

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

Luz Amalia Forero P.¹
Laura E. Cabrera B.²
Carlos A. Delgado Ch.²

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⁻¹.

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, obteniendo como resultado que la guadua mostró favorable adaptabilidad. El incremento 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 por periodo de crecimiento en diámetro y altura fue de 0,06 cm.mes⁻¹ y 2,64 cm.mes⁻¹ 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, típico de esta especie.

Palabras claves: prácticas agroforestales, adaptación, crecimiento, sobrevivencia, guadua (*Guadua angustifolia* Kunt.).

¹ Ingeniera Forestal. Profesor Asistente. Facultad de Ciencias. Agrícolas Universidad de Nariño. Pasto. Colombia.

² Ingenieros Agroforestales. Facultad de Ciencias. Agrícolas Universidad de Nariño. Pasto. Colombia.

ABSTRACT

This investigation was carried out at Municipality of La Caldera, of Pasto. The area of study is located in an altitude between 1800 and 2100 meters above sea level, with an average temperature of 18°C and a rainfall of 1200 to 2000 mm per year.

In order to foment some Agroforestry practices with Guadua (*Guadua angustifolia* Kunt) as a supporting alternative in this region, the sowing of the species and adaptability in La Caldera, and San Antonio municipalities of Pasto were evaluated.

The selection practice 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 propagation bank in the Environmental Center of Guadua – CORPONARIÑO, located in the Chachagüí municipality.

A total of 1300 – Guadua (*Guadua angustifolia* Kunt) seedlings were sown which were distributed into a 8221m² 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 random sample of 60 plants from sowing time and later, to 30, 60 and 90 days.

Data obtained each 30 – day period were analyzed by Variance Analysis. As a result, Guadua showed a favorable adaptability. The increment 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.month⁻¹ and 2,64 cm.month⁻¹ respectively.

The surviving percentage was 87%, in according 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, typical of this species

Key words: agroforestry practices, adaptation, growing, surviving, guadua (*Guadua angustifolia* Kunt.).

INTRODUCCIÓN

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).

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).

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).

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 esto 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, 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) 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.

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

METODOLOGIA

El corregimiento de la Caldera 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).

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).

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).

Las actividades realizadas dentro del procedimiento metodológico se describen en la Figura 1. 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) dentro del Planeamiento Andino Comunitario. Arias, *et al.*, (1994) 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.

Muestreo para la evaluación 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 este 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, saber sus necesidades para proponer un plan de fertilización, además de poder determinar en un futuro la influencia de la especie sobre éste.

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).

Se realizó un análisis de comparación por rango múltiple mediante *Prueba de t* 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 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 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) 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 sobrevivencia. Según Arroyo y Ramírez (1998) citados por Benavides y Mejía (2003) 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 sobrevivencia 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.

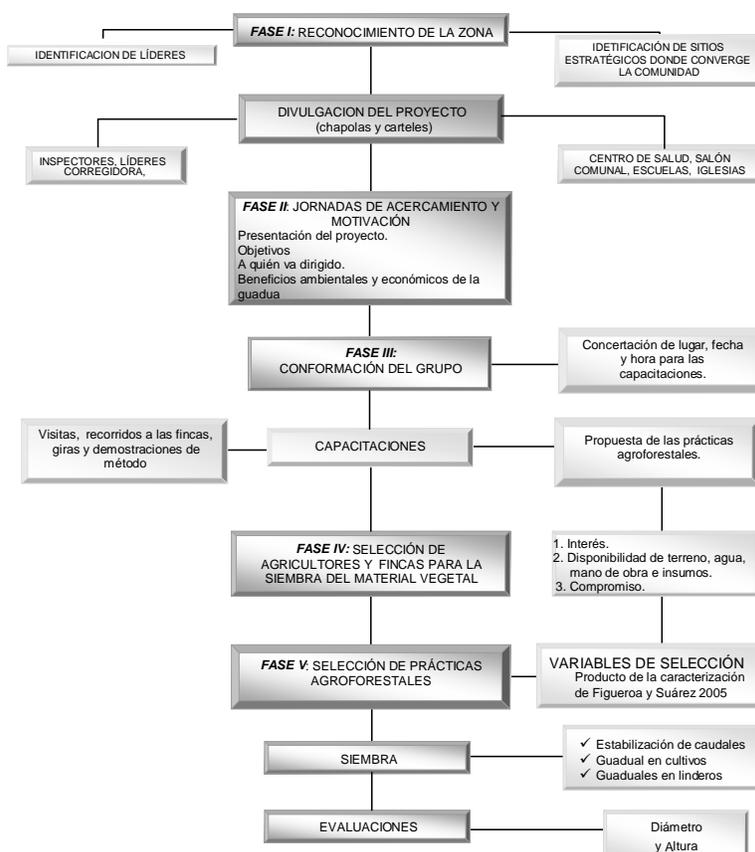
En el Período 4 (Junio) a los 90 días de la siembra en este estudio, se procedió a contar los individuos que no sobrevivieron y el porcentaje se obtuvo mediante la fórmula:

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

Nº de individuos establecidos

Donde: Sr% = Porcentaje de Supervivencia.

Figura 1. Síntesis de procedimiento metodológico para el trabajo comunitario.



RESULTADOS

Beneficiarios del proyecto. 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.

En estas reuniones se trataron temas tales como: generalidades de la guadua, debido a que en la zona no se conoce esta especie como cultivo, beneficios ambientales y económicos de la guadua y usos; además se introdujo algunos conceptos básicos sobre agroforestería.

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

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.

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.

De las 11 fincas donde se implementaron las prácticas agroforestales con guadua (Tabla 1), el 64% (7) pertenecen al Estrato I, 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.

Tabla 1. Distribución de plántulas, prácticas y área por cada beneficiario del proyecto.

La Caldera	Nº de plántulas sembradas	Práctica escogida	Área sembrada
Luis 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

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

*** Siembra en cuadro $A = N^{\circ} \text{plántulas sembradas} * \text{distancia de siembra}^2$

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, servicios ambientales, regulación del agua, suelo, control de la erosión, reproducción, propagación, cosecha, usos, generalidades sobre agroforestería.

Selección de las prácticas agroforestales con guadua. Según el diagnóstico realizado por Figueroa y Suárez (2004) 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 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.

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".

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.

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

En los análisis de suelos de La Caldera 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 g. 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 la acidez.

Diámetro basal. Las medias de diámetro de los individuos, para cada período evaluado oscilaron entre 0,23 cm. y 0,36 cm. 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. 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, puesto que entre el periodo 1 (Marzo) y el 2 (Abril) no se observaron diferencias.

Giraldo y Sabogal (1999) en el Centro Nacional para el Estudio del Bambú – Guadua, encontraron los siguientes datos promedio de incremento en la variable diámetro en los periodos 0 a 3 meses de siembra (Tabla 2).

Tabla 2. Evolución promedio de la variable diámetro (cm.) del chusquín en el Centro Nacional para el Estudio del Bambú – Guadua, Quindío.

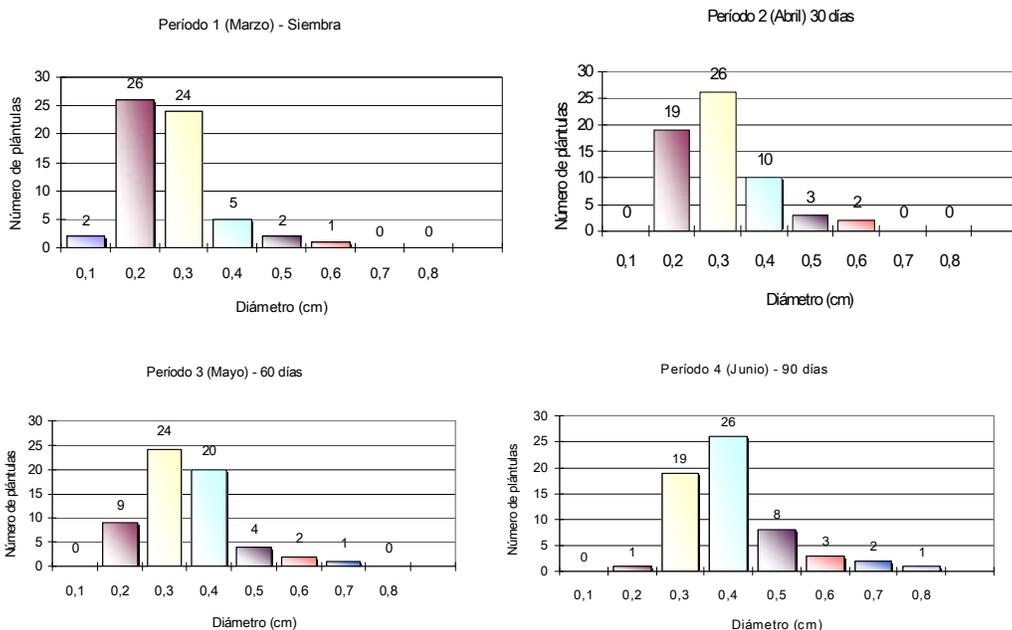
SIEMBRA	30 días	60 días	90 días
0,15 cm	0,24 cm	0,33 cm	0,5 cm

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) 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 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 2).

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 2. Histograma de distribución de frecuencia para diámetro de 60 plántulas de guadua evaluadas primer período (siembra) – 90 días de siembra.



Altura de las plántulas. Las medias de las alturas de los individuos, para cada momento evaluado oscilan entre 12,36 cm. y 15,84 cm. 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.

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

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

Tabla 3. 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 cm	17,5 cm	24,5 cm	28,5 cm

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

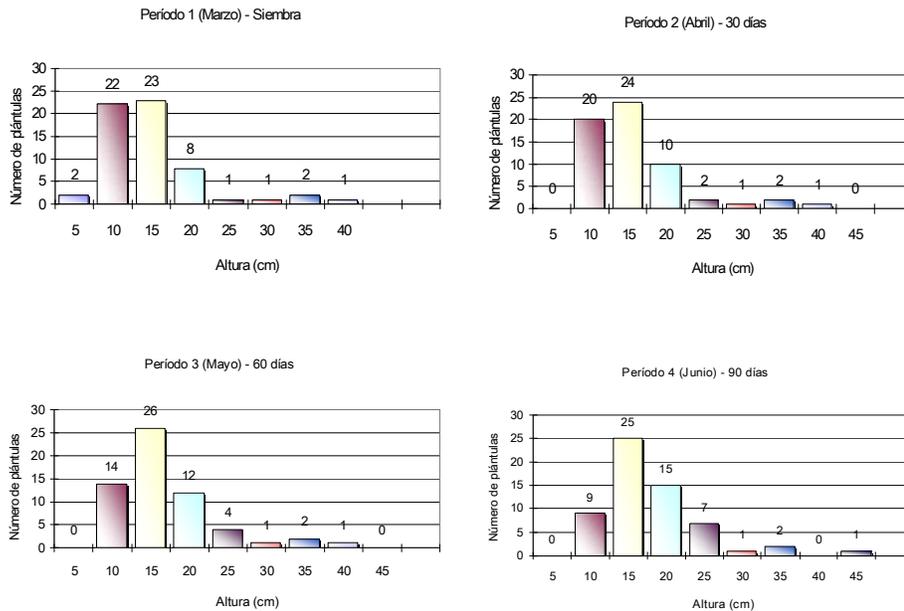
variable diámetro, corroborando lo citado por Castaño (2004) quien afirma que las condiciones de sitio inciden directamente en el incremento de estas variables.

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 3).

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 3. Histograma de distribución de frecuencia para altura de 60 plántulas de guadua evaluadas en el primer período (Siembra) – 90 días de siembra.



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 periodos evaluados y por cada variable (Tablas 4 y 5).

Tabla 4. 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⁻¹.

Tabla 5. Incremento Corriente Mensual de altura para guadua (*Guadua angustifolia* kunt), corregimiento de La Caldera.

Período	Medias	Diferencia	ICM	IMM*
Marzo	12,36		12,36	4,12
Abril	13,60	Abril – Marzo	1,24	3,40
Mayo	14,73	Mayo – Abril	1,13	2,95
Junio	15,84	Junio – Mayo	1,11	2,64

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⁻¹.

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) de diámetro y altura (Tablas 2 y 3) 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 6.

Tabla 6. 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

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

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 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), 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 (1999) 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.

Según Giraldo y Sabogal (1999) 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%.

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.

Porcentaje de sobrevivencia. 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 sobrevivencia, lo cual indica que la especie a pesar de no tener las condiciones más 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.

Índice de robustez. El índice de robustez evaluado desde el momento de la siembra y después cada 30 días por tres meses (Tabla 7) indicó que las 60 plántulas evaluadas presentaron un desarrollo homogéneo tanto en diámetro como altura para los dos primeros periodos 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) y su diámetro no llega a superar los 30 cm. (Giraldo y Sabogal, 1999).

Tabla 7. Promedio de índices de robustez por mes para La Caldera.

Siembra	30 días	60 días	90 días
57.74	55.19	52.2	45.31

Argoty y Benavides (2001), 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) 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.

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.

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, C y MEJÍA, 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

CABRERA, L. y DELGADO, 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.

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

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.

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