

ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN INICIAL DEL ARREGLO ÁRBOLES  
DISPERSOS EN ASOCIACIÓN CON PASTO KIKUYO *Pennisetum*  
*clandestinum*, EN EL ALTIPLANO DE PASTO.

FANUR ANDRES MERA HERRERA  
ANA CRISTINA ZAMORA INSANDARÁ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
INGENIERÍA AGROFORESTAL  
PASTO – COLOMBIA  
2003

**ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN INICIAL DEL ARREGLO ÁRBOLES  
DISPERSOS EN ASOCIACIÓN CON PASTO KIKUYO *Pennisetum  
clandestinum*, EN EL ALTIPLANO DE PASTO.**

**FANUR ANDRES MERA HERRERA  
ANA CRISTINA ZAMORA INSANDARÁ**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar el título de  
**INGENIERO AGROFORESTAL**

Presidente

**JORGE FERNANDO NAVIA I.A, M.Sc**

Asesores

**JESUS ANTONIO CASTILLO FRANCO**

**ARAMIT SUAZA MONTENEGRO**

**HECTOR ORDOÑEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
INGENIERÍA AGROFORESTAL  
PASTO – COLOMBIA  
2003**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el Trabajo de Grado, son de responsabilidad exclusiva de sus Autores”.

Artículo 1° del Acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1996, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del Presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

San Juan de Pasto, \_\_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_ de 2003

## DEDICATORIA

*A Dios por que es quien guía mi camino.*

*A mis Padres por darme la vida y su apoyo incondicional.*

*A mis Hermanas por su colaboración.*

*A mi Hijo Andrés por que es mi fuerza de superación.*

*A Michael por darme su amor.*

*A Profesores, Amigos y Compañeros que de alguna manera me brindaron su apoyo para cumplir este logro,*

***Ana Cristina Zamora I.***

## DEDICATORIA

*A Dios que lo es todo.*

*A mi Madre por su esfuerzo y ser mi soporte en la adversidad.*

*A mi Padre por estar siempre a mi lado.*

*A mi Hermana por su ejemplo y apoyo incondicional.*

*A Andrés Meneses y Francisco Lozano por su gran colaboración.*

*A mis Amigos por ser parte importante de mis logros.*

***Fanur Andrés Mera Herrera.***

## **AGRADECIMIENTOS**

Los Autores expresan su agradecimiento a:

La Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, al programa de Ingeniería Agroforestal, sus Directivos, Docentes y diferentes estamentos.

Jorge Fernando Navia Estrada, Ingeniero Agrónomo M.Sc, Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

El Centro de Investigaciones CORPOICA Obonúco Regional Nariño.

Daniel Fernando Martínez, Funcionario C.I CORPOICA Obonúco.

Fernando Báez, Funcionario C.I CORPOICA Obonúco.

Y en general a todas las personas que de alguna forma apoyaron la realización del estudio.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. MARCO TEORICO	23
1.1 AGROFORESTERÍA	23
1.1.1 Objetivos de los sistemas agroforestales	23
1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES	24
1.2.1 Sistemas Silvopastoriles	24
1.2.1.1 Asociación de árboles dispersos con pastos	24
1.2.2 Árboles fijadores de Nitrógeno	26
1.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES AGROFORESTALES	26
1.3.1 Características De Los Árboles Utilizados En Los Sistemas Silvopastoriles	27
1.3.2 Características de los árboles utilizados como forraje	27
1.4 ESPECIES VEGETALES	28
1.4.1 Acacia amarilla <i>Acacia decurrens</i> Willd	28
1.4.1.1 Clasificación botánica	28
1.4.1.2 Origen y distribución	28
1.4.1.3 Morfología	28
1.4.1.4 Propagación	29
1.4.1.5 Mantenimiento y poda	29
1.4.1.6 Plagas y enfermedades	29
1.4.1.7 Usos	29
1.4.2 Chilca <i>Baccharis latifolia</i>	29
1.4.2.1 Clasificación botánica	29
1.4.2.2 Origen y distribución	30
1.4.2.3 Morfología	30
1.4.2.4 Propagación y desarrollo	30
1.4.2.5 Usos	30

1.4.3	Colla blanca <i>Verbesina arbórea</i>	30
1.4.3.1	Clasificación botánica	30
1.4.3.2	Morfología	31
1.4.3.3	Distribución	31
1.4.4	Pasto Kikuyo <i>Pennisetum clandestinum</i>	31
1.4.4.1	Clasificación botánica	31
1.4.4.2	Morfología	31
1.4.4.3	Clima y suelo	32
1.4.4.4	Propagación	32
1.4.4.5	Usos	32
1.4.4.6	Pradera de Kikuyo	32
1.5	ESTUDIOS REALIZADOS CON SISTEMAS SILVOPASTORILES	33
1.5.1	Producción y calidad del forraje en sistemas con <i>Erythrina poepigiana</i> y <i>Cordia alliodora</i> en Turrialba, Costa Rica	33
1.5.2	Árboles Dispersos, Cuenca Río Nosara, Costa Rica	34
1.5.3	Producción de <i>Erythrina sp.</i> (cachimbo) en un sistema asociado con pasto <i>King grass</i>	35
1.5.4	Árboles Dispersos en Potrero	36
1.5.5	Producción de pastos asociados con <i>Erythrina poepigiana</i> y <i>Cordia alliodora</i> en Turrialba, Costa Rica	37
2.	DISEÑO METODOLÓGICO	38
2.1	LOCALIZACIÓN	38
2.2	MATERIALES	39
2.3	DISEÑO EXPERIMENTAL	39
2.3.1	Tratamientos	39
2.3.2	Repeticiones	40
2.3.3	Variables evaluadas	41
2.4	ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA SILVOPASTORIL	41
2.4.1	Levantamiento del terreno	41
2.4.2	Preparación del terreno	42

2.4.3	Trazado y ahoyado	43
2.4.4	Aplicación de herbicida	45
2.4.5	Plantación	45
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
3.1	ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN INICIAL DEL ARREGLO ÁRBOLES DISPERSOS EN ASOCIACIÓN CON PASTO KIKUYO	47
3.2	SOBREVIVENCIA DE LAS ESPECIES FORESTALES FORRAJERAS	47
3.3	CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES FORESTALES FORRAJERAS	49
3.3.1	Crecimiento en Altura (cm)	49
3.3.2	Crecimiento en Perímetro del Tallo (cm)	51
3.3.3	Incremento Medio Mensual de las Especies en Altura y Perímetro	53
3.4	RELACIÓN ENTRE EL INCREMENTO MEDIO MENSUAL EN ALTURA DE LAS ESPECIES CON FACTORES CLIMÁTICOS	57
3.4.1	Especies forrajeras Vs Precipitación	57
3.4.1.1	Relación Acacia y Precipitación	57
3.4.1.2	Relación Colla y Precipitación	58
3.4.1.3	Relación Chilca y Precipitación	59
3.4.2	Especies forrajeras Vs Temperatura	61
3.4.2.1	Relación Acacia y Temperatura	61
3.4.2.2	Relación Colla y Temperatura	62
3.4.2.3	Relación Chilca y Temperatura	63
3.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	65
3.6	PRODUCCIÓN DE BIOMASA DEL PASTO KIKUYO	70
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
4.1	CONCLUSIONES	72
4.2	RECOMENDACIONES	74
5.	BIBLIOGRAFÍA	76
	ANEXOS	80

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Resultados del Análisis de Suelos, C.I Obonúco, 2.002	81
Anexo B. Precipitación y Temperatura mensual. C.I Obonúco, 2.002	82
Anexo C. Datos Meteorológicos Estación Julio Obonúco, 2.002	83
Anexo C. Datos Meteorológicos Estación Agosto Obonúco, 2.002	84
Anexo C. Datos Meteorológicos Estación Septiembre Obonúco, 2.002	85
Anexo C. Datos Meteorológicos Estación Octubre Obonúco, 2.002	86
Anexo C. Datos Meteorológicos Estación Noviembre Obonúco, 2.002	87
Anexo D. Promedios de Crecimiento de las Especies Forestales. C.I Obonúco, 2.002	88
Anexo E. Incremento Medio Mensual en Altura (cm). C.I Obonúco, 2.002	89
Anexo F. Incremento Medio Mensual en Perímetro del Tallo (cm). C.I Obonúco, 2.002	90
Anexo G. Costos de Establecimiento en 1.8 Ha. C.I Obonúco, 2.002	91
Anexo H. Plántula de Acacia amarilla <i>Acacia decurrens</i> C.I. Obonúco, 2.002	92

Anexo I. Plántula de Colla <i>Verbesina arbórea</i> C.I. Obonúco, 2.002	93
Anexo J. Plántula de Chilca <i>Baccharis latifolia</i> C.I. Obonúco, 2.002	94
Anexo K. Renovación de Pasto kikuyo C.I. Obonúco, 2.002	95
Anexo L. Desigualdad en la Renovación de la Pradera C.I. Obonúco, 2.002	96

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Plano Centro Investigación CORPOICA Obonúco, 2.002	38
Figura 2. Mapa de Campo CORPOICA Obonúco, 2.002	40
Figura 3. Levantamiento del Terreno CORPOICA Obonúco, 2.002	42
Figura 4. Preparación del terreno CORPOICA Obonúco, 2.002	43
Figura 5. Trazado CORPOICA Obonúco, 2.002	44
Figura 6. Ahoyado CORPOICA Obonúco, 2.002	45
Figura 7. Crecimiento en Altura de las especies con Dos Distancias de Siembra en C.I Obonúco, 2.002	50
Figura 8. Crecimiento del Perímetro del Tallo de la Especies con Dos Distancias de Siembra en C.I Obonúco, 2002	51
Figura 9. Incremento Medio Mensual en Altura (cm) de las Especies a 7x7 m de distancia en C.I Obonúco, 2002	53
Figura 10. Incremento Medio Mensual en Altura en las Especies a una distancia de 15x15 mts en C.I Obonúco, 2002	54
Figura 11. Incremento Medio Mensual en el Perímetro del Tallo en las Especies a una distancia de 7 x 7 m en el C.I Obonúco, 2.002	55

Figura 12. Incremento Medio Mensual en Perímetro del Tallo en las Especies a una distancia de 15x15 mts en C.I Obonúco, 2.002	56
Figura 13. Relación entre Incremento Medio Mensual de Acacia con Precipitación en C.I Obonúco, 2.002	58
Figura 14. Relación entre Incremento Medio Mensual de Colla con Precipitación en C.I Obonúco, 2.002	59
Figura 15. Relación entre Incremento Medio Mensual de Chilca con Precipitación en C.I Obonúco, 2.002	60
Figura 16. Relación entre Incremento Medio Mensual de Acacia con Temperatura en C.I Obonúco, 2.002	62
Figura 17. Relación entre Incremento Medio Mensual de Colla con Temperatura en C.I Obonúco, 2.002	63
Figura 18. Relación entre Incremento Medio Mensual de Chilca con Temperatura en C.I Obonúco, 2.002	64

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Producción y calidad de forraje en sistemas con <i>Erythrina poeppigiana</i> y <i>Cordia alliodora</i> en Turrialba, Costa Rica,1.992	34
Tabla 2. Producción de forraje verde por árbol, rebrote 4 meses Cuenca Río Nosara, Costa Rica,1.992	35
Tabla 3. Materia seca M.S y Proteína P ton/ha/año en la producción de <i>Erythrina sp.</i> (cachimbo) en un sistema asociado con pasto <i>King grass</i> localizado en CORPOICA Caquetá,1.999	35
Tabla 4. Evaluación de Árboles Dispersos En Potrero en CORPOICA Caquetá, Colombia,1.999	36
Tabla 5. Producción de pastos asociados con <i>Erythrina poeppigiana</i> y <i>Cordia alliodora</i> en Turrialba, Costa Rica, 1.992	37
Tabla 6. Supervivencia Porcentual de las Especies Forestales en CORPOICA Obonúco, 2.002	48
Tabla 7. ANDEVA para Altura (cm) de Establecimiento y evaluación inicial de Árboles Dispersos en Asociación con Pasto Kikuyo C.I Obonúco, 2.002	66
Tabla 8. Prueba de Duncan para Altura de las Especies C.I Obonúco, 2.002	67
Tabla 9. Prueba de Duncan para Altura con las dos Distancias de	

siembra de las Especies C.I Obonúco, 2.002	67
Tabla 10. ANDEVA para Perímetro del Tallo (cm) de Establecimiento y evaluación inicial de Árboles Dispersos en Asociación con Pasto Kikuyo C.I Obonúco, 2.002	68
Tabla 11. Prueba de Duncan para Perímetro del Tallo de las Especies C.I Obonúco, 2.002	69
Tabla 12. Prueba de Duncan para Perímetro con las dos Distancias de siembra de las Especies C.I Obonúco, 2.002	69
Tabla 13. Producción de biomasa (Kg/Ha) pasto Kikuyo. C.I Obonúco, 2.002	70

## GLOSARIO

**Ambiente:** es un conjunto de condiciones físicas en las que se desenvuelve un ser vivo.

**Arreglo Agroforestal:** es la forma de distribuir los diferentes componentes, dentro de un sistema agroforestal.

**Arreglo de Árboles Dispersos:** es la distribución de especies arbóreas o arbustivas de forma aleatoria o con distancia definida, generalmente a baja densidad y asociados con una pradera; con el fin de lograr efectos sustentables.

**Asociaciones Vegetales:** conjunto de plantas que interactúan en un espacio de tiempo determinado.

**Competencia:** forma de interacción entre dos especies que luchan por sobrevivir con recursos limitados.

**Crecimiento:** cambio de dimensión en el tiempo.

**Ecología:** ciencia que estudia el ecosistema, es decir, las relaciones entre los seres vivos y de éstos con su medio.

**Ecosistema:** unidad básica fundamental de la biosfera que actúa como un sistema y presenta interacción entre factores bióticos y abióticos.

**Incremento:** es la magnitud del cambio.

**Incremento Medio Mensual:** es el cambio que experimenta la plántula y resulta del promedio del mes restando el promedio del mes anterior.

**Producción:** hace referencia a las cantidades totales, sin tomar en cuenta las unidades de tiempo y área.

**Sistema Agroforestal:** es un sistema agropecuario cuyos componentes son árboles, cultivos y/o animales; que presenta los atributos de cualquier sistema.

**Sistema Silvopastoril:** es la combinación de árboles frutales y forestales, pastos y/o animales; sin la presencia de cultivos.

**Sostenibilidad:** es la utilización de los recursos hoy, sin limitar su uso por parte de futuras generaciones.

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Municipio de Pasto (Nariño); en el Centro de Investigaciones CORPOICA Obonúco. Se encuentra localizado a 1° 13' latitud Norte y 77° 16' longitud Oeste a 2.710 m.s.n.m, con temperatura promedio anual de 13°C y precipitación pluvial de 900 mm.

El objetivo del presente trabajo fue establecer y evaluar en la fase inicial el sistema silvopastoril en el arreglo árboles dispersos asociados con pasto Kikuyo; utilizando tres especies forestales forrajeras ACACIA AMARILLA *Acacia decurrens*, CHILCA *Baccharis latifolia* y COLLA *Verbesina arborea*, con dos distancias de siembra (7 x 7 m y 15 x 15 m).

Para realizar la evaluación del arreglo se utilizó un diseño de Bloques Completos al azar en Parcelas Divididas con seis tratamientos y tres repeticiones.

Para la evaluación del comportamiento de las especies forestales forrajeras se cuantificó el porcentaje de sobrevivencia, crecimiento en altura y perímetro del tallo, correlacionando con temperatura y precipitación, procesado en SAS, con prueba de Duncan.

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos se encontró que la especie con mayor porcentaje de sobrevivencia fue la Acacia amarilla *Acacia decurrens* con el 80%, la especie con mayor crecimiento en altura con fue la Chilca *Baccharis latifolia* con 40.86 cm y la especie con mayor crecimiento en perímetro del tallo fue la Colla *Verbesina arborea* con 4.12 cm; no se encontró relación directa con temperatura y precipitación en el crecimiento de las especies. Estadísticamente con las dos distancias de siembra no hay diferencias

significativas, ya que las especies presentaron el mismo comportamiento en cuanto a su desarrollo y crecimiento.

En general, las tres especies se desarrollaron de manera aceptable en el periodo de estudio que comprendió 5 meses. El ensayo proporciona una base sólida para continuar la investigación e iniciar nuevos estudios relacionados con sistemas silvopastoriles en el trópico alto.

## ABSTRACT

The present study one carries out in the Municipality of Pasto (Nariño) in the Center of Investigations CORPOICA Obonúco. Wish located is at 1° 13" north latitude and 77° 16" west length to 2710 m.s.n.m. with a temperature averages yearly of 13° centigrade and with an annual precipitation of 900 mm.

Was defined as general objective to settle down and to evaluate of way pre eliminate the System Silvopastoril in the arrangement. You holst dispersed, associated with grass. KIKUYO *Pennisetum clandestinum*; using three species forest forages ACACIA AMARILLA *Acacia decurrens*, CHILCA *Baccharis latifolia* Y COLLA *Verbesina arborea*, with two distances (7x7 meters and 15 x 15 meters).

To carry out the evaluation of arrangement you uses a methodological design of Complete Blocks at Random in Divided parcels processed in SAS with test Duncan. You analysis three treatments an three repetitions.

For the evaluation of the behavior of the species forest forages you quantifies the percentage of survival, growth in height and perimeter of the shaft, correlated with temperature and precipitation.

According to the analysis of the obtained results it was found that the species with more percentage was the Acacia Amarilla the species with more growth in height was the Chilca and the species with bigger growth of the perimeter of the shaft was the Colla didn't meet direct relation with temperature and precipitation in the growth of the species. And statically have not differences significantly between the two distances.

In general, the three species were developed of way acceptable in the month five of study. The rehearsal provides a base been accustomed to continue the

investigation or to begin diverse studies related with Systems Silvopastoriles in the high tropic.

## INTRODUCCIÓN

En el Municipio de Pasto el 75% del área destinada a la producción ganadera se encuentra en praderas tradicionales y un 25% en praderas mejoradas, dicha situación implica que 17.930 Has, de las 23.930 Has destinadas para ganado bovino, no reciben ningún tipo de manejo tendiente a obtener un rango de producción de alimento estable y por lo tanto de calidad para los animales.

Uno de los factores determinantes a tener en cuenta en la producción ganadera es la disponibilidad de forraje, que se ve afectada en épocas de sequía influenciando en forma negativa la calidad y cantidad de carne y/o leche. Además, la estacionalidad climática, representada por periodos de verano e invierno produce efectos negativos sobre la disponibilidad, calidad de forraje y por ende, en la alimentación de los animales; lo que ocasiona pérdidas en la producción, detrimento de la condición corporal y alteración de los parámetros reproductivos, entre otros.

De esta forma los animales terminan dependiendo de una única fuente de alimento, que en tiempo seco se ve disminuida en contenido nutricional y disponibilidad, afectando directamente la producción que para ser mantenida, requiere de la compra de concentrado que incrementa los costos de la misma, y disminuye la rentabilidad.

Investigaciones realizadas en Centro América y en Colombia, por mencionar algunas, demuestran los beneficios de la inclusión de Árboles en el lote Ganadero, estos se ven reflejados en una disponibilidad mas constante de alimento evitando

grandes pérdidas de peso o disminución en la producción de leche, originando mejores ingresos a mediano y largo plazo.

En este sentido la Agroforestería gana espacio y dentro de esta los sistemas silvopastoriles los cuales se presentan como una alternativa viable de manejo, generadora de calidad en los productos y sostenibilidad de los recursos naturales, debido a que algunas especies de árboles y arbustos forrajeros además de producir gran cantidad de follaje, presentan un buen balance de nutrientes y pueden contribuir a reducir la dependencia de insumos importados para la alimentación del ganado.

En Colombia se ha comenzado a desarrollar tecnologías con el propósito de mejorar los sistemas de producción; el interés se debe a la necesidad de encontrar opciones más acordes con los problemas relacionados con la baja producción y la degradación del suelo.

Como punto de partida en la investigación de sistemas silvopastoriles en el trópico de altura, el presente trabajo de tesis tuvo como objetivo general el establecimiento y la evaluación inicial del arreglo árboles dispersos en asociación con pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum*, en la Granja del C.I Obonúco – Pasto y como objetivos específicos; evaluar el crecimiento de las especies *Acacia decurrens* Willd (Acacia amarilla), *Baccharis latifolia* (Chilca) y *Verbesina arbórea* (Colla blanca) y la evaluación inicial de la producción de biomasa (Kg/Ha) del pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum* en el arreglo planteado.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1. AGROFORESTERÍA

Young citado por Giraldo (1995, 161), define Agroforestería como el nombre colectivo para designar los sistemas de uso de la tierra en los cuales las plantas leñosas perennes (árboles, arbustos, bambúes) crecen en asocio con plantas herbáceas (cultivos, pastos y ganado), en un arreglo espacial, una rotación o ambos y en los cuales se da interacciones ecológicas y económicas entre los componentes arbóreos y no arbóreos del sistema.

**1.1.1. Objetivos de los Sistemas Agroforestales.** Mercer citado por Montagnini (1992, 25), plantea que los sistemas agroforestales (SAF) son importantes para preservar la biodiversidad florística, faunística y microbiológica, conservar o propiciar un microclima favorable, aumentar la productividad vegetal y animal, asegurar la sostenibilidad de explotación, diversificar la producción (forraje, madera, frutos, entre otros), integrar la producción forestal en la agropecuaria, disminuir los riesgos del agricultor, mitigar los efectos perjudiciales del sol, el viento y la lluvia sobre los suelos y combinar lo mejor de la experiencia tradicional con los saberes modernos.

La presencia de los árboles provee a los sistemas agroforestales de algunas características que favorecen la productividad y la sostenibilidad; por ejemplo, los efectos sobre el reciclaje de los nutrientes, la estratificación en el uso de los recursos, los efectos sobre el microclima, la influencia sobre el control de la erosión y sobre las poblaciones de plagas, entre otros (38-39).

## 1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

**1.2.1 Sistemas Silvopastoriles.** Se define los sistemas silvopastoriles como asociaciones de árboles maderables, forrajeros o frutales con animales y/o pastos, con o sin la presencia de cultivos. Se trata de prácticas a diferentes niveles: desde las grandes plantaciones arbóreas comerciales, con inclusión de ganado, hasta potreros de animales con complemento a la agricultura de subsistencia (82).

La economía de estos sistemas se distingue por la obtención de ingresos, tanto a corto como a largo plazo, a partir de los productos obtenidos de los animales y de los árboles (82).

Nair, citado por Montagnini (83), resalta desde el punto de vista ecológico el uso de árboles para contribuir a mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas existentes mediante un aumento en el rendimiento del pasto asociado, o bien, indirectamente, a través de la alimentación de los animales, que comen las frutas o el follaje de los árboles. Desde el punto de vista económico, el sistema se puede favorecer con el incremento y la diversificación de la producción.

**1.2.1.1 Asociación de Árboles Dispersos con Pastos.** Este tipo de explotación consiste generalmente en el aprovechamiento de pastizales con cobertura de árboles dispersos. Montagnini (84), puntualiza que en estos sistemas, el objetivo principal es la ganadería; en forma secundaria, se logra la producción de madera, leña o frutos, debido que los animales se alimentan con las hierbas, hojas, frutos, cortezas y otras partes de los árboles.

La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO, 1998), menciona entre otras ventajas; que los árboles dispersos en potreros

proporcionan sombra de una manera uniforme, evitando que los animales se concentren en un solo lugar produciendo calvas y deterioro de la pradera. Sin embargo, la siembra de árboles dispersos dentro de los potreros, no es una práctica común para los ganaderos, en parte debido a la falta de análisis costo/beneficio y a los costos inmediatos que implica cercarlos y protegerlos individualmente durante su establecimiento.

Según Harvey (1999), en la mayoría de pasturas de América central, algunos árboles y arbustos son mantenidos para proveer sombra para el ganado, ya que los animales en largos periodos de verano pierden peso y necesitan mayor consumo de agua. Estos árboles dispersos pueden ser relictos del bosque original o pueden haberse regenerado o haber sido plantados desde que las pasturas fueron establecidas. Además de servir como fuente de importante de forrajes, frutas y madera, estos árboles aislados también proveen importantes hábitats y recursos para la biodiversidad dentro del paisaje agrícola y pueden ayudar a promover la conectividad del paisaje para algunas especies.

En Costa Rica, más del 90% de las fincas ganaderas tienen árboles dispersos en los potreros para proveer sombra a los animales y generar otros beneficios, como la venta de madera; por otra parte, más del 75% de las fincas ganaderas tienen cercas vivas para separar los pastizales. En los sistemas silvopastoriles, los árboles ayudan a conservar la biodiversidad, pues proporcionan el hábitat para muchas especies animales que participan en la dispersión de las semillas y contribuyen a la regeneración natural (Montagnini, 25).

Libreros, citado por Camero (1996, 20), manifiesta que en muchos casos las áreas dedicadas a pastoreo presentan algún tipo de degradación, reflejo de la disminución de la fertilidad del suelo o de las prácticas inadecuadas de manejo del

pastoreo. La inclusión de árboles, además de sombra, follaje y frutos que brindan a los animales, favorecen el reciclaje de nutrientes, mejorando la estructura y balance hídrico del suelo

**1.2.2 Árboles Fijadores de Nitrógeno.** En el desarrollo de la Agroforestería, los árboles y arbustos fijadores de nitrógeno (AFN) pueden asociarse con cultivos agrícolas (Sistema Agroforestal), con pasturas (Sistema Silvopastoril), ser mantenidos alternando entre cultivos agrícolas y pasturas (Sistema Agrosilvopastoril) y también como bancos forrajeros y como cercas vivas.

Los mismos autores aseguran que una característica de los AFN es la de fijar nitrógeno atmosférico en sus nódulos radicales y a través del metabolismo, almacenarlo en su componente forrajero (hojas, peciolo, tallos tiernos y frutos).

Es importante recordar que las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas, como sí lo hacen la gran mayoría de las gramíneas utilizadas en pastoreo. De allí la mayor estabilidad en calidad nutricional del follaje de las especies leñosas a través del tiempo (Botero y Ruso, 1998).

### **1.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES AGROFORESTALES**

Vega (1987, 12), anota que la elección de una especie agroforestal deberá basarse en consideraciones biológicas, económicas y prácticas y será realizada con la participación directa del agricultor, fijando claramente los principios generales y específicos de los trabajos a ejecutar.

**1.3.1 Características de los Árboles utilizados en los Sistemas Silvopastoriles.** La práctica ganadera exige la presencia de árboles dentro de los predios para brindar sombrero y refugio al ganado, obteniendo adicionalmente leña y en algunos casos, forraje. Las principales peculiaridades son árboles de gran tamaño, de copa amplia, que no pierdan el follaje durante la estación seca, son resistentes al ramoneo del ganado, no tóxicos, en lo posible que proporcionen forraje, que sean de rápido crecimiento, proveedores de sombra moderada para que no afecten a los pastos, beneficiadores del suelo mediante la incorporación de materia orgánica o nitrógeno, con sistema radicular profundo y no vulnerables a las plagas y enfermedades (Benavides, 1994).

**1.3.2 Características de los Árboles utilizados como Forraje.** La biomasa arbórea puede tener una función como fuente de proteína para el ganado (hojas y/o frutos comestibles), así como para madera con fines energéticos o destinada a los aserríos o labores de ebanistería. La capacidad de los árboles para completar la alimentación del ganado es dependiente de su contenido en proteínas crudas, de su digestibilidad, de la presencia de espinas y de la aceptación por parte del animal.

Para que un árbol o arbusto pueda ser calificado como forrajero debe reunir ventajas tanto en términos nutricionales, como de producción y de versatilidad agronómica, tal es, que el consumo por los animales sea adecuado, como para esperar cambios en sus parámetros de respuesta, el contenido de nutrimentos sea atractivo para la producción animal, tolerante a la poda, de rebrote suficientemente riguroso como para obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible, árboles de copa ancha, especies fijadoras de nitrógeno, que sean productores de madera para aumentar los ingresos o labores propias de la

finca, de crecimiento rápido, y que permitan la asociación con otras especies forrajeras como pastos de corte (94).

## **1.4 ESPECIES VEGETALES**

### **1.4.1 Acacia Amarilla** *Acacia decurrens* Willd

#### **1.4.1.1 Clasificación Botánica**

Clase: Dicotiledóneas

Subclase: Arquiclamídeas

Orden: Mimosáceas

Familia: Leguminosas

Género: Acacia

Especie: *decurrens* Willd

**1.4.1.2 Origen y distribución.** Originaria del sur oeste de Australia, es hoy en día ampliamente plantada en Sudáfrica, Nueva Zelanda, Uruguay, Argentina y zonas montañosas de los trópicos. Crece entre los 2000 y 3000 m.s.n.m, con temperaturas promedio de 12 a 20°C y precipitaciones de 500 a 3.500 mm/anuales. Se desarrolla bien en suelos de textura arcillosa o arcillo / arenosa con pH ácido.

**1.4.1.3 Morfología.** Árbol de 25 metros de altura, 40 cm de diámetro, corteza lisa; copa redondeada, su follaje tiene forma de helecho o de plumaje de color verde mate con manchas claras. Hojas bipinadas de 6 cm, alternas con glándulas en el envés. Flores agrupadas, dispuestas cahezuelas esféricas amarillas. Frutos en legumbres dehiscentes, pardo rojizo de 5 cm, en varias semillas.

**1.4.1.4 Propagación.** Hay 75.000 semillas por kilogramo, que pueden conservarse por varios años. Las semillas se extraen después de secar los frutos, se hidratan durante 48 horas y después se tratan con agua hirviendo (90°C por tres minutos). Se siembran en bolsas pequeñas y se transportan cuando alcanzan 25 cm, de altura; se puede practicar la siembra directa o al voleo (2.5 Kg./Ha). En plantaciones densas, se puede espaciar de 1.25 m para entresacar a los 3 años a 2.5 metros.

**1.4.1.5 Mantenimiento y poda.** En cortinas rompevientos es necesario practicar podas periódicas. Produce 20 a 25 m<sup>3</sup> de leña/Ha/año en plantación densa. Se usan rotaciones de 7 a 10 años.

**1.4.1.6 Plagas y enfermedades.** En las zonas muy húmedas (mayores de 3.500 mm) es sensible a ataques de hongos e insectos.

**1.4.1.7 Usos.** Especie fijadora de nitrógeno, puede aportar hasta 250 Kg/Ha/año con una producción de 20 toneladas de hojas por Ha/año; apta para el control de erosión y recuperación de suelos; fuerte capacidad de rebrote, especialmente para la producción de leña obteniéndose buenos rendimientos. La madera es utilizada para párales de construcción, postes para cercas, tableros de fibra y carbón. Las hojas sirven de forraje para ganado. La médula tiene un contenido de taninos de hasta el 49 % y se utiliza en la industria de curtiembres (Portilla, 2000, 26-28).

## **1.4.2 Chilca** *Baccharis latifolia*

### **1.4.2.1 Clasificación Botánica**

Clase: Dicotiledóneas

Subclase: Metaclamídeas

Orden: Campanuladas

Familia: Compuesta

Género: Baccharis

Especie: latifolia

**1.4.2.2 Origen y Distribución.** Esta especie se encuentra distribuida por una amplia zona de Colombia, principalmente en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Huila, Nariño, Norte de Santander y Putumayo.

**1.4.2.3 Morfología.** Arbusto de 2 a 3 metros de alto, muy ramificado, tallos leñosos; hojas alternas, dentadas, pecioladas, oblongo lanceoladas, ápice acuminado, base atenuada, de 6 a 12 centímetros de largo y 2 a 3.5 cms de ancho; inflorescencia paniculada, terminal, ramificada; cabezuelas femeninas, corolas de las flores femeninas filiformes, con corolas de las flores masculinas tubulares.

**1.4.2.4 Propagación y Desarrollo.** Propagación por estacas. Se recolectan las estacas de 20-25 cm de longitud durante todo el año, luego se aplican hormonas enraizadoras para llevarlas a las bolsas con sustrato y abono.

**1.4.2.5 Usos.** Forrajero y medicinal (28-30).

**1.4.3 Colla Blanca** *Verbesina arborea*

**1.4.3.1 Clasificación Botánica**

Clase: Dicotiledóneas

Subclase: Metaclamídeas

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: Verbesina

Especie: arbórea

**1.4.3.2 Morfología.** Arbustos y árboles de aproximadamente 3 y 6 metros. Hojas alternas u opuestas, márgenes dentadas, decurrentes con alas en los pecióslos o en los tallos. Cabezuelas heterógamas; receptáculo generalmente cónico. Flores amarillas y blancas femeninas y usualmente fértiles.

**1.4.3.3 Distribución.** El género *Verbesina* consta de 300 especies distribuidas en América Latina. Esta especie junto con otras 16 se han registrado sobre los 2400 m.s.n.m y se adapta en alturas entre 2800 a 3000 m.s.n.m, tiene un contenido de materia seca de 15.4% (Portilla, 2000, 30-34).

#### **1.4.4 Pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum***

##### **1.4.4.1 Clasificación Botánica.**

Clase: Monocotiledónea

Familia: Gramínea

Género: *Pennisetum*

Especie: *clandestinum*

**1.4.4.2 Morfología.** Presenta hojas de color verde brillante, pubescencias en los filos lo cual hace apetecidas y palatables para los animales que lo digieren.

Tallos suculentos, erectos o semierectos, con alturas hasta de 70 mm máximo, los tallos suculentos dan origen a otras ramificaciones y/o estolones.

Las flores son inconspicuas, con estambres blanquecinos y brillantes, el porcentaje de lámina foliar varía con la edad del rebrote, la relación hoja-tallo disminuye con el incremento en la altura.

**1.4.4.3 Clima y suelo.** Tiene una buena adaptación en zonas de clima frío, requiere suelos con buen drenaje, nivel de fertilidad de medio a alto, para crecimiento productivo; se desarrolla en áreas con precipitaciones mayores a 1000 mm y temperaturas moderadas.

**1.4.4.4 Propagación.** El kikuyo es una gramínea perenne, fuerte y de crecimiento rastrero; se propaga por reproducción sexual y asexual o vegetativa.

**1.4.4.5 Usos.** Se utiliza tanto para corte como para pastoreo, en condiciones apropiadas de humedad, fertilización y manejo la frecuencia de pastoreo o corte puede ser de 42 a 56 días, dependiendo de las épocas de lluvia, si son veranos prolongados se realizan de 60 a 75 días (Delgado, 1989, P 2-5).

**1.4.4.6 Pradera De Kikuyo.** Los rendimientos de esta gramínea están sometidos en gran parte a las condiciones de humedad del suelo y al estado de fertilidad del mismo, para lograr una buena producción de forraje verde.

Por lo tanto se debe hacer una buena rotación de potreros y una adecuada fertilización, de esta forma se pueden obtener producciones de forraje entre 80 y 100 ton/Ha/año.

En Colombia se han obtenido producciones de 1.5; 2.2 y 5.2 ton/Ha de forraje seco en intervalos de 21, 42 y 63 días respectivamente y se han encontrado producciones de 4.3; 10.6 y 23 ton/Ha de forraje verde en pasto kikuyo sin aplicar riego, ni fertilización, con una frecuencia de corte de 3, 6 y 9 semanas respectivamente (Delgado, 1989, 6-8).

## 1.5 ESTUDIOS REALIZADOS CON SISTEMAS SILVOPASTORILES

**1.5.1 Producción y calidad del forraje en sistemas con *Erythrina poeppigiana* y *Cordia alliodora* en Turrialba, Costa Rica.** Se trata de una comparación de la producción de materia seca y nitrógeno del forraje (gramíneas y plantas de hoja ancha) en tres sistemas: pastos con Poró *Erythrina poeppigiana*, pastos con Laurel *Cordia alliodora* y pasto solo.

Se puede observar en la tabla 1 que la producción de materia seca del forraje en Kg/Ha/Año, fue casi el doble en la combinación de pasto con poró que en la de pasto con laurel. Esto sugiere que el efecto del poró puede estar mas relacionado con el aporte de nitrógeno y materia orgánica al suelo, que con otros efectos como la sombra. El porcentaje de proteína cruda era mayor en las gramíneas y plantas de hoja ancha que se encontraban bajo poró, que en las que se encontraban bajo laurel o solas. En conjunto, la mayor producción de materia seca y el mayor contenido de nitrógeno en el forraje en la asociación con poró (Bronstein, 1983, 192).

**Tabla 1. Producción y calidad de forraje en sistemas con *Erythrina poeppigiana* y *Cordia alliodora* en Turrialba, Costa Rica, 1.992**

PRODUCCIÓN /	PASTO + PORÓ	PASTO + LAUREL	PASTO
Materia seca de la pastura (Kg/Ha/Año)	10.420	5.090	5.931
Rendimiento en nitrógeno de la pastura (Kg/Ha/Año)	178	75	105

Fuente: Bronstein, 1992

**1.5.2 Árboles Dispersos, Cuenca Río Nosara, Costa Rica.** Según el estudio se identificaron en la Cuenca del Río Nosara, dos especies predominantes en la zona, a pesar de que estos árboles se encuentran en un 82.6% en las fincas, solamente el 5.3% de ellas las utilizan para forraje, como se puede observar en la tabla 2 (Montagnini, 309, 310).

**Tabla 2. Producción de forraje verde por árbol, rebrote 4 meses Cuenca Río Nosara, Costa Rica, 1.992**

ESPECIE	Kg de forraje verde / árbol	
	Zona alta	Zona baja
<i>Guazuma ulmifolia</i> (Guácimo)	8.9	5.1
<i>Gliricidia sepium</i> (Matarratón)	22.7	13.9

Fuente: Montagnini, 1992

**1.5.3 Producción de *Erythrina sp.* (cachimbo) en un sistema asociado con pasto *King grass* localizado en CORPOICA Caquetá.** Según la tabla 3 en la asociación se produjo una mayor cantidad de biomasa (35%) y el contenido de proteína fue un 27% más que en el pasto solo (Cipagauta, 1999).

**Tabla 3. Materia seca M.S y Proteína P ton/ha/año en la producción de *Erythrina sp.* (cachimbo) en un sistema asociado con pasto *King grass* localizado en CORPOICA Caquetá, 1.999**

Año	1		2		Promedio	
	M.S	P	M.S	P	M.S	P
<i>King grass</i>	25.8	1.1	19.8	0.94	22.8	1
Cachimbo						
+ <i>King grass</i>	35	2.8	26.8	2.7	30.9	2.8

Fuente: Cipagauta, 1999

#### 1.5.4 Árboles Dispersos en Potrero en CORPOICA Caquetá Colombia.

Una experiencia de incorporación de árboles para sombrero en potreros dedicados al pastoreo, se realizó en el Centro de Investigación CORPOICA Macagual localizado en Florencia Caquetá, donde se evaluó el crecimiento y persistencia de cinco especies arbóreas sembradas individualmente a 25 metros de distancia entre sí y dos tipos de pasturas.

**Tabla 4. Evaluación de Árboles Dispersos en Potrero en CORPOICA Caquetá, Colombia, 1.999**

ESPECIES ARBÓREAS	N	EDAD (años)	PASTURAS	
			<i>Braquiaria decumbens</i>	Pasto Grama
Bohío ( <i>Clitoria fairchildiana</i> )	13	6	43.9	15.4
Orejero ( <i>Enterlobium ciclocarpum</i> )	12	5	46.9	69.5
Cachimbo ( <i>Erythrina fusca</i> )	11	4.2	60.4	-
Samán ( <i>Samanea saman</i> )	7	2.5	52.2	-
Melina ( <i>Gmelina arborea</i> )	9	1.5	165.4	242.1
<b>Promedio</b>	<b>10.4</b>	<b>3.84</b>	<b>73.76</b>	<b>129</b>

Fuente: Cipagauta, 1999.

Según la tabla 4 el crecimiento de todas las especies fue mayor cuando se sembraron en potreros de pasto grama que cuando fueron sembradas con Braquiaria. Esto se debe, posiblemente, a la menor competencia por nutrientes y/o efectos alelopáticos en algunas gramas nativas comparadas con Braquiaria. Entre las especies, melina *Gmelina arborea* tuvo un desarrollo más rápido, con crecimientos de más de 1.5 metros por año (1999).

**1.5.5 Producción de pastos asociados con *Erythrina poeppigiana* y *Cordia alliodora* en Turrialba, Costa Rica.** Se puede observar en la tabla 5, el rendimiento del pasto en la asociación de pasto con poró fue mayor que el rendimiento del pasto con laurel o del pasto solo. Sin embargo se aprecia también que el rendimiento en madera en la asociación de pasto con laurel fue mayor que en la del poró; además la madera del laurel es de alto valor comercial. Esto influye en la elección de las especies de la asociación, es decir, el beneficio total del sistema es un factor importante en este caso (Bronstein, 192).

**Tabla 5. Producción de pastos asociados con *Erythrina poeppigiana* y *Cordia alliodora* en Turrialba, Costa Rica, 1.992**

	PASTO + PORO	PASTO + LAUREL	PASTO
<b>DENSIDAD</b>			
(árboles/Ha)	280	280	-
<b>DISTANCIA</b>			
(metros)	6 x 6	6 x 6	-
<b>PASTO</b>			
(ton/Ha/año)	18.2	11.7	16.9
<b>MADERA</b>			
(m <sup>3</sup> /Ha/año)	9.5	13.6	-

Fuente: Bronstein, 1992

## 2. DISEÑO METODOLÓGICO

### 2.1 LOCALIZACIÓN

El presente estudio se realizó en el lote No.2 del Centro de Investigación CORPOICA, en el Corregimiento de Obonúco, Municipio de Pasto (Figura 1). El lote en mención se encuentra dedicado a la ganadería, está localizado a  $1^{\circ} 13'$  latitud norte y  $77^{\circ} 16'$  longitud oeste, a una altura de 2.710 m.s.n.m., con temperatura promedio de  $13^{\circ}\text{C}$  y con 900 mm por año de precipitación pluvial, en un sistema bimodal.

La clasificación climática corresponde a Bs-Pm (Bosque seco premontano), se presentan vientos fuertes predominantes con dirección este-oeste, especialmente en horas de la tarde. La zona presenta alta evapotranspiración (Portilla, 2000, 36).

Figura 1. Plano Centro Investigación CORPOICA Obonúco, 2.002



## 2.2 MATERIALES

2.2.1 Plántulas: 57 de Acacia amarilla *Acacia decurrens Willd*, 57 de chilca *Baccharis latifolia* y 57 de colla *Verbesina arbórea*, para un total de 171 plántulas

2.2.2 Pradera de pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum*

## 2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar en arreglo de parcelas divididas.

El área total de experimentación es de 90 x 200 metros: 18.000 m<sup>2</sup> : 1.8 Ha.

Se tomó como parcela principal las especies forestales y como subparcelas las distancias de siembra, como se observa en la figura 2.

**2.3.1 Tratamientos.** Se realizaron 6 tratamientos con las tres especies y las dos distancias de siembra, que se describen a continuación:

- **Tratamiento 1.** Parcela de árboles de acacia amarilla dispersos a siete metros de distancia y pasto kikuyo.
- **Tratamiento 2.** Parcela de árboles de acacia amarilla dispersos a quince metros de distancia y pasto kikuyo.
- **Tratamiento 3.** Parcela de árboles de colla dispersos a siete metros de distancia y pasto kikuyo.
- **Tratamiento 4.** Parcela de árboles de colla dispersos a quince metros de distancia y pasto kikuyo.
- **Tratamiento 5.** Parcela de árboles de chilca dispersos a siete metros de distancia y pasto kikuyo.
- **Tratamiento 6.** Parcela de árboles de chilca dispersos a quince metros de distancia y pasto kikuyo.

Figura 2. Mapa de Campo CORPOICA Obonúco, 2.002

Acacia 7 x 7 m T1	Chilca 7 x 7 m T5	Colla 7 x 7 m T3
Acacia 15 x 15 m T2	Chilca 15 x 15 m T6	Colla 15 x 15 m T4
Colla 7 x 7 m T3	Acacia 7 x 7 m T1	Chilca 7 x 7 m T5
Colla 15 x 15 m T4	Acacia 15 x 15 m T2	Chilca 15 x 15 m T6
Chilca 7 x 7 m T5	Colla 7 x 7 m T3	Acacia 7 x 7 m T1
Chilca 15 x 15 m T6	Colla 15 x 15 m T4	Acacia 15 x 15 m T2

2.3.2 **Repeticiones.** Para cada tratamiento se realizaron 3 repeticiones.

2.3.3 **Variables Evaluadas.** Se describen a continuación:

2.3.3.1 *Establecimiento del arreglo árboles dispersos y porcentaje de sobrevivencia:* para la evaluación del establecimiento se tomó datos de sobrevivencia de las especies en los tratamientos cuantificando las plántulas sobrevivientes y determinando el porcentaje.

2.3.3.2 *Crecimiento de las especies forestales forrajeras en altura (cm) y perímetro del tallo (cm)*: para determinar el crecimiento, se tomaron 5 datos mensuales con cinta métrica; con los datos obtenidos se analizó los incrementos medios mensuales y crecimiento total. Una vez obtenidos los incrementos se relacionaron con los factores temperatura y precipitación con los datos meteorológicos registrados por el IDEAM en la estación Obonúco, los datos suministrados en temperatura se promediaron para determinar el dato mensual y en precipitación se sumaron para obtener la precipitación total en cada mes (ver anexo B).

2.3.3.3 *Producción de biomasa (Kg/Ha) del pasto kikuyo*: después de la aplicación del herbicida, se tomaron 2 datos cada 60 días. Para realizar los cortes se hizo un cuadro de 1m<sup>2</sup> y a 10 cm de altura del suelo se tomó la muestra de pasto.

## **2.4 ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA SILVOPASTORIL**

**2.4.1 Levantamiento Del Terreno.** Se llevó a cabo utilizando cinta métrica y corrigiendo los ángulos mediante la aplicación del Teorema de Pitágoras, Figura 3.

Figura 3. Levantamiento del Terreno CORPOICA Obonúco, 2.002



**2.4.2 Preparación Del Terreno.** El lote se sometió a pastoreo durante una semana para disminuir la biomasa y facilitar el trazado Figura 4.

Figura 4. Preparación del terreno CORPOICA Obonúco, 2.002



**2.4.3 Trazado y ahoyado.** Se realizó con cinta métrica, mediante la medición de triángulos con las dos distancias de siembra para las tres especies. Cada sitio de ubicación de las plántulas se marcó con estacas (Figura 5).

Figura 5. Trazado CORPOICA Obonúco, 2.002



Se formaron triángulos equiláteros de 7 x 7 y 15 x 15 metros para las dos distancias de siembra usando la cinta métrica.

**Figura 6. Ahoyado CORPOICA Obonúco, 2.002**



En los sitios demarcados con las estacas se cavó hoyos de 20 x 20 x 20 cm (Figura 6).

**2.4.4 Aplicación de herbicida.** En todo el terreno de estudio se aplicó el herbicida con bomba en una cantidad de 20 ml x 20 litros de agua y de la misma manera se realizó plateo en cada sitio de siembra.

**2.4.5 Plantación.** Antes de la siembra de las plántulas de acuerdo con el análisis de suelos anexo A, se aplicó materia orgánica proveniente de residuos de cosecha y de estiércol del C.I CORPOICA Obonúco, en proporción de 500 gr. por sitio. De cada especie se utilizó 57 plántulas provenientes del vivero de CORPONARIÑO Pasto y San Juan, con altura promedio de 10 cm. Para la siembra se procedió a remojar las plántulas, apretar el sustrato y quitar las bolsas de polietileno, se aplicó al hoyo una capa delgada de suelo y se cubrió la plántula en su parte inferior apretando el sustrato alrededor del tallo.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN INICIAL DEL ARREGLO ÁRBOLES DISPERSOS EN ASOCIACIÓN CON PASTO KIKUYO

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la etapa inicial del establecimiento del arreglo planteado, en cuanto a porcentajes de sobrevivencia de las especies *Acacia decurrens* (acacia amarilla), *Baccharis latifolia* (chilca) y *Verbesina arborea* (colla blanca), crecimiento, incremento medio mensual en altura y perímetro basal y la relación con precipitación y temperatura. Además los resultados de la producción de biomasa inicial de pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum*, después de la aplicación del herbicida.

#### 3.2 SOBREVIVENCIA DE LAS ESPECIES FORESTALES FORRAJERAS

Las estimaciones de sobrevivencia en los árboles cambian con las variaciones climáticas y con los factores endógenos heredados (Bormann, 1.980, 35).

El porcentaje de sobrevivencia de cada una de las especies forestales se vio afectado de manera negativa por un periodo largo de verano comprendido entre los meses de julio y agosto. En la tabla 6 se describe el porcentaje de sobrevivencia.

**Tabla 6. Sobrevivencia porcentual de las especies forestales en CORPOICA Obonúco, 2.002**

ESPECIE	NÚMERO PLÁNTULAS SEMBRADAS	NÚMERO DE PLÁNTULAS MUERTAS	% DE SOBREVIVENCIA
Acacia	57	11	80.71
Chilca	57	13	77.2
Colla	57	15	73.69

Según los resultados de la tabla anterior la Acacia presentó el mayor porcentaje de sobrevivencia correspondiente al 80.71%, situación que se explica por factores edáficos favorables como son: suelos de textura arcillo arenosa, con buen drenaje y pH ácido, características propias del lote en estudio. Portilla, 2.000 argumenta que esta especie se desarrolla bien en suelos de textura arcillosa o arcillo arenosa con pH ácido.

Según Erazo et.al en 2.002 en su trabajo de investigación en CORPOICA Obonúco, afirma que la acacia presentó un porcentaje de sobrevivencia del 90.5%.

La Chilca obtuvo un porcentaje del 77.2%, considerablemente alto como la acacia. Rodríguez, 1.983 obtuvo en condiciones de vivero un 95% de sobrevivencia, de lo anterior se puede rescatar que el porcentaje de sobrevivencia obtenido fue alto, dado que las condiciones del ensayo son menos favorables que las de vivero.

Respecto a la sobrevivencia de la Colla, se obtuvo un porcentaje de 73.69%, que corresponde al menor porcentaje de las especies en estudio.

### **3.3 CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES FORESTALES FORRAJERAS**

El crecimiento de los árboles se define como el aumento en tamaño y peso; éste fenómeno es cuantitativo, susceptible a medirse y expresarlo como aumento de longitud o diámetro del cuerpo (Rojas, 1.993, 161).

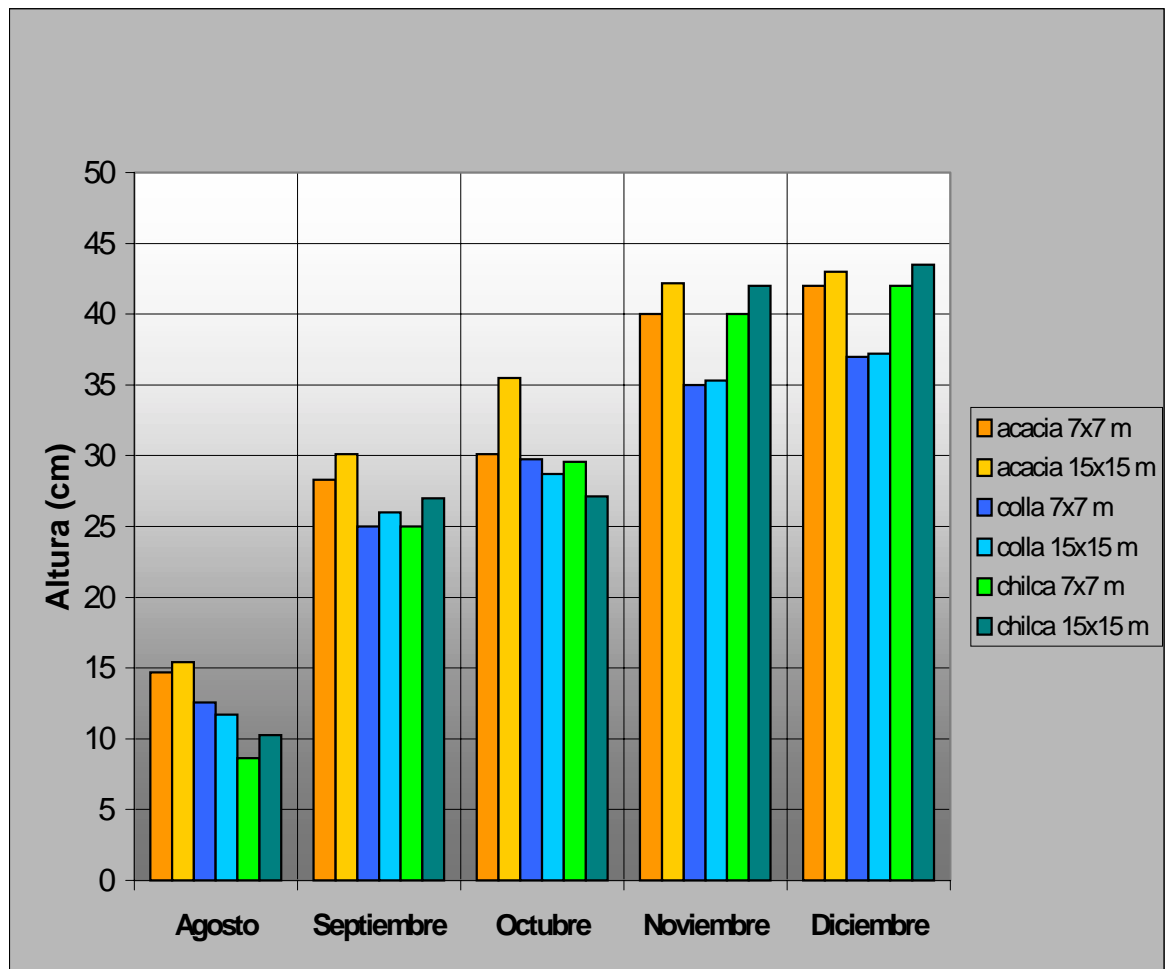
El crecimiento sigue una curva sigmoidea, en la que se distinguen tres periodos: el primer periodo de corta duración en el que el crecimiento es lento, correspondiente al estado de plántula; periodo segundo de rápido crecimiento, que corresponde al periodo vegetativo y un tercer periodo final, en el que el crecimiento va siendo cada vez menos acelerado, hasta hacerse nulo (171). El

presente estudio involucra plántulas que se encuentran en periodo inicial de crecimiento.

De acuerdo con los datos de crecimiento obtenidos en el arreglo establecido anexo D; el desarrollo de las especies y su adaptación fue aceptable.

3.3.1 **Crecimiento en altura (cm).** En la figura 7 se describe el comportamiento de las especies forrajeras durante el periodo de estudio.

**Figura 7. Crecimiento en altura de las especies con dos distancias de siembra en C.I Obonúco, 2.002**



La Chilca es la especie que obtuvo el mayor crecimiento en altura de 43.5 cm en cinco meses. Con respecto a las otras especies presentó buen desarrollo foliar y ramificación.

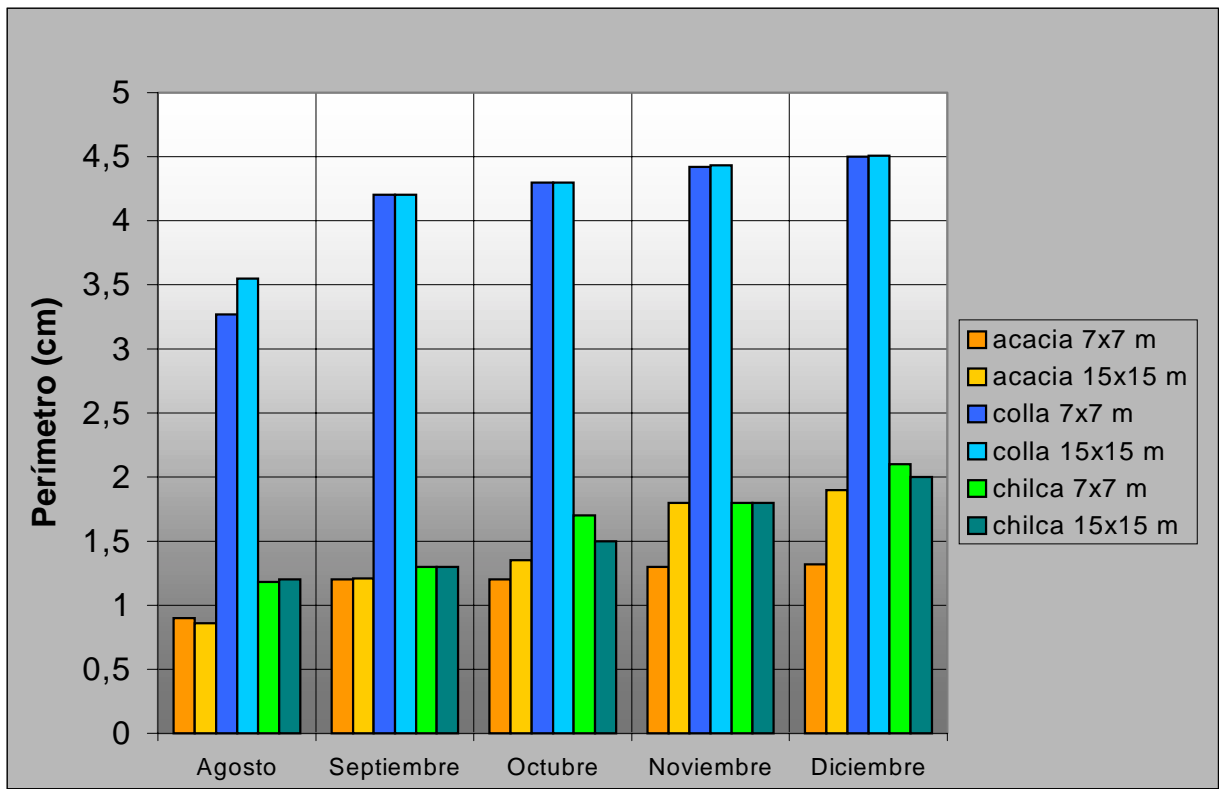
La acacia presentó un crecimiento promedio en altura de 43 cm en cinco meses, lo anterior es coincidente con los datos obtenidos por Giraldo, 1.999 en el estudio realizado con *Acacia decurens* afirma que esta especie tiene un crecimiento de 50 cm cada seis meses.

En el estudio "Valoración agronómica y nutritiva de especies arbóreas promisorias para el establecimiento sistemas silvopastoriles en el trópico alto de Nariño" reportaron que la *Acacia decurrens* alcanza una altura de 1.10 mts a los doce meses y de 1.60 mts a los 20 meses (Medrano, 2.000).

La colla obtuvo un crecimiento de 37.2 cm promedio en cinco meses, siendo la especie con menor altura con respecto a las demás especies evaluadas. La colla según lo observado fue la especie que presentó mayor desarrollo foliar.

**3.3.2 Crecimiento en perímetro del tallo (cm).** En la figura 8 se describe el comportamiento de las especies forrajeras durante el periodo de estudio.

Figura 8. Crecimiento del perímetro del tallo de las especies con dos distancias de siembra en C.I Obonúco, 2002



Según la figura 8, la Colla es la especie con mayor crecimiento en perímetro del tallo 4.5 cm a los cinco meses de plantada.

La colla presentó mejor desarrollo foliar y cantidad considerable de brotes. El crecimiento en altura y perímetro del tallo es proporcional, en comparación observada con las demás especies es la que ha desarrollado mas rápidamente una estructura de especie forrajera.

El crecimiento de la Acacia en su etapa inicial presenta un crecimiento de 1.8 cm en perímetro del tallo a los cinco meses de plantada; situación que permite observar plántulas altas con tallos delgados que no soportarían la introducción del ganado para ramoneo al sistema silvopastoril.

La chilca a los cinco meses presentó un crecimiento en el perímetro del tallo de 2 cm y su desarrollo foliar fue bueno de acuerdo a lo observado.

De lo anterior se puede decir que las diferencias en crecimiento en las especies forrajeras se debe a las características propias y su adaptación a las condiciones biofísicas. Al respecto Bormann, 57 argumente que el crecimiento de las plántulas se ve influenciado por factores genéticos y ambientales; los cuales controlan el ritmo de crecimiento.

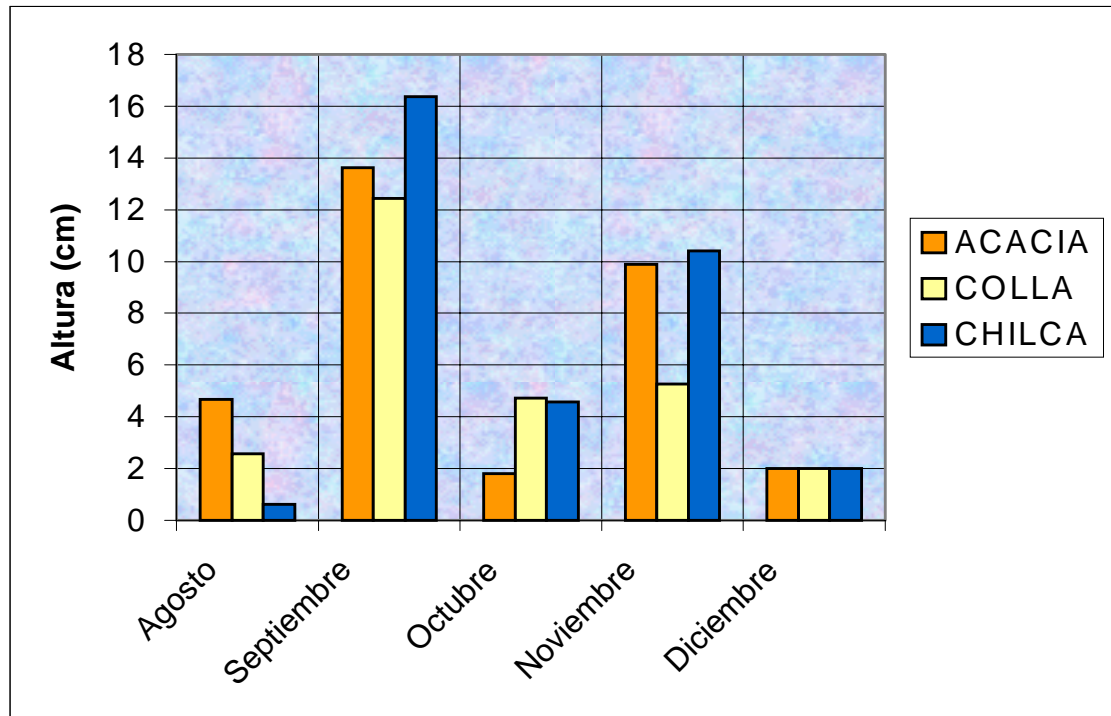
De igual forma (Rojas, 171-172) expone que la cinética del crecimiento obedece a tres factores principalmente: el tamaño de la especie, la relación entre el tamaño actual y el que puede alcanzar y una tasa de crecimiento distinta para cada especie.

### **3.3.3 Incremento medio mensual de las especies en altura y perímetro.**

El incremento se define como la diferencia entre el dato final y el dato inicial de una magnitud en una unidad de tiempo.

En la figura 9 se observa que en los meses de septiembre y noviembre hubo mayor incremento en altura.

Figura 9. Incremento medio mensual en altura (cm) de las especies a 7x7 m de distancia en C.I Obonúco, 2002

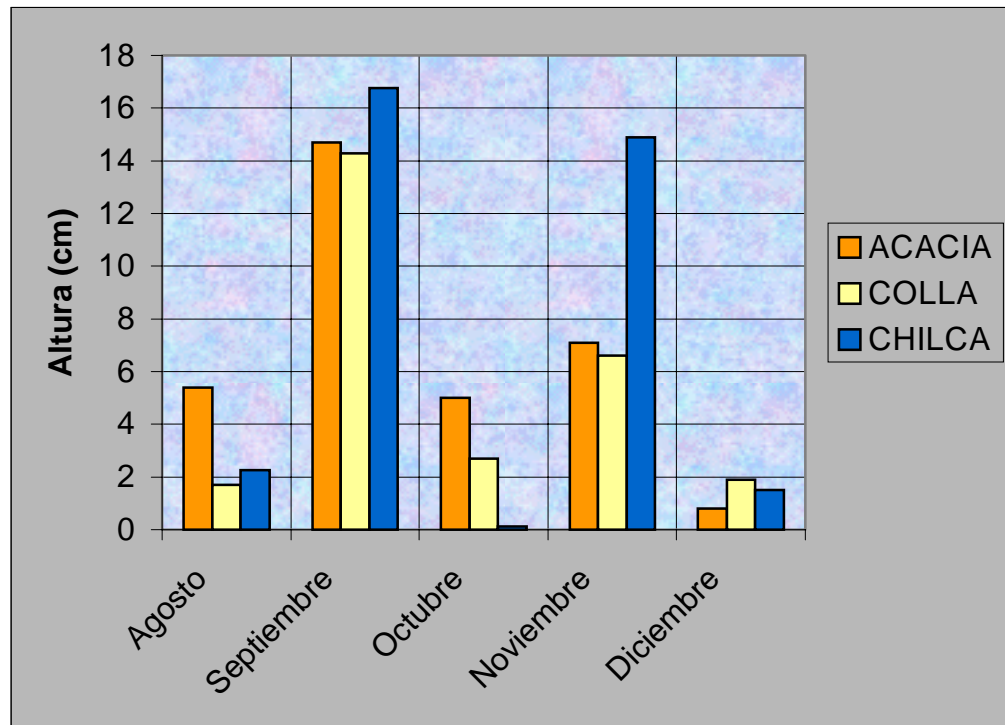


La chilca presentó un incremento medio mensual en altura superior a las demás especies exceptuando el mes de agosto donde su crecimiento fue mínimo.

La acacia presentó los mayores incrementos en altura en el mes de agosto y septiembre, en el mes de octubre presentó los menores incrementos con relación a las otras especies figura 9.

La colla en su etapa inicial presentó variación en el incremento medio mensual en altura comparada con las otras especies como se puede observar en la figura 9.

Figura 10. Incremento Medio Mensual en Altura en las Especies a una distancia de 15x15 mts en C.I Obonúco, 2002

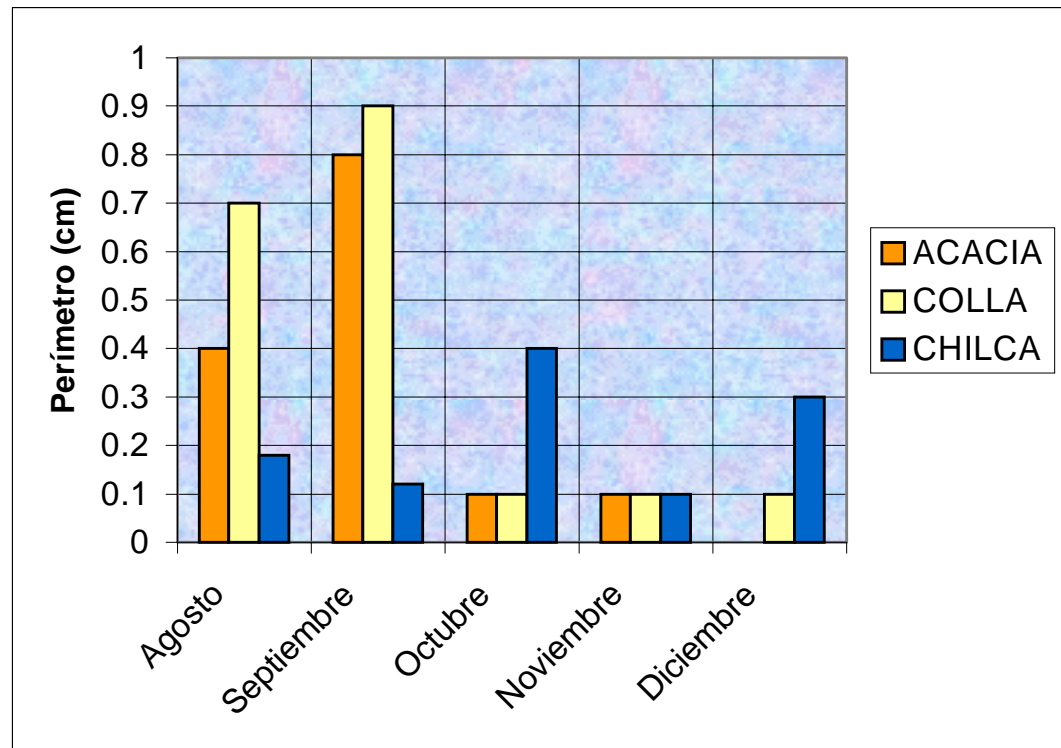


Según la figura 10 la chilca presentó mayor incremento medio mensual en altura en las dos distancias de siembra.

La especie acacia en los meses de agosto, septiembre y noviembre obtuvo los mayores incrementos en altura con relación a las otras especies.

La colla presentó un incremento medio mensual en altura constante con relación a las otras especies y no se presentó diferencias notables entre las distancias.

Figura 11. Incremento medio mensual en el perímetro del tallo en las especies a una distancia de 7 x 7 m en el C.I Obonúco, 2.002

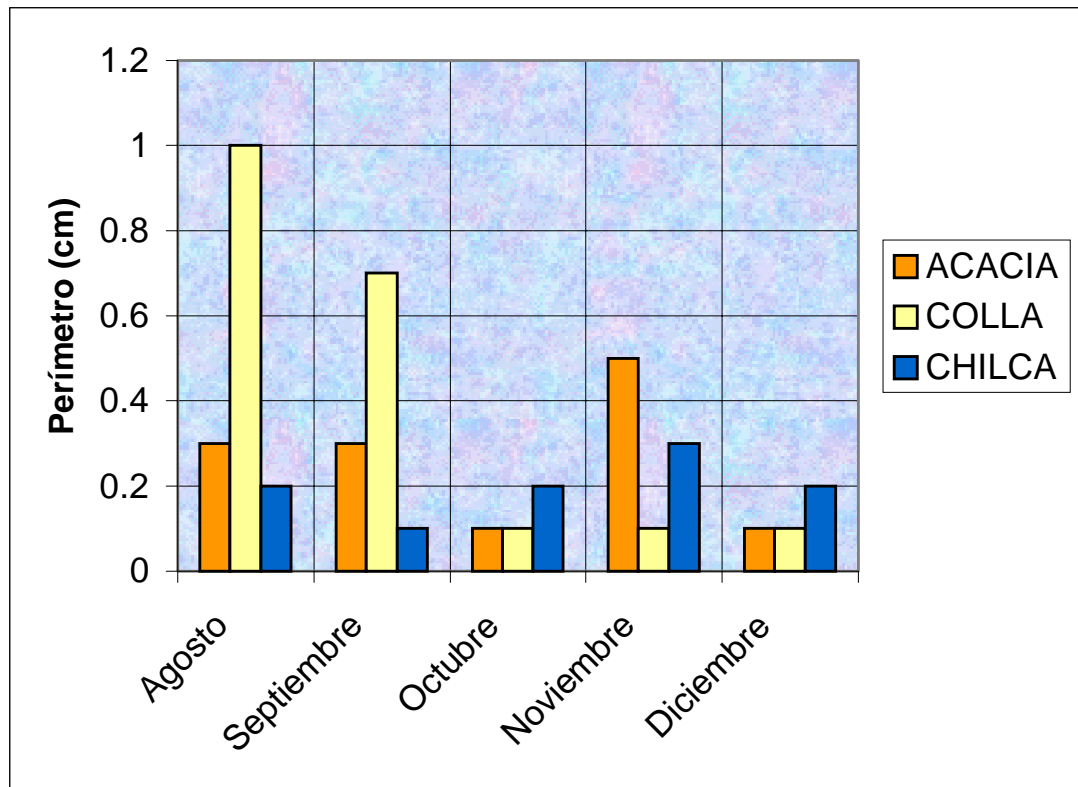


De acuerdo con la figura 11 se puede observar que en los meses de agosto y septiembre la colla presentó un mayor incremento en perímetro basal con relación a las otras especies.

La chilca fue la especie que le siguió a la colla en incremento del perímetro, anotando que en los meses de octubre y diciembre alcanzó los incrementos más altos con relación a las otras especies.

La especie acacia a pesar de tener buenos incrementos en los meses de agosto y septiembre, siguió una curva descendente desde el mes de octubre hasta diciembre.

Figura 12. Incremento medio mensual en perímetro del tallo en las especies a una distancia de 15x15 mts en C.I Obonúco, 2.002



De acuerdo con la figura 12 se puede observar que en los meses de agosto y septiembre la colla se presentó un mayor incremento en perímetro del tallo al igual que en la distancia 7 x 7 m con relación a las otras especies.

La chilca fue la especie que le siguió a la colla en incremento del perímetro, anotando que en los meses de octubre, noviembre y diciembre alcanzó los incrementos mas altos y en los meses de agosto y septiembre fue la especie con menores incrementos, con relación a las otras especies.

La especie acacia a pesar de tener buenos incrementos en los meses de agosto, septiembre y noviembre, presentó incrementos mínimos en los meses de octubre y diciembre con relación a las otras especies.

En los anexos H, I y J se observan las especies establecidas.

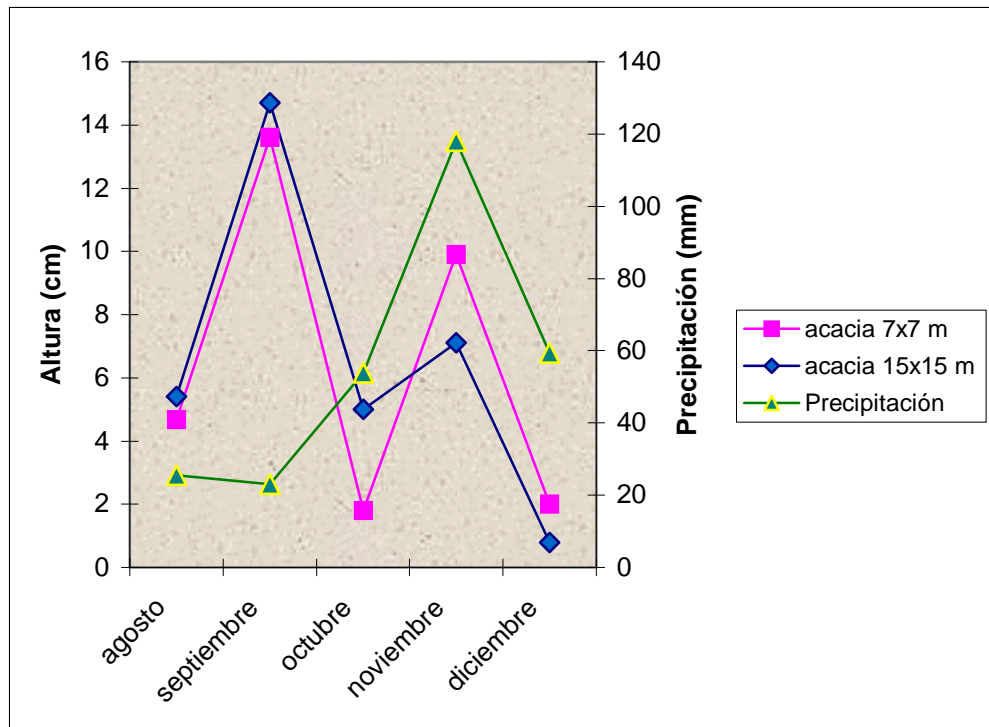
### **3.4 RELACIÓN ENTRE EL INCREMENTO MEDIO MENSUAL EN ALTURA DE LAS ESPECIES CON FACTORES CLIMÁTICOS**

**3.4.1 ESPECIES FORRAJERAS VS PRECIPITACIÓN.** La precipitación se define como el total de agua en mm promedio que cae en forma de lluvia y es un factor muy importante en el desarrollo de la vegetación.

La precipitación como factor influyente en el incremento de las especies vegetales, está relacionada principalmente con la capacidad de retención de agua que tiene el suelo y cada una de las especies. En esta investigación los resultados obtenidos demuestran que los incrementos varían de acuerdo a la especie y no se encontró relación directa con la precipitación en los primeros tres meses de estudio.

**3.4.1.1 Relación Acacia y Precipitación.** En la figura 13 se observa el incremento en altura de la especie acacia con relación a la precipitación.

Figura 13. Relación entre incremento medio mensual de Acacia con Precipitación en C.I Obonúco, 2.002

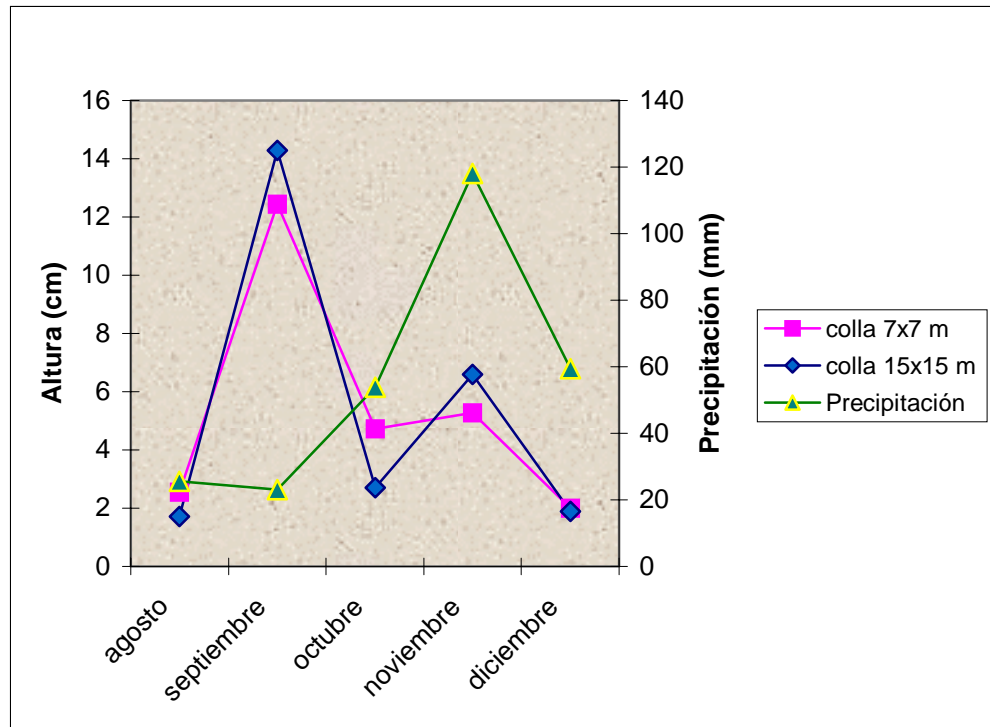


Los mayores incrementos en altura de las acacias se presentaron en los meses de septiembre y noviembre; se evidencia en la figura 13, que las precipitaciones mas altas no implican necesariamente mayores incrementos en altura, ya que en los meses de agosto y diciembre se presentó un incremento mínimo en ésta.

En los meses de noviembre y diciembre se presentó relación directa entre el incremento de la especie en altura y la precipitación.

3.4.1.2 **Relación Colla y Precipitación.** En la figura 14 se observa el incremento en altura de la especie colla con relación a la precipitación.

Figura 14. Relación entre incremento medio mensual de Colla con Precipitación en C.I Obonúco, 2.002

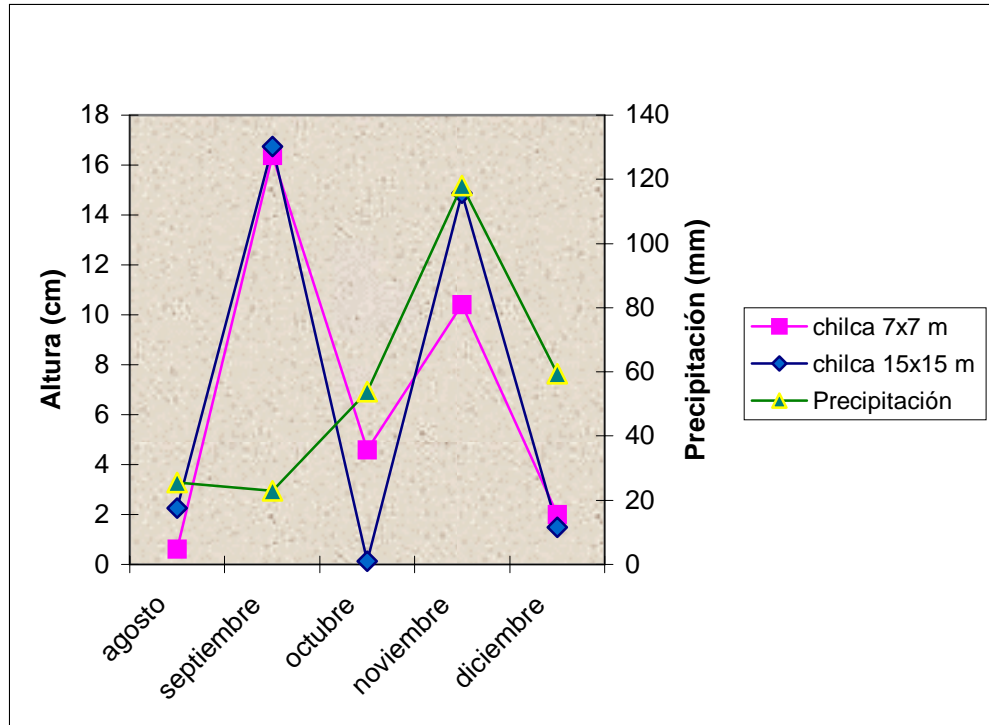


Los mayores incrementos en altura de la colla se presentaron en los meses de septiembre y noviembre; se evidencia en la figura 14 que las precipitaciones mas altas no implican necesariamente mayores incrementos en altura, ya que en los meses de agosto, octubre y diciembre se presentó un incremento mínimo en ésta.

En los meses de noviembre y diciembre se presentó relación directa entre el incremento de la especie en altura y la precipitación.

3.4.1.3 **Relación Chilca y Precipitación.** En la figura 15 se observa el incremento en altura de la especie chilca con relación a la precipitación.

Figura 15. Relación entre incremento medio mensual de Chilca con Precipitación en C.I Obonúco, 2.002



Los mayores incrementos en altura de las chilcas se presentaron en los meses de septiembre y noviembre; se evidencia en la figura 15 que las precipitaciones mayores no implican necesariamente mayores incrementos en altura, ya que en los meses de agosto, octubre y diciembre se presentó un incremento mínimo en ésta.

En los meses de noviembre y diciembre se presentó relación directa entre el incremento de la especie en altura y la precipitación.

El incremento en altura en los tratamientos no se relacionó con la precipitación en los primeros tres meses del periodo de evaluación, ya que se presentó una disminución en la precipitación y el incremento en altura de las plántulas fue alto con relación a los demás incrementos.

De lo anterior se puede deducir que se presentó este suceso porque las raíces de las plántulas se encontraban en un medio de materia orgánica, producto de la fertilización practicada antes de la siembra; lo cual favorece la retención de agua en el medio permitiendo mayor crecimiento radicular y aéreo en la planta.

Al respecto Young, 1975, 124 señala que la materia orgánica mejora la estructura del suelo y aumenta la porosidad y ventilación del mismo; además aumenta la capacidad de retención de humedad de los suelos.

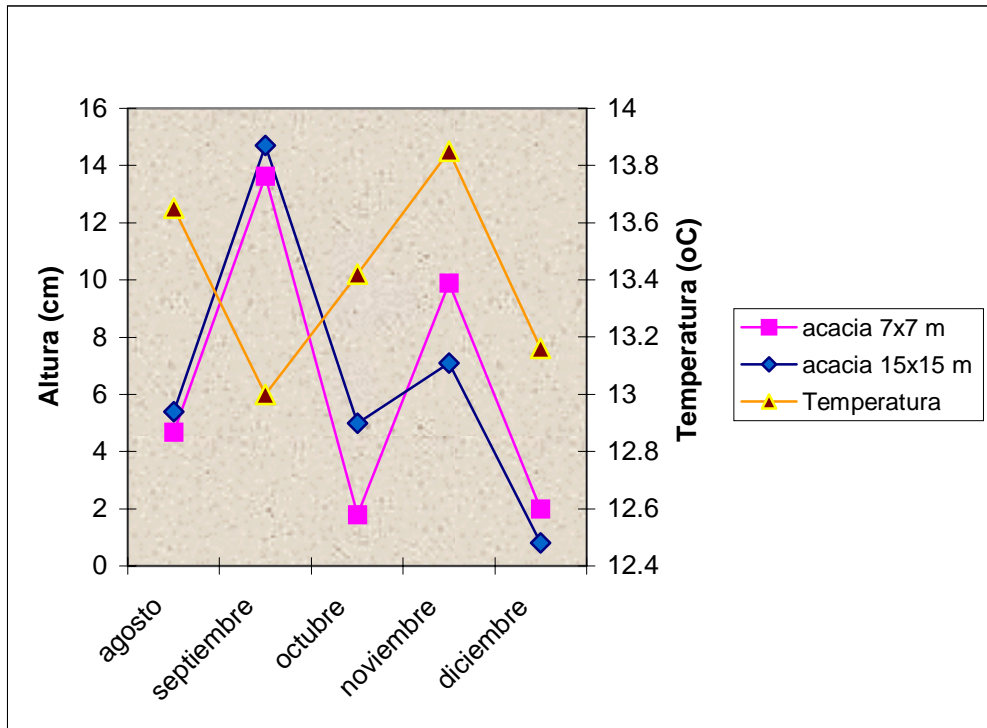
En cuanto al incremento (125), afirma que los estudios con árboles forestales invariablemente han demostrado que hay respuesta de crecimiento a los cambios en humedad del suelo.

**3.4.2 Especies forrajeras Vs. Temperatura.** La Temperatura ejerce influencia directa sobre los procesos y reacciones particulares que tiene lugar en la vegetación. En general la temperatura se mide como un índice del balance calórico y se refiere a la temperatura promedio anual de un determinado lugar.

La temperatura que se presentó en el periodo de estudio osciló entre 13 y 13.8°C; lo cual significa variaciones mínimas que no afectan el incremento de las especies en altura.

**3.4.2.1 Relación Acacia y Temperatura.** En la figura 16 se observa el incremento en altura con respecto a la temperatura.

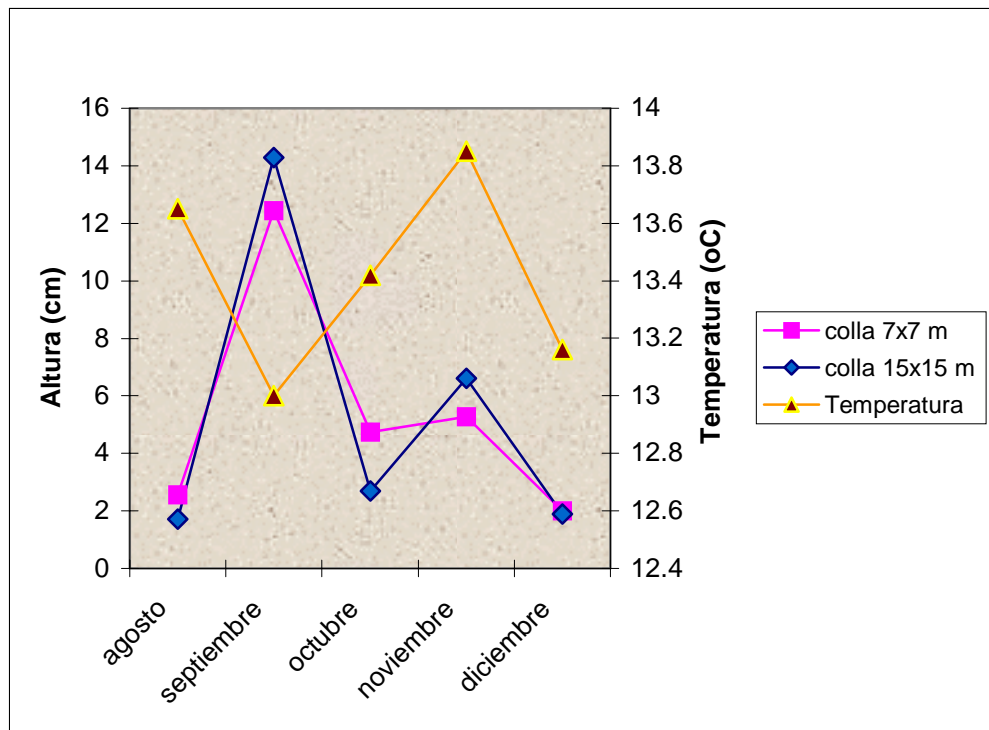
Figura 16. Relación entre Incremento medio mensual de Acacia con Temperatura en C.I Obonúco, 2.003



En la figura anterior se aprecia una leve variación en la temperatura; por lo tanto si existe influencia de ésta en el incremento medio mensual en altura de la acacia debe ser mínima.

3.4.2.2 **Relación Colla y Temperatura.** En la figura 17 se observa el incremento en altura con respecto a la temperatura.

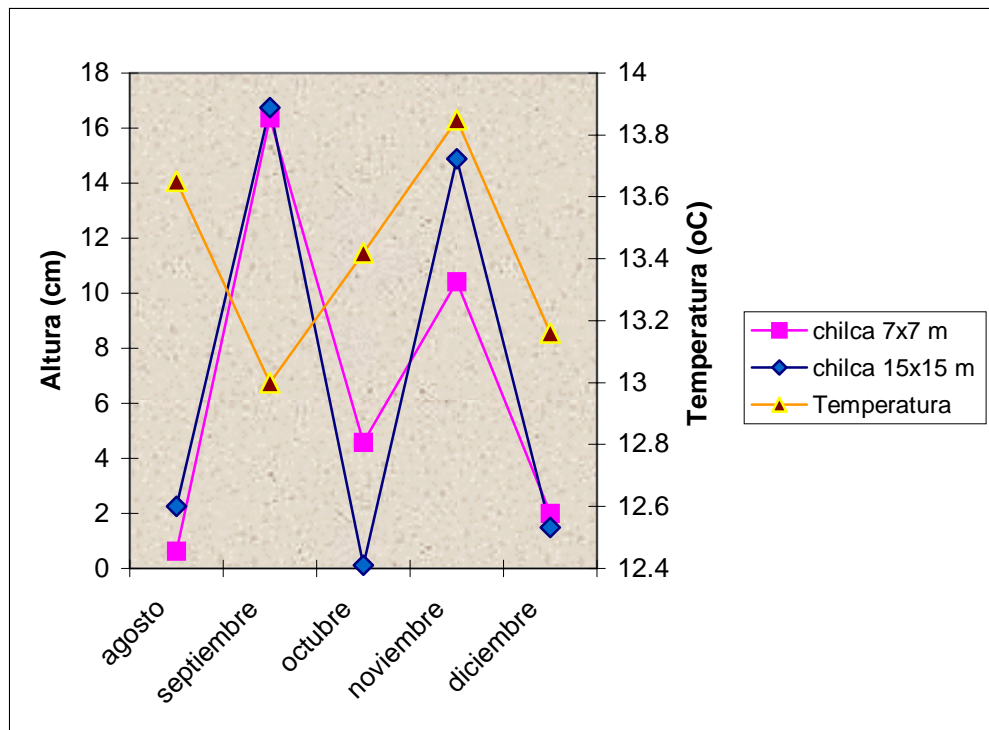
Figura 17. Relación entre Incremento medio mensual de Colla con Temperatura en C.I Obonúco, 2.002



En la figura anterior se aprecia que no existe relación entre la temperatura y el incremento medio mensual en altura de la colla, ya que se observa una temperatura con poca variación y el incremento es independiente.

3.4.2.3 **Relación Chilca y Temperatura.** En la figura 18 se observa el incremento en altura con respecto a la temperatura.

Figura 18. Relación entre Incremento Medio Mensual de Chilca con Temperatura en C.I Obonúco, 2.002



En la figura anterior se aprecia que no existe relación entre la temperatura y el incremento medio mensual en altura de la chilca, ya que se observa una temperatura con poca variabilidad e incrementos cambiantes.

Factores como la temperatura son los más importantes en el desarrollo de la vegetación; sin embargo en este estudio, no existió relación directa en el incremento en altura debido al corto periodo de evaluación, donde no hubo variación significativa en la temperatura. Por lo tanto es posible que el incremento en altura está condicionado a otros factores como edáficos.

### 3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el componente arbóreo los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza utilizando el programa SAS. El modelo estadístico corresponde a Parcelas Divididas con dos factores especies y distancias de siembra, en diseño de Bloques Completos al Azar, el cual se presenta a continuación:

$$Y_{ijk} = U + B_j + I_j + E_{ij} + V_i + IV_{ij} + E_{ijk}$$

Donde;

- U : es la media general
- B<sub>j</sub> : es el efecto del bloque i
- I<sub>j</sub> : es el efecto del factor de la parcela principal (especies forrajeras)
- E<sub>ij</sub> : es el error experimental asociado a la parcela grande (especies forrajeras)
  
- V<sub>i</sub> : es el efecto del factor de la subparcela (distancias)
- Iv<sub>ij</sub> : es la interacción entre las especies forrajeras j y las distancias k
- E<sub>ijk</sub> : es el error experimental asociado a las subparcelas

**Tabla 7. ANDEVA para Altura (cm) de Establecimiento y evaluación inicial de Árboles Dispersos en Asociación con Pasto Kikuyo C.I Obonúco, 2.002**

Variable Dependiente: ALTURA

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	F Tabulado
Bloques	2	27.67592593	13.83796296	2.53	0.0917NS
Especies	2	294.37037037	147.18518519	26.92	0.0001**
Error A	4	113.12962963	28.28240741	5.17	0.0018**
Distancia	1	33.44907407	33.44907407	6.12	0.0175NS
Error B	2	17.37037037	8.68518519	1.59	0.2163NS
C.V		5.988502			

Como indica la tabla 7 la especie con mayor altura es la chilca y de acuerdo con el análisis de varianza se encontró diferencias altamente significativas entre las especies forrajeras y entre bloques y especies en cuanto a altura en cm y además no se encontró diferencias significativas entre bloques, distancias y entre bloques-especie y distancias-bloques.

El coeficiente de determinación  $R^2$  de 0.6, significa que no existe correlación entre la altura de las plántulas y las distancias de siembra.

El coeficiente de variación de 5.9 nos indica que el experimento está bien diseñado y por lo tanto es confiable para una evaluación preliminar, ya que se presentó una varianza menor al 20%.

**Tabla 8. Prueba de Duncan para Altura de las Especies C.I Obonúco, 2.002**

CALIFICACION		Media	No. Datos	Especie
	A	40.861	18	Chilca
B	A	40.528	18	Acacia
B	A			
B		35.750	18	Colla

Mediante la aplicación de la prueba de Duncan con el 95% de confiabilidad Tabla 8 se obtuvo los siguientes resultados de comprobación de tratamientos:

La especie Chilca obtuvo una calificación de A que significa que fue el mejor tratamiento, en este caso la que obtuvo mayor altura.

La chilca y acacia en cuanto altura obtuvieron medias muy acercadas, de lo anterior se concluye que son las especies con mayor crecimiento en altura.

La colla en altura obtuvo una calificación de B que significa que fue la especie que obtuvo menor altura.

**Tabla 9. Prueba de Duncan para Altura con las dos Distancias de siembra de las Especies C.I Obonúco, 2.002**

CALIFICACION		Media	No. Datos	Distancia
	A	2.58	27	15 x 15 m
	A			
	A	2.55	27	7 x 7 m

Según la tabla 9 las dos distancias de siembra presentaron buen comportamiento en cuanto a crecimiento en altura.

**Tabla 10. ANDEVA para Perímetro del Tallo (cm) de Establecimiento y evaluación inicial de Árboles Dispersos en Asociación con Pasto Kikuyo C.I Obonúco, 2.002**

Variable Dependiente: PERIMETRO TALLO

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	F Tabulado
Bloques	2	0.19444444	0.09722222	2.27	0.1161NS
Especies	2	70.77777778	35.38888889	825.23	0.0001**
Error A	4	0.12444444	0.03111111	0.73	0.5795NS
Distancia	1	0.00907407	0.00907407	0.21	0.6479NS
Error B	2	0.00148148	0.00074074	0.02	0.9829NS
C.V		8.050764			

En la tabla 10 con el análisis de varianza se encontró diferencias altamente significativas entre las especies forrajeras y no se encontró diferencias significativas entre bloques, bloques-especies, distancias y la interacción entre especies-distancia.

El coeficiente de determinación  $R^2$  de 0.9% significa que no existe correlación entre el perímetro del tallo y las distancias de siembra.

El coeficiente de variación de 8.05% nos indica que el experimento está bien diseñado y por lo tanto es confiable para una evaluación preliminar.

**Tabla 11. Prueba de Duncan para Perímetro del Tallo de las Especies C.I Obonúco, 2.002**

CALIFICACION	Media	No. Datos	Especie
A	4.12	18	Colla
B	2.1	18	Chilca
C	1.4	18	Acacia

Mediante la aplicación de la prueba de Duncan con el 95% de confiabilidad tabla 11 se obtuvo los siguientes resultados de comprobación de tratamientos:

Las especies colla, chilca y acacia en cuanto a perímetro del tallo obtuvieron medias con rangos variables, siendo la colla el tratamiento con mejores resultados en cuanto a crecimiento del perímetro del tallo.

De lo anterior se concluye que la especie que presentó mayor crecimiento en perímetro del tallo fue la colla; en segunda instancia la chilca y por último la acacia.

**Tabla 12. Prueba de Duncan para Perímetro con las dos Distancias de siembra de las Especies C.I Obonúco, 2.002**

CALIFICACION	Media	No. Datos	Distancia
A	2.5	27	15 x 15 m
A	2.5	27	7 x 7 m

De acuerdo a los resultados de la tabla 12 las dos distancias de siembra no presentan diferencias significativas, ya que su calificación está en el mismo

rango (A) y se concluye que las dos distancias tuvieron el mismo comportamiento en los tratamientos.

### 3.6 PRODUCCIÓN DE BIOMASA PASTO KIKUYO

La pradera de kikuyo evaluada no ha recibido hasta el momento ningún tipo de manejo en cuanto a renovación y conservación, es por eso que no existen datos históricos en los cuales se mencione la producción por unidad de área. De acuerdo a la información suministrada por CORPOICA Obonúco, después del pastoreo, la recuperación de la pradera tarda 90 días aproximadamente.

**Tabla 13. Producción Biomasa (Kg/Ha) Pasto Kikuyo. C.I Obonúco, 2.002**

<b>MES</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Kg / Ha</b>
Septiembre	1	377
	2	364
	3	374
	4	371
	5	379
	6	385
<b>TOTAL</b>		<b>2.250</b>
Noviembre	1	119.1
	2	118
	3	110
	4	126
	5	119
	6	122
<b>TOTAL</b>		<b>714.1</b>

Los datos obtenidos en la tabla 13 no revisten credibilidad como base de análisis de producción de biomasa dadas las condiciones de variabilidad de la pradera, además su estado de deterioro y el desequilibrio que causó la aplicación del herbicida (ver anexos K y L).

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

La estimación del porcentaje de sobrevivencia de las plántulas cambia con las variaciones climáticas y con los factores endógenos heredados; en esta estudio las tres especies estudiadas presentaron un alto porcentaje de sobrevivencia que supera el 70%; la especie con mayor porcentaje de sobrevivencia fue la acacia amarilla *Acacia decurrens*, seguida por la chilca *Baccharis latifolia* y en última instancia la colla blanca *Verbesina arbórea*.

Las diferencias de crecimiento en altura y perímetro basal en las especies forrajeras se deben a las características propias de cada especie y a su adaptación a las condiciones ambientales; las cuales controlan su ritmo de crecimiento. La especie con mayor crecimiento en altura fue la chilca *Baccharis latifolia*, seguida por la acacia amarilla *Acacia decurrens* y en último lugar la colla blanca *Verbesina arbórea*. La especie que obtuvo mayor perímetro basal fue la colla blanca, debido a que es una especie de rápido crecimiento; en segundo lugar la chilca siendo una especie perenne de rápido crecimiento y con menor crecimiento en perímetro basal la acacia amarilla que presentó tallos largos y delgados.

No hubo relación directa entre los incrementos en altura y perímetro basal de las especies con factores climáticos como son precipitación y temperatura; debido a que las variaciones climáticas se observan en largos periodos de tiempo y en el periodo en que se realizó el estudio no se presentaron mayores variaciones; esto significa que los incrementos están relacionados también con otros factores como las características genéticas y las condiciones biofísicas que son determinantes en el desarrollo de las especies en la etapa inicial de crecimiento las plántulas sembradas a diferentes distancias presentan el mismo

comportamiento en crecimiento; puesto que aún no existe interacción entre estas.

La aplicación del herbicida al pasto kikuyo y los largos periodos de verano, no permitieron la obtención de datos confiables para realizar la evaluación de producción inicial de biomasa en la pastura.

En la escogencia de las especies arbóreas y arbustivas para establecer un tipo de arreglo silvopastoril se debe tener en cuenta su utilidad y las características físicas de la especie, ya que no todas las especies forrajeras son aptas para la práctica de inclusión de ganado al sistema.

### 3.2 Recomendaciones

Para la realización de investigaciones donde intervenga el componente arbóreo y/o arbustivo, es urgente contar con un vivero disponible en las instituciones que apoyen el estudio, para adquirir el material vegetal necesario; ya que esta es la principal limitante, cuando se decide abordar cualquier tipo de proyecto agroforestal.

Como plan de manejo es necesario tener en cuenta que en las etapas iniciales de crecimiento de las especies, cuando existen periodos largos de verano, es de vital importancia aplicar riego por lo menos dos veces en semana y se debe utilizar material vegetal o plántulas de características morfométricas lo más homogéneas posible, ya que de esta manera se obtienen resultados mas acertados.

El establecimiento de este tipo de sistema tiene gran viabilidad en zonas degradadas, ya que en estos lugares basta con cerrar el lote para proteger los árboles. de esta forma se protege el suelo y resulta menos costoso el establecimiento principalmente por la protección de cada plántula.

Incorporar al lote ganadero variedad de especies forestales forrajeras, ya que de esta forma se obtienen grandes beneficios en cuanto a biodiversidad, recuperación de suelos y obtención de productos secundarios.

Evaluar en un estudio posterior la interacción entre el componente arbóreo y la pastura, teniendo en cuenta la producción de biomasa, comportamiento de la pastura con la introducción de los árboles, los cambios en el suelo y las evaluaciones microbiológicas.

Debido a que no se encuentran estudios de establecimiento y evaluación en la etapa inicial de arreglos agroforestales, silvopastoriles, agrosilvopastoriles, entre otros; es importante realizar este tipo de ensayos, con el fin de tener datos preliminares que ayuden a fortalecer posteriores estudios.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

BENAVIDES, J. Características de los árboles forrajeros. En : Conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. San José, Costa Rica, 1998. Documento en línea. Disponible en <[www.Fao.org/ag/agal/agap/frg/agrofor1/Bnvdes23.txt](http://www.Fao.org/ag/agal/agap/frg/agrofor1/Bnvdes23.txt)>

BORMANN, F. ; BERLYN, J. Edad y tasa de crecimiento de los árboles tropicales. Xalapa, México: Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos bióticos, 1.980. 143 p.

BOTERO, R. ; RUSO, R. Árboles fijadores de nitrógeno. En : Conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Turrialba, Costa Rica, 1998. Documento en línea. Disponible en <[www.Fao.org/ag/agal/agap/frg/agrofor1/Botero8.txt](http://www.Fao.org/ag/agal/agap/frg/agrofor1/Botero8.txt)>

BRONSTEIN, G. Producción de pasto asociado con Poró *Erythrina poeppigiana*, con Laurel *Cordia alliodora* y sin árboles. En : Sistemas agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. San José, Costa Rica : Organización para estudios tropicales, 1992. p. 192.

CAMERO, A. Desarrollo de Sistemas silvopastoriles y sus perspectivas en la producción de leche y carne en el trópico. En : Silvopastoreo: alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. Bogotá, Colombia : CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA, 1995. p. 13-32.

CIPAGAUTA, M. ; Velázquez, J. Congreso latinoamericano de agroforestería. Colombia, 1999. Documento en línea. Disponible en <[www.cipav.org.co/cipav/conf/congress99/programa1er.htm](http://www.cipav.org.co/cipav/conf/congress99/programa1er.htm)>

DELGADO, A. ; CABRERA, J. Efecto de Diferentes Fuentes y Dosis de Nitrógeno en la concentración de Nitritos y Nitratos en el Pasto kikuyo. San Juan de Pasto, Delgado A. 1989, 69 p. Trabajo de Grado. (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

ERAZO, C. ; RODRIGUEZ, C. Estudio preliminar del establecimiento de un arreglo multiestrato, con las especies: (*Acacia decurrens*, *Quillotocto Tecoma stans* HBK y *Mora Rubus sp.*) a cuatro distancias de siembra en un afloramiento de agua, del C. I. CORPOICA Obonúco Municipio de Pasto. San Juan de Pasto, Erazo Camilo, 2002, 111p. Trabajo de Grado. (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

FAO. (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA ). Conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. 1998. Documento en línea. Disponible en <[www.Lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia3/articulo2.htm](http://www.Lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia3/articulo2.htm)>.

GIRALDO, A. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural en silvopastoreo. En : Silvopastoreo: alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. Bogotá, Colombia : CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA, 1995. p. 159-186.

HARVEY, C. Árboles en potrero. Turrialba, Costa Rica, 1999. Documento en línea. Disponible en [www<Lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia3/articulo2.htm>](http://www.Lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia3/articulo2.htm).

IMUES, H. ; ROSERO, H. Estudio de algunos parámetros de producción de hatos lecheros en el municipio de Pasto. San Juan de Pasto, 2001, 85p. Trabajo de Grado. (Zootecnista) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias.

MEDRANO, J. Valoración agronómica y nutritiva de especies arbóreas promisorias para el establecimiento de sistemas silvopastoriles en el trópico alto de Nariño. Documento en línea. Disponible en [www.idrc.ca/library/documents/101488](http://www.idrc.ca/library/documents/101488)>.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Consolidado Agropecuario, Acuícola y Pesquero. Pasto, Colombia : Secretaria de agricultura y Medio Ambiente, 2001. 63p.

MONTAGNINI, Florencia. Sistemas agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. San José, Costa Rica : Organización para estudios tropicales, 1992. 622 p.

PORTILLA, W. ; RODRÍGUEZ, P. Evaluación nutricional y degradabilidad "in situ" de algunas arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño, Colombia. San Juan de Pasto, Portilla W, 2000, 125p. Trabajo de Grado. (Especialización en producción de bovinos para leche). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias.

ROJAS, A. Fisiología vegetal aplicada. México: Continental, 1.993. 275 p.

SIG-PAFC. (SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA-PLAN FORESTAL PARA COLOMBIA). Revista informativa. Vol. 4, No. 15. Bogotá, SIG-PAFC,1997. p. 40-42.

VEGA, L. Sistemas Agroforestales. En : Documento presentado en el curso agroforestal. Bogotá, Colombia : IICA-PNCA, 1987. p. 12.

YOUNG, A. Ciencias forestales. México: Ediciones Mc Graw Hill. 1975. 610 p.

# ANEXOS

## Anexo A. Resultados del Análisis de Suelos, C.I Obonúco, 2.002

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
 SECCION DE LABORTORIOS  
 LABORATORIO DE SUELOS(marca@udenar.edu.co)  
 Teléfonos 7311449 Ext. 222-256 Fax. 7313315-7314477

### RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELOS

Fecha Mayo 31 del 2002 Análisis N° 153 Muestra No. Testigo  
 Interesado \_\_\_\_\_ Propietario CORPOICA  
 Procedencia: Departamento: Nariño Municipio Pasto Vereda Obonuco  
 Finca \_\_\_\_\_ Referencia Pasto Kituyo  
 Cultivo Anterior \_\_\_\_\_ Cultivo proyectado \_\_\_\_\_  
 Altura \_\_\_\_\_ msnm T° \_\_\_\_\_ Topografía \_\_\_\_\_  
 Profundidad \_\_\_\_\_ cm Recibo de Pago N° \_\_\_\_\_  
 Fertilizantes Utilizados Anteriormente \_\_\_\_\_  
 Análisis Solicitado: Caracterización X Fertilidad \_\_\_\_\_ Otros: Elementos menores

Muestras		Unidad	153			
pH. Potenciómetro Relación Suelo: Agua (1:1)			5.3			
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)		%	6.2			
Densidad Aparente		g/cc	0.9			
Fósforo (P) Bray II		ppm	14			
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)			16.8			
Calcio de Cambio	CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub> 1NpH7	meq/100g	4.8			
Magnesio de Cambio			1.3			
Potasio de cambio			0.90			
Aluminio de cambio	KCl 1N		0.10			
Hierro	Extracción con DTPA	ppm	406.00			
Manganeso			12.00			
Cobre			3.60			
Zinc			2.60			
Boro ppm, Método de Agua Caliente			0.43			
Fracción Ar. Arcilloso-A. Arenoso	Grado textural		Ar-A			
Nitrógeno Total %			0.27			
Carbono Orgánico %			3.58			

Observaciones: \_\_\_\_\_

  
 MARIA DEL ROSARIO CARREÑO  
TECNICIA QUIMICA LABORATORIO DE SUELOS

Anexo B. Precipitación y Temperatura mensual. C.I Obonúco,2002

MESES	TEMPERATURA °C	PRECIPITACION mm
JULIO	13.65	25.6
AGOSTO	13	23
SEPTIEMBRE	13.42	53.9
OCTUBRE	13.85	118.06
NOVIEMBRE	13.16	59.4

Anexo D. Promedios de crecimiento de Las Especies Forestales, C.I

Obonúco, 2.002

MES	DISTANCIA	ALTURA (cm)			PERIMETRO TALLO (cm)		
		ACACIA	COLLA	CHILCA	ACACIA	COLLA	CHILCA
AGOSTO	7 x 7	14,68	12,56	8,62	0,9	3,27	1,18
	15 x 15	15,4	11,71	10,25	0,86	3,55	0,35
SEPTIEMBRE	7 x 7	28,3	25	25	1,2	4,2	0,44
	15 x 15	30,1	26	27	1,21	4,2	0,42
OCTUBRE	7 x 7	30,1	29,73	29,58	1,2	4,3	0,54
	15 x 15	35,1	28,7	27,12	1,35	4,3	0,5
NOVIEMBRE	7 x 7	40	35	40	1,3	4,42	0,66
	15 x 15	42,2	35,3	42	1,8	4,43	0,6
DICIEMBRE	7 x 7	42	37	42	1,32	4,5	0,73
	15 x 15	43	37,2	43,5	1,4	4,51	0,66

**Anexo E. Incremento Medio Mensual en Altura (cm) C.I Obonúco,  
2.002**

<b>MES</b>	<b>DISTANCIA (metros)</b>	<b>ACACIA</b>	<b>COLLA</b>	<b>CHILCA</b>
Agosto	7x7	4.68	2.56	0.62
	15x15	5.4	1.71	2.25
Septiembre	7x7	13.62	12.44	16.38
	15x15	14.7	14.49	16.75
Octubre	7x7	1.8	4.73	4.58
	15x15	5	2.7	0.12
Noviembre	7x7	9.9	5.3	10.42
	15x15	7.1	6.6	14.88
Diciembre	7x7	2	2	2
	15x15	0.8	1.9	1.5

**Anexo F. Incremento Medio Mensual en Perímetro del Tallo (cm). C.I  
Obonúco, 2.002**

<b>MES</b>	<b>DISTANCIA (metros)</b>	<b>ACACIA</b>	<b>COLLA</b>	<b>CHILCA</b>
Agosto	7x7	0.4	0.7	0.18
	15x15	0.3	1	0.2
Septiembre	7x7	0.8	0.9	0.12
	15x15	0.3	0.7	0.1
Octubre	7x7	0	0.1	0.4
	15x15	0.1	0.1	0.2
Noviembre	7x7	0.1	0.1	0.1
	15x15	0.5	0.1	0.3
Diciembre	7x7	0	0.1	0.3
	15x15	0.1	0.1	0.2

Anexo G. Costos De Establecimiento En 1.8 Has. C.I Obonúco, 2.002

<i>DETALLE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>VR.UNIT</i>	<i>VR.TOTAL</i>
<b><i>Insumos</i></b>				
Acacia	Un	57	300	17.100
Chilca	Un	57	300	17.100
Colla	Un	57	300	17.100
Abono	Kg	11		10.000
<b><i>Varios</i></b>				
Mano de obra	Jornal	20	10.000	200.000
<b>TOTAL</b>				<b>261.300</b>

Anexo H. Plántula de Acacia amarilla *Acacia decurrens*, C.I Obonúco,  
2.002



Anexo I. Plántula de Colla *Verbesina arbórea*, C.I Obonúco, 2.002



Anexo J. Plántula de Chilca *Baccharis latifolia*, C.I Obonúco, 2.002



Anexo K. Renovación del pasto Kikuyo C.I Obonúco, 2.002



Anexo L. Renovación del pasto Kikuyo, C.I Obonúco, 2.002

