío.

3.6.3 Diámetro Basal. El diámetro de los individuos, para cada período evaluado se consignó en el Anexo D, cuyas medias oscilaron entre 0,23 cm. y 0,36 cm. (Tabla 4).

Tabla 4. Resumen Estadístico para Diámetro (cm.) en todos los Períodos.

EDAD DE PLÁNTULAS (DÍAS)	NÚMERO DE PLANTULAS EVALUADAS	MEDIA	VARIANZA	DESVIACIÓN TÍPICA	MÍNIMO	MÁXIMO
MOMENTO DE SIEMBRA	60	0,23	0,007	0,084	0,1	0,51
30	60	0,26	0,009	0,094	0,12	0,55
60	60	0,30	0,011	0,104	0,14	0,7
90	60	0,36	0,011	0,109	0,19	0,8

Prueba de *t* al 5%

Fuente: este estudio

¹²² ARGOTY y BENAVIDES, Op cit., p. 70

¹²³ GIRALDO Y SABOGAL, Op cit., p. 76

El Análisis de Varianza en los cuatro periodos para la variable diámetro indicó que hay diferencia estadística significativa ($P = 0,00$), lo cual demuestra que hubo aumento de diámetro durante los 90 días de evaluación (Anexo H).

En el análisis de rango múltiple a un nivel de confianza del 95%, se observó que el desarrollo de la variable diámetro comenzó a partir del tercer período de evaluación en el mes de Mayo (Anexo I), puesto que entre el periodo 1 (Marzo) y el 2 (Abril) no se observaron diferencias (Tabla 5).

Tabla 5. Contraste de Rangos Múltiples para Diámetro.

DIÁMETRO	NÚMERO DE PLÁNTULAS EVALUADAS	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS*
Periodo 1 (marzo)	60	0,23	A
Periodo 2 (abril)	60	0,26	A
Periodo 3 (mayo)	60	0,30	B
Periodo 4 (junio)	60	0,36	C

* Períodos con la misma letra, no presentan diferencias significativas.
Prueba de t al 5%

Fuente: este estudio

Giraldo y Sabogal (1999)¹²⁴ en el Centro Nacional para el Estudio del Bambú – Guadua, encontraron los siguientes datos promedio de incremento en la variable diámetro en los períodos 0 a 3 meses de siembra (Tabla 6)

Tabla 6. Evolución Promedio de la Variable Diámetro (cm.) del Chusquín en el Centro Nacional para el Estudio del Bambú – Guadua, Quindío.

SIEMBRA	30 días	60 días	90 días
0,15	0,24	0,33	0,5

El promedio de diámetro encontrado en las plántulas para la zona de La Caldera al momento de la siembra fue mayor al encontrado por Giraldo y Sabogal (1999) en el Quindío pero, a los 90 días de edad el diámetro promedio de las plántulas en el Quindío fue superior a lo registrado en La Caldera, lo cual indica que los factores de sitio como temperatura y suelos influyen directamente sobre el incremento en la variable diámetro.

Lo anterior corrobora lo dicho por Castaño (2004)¹²⁵ quien afirma que cuando la guadua se cultiva en lugares donde el rango de temperatura se aleja del óptimo, el diámetro y la altura de los tallos se reduce, por lo tanto para La Caldera el

¹²⁴ GIRALDO Y SABOGAL, Op cit., p. 76

¹²⁵ CASTAÑO NIETO, Op cit., p.4

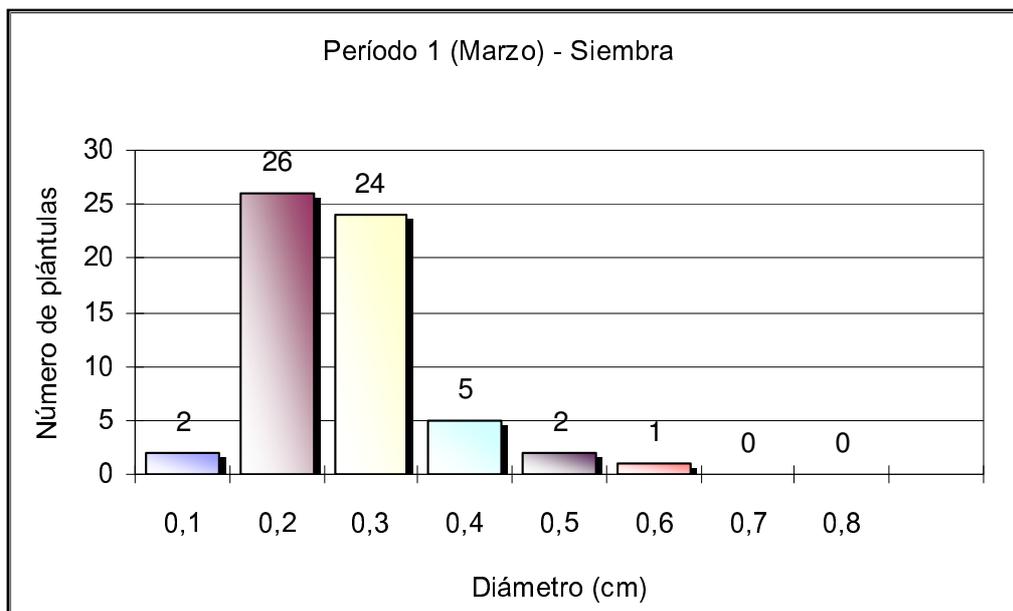
desarrollo de la guadua en diámetro se presentó de manera más lenta dadas las condiciones de sitio presentes.

El diagrama de frecuencia indica la distribución del número de individuos por clases diamétricas, en los cuatro periodos evaluados (Figuras 1 a 4).

Las siguientes gráficas muestran como una cantidad de individuos pasa de una categoría diamétrica a otra superior de un periodo a otro, demostrando crecimiento en esta variable.

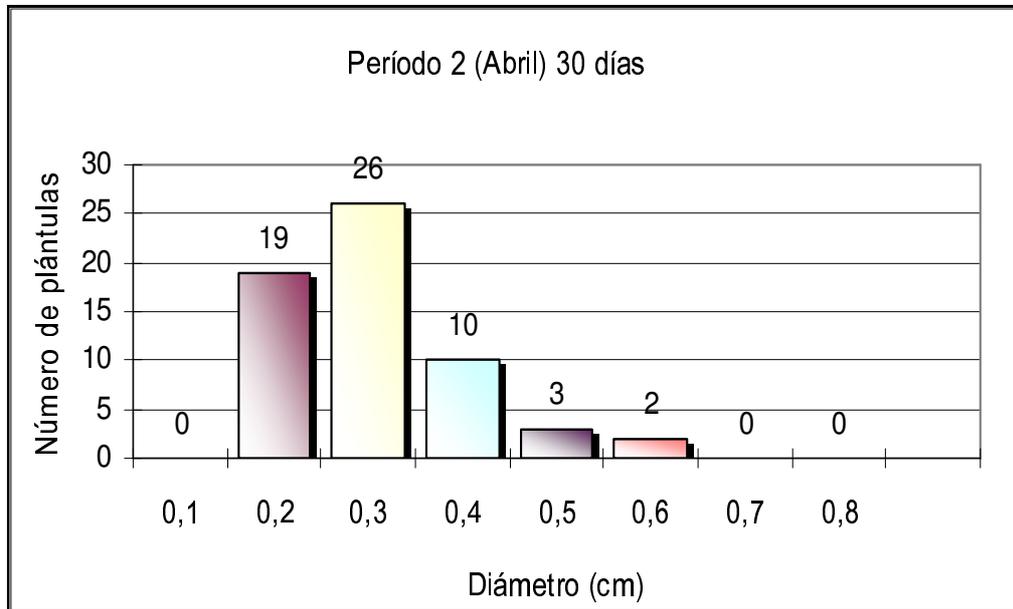
En el momento de la siembra, las plántulas se encontraban distribuidas en su mayoría (83%) entre las clases diamétricas 0,1 a 0,3 cm. En la última evaluación (90 días después de la siembra) la mayor concentración de individuos (62%) se encontraron entre las categorías diamétricas 0,2 a 0,4 cm.

Figura 1. Histograma de Distribución de Frecuencia para Diámetro de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Primer Periodo (Siembra).



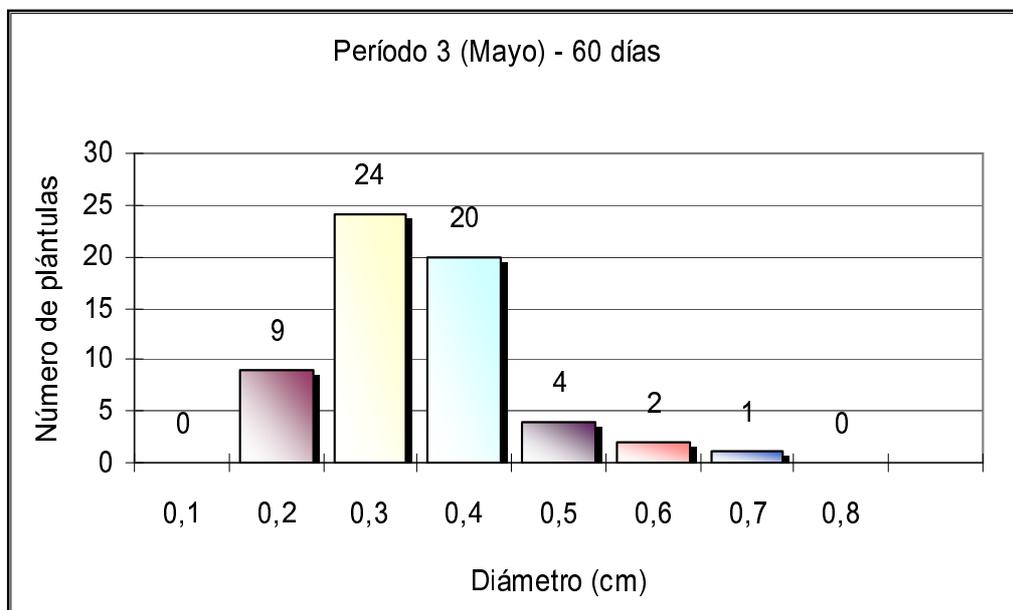
Fuente: este estudio

Figura 2. Histograma de Distribución de Frecuencia para Diámetro de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Segundo Período (30 días).



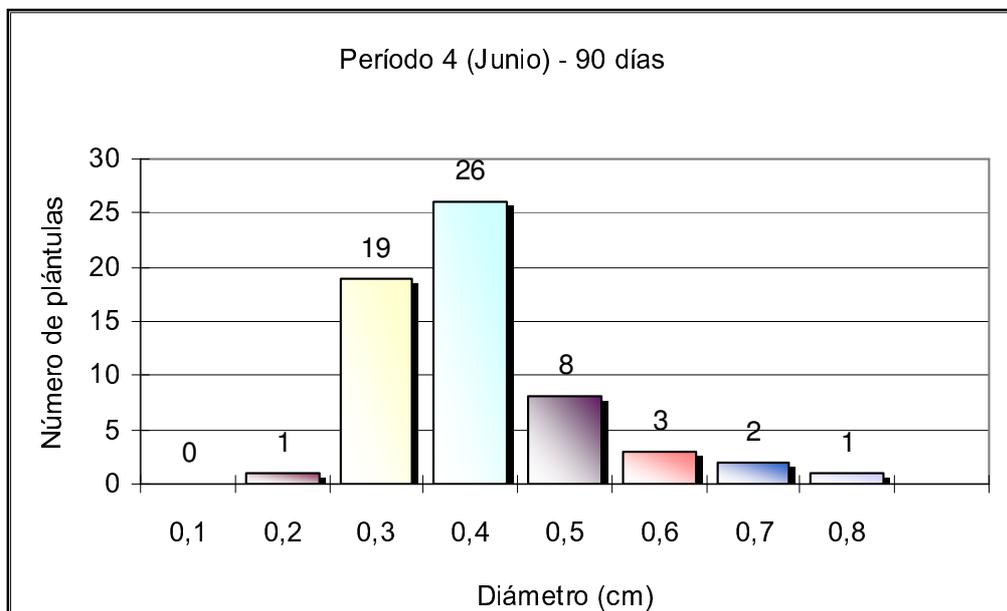
Fuente: este estudio

Figura 3. Histograma de Distribución de Frecuencia para Diámetro de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Tercer Período (60 días).



Fuente: este estudio

Figura 4. Histograma de Distribución de Frecuencia para Diámetro de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Cuarto Período (90 días).



Fuente: este estudio

3.6.4 Altura de las Plántulas. Las alturas de los individuos, para cada momento evaluado se consignan en la Anexo E, cuyas medias oscilan entre 12,36 cm. y 15,84 cm. (Tabla 7).

Tabla 7. Resumen Estadístico para Altura (cm.) en todos los Períodos.

EDAD DE PLÁNTULAS (DÍAS)	NÚMERO DE PLÁNTULAS EVALUADAS	MEDIA	VARIANZA	DESVIACIÓN TÍPICA	MÍNIMO	MÁXIMO
MOMENTO DE SIEMBRA	60	12,36	39,56	6,30	3,0	35,1
30	60	13,60	39,60	6,30	5,2	37,3
60	60	14,73	41,71	6,46	5,9	38,4
90	60	15,84	43,54	6,60	6,5	40,2

Prueba de *t* al 5%

Fuente: este estudio

El Análisis de Varianza para los cuatro periodos indicó una diferencia estadística significativa ($P= 0,022$) entre los cuatro momentos, lo cual muestra que hubo crecimiento significativo para la variable altura, en el transcurrir de los 90 días de evaluación (Anexo J).

En el análisis de rango múltiple se observó que el mayor desarrollo de la variable altura se presentó entre el periodo 3 y 4 (Anexo K), en los dos meses anteriores no hubo diferencia significativa, lo que indica que el crecimiento en estos meses fue mínimo (Tabla 8).

Tabla 8. Contraste de Rangos Múltiples para Altura.

ALTURAS	NÚMERO DE PLÁNTULAS EVALUADAS	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Periodo 1 (marzo)	60	12,36	A
Periodo 2 (abril)	60	13,60	B
Periodo 3 (mayo)	60	14,74	C
Periodo 4 (junio)	60	15,84	C

* Períodos con la misma letra, no presentan diferencias significativas.
Prueba de *t* al 5%

Fuente: este estudio

Giraldo y Sabogal (1999)¹²⁶ en el Centro Nacional para el Estudio del Bambú – Guadua, encontraron los siguientes datos promedio de incremento en la variable altura en los períodos 0 a 3 meses de siembra (Tabla 9).

Tabla 9. Evolución Promedio de la Variable Altura (cm.) del Chusquín en el Centro Nacional para el Estudio del Bambú – Guadua, Quindío.

SIEMBRA	30 días	60 días	90 días
12	17,5	24,5	28,5

El promedio de altura encontrado en las plántulas para la zona de La Caldera al momento de la siembra fue similar al encontrado por Giraldo y Sabogal (1999) en el Quindío pero, a los 90 días de edad la altura promedio de las plántulas en el Quindío fue superior a lo registrado en La Caldera, lo cual indica que los factores de sitio influyen directamente sobre el incremento en la variable altura.

Las condiciones de sitio de La Caldera influyeron para que el crecimiento inicial de la guadua se tornara más lento que lo encontrado en el Quindío, al igual que para la variable diámetro, corroborando lo citado por Castaño (2004)¹²⁷ quien afirma que las condiciones de sitio inciden directamente en el incremento de estas variables.

¹²⁶ GIRALDO Y SABOGAL, Op cit., p. 76

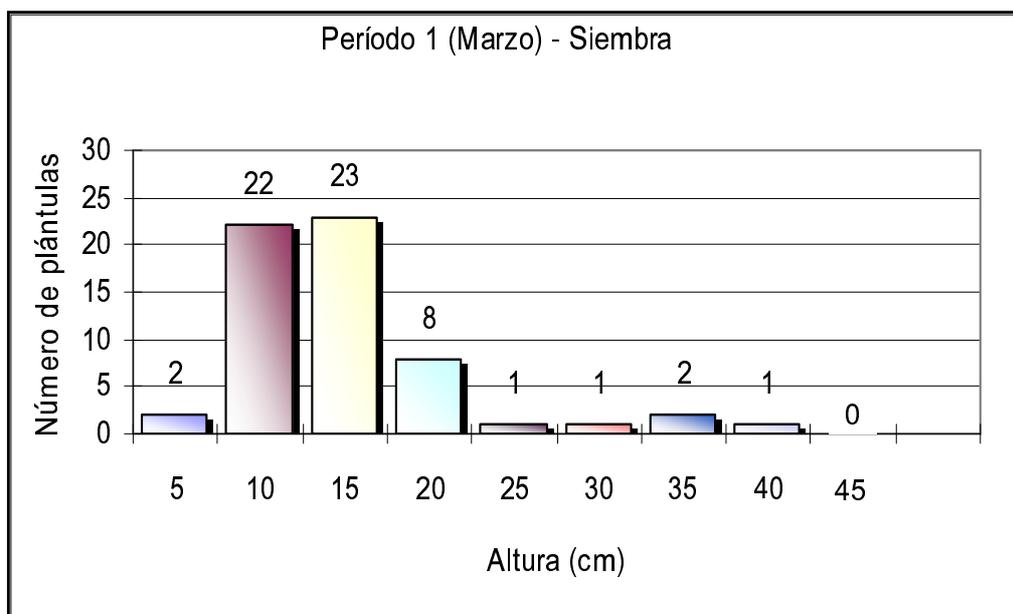
¹²⁷ CASTAÑO NIETO, Op cit., p.4

El diagrama de frecuencias indica la distribución de las alturas por clases y el número de individuos por cada una, para cada periodo evaluado (Figura 5 - 8).

Las siguientes gráficas muestran como una cantidad de individuos pasa de una categoría de altura a otra superior de un periodo a otro, demostrando crecimiento en esta variable.

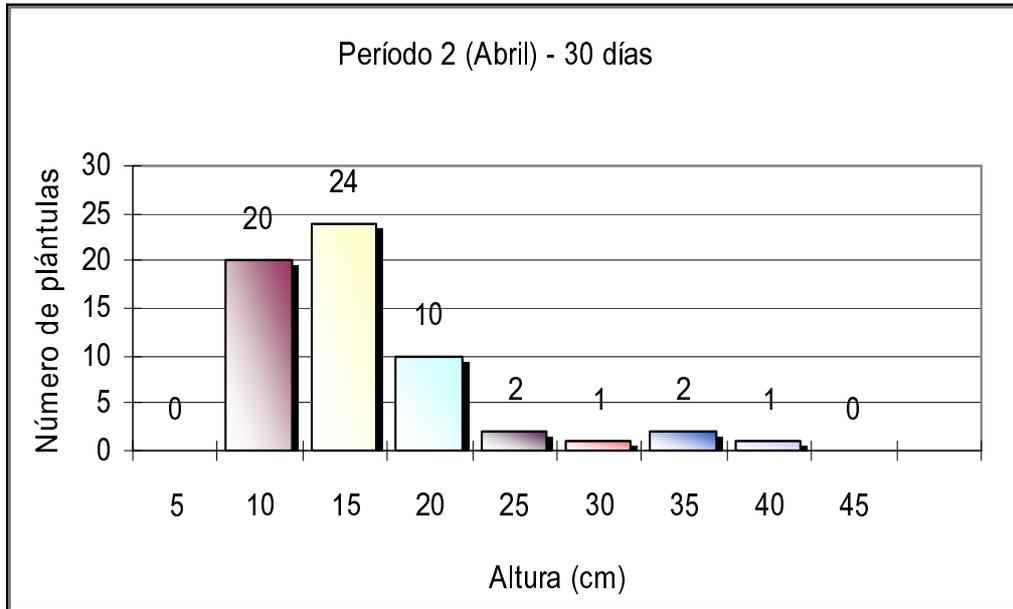
El porcentaje de individuos que se encontraron distribuidos en las clases superiores pasó de 8.33% al momento de las siembra a 18.33% en el cuarto periodo de evaluación, indicando el incremento de altura en los individuos.

Figura 5. Histograma de Distribución de Frecuencia para Altura de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Primer Periodo (Siembra).



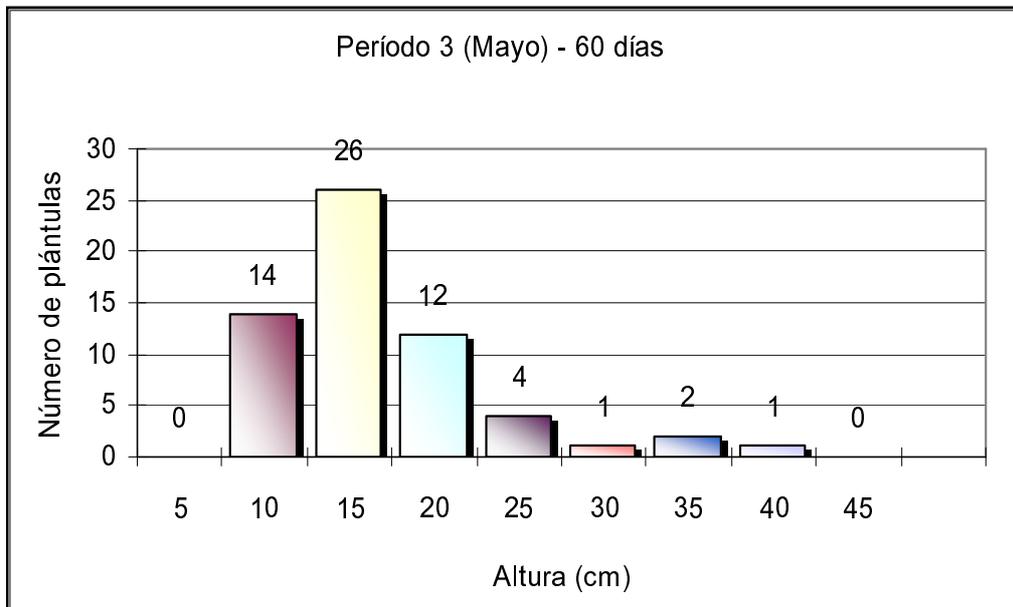
Fuente: este estudio

Figura 6. Histograma de Distribución de Frecuencia para Altura de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Segundo Período (30 días).



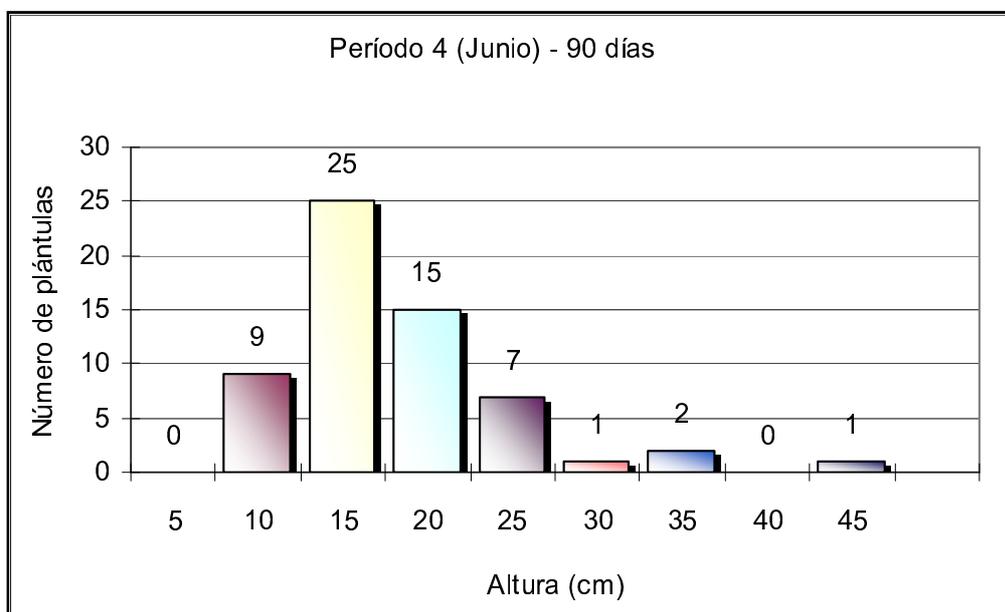
Fuente: este estudio

Figura 7. Histograma de Distribución de Frecuencia para Altura de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Tercer Período (60 días).



Fuente: este estudio

Figura 8. Histograma de Distribución de Frecuencia para Altura de 60 Plántulas de Guadua Evaluadas en el Cuarto Período (90 días).



Fuente: este estudio

- **Tasas Mensuales de Crecimiento (Incremento Corriente Mensual – ICM Incremento Medio Mensual IMM) para las Variables Diámetro y Altura.** El ICM se obtuvo mediante las diferencias entre los promedios de crecimiento de los cuatro períodos evaluados y por cada variable (Tablas 10 y 11).

Tabla 10. Incremento Corriente Mensual de Diámetro para Guadua (*Guadua angustifolia* kunt), Corregimiento de La Caldera.

PERÍODO	MEDIAS/cm.	DIFERENCIA	ICM	IMM*
MARZO	0,23		0,23	0,07
ABRIL	0,26	ABRIL – MARZO	0,03	0,065
MAYO	0,30	MAYO – ABRIL	0,04	0,06
JUNIO	0,36	JUNIO – MAYO	0,06	0,06

Fuente: este estudio

* Incremento Medio Mensual IMM = Media del diámetro en cada período/número de meses del crecimiento. (Considerando que las plántulas al momento de la siembra tenían 3 meses de edad).

Este resultado indicó que el Incremento Corriente Mensual en diámetro para la guadua en el área evaluada es de tipo creciente, debido a que para cada período se registra un incremento mayor (entre Marzo y Abril de 0,03 cm., entre Mayo y Junio de 0,06 cm.). El Incremento Medio Mensual para los 4 períodos evaluados en La Caldera es de tipo decreciente, indicando que las

plántulas crecen aunque La Tasa de Crecimiento disminuye hasta el final de la evaluación (90 días) con un promedio de 0,06 cm/mes.

Tabla 11. Incremento Corriente Mensual de Altura para Guadua (*Guadua angustifolia* kunt), Corregimiento de La Caldera.

PERÍODO	MEDIAS	DIFERENCIA	ICM	IMM*
MARZO	12,36	ABRIL – MARZO	12,36	4,12
ABRIL	13,60		1,24	3,40
MAYO	14,73	MAYO – ABRIL	1,13	2,95
JUNIO	15,84		JUNIO – MAYO	1,11

Fuente: este estudio

*Incremento Medio Mensual IMM = Media de altura en cada período/número de meses del crecimiento (Considerando que las plántulas al momento de la siembra tenían 3 meses de edad).

Este resultado indicó que el Incremento Corriente Mensual en altura para la guadua en el área evaluada es de tipo decreciente y el Incremento Medio Mensual también es de tipo decreciente con una tasa promedio de 2,64cm/mes, lo que indica que la guadua crece en altura pero este incremento cada vez es más lento desde la siembra hasta los 90 días.

Con los datos obtenidos por Giraldo y Sabogal (1999)¹²⁸ de diámetro y altura (Tablas 6 y 9) se calcula para el presente estudio el Incremento Corriente Mensual ICM y el Incremento Medio Mensual IMM y se relacionan con los obtenidos en el presente estudio para la zona de La Caldera, los resultados se consignan en la Tabla 12

Tabla 12. Tasas Mensuales de Crecimiento Promedio (Incremento Corriente Mensual – ICM Incremento Medio Mensual IMM) para las Variables Diámetro y Altura en el corregimiento La Caldera – Pasto y Córdoba – Quindío.

Periodo	La Caldera – Pasto				Córdoba – Quindío			
	ICM (cm.)		IMM (cm.)		ICM (cm.)		IMM (cm.)	
	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura
Siembra	0,23	12,36	0,07	4,12	0,15	12	0,05	4
30 días	0,03	1,24	0,065	3,40	0,09	5,5	0,06	4,37
60 días	0,04	1,13	0,06	2,95	0,09	7	0,066	4,9
90 días	0,06	1,11	0,06	2,64	0,17	4	0,08	4,75

Fuente: este estudio

(Considerando que las plántulas al momento de la siembra tenían 3 meses de edad).

Las Tasas de ICM en diámetro para las plántulas de guadua en La Caldera presentan similar comportamiento en relación con lo encontrado en Córdoba - Quindío, ambas son de tipo creciente, mostrando incremento en

¹²⁸ GIRALDO Y SABOGAL, Op cit., p. 76

sus tasas mes a mes, aunque en La Caldera las plántulas presentan menor incremento.

Al momento de la siembra las plántulas presentaron similar promedio de altura en las dos zonas, sin embargo a los 90 días de siembra el ICM para Córdoba – Quindío fue superior al de La Caldera.

Las tasas de IMM para diámetro se presentaron de forma decreciente en La Caldera, contrario a lo encontrado en el Quindío, lo cuál no significa que las plántulas no hayan crecido sino que el ritmo al que lo hicieron es más lento y se presenta en menor proporción hasta el cuarto periodo evaluado.

Las tasas de IMM para la variable altura presentan un comportamiento decreciente en La Caldera hasta el cuarto periodo evaluado, pese a que la cifra es mayor, el comportamiento que presenta esta variable en las condiciones de Córdoba – Quindío es irregular no pudiendo afirmarse si crece o decrece hasta los 90 días estudiados.

El ritmo de crecimiento de las plántulas en La Caldera para ambas variables es lento, en comparación al encontrado en Córdoba – Quindío, demostrado por las bajas tasas de incremento en diámetro y altura.

- **Crecimiento en diámetro y altura.** Castaño y Moreno (2004)¹²⁹, afirman que las plántulas de guadua de aproximadamente 3 meses van evolucionando en diámetro y altura a tal punto que, dependiendo del tipo de suelo y de las condiciones climáticas logran entre 10 y 13 cm. de altura, similar a lo encontrado en este estudio (12,36 cm) y diámetros que se incrementan a un promedio de 0,1 cm. mensuales en las condiciones de la zona cafetera colombiana, superior a lo encontrado en La Caldera (0,06 cm).

El crecimiento en diámetro y altura de las plántulas de guadua al finalizar el último período evaluado (90 días) encontrado por Giraldo y Sabogal en Córdoba - Quindío (16,5 cm. altura - 0,35 cm. diámetro) es superior a lo encontrado en La Caldera, lo que indica que a pesar de que si se presentó desarrollo de las plántulas en estas dos variables, el ritmo en el cual crecen es lento debido a que no se presentan las condiciones óptimas que se registran para el Quindío.

¹²⁹ CASTAÑO NIETO, F. y MORENO ORJUELA, R. Guadua para todos, cultivo y aprovechamiento. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos, 2004. P. 22

Según Giraldo y Sabogal (1999)¹³⁰ la guadua presenta un amplio rango de distribución geográfica lo cual indica su gran adaptabilidad, hecho que está determinado por las condiciones de sitio. Después de analizar los resultados obtenidos por cada una de las variables evaluadas (diámetro, altura, sobrevivencia y robustez) se puede afirmar que la Guadua (*Guadua angustifolia* kunt) en el corregimiento La Caldera presentó favorable adaptabilidad a la zona, demostrado por el bajo índice de mortalidad, además del crecimiento manifestado en los tres primeros meses de su desarrollo, a pesar de que en relación a los promedios de crecimiento para una zona apta es menor.

- **Correlación Tiempo vs. Variables de crecimiento.** Se realizó un análisis de correlación del Tiempo con las variables Altura y Diámetro, el resultado obtenido indicó que hubo una relación fuerte entre las dos variables, con coeficientes de correlación de 0,98 para diámetro vs tiempo y de 0,99 para altura vs tiempo, a un nivel de confianza de 95% (Anexos L y M)

Esto indica que para este caso existe una relación directamente proporcional entre el transcurrir del tiempo y el incremento en altura y diámetro para la guadua en sus estados iniciales.

¹³⁰ GIRALDO Y SABOGAL, Op cit., p. 93

4. CONCLUSIONES

El alto porcentaje de sobrevivencia obtenido demostró la gran capacidad de adaptación de la especie a la zona, aunque esta no provea a la Guadua de las condiciones de sitio más favorables para su desarrollo.

Los factores edafoclimáticos están directamente relacionados con el desarrollo de la altura y el diámetro, por esta razón el crecimiento de la guadua para esta zona fue lento comparado con lo encontrado en la zona cafetera.

Se observó que la variable diámetro en los estados iniciales de la guadua, presenta un mayor desarrollo (0,26cm.) a partir del segundo periodo evaluado (Abril) y hasta el final de la evaluación (0,36 cm., Junio), por el contrario la variable altura no mostró un crecimiento significativo en los primeros periodos (13,60 cm. - Abril. a 15,84 cm. - Junio).

La comunidad se vio atraída a adoptar esta alternativa de producción, pensando primero en los beneficios ambientales que trae consigo la siembra de la guadua y además el interés por explotarla posteriormente para obtener ingresos económicos.

5. RECOMENDACIONES

Evaluar el desarrollo de la guadua en períodos más amplios y con diferentes tratamientos como aporque y fertilización, para determinar la influencia de estos en su crecimiento.

Efectuar trabajos de investigación tendientes a evaluar el comportamiento de la guadua con diferentes especies dentro de Sistemas Agroforestales.

Evaluar en períodos más amplios el comportamiento de la guadua tanto en diámetro como en altura, para poder predecir la época más adecuada para su cosecha y aprovechamiento.

Desarrollar investigaciones para establecer el impacto que pueda causar la guadua en el recurso hídrico y suelo.

Evaluar en el mediano y largo plazo la producción, cosecha y posteriores usos de la guadua, de acuerdo con las condiciones climáticas, características y fertilidad de los suelos y condiciones de manejo, entre otras variables.

Crear bancos de semilla para la propagación de la guadua con fines de uso comercial y protector de cuencas hidrográficas.

Proponer alternativas para la utilización de la guadua (elaboración de artesanías, productos para uso del hogar, material para construcción, etc.), que sirvan como herramienta de motivación para facilitar la adopción de la especie en la zona

Continuar el proceso de extensión con el grupo para el establecimiento de nuevas alternativas Agroforestales dentro de sus fincas

BIBLIOGRAFÍA

ARIAS, E.; FLORES, G.; PADILLA, S.; PELTONEN, J. y STEGEMAN, G. Manual del Extensionista Forestal Andino 1. En Manejo Comunitario de los Recursos Naturales Renovables del Ecuador. Quito: Desarrollo Forestal Comunal, 1994. P. 23

ARGOTY, J. y BENAVIDES, E. Evaluación del crecimiento de la guadua (*Guadua angustifolia* kunt) con aporque en tres épocas de desarrollo, Vereda Matarredonda, Municipio de Chachagüí, Departamento de Nariño. Tesis de Grado, Ingeniero Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 2001. 122 p.

BENAVIDES PUPIALES, C y MEJÍA AYALA, V. Establecimiento y evaluación inicial de un arboretum con ocho especies nativas en la Granja Botana, Universidad de Nariño, Pasto. Tesis de Grado, Ingeniero Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 2003. P. 68 – 71

CHIRAN, L y MONTES, E. Evaluación de tres fuentes de materia orgánica para la obtención de plántulas de Guadua (*Guadua angustifolia*), por el método de chusquines, municipio de Piendamó, Cauca. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 1997. P. 6-30.

CABRERA BASTIDAS, L. y DELGADO CHAMORRO, C. Fomento e implementación del cultivo de Guadua en el Corregimiento La Caldera, Municipio De Pasto; Informe Final de Actividades Agosto – Diciembre 2004. UMATA, Pasto, 2004. 25 p.

CALVACHE SILVA, E. Reforestación con guadua (*Guadua angustifolia*, Kunt), en los municipios de Santander de Quilichao y Morales, en el Departamento del Cauca, Colombia. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 1999. P. 13 – 26

CASTAÑO NIETO, F. Factores del Sitio que Influyen en el Crecimiento y Desarrollo de la Guadua (*Guadua Angustifolia* Kunt) y su Incidencia en la Rentabilidad y Riesgos Operacionales Relacionados con su aprovechamiento Forestal en La Zona Andina. En: Simposio Internacional Guadua 2004. Pereira, 2004. 15 p.

CASTAÑO NIETO, F. y MORENO ORJUELA, R. Guadua para todos, cultivo y aprovechamiento. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos, 2004. P. 22

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CALDAS. La Guadua, planta emblemática de Caldas; propagación, manejo y utilización. CORPOCALDAS, Manizales, 1999. 11 p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS. La Guadua, un regalo de la naturaleza. Boletín N° 72, Federación Nacional de Cafeteros, Armenia, 1990. 32 p.

FIGUEROA, J y SUAREZ, D. Diagnóstico y diseño de Sistemas Agroforestales tradicionales en el Corregimiento La Caldera, Municipio de Pasto, Departamento de Nariño; Informe Final de Actividades Agosto – Diciembre 2004. UMATA, Pasto, 2004. 38 p.

FIGUEROA REINA, A y ORTEGA GOMEZ, S. Evaluación del porcentaje mínimo de compuesto orgánico en el suelo para la producción de material vegetal de Guadua (*Guadua angustifolia*, Kunt) por el método de chusquines. Tesis de Grado, Ingeniero Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 2001. P. 32 – 37, 54.

GIRALDO HERRERA, E. y SABOGAL OSPINA, A. Una alternativa sostenible: La Guadua, técnicas de cultivo y manejo. CRQ, Quindío, 1999. 189 p.

INSTITUTO MAYOR CAMPESINO. Guía de diagnóstico y reordenamiento sostenible de la finca campesina. IMCA, Buga (V), 2003. 27 p.

JIMÉNEZ, F. Agroforestería en el manejo de cuencas hidrográficas. En Funciones y aplicaciones de Sistemas Agroforestales; Módulo de Enseñanza Agroforestal N° 6. JIMÉNEZ, F; MUSCHLER, R y KÖPSELL, E. (Ed.), Turrialba (Costa Rica), 2001. P. 59 - 65

JIMÉNEZ, F y MUSCHLER, R. Introducción a la Agroforestería. En Funciones y aplicaciones de Sistemas Agroforestales; Módulo de Enseñanza Agroforestal N° 6. JIMÉNEZ, F; MUSCHLER, R y KÖPSELL, E. (Ed.), Turrialba (Costa Rica), 2001. P. 4 – 8

LEON ESCOBAR, M. Sistemas Agroforestales. Editorial Gente Nueva, Bogotá (Colombia), 1993. P. 18 - 19

MONTAGNINI, F. y 18 colaboradores. Sistemas Agroforestales: Principios y Aplicaciones en los trópicos. ORGANIZACIÓN PARA ESTUDIOS TROPICALES, San José (Costa Rica), 1992. P. 33 – 88

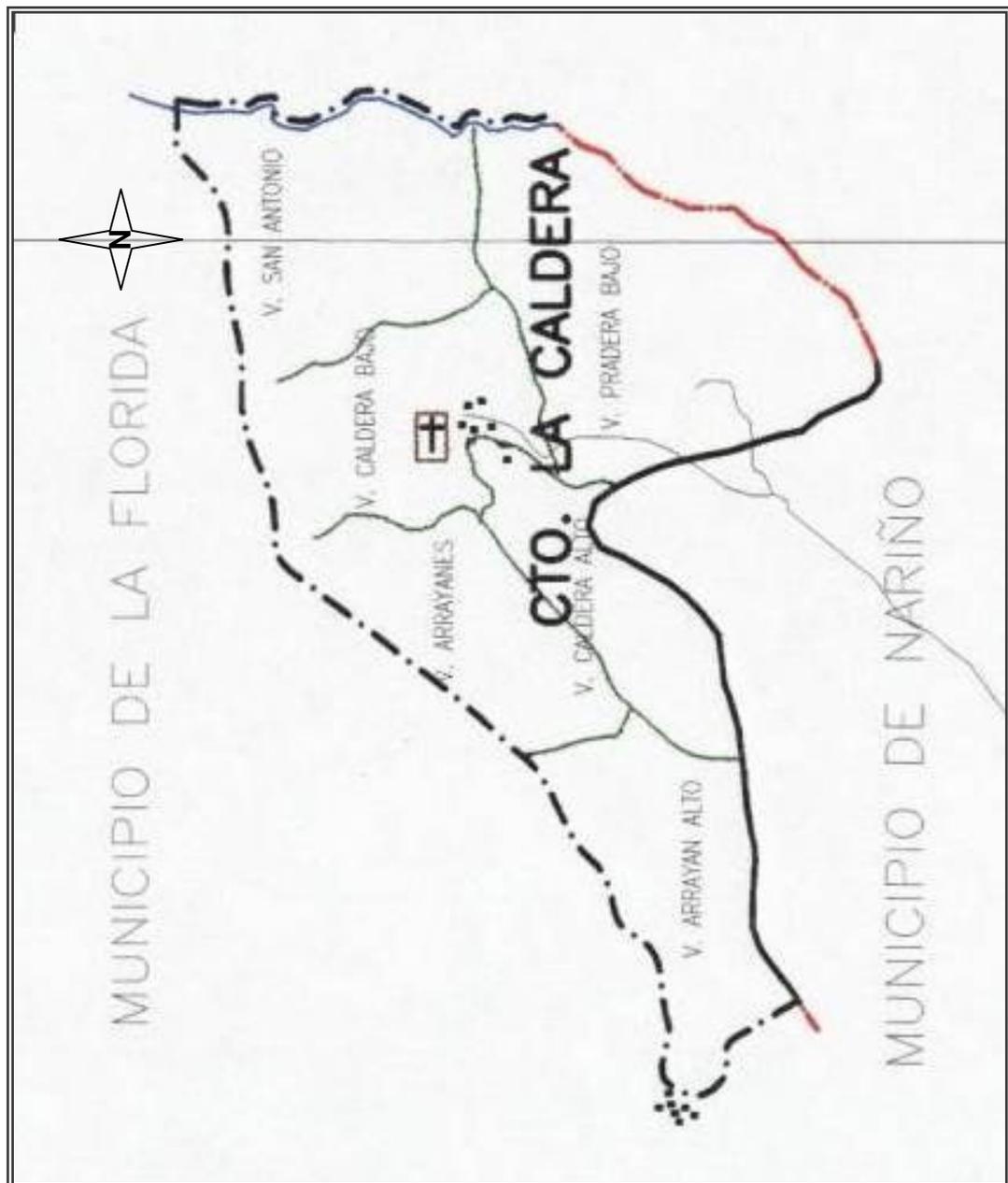
MORÁN, D.; KRISHNAMURTHY, L., URIBE, M. y REY, J. Cultivos en callejones con caña guadua y hortalizas. En: Simposio Internacional Guadua 2004. Pereira, 2004. 10 p.

RAMÍREZ RAMÍREZ, E y ROSERO CASTILLO, E. Planificación mediante el diagnóstico rural participativo de la finca "La Cruz" de la asociación "Guayacanal" Municipio de San Pablo, Nariño. Tesis de Grado, Ingeniero Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 2003. P. 36 - 41

UNIDAD MUNICIPAL DE ASISITENCIA TÉCNICA AGROPECUARIA. Diagnóstico Rural Participativo (DRP), Pasto 1996. Pasto: UMATA, 1996. P 3 - 18.

ANEXOS

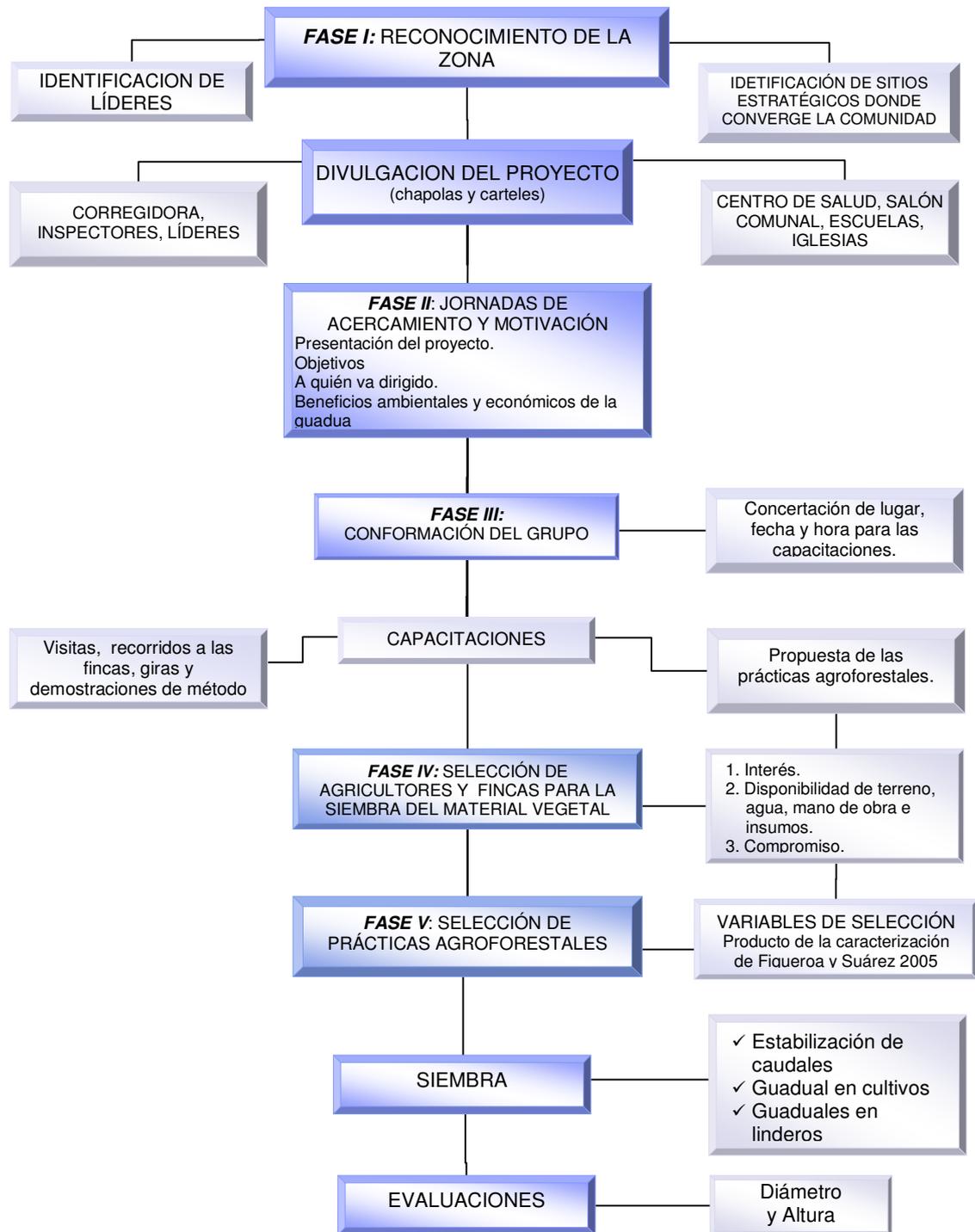
Anexo A. Mapa Corregimiento La Caldera



Escala 1:25.000

Fuente: UMATA – Pasto, 2004

Anexo B. Síntesis de Procedimiento Metodológico.



Anexo C. Análisis de Suelos para las Cuatro Fincas.

ELEMENTO	UNIDAD	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4
Ph		4.9	4.9	5.1	5.2
Materia orgánica	%	12.1	19.1	16.9	19.4
Densidad aparente	g/cc	0.8	0.6	0.8	0.8
Fósforo	ppm	3	5	4	7
CIC		33.2	51.0	42.0	42.6
Calcio	meq/100g	6.7	2.0	3.7	8.4
Magnesio		0.50	1.50	0.80	2.40
Potasio		0.35	1.33	0.59	1.10
Acidez		0.70	0.50	0.50	0.30
Hierro	ppm	24.00	23.40	38	50.00
Manganeso		1.84	0.98	1.58	9.60
Cobre		0.24	0.26	0.24	0.64
Zinc		0.42	0.26	0.40	1.58
Boro		0.27	0.03	0.24	0.29
Carbono orgánico	%	6.99	11.06	9.33	11.27
Nitrógeno total	%	0.47	0.65	0.60	0.66
Textura		A	F-A	F-Ar-A	F-A

Fuente: Laboratorio de Suelos – Universidad de Nariño 2005.

Anexo D. Tabla de Datos para Diámetro en los Cuatro Periodos Evaluados.

PLANTULA Nº	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1	0,3	0,31	0,35	0,39
2	0,32	0,33	0,36	0,42
3	0,2	0,25	0,27	0,33
4	0,3	0,32	0,35	0,38
5	0,41	0,47	0,5	0,55
6	0,18	0,18	0,21	0,24
7	0,38	0,44	0,48	0,53
8	0,35	0,38	0,41	0,44
9	0,28	0,31	0,32	0,35
10	0,13	0,21	0,26	0,29
11	0,42	0,51	0,57	0,61
12	0,3	0,33	0,4	0,43
13	0,2	0,5	0,7	0,8
14	0,18	0,2	0,31	0,34
15	0,1	0,12	0,18	0,23
16	0,21	0,23	0,26	0,33
17	0,13	0,15	0,2	0,28
18	0,19	0,2	0,24	0,26
19	0,19	0,22	0,26	0,35
20	0,12	0,16	0,2	0,25
21	0,25	0,29	0,32	0,39
22	0,26	0,28	0,34	0,42
23	0,2	0,21	0,23	0,25
24	0,11	0,17	0,2	0,23
25	0,26	0,29	0,31	0,42
26	0,13	0,18	0,22	0,25
27	0,35	0,38	0,42	0,48
28	0,1	0,15	0,22	0,29
29	0,25	0,29	0,33	0,4
30	0,18	0,2	0,26	0,31
31	0,25	0,28	0,29	0,34
32	0,29	0,3	0,32	0,36
33	0,2	0,22	0,324	0,4
34	0,28	0,3	0,31	0,33
35	0,17	0,2	0,23	0,4
36	0,29	0,31	0,34	0,52
37	0,26	0,29	0,32	0,42
38	0,21	0,22	0,24	0,29
39	0,17	0,19	0,23	0,26
40	0,51	0,55	0,57	0,64
41	0,26	0,29	0,32	0,44
42	0,14	0,15	0,16	0,25
43	0,11	0,13	0,14	0,19
44	0,26	0,28	0,31	0,4
45	0,12	0,13	0,15	0,28
46	0,29	0,33	0,35	0,39
47	0,24	0,25	0,27	0,33
48	0,21	0,24	0,25	0,4
49	0,19	0,22	0,23	0,38
50	0,18	0,2	0,23	0,28
51	0,25	0,26	0,28	0,38
52	0,26	0,27	0,3	0,36
53	0,2	0,23	0,26	0,37
54	0,17	0,18	0,2	0,26
55	0,31	0,32	0,34	0,4
56	0,26	0,28	0,31	0,38
57	0,14	0,17	0,19	0,26
58	0,23	0,24	0,25	0,31
59	0,18	0,21	0,22	0,29
60	0,16	0,19	0,22	0,3

Fuente: este estudio

Anexo E. Tabla de Datos para Altura en los Cuatro Períodos Evaluados.

PLANTULA Nº	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
1	13,5	13,7	14	14,9
2	9	9,6	10,2	10,8
3	7,5	8,7	9,2	9,9
4	5,4	6,2	6,9	7,33
5	8,1	9,7	11,6	12,5
6	11	11,9	12,5	13,3
7	13	13,8	14,6	14,9
8	12,1	14,2	15	16,4
9	11,9	17	21,5	23,4
10	10	13	16,7	18
11	9,7	9,9	10,5	11,4
12	16,8	17,2	18,3	19,2
13	6,7	9,4	10,4	12,6
14	6,9	7,1	7,9	8,9
15	11	12	13,5	15
16	6,85	7,95	8,3	9,2
17	5,2	5,4	5,9	6,5
18	14,2	14,5	14,8	15,6
19	11,8	12,1	12,3	13,2
20	5,8	6,4	7	8,1
21	13,2	13,6	13,95	14,6
22	35,1	37,3	38,4	40,2
23	13,1	13,7	14,2	15
24	7,2	7,8	8,1	8,7
25	18,2	18,5	19,6	20,6
26	17,4	17,7	18,3	19,6
27	31,2	31,6	33	33,9
28	15,9	16,4	17,1	19
29	30,1	31	33	34,5
30	13,5	14	15,3	16,2
31	17,5	18,2	18,8	20,5
32	12,5	13,6	14,2	14,9
33	9,5	10,4	11,2	12,4
34	20,5	21,8	23	24,1
35	8	8,9	9,4	10,3
36	25,5	27	27,6	28,3
37	11,6	13,1	14,8	15,6
38	7	8,5	9,3	10,4
39	14,2	15,9	16,4	17,3
40	19	21,2	23	24,5
41	10,5	11,8	12,3	13,3
42	8,1	9,2	10,2	11,4
43	5	7,1	7,9	8,3
44	9,2	11,1	12,9	13,6
45	3	5,2	7,1	8,4
46	14,1	15,4	17	18,2
47	12,4	13,6	14,8	15,9
48	9,5	11,2	13,9	15
49	8,4	9,9	11,2	13
50	6,1	8,2	9,8	10,5
51	11	12,5	13,9	15
52	13,8	15	16,6	18,1
53	12,1	13,9	14,9	16
54	11,9	13,2	14,5	15,8
55	16,6	18	20,3	21,5
56	10,7	12,9	13,4	14,6
57	16,9	18	19,3	21
58	6,7	7,3	9,4	11,3
59	6,9	8	9,3	10,6
60	12,2	13,9	15,4	17,2

Fuente: este estudio

Anexo F. Lista de Asistencia Primera Jornada de Motivación.

UNIDAD MUNICIPAL DE ASISTENCIA TÉCNICA AGROPECUARIA UMATA-PASTO		
PROYECTO: FOMENTO E IMPLEMENTACION DEL CULTIVO DE LA GUADUA CORREGIMIENTO LA CALDERA		
CONTROL DE ASISTENCIA		
REUNION N° 1 "MOTIVACIÓN"		
NOMBRE	C.C.	VEREDA
<u>Air Riebur</u>	<u>9885550</u>	<u>Caldera</u>
<u>Maria Eugenia López</u>	<u>27 082 883</u>	<u>San Antonio</u>
<u>José Gaviria</u>	<u>5'192.857 pasto</u>	<u>La Caldera</u>
<u>Alfonso Calderon</u>	<u>1299/400</u>	<u>san antonio</u>
<u>Roberto Gómez</u>	<u>6'220067 valle</u>	<u>La Caldera</u>
<u>Cleofilde Criollo</u>	<u>27'092.090</u>	<u>La Caldera</u>
<u>Juan B. Criollo</u>	<u>16'195189</u>	<u>La Caldera</u>
<u>Raúl Díaz</u>	<u>9'838.545</u>	<u>La Caldera</u>
<u>José Rosero</u>	<u>12'953.500</u>	<u>San Antonio</u>
<u>Santos Noguera</u>		<u>San Antonio</u>
<u>Lionson Pinchao</u>	<u>12'976.540</u>	<u>San Antonio</u>
<u>Raúl Díaz</u>	<u>9 838 545 pasto</u>	<u>la Caldera</u>
<u>Wilfredo Rosero</u>	<u>87 070818 pasto</u>	<u>San Antonio</u>
<u>Samuel Botina</u>	<u>5' 208 995 Pasto</u>	<u>la Caldera</u>
<u>José Fides</u>	<u>12 749 740 Pasto</u>	<u>San Antonio</u>
<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>

Anexo G. Lista de Agricultores Inscritos al Proyecto de “Evaluación de la Adaptabilidad de la Guadua, corregimiento de la Caldera, municipio de Pasto”.

LA CALDERA		SAN ANTONIO	
1.	Luís Riobamba	14.	Alfonso Calderón
2.	José Gaviria	15.	Laureano Rosero
3.	Roberto Gómez	16.	Santos Noguera
4.	Fabio Burbano	17.	Lionson Pinchao
5.	Arturo Ortiz	18.	Argemiro Botina
6.	Rubén Enríquez	19.	Wilfredo Rosero
7.	Ilia Margarita Gaviria	20.	Danilo Flores
8.	Adonías Muñoz		
9.	Álvaro Samudio		
10.	Juan Villarreal		
11.	Jaime Burbano		
12.	Omar Mora		
13.	Efraín Salas		

Fuente: este estudio

Anexo H. Análisis de Varianza para Diámetro durante los 90 días de Evaluación

Fuente	Sumas de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre periodos	0,600665	3	0,200222	20,53**	0,0000
Intra periodos	2,30173	236	0,00975307		
Total (Corr.)	2,90239	239			

Coeficiente de Variación = 34

Fuente: este estudio

Anexo I. Contraste de Rangos Múltiples para Diámetro.

Contraste	Diferencias	+/- Límites
Diámetro período 1 – Diámetro período 2	-0,032	0,0355215
Diámetro período 1 – Diámetro período 3	*-0,0677333	0,0355215
Diámetro período 1 – Diámetro período 4	*-0,134667	0,0355215
Diámetro período 2 – Diámetro período 3	*-0,0357333	0,0355215
Diámetro período 2 – Diámetro período 4	*-0,102667	0,0355215
Diámetro período 3 – Diámetro período 4	*-0,0669333	0,0355215

* indica una diferencia significativa.

Fuente: este estudio

Anexo J. Análisis de Varianza para Altura durante los 90 días de Evaluación.

FUENTE	SUMAS DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	COCIENTE-F	P-VALOR
Entre grupos	402,202	3	134,067	3,26**	0,0222
Intra grupos	9699,92	236	41,1014		
Total (Corr.)	10102,1	239			

Coefficiente de Variación = 45,4

Fuente: este estudio

Anexo K. Contraste de Rangos Múltiples para Altura.

Contraste	Diferencias	+/- Límites
Altura período1 – Altura período 2	-1,22667	2,30595
Altura período1 – Altura período 3	* -2,36833	2,30595
Altura período1 – Altura período 4	* -3,478	2,30595
Altura período2 – Altura período 3	-1,14167	2,30595
Altura período2 – Altura período 4	-2,25133	2,30595
Altura período3 – Altura período 4	-1,10967	2,30595

* indica una diferencia significativa.

Fuente: este estudio

Anexo L. Correlación Tiempo – Diámetro.

Análisis de la Varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Modelo	0,00966827	1	0,00966827	56,41**	0,0173
Residuo	0,000342805	2	0,000171403		
Total	0,0100111	3			

Coefficiente de Correlación = 0,98273

Fuente: este estudio

Anexo M. Correlación Tiempo – Altura.

Análisis de la Varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Modelo	6,6998	1	6,6998	3761,08**	0,0003
Residuo	0,0035627	2	0,00178135		
Total	6,70337	3			

Coefficiente de Correlación = 0,999734

Fuente: este estudio