

EFFECTO DE LA PROPAGACION, DISTANCIA DE PLANTACION Y CORTE,
SOBRE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DE FORRAJE
DE COLLA BLANCA *Verbesina arborea* (Kunth)

LINDA ANA JURADO CORTES
BLANCA DORIS PINCHAO GUERRA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
PASTO-COLOMBIA
2006

EFFECTO DE LA PROPAGACION, DISTANCIA DE PLANTACION Y CORTE,
SOBRE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DE FORRAJE
DE COLLA BLANCA *Verbesina arborea* (Kunth)

LINDA ANA JURADO CORTES
BLANCA DORIS PINCHAO GUERRA

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

Presidente
HECTOR RAMIRO ORDOÑEZ
Ingeniero Forestal M. Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
PASTO-COLOMBIA
2006

“Las ideas y conclusiones aportadas en el presente trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”.

Artículo 1 del acuerdo No 324 del 18 de Octubre de 1966 emanado del Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Octubre de 2006

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a las siguientes personas por el apoyo y confianza brindadas; de igual manera por las ideas y sugerencias que enriquecieron el contenido de este trabajo:

Benjamín Sañudo Sotelo. Ing. Agrónomo. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por habernos enseñado con sus conocimientos y experiencias, que “El campo” es cimiento de paz, vida y esperanza, por tanto cualquier conocimiento generado debe ir siempre encaminado hacia su desarrollo.

Hector Ramiro Ordoñez. Ing. Forestal M. Sc. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su constante apoyo y por que gracias a su iniciativa se dio cumplimiento del presente proyecto.

Carlos A. Mosquera Quijano. Ing. Agrónomo. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su disponibilidad y apoyo en el desarrollo del trabajo.

Diego Muñoz. Ing. Agroforestal M. Sc. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su apoyo y colaboración.

Jimena Freyre del Hierro Lic. Educación Pre-escolar. Por ser una excelente persona y por ofrecernos su experiencia profesional en el desarrollo del presente trabajo.

Sra. Ana Maria Muñoz y a sus dos hijos José y Francisco por su colaboración durante toda la fase de campo, y por brindarnos su amistad y confianza.

La Facultad de Ciencias Agrícolas y en especial al programa de Ingeniería Agroforestal por generar espacios para la formación de profesionales integrales para el servicio de la comunidad.

A todas aquellas personas que colaboraron en algún momento con el desarrollo de este trabajo...¡Muchas Gracias!.

DEDICATORIA

*Este logro se lo ofrezco a Dios y a la Santísima Virgen,
por guiar mi vida hacia el camino del bien.*

*En memoria de mi padre:
Libardo Antonio Jurado Padilla*

*A mi madre:
Lily Cortes Rivadeneira*

*Gracias por hacer de mí una mujer
con buenos valores y principios,
además por el apoyo que día a día
me brinda para cumplir mis ideales,
entre ellos el de culminar con éxitos mi carrera.*

*A mis hermanos:
Iván Antonio Jurado Cortes
Juan Carlos Jurado Cortes*

Gracias por existir.

LINDA ANA

DEDICATORIA

*Al dueño de mi vida "Dios", por premiarme
con el mas bello tesoro que son
mi papito Luis y mi mamita Blanca ,
quienes solo esperan a cambio de su cariño
no los olvide.*

*A mi dulce hermanita Elena por demostrarme,
con su confianza y optimismo
que el camino es largo pero nunca difícil.*

*A mi ahijada Cielito quien me brinda
cariño sin condición alguna.*

*A mi Tío Julio Cesar por enseñarme, que el mejor
logro en nuestra vida es el poder cumplir
nuestros sueños, que para el hoy, ya son de ayer.*

*A mis amigos John Freyre y Adriana Chacua por
llenar de alegría mi vida.*

BLANQUITA

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCION	19
1. MARCO TEÓRICO	21
1.1. GENERALIDADES	21
1.1.1. La actividad pecuaria en Nariño	21
1.1.2. Problemática de la alimentación convencional	22
1.1.3. Árboles y arbustos forrajeros	23
1.1.3.1. Principales especies	23
1.1.3.2. Ventajas de la implementación y cultivo de árboles y arbustos forrajeros	25
1.1.3.3. La investigación específica	26
1.2. ARREGLOS AGROFORESTALES	29
1.2.1. Intensivamente manejados	29
1.2.1.1. Sistema de corte y acarreo o banco de proteínas	29
1.2.1.2. Postes para cercas vivas	30
1.2.2. Extensivamente manejados	30
1.2.2.1. Ramoneo	30
1.2.2.2. Pastoreo	30
1.3. ESTABLECIMIENTO DE UN BANCO FORRAJERO	31

1.3.1. Selección de especies	31
1.3.2. Ubicación de un banco forrajero	31
1.3.3. Arreglo espacial	31
1.3.4. Técnica de siembra	32
1.3.5. Manejo	33
1.3.5.1. Fertilización	33
1.3.5.2. Corte o poda	33
1.4. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE COLLA BLANCA <i>Verbesina arbórea</i> (Kunth)	35
1.4.1. Clasificación botánica	35
1.4.2. Morfología	35
1.4.2.1. Hojas	35
1.4.2.2. Flor	37
1.4.2.3. Fruto	37
1.4.3. Distribución	37
1.4.4. Propagación	37
1.4.5. Fenología	38
1.4.6. Análisis bromatológico	38
1.4.7. Valor nutricional	38
1.4.8. Arreglos agroforestales	40
2. MATERIALES Y MÉTODOS	41
2.1. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	41
2.2. MATERIAL EXPERIMENTAL	41

2.2.1. Propagación por semilla	41
2.2.2. Propagación por esquejes	41
2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	42
2.3.1. Distribución experimental	42
2.4. PLANTACIÓN	42
2.5. LABORES DE CULTIVO	42
2.6. EVALUACIONES	46
2.6.1. Altura a primer corte	46
2.6.2. Producción de biomasa	46
2.6.3. Rebrotamiento	46
2.6.4. altura de ramas	46
2.6.5. Análisis estadístico	46
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
3.1. ALTURA A PRIMER CORTE	47
3.2. NÚMERO DE REBROTOS	49
3.3. ALTURA DE REBROTOS	51
3.4. BIOMASA VERDE	53
3.5. BIOMASA SECA	59
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFIA	67
ANEXOS	71

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Análisis de varianza de altura a primer corte de la especie forrajera colla blanca <i>Verbesina arbórea</i> Kunth.	48
Tabla 2. Análisis de varianza para el números de rebrotes de la especie forrajera colla blanca <i>Verbesina arbórea</i> Kunth.	49
Tabla 3. Análisis de varianza para los promedios de altura de rebrotes de la especie colla blanca <i>Verbesina arbórea</i> Kunth antes del segundo, tercero y cuarto corte.	52
Tabla 4. Análisis de varianza para biomasa verde de la especie arbórea colla blanca <i>Verbesina arbórea</i> Kunth.	54
Tabla 5. Prueba Tukey para subtratamientos biomasa verde de la especie arbórea forrajera colla blanca <i>Verbesina arbórea</i> Kunth.	55
Tabla 6. Prueba de Tukey para la interacción del tercer corte de biomasa verde de la especie forrajera colla blanca <i>Verbesina arbórea</i> Kunth. (Tipo de propagación con respecto a la distancia de siembra).	56
Tabla 7. Prueba de Tukey para la interacción del tercer corte de biomasa verde de la especie forrajera colla blanca <i>Verbesina arbórea</i> Kunth. (Distancia de siembra con respecto al tipo de propagación).	56
Tabla 8. Análisis de varianza para biomasa verde de la especie forrajera colla blanca <i>Verbesina arbórea</i> Kunth.	60
Tabla 9. Prueba Tukey para subtratamientos biomasa seca de la especie arbórea forrajera colla blanca <i>Verbesina arbórea</i> Kunth.	60
Tabla 10. Prueba de Tukey para la interacción del tercer corte de biomasa seca de la especie forrajera colla blanca <i>Verbesina arbórea</i> Kunth. (Tipo de propagación con respecto a la distancia de siembra).	61
Tabla 11. Prueba de Tukey para la interacción del tercer corte de biomasa seca de la especie forrajera colla blanca <i>Verbesina arbórea</i> Kunth. (Distancia de siembra con respecto al tipo de propagación).	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Altura de la especie forrajera colla blanca <i>Verbesina arbórea</i> Kunth. antes de realizar el primer corte	48
Figura 2 . Número de rebrotes de la especie forrajera colla blanca <i>V. arbórea</i> K. 15 días antes del corte respectivo	50
Figura 3 . Número de rebrotes de la especie forrajera colla blanca <i>V. Arbórea</i> K. con respecto a tres distancias de siembra (1 x 1, 1 x 0,75 y 0,75 x 0,75 m.)	51
Figura 4 . Promedio altura de rebrotes de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. 15 días antes del segundo, tercero y cuarto corte	52
Figura 5 . Promedio altura de rebrotes de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. con respecto a las tres distancias de siembra (1 x 1, 1 x 0,75 y 0,75 x 0,75 m.)	53
Figura 6 . Producción de biomasa verde de la especie forrajera <i>V. Arbórea</i> K. en cuatro cortes cada 60 días	57
Figura 7. Producción de biomasa verde de <i>V. arbórea</i> K. respecto a las tres distancias de siembra (1 x 1, 1 x 0,75 y 0,75 x 0,75 m.)	58
Figura 8. Producción de biomasa seca de la especie forrajera <i>V. Arbórea</i> K. en los cuatro cortes cada 60 días	62
Figura 9. Producción de biomasa seca de la especie forrajera <i>V. Arbórea</i> K. respecto a tres distancias de siembra (1 x 1, 1 x 0,75 y 0,75 x 0,75 m.)	63
Grafica 1. Especie colla blanca <i>Verbesina arbórea</i> (Kunth) (Hojas, fruto y flor)	36
Mapa de campo 1. Distribución de plantas por tratamientos y subtratamientos	44
Mapa de campo 2. Área útil de cada subparcela	45

LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO A. Cuadro ordenado de datos altura total de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. en el primer corte.	71
ANEXO B. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA del número de rebrotes en el primer corte de <i>V. arbórea</i> K.	72
ANEXO C. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA del número de rebrotes de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. en el segundo corte.	73
ANEXO D. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA del número de rebrotes de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. en el tercer corte.	74
ANEXO E. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA del número de rebrotes de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. en el tercer corte.	75
ANEXO F. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la altura de rebrotes de la especie forrajera <i>V. Arbórea</i> K. antes de realizar el segundo corte.	76
ANEXO G. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la altura de rebrotes de la especie forrajera <i>V. Arbórea</i> K. antes de realizar el tercer corte.	77
ANEXO H. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la altura de rebrotes de la especie forrajera <i>V. Arbórea</i> K. antes de realizar el cuarto corte.	78
ANEXO I. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa verde de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. en el primer corte.	79
ANEXO J. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa verde de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. en el segundo corte.	80
ANEXO K. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa verde de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. en el tercer corte.	81
ANEXO L. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa verde de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. en el cuarto corte.	82

ANEXO M. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa seca de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. en el primer corte.	83
ANEXO N. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa seca de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. en el segundo corte.	84
ANEXO O. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa seca de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. en el tercer corte.	85
ANEXO P. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa seca de la especie forrajera <i>V. arbórea</i> K. en el cuarto corte.	86

GLOSARIO

AGROFORESTERÍA: es el nombre colectivo para designar los sistemas de uso del suelo, en donde se asocian las leñosas perennes (árboles, arbustos, etc.) con los cultivos agrícolas y/o animales, en un arreglo espacial con rotación o ambos y en los cuales se dan interacciones ecológicas y económicas entre los componentes arbóreos y no arbóreos del sistema.

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO: es el análisis de la composición química de una planta especialmente del forraje.

ANDEVA: el análisis de varianza o Andeva, es una técnica estadística que sirve para desglosar o partir la varianza total en varios componentes de variación identificables. En síntesis es un proceso analítico de descomposición de la suma de cuadrados asociados a cada componente del modelo.

ARBUSTO FORRAJERO: planta utilizada para la alimentación animal que presenta ventajas en términos nutricionales de producción y versatilidad agronómica, sobre otros forrajes utilizados.

BIOMASA: masa verde y seca total. Incluye follaje, ramas y troncos , pero excluye la hojarasca caída y la materia orgánica en descomposición.

DEFOLIACIÓN: caída o pérdida de las hojas por efectos fisiológicos de la planta ocasionados por un agente externo.

DIGESTIBILIDAD: hace referencia a la desaparición del alimento en el aparato digestivo. Incluyendo al mismo tiempo la digestión. Hay factores que alteran el grado de digestibilidad como el nivel de consumo de alimento, los trastornos digestivos, la frecuencia de alimentación, la deficiencia de nutrimentos, el procesamiento de alimento y otros efectos que se relacionan con los nutrientes.

ESQUEJE: ramas que se toman de la parte fina del árbol. Tiene la forma de un ramillete con hojas verdes en la punta.

FENOLOGÍA: estudio de las realcotes existentes entre los fenómenos biológicos, periódicos que se suceden en las plantas y los cambios climáticos estacionales acaecidos en su hábitat.

FORRAJE: cantidad de fitomasa que aporta nutriente a la dieta animal y/o esta disponible para ser usada como alimento para animales.

MORFOLOGIA: parte de la biología que trata de la forma de los seres orgánicos y de las transformaciones que experimentan.

PALATABILIDAD: preferencia de los animales para consumir un forraje o alimento determinado.

RAMONEO: consumo que hacen los animales de las hojas, tallos y brotes tiernos, u otras partes vegetales de arbustos o árboles.

REBROTE: tallo nuevo que se genera de una planta, cuando se poda o se elimina la dominancia apical.

RUMIANTE: mamífero que se caracteriza por el especial desarrollo de sus aparato digestivo, carecen de dientes incisivos en la mandíbula superior y tienen el estomago compuesto de cuatro cavidades, primero engullen el alimento y luego lo hacen retornar a la boca para masticarlo y digerirlo.

SISTEMA SILVOPASTORIL: opción de producción pecuaria que involucra la presencia de leñosas perennes, e interactúa con forrajeras herbáceas y animales bajo un sistema de manejo integral.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó entre Marzo de 2005 y Abril de 2006, en la vereda Mapachico Centro, ubicada a 7 Kilómetros de la ciudad de Pasto, a una altura de 2710 m.s.n.m. El objetivo fue determinar la capacidad de rebrote y rendimiento de biomasa (verde y seca) de colla blanca *Verbesina arbórea* (Kunth), a través de cuatro cortes cada 60 días, en un ensayo de bloques al azar, en distribución de parcelas divididas con tres repeticiones para dos tratamientos (propagación sexual y asexual) y tres subtratamientos (distancias de plantación de 0.75 x 0.75, 1 x 1 y 1 x 0.75 m.).

La altura alcanzada antes del primer corte fue mayor para la propagación sexual que para la propagación vegetativa con promedios generales de 0.7 y 0.4 m. Para la distancia de siembra e interacción (tipo de propagación y distancia de siembra) no hubo diferencias significativas. En cuanto al número de rebrotes no se presentaron diferencias significativas, indicando que el tipo de propagación y la distancia de siembra no inciden sobre el rebrotamiento de la especie. Sin embargo, la altura de los rebrotes fue mayor en propagación sexual que en propagación vegetativa con promedios generales de 0.3 y 0.2 m.

Los mayores rendimientos en cuatro cortes, fueron para la propagación sexual, con: 7.2, 8.4, 8.2 y 3 Ton/ha para biomasa verde y 1.1, 1.3, 1.3 y 0.4 Ton/ha para biomasa seca. Mientras que para la propagación asexual los promedios fueron menores con: 2.9, 4.2, 3.2 y 1.6 Ton/ha para biomasa verde y de 0.4, 0.6, 0.5 y 0.3 Ton/ha para biomasa seca. Los mayores rendimientos se obtuvieron con la distancia de 0.75 x 0.75 m, con promedios en cada corte de: 6.4, 8.2, 8, 3.1 y 1, 1.3, 1.2, 0.6 Ton/ha para biomasa verde y seca respectivamente, con diferencias significativas respecto a las distancias de 1 x 1 y 1 x 0.75 m.

Palabras claves: corte, biomasa verde y seca, rebrotes y *Verbesina arbórea* k.

ABSTRACT

The present work was realized between March of 2005 and April of 2006, in the Mapachico Centro path, located to 7 kilometers in the Pasto city, It is 2710 meters on the sea level. The objective was determinate the capacity of bud and yield of biomass (green and dry) of *Verbesina arborea* (Kunth), through four courts each 60 days, in a trial of blocks by hazard, this was distribute in parcels divided whit three repetitions for two treatments (sexual and asexual propagation) and three subtreatments (0.75 x 0.75, 1 x 1 y 1 x 0.75 m. of plantation's distances).

The altitude reached before the first curt was biggest for sexual propagation than the vegetative propagation with general average of 0.7 and 0.4m. For the plantation distance and interaction (propagation type and plantation distance) there wasn't significant differences. For the number of buds, this not presented significant differences, indicating that the propagation type and the plantation distance don't have impact over the bud of the species. However, the height of the buds was bigger in sexual propagation than the vegetative propagation whit 0.3 and 0.2m of general averages.

The higher performance in four curts, was for the sexual propagation, whit: 7.2, 8.4, 8.2 and 3 Ton/ ha by green biomass and 1.1, 1.3, 1.3 and 0.4 Ton/ha by dry biomass. While by asexual propagation, the averages were smaller whit: 2.9, 4.2, 3.2 and 1.6 Ton/ha by green biomass and 0.4, 0.6, 0.5, and 0.3 Ton/ha by dry biomass. The higher performance were obtained whit distance of 0.75 x 0.75 m, whit averages in each curt of: 6.4, 8.2, 8, 3.1 and 1, 1.3, 1.2, 0.6 Ton/ha by green and dry biomass respectively, with significant differences respect to 1x1 and 1x0.75m of distance.

Key words: curt, green and dry biomass, buds and *Verbesina arborea* k.

INTRODUCCIÓN

En la actividad ganadera del trópico alto son pocas las opciones alimentarias, generalmente están representadas por praderas artificiales y naturalizadas, como es el caso de algunas forrajeras en especial la alfalfa y la avena, pero es poco el conocimiento de aquellas especies arbustivas y arbóreas presentes en ecosistemas regionales, con un potencial forrajero evidente por su valor nutritivo, dadas sus cualidades de palatabilidad y alto contenido de proteína. Tal es el caso de la colla blanca *Verbesina arborea* (Kunth), apta para la alimentación animal con un contenido de proteína del 26.06%, se encuentra desde los 2400 m.s.n.m., hasta los 3000 m.s.n.m. con amplia dispersión en la región andina en lugares como: bordes de caminos, corredores biológicos, bosques primarios, secundarios, y cerca a fuentes de agua.

Esta especie se considera de rápido crecimiento y su reproducción es relativamente fácil ya sea por propagación sexual y asexual; se regenera fácilmente, igualmente tiene buenas posibilidades de enraizamiento por esquejes obtenidos de las ramas. Sin embargo, no se ha relacionado el tipo de propagación con la duración del árbol, la capacidad productiva de biomasa forrajera y la posibilidad de rebrote después del corte de los árboles.

Las anteriores observaciones son necesarias para la inclusión de la especie en arreglos agroforestales, especialmente en cercas vivas y bancos de proteína, como una alternativa sostenible que puede mejorar la dieta de los animales y aumentar su nivel de producción. También es importante el establecimiento de esta especie forrajera de acuerdo con ensayos que den mayor información sobre las distancias adecuadas de plantación, propagación y corte en la capacidad productiva del forraje. Con ello, es posible la integración de la colla blanca en los agroecosistemas de la región andina como un componente valioso, con respecto a otras especies, en los programas de alimentación de herbívoros, para complementar los requerimientos nutricionales del animal especialmente en épocas climáticas críticas, en las cuales hay escasez del alimento. En tal sentido el presente trabajo se realizó con el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto del corte, métodos de propagación y distancias de siembra en la producción de forraje de la especie leñosa colla blanca *Verbesina arborea* (Kunth) en el municipio de Pasto, Nariño.

- Evaluar la producción de forraje de colla blanca *Verbesina arbórea* en plantas propagadas de forma sexual y asexual.
- Determinar el efecto de tres distancias de plantación sobre la producción forrajera a través de tres cortes.
- Estudiar los componentes de producción y crecimiento referente a: altura y número de rebrotes que influyen en los rendimientos de forraje.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. GENERALIDADES

1.1.1. La actividad pecuaria en Nariño. El Departamento de Nariño presenta una marcada vocación pecuaria, especialmente la ganadería de leche, ocupando un importante renglón productivo dado los volúmenes destinados al consumo directo, procesos de industrialización y despachos a otros departamentos¹.

Al analizar el comportamiento de este subsector entre los años de 1980 y 1990, se puede decir que aumentó su participación del 25% al 45%, en la actividad agropecuaria comportamiento que se ha mantenido durante los últimos siete años, consolidando a esta actividad como la de mayor dinamismo en la economía regional.²

Además cabe resaltar que el ganado vacuno es una de las actividades que más aporta al PIB pecuario del Departamento con una participación del 49.3% y una dinámica de crecimiento en los años 1995/2000 de 10.9% promedio anual. Se calcula que el área dedicada para el mantenimiento bovino es de 353.000 hectáreas, de las cuales, el 89% corresponde a pastos tradicionales y 11% a pastos mejorados.³ Además, este tipo de ganadería está caracterizado por ser una actividad extensiva-extractiva, con bajos niveles de inversión y un deficiente desarrollo en los niveles tecnológicos, el cual se refleja en que de las 254.022 cabezas de ganado existentes, el 15.6% corresponde a lechería especializada, el 61,7% a lechería tradicional y el 22,7% a ceba integral.⁴ La producción total de leche es de 600.000 litros/día aproximadamente, de las cuales, el 15% se destina al consumo interno y el 35% para comercializar fuera del departamento,⁵ con un 50% restante para procesos de industrialización.

¹ CONSOLIDADO AGROPECUARIO, ACUICOLA Y PESQUERO URPA 2002.

² GOBERNACIÓN DE NARIÑO. Plan De Desarrollo De Nariño 2004 - 2007 SAN JUAN DE PASTO 2004: "La Fuerza Del Cambio Continúa". Pág. 56,57.

³ CONSOLIDADO AGROPECUARIO, ACUICOLA Y PESQUERO URPA 2002.

⁴ SAGAN Y SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE

⁵ GOBERNACIÓN DE NARIÑO. Op. cit., p. 6

1.1.2. Problemática de la alimentación convencional. Por variadas razones, principalmente ligadas al legado colonial y a la formación académica tradicional, la producción animal en la mayor parte de las zonas tropicales de Latinoamérica, tanto para monogástricos como para rumiantes, se ha basado en la adaptación incompleta de modelos desarrollados en climas templados. Los sistemas de producción bovina bajo pastoreo extensivo en las zonas tropicales, han causado un gran daño al medio ambiente y a la biodiversidad, han impedido un desarrollo rural y por consecuencia han promovido la emigración de la población rural hacia las ciudades en busca de mejores alternativas de vida⁶.

La destrucción de selvas y bosques, con la consecuente drástica reducción o pérdida de especies de plantas y animales, para la implantación de praderas artificiales con bajos niveles de productividad, ha sido una verdadera tragedia para el medio ambiente tropical y la población rural en general.⁷

En la mayoría de praderas de pastos para la producción bovina en nuestra región son manejados con especies de gramíneas provenientes de otros continentes y difícilmente pueden ser manejadas sin control de las malezas. Además, las leguminosas rastreras introducidas en algunos casos han tenido una contribución significativa a los rendimientos del pastizal, pero en general han probado ser difíciles de manejar y mantener.

Según Preston⁸ es claro que las mejoras en los sistemas de producción animal en el trópico no hay que buscarlas mirando hacia abajo (buscando pastos y leguminosas rastreras), sino hacia arriba (buscando árboles y arbustos forrajeros). En otras palabras, se tiene que regresar a modelos más cercanos a la vegetación original, pero específicamente diseñados para aumentar la productividad animal de los mismos. Los sistemas agroforestales ofrecen una alternativa sostenible para aumentar la biodiversidad animal y vegetal, y para aumentar los niveles de

⁶HOWARD-BORJAS, Patricia. Cattle and crisis: the genesis of unsustainable development in Central America. Reforma Agraria, colonización y cooperativas, citado por: SÁNCHEZ Manuel D. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical .[En línea] , [Roma, Italia]. FAO, Sep. 1998. [Citado 4 may, 2006]. Disponible en Internet: URL: <http://www.cipav.org.co/cipav/confre/index.htm>

⁷ SÁNCHEZ Manuel D. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical .[En línea] , [Roma, Italia]. FAO, Sep. 1998. [Citado 4 may, 2006]. Disponible en Internet: URL: <http://www.cipav.org.co/cipav/confre/index.htm>

⁸ PRESTON, T.R. and Murgueitio, E. Strategy for sustainable livestock production in the tropics, citado por: SÁNCHEZ Manuel D, Op. cit., p. 3.

producción animal con reducida dependencia de los insumos externos. Con ello, se trata de aprovechar las ventajas de varios estratos de la vegetación, como se ha enfatizado desde hace tiempo en el Sudeste Asiático⁹ y de mejorar la dieta animal proporcionando una diversidad de alimentos, forrajes, flores y frutos, que permiten al animal variar su dieta y aumentar su nivel de producción.¹⁰

1.1.3 Árboles y arbustos forrajeros

1.1.3.1 Principales especies. En los bancos de proteína han sido utilizadas diferentes especies de leñosas perennes, aquí se mencionan algunas que tienen mayor potencial en el trópico húmedo; se destacan varias especies de Eritrinas como el chachafruto *E. edullis* que se encuentra desde 1500 a 2000 m.s.n.m., con una precipitación de 1800 a 2600 m.m/año, un contenido de proteína de 19.5% y producción de biomasa de 10 Ton/MS/Ha/año, siendo una especie exigente en suelos, el Cachimbo *E. fusca* que se encuentra desde los 0-1600 m.s.n.m., con precipitaciones de 1000-5000 m.m/año con un contenido de proteína de 19.8 a 25% su potencial de biomasa de 8-10 Ton/MS/Ha/año; tolera niveles freáticos altos. El Poró *E. poeppigiana* que se encuentra a una altura de 600-1500 m.s.n.m., con precipitaciones de 1000-2500 m.m./año su contenido de proteína de 23.4% y potencial de biomasa de 22.8 Ton/MS/Ha/año; tolera suelos ácidos e infértiles en Costa Rica¹¹. El madero negro *Gliricidia sepium*¹² se encuentra a una altura de 0-1400 m.s.n.m., con una precipitación de 800-2.300 m.m./año, contiene de 20 a 25% de proteína y su potencial de biomasa de 14 a 18 Ton/MS/Ha/año, en Colombia, esta especie no tolera suelos pesados ni ningún tipo de sombra. El liberal *Malvaviscus arbóreo* se encuentra desde los 0-2000 m.s.n.m., con un porcentaje de proteína del 22% con un potencial de biomasa de 20 Ton/MS/Ha/año crece en suelos de baja fertilidad, tolerante a la sequía. botón de oro *Thitonia diversifolia*,¹³ presenta un contenido de proteína del 24.2% y

⁹ NITIS, I.M. et al. Prospects for Increasing Forage Supply in Intensive Plantation Crops Systems in Bali, citado por : SÁNCHEZ Manuel D. Op. cit., p. 5.

¹⁰ SÁNCHEZ Manuel D. Op. cit., p. 4.

¹¹ GÓMEZ, María E. Uso de Los Árboles en Sistemas de Producción. [En línea], [Cali, Colombia] CIPAV Sep. 1998. [Citado 1 may, 2006] Disponible en Internet: URL: <<http://www.cipav.org.co/cipav/confr/index.htm>>

¹² ARAQUE, César, ARRIETA Guillermo y et al. Efecto de la edad del rebrote y tasa de crecimiento del matarazón (*Gliricidia sepium*) sobre su bromatología y minerales. Zootecnia Trop., 20(2):191-203.2002.

¹³ RÍOS, Clara *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico [En línea], [Roma, Italia]. CIPAV-FAO, Jun.1998. [Citado 6 May. 2006]. Disponible en Internet: URL: <<http://www.fao.org/ag/aqa/agap/FRG/AGROFOR1/Rios14.pdf>>

digestibilidad in Vitro de la materia seca(DIVMS) del 63.3%, sembrada a una altura de 1000 msnm con una precipitación bimodal de 1200 m.m./ año, en suelos de textura arcillosa y con pH de 6.5 la producción aproximada de forraje es de 60 y 63 Tn/Ha respectivamente bajo diferentes densidades de siembra (0.5 x 0.75 m; 0.75 x 0.75 m; 0.75 x 1.0 m.) Además de estas leñosas se pueden mencionar otras como: *Acacia angustissima*, *Albizia spp* y *Calliandra calothyrsus* que poseen un mayor potencial de producción de biomasa comestible que las anteriores pero que tienen problemas de baja digestibilidad (y posiblemente palatabilidad)¹⁴ por sus altos contenidos de taninos, por tal razón solo se le menciona pero no se los recomienda en bancos de proteína.

Para el trópico subhúmedo (Áreas con períodos secos estacionales 3-6 meses) se menciona a *Cratylia argentea*, *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*. Algunas especies citadas en el trópico húmedo se pueden trabajar en este ecosistema como *Gliricidia sepium*, *Eritrina spp*, proveyendo de abundante forraje al menos durante el período de lluvias.¹⁵ La Morera *Morus spp.* y el nacedero *Trichantera gigantea*, son especies que por calidad nutritiva se las recomienda para bancos energético-proteicos.

Hay muchas especies que son capaces de crecer en suelos ácidos e infértiles como: *Flemingia macrophylla*, *Desmodium velutinum*, *Codariocalyx tiroides*, *Calliandra spp.*, *Tadehagin spp.*, *Cratylia argentea*, *Cajanus cajan*, *Albizia lebbeck*, *Phithecellobium dulce*, *Sesbania grandiflora*. *Leucaena leucocephala* es una especie sensible a suelos de reacción ácida; sin embargo, se han desarrollado híbridos de *L. Leucocephala* x *L. diversifolia* tolerantes a suelos ácidos y con problemas de alta saturación de aluminio. La mayoría de las anteriores presentan altos niveles de taninos y otros metabolitos secundarios que limitan su digestibilidad y consumo¹⁶.

Hay investigaciones de menor difusión de bancos para corte en: *Spondias purpurea* se encuentra desde los 980 m.s.n.m., con una precipitación de 2400 m.m./año, con un contenido de proteína de 16.5% DIVMS es de 56.6% esta

¹⁴ VALERIO. Contenido de taninos y digestibilidad in Vitro de algunos forrajes Tropicales, citado por: PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhamad. Sistemas silvopastoriles. Turrialba: CATIE-GTZ, 1999.p. 4-5.

¹⁵ PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad. Sistemas silvopastoriles. Turrialba: CATIE-GTZ, 1999.p. 4-5.

¹⁶ Ibid., p. 6.

especie tiene buena capacidad de rebrote, *Eniduscolus acutinifolius*, y *Urea spp.* En forma reciente se han iniciado estudios de otras especies como: *Moringa oleifera*, *Hibiscus grandiflorus*, *Eritrina ruorinervia*, *Callyandra collothyrsus*, *Alnus acuminata*, Acacia amarilla *Acacia decurrens* se encuentra entre los 2000 y 3000 msnm precipitación de 500-3500 mm/año producción de 20 Tn/MS/Ha/año de hojas con un contenido de proteína cruda de 17 a 25%, En zonas muy húmedas es susceptible al ataque de hongos e insectos. La chilca *Bracchiaria spp.*, se encuentra desde los 2000-3000 m.s.n.m., con un contenido de proteína del 22.4%, materia seca de 26.5% y la DIVMS de 71.5% es resistente a heladas y no muy exigente en suelos, el porcentaje de germinación es muy bajo (20%). El sauco *Sambucus peruviana* se encuentra desde los 2000 m.s.n.m., en adelante con una alta concentración de proteína cruda de 24,52% no es resistente a las heladas ni vientos fuertes, prefiere suelos profundos y ácidos. El quillotoco *Tecoma stans* se encuentra desde los 2300 a 2400 m.s.n.m., su forraje es de primera calidad sus hojas poseen un contenido de proteína del 13.06% crece bien en sitios secos con suelos pobres pero bien drenados¹⁷.

El *cajanus cajan* se encuentra desde los 650 a 1700 m.s.n.m., con una precipitación de 1100 a 1349 m.m./año, tiene un contenido de proteína de 23.2% esta especie presenta buena capacidad de rebrote y de producción de biomasa.¹⁸

1.1.3.2. Ventajas de la implementación y cultivo de árboles y arbustos forrajeros.

Murgüeito menciona algunas ventajas de los árboles y arbustos forrajeros:

- Perennes
- Amplia distribución en el trópico
- Follaje rico en proteínas y micro nutrientes
- Raíces profundas
- Flexibilidad de cosecha
- Generan autogestión y empleo rural
- Gran diversidad de especies
- Adaptación a varios agroecosistemas

¹⁷ MEDRANO, Jorge. Evaluación del valor nutritivo y uso en dietas para rumiantes del follaje de árboles utilizables en sistemas silvopastoriles en el trópico de altura. Pasto, Colombia: CORPOICA, 1999. 62 Pág.

¹⁸ VALLEJO Miguel y BENAVIDES Jorge. Evaluación de aceptabilidad de forrajes arbóreos para cabras estabuladas en Puriscal Costa Rica. En: BENAVIDES, J.E. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. El Chasqui(C.R.)Nº 25: 6-35

- Muchas fijan nitrógeno
- Resisten a la sequía y otras condiciones medioambientales adversas
- Multiuso: cercas vivas, barreras, cultivos puros.¹⁹

Además el CATIE en sus investigación a encontrado otras ventajas que son de gran importancia como:

- El follaje de numerosas especies de árboles y arbustos puede mejorar la calidad de las dietas tradicionalmente usadas para la alimentación de los animales, debido en gran parte al contenido en proteína cruda y contenido energético que generalmente duplica o triplica al de los pastos .
- Numerosas especies de árboles producen abundantes niveles de biomasa comestible por unidad de área, son tolerantes a la poda y fácilmente manejables desde el punto de vista agronómico.
- En asociación con pasturas, algunas especies de árboles no afectan o pueden incrementar significativamente la producción de las gramíneas.
- En época de sequía, los árboles pueden producir cantidades superiores de forraje que las obtenidas con el pasto y tal producción es mucho más sostenida que la del pasto en condiciones en las que no se utiliza fertilizante químico.
- Los sistemas silvopastoriles se pueden dar en diferentes zonas ecológicas debido a la diversidad de las diferentes zonas de vida de América y a su versatilidad en el manejo agronómico, se los puede utilizar en sitios y fincas con limitaciones de área y propiciando una mayor sostenibilidad de la producción de forrajes sin competencia con otras actividades agrícolas.²⁰

1.1.3.3. La investigación específica. Para que un árbol o arbusto sea considerado como forrajero debe reunir ventajas de tipo nutricional, de producción y de versatilidad agronómica, sobre otros forrajes utilizados.

En tal sentido los requisitos para tal clasificación son:

- Que el contenido de nutrimentos y el consumo sean adecuados como para esperar cambios en los parámetros de respuesta de los animales.

¹⁹ MURGUEITIO, Enrique. Los árboles forrajeros como fuente de proteína. 2 ed. Cali, Colombia, CIPAV, 1994. Pág. 1-5.

²⁰ BENAVIDES Jorge E. árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. [En línea]. [Turrialba, Costa Rica]. FAO may.1997 [Citado 4 abril 2006]. Disponible en Internet URL: <<http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/indexsp.htm>>

- Que sean tolerantes a la poda
- Que se puedan obtener niveles significativos de producción de biomasa por unidad de área.

Además, es recomendable seleccionar especies nativas para aprovechar las ventajas de la adaptación a su ambiente y además, que puedan ser establecidas mediante el uso de técnicas agronómicas sencillas y de bajo costo²¹

Si encontramos que una especie arbustiva es considerada como forrajera es importante empezar con su investigación y para ello se debe seguir una metodología como la propuesta por Camero²²:

- Identificación y caracterización. A través de información proveniente de los productores, la observación directa del consumo de los animales y de referencias secundarias reportadas en otros estudios se logra un buen conocimiento de la especie.
- Evaluación bromatológica. Consiste en realizar análisis de proteína cruda y de digestibilidad “In Vitro” o “In situ” de la materia seca, con el fin de dar prioridad a aquellas de mejores características nutricionales.
- Respuesta animal. Se determinan los parámetros de aceptabilidad, consumo, producción de leche y carne de los animales, cuando se les ofrece el follaje de especies arbóreas.
- Selección de especies. Se tienen en cuenta las que presenten las mejores características en las tres etapas anteriores y la realización de pruebas agronómicas que permitan el desarrollo de altos rendimientos de biomasa sostenibles en el tiempo y con el menor uso posible de insumos externos. Se investiga sobre técnicas de propagación y de poda, sobre los arreglos espaciales y temporales mas adecuados; sobre el uso de abono orgánico (abono verde y estiércol) y sobre las posibilidades de asociación con otros cultivos o forrajes.

²¹ Ibid., p. 23.

²² CAMERO, Alberto. Desarrollo de sistemas silvopastoriles y perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico. En: Memorias de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles. Bogota: CORPOICA, 1995. Pág. 13-32.

- Evaluación de dietas. Esquivel y Waelput,²³ afirman que esta evaluación pretende generar información útil para implementar dietas basadas en el uso de follaje de árboles. Para ello se ejecutan ensayos de consumo y digestibilidad *in vivo* y evaluaciones de la degradación rumial *in situ* para comparar la calidad nutricional de las dietas.
- Evaluación económica. Para los aspectos económicos se han utilizado análisis de presupuesto parcial en los experimentos que se ejecutan a nivel de estación; análisis de rentabilidad (flujo e ingreso netos) expost de las tecnologías implementadas en módulos demostrativos y análisis del beneficio familiar y del flujo e ingreso netos a nivel de finca. Los análisis efectuados hasta ahora indican que la aplicación de las tecnologías con árboles forrajeros en las fincas es económicamente rentable y que su presencia contribuye a mejorar la situación de la economía familiar.²⁴
- Validación de tecnologías generadas en el proceso de investigación. Se debe garantizar la futura adopción de las mismas y para adaptarla a las situaciones reales del proceso productivo.

El proceso de validación se hace por dos vías:

- Investigación en las fincas donde se lleva a cabo una buena parte de los trabajos, lo cual propicia posibilidades directas de adopción.
- Implementación en las explotaciones de las tecnologías mas promisorias desarrolladas a nivel de estación experimental, lo que permite realizar ajustes de acuerdo a condiciones reales de producción. Martínez.²⁵

²³ ESQUIVEL, J. y WAELPUT, J-J. evaluación en Jaulas de digestibilidad de dos sistemas de alimentación para cabras lactantes utilizados en el valle central de Costa Rica, Citado por: BENAVIDES, Op. cit., p. 15.

²⁴ BENAVIDES, Op. cit., p. 22.

²⁵ MARTINEZ, E. Pruebas preliminares de aceptación y consumo de especies con potencial forrajero de árboles y arbustos en fincas de productores, citado por: BENAVIDES, Op. cit., p. 19.

1.2. ARREGLOS AGROFORESTALES

Son sistemas del uso de la tierra en que los árboles y arbustos son combinados con ganado y producción de pastura en la misma unidad de tierra. Dentro de esta amplia categoría, varios tipos de sistemas y prácticas se pueden identificar dependiendo del papel del componente árbol y/o arbusto²⁶.

El sistema silvopastoril es una combinación natural o una asociación deliberada de uno o de varios componentes leñosos (arbustivos y/o arbóreos) dentro de una pastura de especies de gramíneas y de leguminosas herbáceas nativas o cultivadas y su utilización con rumiantes y herbívoros en pastoreo²⁷

Estos sistemas incluyen:

1.2.1. Intensivamente manejados.

1.2.1.1. Sistema de corte y acarreo o banco de proteínas. Los árboles y arbustos se cultivan en configuraciones de bloques o a lo largo de los límites de las parcelas a otros lugares designados; el follaje es podado periódicamente y se les da a los animales estabulado.²⁸

Son áreas compactas, cercanas a las instalaciones de manejo y alimentación de los animales (corrales, establos, etc.), destinadas exclusivamente a la producción de forrajes de alta calidad y volumen, para su utilización en la suplementación animal, bien sea que se maneje bajo corte o bajo pastoreo.²⁹

Además de esto, Muhammad³⁰ aclara que estos "bancos de proteína" se cultivan en bloque compacto y alta densidad para maximizar la producción de fitomasa de

²⁶ NAIR, P. K.. Agroforesteria. Universidad Autónoma de Chapingo. Ciudad de México, México D.F. Pág. 161-163.

²⁷ BOTERO Raúl y RUSSO Ricardo O. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales.[En línea]. [San José de Costa Rica]. FAO, sep. 1998. [Citado 5 mayo,2006]. Disponible en Internet: URL: <<http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/indexsp.htm> >

²⁸ NAIR, Op. cit., p. 160.

²⁹ BOTERO Raúl y RUSSO Ricardo O. Op. cit., p. 7.

³⁰ PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad. Op. cit., p. 4.

buena calidad nutritiva. También cabe resaltar que para que un banco de proteína tenga esta denominación el follaje de la especie sembrada debe contener más del 15% de proteína cruda, por que dado el caso de que la especie forrajera sembrada presentara niveles altos de energía digerible, se le denominaría como “banco energético-proteico”

1.2.1.2. Postes para cercas vivas. Los árboles forrajeros se dejan crecer para desarrollar suficiente madera de tal manera que sirvan como postes para cercas alrededor de las unidades de pastoreo u otras parcelas; los árboles son podados periódicamente para obtener forraje, varas y postes como en el sistema de corte y acarreo. Algunas opciones de cercos y barreras vivas van desde los setos de arbustos forrajeros como nacedero (*Trichanthera gigantea*), botón de oro (*Tithonia diversifolia*), pinocho o san joaquín (*Malvaviscus penduliflorus*) o matarratón (*Gliricidia sepium*).³¹

1.2.2. Extensivamente manejados.

1.2.2.1 Ramoneo. Se consume follaje (especialmente ramitas tallos y hojas tiernas) y algunas veces frutos y vainas directamente de árboles y arbustos.

1.2.2.2. Pastoreo. los animales pastan sobre las plantas, generalmente herbáceas. Son aquellos sistemas de pastoreo en que los árboles están presentes y juegan un papel interactivo en la producción (por ejemplo, proporcionando sombra para los animales, promoviendo el crecimiento del pasto y proveyendo forraje arbóreo u otros productos del árbol). Las especies más frecuentes en los potreros para la zona del Pacífico de América Central son: genízaro o samán *Pithecellobium saman*, guanacaste *Enterlobium cyclocarpum*, guácimo *Guzuma ulmifolia* y roble de sabana *Tabebuia rosea*. Para el trópico húmedo bajo son comunes laurel *Cordia alliodora*, pilón *Hyeronima alchorroides*, caobilla *Carapa guianensis* y varias especies del género *Citrus*. En las zonas altas es común el jaúl o aliso *Alnus acuminata* en las fincas lecheras (Pezo e Ibrahim 1996).³²

³¹ MURGUEITIO Enrique. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. Cali-Colombia.

³² PEZO, D. e Ibrahim, M. Sistemas silvopastoriles: una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. En: 1 er. Foro Internacional sobre "Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales", citado por: MURGUEITIO Enrique. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. Op. cit., p. 8.

1.3. ESTABLECIMIENTO DE UN BANCO FORRAJERO

1.3.1. Selección de especies. Según Ivori citado por Ibrahim³³, para los bancos forrajeros de leñosas perennes se requieren especies que:

- Manifiesten una buena capacidad de rebrote luego de la defoliación.
- Posean un alto potencial para producir hojas.
- Persistan cuando sean sometidas a la defoliación frecuente e intensa, sea en forma de podas o la ejercida por los animales (pastoreo /ramoneo).
- Presenten una calidad nutritiva aceptable, la cual se expresa en: Alto contenido de nitrógeno y/o energía digerible, niveles aceptables de consumo y bajo contenido de metabolitos secundarios que afecten el consumo, la digestibilidad o la salud de los animales.

1.3.2 Ubicación de un banco forrajero. La determinación de donde ubicar un banco forrajero será función no solo de las características agroecológicas del sitio, si no también de la forma como se pretende utilizarlo. Si el banco forrajero va a ser utilizado bajo corte, se recomienda establecerlo cerca de las áreas donde se suplementan los animales para así reducir los costos y el tiempo de acarreo del forraje y facilitar la fertilización orgánica con excretas.³⁴

Los bancos a ser usados bajo pastoreo deberán establecerse en áreas adyacentes a potreros que deben suplementar. Incluso, puede ser parte del potrero (20-25% del área).³⁵

1.3.3. Arreglo espacial. Cuando los bancos forrajeros van a ser manejados bajo corte, recomienda Romero³⁶ “ establecer las leñosas con distanciamientos relativamente cortos, de 0.8-1.0x0.25-0.5 m., para obtener una mayor cantidad de

³³IVORY, D A. Major characteristics, agronomic features and nutritional value of shrubs and tree fodders, citado por: PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad, Op. cit., p. 5.

³⁴OVIEDO F., VALLEJO M., y BENAVIDES, J. Módulos agro forestales para la producción de leche con cabras, citado por : PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad, Op. cit., p. 5.

³⁵ PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad, Op. cit., p. 22.

³⁶ROMERO, F., et al. Cencas vivas y bancos de proteína de *Erythrina berteroana* manejados para la producción de biomasa comestible en el trópico húmedo de Costa Rica, citado por : PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad, Op. cit., p. 6.

alimento. Si van a ser utilizados bajo pastoreo la distancia mínima entre hileras será de 2.0 m y de 0.5-1.0 m entre plantas, se pueden ampliar estas distancias hasta 3.0 o 4.0 m entre hileras”.

Cuando se usan mayores distancias entre hileras se recomienda disponer de leñosas en doble hilera, como un mecanismo para incrementar la densidad de siembra, cabe resaltar que al ampliar la distancia entre hileras se debe incorporar una forrajera herbácea como cultivo de cobertura para proteger el suelo y controlar la competencia por malezas.³⁷

1.3.4. Técnica de siembra. Para la mayoría de especies y en particular para zonas en que se presenta un período de sequía definido, es más conveniente dice Pound y Martínez-Cairo³⁸ “la siembra utilizando semillas dando origen a plantas con sistemas radiculares más profundos, pero por el crecimiento inicial muy lento puede ser fuerte la competencia de las malezas o de otras forrajeras que crecen entre las hileras de las leñosas”. Por esta razón, es preferible trabajar a nivel de vivero, para luego transportar los plantones al campo. Aunque esto signifique un mayor costo por planta sembrada, puede representar un menor costo por planta adulta, al asegurarse la sobrevivencia de un mayor número de plantas.³⁹

La propagación vegetativa o por estacas es una de las técnicas mas utilizadas ya que permiten períodos de establecimientos más cortos, es de fácil ejecución y muy conocida por los productores, además ha tenido un gran éxito en especies del trópico húmedo como *Eritrina berteroana* y *Gliricidia sepium* utilizando tallos de 1.5 a 2.0 m de largo colocándolos directamente en sitio definitivo. También se ha visto que una incisión (pelado de la corteza) en la porción que va en contacto con el suelo produce un incremento en la producción de biomasa comestible de hasta un 30%, debido a un mejor desarrollo de la raíz. A pesar de todo esto, no se recomienda este sistema de siembra en ecosistemas del trópico sub-húmedo y seco, por generarse raíces superficiales y por la baja tolerancia de las plantas al estrés⁴⁰

³⁷: PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad, Op. cit., p. 7.

³⁸POUND, B., y MARTÍNEZ-CAIRO, L. Leucaena: su cultivo y utilización, citado por: PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad, Op. cit., p. 6.

³⁹ PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad, Op. cit., p. 6.

⁴⁰ BENAVIDES, Op. cit., p. 15.

1.3.5. Manejo.

1.3.5.1. Fertilización. Para las leñosas perennes usadas en bancos forrajeros, solo se conocen los requerimientos externos e internos de nutrimentos para *Leucaena leucocephala*, en otras leñosas forrajeras solo se han conducido ensayos de fertilización orgánica o inorgánica, y en base a ellos solo se pueden derivar recomendaciones “sitio específicas” de fertilización.⁴¹

Ante la falta de información sobre los requerimientos nutricionales para la mayoría de las leñosas perennes utilizadas en bancos forrajeros, se sugiere que la dosis de fertilizante a aplicar durante el establecimiento se defina en la base a la información obtenida del análisis de suelo y las recomendaciones disponibles para otras especies forrajeras. En cambio, para la fertilización de mantenimiento deberá tomarse en cuenta la producción de fitomasa y la concentración de nutrimentos en la biomasa cosechada, para estimar la cantidad de nutrimentos extraídos con base a ella.

1.3.5.2. Corte o poda. La poda que sufren los bancos forrajeros manejados bajo corte, es diferente a la ejercida por los animales en pastoreo y ramoneo, por lo general en sistemas de corte o poda hay eliminación total del follaje que esta por encima de una altura dada. En cambio cuando los animales defolian tienden a seleccionar preferiblemente las hojas, lo cual resulta en una menor intensidad efectiva de defoliación, haciendo que sea más frecuente la utilización de bancos manejados bajo pastoreo.⁴²

- Primera poda. Un aspecto importante en el manejo de bancos forrajeros es el momento de efectuar la primera defoliación pues ello afecta el engrosamiento de los tallos y el desarrollo radicular. Esto influye sobre la capacidad de rebrote luego de una defoliación, la resistencia a daño mecánico por animales y la sobrevivencia de plantas.(Ella et al.).⁴³

⁴¹ PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad, Op. cit., p. 7.

⁴² Ibid, p. 6.

⁴³ ELLA, A. et al. Effect of age of tree legumes at the first cutting on subsequent production, citado por: PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad, Op. cit., p. 6.

Pezo et al.⁴⁴ señala que en la mayoría de las leñosas perennes se recomienda efectuar la primera defoliación cuando las plantas han alcanzado de 1.0 a 1.5 m de altura bajo las condiciones del trópico subhúmedo. Esto puede significar que las defoliaciones se inicien un año después de establecer el banco forrajero.

- Altura de poda. La intensidad de corte expresada como altura de material remanente después de la poda es determinante de la productividad de un banco forrajero a un largo plazo. La mayoría de estudios revisados por Blair et al.⁴⁵, indican que una mayor altura dentro de ciertos límites favorece la velocidad de rebrote. Sin embargo, es difícil hacer una recomendación general sobre la altura óptima de poda par diferentes especies y condiciones; por ello para definir a que altura podar las leñosas perennes presentes en un banco forrajero es necesario aplicar principios básicos de fisiología del rebrote de plantas forrajeras como:
 - Cuando la defoliación es intensa el rebrote es fuertemente dependiente de la reservas orgánicas, las cuales se encuentra almacenada en las partes basales del tallo⁴⁶.
 - Para que se produzca un rebrote vigoroso debe haber un número importante de yemas en el material remante luego de la poda.⁴⁷
 - Es conveniente dejar algo de área foliar luego de la poda pues favorece la velocidad de rebrote, ya que el crecimiento va a depender más tempranamente de los productos de fotosíntesis.⁴⁸

⁴⁴ PEZO D e IBRAHIM M. *Sistemas Silvopastoriles: Una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos*, citado por: PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad, *Op. cit.*, p. 7.

⁴⁵BLAIR, G. et al. *Forage tree legumes, their management and contribution to the nitrogen economy of wet and humid tropical environments*, citado por: PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad, *Op. cit.*, p. 6.

⁴⁶PEZO D e IBRAHIM M. *Sistemas Silvopastoriles: Una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos*. *Op. cit.*, p. 7.

⁴⁷STÜR, W.W., SHELTON, HM, y GUTTERIDGE, R.C. *Defoliation management of forage tree legumes*. En Gutteridge, R.C. y H.M. Shelton (eds). *Forage tree legumes in tropical agricultura*, citado por: Pezo, Danilo e IBRAHIM, Muhammad, *Op. cit.*, p. 7.

⁴⁸Ibid, p. 7.

- Si se prolonga los intervalos entre defoliaciones, puede hacerse una defoliación más intensa es decir dejando una menor cantidad de biomasa remanente luego de la poda, pues ello permite que las reservas utilizadas para el rebrote inicial sean recuperadas fácilmente.⁴⁹

1.4. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE COLLA BLANCA *Verbesina arbórea* (Kunth).

1.4.1. Clasificación botánica.

Clase: *Dicotiledónea*

Subclase: *Metaclamideas*

Orden: *Asterales*

Familia: *Asteraceae*

Genero: *Verbesina*

Especie: *Arbórea* (Kunth)

1.4.2. Morfología. Arbusto de tres a seis metros de altura que exuda una resina transparente con leve olor a trementina, con un tallo que tiene generalmente 10 cm., de diámetro y que tiene una medula blanca corchosa en su interior⁵⁰. (Gráfica 1)

1.4.2.1. Hojas. presentan pubescencia, simples, alternas u opuestas, con bordes enteros, lámina foliar elíptica, base cuneada, ápice acuminado, nervadura penninervia de consistencia cartacea, haz verde oscuro opaco, envés verde pálido. La producción de brotes se da durante todo el año a medida que la planta disminuye su actividad fisiológica y aumenten las lluvias⁵¹. (Gráfica 1)

⁴⁹ PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad, Op. cit., p. 8.

⁵⁰ DOMINGUEZ, Lilian y ERAZO Ángela. Evaluación de la fenología, reproducción y contenido nutricional de dos especies nativas: colla blanca (*Verbesina arbórea*) y munchiro (*Boehmeria fallax*) en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 2004. 114 Pág. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁵¹ Ibid, p. 87.

Grafica 1. Especie colla blanca *Verbesina arborea* (Kunth).(Hojas, fruto y flor).

Fuente: Esta investigación

1.4.2.2. La flor. Según la descripción que nos da Cano citado por Portilla⁵², posee una inflorescencia en capítulos o cabezuela formado por numerosas flores sésiles, poseen receptáculos generalmente cónicos donde se disponen las flores pequeñas de color amarillo, actinomorfas, hermafroditas, corola simpétala. Además de acuerdo a lo investigado por Domínguez⁵³ el botón floral se manifiesta durante todo el año principalmente en los meses de Mayo y Junio. (Grafica 1)

1.4.2.3. Fruto. Es un aquenio comprimido pequeño, simple e indehisciente, de color café claro al madurar, con la semilla unida a la pared del fruto en un solo punto⁵⁴. (Grafica 1)

1.4.3. Distribución. El género *Verbesina* consta de 300 especies distribuidas en América tropical, con pocas especies en las zonas templadas. *Verbesina arbórea* H.B.K se encuentra principalmente en bosques de regeneración natural, en bordes de caminos asociada con otras especies y en nacimientos de agua. Se encuentran desde el nivel del mar, pero están mejor representados en la zona andina sobre los 2400 metros de altitud.

1.4.4. Propagación. Según Dominguez y Erazo⁵⁵ La propagación de colla blanca se puede realizar por medio de semilla y estaca y su porcentaje de germinación en este caso sería del 42%, igualmente en la propagación por estacas de forma basal y apical hay iguales resultados, con valores cercanos a 40% en raíces, 25% en yemas y 16% en hojas. Sin embargo el mayor porcentaje de mortalidad se presenta con estacas basales con un 45%.

De las técnicas conocidas, la propagación con estaca es la más utilizada, ya que permite períodos de establecimiento más cortos, es de fácil ejecución y ampliamente conocida por los productores. En algunas especies Esquivel, et al.,⁵⁶

⁵² PORTILLA, Wilson. Evaluación nutricional y degradabilidad "In situ" de algunas arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño. Pasto, Colombia, 2000. 125 Pág. Trabajo de grado (Zootecnia). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

⁵³ DOMINGUEZ, Lilian y ERAZO, Op. cit., p. 98.

⁵⁴ Ibid, p.98.

⁵⁵ Ibid, p. 95.

⁵⁶ BENAVIDES, Op. cit., p. 88

dice que es posible plantar las estacas enterrándolas horizontalmente para obtener varias plantas por estaca y así ahorrar material de propagación.

1.4.5. Fenología. Domínguez y Erazo⁵⁷ encontraron que en la vereda Mapachico, a 2710 m.s.n.m. la precipitación no interviene en la ocurrencia de las fenofases, que la especie presenta una producción dinámica de rebrotes durante todo el año con un porcentaje de 50,25, la floración sucede generalmente en la época de Abril, Mayo y Junio presentándose los mayores registros (93%) en este último. En cuanto a la fructificación se da durante todo el año con mayor frecuencia en la temporada Junio a Septiembre.

1.4.6. Análisis bromatológico. El análisis bromatológico que es tomado como base para la investigación, fue realizado por Portilla en el laboratorio de nutrición animal de la universidad de Nariño en el año 1999.

Materia seca (%)	13,58
Materia orgánica (%)	85,74
Extracto etéreo (%)	4,65
Proteína cruda (%)	26,06
FDN (%)	42,80
FDA (%)	40,05
Celulosa (%)	20,44
Hemicelulosa (%)	2,76
Lignina (%)	19,6
Carbohidratos solubles (%)	12,23
Ca (%)	0,65
P (%)	0,84
Mg (%)	0,39
Energía bruta (Mcal/Kg.)	4,24
Energía digestible (Mcal/Kg.)	2,55. ⁵⁸

1.4.7. Valor nutricional. Según Medrano⁵⁹ la especie colla blanca se encuentra identificada en los recorridos por las zonas de producción bovina del trópico alto

⁵⁷ DOMINGUEZ, Lilian y ERAZO, Op. cit., p.98.

⁵⁸ PORTILLA, Op. cit., p.120.

⁵⁹ MEDRANO, Jorge, Op. cit., Pág. 124.

de Nariño y de acuerdo a la prueba de cafetería realizada por el anterior investigador, se puede observar que el promedio de consumo para las hojas es de 87.8% y para los tallos de 38.8%. El consumo promedio total del material ofrecido fue de 77.1% con el mayor consumo para la Colla blanca y el menor para el Guarango.

Además de esto en la evaluación nutricional y degradabilidad *in situ* de algunas arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño realizada por Portilla⁶⁰ se encontró que las concentraciones de proteína cruda y materia seca de los follajes de colla, chilca, saúco, quillotoco, aportan entre un 13.06 % a 26.06 % y 13.58 % a 35.04 % respectivamente, superando a algunas gramíneas como raígrases (Tetralite, aubade) y leguminosas como trébol blanco y rojo y presentan valores similares a los contenidos proteicos del alfalfa.

En la misma investigación se encontró que la aceptabilidad del follaje de la colla blanca y chilca presentó consumos superiores al 80%. Por tal razón se los puede utilizar para complementar los consumos y los requerimientos nutricionales de los rumiantes. Según esta investigación el menor porcentaje de degradación de los carbohidratos solubles lo obtuvo la colla blanca. Respecto al contenido mineral, la colla blanca tiene contenidos de calcio y fósforo superiores a los de la torta de soya.

Los mismos autores aseguran que la colla blanca presenta altas cantidades de extracto etéreo con 4,65% lo cual permite suponer que esta especie contiene grasas verdaderas, ésteres, ácidos grasos, lípidos compuestos, vitaminas liposolubles, ceras y resinas.

Además de los estudios mencionados se constato por medio de charlas con algunos moradores del corregimiento de Mapachico⁶¹ que el uso de esta especie para el consumo animal es de manera esporádica y se lo hace en combinación con otros pastos (raígras, alfalfa, pasto brasilero, picuy, etc.), debido al desconocimiento de la calidad nutritiva que ostenta la planta, ello conlleva de igual forma a que su utilización sea únicamente época de sequías por lo que según los agricultores,⁶² esta es una de las pocas fuentes de alimento que se encuentran

⁶⁰ PORTILLA, Op. Cit., p.118.

⁶¹ ENTREVISTA con Mari Narváz y Gerardo Tabla, Moradores de la Vereda de Mapachico. San Juan de Pasto, 20 de febrero del 2006.

⁶² ENTREVISTA con Enrique Meneses y Alberto Jojoa, Moradores de la Vereda de Mapachico. San Juan de Pasto, 20 de febrero del 2006.

durante este periodo. Según Sañudo⁶³ el alimentar con este forraje a los cuyes hace que se desarrollen mas los músculos, por lo tanto hay mas disposición de carne que grasa.

1.4.8. Arreglos agroforestales. Mera y Zamora⁶⁴ encontraron que en el establecimiento y evaluación inicial del arreglo árboles dispersos en asociación con pasto kikuyo *Pennisetum Clandestinum*. De las tres especies estudiadas, la colla blanca presentó la más baja sobrevivencia de plantas respecto a la mayor sobrevivencia que fue *Acacia decurrens* con un 70%. Además encontraron que la colla blanca presentó el menor crecimiento en altura, pero con el mayor perímetro basal.

Según Alvarado⁶⁵ continuando con la anterior investigación encontró que *V. arbórea* K., fue la especie que mayor promedio de altura presento al final de las evaluaciones con 143 cm., a una distancia de siembra de 7 x 7 m., y con 142 cm., a una distancia de siembra de 15 x 15 m. Con respecto al diámetro de tallo esta especie presento un mejor crecimiento con promedios de 3,73cm a una distancia de siembra de 7 m. X 7m., y de 3,57 cm. a una distancia de 15 x 15 m., igualmente esta especie presento promedio de área de copa de 2.61 m² .,y 3.12 m² a los 14 meses de edad y distancias de siembra de 7 x 7 m., 15 x 15 m., respectivamente.

⁶³ CONVERSACION con Benjamín Sañudo, Ingeniero Agrónomo docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, 4 Marzo del 2006.

⁶⁴ MERA, H. Fanur y Zamora Ana. Establecimiento y evaluación inicial del arreglo árboles dispersos en asociación con pasto kikuyo *Pennisetum Clandestinum* en el altiplano de Pasto. Pasto, Colombia, 2003. 96 Pág. Trabajo de grado (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁶⁵ ALVARADO Rober y PAZ Fernando. Evaluación del arreglo de árboles dispersos en asociación con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el Altiplano de Pasto. Pasto, Colombia, 2004. 84 Pág. Trabajo de grado (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó entre los meses de Marzo del 2005 y Abril del 2006 en la vereda Mapachico Centro, ubicada a 7 Kilómetros de la ciudad de Pasto, a una altura de 2710 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 13°C, humedad relativa del 70% y una precipitación de 500 a 1000 m.m. por año.⁶⁶

2.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

2.2.1. Propagación por semilla. Para la obtención de semilla se tuvo en cuenta la investigación realizada por Domínguez⁶⁷, en donde se plantea que la mayor cantidad de semilla se produce en los meses de Junio y Septiembre. Además para el experimento se tuvo en cuenta que la semilla proceda de árboles con buenas características fenotípicas, los cuales no mostraran ser afectados por plagas ni enfermedades, las semillas obtenidas se las llevo al invernadero de la Universidad de Nariño y puestas a germinar en un semillero de un área de 4 m² constituido con dos partes de suelo y una parte de arena . Las semillas fueron colocadas encima del sustrato y posteriormente cubiertas con pasto seco, a fin de mantener un ambiente propicio para su germinación.⁶⁸

Luego de presentar las dos primeras hojas verdaderas, se realizó el transplante en bolsas que fueron llenas con dos partes de suelo; una parte de arena y una de abono orgánico. Estas se mantuvieron hasta alcanzar los 20cm. de altura, edad propicia para el transplante a campo.

2.2.2. Propagación por esquejes. Se utilizaron esquejes de 30 cm. de longitud del tercio medio de cada uno de los árboles de colla blanca encontrados en la zona de Mapachico, con buenas características morfológicas y libres de plagas y enfermedades. Luego se las trasladó al vivero donde se las sembró en bolsas de kilo con dos partes de tierra, una de arena y una de abono orgánico, se colocó

⁶⁶ GALLARDO, A y TIMANA, Oscar. Evaluación de la respuesta del repollo *Brassica oleraceae*, variedad bola verde a la aplicación del fermentado anaeróbico a base de alfalfa *Medicago sativa* en el corregimiento de Mapachico, municipio de Pasto, Nariño. Pasto, 2002. p 26. (Trabajo de grado Ingeniero agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias agrícolas.

⁶⁷ DOMINGUEZ, Op. cit., p. 74.

⁶⁸ Ibid, p. 74.

cuatro esquejes en cada bolsa. Cuatro meses después se observó la aparición de callo, luego se procedió al trasplante individual, en bolsas de libra. Transcurridos dos meses los esquejes enraizaron completamente, aptos para su trasplante en el sitio definitivo.

2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó un diseño de bloques al azar en distribución de parcelas divididas con dos tratamientos, tres subtratamientos y tres repeticiones.

Los tratamientos correspondieron al empleo de árboles propagados por semilla y esquejes reproducidos vegetativamente. Los subtratamientos estuvieron representados por las distancias entre surcos y plantas de 0,75 x 0,75 m, 1 x 0,75 m. y 1 x 1 m. (Mapa de campo 1 y 2).

2.3.1 Distribución experimental. Se preparó un lote de 23 x 11 m (253 m²) donde se trazaron tres bloques de 23 x 3 m (69 m²), con calles de 1 m. cada bloque, compuesto por dos parcelas mayores (Tratamientos) de 11 x 3 m (33 m²) con calles de 1 m y cada parcela mayor contó con tres subparcelas (subtratamientos) de 3 x 3 m. (9 m²) con calles de 1 m. El área útil para cada una de las subparcelas fue 4m². Se necesitaron 183 árboles de colla blanca provenientes de semilla sexual distribuidos de la siguiente manera; 75 árboles para las tres repeticiones de 0.75 x 0,75 m., con 25 árboles por subparcela; 60 árboles para las tres repeticiones de 1 x 0,75 m., con 20 árboles por subparcela; 48 árboles para las tres repeticiones 1 x 1 m., con 16 árboles por subparcela. Para el caso de esquejes se tuvo en cuenta el mismo procedimiento con la misma cantidad y distribución respectiva.

2.4. PLANTACIÓN

Trazadas las subparcelas en el sitio definitivo de plantación se abrió hoyos de 20x 20 x 20 cm., se hizo una fertilización de asiento por sitio, utilizando un kilo de abono orgánico (lombricompuesto). Posteriormente se procedió a la siembra de los árboles.

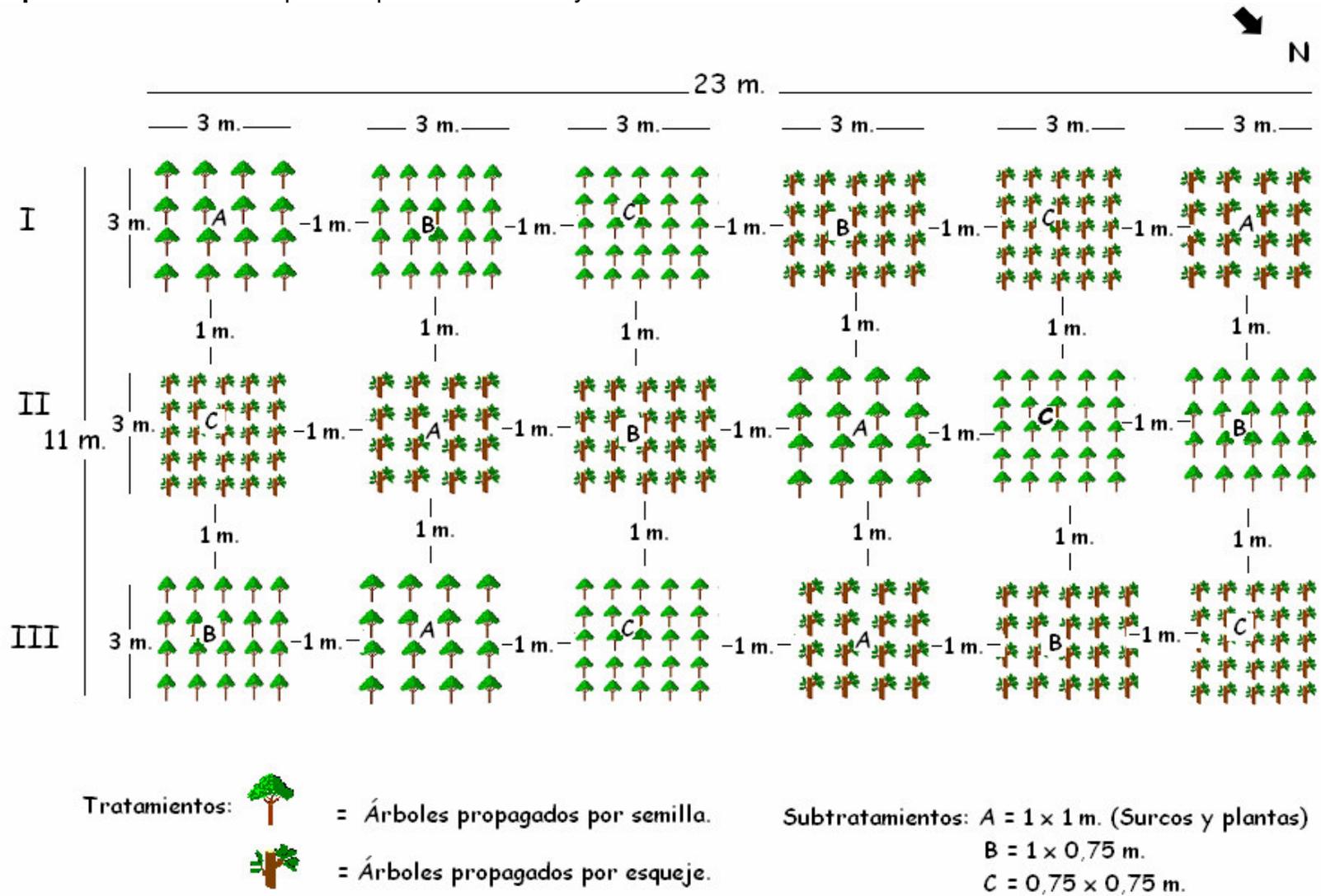
2.5. LABORES DE CULTIVO

En visitas periódicas se observó algunas plantas muertas, siendo necesario el replante con plántulas de igual tamaño que las primeras, hasta que hubo

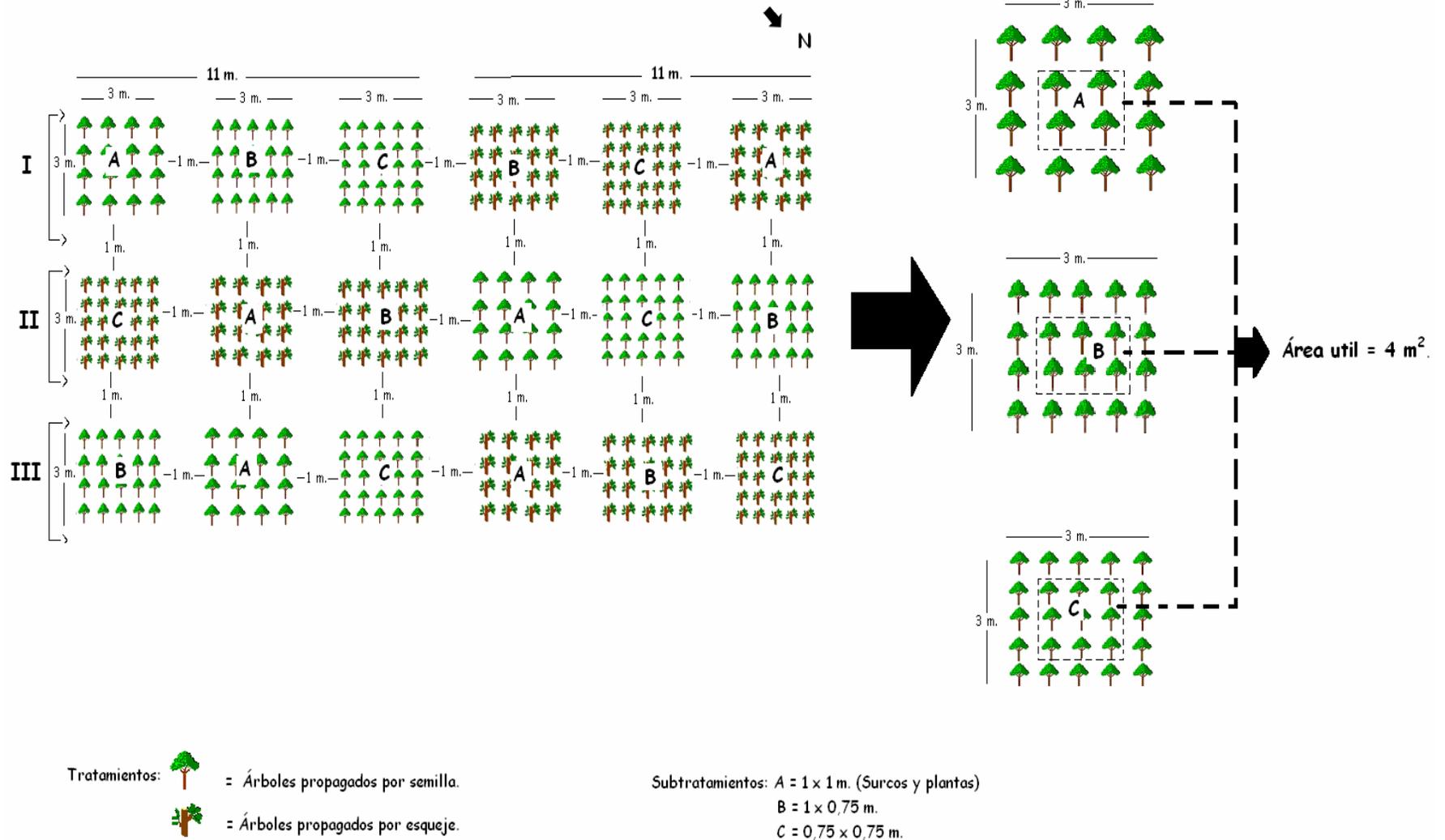
uniformidad en el cultivo. Pasado dos meses, se efectuó un plateo de 50 cm. de radio.

No se realizó ninguna práctica de fertilización; porque se buscó la adaptación de la especie a las condiciones de la zona en estudio. En revisiones periódicas se verificó si las plantas eran afectadas por algún tipo de enfermedad o plaga; al no presentarse ningún problema no hubo necesidad de realizar controles fitosanitarios.

Mapa 1. Distribución de plantas por tratamientos y subtratamientos.



Mapa 2. Área útil de cada subparcela.



2.6. EVALUACIONES

2.6.1. Altura a primer corte. Seis meses después de la siembra en los cuatro árboles centrales de cada subparcela se midió la altura total, desde la base del tallo hasta la yema terminal. El registro de datos se hizo en centímetros, el cual permitió conocer la altura que alcanzó la especie colla blanca en el primer corte.

2.6.2. Producción de biomasa. Para evaluar la producción de biomasa se realizaron tres cortes cada dos meses a una altura de 0.20 cm. De los cuatro árboles centrales de cada subparcela se tomaron muestras de 500 g., para determinar por unidad experimental y por hectárea; el peso total (peso en verde de hojas y tallos) y contenido de materia seca. Para la determinación de MS las muestras fueron llevadas al laboratorio de la Universidad de Nariño y colocadas en la estufa a 70°C durante 48 horas, se procedió a sacar las muestras del horno equilibrándolas con la humedad del ambiente y se las reintegro al horno durante una hora hasta alcanzar peso constante.

2.6.3. Rebrotamiento. Este dato se registro después del primer corte de la *V. arbórea* K., y se llevó a cabo 15 días antes de cada corte. Para cuantificarlos, se consideró como tal, todo brote que presentó una longitud mayor a 10 cm.

2.6.4. Altura de ramas. La altura se registró después de cada aprovechamiento; cada 15 días durante un tiempo aproximado de sesenta (60) días. Se expresó en centímetros y se tomó desde la base adherida al tallo de origen hasta la yema apical del brote.

2.6.5. Análisis estadístico. Los datos obtenidos se interpretaron estadísticamente por medio del análisis de varianza y la prueba de significancia de TUKEY.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. ALTURA A PRIMER CORTE

En la tabla 1 se muestra el análisis de varianza para la altura que alcanza la *V. arbórea* K., antes de realizar el primer corte, presentando diferencias significativas para el tipo de propagación, por lo tanto existe una marcada diferencia entre la propagación por semilla y por esqueje.

No presentó diferencias significativas la distancia de plantación e interacción (tipo de propagación y distancia de plantación), afirmando con esto, que no hay una competencia por nutrientes a pesar de haber una alta densidad de plantas.

Con relación a lo anterior, se puede decir que las diferencias en altura de plantas propagadas de manera sexual y asexual se debe en gran parte a las características intrínsecas de la especie y a que la propagación por semilla, tiene una raíz pivotante que le permite extraer nutrientes de sectores más profundos del perfil del suelo⁶⁹. Además, influyen en las características y condiciones de los suelos; ya que la parcela donde se realizó la presente evaluación, corresponde a una área de pendiente moderada, con suelos arcillosos que fácilmente se compactan y no permiten que el sistema radicular se desarrolle rápidamente.

No solo las características de la raíz, influyeron en la diferencia de alturas de las plantas propagadas de manera sexual y asexual. El tiempo transcurrido desde la siembra hasta realizar el primer corte (seis meses), pudo haber incidido para que las plantas propagadas por esqueje no alcanzaran una altura adecuada. Con respecto a esto Pezo,⁷⁰ menciona que la edad para realizar el primer corte debería ser más o menos un año después de haber establecido un banco forrajero.

⁶⁹ PEZO, Op. cit., p. 65.

⁷⁰ Ibid, p. 113.

Tabla 1. Análisis de varianza de altura a primer corte de la especie forrajera colla blanca *Verbesina arbórea* Kunth.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	0,55	0,55	44,66*	18.51
Error(A)	2	0,02	0,01		
subtra.(B)	2	0,004	0,002	0,71 ^{NS}	4.46
Inter.(A*B)	2	0,002	0,001	0,41 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	0,02	0,003		

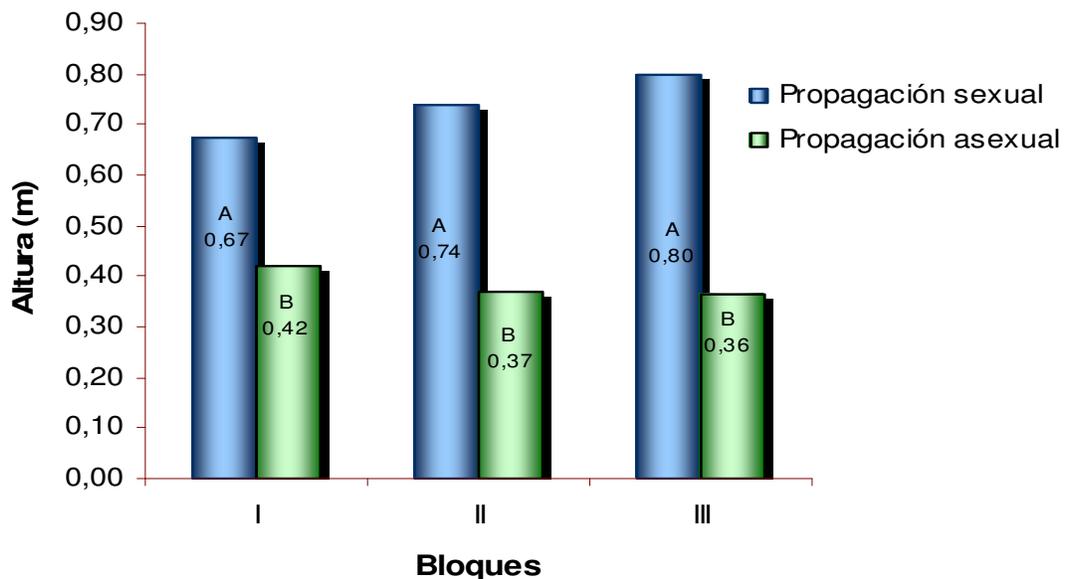
* Significancia al 5%.

^{NS} No significativo

C.V: 9.78%

Al respecto Garcidueñas⁷¹ manifiesta que el crecimiento integral de una planta tiene sus propias leyes y reguladores hormonales, pero también es una expresión de la fisiología general del individuo, por lo que el crecimiento normal solo se presenta en un medio ecológico cercano al óptimo cuando hay variaciones o deficiencias en los factores del medio, las plantas adoptan períodos de crecimiento lento como mecanismo de supervivencia.

Figura 1. Altura de la especie forrajera colla blanca *Verbesina arbórea* Kunth. antes de realizar el primer corte.



⁷¹ GARCIDUEÑAS, Manuel. Fisiología general aplicada. México: Mac Graw-Hill, 1993. p. 203.

3.2. NÚMERO DE REBROTOS

En la tabla 2, se muestra el análisis de varianza del promedio de rebrotes de *Verbesina arbórea* Kunth, a los 15 días del respectivo corte, presentando diferencias no significativas respecto al tipo de propagación, distancia de plantación e interacción (tipo de propagación y distancia de plantación); indicando la capacidad que tiene la especie para rebrotar, independientemente del tipo de propagación y de la distancia de siembra probada. Esto debido a que la especie se adapta bien a medios ecológicos adversos y porque la capacidad de rebrote depende de otros factores como: fisiología de la planta y factores ambientales.

Al respecto Lira⁷² y Devlin⁷³ aclaran que las yemas laterales se encuentran inactivas o inhibidas por el flujo descendente de hormonas (las auxinas). Al eliminar la yema terminal, se elimina este flujo de hormonas y por ende la inhibición, enseguida las yemas empiezan a emerger. No solamente la eliminación de la yema terminal influye en la cantidad de rebrotes asegura Pezo⁷⁴ si no en las reservas orgánicas que se encuentran almacenadas en la parte basal del tallo y en el material remanente que queda después de una poda.

Tabla 2. Análisis de varianza para el números de rebrotes de la especie forrajera colla blanca *Verbesina arbórea* Kunth.

Fuente de variación.	Grados de libertad	Cuadrado medio de cada corte				F. Tabulado 5%
		Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	
Tratamiento(A)	1	8 ^{NS}	53,39 ^{NS}	150,22 ^{NS}	40,50 ^{NS}	18.51
Error (A)	2	2,67	19,06	66,72	3,50	
Subtratamiento (B)	2	1,06 ^{NS}	2,17 ^{NS}	2,17 ^{NS}	3,17 ^{NS}	4.46
Interacción (A*B)	2	6,50 ^{NS}	0,06 ^{NS}	5,06 ^{NS}	0,17 ^{NS}	4.46
Error (B)	8	6,61	15,78	8,94	11,75	
C.V. :		17.03%	15.78%	11.07%	18.53%	

* Significancia al 5%
^{NS} No significativo

⁷² LIRA, Ricardo. Fisiología vegetal. México: TRILLAS, 2003. 237 pág.

⁷³ DEVLIN, R. Fisiología vegetal. Barcelona, España: Ed. OMEGA. 1980. P.78.

⁷⁴ PEZO, Op. cit., p. 7.

Igualmente, la *V. arborea* K. presentó el siguiente promedio de rebrotes después de cada corte: 14.44, 26.89, 29.89, y 20 para la propagación sexual y 15.78, 23.44, 24.11, y 17 para la propagación asexual, donde no hubo diferencias significativas para ninguno de los cuatro cortes realizados (figura 2). Lo mismo se observa en la figura 3, donde el promedio de rebrotes según las tres distancias de siembra probadas es no significativa.

Figura 2 . Número de rebrotes de la especie forrajera colla blanca *V. arborea* K. 15 días antes del corte respectivo.

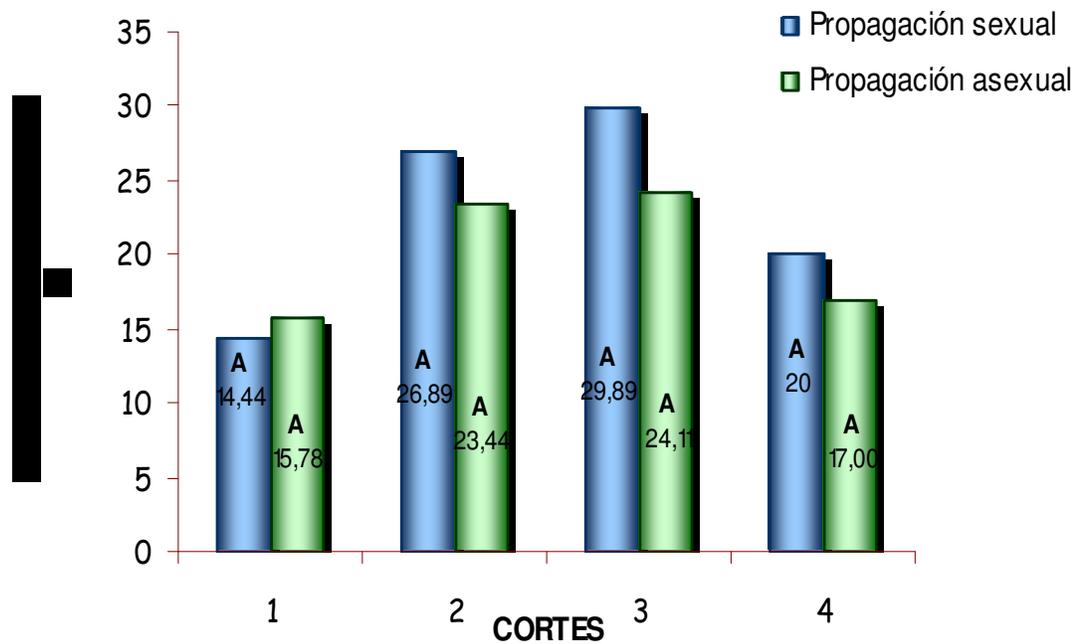
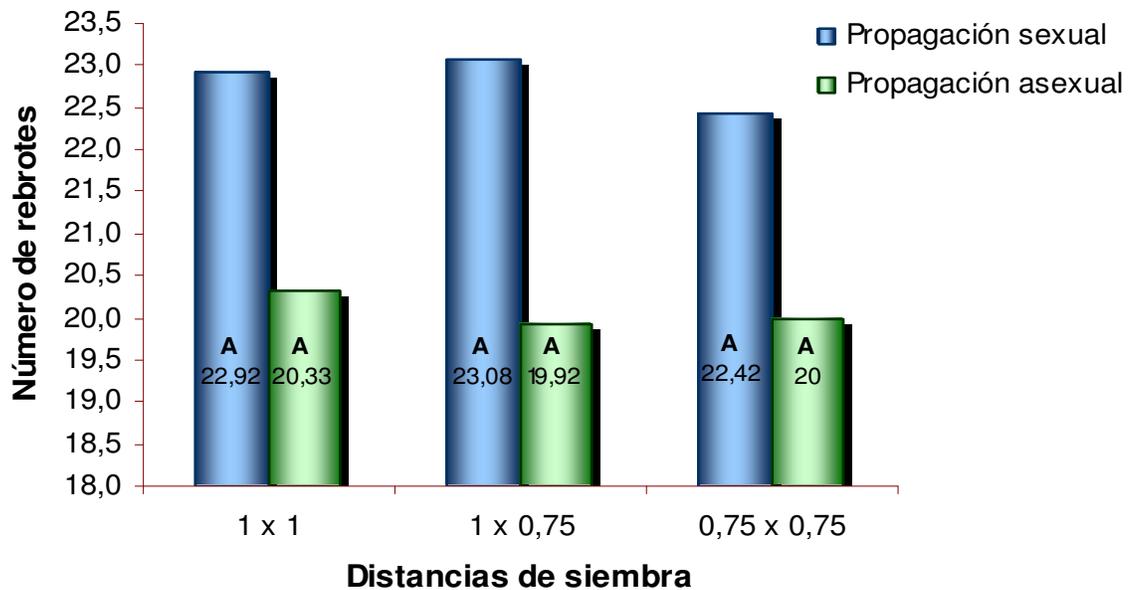


Figura 3 . Número de rebrotes de la especie forrajera colla blanca *V. Arbórea K.* con respecto a tres distancias de siembra (1 x 1, 1 x 0,75 y 0,75 x 0,75 m.).



3.3. ALTURA DE REBROTOS

En la tabla 3, se presenta el análisis de varianza para los promedios de altura de rebrotes para *V. arbórea K.* antes de cada corte, con diferencias significativas respecto a la propagación vegetativa a cualquier distancia de plantación (diferencia no significativa para la interacción), demostrando que es mayor el crecimiento cuando la propagación se hace por semilla y al hacer el análisis de varianza (tabla 3) no se hallan diferencias significativas respecto a distancia de plantación, debido a que no existe una competencia entre los sistemas radicales para la absorción de nutrientes, ni entre la parte aérea por luz, lo cual manifiesta la posibilidad de trabajar a distancias cortas con la especie.

Tabla 3. Análisis de varianza para los promedios de altura de rebrotes de la especie colla blanca *Verbesina arbórea* Kunth antes del segundo, tercero y cuarto corte.

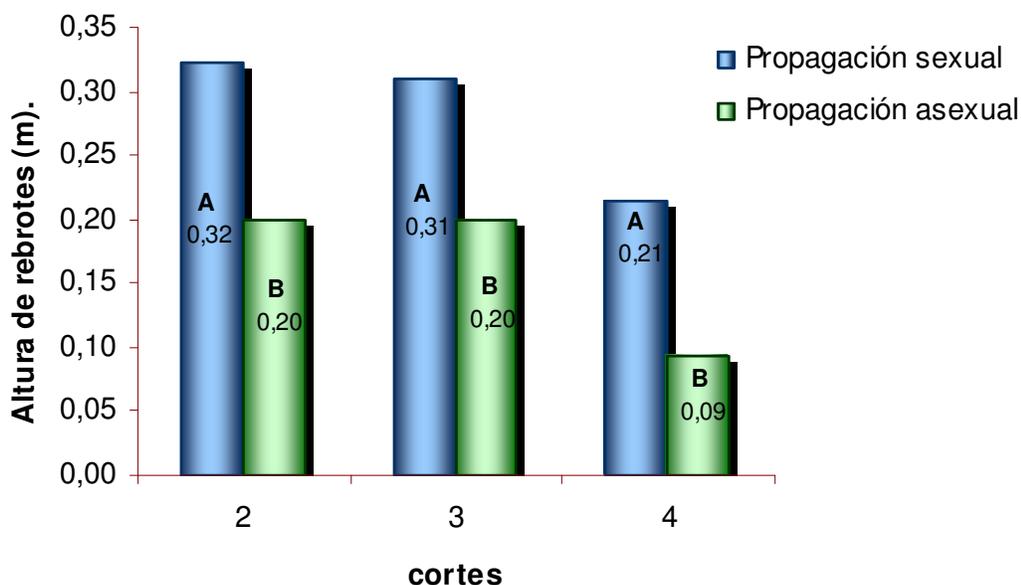
Fuente de variación.	Grados de libertad.	Cuadrado medio de cada corte			F. tabulado 5%
		Segundo	Tercero	Cuarto	
Tratamiento(A)	1	0,07*	0,05*	0,06*	18.51
Error (A)	2	0,001	0,001	0,003	
Subtratamiento (B)	2	0,001 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	0,0005 ^{NS}	4.46
Interacción (A*B)	2	0,0005 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	4.46
Error (B)	8	0,002	0,001	0,001	
C.V.:		6.2%	6.3%	14.1%	

* Significancia al 95%

^{NS} No significativo; **Error! Vínculo no válido.**

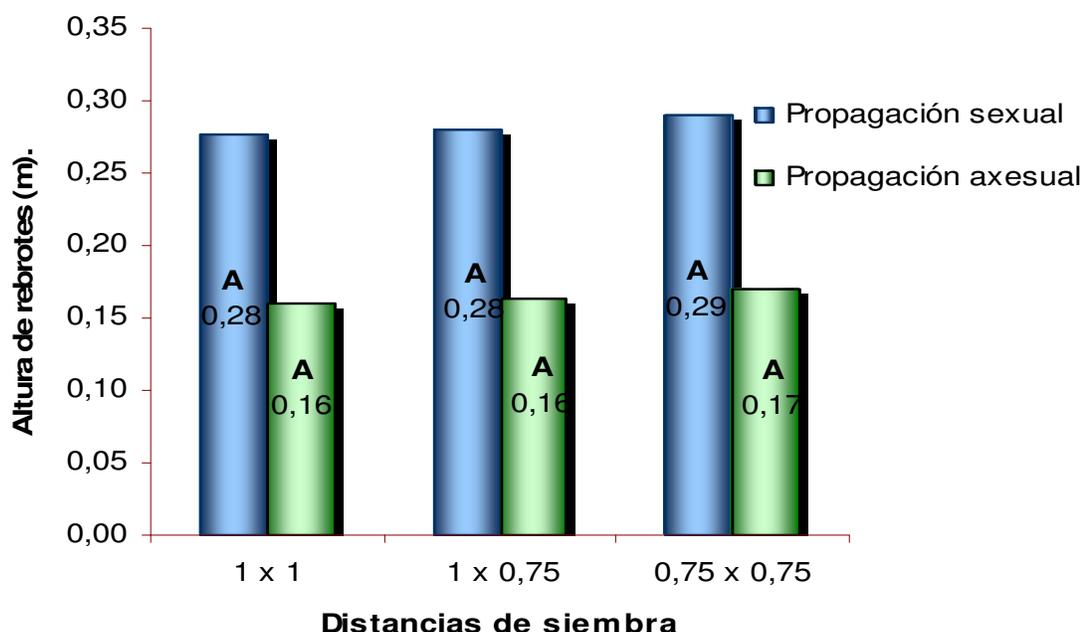
Lo anterior se corrobora en la figura 4, donde se hallan graficados los promedios de altura, antes de cada corte y donde la propagación por semilla tiene los mayores promedios de: 0.32 m., 0.31m. y 0.21m, indicando una relación entre el mayor crecimiento radical en profundidad y la longitud de rebrotes, por la mayor capacidad de exploración del perfil del suelo, en consecuencia, hay mejores posibilidades de nutrición adecuada.

Figura 4 . Promedio altura de rebrotes de la especie forrajera *V. arbórea* K. 15 días antes del segundo, tercero y cuarto corte.



Al respecto Marroquín⁷⁵ asegura, que mediante la propagación por semilla la raíz principal es más profunda, lo cual le permite a la planta aprovechar mejor el agua y los nutrientes para su desarrollo, lo que no ocurre con las plantas propagadas de manera asexual, las cuales desarrollan raíces secundarias en deprimiento de la raíz principal, ocasionando que la planta no pueda tener disponibilidad de nutrientes.

Figura 5 . Promedio altura de rebrotes de la especie forrajera *V. arbórea* K. con respecto a las tres distancias de siembra (1 x 1, 1 x 0,75 y 0,75 x 0,75 m.).



3.4. BIOMASA VERDE

En la tabla 4, se encuentra el análisis de varianza para la biomasa verde de la *V. arbórea* Kunth, mostrando diferencias significativas entre tratamientos y subtratamientos, además se observa que hubo diferencias significativas para la interacción tratamientos por subtratamientos en el tercer corte.

⁷⁵ MARROQUIN, Fernando. Evaluación de la propagación vegetativa y producción de biomasa foliar de matarraton *Gliricidia sepium* (Jacq) Walp., en el Valle del Patia. Pasto, 1995. p 56. (Trabajo de grado Ingeniero agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias agrícolas.

En la comparación estadística de los tratamientos, se determinó que para cada corte es significativamente mayor la producción de biomasa verde, aproximadamente en una relación 2:1, excepto en el tercer corte, en donde la relación es mayor a favor de la propagación sexual, ya que las plantas son más vigorosas y las ramas más largas y gruesas, con mayor número de hojas, debido a un mejor anclaje del sistema radical, permitiendo que la absorción de nutrientes sea más eficiente. El resultado obtenido hace pensar que la especie puede necesitar un tiempo mas prolongado para su primer aprovechamiento, lo cual se vería reflejado en incrementos de biomasa verde tanto para la propagación por semilla y esqueje.

Tabla 4. Análisis de varianza para biomasa verde de la especie arbórea colla blanca *Verbesina arbórea* Kunth.

F. de V.	G.L.	Cuadrados medios del corte				F. Tabulado 5%
		Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	
Tratamiento(A)	1	84*	76,99*	111,52*	9,01*	18.51
Error (A)	2	0,25	2,21	1,23	0,31	
Subtratamiento (B)	2	11,20*	20,77*	25,61*	3,32*	4.46
Interaccion (A*B)	2	1,94 ^{NS}	2,32 ^{NS}	5,93*	0,45 ^{NS}	4.46
Error (B)	8	0,51	0,57	0,97	0,17	
C.V. :		14.23%	11.98%	17.28%	17.93%	

* significancia al 5%
^{NS} No significativo

¡Error! Vínculo no válido. Según la tabla 5, en la comparación de los subtratamientos, la distancia que presentó mayor producción de biomasa verde fue la de 0,75 x 0,75 m., con diferencias significativas respecto a las otras distancias (1 x 1 y 1 x 0,75 m.) , además en la distancia de 1 x 0,75 m., la biomasa verde fue significativamente mayor con respecto a 1 x 1 m. en los tres primeros cortes, mientras que en el cuarto solo se presentó diferencia significativa en la distancia de plantación de 0,75 x 0,75 m., debido a que hubo un decrecimiento general por la falta de fertilización. De acuerdo a esto Benavides⁷⁶ afirma que "la producción decae por la frecuente extracción de material y por que las especies con las mejores características forrajeras son grandes extractoras de nutrimentos del suelo y no tienen la capacidad, como las leguminosas, de fijar nitrógeno, necesitando de la aplicación de fertilizante ".

⁷⁶ BENAVIDES, Jorge E, Op. cit., p. 15.

Así mismo, la producción de biomasa verde se ve afectada por la baja producción obtenida durante el primer corte, como respuesta al proceso de adaptación de la especie forrajera, esto concuerda con lo expresado por Devlin⁷⁷ quien manifiesta que el potencial productivo de las plantas forrajeras depende de su constitución genética, regulada por factores condicionantes externos.

Tabla 5. Prueba Tukey para subtratamientos biomasa verde de la especie arbórea forrajera colla blanca *Verbesina arbórea* Kunth.

Subtratamientos Distancia de siembra (m.)	Cortes							
	Primero		Segundo		Tercero		Cuarto	
1 x 1	3,63	A	4,42	A	3,89	A	1,66	A
1 x 0.75	5,08	B	6,27	B	5,29	B	2,1	A
0.75 x 0.75	6,36	C	8,14	C	7,95	C	3,11	B

Comparador Tukey al 0.05: 0.96 1 1.33 0.55
 Letras iguales no presentan diferencias estadísticas significativas.

Con respecto al tercer corte (tabla 6) donde hay diferencias significativas en la interacción (distancia de plantación y tipo de propagación), se determina que cuando a la propagación sexual le corresponde una distancia de plantación de 0.75 x 0.75 m., hay diferencias significativas, lo que no ocurre cuando la distancia de plantación es de 1 x 1 m., y 1 x 0.75 m. (diferencia no significativa)

la propagación vegetativa, no presenta diferencias significativas, para ninguna de las tres distancias de siembra (1 x 1 m., 1 x 0.75 m., y 0.75 x 0.75 m.). Debido en gran parte a que la propagación por esqueje tiene muchos inconvenientes, ya que las raíces no alcanzan a tener un buen anclaje en el suelo a los seis meses de establecida y por consiguiente hay poca absorción de nutrientes para producción de biomasa. Por tal razón Botero⁷⁸ recomienda la siembra de arbustos forrajeros de manera sexual cuya planta produce una raíz pivotante o de anclaje que le permite ser más firme, vigorosa, tolerante al corte, al pastoreo, a la sequía, con sobrevivencia y potencial productivo mayor que las leñosas provenientes de manera asexual.

⁷⁷ DEVLIN, R, Op. Cit., p. 78.

⁷⁸ BOTERO, Op. cit., p.

Tabla 6. Prueba de Tukey para la interacción del tercer corte de biomasa verde de la especie forrajera colla blanca *Verbessina arbórea* Kunth. (Tipo de propagación con respecto a la distancia de siembra).

Propagación	Distancia de siembra	Biomasa verde (ton/ha)	
P. Sexual	1*1	5,50	A
	1*0,75	7,57	A
	0,75*0,75	11,52	B
P. Asexual	1*1	2,28	A
	1*0,75	3,00	A
	0,75*0,75	4,39	A

Comparador Tukey al 0.05 igual a 2.30
Letras iguales no presentan diferencias estadísticas significativas.

En la tabla 7, se observa que hay diferencias significativas para las distancias de siembra de 1 x 1 m., 1 x 0.75 m., y 0.75 x 0.75 m., cuando le corresponde la propagación sexual y asexual. Indicando que para la siembra de *V. arbórea* K., se debe tener en cuenta el tipo de propagación por que con ello se pueden alcanzar producciones de biomasa verde significativas.

Tabla 7. Prueba de Tukey para la interacción del tercer corte de biomasa verde de la especie forrajera colla blanca *Verbessina arbórea* Kunth. (Distancia de siembra con respecto al tipo de propagación).

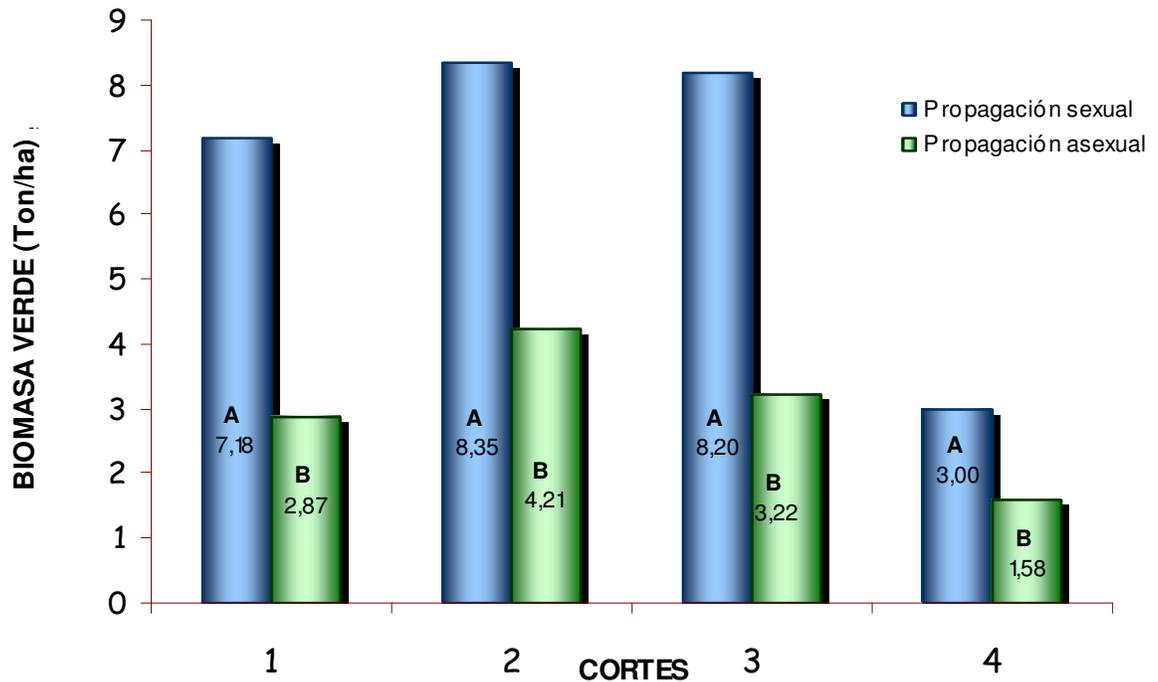
Distancia de siembra	Propagación	Biomasa verde (ton/ ha)	
1 x 1	Propagación sexual	5,50	A
	Propagación asexual	7,57	B
1 x 0,75	Propagación sexual	11,52	A
	Propagación asexual	2,28	B
0,75 x 0,75	Propagación sexual	3,00	A
	Propagación asexual	4,39	B

Comparador Tukey al 0.05 igual a 1.85
Letras iguales no presentan diferencias estadísticas significativas.

En la figura 6, se presenta los promedios generales de rendimientos de biomasa verde en toneladas por hectárea, determinándose que a través de todos los cortes, la propagación sexual tiene los mayores producciones de biomasa verde, con promedios en cada corte de : 7.18 Ton/ha., 8.35 Ton/ha., 8.20 Ton/ha., y 3 Ton/ha. y los promedios mas bajos los alcanza la propagación asexual con 2.87 Ton/ha., 4.21 Ton/ha., 3.22 Ton/ha., y 1.58 Ton/ha. Al parecer el efecto del primer corte (seis meses después de establecida) influyo notablemente en la

producción de forraje de las plantas propagadas por esqueje, afectando el engrosamiento de los tallos y el desarrollo radicular.

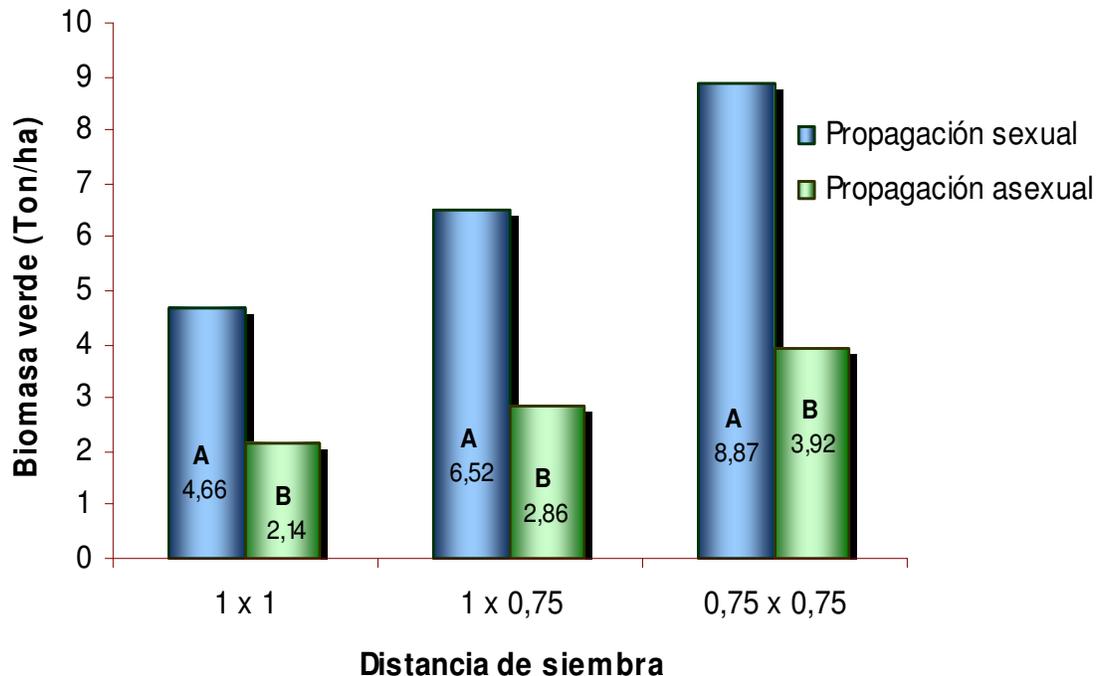
Figura 6 . Producción de biomasa verde de la especie forrajera *V. Arbórea* K. en cuatro cortes cada 60 días.



En la figura 7, se encuentran los promedios de biomasa verde, según la distancia de siembra probada, presentando mayores promedios para la propagación sexual 8.87, 6.52, 4.66 Ton/ha para la distancia de 0,75 x 0, 75 m, 1 x 0,75 m., y 1 x 1m. y los menores promedios para la propagación asexual. Además presentó menores promedios a distancias mayores tanto para propagación sexual como asexual. Según esto, Criollo⁷⁹ afirma que una lenta recuperación de área foliar, afecta la actividad fotosintética e inhibe el crecimiento de nuevos rebrotes, lo que en última instancia se traduce en menor producción de biomasa foliar por planta.

⁷⁹ CRIOLLO ET AL. Producción de biomasa con relación a tres distancias de siembra del botón de oro *Thitonia diversifolia* (Hemls) Gray., en monocultivo y asociado con aliso *Alnus jorullensis* H.B.K., En la granja de Botana, Municipio de Pasto. Tesis Ingeniería agroforestal. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 2001. p. 48.

Figura 7. Producción de biomasa verde de *V. arbórea* K. respecto a las tres distancias de siembra (1 x 1, 1 x 0,75 y 0,75 x 0,75 m.).



Referente a la producción de biomasa verde, se dice que es baja en comparación con otras especies arbóreas forrajeras del trópico alto, como: Acacia amarilla *Acacia decurrens* y Quillotocto *tecoma stans*, evaluadas por López y Santamaría⁸⁰ dentro de un banco de proteína en el C.I. Obonuco, con producciones de forraje verde de 0.717 y 0.725 Kg./planta/año, respectivamente para cada especie, podadas cada tres meses (90 días). En relación a otras especies arbóreas forrajeras como botón de oro *Thitonia diversifolia* en el trópico de altura evaluadas por Criollo⁸¹, quien afirma que los promedios de biomasa verde no superan a los promedios alcanzados por *V. arbórea*, debido a que en el segundo y tercer corte de botón de oro se encontró promedios de: 150.9, 187.1 g/planta en monocultivo a distancia de siembra de 0,50 x 1.0 m., 122.4 y 153,2 g/planta, en asocio con aliso *Alnus jurullensis* y a una distancia de siembra de 0,50 x 1.0 m., *V. arbórea* tuvo mayor promedio por encontrarse en su ambiente natural, diferente al botón de

⁸⁰ LOPEZ, et al. Evaluación de la producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en un banco de proteína en el C.I. Obonuco, municipio de Pasto. Tesis Ingeniería agroforestal. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 2003. p. 57.

⁸¹ CRIOLLO, et al. Op. cit., p.80.

oro correspondiente al trópico medio y bajo donde Murgüeito⁸² encontró que las producciones de follaje verde alcanzan entre 70 a 80 Ton/ha/año, en una densidad de siembra de 10.000 a 20.000 plantas/hectárea, realizando seis cortes anuales.

3.5. BIOMASA SECA

En la tabla 8, se encuentra la comparación de promedios de Tukey para la biomasa seca, argumentando que en los tres primeros cortes hubo diferencias significativas para el tipo de propagación y subtratamientos. Respecto a las interacciones solo en el tercer corte hubo diferencias significativas, en el cuarto corte no hubo en ningún caso significancia debido a un decrecimiento general.

Cabe anotar que tanto para la propagación sexual como asexual, el primer corte se realizó seis meses después de establecido el ensayo, afectando notablemente los resultados de producción de biomasa, pero a pesar de ello, la propagación sexual demostró ser la más efectiva en casi todos los cortes, por presentar mayor anclaje de sus raíces y por ende mayor exploración en la superficie del suelo, al capturar mejor los nutrientes necesarios para optimizar la producción de biomasa (tabla 8).

De acuerdo con Pezo e Ibrahim⁸³ el “efecto del bombeo de nutrimentos” es una de las ventajas de los sistemas agroforestales, pero no ocurre en todas las condiciones, debido a que esta depende del sistema radicular de las especies componentes del sistema, del tipo de material usado para el establecimiento de las leñosas y del manejo de defoliación que se les aplique.

⁸² MURGUEITIO, Op. cit., p. 6.

⁸³ PEZO, Op. cit., p. 64.

Tabla 8. Análisis de varianza para biomasa seca de la especie forrajera colla blanca *Verbesina arbórea* Kunth.

F. de V.	G.L.	Cuadrados medios del corte				F tabulado 5%
		Primero	Segundo	Tercer	Cuarto	
Tratamiento(A)	1	2*	1,95*	2,85*	0,05 ^{NS}	18.51
Error (A)	2	0,01	0,06	0,03	0,02	
Subtratamiento (B)	2	0,29*	0,54*	0,66*	0,18 ^{NS}	4.46
Interaccion (A*B)	2	0,04 ^{NS}	0,04 ^{NS}	0,13*	0,04 ^{NS}	4.46
Error (B)	8	0,01	0,01	0,02	0,04	
C.V.:		12.99%	10.31%	16.07%	50 %	

* Significancia al 5%

^{NS} No significativo **Error! Vínculo no válido.**

Referente a los subtratamientos (tabla 9) se indica que en el segundo y tercer corte hay diferencias significativas entre las distancias de plantación. Para el primer corte solo hay diferencia significativa en la distancia de plantación de 0,75 x 0,75 m. para la producción de biomasa seca. Mientras que en el cuarto corte no hubo significancia en ninguno de los tres casos. Lo anterior se atribuye a que la planta en sus estadios juveniles presenta altos contenidos de agua.

Tabla 9. Prueba Tukey para subtratamientos biomasa seca de la especie arbórea forrajera colla blanca *Verbesina arbórea* Kunth.

Subtratamientos (m)	Corte					
	Primero		Segundo		Tercero	
1 x 1	0,66	A	0,67	A	0,58	A
1 x 0.75	0,79	A	0,98	B	0,82	B
0.75 x 0.75	0,98	B	1,27	C	1,24	C

Comparador Tukey al 0.05 :

0.16

0.13

0.19

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas significativas.

Por presentar significancia en las interacciones distancias de siembra por tipo de propagación en el tercer corte, se concluye que a medida que se realizan los cortes respectivos la planta tiende a mejorar sus rendimientos dependiendo del tipo de propagación y distancia de plantación. Por consiguiente la propagación asexual con las distancias de plantación de 1 x 1 m., 1 x 0.75 m., y 0.75 x 0,75 m., no presenta diferencias significativas (tabla 10). No ocurre lo mismo para la propagación sexual, que si presenta diferencias significativas, cuando le

corresponde la distancia de siembra de 0.75 x 0.75 m. Lo anterior explica que la propagación sexual a menor distancia de siembra alcanza mejores rendimientos debido al mayor número de plantas.

Tabla 10. Prueba de Tukey para la interacción del tercer corte de biomasa seca de la especie forrajera colla blanca *Verbesina arbórea* Kunth. (Tipo de propagación con respecto a la distancia de siembra).

Propagación	Distancia de siembra	Promedio biomasa seca (ton/ha)	
P. Sexual	1*1	0,86	A
	1*0,75	1,18	A
	0,75*0,75	1,80	B
P. Asexual	1*1	0,31	A
	1*0,75	0,46	A
	0,75*0,75	0,68	A

Comparador Tukey al 0.05 igual a 0.33

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas significativas.

En la tabla 11, se relaciona las diferentes distancias de siembra respecto a los tipos de propagación, demostrando que no hay diferencias significativas para la distancia de siembra de 1 x 1 m., mientras que si presentan diferencias significativas para la distancia de siembra de 1 x 0,75 y 0,75 x 0,75 m., confirmando con esto que el tipo de propagación incide en la producción de biomasa seca cuando la densidad de siembra aumenta.

Tabla 11. Prueba de Tukey para la interacción del tercer corte de biomasa seca de la especie forrajera colla blanca *Verbesina arbórea* Kunth. (Distancia de siembra con respecto al tipo de propagación).

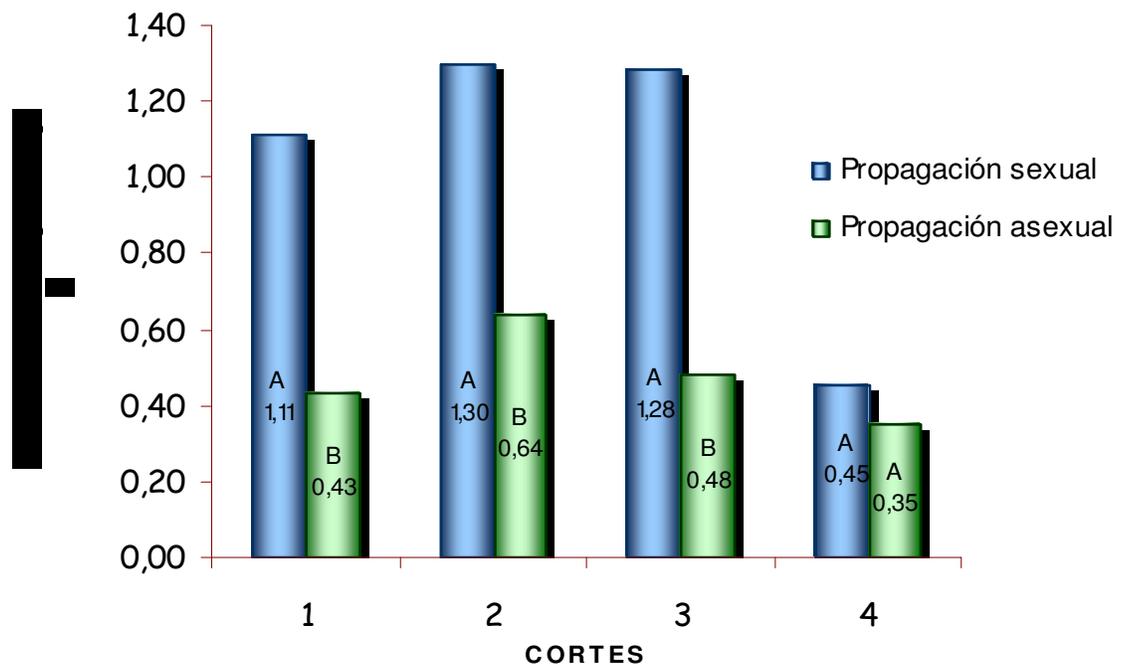
Distancia de siembra	Propagación	Biomasa seca (ton/ ha)	
1 x 1	Propagación sexual	0,86	A
	Propagación asexual	0,31	A
1 x 0,75	Propagación sexual	1,18	A
	Propagación asexual	0,46	B
0,75 x 0,75	Propagación sexual	1,80	A
	Propagación asexual	0,68	B

Comparador Tukey al 0.05 igual a 0.27

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas significativas.

En la figura 8, se encuentran los rendimientos de producción de biomasa, en toneladas por hectárea, observándose para la propagación sexual una producción de biomasa alta con 1.11, 1.30, 1.28 Ton/ha, en los tres primeros cortes. En cuanto a la propagación asexual la producción es baja y tendiente a disminuir en cada corte.

Figura 8. Producción de biomasa seca de la especie forrajera *V. Arbórea* K. en los cuatro cortes cada 60 días.

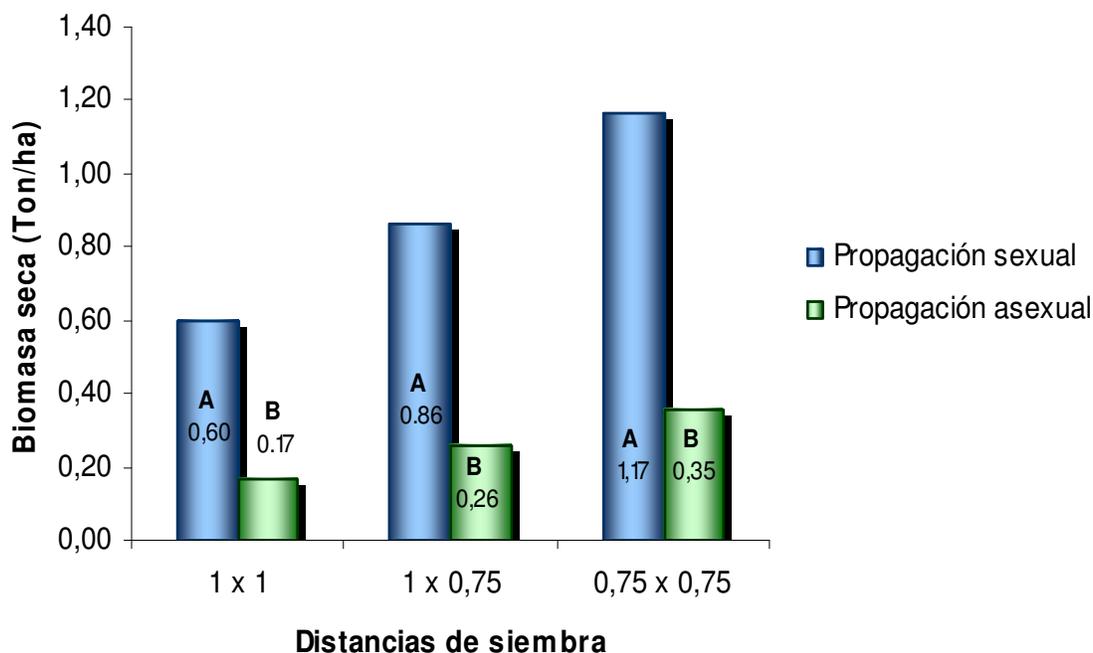


Lo anterior es un efecto directo de la frecuencia de corte, ya que la planta tiene menos tiempo para que los brotes existentes formen nuevas ramas y hojas. Además, es posible que haya una reducción del peso de la raíz y la producción de nódulos, debido a la movilización de azúcares y aminoácidos para el desarrollo de nuevos tejidos. (Herrera⁸⁴, Francisco et al⁸⁵, Citado por Baute y Machado).

⁸⁴ HERRERA G.. Utilización del follaje de mataratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de becerros en crecimiento pre-destete. Citado por: BAUTE, Noriulis y MACHADO, Wilfre. Efecto de la poda y el pastoreo sobre la producción de biomasa de *Gliricidia sepium*. [En línea] , [Maracay, Venezuela]. ¹Universidad Central de Venezuela, Sep. 1998. [Citado 6 julio, 2006]. Disponible en Internet: URL: <http://www.cipav.org.co/cipav/confr/index.htm>

⁸⁵ FRANCISCO G. e HERNÁNDEZ I.. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth y Walp, árbol multipropósito para una ganadería sostenible. citado por: BAUTE, Noriulis y MACHADO, Wilfre, Op. cit., p. 6.

Figura 9. Producción de biomasa seca de la especie forrajera *V. Arbórea K.* respecto a tres distancias de siembra (1 x 1, 1 x 0,75 y 0,75 x 0,75 m.).



En la figura 9, presenta los promedios de biomasa seca , según la distancia de siembra probada, mostrando que el mayor promedio alcanzado es de 1.17 ton/ha correspondiente a la distancia de siembra de 0,75 x 0,75 m., mediante propagación sexual.

Al hacer la relación de producción de materia seca de *V. arbórea K.*, con las especies arbóreas evaluadas por López y Santamaría⁸⁶ en un banco de proteína en el CI Obonuco a una altura de 2720 m.s.n.m., se afirma que la acacia amarilla *Acacia decurrens*, el Quillotocto *Tecoma stans* y el Sauco *Sambucus peruviana* con producciones de 0.972, 0.560 y 0.022 Ton /MS/ ha / año, presentaron mayores rendimientos debido en gran parte a que la frecuencia de poda fue de tres meses(90 días). Por lo tanto estas especies tuvieron mayor tiempo para recuperar su área foliar.

⁸⁶ LOPEZ Y SANTAMARIA. Op. cit., p. 67.

Referente a la especie forrajera chilca *Bacharis salicifolia*⁸⁷, en un estudio realizado en Guatemala se encontró que a una altura de 1800 m.s.n.m., los rendimientos de materia seca comestible con podas a los cuatro y seis meses fueron de 564 ± 342 y 558 ± 369 g/ árbol respectivamente, promedios mayores a los obtenidos con *V. arbórea*.

⁸⁷ RIOS, Edgar. Observaciones sobre la producción de biomasa de chilca *Bacharis salicifolia* y sacumis *Buddleia nitida* en el altiplano occidental de Guatemala. En: BENAVIDES, J., E. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. 1. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1994. Pág., 419.

CONCLUSIONES

▪La altura alcanzada antes de realizar el primer corte fue mayor para la propagación por semilla con 0,7 m., y menor para la propagación por esqueje con 0,4 m. En gran medida este hecho se debe al tiempo transcurrido desde el establecimiento de la especie (seis meses) y el primer corte. Respecto a la distancia de siembra no hubieron diferencias significativas por lo tanto la altura antes del primer corte es indiferente a la densidad de siembra probada.

•No hay diferencias significativas para el número de rebrotes de colla blanca *Verbesina arbórea* (Kunth), respecto al tipo de propagación y distancias de plantación a través de cuatro cortes. Sin embargo, la altura de los rebrotes fue significativamente mayor en la propagación sexual con un promedio general de 0,3 m. en relación a la propagación vegetativa que tuvo un promedio general de 0.2 m.

•La producción de biomasa verde, a través de propagación sexual fue mayor en los cuatro cortes, con 7.2, 8.4, 8.2 y 3 Ton/ha mientras que para la propagación vegetativa los resultados fueron de 2.87, 4.2, 3.2 y 1.6 Ton/ha. Se observó una tendencia similar, al analizar la biomasa seca, con 1.1, 1.3, 1.3 y 0.4 Ton/ha para propagación sexual en comparación con 0.4, 0.6, 0.5 y 0.3 Ton/ha para propagación vegetativa.

•Los rendimientos de biomasa verde y seca son mayores para las distancias de 0.75 x 0.75 m., con 6.4 y 1.1 Ton/ha, respectivamente.

•Los bajos rendimientos alcanzados tanto para la propagación por semilla, como por esqueje se debe al poco tiempo transcurrido desde su establecimiento, hasta la realización del primer corte (Seis meses). Efecto que se reflejo en el engrosamiento de los tallos y en el desarrollo del sistema radicular de las plantas propagadas por esqueje.

RECOMENDACIONES

- Evaluar el comportamiento de *verbessina arbórea* K., en cuanto a producción y calidad nutritiva de forraje en asocio con pastos.
- Establecer otros ensayos donde se prolongue el tiempo (mayor a seis meses) para la realización del primer corte, con la finalidad de evaluar su influencia en: Engrosamiento de tallos, desarrollo radicular, capacidad de rebrote y sobrevivencia de plantas.
- Evaluar el efecto que tiene la aplicación de riego sobre la densidad de siembra de la especie .
- Implementar en distintas condiciones agroecológicas y con diferentes niveles de fertilización, prácticas silvopastoriles en base a la utilización de *Verbessina arbórea* como suplemento alimenticio del ganado bovino.
- Identificar otras especies arbóreas y arbustivas propias de la región andina con potencial en la alimentación animal.

BIBLIOGRAFIA

ALVARADO Rober y PAZ Fernando. Evaluación del arreglo de árboles dispersos en asociación con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el Altiplano de Pasto. Pasto, Colombia, 2004. 84 p. Trabajo de grado (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

ARAQUE, César, ARRIETA Guillermo y et al. Efecto de la edad del rebrote y tasa de crecimiento del matarátón (*Gliricidia sepium*) sobre su bromatología y minerales. Zootecnia Trop., 20(2):191-203.2002.

BAUTE, Noriulis y MACHADO, Wilfre. Efecto de la poda y el pastoreo sobre la producción de biomasa de *Gliricidia sepium*. [En línea] , [Maracay, Venezuela]. Universidad Central de Venezuela, Sep. 1998. [Citado 6 julio, 2006]. Disponible en Internet: URL: <http://www.cipav.org.co/cipav/confre/index.htm>>

BENAVIDES Jorge E. árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. [En línea]. [Turrialba, Costa Rica]. FAO may.1997 [Citado 4 abril 2006]. Disponible en Internet URL: <<http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/indexsp.htm>>

BOTERO Raúl y RUSSO Ricardo O. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. [En línea]. [San José de Costa Rica]. FAO, sep. 1998. [Citado 5 mayo,2006]. Disponible en Internet: URL: <<http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/indexsp.htm> >

CAMERO, Alberto. Desarrollo de sistemas silvopastoriles y perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico. En: Memorias de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles. Bogota: CORPOICA, 1995, 65 p.

CONSOLIDADO AGROPECUARIO, ACUICOLA Y PESQUERO URPA 2002.

CRIOLLO, et al. Producción de biomasa con relación a tres distancias de siembra del botón de oro *Thitonia diversifolia* (Hemls) Gray., en monocultivo y asociado con aliso *Alnus jorullensis* H.B.K., En la granja de Botana, Municipio de Pasto. Tesis Ingeniería agroforestal. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 2001, 48 p.

DEVLIN, R. Fisiología vegetal. Barcelona, España: Ed. OMEGA. 1980, 78 p.

DOMINGUEZ, Lilian y ERAZO Ángela. Evaluación de la fenología, reproducción y contenido nutricional de dos especies nativas: colla blanca (*Verbesina arborea*) y munchiro (*Boehmeria fallax*) en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 2004, 114 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

GALLARDO, A y TIMANA, Oscar. Evaluación de la respuesta del repollo *Brassica oleraceae*, variedad bola verde a la aplicación del fermentado anaeróbico a base de alfalfa *Medicago sativa* en el corregimiento de Mapachico, municipio de Pasto, Nariño. Pasto, 2002, 26 p. (Trabajo de grado Ingeniero agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias agrícolas.

GARCIDUEÑAS, Manuel. Fisiología general aplicada. México: Mac Graw-Hill, 1993, 203 p.

GOBERNACIÓN DE NARIÑO. Plan De Desarrollo De Nariño 2004 – 2007 San Juan De Pasto 2004, 57 p.

GÓMEZ, María E. Uso de Los Árboles en Sistemas de Producción. [En línea], [Calí, Colombia] CIPAV Sep. 1998. [Citado 1 may, 2006] Disponible en Internet: URL: <<http://www.cipav.org.co/cipav/confir/index.htm>>

LIRA, Ricardo. Fisiología vegetal. México: TRILLAS, 2003, 237 p.

LOPEZ, et al. Evaluación de la producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en un banco de proteína en el C.I. Obonuco, municipio de Pasto. Tesis Ingeniería agroforestal. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 2003, 57 p.

MARROQUIN, Fernando. Evaluación de la propagación vegetativa y producción de biomasa foliar de matarraton *Gliricidia sepium* (Jacq) Walp., en el Valle del Patia. Pasto, 1995, 56 p. (Trabajo de grado Ingeniero agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias agrícolas.

MEDRANO, Jorge. Evaluación del valor nutritivo y uso en dietas para rumiantes del follaje de árboles utilizables en sistemas silvopastoriles en el trópico de altura. Pasto, Colombia: CORPOICA, 1999, 62 p.

MERA, H. Fanur y ZAMORA, Ana. Establecimiento y evaluación inicial del arreglo árboles dispersos en asociación con pasto kikuyo *Pennisetum Clandestinum* en el altiplano de Pasto. Pasto, Colombia, 2003, 96 p. Trabajo de grado (Ingeniero agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

_____. Los árboles forrajeros como fuente de proteína. 2 ed. Cali, Colombia, CIPAV, 1994,5 p.

MURGÚEITIO Enrique. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. Cali-Colombia. CIPAV, 1994,5 p.

NAIR, P. K. Agroforestería. Universidad Autónoma de Chapingo. Ciudad de México, México D.F, 163 p.

PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad. Sistemas silvopastoriles. Turrialba: CATIE-GTZ, 1999, 275 p.

PORTILLA, Wilson. Evaluación nutricional y degradabilidad "In situ" de algunas arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño. Pasto, Colombia, 2000, 125 p. Trabajo de grado (Zootecnia). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

RÍOS, Clara *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico [En línea], [Roma, Italia]. CIPAV-FAO, Jun.1998. [Citado 6 May. 2006]. Disponible en Internet: URL: <<http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Rios14.pdf> >

RIOS, Edgar. Observaciones sobre la producción de biomasa de chilca *Bacharis salicifolia* y sacumis *Buddleia nitida* en el altiplano occidental de Guatemala. En: BENAVIDES, J., E. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. 1. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1994, 419 p.

SAGAN Y SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, 2002.

SÁNCHEZ Manuel D. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical .[En línea] , [Roma, Italia]. FAO, Sep. 1998. [Citado 4 may, 2006]. Disponible en Internet: URL: <<http://www.cipav.org.co/cipav/conf/index.htm>>

VALLEJO Miguel y Benavides Jorge. Evaluación de aceptabilidad de forrajes arbóreos para cabras estabuladas en Puriscal Costa Rica. En: BENAVIDES, J.E. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. El Chasqui (C.R.) N° 25: 6-35

ANEXOS

ANEXO A. Cuadro ordenado de datos altura total de la especie forrajera *V. arborea* K. en el primer corte.

Tabla 1. Cuadro ordenado de datos altura de rebrotes (m) del primer corte.

TRATAMIENTO PROPAGA.	SUBTRATA. DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P.SEXUAL	1*1	0,75	0,72	0,78	0.75
	1*0,75	0,68	0,77	0,82	0.76
	0,75*075	0,59	0,72	0,79	0.7
PROMEDIOS		0.67	0.74	0.8	
P. ASEXUAL	1*1	0,42	0,38	0,35	0.38
	1*0,75	0,48	0,32	0,37	0.39
	0,75*0,75	0,36	0,41	0,37	0.38
PROMEDIOS		0.42	0.37	0.36	

Tabla 2. ANDEVA altura a primer corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	0,55	0,55	44,66*	18.51
Error(A)	2	0,02	0,01		
subtra.(B)	2	0,004	0,002	0,71 ^{NS}	4.46
Inter.(A*B)	2	0,002	0,001	0,41 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	0,02	0,003		

* Significancia al 5%.

^{NS} No significativo

C.V: 9.78%

ANEXO B. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA del número de rebrotes en el primer corte de *V. arbórea* K.

Tabla 3. Cuadro ordenado de datos de número de rebrotes primer corte.

TRATAMIENTOS PROPAGACION	SUBTRATAMIENTOS DISTANCIAS DE SIEMBRA (m)	BLOQUES			
		I	II	III	PROMEDIOS
P. Sexual	1*1	12	16	13	13,67
	1*0,75	13	15	18	15,33
	0,75*075	13	16	14	14,33
PROMEDIOS		12,67	15,67	15,00	
P. Asexual	1*1	16	21	15	17,33
	1*0,75	12	17	16	15,00
	0,75*0,75	18	13	14	15,00
PROMEDIOS		15,33	17,00	15,00	

Tabla 4. ANDEVA número de rebrotes primer corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamientos(A)	1	8,00	8,00	3,00 ^{NS}	18.51
Error(A)	2	5,33	2,67		
subtra.(B)	2	2,111	1,06	0,16 ^{NS}	4.46
Inter.(A*B)	2	13,000	6,50	0,98 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	52,89	6,61		

^{NS} No significativo

CV: 17.03%

ANEXO C. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA del número de rebrotes de la especie forrajera *V. arbórea* K. en el segundo corte.

Tabla 5. Cuadro ordenado de datos número de rebrotes segundo corte.

TRATAMIENTOS PROPAGA.	SUBTRATAMIEN. DISTANCIA DE SIEMBRA	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P. SEXUAL	1*1	23	29	31	27,67
	1*0,75	28	27	24	26,33
	0,75*075	23	31	26	26,67
PROMEDIOS		24,67	29	27	
P. ASEXUAL	1*1	28	19	25	24
	1*0,75	26	24	19	23
	0,75*0,75	22	28	20	23,33
PROMEDIOS		25,33	23,67	21,33	

Tabla 6. ANDEVA número de rebrotes segundo corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	53,39	53,39	2,80 ^{NS}	18.51
Error(A)	2	38,11	19,06		
subtra.(B)	2	4,333	2,17	0,14 ^{NS}	4.46
Inter.(A*B)	2	0,111	0,06	0,004 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	126,22	15,78		

^{NS} No significativo
CV: 15.78%

ANEXO D. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA del número de rebrotes de la especie forrajera *V. arbórea* K. en el tercer corte.

Tabla 7. Cuadro ordenado de datos número de rebrotes tercer corte.

TRATAMIENTOS PROPAGA.	SUBTRATA. DISTANCIA DE SIEMBRA	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P. SEXUAL	1*1	27	35	32	31.33
	1*0,75	23	38	29	30
	0,75*075	21	34	30	28.33
PROMEDIOS		23.67	35.67	30.33	
P. ASEYUAL	1*1	23	27	21	23.67
	1*0,75	24	21	28	24.33
	0,75*0,75	27	22	24	24.33
PROMEDIOS		24.67	23.33	24.33	

Tabla 8. ANDEVA número de rebrotes tercer corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	150,22	150,22	2,25 ^{NS}	18.51
Error(A)	2	133,44	66,72		
subtra.(B)	2	4,333	2,17	0,24 ^{NS}	4.46
Inter.(A*B)	2	10,111	5,06	0,57 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	71,56	8,94		

^{NS} No significativo

CV: 11.07%

ANEXO E. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA del número de rebrotes de la especie forrajera *V. arbórea* K. en el tercer corte.

Tabla 9. Cuadro ordenado de datos número de rebrotes cuarto corte.

TRATAMIENTO PROPAGA.	SUBTRATA. DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P. SEXUAL	1*1	21	19	17	19
	1*0,75	14	23	25	20.67
	0,75*075	20	18	23	20.33
PROMEDIOS		18.33	20	21.67	
P. ASEXUAL	1*1	14	17	18	16.33
	1*0,75	15	21	16	17.33
	0,75*0,75	13	18	21	17.33
PROMEDIOS		14	18.67	18.33	

Tabla 10. ANDEVA número de rebrotes cuarto corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	40,50	40,50	11,57 ^{NS}	18.51
Error(A)	2	7,00	3,50		
subtra.(B)	2	6,333	3,17	0,27 ^{NS}	4.46
Inter.(A*B)	2	0,333	0,17	0,01 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	94,00	11,75		

^{NS} No significativo

C.V:18.53%

ANEXO F. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la altura de rebrotes de la especie forrajera *V. Arbórea* K. antes de realizar el segundo corte.

Tabla 11. Cuadro ordenado de datos altura de rebrotes (m) del segundo corte.

TRATAMIENTOS PROPAGA.	SUBTRATA. DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
PS	1*1	0,32	0,37	0,28	0.32
	1*0,75	0,35	0,37	0,25	0.32
	0,75*075	0,27	0,39	0,32	0.33
PROMEDIOS		0.31	0.38	0.28	
PA	1*1	0,21	0,17	0,16	0.18
	1*0,75	0,19	0,24	0,21	0.21
	0,75*0,75	0,22	0,27	0,14	0.21
PROMEDIOS		0.21	0.23	0.17	

Tabla 12. ANDEVA altura de rebrotes (m) del segundo corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	0,07	0,07	83,82*	18.51
Error(A)	2	0,002	0,001		
subtra.(B)	2	0,001	0,001	0,36 ^{NS}	4.46
Inter.(A*B)	2	0,001	0,0005	0,30 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	0,01	0,002		

* Significancia al 5%.

^{NS} No significativo

C.V: 17.20%

ANEXO G. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la altura de rebrotes de la especie forrajera *V. Arbórea* K. antes de realizar el tercer corte.

Tabla 13. Cuadro ordenado de datos altura de rebrotes (m) del tercer corte.

TRATAMIENTOS PROPAGA.	SUBTRATA. DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P. SEXUAL	1*1	0,35	0,3	0,27	0.31
	1*0,75	0,38	0,25	0,29	0.31
	0,75*075	0,36	0,28	0,29	0.31
PROMEDIOS		0.36	0.28	0.28	
P. ASEXUAL	1*1	0,23	0,19	0,2	0.21
	1*0,75	0,26	0,14	0,18	0.19
	0,75*0,75	0,23	0,16	0,21	0.2
PROMEDIOS		0.24	0.16	0.2	

Tabla 14. ANDEVA altura de rebrotes (m) del tercer corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	0,05	0,05	97,0*	18.51
Error(A)	2	0,001	0,001		
subtra.(B)	2	0,0001	0,0001	0,14 ^{NS}	4.46
Inter.(A*B)	2	0,0001	0,0001	0,14 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	0,004	0,001		

* Significancia al 5%.

^{NS} No significativo

C.V: 12.65%

ANEXO H. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la altura de rebrotes de la especie forrajera *V. Arbórea* K. antes de realizar el cuarto corte.

Tabla 15. Cuadro ordenado de datos altura de rebrotes (m) del cuarto corte.

TRATAMIENTOS PROPAGA.	SUBTRATA. DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P. SEXUAL	1*1	0,24	0,14	0,23	0,20
	1*0,75	0,23	0,18	0,22	0,21
	0,75*075	0,27	0,13	0,28	0,23
PROMEDIOS		0,25	0,15	0,24	
P. ASEXUAL	1*1	0,07	0,11	0,1	0,09
	1*0,75	0,12	0,06	0,08	0,09
	0,75*0,75	0,14	0,07	0,09	0,1
PROMEDIOS		0,11	0,08	0,09	

Tabla 16. ANDEVA altura de rebrotes (m) del cuarto corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	0,06	0,06	22,22*	18.51
Error(A)	2	0,01	0,003		
subtra.(B)	2	0,001	0,0005	0,49 ^{NS}	4.46
Inter.(A*B)	2	0,0002	0,0001	0,13 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	0,01	0,001		

* Significancia al 5%.

^{NS} No significativo

C.V: 21.08%

ANEXO I. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa verde de la especie forrajera *V. arbórea* K. en el primer corte.

Tabla 17. Cuadro ordenado de datos biomasa verde (Ton/ha) primer corte.

TRATAMIENTOS PROPAGA.	SUBTRATA. DISTANCIA DE SIEMBRA	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P. SEXUAL	1*1	4,79	4,95	5,75	5.16
	1*0,75	6,59	8,07	7,49	7.38
	0,75*075	9,95	7,82	9,25	9.01
PROMEDIOS		7.11	6.95	7.5	
P. ASEJUAL	1*1	2,38	2,18	1,73	2.1
	1*0,75	2,63	2,68	3,05	2.79
	0,75*0,75	3,48	4,18	3,48	3.71
PROMEDIOS		2.83	3.01	2.76	

Tabla 18. ANDEVA de biomasa verde (Ton/ha) primer corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	83,90	83,90	339,01*	18.51
Error(A)	2	0,49	0,25		
subtra.(B)	2	22,39	11,196	22,09*	4.46
Inter.(A*B)	2	3,89	1,943	3,83 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	4,05	0,51		

* Significancia al 5%.

^{NS} No significativo

C.V.: 14.23%

ANEXO J. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa verde de la especie forrajera *V. arbórea* K. en el segundo corte.

Tabla 19. Cuadro ordenado de datos biomasa verde (Ton/ha) segundo corte.

TRATAMIENTOS PROPAGA.	SUBTRATA. DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P. SEXUAL	1*1	5,45	6,62	5,45	5.48
	1*0,75	7,69	9,59	7,95	8.41
	0,75*075	10,45	11,73	10,21	10.8
PROMEDIOS		7.86	9.31	7.87	
P. ASEXUAL	1*1	3,01	3,39	2,63	3.01
	1*0,75	3,81	3,65	4,93	4.13
	0,75*0,75	7,12	4,36	5,00	5.49
PROMEDIOS		4.65	3.8	4.19	

Tabla 20. ANDEVA de biomasa verde (Ton/ha) segundo corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	76,99	76,99	34,78*	18.51
Error(A)	2	4,43	2,21		
subtra.(B)	2	41,534	20,767	36,49*	4.46
Inter.(A*B)	2	4,63	2,316	4,07 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	4,55	0,57		

* Significancia al 5%.

^{NS} No significativo

C.V.: 11.98%

ANEXO K. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa verde de la especie forrajera *V. arbórea* K. en el tercer corte.

Tabla 21. Cuadro ordenado de datos biomasa verde (Ton/ha) tercer corte.

TRATAMIENTOS PROPAGA.	SUBTRATA. DISTANCIAS DE SIEMBRA (m)	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P. SEXUAL	1*1	5,62	4,85	6,03	5.5
	1*0,75	7,51	7,63	7,59	7.57
	0,75*075	9,96	10,43	14,18	11.52
PROMEDIOS		7.7	7.64	9.27	
P. ASEJUAL	1*1	2,09	2,68	2,07	2.28
	1*0,75	3,03	2,45	3,51	3
	0,75*0,75	5,18	3,75	4,23	4.39
PROMEDIOS		3.43	2.96	3.27	

Tabla 22. ANDEVA de biomasa verde (Ton/ha) tercer corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	111,52	111,52	90,91*	18.51
Error(A)	2	2,45	1,23		
subtra.(B)	2	51,210	25,605	26,28*	4.46
Inter.(A*B)	2	11,87	5,934	6,09*	4.46
Error(B)	8	7,79	0,97		

* Significancia al 5%.

^{NS} No significativo

C.V.: 17.28%

ANEXO L. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa verde de la especie forrajera *V. arbórea* K. en el cuarto corte.

Tabla 23. Cuadro ordenado de datos biomasa verde (Ton/ha) cuarto corte.

TRATAMIENTOS PROPAGA.	SUBTRATA. DISTANCIAS DE SIEMBRA (m)	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P. SEXUAL	1*1	1,82	2,11	2,53	2.15
	1*0,75	2,76	2,36	3,01	2.71
	0,75*075	3,04	4,82	4,52	4.12
PROMEDIOS		2.54	3.1	3.35	
P. ASEXUAL	1*1	1,10	0,96	1,41	1.16
	1*0,75	1,60	1,47	1,43	1.5
	0,75*0,75	2,21	2,11	1,95	2.09
PROMEDIOS		1.64	1.51	1.59	

Tabla 24. ANDEVA de biomasa verde (Ton/ha) cuarto corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	9,01	9,01	29,13*	18.51
Error(A)	2	0,62	0,31		
subtra.(B)	2	6,632	3,316	19,09*	4.46
Inter.(A*B)	2	0,90	0,451	2,60 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	1,39	0,17		

* Significancia al 5%.

^{NS} No significativo

C.V.: 17.93%

ANEXO M. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa seca de la especie forrajera *V. arbórea* K. en el primer corte.

Tabla 25. Cuadro ordenado de datos biomasa seca (Ton/ha) primer corte.

TRATAMIENTOS PROPAGA.	SUBTRATA. DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P. SEXUAL	1*1	0,74	0,77	0,89	0.8
	1*0,75	1,02	1,25	1,16	1.15
	0,75*075	1,54	1,21	1,43	1.39
PROMEDIOS		1.1	1.08	1.16	
P. ASEXUAL	1*1	0,36	0,29	0,23	0.29
	1*0,75	0,41	0,42	0,47	0.43
	0,75*0,75	0,54	0,65	0,54	0.58
PROMEDIOS		0.44	0.45	0.42	

Tabla 26. ANDEVA de biomasa seca (Ton/ha) primer corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	2,07	2,07	387,36*	18.51
Error(A)	2	0,01	0,01		
subtra.(B)	2	0,579	0,289	22,91*	4.46
Inter.(A*B)	2	0,07	0,04	2,93 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	0,10	0,01		

* Significancia al 5%.

^{NS} No significativo

C.V.: 12.99%

ANEXO N. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa seca de la especie forrajera *V. arbórea* K. en el segundo corte.

Tabla 27. Cuadro ordenado de datos biomasa seca (Ton/ha) segundo corte.

TRATAMIENTOS PROPAGA.	SUBTRATA. DISTANCIAS DE SIEMBRA (m)	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P. SEXUAL	1*1	0,85	1,04	0,85	0.91
	1*0,75	1,20	1,50	1,24	1.31
	0,75*075	1,63	1,83	1,58	1.68
PROMEDIOS		1.22	1.46	1.22	
P. ASEXUAL	1*1	0,42	0,49	0,36	0.42
	1*0,75	0,59	0,57	0,77	0.64
	0,75*0,75	1,12	0,68	0,78	0.86
PROMEDIOS		0.71	0.58	0.64	

Tabla 28. ANDEVA de biomasa seca (Ton/ha) segundo corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	1,95	1,95	35,30*	18.51
Error(A)	2	0,11	0,06		
subtra.(B)	2	1,09	0,54	37,00*	4.46
Inter.(A*B)	2	0,09	0,04	2,90 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	0,12	0,01		

* Significancia al 5%.

^{NS} No significativo

C.V.: 10.31%

ANEXO O. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa seca de la especie forrajera *V. arbórea* K. en el tercer corte.

Tabla 29. Cuadro ordenado de datos biomasa seca (Ton/ha) tercer corte.

TRATAMIENTOS PROPAGA.	SUBTRATA. DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P. SEXUAL	1*1	0,87	0,75	0,95	0.86
	1*0,75	1,17	1,19	1,19	1.18
	0,75*075	1,56	1,62	2,22	1.8
PROMEDIOS		1.2	1.19	1.45	
P. ASEXUAL	1*1	0,27	0,39	0,27	0.31
	1*0,75	0,47	0,38	0,54	0.46
	0,75*0,75	0,80	0,58	0,66	0.68
PROMEDIOS		0.51	0.45	0.49	

Tabla 30. ANDEVA de biomasa seca (Ton/ha) tercer corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	2,85	2,85	88,68*	18.51
Error(A)	2	0,06	0,03		
subtra.(B)	2	1,324	0,662	27,39*	4.46
Inter.(A*B)	2	0,26	0,129	5,36*	4.46
Error(B)	8	0,19	0,02		

* Significancia al 5%.

NS No significativo

C.V.: 16.07%

ANEXO P. Cuadro ordenado de datos y ANDEVA de la producción de biomasa seca de la especie forrajera *V. arbórea* K. en el cuarto corte.

Tabla 31. Cuadro ordenado de datos biomasa seca (Ton/ha) cuarto corte.

TRATAMIENTOS PROPAGACION	SUBTRATA. DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	BLOQUES			PROMEDIOS
		I	II	III	
P. SEXUAL	1*1	0.37	0.33	0.40	0.37
	1*0,75	0.44	0.37	0.47	0.43
	0,75*075	0.32	0.66	0.67	0.55
PROMEDIOS		0.38	0.45	0.51	
P. ASEXUAL	1*1	0.16	0.14	0.20	0.17
	1*0,75	0.25	0.23	0.22	0.23
	0,75*0,75	0.31	0.42	1.19	0.64
SUMATORIA		0.24	0.26	0.54	

Tabla 32. ANDEVA de biomasa seca (Ton/ha) cuarto corte.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT. 5%
tratamiento.(A)	1	0.05	0.05	2.48 ^{NS}	18.51
Error(A)	2	0.04	0.02		
subtra.(B)	2	0.36	0.182	4.18 ^{NS}	4.46
Inter.(A*B)	2	0.08	0.04	0.95 ^{NS}	4.46
Error(B)	8	0.35	0.04		

* Significancia al 5%.

^{NS} No significativo

C.V.: 50%