

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE TRES ESPECIES
ARBOREAS FORRAJERAS EN UN BANCO DE PROTEINA EN EL CI Obonuco
MUNICIPIO DE PASTO**

**JUAN FERNANDO LOPEZ MENESES
SANTIAGO DONALDO SANTAMARÍA CASIERRA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
INGENIERIA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2003**

**EVALUACION DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE TRES ESPECIES
ARBOREAS FORRAJERAS EN UN BANCO DE PROTEINA EN EL CI Obonuco
MUNICIPIO DE PASTO**

**JUAN FERNANDO LOPEZ MENESES
SANTIAGO DONALDO SANTAMARÍA CASIERRA**

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

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

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
INGENIERIA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2003**

“Las ideas y conclusiones en el trabajo de grado, son de responsabilidad exclusiva de su autor”

Artículo 1 y acuerdo No. 324 de octubre 1 de 1996, emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACION

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, _____ de _____ de 2.003

DEDICATORIA

A Dios por que lo es todo.
A mi madre por su amor y su apoyo incondicional.
A mi padre por ser mi ejemplo y mi guía.
A mis hermanos por su colaboración.
A Eliana por brindarme su amor y su comprensión.
A mis tíos por su constante motivación.
A mis amigos por ser parte importante en mis logros.
A mis profesores por sus enseñanzas.

JUAN FERNANDO

A Dios por que cada mañana me sorprende con su magnificencia.
A mi padre por ser mi ejemplo de vida y mi mejor amigo.
A mis hermanos por apoyarme incondicionalmente.
A mis amigos por hacer de este paso por la universidad
una época inolvidable.
A profesores y compañeros que de una u otra forma
me brindaron su colaboración para cumplir este logro.

SANTIAGO SANTAMARIA

AGRADECIMENTOS

Los Autores expresan su agradecimiento a:

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

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

El Centro de Investigaciones CORPOICA Obonuco Regional Nariño.

Daniel Fernando Martínez, Funcionario C.I CORPOICA Obonuco.

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

CONTENIDO

| | pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN | 19 |
| 1. MARCO TEORICO | 20 |
| 1.1 CONCEPTOS DE AGROFORESTERÍA | 20 |
| 1.1.1 Objetivos de la agroforestería | 20 |
| 1.2 CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES | 21 |
| 1.2.1 Sistemas agroforestales secuenciales | 21 |
| 1.2.2 Sistemas agroforestales simultáneos | 21 |
| 1.3 SISTEMAS SILVOPASTORILES | 22 |
| 1.3.1 Ventajas de los sistemas silvopastoriles | 23 |
| 1.3.2 Desventajas de los sistemas silvopastoriles | 24 |
| 1.3.3 Características de los árboles utilizados en sistemas silvopastoriles | 24 |
| 1.4 BANCO DE PROTEÍNA | 26 |
| 1.5 ALGUNOS TRABAJOS SOBRE BANCO DE PROTEINA | 26 |
| 1.5.1 Algunas investigaciones sobre árboles forrajeros | 27 |
| 1.6 ESPECIES VEGETALES | 31 |
| 1.6.1 Acacia amarilla (<i>Acacia decurrens willd</i>) | 31 |
| 1.6.2 Quillotocto (<i>Tecoma stans</i>) | 33 |
| 1.6.3 Sauco (<i>Sambucus peruviana</i>) | 34 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2 | DISEÑO METODOLÓGICO | 36 |
| 2.1 | LOCALIZACIÓN | 36 |
| 2.2 | AREA EXPERIMENTAL | 36 |
| 2.3 | DISEÑO EXPERIMENTAL | 36 |
| 2.3.1 | Tratamientos | 38 |
| 2.3.2 | Subtratamientos (B) | 38 |
| 2.3.3 | Subsubtratamientos (C) | 38 |
| 2.3.4 | Repeticiones | 39 |
| 2.3.5 | Parcela útil | 39 |
| 2.4 | EVALUACION DE VARIABLES | 40 |
| 2.4.1 | Capacidad de rebrote | 40 |
| 2.4.2 | Valor nutritivo | 40 |
| 2.4.3 | Cantidad de biomasa | 41 |
| 2.5 | ADECUACION DEL BANCO DE PROTEINA | 41 |
| 2.5.1 | Establecimiento del arreglo silvopastoril, banco de proteína | 41 |
| 2.5.2 | Demarcación del ensayo | 42 |
| 2.5.3 | Podas de formación | 42 |
| 2.5.4 | Podas de formación de acacia amarilla, quillotocto y sauco a 90, 120 y 150 días. | 43 |
| 2.6 | LABORES DE MANTENIMIENTO | 44 |
| 2.7 | ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 44 |
| 3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 45 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1 | PRODUCCION DE REBROTES DE ACACIA AMARILLA (<i>Acacia decurrens willd</i>), QUILLOTOCTO (<i>Tecoma stans</i>) Y SAUCO (<i>Sambocus peruviana</i>) CON ALTURA DE CORTE 1.20 Y 1.50 m. Y FRECUENCIA DE PODA 90, 120 Y 150 DÍAS EN EL C.I Obonuco 2001 - 2002. | 45 |
| 3.1.1 | Producción de rebrotes de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I Obonuco 2.001-2.002. | 46 |
| 3.1.2 | Prueba de Tukey para interacción de tratamientos (A), subtratamientos (B) y subsubtratamientos (C), con respecto a la producción de rebrotes en el C.I Obonuco 2001-2002 | 47 |
| 3.2 | VALOR NUTRICIONAL DE TRES ESPECIES ARBOREAS FORRAJERAS EN EL C.I Obonuco 2.001-2.002 | 56 |
| 3.2.1 | Contenido de nutrientes | 56 |
| 3.2.2 | Contenido de minerales | 58 |
| 3.3 | PRODUCCION DE BIOMASA DE ACACIA (<i>Acacia decurrens willd</i>), QUILLOTOCTO (<i>Tecoma stans</i>) Y SAUCO (<i>Sambocus peruviana</i>) CON ALTURA DE CORTE 1.20 Y 1.50 m. Y FRECUENCIA DE PODA 90, 120 Y 150 DÍAS EN EL C.I Obonuco 2.001-2.002 | 61 |
| 3.3.1 | Relación entre la producción de biomasa (gr./planta) de las tres especies bajo dos alturas de corte 1.20 y 1.50 m y tres frecuencias de poda 90, 120 y 150 días con factores climáticos (precipitación) en el C.I Obonuco 2.001-2.002. | 61 |
| 3.3.2 | Producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I. Obonuco 2001-2002 | 63 |
| 3.3.3 | Producción anual de biomasa de acacia amarilla, quillotocto y sauco en el C.I. Obonuco 2001-2002 | 65 |
| 4 | CONCLUSIONES | 69 |
| 5 | RECOMENDACIONES | 70 |

| | | |
|---|--------------|----|
| 6 | BIBLIOGRAFIA | 71 |
| | ANEXOS | 76 |

LISTA DE TABLAS

| | pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Efecto de la poda al final de la época lluviosa sobre la Producción de Ms de leucaena (<i>L. Leucocephala</i>) en los meses Sequía en Matanzas Cuba | 29 |
| Tabla 2. Promedios de peso de hojas de bore cosechadas en Viotá Colombia | 30 |
| Tabla 3. ANDEVA para rebrotes de tres especies arbóreas forrajeras en un sistema silvopastoril establecidas en el C.I Obonuco 2001-2002. | 45 |
| Tabla 4. Prueba de Tukey para A1BnCn con respecto al número de rebrotes de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I Obonuco 2001-2002. | 47 |
| Tabla 5. Prueba de Tukey para A2BnCn con respecto al número de rebrotes de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I Obonuco 2001-2002. | 49 |
| Tabla 6. Prueba de Tukey para B1AnCn con respecto al número de rebrotes de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I Obonuco 2001-2002. | 49 |
| Tabla 7. Prueba de Tukey para B2AnCn con respecto al número de rebrotes de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I Obonuco 2001-2002. | 51 |
| Tabla 8. Prueba de Tukey para C1AnBn con respecto al número de rebrotes de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I Obonuco 2001-2002. | 52 |
| Tabla 9. Prueba de Tukey para C2AnBn con respecto al número de rebrotes de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I Obonuco 2001-2002. | 53 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 10. | Prueba de Tukey para C3AnBn con respecto al número de rebrotes de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I Obonuco 2001-2002. | 54 |
| Tabla 11. | Prueba de Tukey para C3AnBn con respecto al número de rebrotes. | 55 |
| Tabla 12. | ANDEVA para producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en un sistema silvopastoril, establecidas en el C.I Obonuco 2.001-2.002 | 62 |
| Tabla 13. | Prueba de Tukey para la producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I Obonuco 2001-2002 | 64 |
| Tabla 14. | Prueba de Tukey para A1Cn con respecto a la producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I Obonuco 2001-2002 | 65 |
| Tabla 15. | Prueba de Tukey para A2Cn con respecto a la producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I Obonuco 2001-2002 | 65 |
| Tabla 16. | Prueba de Tukey para A3Cn con respecto a la producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I Obonuco 2001-2002 | 66 |
| Tabla 17 | Producción de follaje verde y materia seca de tres especies arbóreas forrajeras establecidas en un sistema silvopastoril en el C.I Obonuco 2001-2002. | 66 |

LISTA DE FIGURAS

| | pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Mapa de campo, diseño bloque completos al azar en Parcelas subsubdivididas, banco de proteínas C.I Obonuco 2.001-2.002 | 37 |
| Figura 2. Esquema del diseño | 39 |
| Figura 3. Árbol al inicio del ciclo de regeneración, C.I Obonuco 2.001-2.002 | 40 |
| Figura 4. Toma de datos de biomasa recolectada C.I Obonuco 2.001-2.002 | 41 |
| Figura 5. Arbol rotulado en la parcela útil, C.I Obonuco 2.001-2.002 | 42 |
| Figura 6. Poda y recolección de biomasa, C.I Obonuco 2.001-2.002 | 43 |

LISTA DE ANEXOS

| | pág. |
|--|------|
| Anexo A. Producción de rebrotes para tres especies arbóreas forrajeras bajo dos alturas de corte (1.20 y 1.50 m) y tres frecuencias (90, 120 y 150 días) de poda en el C.I Obonuco 2001 – 2002. | 77 |
| Anexo A. Pruebas de Tukey para rebrotes de tres especies arbóreas forrajeras bajo dos alturas de corte (1.20 y 1.50 m) y tres frecuencias de poda (90, 120, 150 días) en el C.I Obonuco 2001 – 2002. | 78 |
| Anexo B. Análisis bromatológicos de Quillotocto (<i>Tecoma stans</i>) | 79 |
| Anexo B. Análisis bromatológicos de Acacia (<i>Acacia decurrens willd</i>) | 80 |
| Anexo B. Análisis bromatológicos de Sauco (<i>Sambucus peruviana</i>) | 81 |
| Anexo B. Análisis bromatológicos Quillotocto (<i>Tecoma stans</i>) | 82 |
| Anexo B. Análisis bromatológicos de Acacia (<i>Acacia decurrens willd</i>) | 83 |
| Anexo C. Producción de biomasa gr./planta para tres especies arbóreas Forrajeras bajo dos alturas de corte (1.20 y 1.50 m) y tres frecuencias de poda (90, 120 y 150 días) en el C.I Obonuco 2001- 2002. | 84 |
| Anexo C. Pruebas de Tukey para biomasa de tres especies arbóreas forrajeras bajo dos alturas de corte (1.20 y 1.50 m) y tres frecuencias de poda (90, 120 y 150 días) en el C.I Obonuco 2001- 2002. | 85 |
| Anexo D. Datos meteorológicos estación Obonuco 2.001-2.002 | 85 |

GLOSARIO

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

ARREGLO AGROFORESTAL: es la forma de distribuir los componentes de un sistema agropecuario de asocio entre especies forestales, cultivos y/o animales.

BANCO DE PROTEÍNA: siembra de árboles y/o arbustos forrajeros con un alto contenido proteico en densidades altas para ser cosechados por el hombre o ser pastoreados directamente.

AGROFORESTERIA: nombre colectivo para todos los sistemas de uso de la tierra, donde plantas leñosas perennes se siembran deliberadamente en la misma unidad de tierra con cultivos agrícolas y/o animales, en combinaciones espaciales o en secuencia temporal.

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO: análisis de un forraje en el laboratorio, para determinar sus condiciones nutritivas.

DENSIDAD DE SIEMBRA: mayor o menor cantidad de plantas en una misma unidad de cultivo.

FERTILIDAD: cualidad del suelo para suministrar los nutrientes apropiados en cantidades adecuadas y balanceadas para el crecimiento normal de las plantas, cuando otros factores como la luz , temperatura, humedad y condiciones físicas son favorables.

FORRAJE: material vegetal que ha sufrido un proceso de corte y es llevado a canales o comederos para que el animal lo consuma.

LIGNINA: componente funcional que proporciona rigidez a la pared celular en los vegetales.

LIXIVIACIÓN: proceso en virtud del cual los materiales solubles o coloidales de los horizontes superiores de un suelo son arrastrados con profundidad por acción de las corrientes de agua descendentes.

MATERIA SECA: forraje verde al que se le extrae completamente el agua por medios físicos como el calor. En ella están todos los elementos del pasto o elementos sólidos que contienen las fibras, proteínas y minerales.

PROTEÍNA CRUDA: porcentaje de nitrógeno del contenido celular de las plantas forrajeras sintetizada a partir de los aminoácidos.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el municipio de San Juan de Pasto (Nariño, Colombia), en las instalaciones del Centro de Investigaciones CORPOICA Obonuco. Se encuentra localizado a 1° 13' latitud norte y 77° 16' longitud oeste a 2710 msnm, con temperatura de 11.61 °C y una precipitación pluvial de 672 mm/año.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de tres especies arbóreas forrajeras (acacia, quillotocto y sauco) en un banco de proteína, referente a número de rebrotes, valor nutritivo y producción de biomasa bajo dos alturas de corte (1.20 y 1.50 m) y tres frecuencias de poda (90, 120 y 150 días).

Para realizar la evaluación del arreglo en cuanto a número de rebrotes y cantidad de biomasa se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBA) en arreglo de parcelas subsubdivididas con 3 tratamientos, 2 subtratamientos y 3 subsubtratamientos, para el valor nutricional se realizaron dos análisis de bromatología correspondientes a las frecuencias de poda 150 días (febrero 2002) y 90 días (junio 2002). Para la evaluación del comportamiento de las especies arbóreas forrajeras se cuantificó el número de rebrotes, el valor nutritivo en porcentajes y la cantidad de biomasa en peso.

De acuerdo con el análisis de los resultados se encontró que el mayor número de rebrotes y cantidad de biomasa se obtuvo con las especies quillotocto (***Tecoma stans***) y acacia amarilla (***Acacia decurrens willd***) respectivamente, podados a una frecuencia de 150 días, igualmente se determinó que la altura de corte no cumplió un papel preponderante en el desarrollo de estas variables, en cuanto al valor nutricional, se evaluó el porcentaje de nutrientes y minerales de cada especie, obteniendo que la acacia (***Acacia decurrens willd***) presentó los porcentajes más altos en cuanto a contenido de nutrientes (44.48% Ms y 25.45% Pc).

El potencial de las especies acacia y quillotocto como especies forrajeras es alto, debido a que presentan gran resistencia y adaptabilidad hacia las labores silviculturales que se les practiquen, además de presentar unos porcentajes nutricionales dentro de un rango aceptable para las especies forrajeras (14.23-30.87% Pc), el ensayo proporciona bases sólidas para continuar con la investigación en este campo e iniciar nuevos estudios relacionados con sistemas silvopastoriles.

ABSTRACT

The present study one carries out in the municipality of San Juan of Pasto (Nariño), in the facilities of the one Centers of Investigations of CORPOICA Obonuco. It is located at 1° 13` north latitude and 77° 16` longitude west at 2.710 msnm of 11.61 °C and a pluvial precipitation of 672 mm/year.

The objective of the present work was to evaluate the behavior of three species arboleal foragel (acacia, quillotocto and sauco) in an banc of protein, with respect to the production of biomass, number of rebrotes nutritious value under two court heights (1.20 and 1.50 mts), and three pruning frequencies (90, 120 and 150 days).

To carry out the evaluation of the arrangement as for number of rebrotes and quantity of biomass you employment a design of complete blocks at random (DBA) in arrangement of parcels of subsubdividas with 18 treatments and three repetitions, for the nutritional value they were carried out bromatología analysis corresponding to the frequencies of trim 150 days (February 2002) and 90 days (June 2002). For the evaluation of the behavior of the species arboreal you quantifies the number of rebrotes, the quantifies of biomass (weigh) and the nutritious value (percentages).

In accordance with the analyses of results was found that the adult numbers of rebrotes and quantity of biomass was obtained eith the species yellow acacia (***Acacia decurrens willd***) and quillotocto (***Tecoma stans***), pruned to a frequency of 90, 120 and 150 days. Equally was determined that the court height didnt`t complete a preponderant paper in the development of these variables, as for the nutritional value the percentages were evaluated of nutritious and minerals of each species, obtaining that the acacia (***Acacia decurrens willd***) present in the percentages but high as for content of nutritious (44.80% Ms and 25.45% Pc).

The potential of the species acacia and quillotocto like species forrajeras are high, because they present resistance and adaptability toward the works silviculturals, besides of presenting some nutritional percentages incident an acceptable range for the species forrajeras, the rehearsal provides solid bases to continue with the investigation in this field and to begin new studies related with systems silvopastoriles.

INTRODUCCION

La producción ganadera en Colombia es de 26 millones de cabezas, con un área en pasturas de 28 millones de hectáreas, donde debido al mal manejo se han presentado problemas ambientales (emisión de gases, compactación, etc), además de la quema y tala de bosques para su explotación; debido a esto en la actualidad se están diseñando planes y tecnologías con los cuales se buscan algunos procesos de cambio que disminuyan los impactos ambientales causados por estas prácticas.

La reconversión social y ambiental de la ganadería es una urgencia y una prioridad para el país, porque la intensificación de la misma incrementaría significativamente sus contribuciones alimentarias, económicas y sociales, esto se logra con una tecnología viable a la organización de los productores y planteamiento de políticas destinadas a los negocios de especulación de tierras. Dentro de estas tecnologías están los sistemas silvopastoriles (SSP), que a su vez hacen parte de los sistemas agroforestales (SAF). Los beneficios económicos y sociales de los sistemas silvopastoriles (SSP) para la producción pecuaria se pueden interpretar de diferentes maneras, ya que dependen del tipo de sistema, su tamaño, productos, intensidad, inversión necesaria, costos operativos y costos de oportunidad de la tierra en cada región.

Para los sistemas extensivos, el silvopastoreo tiene costos mínimos y sus ventajas están en la obtención de uno o varios productos de extracción adicionales a los animales; en los sistemas que utilizan la sucesión vegetal, los costos de manejo, recolección de frutos y podas tienden a ser inferiores a los beneficios obtenidos por una mejor alimentación para los animales, menores pérdidas en la época seca, menor estrés calórico y la extracción de madera para postes y leña.

En esencia se puede afirmar que los sistemas agroforestales (SAF), se convierten en una opción de desarrollo sostenible para Colombia y principalmente en la parte pecuaria, los sistemas silvopastoriles (SSP), debido a que se ajustan a las condiciones físico – bióticas y sociales de nuestro país, además contribuyen a la disminución de la degradación de los agroecosistemas y en el mejoramiento de la calidad de vida de la población humana.

La investigación en sistemas silvopastoriles en el trópico alto es incipiente, por lo que el presente trabajo tuvo como objetivo, contribuir con la investigación acerca del comportamiento de la capacidad de rebrote, el valor nutritivo y la producción de biomasa, de tres especies arbóreas forrajeras (acacia, quillotocto y sauco), en un sistema silvopastoril, donde se evaluaron estas variables, bajo dos alturas de corte y tres frecuencias de poda.

1. MARCO TEORICO

1.1 CONCEPTOS DE AGROFORESTERÍA

Giraldo¹, define a la agroforestería como:

Uno de los sistemas en el cual las plantas leñosas perennes (árboles, arbustos y bambúes) crecen en asocio con plantas herbáceas (cultivos, pastos) y ganado, en un arreglo espacial, una rotación o ambos y en los cuales se dan interacciones ecológicas y económicas dentro de los componentes arbóreos y no arbóreos del sistema.

Los componentes de los sistemas agroforestales se pueden circunscribir a los siguientes objetivos:

- **Árbol** : con estas especies se busca aprovechar los frutos, el forraje, el uso de la biomasa como abonos verdes, postes, madera y leña.
- **Cultivos** : los cultivos se sitúan en los sistemas productivos como los elementos esenciales para suplir las necesidades de autoconsumo en las economías de los pequeños productores y la acumulación de capital al nivel de los cultivos de tipo comercial. Estos cultivos podrían cubrir tanto necesidades humanas como importantes déficit nutricionales en los animales. Los cultivos que se pueden establecer dependen de las condiciones biofísicas del área.
- **“Las Especies pecuarias: cumplen las mismas funciones económicas anotadas para el caso de los cultivos, en los pequeños y en los productores comerciales, las condiciones medioambientales determinan la adaptabilidad de estas especies”².**

1.1.1 Objetivos de la agroforestería. De acuerdo con las experiencias del **ICRAF** (International Council for research in Agroforestry), citado por Sánchez et al³ “los

¹ GIRALDO, A. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural. En Memorias de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles. CORPOICA. Bogotá: 1995. p. 18 .

² HERNÁNDEZ, ET AL. Propuesta de sistemas agroforestales. Propuesta presentada al SENA y UMATA de Cali para el diseño de sistemas agroforestales. CORPOICA. Cali, Colombia. 1.997. p 4.

³ SÁNCHEZ, M. D. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. Conferencia electrónica FAO: “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. 1.998. p. 7.

sistemas agroforestales implican una interacción ecológica y productiva entre el componente forestal agrícola y/o pecuario”.

Desde el punto de vista ecológico, el uso de árboles especialmente leguminosas, pueden contribuir a mejorar la productividad y la sostenibilidad de los existentes, mediante un aumento en el rendimiento del pasto asociado; o bien indirectamente a través de la alimentación de los animales que comen frutas o follaje de los árboles y económicamente el sistema se puede favorecer con el aumento y la diversificación de la producción. Existen varias ventajas en el uso de árboles de valor forrajero como componentes de estos sistemas: como pastoreo en franjas directamente asociada al pasto o como bancos proteicos que se podan periódicamente para suplementar al animal.⁴

Los objetivos de los SAF son: preservar la biodiversidad, conservar o propiciar un microclima mas favorable a los sistemas productores, aumentar la productividad vegetal y animal, asegurar la sostenibilidad de la explotación, diversificar la producción, integrar la producción forestal con la producción agropecuaria, disminuir los riesgos del agricultor, mitigar los efectos perjudiciales del sol, el viento y la lluvia sobre los suelos, regular la escorrentía y la perdida del suelo, combinar lo mejor de la experiencia tradicional con los conocimientos modernos.⁵

1.2 CLASIFICACION DE LOS SAF

Con el fin de simplificar la terminología, los sistemas agroforestales, se pueden clasificar en dos categorías básicas: secuenciales y simultáneos.

1.2.1 Sistemas agroforestales secuenciales. “Se distinguen por que los cultivos y los árboles ocupan sucesivamente el mismo espacio. Son practicas tales como: la agricultura migratoria y los sistemas taungya”⁶.

1.2.2 Sistemas agroforestales simultáneos. “Se caracterizan por que los árboles, los cultivos y los animales se encuentran juntos; es decir, al mismo tiempo

⁴ Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Guías técnicas sobre sistemas forestales y agroforestales. CONIF. Bogotá, Colombia. 1.998. p. 73-129.

⁵ SANCHEZ, M.D. ET AL. Op. cit., p. 2.

⁶ NAVIA, J. F. Agroforestería. Educación continúa de recursos naturales, agricultura sostenible y pobreza rural. Manual de capacitación. Centro para el desarrollo agropecuario y forestal CEDAF. Santo Domingo, República Dominicana. 2.000. p. 42.

y en el mismo espacio. Se subdividen en los siguientes subsistemas: silvoagrícolas, agrosilvopastoriles y silvopastoriles”⁷.

- **Silvoagrícolas.** Son los que combinan la agricultura y los bosques, permitiendo la siembra, labranza y recolección de la cosecha junto con la remoción continua del suelo, estos a su vez se subdividen en: árboles frutales asociados con cultivos, árboles de sombra o mejoradores del suelo en cultivos y en cercas vivas y cortinas rompevientos (8,9).

- **Agrosilvopastoriles.** Son los que combinan la agricultura, los bosques y el pastoreo, permitiendo la siembra, labranza, la recolección de las cosechas por largos periodos vegetativos y el pastoreo dentro de los cultivos y el bosque sin dejar el suelo desprovisto de vegetación. Se han subdividido en: cultivos y ganadería en plantaciones forestales, árboles asociados con cultivos y ganadería, huertos caseros mixtos (9).

- **Silvopastoriles.** “Son los que combinan el pastoreo y el bosque, no requieren la remoción continua y frecuente del suelo, ni lo deja desprovisto de una cobertura vegetal protectora, permitiendo el pastoreo permanente del ganado dentro del bosque”⁸. “Estos se subdividen en: pastoreo o producción de forraje en plantaciones forestales, pastoreo o producción de forraje en bosques secundarios, árboles en pastizales y en árboles y arbustos productores de forraje (banco de proteína)”⁹.

Para este trabajo nos referiremos a los SSP y en especial al arreglo banco de proteína.

1.3 SISTEMAS SILVOPASTORILES (SSP)

Se definen los sistemas silvopastoriles como asociaciones de árboles maderables, forrajeros o frutales con animales y/o pastos con o sin la presencia de cultivos. Se trata de prácticas a diferentes niveles: desde las grandes plantaciones arbóreas comerciales, con inclusión de ganado, hasta potreros de animales con complemento a la agricultura de subsistencia.¹⁰

⁷ SANCHEZ, M. D. ET AL. Op. cit., p. 2.

⁸ PARENT, G. Guía de reforestación. CAMB. Bucaramanga, Colombia. 1.989. p. 40.

⁹ SANCHEZ, M.D. ET AL. Op. cit., p. 10.

¹⁰ MONTAGNINI, F. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. San José, Costa Rica. 1.992. p. 82.

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

Nair¹¹, resalta desde el punto de vista ecológico el uso de árboles para contribuir a mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas existentes mediante un aumento en el rendimiento del pasto asociado, o bien, indirectamente, a través de la alimentación de los animales, que comen las frutas o el follaje de los árboles.

1.3.1 Ventajas de los sistemas silvopastoriles.

Es bueno destacar que el silvopastoreo es un sistema biológico y abiológico en desarrollo dinámico constante, el cual se alcanza por etapas con la evaluación de los componentes del mismo; es decir los animales, árboles, el pasto base, la flora, la fauna aérea y del suelo, el suelo mismo, el reciclado de nutrientes, los factores abióticos y otros de carácter socioeconómico¹².

“La economía de estos sistemas se caracteriza por la obtención de ingresos, tanto a corto como a largo plazo; por medio de los productos animales y arbóreos”¹³.

“Algunas de estas especies como (*Gliricidia sepium*), debido a sus raíces profundas pueden soportar periodos de sequía mejor que las pasturas”¹⁴.

“Los árboles forrajeros se caracterizan por adaptarse a gran cantidad de los actuales agroecosistemas del trópico, particularmente a los suelos de fertilidad moderada y distintos grados de acidez”¹⁵.

Camero¹⁶, en trabajos de investigación con árboles forrajeros, muestra que: “el follaje de diferentes especies arbóreas y arbustos mejora la calidad de dietas

¹¹ NAIR, P. K. Agroforestería. Universidad Autónoma de Chapingo. Ciudad de México, México D. F. 1.989. p. 65.

¹² SANCHEZ, M.D. ET ALp. cit., p.13.

¹³ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Sistemas de producción usando alternativas agroforestales. CORPOICA. Putumayo, Colombia. 1.994. p. 57.

¹⁴ MONTAGNINI, F. Op. cit., p. 194.

¹⁵ BOTERO, R. Los árboles forrajeros como fuente de proteína para la producción animal en el trópico. Memorias del seminario - taller sobre sistemas intensivos para la producción animal y de energía renovable con recursos tropicales. CIPAV. Cali, Colombia. 1.998. p. 67.

utilizadas en alimentación animal. El contenido de proteína cruda de este follaje duplica o triplica el de los pastos y el contenido energético es superior, tanto que se podría comparar con el de los concentrados comerciales”.

“Los árboles no solo producen sombra para reducir el calor, sino que también suministran nutrientes de calidad, suplementan proteína sobrepasante y nitrógeno no proteico; el cual estimula a los microorganismos del rúmen a degradar los forrajes fibrosos , mejorando la producción ruminal”¹⁷.

1.3.2 Desventajas de los sistemas silvopastoriles. Según Sánchez et al¹⁸, se puede ver disminuido el crecimiento de las especies si se utilizan densidades de plantación muy altas para los árboles; una alta densidad de individuos por unidad de área en determinados casos genera aumentos excesivos de humedad y por consiguiente aumento en la incidencia de enfermedades, en especial las producidas por hongos (fungos). De no haber estudios preliminares sobre la asociación, un aspecto a tener en cuenta es la posibilidad de que una especie afecte negativamente el crecimiento de la otra, debido a la secreción de sustancias. Esto es lo que técnicamente se denomina “efecto alelopático”.

Camero¹⁹, manifiesta que algunas especies arbóreas pueden tener compuestos antinutricionales como los taninos, que pueden ser dañinos para el animal.

1.3.3 Características de los árboles utilizados en sistemas silvopastoriles. La práctica ganadera exige la presencia de árboles dentro de los predios para brindar sombra y refugio al ganado, obteniendo adicionalmente leña y en algunos casos forraje. Las principales peculiaridades son: árboles de gran tamaño, de copa amplia, que no pierdan el follaje durante la estación seca, resistentes al ramoneo del ganado, no tóxicos, en lo posible que proporcionen forraje, que sean de rápido crecimiento, proveedores de sombra moderada para que no afecten a los pastos, beneficiadores del suelo mediante la incorporación de materia orgánica o nitrógeno, con sistema radicular profundo y no vulnerables a las plagas y enfermedades²⁰.

¹⁶ CAMERO, A. Desarrollo de sistemas silvopastoriles y perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico. Memorias de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles. Bogotá, Colombia. CORPOICA. 1.995. p. 26.

¹⁷ BOTERO, R. Op. cit., p. 77.

¹⁸ SANCHEZ, M.D. ET AL. Op. cit., p. 149.

¹⁹ CAMERO, A. Cuatro décadas de experiencia Agroforestal en CATIE. Memorias seminario nacional sobre agroforestería. Fundación loma quita escuela. Santo Domingo, República Dominicana. 1.997. p. 16.

²⁰ BENAVIDES, E. J. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, Costa Rica: Ed. CATIE. 1.998. p. 12.

- Características de los árboles utilizados como forraje.

En los últimos años, el interés por la proteína de origen arbóreo en las dietas para animales en la zona tropical se ha venido multiplicando e ilustrando en términos del mejoramiento de los parámetros productivos esenciales como son: la disminución de la mortalidad en los animales jóvenes, la tasa de incremento de peso, fertilidad, producción y composición de la leche²¹.

Los árboles forrajeros son componentes de las diversas modalidades de los sistemas agroforestales, cuya importancia se reconoce cada vez más. Son múltiples las especies de árboles y arbustos de distintas familias botánicas utilizadas para este fin, casi todas originarias de los trópicos, cuyos follajes son apropiados para alimentar distintas especies de animales domésticos en cosecha directa por los mismos (silvopastoreo), o por el productor (Murgueitio, 1994, 2). Según el mismo autor (3), son varias las ventajas de estas plantas: son perennes, de amplia distribución en el trópico, su follaje es rico en proteínas y micronutrientes, de raíces profundas, flexibilidad de cosecha, generan autogestión y empleo rural, gran diversidad de especies, adaptación a variados agroecosistemas, muchas fijan nitrógeno, resistentes a la sequía y otras medio ambientales adversas y pueden ser utilizadas en: cercas vivas, barreras, cultivos puros entre otras.

La biomasa arbórea puede tener una función como fuente de proteína para el ganado (hojas y/o frutos comestibles), así como para madera con fines energéticos o destinada a los aserriós o labores de ebanistería. La capacidad de los árboles para completar la alimentación del ganado es dependiente de su contenido en proteínas crudas, de su digestibilidad, de la presencia de espinas y de la aceptación por parte del animal²².

- Valor nutritivo de los árboles forrajeros.

El valor nutritivo de los follajes arbóreos tienen variaciones según la especie, variedad, ecotipo y sobre todo por los compuestos del metabolismo secundario, asociados casi siempre a estas plantas. El potencial de estas especies es muy alto, si se piensa en la urgencia de

21 MUERGUEITIO, R. E. Los árboles forrajeros como fuente de proteína. CIPAV. Cali, Colombia: Segunda edición. 1.994. p. 2.

22 PARENT, G. Guía de reforestación. CAMB. Bucaramanga, Colombia. 1.989. p. 56.

construir sistemas de producción propios, que incorporen componentes de impacto social y ambiental²³.

Lascano²⁴, manifiesta que:

El valor nutritivo de los árboles varía además en los diferentes componentes de la biomasa arbórea: las hojas presentan mayores concentraciones de nutrientes que las ramas y los tallos. Esta variación también se ha relacionado con la edad y con la posición en el árbol: las hojas jóvenes son más ricas en proteínas que las viejas y estas presentan problemas de digestibilidad bajos, debido a las concentraciones mayores de lignina.

Para que un árbol o arbusto pueda ser calificado como forrajero debe reunir ventajas tanto en términos nutricionales, como de producción y de versatilidad agronómica, tal es, que el consumo por los animales sea adecuado como para esperar cambios en sus parámetros de respuesta, el contenido de nutrimentos sea atractivo para la producción animal, tolerante a la poda, de rebrote suficientemente riguroso para obtener niveles significativos de biomasa, árboles de copa ancha, fijadores de nitrógeno, productores de madera para aumentar los ingresos, de crecimiento rápido y que permitan la asociación con otras especies forrajeras como pastos de corte²⁵.

1.4 BANCO DE PROTEINA

Un banco de proteína es la asociación de árboles maderables forrajeros en una pequeña extensión de tierra, los cuales son destinados para alimentación animal, que se la puede hacer directamente con los animales ingresando al banco o cortando el material vegetal y llevándolo al sitio de alimentación del ganado²⁶.

1.5 ALGUNOS TRABAJOS REALIZADOS SOBRE BANCOS DE PROTEINA

Los bancos de proteína mas conocidos y probados son los cultivos de (*Gliricidia sépium*), (*Trichantera gigantea*), (*Morus sp*), *Erytrinas* (*edullis*, *fusca*, *poepigiana*), (*Boehmeria nivea*) y (*Thitonia diversifolia*). Hay investigaciones

²³ MUERGUEITIO, R.E. Op. Cit., p. 2.

²⁴ LASCANO, C. Estrategias para la alimentación de rumiantes con forrajes tropicales. Sistemas de producción sostenible. CATIE. Cali, Colombia. 1.990, p. 4.

²⁵ Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Guías técnicas sobre sistemas forestales y agroforestales. Op. Cit., p. 7.

²⁶ GOMEZ, M. ET AL. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV. Cali, Colombia. 1.995. p. 27.

pero menor difusión de bancos para corte en (*Cratylia argétea*), (*Malvaviscus pendulifloros*), (*Spondias purpúrea*), (*Enidoscolus acutinifolius*), (*Cajanus cajan*) y (*Urera sp*). En forma reciente se han iniciado estudios de otras especies como (*Moringa oleifera*), (*Hibiscus grandiflorus*), (*Erythrina rubrinervia*), (*Callyandra collothysus*) y (*Alnus acuminata*).

La mayoría de estas experiencias se encuentran en la región andina, aunque en la actualidad se nota un incremento en las regiones del caribe y los piedemontes orinocenses y amazónicos. La información y experiencias disponibles para las especies mejor conocidas están concentradas alrededor del valor nutricional, producción de biomasa, manejo agronómico, respuesta animal, costos de producción, rentabilidad, ciclos de nutrientes, enfermedades e invertebrados enemigos. Botero et al²⁷, reportan que lo ideal es manejar o establecer el silvopastoreo, pero cuando los potreros son de “suelos y hierba” los animales son muy agresivos con los árboles; por ese motivo se recurre a los árboles como bancos de proteína, donde los animales pueden consumir 15 a 25 % de follaje de arbóreas en invierno y hasta un 60 % en verano. Los mismos autores afirman que el follaje consumido de arbóreas debe complementar, mas no sustituir el de gramíneas. Este objetivo se logra disponiendo de suficiente oferta de gramínea o usando los bancos cada dos días por dos a cuatro horas diarias solamente (89).

1.5.1 Algunas investigaciones sobre árboles forrajeros. Los siguientes trabajos de investigación en árboles forrajeros fueron realizados en Honduras, Costa Rica y en América en general.

Podríamos empezar diciendo que para una selección preliminar de las plantas es recomendable medir la producción de biomasa en árboles que crecen de forma natural, con esto además de ganar tiempo, se puede conocer también la capacidad de supervivencia a la poda y preseleccionar a las mejores. “En el sur de Honduras a nivel del mar y en donde solo llueve de forma irregular durante seis meses al año se han obtenido los mayores rendimientos con el Guacimo y el Tiquilote²⁸.”

- Estudios bromatológicos sobre especies forrajeras.

La mayoría de las especies estudiadas han mostrado contenidos de proteína cruda (Pc) muy superior al de los pastos tropicales y en varios casos, también superior al de los concentrados comerciales. Así mismo la

²⁷ BOTERO, ET AL. Op. Cit., p. 88-89.

²⁸ MEDINA, J. M. Observaciones sobre el consumo de follaje de guacimo (*Guásima ulmifolia*), tiquilote (*Cordia dentata*) y pasto guinea (*Panicum maximum*) por cabras semiestabuladas. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. San José, Costa Rica. 1.994. p. 249-256.

digestibilidad in Vitro de materia seca (DIVMS), de algunos forrajes es muy elevada. Por su elevada calidad destacan dos especies de Euphorbiaceas: chicasquil ancho (***Cnidoscolus acotinifolius***) y chicasquil fino (***C.chayamansa***), cuyo follaje también es utilizado para consumo humano²⁹.

Otro proyecto ejecutado en la hacienda Paysandú de la Universidad Nacional, corregimiento de Santa Elena, municipio de Medellín (Colombia), a 5° latitud Norte, 75° longitud oeste, con 2350 msnm., formación ecológica bosque húmedo montano bajo (Bh-mb), suelos derivados de cenizas volcánicas, ácidos e infértiles, clasificados como inseptisoles, con una precipitación de 2200 mm anuales, de distribución bimodal y una temperatura 12 a 17 °C, se realizó un ensayo para evaluar dos niveles (T1: 0 y T2: 100%) de sustitución de concentrado comercial (20% de Pc) por hojas frescas de acacia amarilla (***Acacia decurrens***) en el levante de terneras de reemplazo para lechería. La calidad nutricional de las hojas de acacia fue moderada con 31.4% de FDA, 42.25% de FDN y 14.8% de Pc; esto muestra que la acacia presentó un adecuado nivel energético³⁰.

En un banco forrajero de poro enano (***Erythrina berteroana***), se producen alrededor de 6 ton/ha/año de proteína cruda, lo cual alcanzaría para aportar durante un año, el 30% de los requerimientos de proteína de 46 vacas de 400 kg de peso.

En los SSP, la producción total de biomasa es usualmente mayor que la de los monocultivos. La producción de follaje en los bosques tropicales se ha calculado en promedio de 8 ton/ha/año, es mayor que la de frutas que apenas alcanzan a ser de 1 ton/ha/año de materia seca cuando los árboles crecen sobre suelos fértiles. Un monocultivo de gramíneas forrajeras se calcula que produce entre 10-12 ton/ha/año de materia seca.³¹

29 ARAYA, J. ET AL. Identificación y caracterización de arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. Seminario centroamericano y del caribe sobre agroforestería y rumiantes menores. Memorias, Turrialba, Costa Rica. Comisión nacional para el desarrollo de la actividad caprina. 1.993. p. 40 – 42.

30 LONDOÑO, ET AL. Uso del follaje de la arborea acacia negra (*Acacia decurrens*) como suplemento para el levante de terneras. Conferencia electrónica. CONSIVO (consorcio para la investigación y desarrollo de sistemas silvopastoriles). Universidad Nacional de Colombia. 2.001. p. 4.

31 GOEZ, ET AL. El flujo de energía en un ecosistema de bosque. Investigación y ciencia. 1.978. p. 48.

Estudios realizados por Gálvez³², a través de la Fundación Social en Matituy, municipio de la Florida (Nariño), demostraron las bondades de utilizar el follaje del botón de oro en la alimentación de especies menores, principalmente cuyes; obteniendo excelentes resultados debido a los contenidos de proteína (26.92%).

Investigaciones recientes realizadas en Colombia y en otros países latinoamericanos con especies como matarratón (*Gliricidia sepium*), poro enano (*Erythrina berteroana*), y leucaena (*Leucaena leucocephala*), entre otras, indican que se pueden alcanzar rendimientos anuales superiores a las 2.5 toneladas de materia seca y con 24% de proteína³³.

- Estudios realizados sobre podas en árboles forrajeros.

Se desarrolló un estudio para determinar el efecto de la poda inicial (noviembre y diciembre) en la producción de forraje de leucaena (*L. Leucocephala*) en el periodo seco (febrero, marzo, abril y mayo). Los rendimientos de materia seca para los dos meses de poda inicial evaluados no presentaron diferencias significativas entre sí, aunque es de destacar que la cantidad de hojas fue mayor en el mes de diciembre³⁴.

Tabla 1. Efecto de la poda al final de la época lluviosa sobre la producción de MS de la leucaena (*L. Leucocephala*) en los meses de sequía en Matanzas, Cuba, 1986

| | PODA INICIAL | | | PODA FINAL | | |
|--------------|--------------|--------|---------|------------|---------|--------|
| | Kg/MS/Ha | | | Kg/MS/Ha | | |
| | Nov | Dic | Feb | Mar | Abr | May |
| Componente | | | | | | |
| Hojas | 0,87 a | 0,96 a | 0,31 b | 1,03 a | 1,04 a | 1,31 a |
| Tallo tierno | 0,10 a | 0,11 a | 0,09 bc | 0,16 a | 0,11 b | 0,07 c |
| Comestible | 0,97 a | 1,08 a | 0,40 b | 1,19 a | 1,15 a | 1,38 a |
| Tallo leñoso | 0,64 a | 0,65 a | 0,19 c | 0,58 b | 0,79 ab | 1,01 a |
| Total | 1,69 a | 1,73 a | 0,59 c | 1,78 b | 1,94 ab | 2,39 a |

Los valores con igual letra no difieren estadísticamente, $p < 0.05$ ³⁵.

32 GALVEZ, A. El cuy (*Cavia porcellus*) y el bosque de las proteínas. Tesis Msc. Desarrollo sostenible de sistemas agrarios. CIPAV. Cali, Colombia. 1.998. p. 50.

33 RAMÍREZ, B. Caracterización del sistema ganadero de doble propósito en la amazonía intervenida del departamento del Caquetá en el marco del desarrollo sostenible. Conferencia electrónica. Programa de investigación sobre metodologías de seguimiento y evaluación de proyectos de manejo de recursos naturales en América Latina y el Caribe. 1.999. p. 8.

34 HERNÁNDEZ, ET AL. Op. Cit., p. 9.

FUENTE: Efecto de las podas al final de la época lluviosa en cercos vivos de piñón cubano (*Gliricidia sepium*) sobre la producción y calidad nutritiva de la biomasa en la época seca.

“Otro trabajo evaluó el efecto de tres alturas de poda (40, 100 y 150 cm) sobre la producción de biomasa comestible de leucaena (*L. Leucocephala*) y acacia (*A. Lebbeck*) obteniéndose en ambas plantas las mayores producciones en altura de 150 cm con 6750 y 5300 Kg. de Ms/ha/dos cortes respectivamente”³⁶.

Sánchez et al³⁷, quienes realizaron estudios por cerca de tres años en el Municipio de Viotá (Cundinamarca), aseguran que el peso promedio de las hojas de Bore (*Xanthosoma belophilum*), cosechadas en una parcela agroforestal es de 1kg, estas se utilizaron como el 30% de la ración alimenticia de 6 cerdos existentes en esta parcela; vale la pena anotar que con 1000 plantas se puede suplementar en un 30% la dieta alimenticia de 25 cerdos.

Tabla 2. Promedios de peso de hojas de bore cosechadas en Viota, Colombia, 1.995

| AÑO | Nº plantas/Ha | Kg/planta | Producción total |
|------|---------------|-----------|------------------|
| 1993 | 250 | 44,4 | 11100 |
| 1994 | 250 | 44,4 | 11100 |
| 1995 | 250 | 81,9 | 20475 |

Para el año 1995 se suman 37.5 kg de cepa que produce cada planta

FUENTE: Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical.

Como conclusión se pudo observar que una planta de bore produce 3.7 kg/hoja/mes, ósea 44.4 kg/año, lo cual establece parámetros para tener en cuenta esta especie como promisoría en el establecimiento de sistemas silvopastoriles de corte y acarreo (120).

“En el trópico húmedo de Costa Rica, se realizaron estudios de manejo de podas de cercas vivas de poro y madero negro, con el fin de incrementar la producción

³⁵ HERNÁNDEZ, ET AL. Op. Cit., p. 6.

³⁶ FRANCISCO, ET AL. Producción de biomasa de acacia (*Acacia lebbeck*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*) para la producción de biomasa. Taller internacional “Los árboles en los sistemas de producción ganadera”. EEPF. Estación experimental Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. 1.996. p. 46.

³⁷ SÁNCHEZ, ET AL Op. Cit., p. 118.

de forraje. Con podas tres veces por año se produjeron 3500 a 6000 Kg/Ms/ha/año, con un nivel de proteína (Pc) de 20 a 26% “³⁸.

Navia et al³⁹, en un estudio realizado para medir la producción de biomasa de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) con aliso (*Alnus jorullensis*), en un arreglo silvopastoril en el trópico de altura, realizaron una primera poda a los cinco meses de sembrado el cultivo, en época de prefloración, pesaron todo el material verde, excluyendo la parte más lignificada de los brotes de tal forma que el tronco de la planta quedó limpio y listo para el nuevo rebrote; nueve y doce meses después, hicieron una segunda y tercera evaluación en igual forma. Se observó que los promedios de biomasa foliar (gr/planta) del botón de oro en la primera, segunda y tercera evaluación, correspondientes a los meses de mayo, septiembre y diciembre del año 2000, la producción de los tres cortes oscilan entre 68,4 y 112,1. La producción de biomasa foliar del botón de oro para los dos últimos periodos evaluados alcanzaron los mayores promedios con 150,85; 122,41 y 114,74 gr/planta respectivamente, en el segundo corte con 187,14; 153,17 y 141,52 gr/planta para la evaluación final.

1.6 ESPECIES VEGETALES

1.6.1 Acacia amarilla (*Acacia decurrens Willd*)

- Clasificación botánica

Clase: Dicotiledóneas
Subclase: Articlámideas
Familia: Leguminosae
Género: Acacia
Especie: decurrens willd

- **Origen y distribución.** Es originaria del sur oeste de Australia, hoy en día ampliamente plantada en Sudáfrica, Nueva Zelanda, Uruguay, Argentina y zonas montañosas de los trópicos. Crece entre los 2000 y 3000 msnm, con temperaturas que oscilan entre 12-20 °C y precipitaciones de 500-3500 mm anuales. Se desarrolla bien en suelos de textura arcillosa o arcillo/arenosa, con pH ácido.

- **Morfología.** Son árboles de 25 metros de altura, 40 centímetros de diámetro, de corteza lisa y copa redondeada, su follaje tiene forma de helecho o de plumaje de color verde mate con manchas claras. Sus hojas son bipinadas de 6 cm,

³⁸ ROMERO, T. ET AL. Cercos vivos y bancos de proteína de eritrina (*Erythrina berteroana*) manejados para la producción de biomasa comestible en el trópico húmedo de Costa Rica. In: Wesley y M. H. Powell (Eds.). (*Erythrina berteroana*) in the new and the old worlds. N. F. T. A. Paia, Hawai, Usa. 1.993. p. 207.

³⁹ NAVIA, ET AL. Evaluación de la producción de biomasa del (*Thitonia, diversifolia*) con aliso bajo un arreglo silvopastoril en el trópico de altura. CIAB. Pasto, Colombia: 2000. p. 5-6.

alternas con glándulas en el envés, de flores agrupadas, dispuestas en cahesuelas esféricas amarillas. Presenta frutos en legumbres de color pardo rojizo, con un tamaño de 5 cm en varias semillas.

- **Propagación.** Su forma de propagación es a través de semilla, hay 75000 semillas por kilogramo aproximadamente, que pueden conservarse por varios años. Las semillas se extraen después de secar los frutos, se hidratan durante 48 horas y después se tratan con agua hirviendo (90 °C por 3 minutos). Se siembran en bolsas pequeñas que se transportan cuando la plántula alcanza 25 cm de altura; se puede practicar la siembra directa o al voleo (2.5 kg/ha). En plantaciones densas, se puede espaciar de 1.25 metros para entresacar a los tres años a 2.5 metros.

- **Mantenimiento y poda.** Si la especie va a ser utilizada en cortina rompevientos es necesario practicar podas periódicas. La acacia produce de 20 a 25 metros cúbicos de leña/ha/año en plantación densa. Se usan rotaciones de 7 a 10 años.

- **Plagas y enfermedades.** En zonas muy húmedas (mayores de 3500 mm/año), es sensible al ataque de hongos e insectos.

- **Usos.**

Especie fijadora de nitrógeno, puede aportar hasta 250 Kg/ha/año con una producción de 20 toneladas de hojas/ha/año; apta para el control de la erosión y recuperación de suelos; presenta fuerte capacidad de rebrote, especialmente para la producción de leña obteniéndose buenos rendimientos. La madera es utilizada para parales de construcción, postes para cercas, tableros de fibra y carbón. Las hojas sirven de forraje para el ganado⁴⁰.

De acuerdo a los estudios realizados por Rodríguez et al⁴¹, las hojas de acacia poseen una concentración de proteína cruda de 17.75%, de calcio 0.42% y fósforo de 0.22%. “La médula contiene taninos que se utilizan en la industria de curtiembres”⁴².

⁴⁰ JARAMILLO, W. ET AL. Evaluación nutricional y degradabilidad “in situ” para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Especialización en la producción de bovinos para leche. Pasto, Colombia. 2.000. p. 26-28.

⁴¹ RODRIGUEZ, P. et al. Evaluación nutricional y degradabilidad “In Situ” de algunas arbóreas forrajeras y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño, Colombia. Tesis. Especialización en producción de bovinos para leche. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 1997. p. 48.

⁴² JARAMILLO, ET AL. Op. Cit., p. 26-28.

1.6.2 Quillotocto (*Tecoma stans*)

- Clasificación botánica

Clase : Dicotiledónea
Subclase : Metaclamídeas
Orden : Tubifloras
Familia : Bignoniaceae
Género : Tecoma
Especie : stans

- **Origen y Distribución.** Bignoniácea de distribución pantropical, consta de 120 géneros y unas 800 especies mejor representadas en América. En el Ecuador están representados 41 géneros y 70 especies. Dos géneros nativos con especies arbóreas están representados en la zona andina: (*Delostoma*) y (*Tecoma*). El género Tecoma consta de 12 especies distribuidas desde el sur de los Estados Unidos, hasta el norte de la Argentina. (*Tecoma stans*) se encuentra en valles altos interandinos. Es una especie ampliamente distribuida en los trópicos y en los subtrópicos de América, se encuentra a lo largo del continente desde el sur de Texas, Nuevo México y Arizona, a través de México y América Central, hasta Bolivia Norte de Argentina y Brasil. En Colombia esta en Antioquia a una altura de 2300 msnm; Boyacá, Cordillera oriental a 2300-2450, Cauca, Nariño y Putumayo entre 1750 msnm. Crece bien en sitios secos, con suelos pobres pero bien drenados.

- **Morfología.** Es un árbol de 15 m de alto y 40 cm de diámetro en el tronco, de corteza gris clara, áspera, fistulada y escamosa, tiene hojas opuestas y pinnadas que, dada la amplia distribución geográfica de la especie, son bastante variables a la distribución de la hojuela y otras características, presenta numerosas flores amarillas en racimos terminales erectos, grandes, vistosas y tubulares, los frutos son vainas largas, angostas y de color castaño oscuro, que se abren en dos partes dejando una central en donde van las semillas aladas.

- **Propagación.** Se propaga por semilla (100000 a 150000 semillas por Kg) que es la forma más utilizada y de mayores rendimientos.

- **Mantenimiento y podas.** Debido a que esta especie tiene un sistema agresivo debe podarse regularmente para mantener una copa densa, se pueden manejar distancias de 2,0 a 3,0 m entre árboles en el caso de cortinas rompevientos o cercas vivas.

- **Usos.** Se planta principalmente como ornamental, para cercas vivas y rompevientos bajos. Se puede obtener cercas muy densas con buena poda. La madera sirve para postes y leña, produce abundancia de hojas y puede servir de abono verde, es melífera. Las hojas, raíces y corteza tienen propiedades

medicinales; su forraje es de primera calidad. Rodríguez et al⁴³, encontró que las hojas de esta especie poseen un contenido de proteína cruda de 13.06%, calcio 1.07% y fósforo 0.34%.

En Cundinamarca se emplean hojas de esta especie y la corteza en cocción como diurético y depurativo de la sangre⁴⁴.

1.6.3 SAUCO (*Sambucus peruviana*)

- Clasificación botánica

Clase: Dicotiledónea
Subclase: Metaclamidea
Orden: Rubiales
Familia: Caprifoliáceae
Género: Sambucus
Especie: peruviana

- Origen y Distribución.

Planta originaria de Europa, pero cultivada ampliamente en el sistema andino comprendido entre las alturas de 2000 msnm en adelante, habita en ambientes húmedos y semihúmedos, no es resistente a las heladas ni a vientos fuertes, prefiere suelos profundos, negros aireados y ácidos, también requiere de una buena exposición solar. Es de distribución cosmopolita, consta de 30 a 40 especies. En el Ecuador se conocen (*Sambucus peruviana*) y (*Sambucus mexicana*), ampliamente distribuidas y frecuentemente cultivadas⁴⁵.

- **Morfología.** “El saúco es un arbusto de 5 metros de alto, con hojas compuestas de 5 a 7 folíolos ovales agudos, aserrados en los bordes, glabros, con 2 glándulas nectáreas, inflorescencias en corimbo con numerosas flores blancas y muy aromáticas, de fruto drupáceo pequeño, amarillento o negruzco”⁴⁶.

- **Propagación.** Se propaga por semilla y por estaca, se recolectan las estacas de 20 a 25 cm de longitud durante todo el año, luego se aplican hormonas

⁴³ RODRÍGUEZ, P. Op. Cit., p. 48.

⁴⁴ JARAMILLO, ET AL. Op. Cit., p. 31.

⁴⁵ HIDROBO, L. El verdor de los andes. Proyecto desarrollo forestal participativo en los andes. FAO. Quito, Ecuador. 1.992. p. 76.

⁴⁶ PLATA, E. La flora de los andes. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Naturales. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 1.994, p. 91.

enraizadoras para llevarlas a bolsas con tierra negra, aserrín y abono orgánico. Los rebrotes o renuevos aparecen en un 80% a los 20 días con un punto máximo de renuevos a los 30 días, para un total de 50 días. A partir de este periodo el incremento en altura es de 3 cm por cada mes, se requiere como cuidado riego abundante.

- **Usos.** “El sauco se usa con fines ornamentales, especialmente en antejardines, jardines y vías, además se le atribuyen propiedades medicinales”⁴⁷.

Rodríguez et al⁴⁸, afirma que las hojas de esta especie contienen una alta concentración de proteína cruda (24.52%), calcio (0.91%) y fósforo (1.67%), por lo cual las hojas de esta especie pueden ser utilizadas por el agricultor en la alimentación y/o suplementación animal.

⁴⁷ JARAMILLO, W. ET AL. Op. cit., p. 32.

⁴⁸ RODRÍGUEZ, P. ET AL. Op. cit., p. 48.

2. DISEÑO METODOLOGICO

2.1 LOCALIZACIÓN

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Centro de investigaciones C.I Obonuco, de Corpoica; ubicado en el municipio de Pasto, departamento de Nariño, a 1° 13' latitud norte y 77° 16' longitud oeste, a 2710 msnm, con una precipitación anual de 672 mm, y una temperatura de 11.61 °C.

“La clasificación climática corresponde a Bs-pm (bosque seco-premontano), se presentan vientos fuertes predominantes con dirección este-oeste, especialmente en horas de la tarde”⁴⁹.

2.2 AREA EXPERIMENTAL

El C.I Obonuco posee un banco de proteína con cuatro años de establecido, el cual tiene un área aproximada de 2700 metros cuadrados, con bloques de 900 metros cuadrados que se encuentran divididos en parcelas de 300 metros cuadrados, dispuestas para cada especie (acacia, quillotocto y sauco), en donde se encontraran 100 árboles de cada una de estas, la distancia entre surcos, es de tres metros y entre árboles, de un metro.

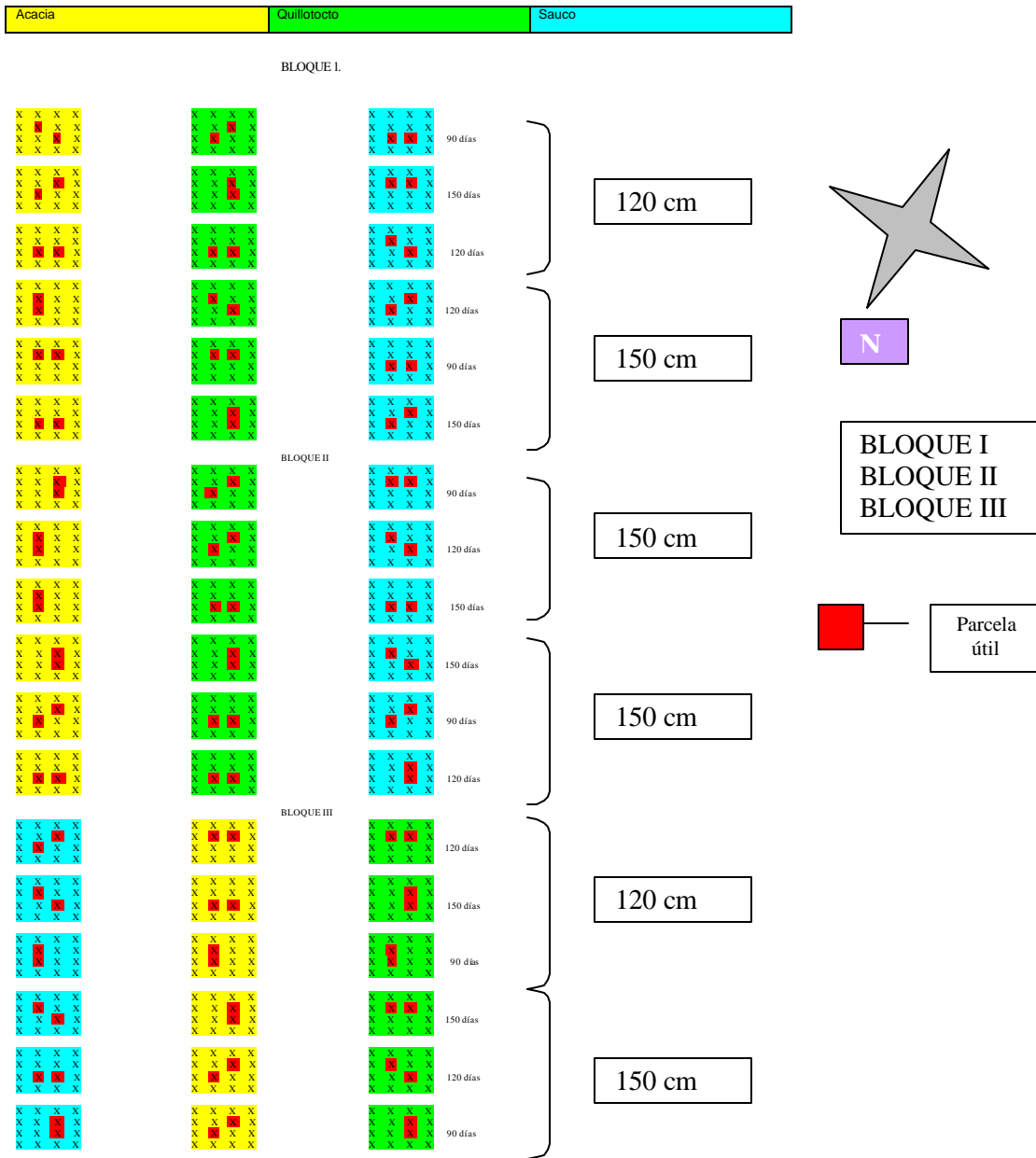
Se utilizaron como unidades experimentales árboles de acacia amarilla (***Acacia decurrens Willd***), árboles de quillotocto (***Tecoma stans***), y árboles de Sauco (***Sambucus peruviana***), con un total de 900 árboles dispuestos en el sistema.

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBA), en arreglo de parcelas subsubdivididas con tres bloques, cada bloque representa una repetición, dentro de estos se encuentran distribuidos los tres tratamientos, que fueron las especies a evaluar (parcela grande), en estas se encuentran presentes los dos subtratamientos, determinados por las alturas de corte (parcela media o subparcela), dentro de la subparcela, las tres frecuencias de poda (parcela pequeña o subsubparcela) y a su vez se determinó como unidad experimental y como parcela útil dos árboles centrales de cada subsubparcela. (Ver figura 1).

⁴⁹ JARAMILLO, W. ET AL. Op. cit., p. 36.

Figura 1. Mapa de Campo, Diseño Bloques al Azar en Parcelas Subsubdivididas, Banco de Proteína. CORPOICA Obonuco, 2001-2002



2.3.1 Tratamientos (A). Fueron las especies a evaluar, acacia amarilla (*Acacia decurrens Willd*), quillotocto (*Tecoma stans*) y sauco (*Sambucus peruviana*). (Ver figura 2).

Tratamiento 1. Acacia amarilla (*Acacia decurrens Willd*).

Tratamiento 2. Quillotocto (*Tecoma stans*).

Tratamiento 3. Sauco (*Sambucus peruviana*).

2.3.2 Subtratamientos (B). Para la asignación de estos, se dividió la parcela grande en dos conjuntos, cada uno de los cuales representó una subparcela o parcela media, este fraccionamiento consistió en realizar cortes a las especies a 1.20 y 1.50 m de altura partiendo desde la base del árbol. (Ver figura 2).

Subtratamiento 1. Altura de corte de árboles de acacia, quillotocto y sauco a 1.20 m.

Subtratamiento 2. Altura de corte de árboles de acacia, quillotocto y sauco a 1.50 m.

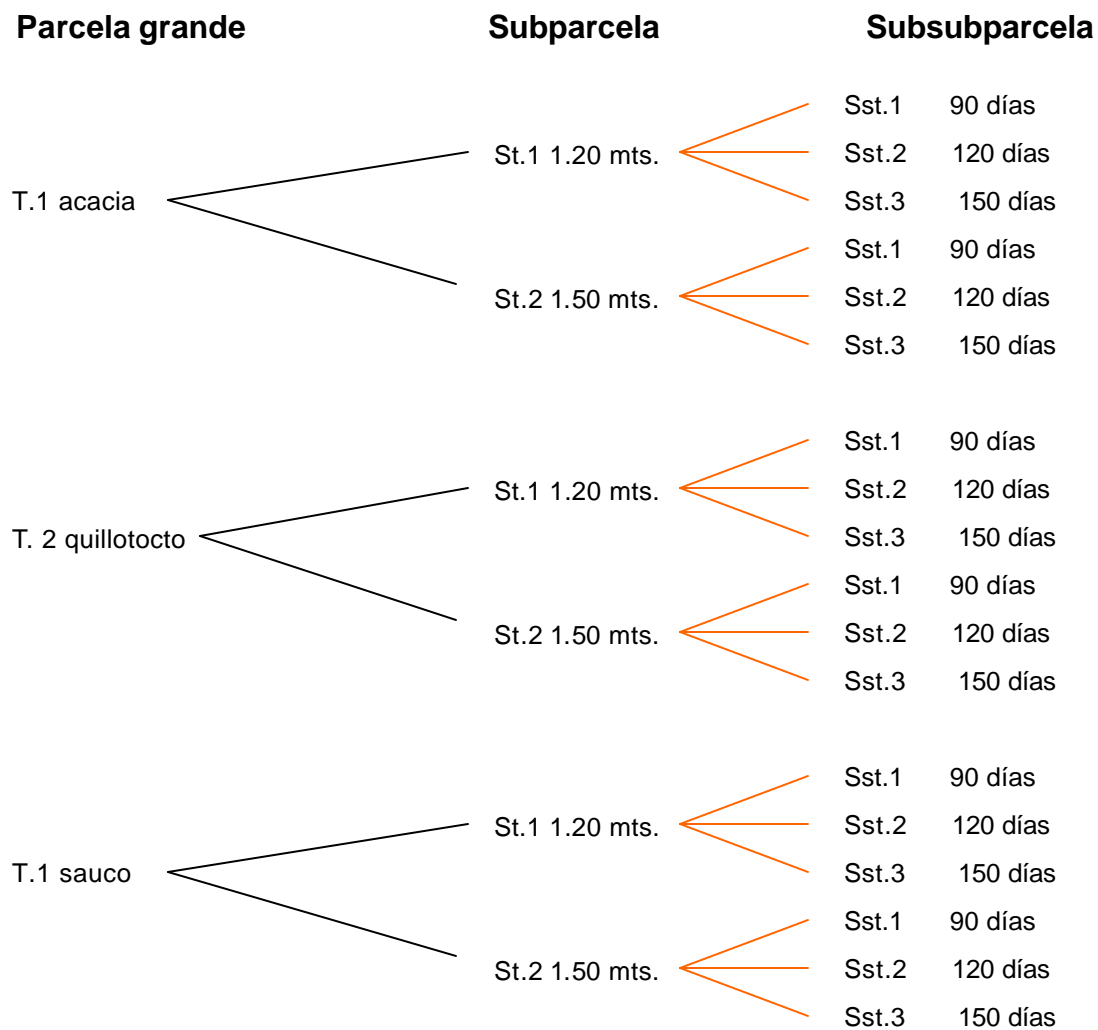
2.3.3 Subsubtratamientos (C). Para determinar los subsubtratamientos, se procedió a realizar una segunda división, la subparcela a su vez, fue fraccionada en tres subunidades a las que se les asignó tres diferentes frecuencias de poda, estas se describen a continuación.

Subsubtratamiento 1. Árboles de acacia, quillotocto y sauco podados a una frecuencia de 90 días.

Subsubtratamiento 2. Árboles de acacia, quillotocto y sauco podados a una frecuencia de 120 días.

Subsubtratamiento 3. Árboles de acacia, quillotocto y sauco podados a una frecuencia de 150 días. (Ver figura 2).

Figura 2. Esquema del diseño.



T = tratamiento .
 St = subtratamiento.
 Sst = subsubtratamiento.

2.3.4 Repeticiones. El número de repeticiones para cada tratamiento en éste ensayo fue de tres.

2.3.5 Parcela útil. Se tomaron dos árboles centrales de cada subsubparcela, con lo cual se buscó eliminar el efecto de borde, y así obtener mayor homogeneidad y precisión en la toma de datos.

2.4 EVALUACIÓN DE VARIABLES

Se describen a continuación.

2.4.1 Capacidad de rebrote. Después de haber podado los árboles a 90, 120 y 150 días y a 1.20 y 1.50 m, se visitó el sitio de muestreo cada doce días, para observar cual especie respondió mejor a esta práctica, para tal fin se realizó un conteo de renuevos, teniéndose en cuenta todo el material vegetal que retoño mayor a un centímetro y que estuvo presente en el tercio superior del árbol.(Ver figura 3).

Figura 3. Árbol al inicio del ciclo de regeneración, CORPOICA Obonuco 2001-2002.



2.4.2 Valor nutritivo. Para tal efecto se recolectó una muestra al azar de todo el material producido por especie (un kilo de follaje), las cuales fueron llevadas al laboratorio de bromatología de la Universidad de Nariño; determinándose con ellas el peso fresco (Pf), el cual se obtuvo al pesar individualmente cada muestra y el peso seco (Ps), a través de un proceso de desecación consistente en someter a la muestra a una temperatura constante de 70 °C durante 48 horas.

Con estos datos se calculó el porcentaje de materia seca (Ms), Que se rige por la siguiente formula:

$$\% Ms = Ps/ Pf * 100MS:$$

Ms: materia seca
Ps: peso seco.
Pf: peso fresco

Con los resultados obtenidos de estos análisis, se determinó cual especie ofreció mayores ventajas nutricionales, en aspectos como: materia seca, humedad, cenizas, calcio, fósforo y especialmente contenido de proteína cruda. Para comparar el resultado de estos análisis, se tomaron dos muestras (una de cada especie), las cuales se relacionaron según las frecuencias de poda, correspondientes a los meses de febrero de 2002 (poda a 150 días) y junio de 2002 (poda a 90 días).

2.4.3 Cantidad de biomasa. Para evaluar la cantidad de biomasa cada 90, 120 y 150 días, se podaron los árboles marcados en cada parcela útil y la biomasa resultante de esta práctica se pesó en una balanza de precisión; posteriormente se procedió a podar los árboles que constituían la totalidad de la parcela Figura 4.

Figura 4. Toma de datos de biomasa recolectada CORPOICA Obonuco, 2001-2002.



2.5 ADECUACION DEL BANCO DE PROTEINA

2.5.1 Establecimiento del arreglo silvopastoril banco de proteína. El arreglo se estableció en el banco de proteína del C.I Corpoica, Obonuco. Dicho sistema había sido plantado hacía ya cuatro años y en el cual también se habían realizado pruebas así como algunas investigaciones. Con el corte y la poda de las especies ya establecidas en este ensayo, se pretendió determinar diferencias entre una y otra especie y así corroborar el efecto de estos tratamientos, determinando cual especie se acomoda mejor a estos y cual ofrece mayor y mejor calidad de alimento para implementarlos en el trópico alto.

2.5.2 Demarcación del ensayo. Este proceso se realizó con el fin de discriminar de forma sencilla, los subtratamientos y los subsubtratamientos; para lo cual se empleo: rótulos en cartulina forrados en plástico, con las características evaluadas en este ensayo (altura de corte y frecuencia de poda), estas se fijaron a los árboles por medio de un cordón. (Ver figura 5).

Figura 5. Árbol rotulado en la parcela útil CORPOICA Obonuco, 2001 – 2002



2.5.3 Poda de formación. Al inicio del estudio se encontró un arreglo con cuatro años de establecido, debido a esto, las especies presentaron ramificaciones laterales inapropiadas, causadas por la falta de labores silviculturales; por lo cual, se procedió a realizar el corte deseado, 1.20 y 1.50 m, con la ayuda de sierra, machete y tijeras podadoras, procurando corregir todas las malformaciones presentes en los árboles.

2.5.4 Podas de formación de acacia, quillotocto y sauco a 90, 120 Y 150 días.

Una vez realizadas las labores de adecuación del sistema y cumplido el tiempo estipulado para cada poda (90, 120 y 150 días), se procedió con esta labor silvicultural empleando herramientas adecuadas, dicho trabajo se realizó teniendo en cuenta las especificaciones técnicas necesarias, las cuales fueron: que el árbol debería quedar completamente defoliado, las ramas mas lignificadas y mayores a 4 mm serían podadas en bisel y los retoños serían cortados a la base del tallo procurando no ocasionar lesiones a la corteza del tronco, ya que esto favorecería el desarrollo de patógenos. (Ver figura 6).

Figura 6. Poda y recolección de biomasa, CORPOICA Obonuco, 2001-2002



- **Podas a 90 días.** Durante el transcurso de este ensayo, se realizaron cuatro podas, en las siguientes fechas:

| | |
|---------------|------------------------|
| Primera poda. | 18 – Diciembre – 2001. |
| Segunda poda. | 18 – Marzo – 2002. |
| Tercera poda. | 18 – Junio –2002. |
| Cuarta poda. | 18 – Septiembre –2002. |

- **Podas a 120 días.** Durante el transcurso de este ensayo, se realizaron tres podas, en las siguientes fechas:

Primera poda. 18 – Enero – 2002.

Segunda poda. 18 – Mayo – 2002.

Tercera poda. 18 – Septiembre – 2002.

- **Podas a 150 días.** Durante el transcurso de este ensayo, se realizaron dos podas, en las siguientes fechas:

Primera poda. 18 – Febrero – 2002.

Segunda poda. 18 – Julio – 2002.

2.6 LABORES DE MANTENIMIENTO

El plateo de los árboles de la parcela útil se realizó cada dos meses a un radio de 40 cm del fuste. Se podó el pasto circundante, con guadaña, machete y manualmente, este proceso se llevó a cabo con el fin de minimizar la competencia por nutrientes de especies ajenas a las del estudio (pastos y arvenses), labor que se desarrolló en repetidas ocasiones y/o cuando fue necesario.

2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos en cuanto a capacidad de rebrotes y producción de biomasa del arreglo silvopastoril se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA). El modelo estadístico corresponde a parcelas subsubdivididas con tres factores: especies, alturas de corte y frecuencias de poda, en diseño de bloques completas al azar, el cual se presenta en las tablas 3 y 12.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante la investigación son los siguientes:

3.1 PRODUCCION DE REBROTOS DE ACACIA AMARILLA (*Acacia decurrens willd*), QUILLOTOCTO (*Tecoma stans*) Y SAUCO (*Sambucus peruviana*) CON ALTURA DE CORTE 1.20 Y 1.50 m. Y FRECUENCIA DE PODA 90, 120 Y 150 DÍAS EN EL C.I Obonuco 2001 - 2002.

Mediante la tabulación de los datos obtenidos para rebrotes, bajo las alturas de corte (1.20 y 1.50 m) y frecuencias de poda (90, 120 y 150 días), se procedió a calcular los promedios, que posteriormente se emplearon en el análisis de varianza (ANDEVA), cuyos resultados se presentan en la tabla 6 y anexo A.

CATIE⁵⁰, declara que es una ventaja la producción de rebrotes para utilizarlos en diferentes tareas, ya que estos crecen rápido y ya tienen raíces establecidas.

Tabla 3. ANDEVA para rebrotes de tres especies arbóreas forrajeras en un sistema silvopastoril establecidas en el C.I Obonuco 2.001- 2.002

| Fuente de Variación | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculado | F Tabulado |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|------------------------|
| Bloque | 2 | 118.19 | 59.09 | 2.51 Ns | 6.94 = 95%, 18 = 99% |
| Tratamiento A | 2 | 2600.1 | 13000.05 | 553.19 ** | 6.94 = 95%, 18 = 99% |
| Error A | 4 | 94.03 | 23.5 | | |
| PG | 6 | 26212.32 | | | |
| Subtratamiento B | 1 | 50.46 | 50.46 | 1.48 Ns | 5.99 = 95%, 13.74= 99% |
| AB | 2 | 33.36 | 16.68 | 0.49 Ns | 5.14 = 95%, 10.92 = 9% |
| Error B | 6 | 221.39 | 33.89 | | |
| PM | 12 | 26517.53 | | | |
| Subtratamiento C | 2 | 1989.47 | 994.73 | 77.77 ** | 3.4 = 95%, 5.61 =99% |
| AC | 4 | 1023.54 | 255.88 | 20.00 ** | 2.78 = 95%, 4.22 = 99% |
| BC | 2 | 41.11 | 20.55 | 1.60 Ns | 3.4 = 95%, 5.61 = 99% |
| ABC | 4 | 155.11 | 38.77 | 3.03 * | 2.78 = 95%, 4.22 = 99% |
| Error C | 24 | 307.1 | 12.79 | | |
| Total | 36 | 30033.79 | | | |

⁵⁰ CAMERO, A. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Turrialba, Costa Rica. Vol.2. 1986. p. 229.

Ns: no significativo

* : Diferencia significativa

** : Diferencia altamente significativa.

3.1.1 Producción de rebrotes de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I Obonuco 2001-2002. No existieron diferencias entre bloques, lo cual nos indicó que la toma de datos estuvo bien realizada y por lo tanto hubo homogeneidad entre las repeticiones.

Existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos o especies (A), es decir, hubieron especies que respondieron mejor que otras en el transcurso del ensayo.

No se presentaron diferencias significativas entre los subtratamientos o alturas de corte (B), por lo que el número de rebrotes no es directamente dependiente de las dos alturas de corte empleadas (1.20 y 1.50 m.).

La interacción AB no tiene significancia estadística, por lo tanto podemos afirmar que el número de rebrotes para cada especie no dependió de la altura de corte (1.20 y 1.50 m).

Los subsubtratamientos o frecuencias de poda (C), presentaron diferencias altamente significativas, o sea existió una dependencia directa entre la producción de rebrotes y el tiempo que se destinó entre podas.

La interacción AC presentó diferencias altamente significativas, lo que explica que existió una dependencia directa entre los tratamientos A (especies) y subsubtratamientos C (frecuencias de poda).

No se presentaron diferencias significativas en la interacción BC.

La interacción de tratamientos (A), subtratamientos (B) y subsubtratamientos (C), presentó diferencias significativas.

El coeficiente de variación (C.V) fue de 9.9 lo cual nos indicó que el experimento estuvo bien diseñado.

3.1.2 Pruebas de Tukey en la interacción: tratamientos (A), subtratamientos (B) y subsubtratamientos (C) con respecto al número de rebrotes en el C.I Obonuco 2.001-2.002.

- Para A1 cual BC?

$$\begin{aligned} A1B1C1 &= 110.9 / 3 = 36.96 & A1B1C2 &= 158.1 / 3 = 52.7 \\ A1B1C3 &= 181 / 3 = 60.33 & A1B2C1 &= 130.3 / 3 = 43.43 \\ A1B2C2 &= 134.5 / 3 = 44.83 & A1B2C3 &= 195 / 3 = 65 \end{aligned}$$

Tabla 4. Prueba de Tukey para A1BnCn con respecto al número de rebrotes.

| | A1B2C3 (65) | A1B1C3 (60.3) | A1B1C2 (52.7) | A1B2C2 (44.83) | A1B2C1 (43.4) | A1B1C1 (36.96) |
|-------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| A1B1C1 (36.96) | 28.04 ** | 20.34 ** | 12.74 ** | 4.8 Ns | 3.44 Ns | 0 |
| A1B2C1 (43.4) | 21.6 ** | 16.9 ** | 9.3 Ns | 1.43 Ns | 0 | |
| A1B2C2 (44.83) | 20.17 ** | 15.47 ** | 7.8 Ns | 0 | | |
| A1B1C2 (52.7) | 12.3 ** | 7.6 Ns | 0 | | | |
| A1B1C3 (60.3) | 4.7 Ns | 0 | | | | |
| A1B2C3 (65) | 0 | | | | | |

Ns: No significativo

** : Diferencia altamente significativa

Comparador Tukey 5% = 9.02

Comparador Tukey 1% = 11.99

El tratamiento A1 (acacia), tubo un mejor desempeño bajo la altura de poda B2 (1.50 metros) y el subsubtratamiento C3 (frecuencia de poda 150 días) interacción A1B2C3, esto pudo deberse a que esta especie se adaptó fácilmente a las condiciones del medio y a las prácticas de poda que se le realizaron así como también al tiempo que se dejo transcurrir entre poda y poda, lo cual favoreció la capacidad de regeneración (genética de la especie), viéndose reflejada ésta en el número de rebrotes y lógicamente en la cantidad de biomasa.

Esto coincide con lo expuesto por Criollo et al⁵¹, quienes afirman que la práctica de la primera poda influye positivamente en la renovación de las plantas cuando éstas crecen en medios ecológicos adversos, al tiempo que las condiciones ambientales favorables estimulan el potencial genético del material vegetal reflejado en la producción de ramas.

El efecto de la poda concuerda con Devlin⁵² quien manifiesta que la eliminación de ramas en la primera poda contrarresta la función que la auxina ejerce sobre la dominancia apical en las plantas, dando paso al desarrollo de nuevas ramas a partir de las yemas laterales, fenómeno determinado por las citocininas que emergen de la savia presente en los cortes al momento de efectuarse las podas.

Bernal⁵³, manifiesta que la productividad de las plantas forrajeras depende casi exclusivamente de la fotosíntesis, ya que la intensidad de la luz incrementa la producción de follaje y forraje, dependiendo además de las distancias de siembra, la estación, la altura de corte y pastoreo, la especie, etc.

- Para A2 cual BC?

$$A2B1C1 = 124.6 / 3 = 41.53$$

$$A2B1C3 = 186 / 3 = 62$$

$$A2B2C2 = 157.8 / 3 = 52.6$$

$$A2B1C2 = 139.8 / 3 = 46.6$$

$$A2B2C1 = 130.5 / 3 = 43.5$$

$$A2B2C3 = 199.3 / 3 = 66.43$$

⁵¹ CRIOLLO ET AL. Producción de biomasa con relación a tres distancias de siembra del boton de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) 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. 2.001. p. 48.

⁵² DEVLIN, R. Fisiología vegetal. Barcelona, España: Ed. OMEGA. 1980. p. 78.

⁵³ BERNAL, J. Forrajes para alimentación de bovinos en el trópico. Bogotá: Banco Ganadero. 1.988. p. 18.

Tabla 5. Prueba de Tukey para A2BnCn con respecto al número de rebrotes.

| | A2B2C3 (66.43) | A2B1C3 (62) | A2B2C2 (52.6) | A2B1C2 (46.6) | A2B2C1 (43.5) | A2B1C1 (41.53) |
|-------------------|-------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| A2B1C1 (41.53) | 24.9 ** | 20.37 ** | 11.07 * | 5.07 Ns | 1.97 Ns | 0 |
| A2B2C1 (43.5) | 22.93 ** | 18.5 ** | 9.1 * | 3.1 Ns | 0 | |
| A2B1C2 (46.6) | 19.83 ** | 15.4 ** | 6 Ns | 0 | | |
| A2B2C2 (52.6) | 13.83 ** | 9.4 * | 0 | | | |
| A2B1C3 (62) | 4.43 Ns | 0 | | | | |
| A2B2C3 (66.43) | 0 | | | | | |

Ns: No significativa

*: Diferencia significativa

** : Diferencia altamente significativa

Comparador Tukey 5% = 9.002

Comparador Tukey 1% = 11.99

El tratamiento A2 (quillotcto), tubo un mejor desempeño bajo la altura de corte B2 (1.50 metros) y subtratamiento C3 (frecuencia de poda 150 días) interacción A2B2C3, esta especie reflejó de forma muy parecida lo sucedido con la acacia, posiblemente, la morfología de las plantas forrajeras se cambia al establecer una frecuencia de cortes durante el año; de tal forma que el corte o poda al suprimir la dominancia apical induce una mayor formación de macollas y tallos secundarios, según lo expresado por Bernal⁵⁴.

Por su parte Gómez et al⁵⁵, señala que los árboles cortados a 1 m o mas pueden perder puntos de rebrote, comportándose como árboles cortados a 0.6 m o menos; y asegura que para contrarrestar este efecto, de inhabilitar los puntos de

⁵⁴ BERNAL, J. Pastos y forrajes, producción y manejo. Bogotá: Banco Ganadero, 1.994, p. 45.

⁵⁵ GÓMEZ, M. ET AL. Efecto de la altura de corte sobre la producción de biomasa de nacedero (Trichantera gigantea). CIPAV. Cali, Colombia. Vol.3, N°3. 1.991. p.8.

crecimiento, es conveniente hacer una rotación de los tallos de rebrote, dejando crecer otra rama con sus puntos de crecimientos activos.

CATIE⁵⁶, declara que si la producción de rebrotes de una especie cualquiera, es mucha, se deben cortar algunos para darles oportunidad a los demás.

- Para A3 cual BC?

Para el tratamiento A3 (sauco), se determinó que no existió una relación de dependencia entre el número de rebrotes, las alturas de corte y las frecuencias de poda ya que esta especie, no respondió satisfactoriamente a las practicas silviculturales empleadas, ni tampoco tubo una buena regeneración en el transcurso que hubo entre las diferentes épocas de poda establecidas. Otro factor preponderante que posiblemente influyó sobre la escasa producción de rebrotes del sauco pudo haber sido el sitio en el que estuvo establecido este estudio, ya que sus condiciones ecológicas no eran las mas favorables para el normal desarrollo y crecimiento de esta especie.

En relación a lo anterior, Raven⁵⁷, afirma que las partes aéreas de árboles y arbustos perennes pueden sobrevivir a las condiciones desfavorables del medio, pero normalmente detienen su crecimiento.

Según Criollo et al⁵⁸, lo anterior se debe a la presencia de suelos con alto nivel freático, de textura pesada y a las precipitaciones registradas en la zona, que no fueron las más favorables y dificultaron el establecimiento y la adaptación de esta planta.

- Para B1 cual AC?

$$B1A1C1 = 110.9 / 3 = 36.96$$

$$B1A1C3 = 181 / 3 = 60.33$$

$$B1A2C2 = 139.8 / 3 = 46.6$$

$$B1A3C1 = 13.3 / 3 = 4.43$$

$$B1A3C3 = 14.1 / 3 = 4.7$$

$$B1A1C2 = 158.1 / 3 = 52.7$$

$$B1A2C1 = 124.6 / 3 = 41.53$$

$$B1A2C3 = 186 / 3 = 62$$

$$B1A3C2 = 13.2 / 3 = 4.4$$

⁵⁶ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Op. cit., p. 231.

⁵⁷ RAVEN, P. Biología de las plantas. Barcelona, España: Ed. REVERTE. 1.992. p. 25.

⁵⁸ CRIOLLO ET AL. Op. cit., p.45.

Tabla 7. Prueba de Tukey para B1AnCn con respecto al número de rebrotes.

| | B1A2C3 (62) | B1A2C3 (60.3) | B1A1C2 (52.7) | B1A2C2 (46.6) | B1A2C1 (41.53) | B1A1C1 (36.96) | B1A3C3 (4.7) | B1A3C1 (4.43) | B1A3C2 (4.4) |
|-------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| B1A3C2 (4.4) | 57.6 ** | 55.9 ** | 48.3 ** | 42.2 ** | 37.13 ** | 32.56 ** | 0.3 Ns | 0.03 Ns | 0 |
| B1A3C1 (4.43) | 57.57 ** | 55.87 ** | 48.27 ** | 42.17 ** | 37.1 ** | 32.53 ** | 0.27 Ns | 0 | |
| B1A3C3 (4.7) | 57.3 ** | 55.6 ** | 48 ** | 41.9 ** | 36.8 ** | 32.26 ** | 0 | | |
| B1A1C1 (36.96) | 25.04 ** | 23.34 ** | 15.74 ** | 9.64 Ns | 4.57 Ns | 0 | | | |
| B1A2C1 (41.53) | 20.47 ** | 18.77 ** | 11.17 * | 5.07 Ns | 0 | | | | |
| B1A2C2 (46.6) | 15.4 ** | 13.7 ** | 6.1 Ns | 0 | | | | | |
| B1A1C2 (52.7) | 9.3 Ns | 7.6 Ns | 0 | | | | | | |
| B1A1C3 (60.3) | 1.7 Ns | 0 | | | | | | | |
| B1A2C3 (62) | 0 | | | | | | | | |

Ns: No significativo

* : Diferencia altamente significativa

Comparador Tukey 5% = 9.9

Comparador Tukey 1% = 11.96

Para altura de corte 1.20 m (B1), la mayor producción de rebrotes se presentó con la especie quillotocto (A2) a una frecuencia de poda de 150 días (C3), relación B1A2C3, seguido por la relación B1A1C3 (acacia podada a 150 días).

- Para B2 cual AC?

$$B2A1C1 = 130.3 / 3 = 43.43$$

$$B2A1C3 = 195 / 3 = 65$$

$$B2A1C2 = 134.5 / 3 = 44.83$$

$$B2A2C1 = 130.5 / 3 = 43.5$$

$$B2A2C2 = 157.8 / 3 = 52.6$$

$$B2A2C3 = 199.3 / 3 = 66.43$$

$$B2A3C1 = 17.1 / 3 = 5.7$$

$$B2A3C2 = 14 / 3 = 4.66$$

$$B2A3C3 = 14.7 / 3 = 4.9$$

Tabla 8. Prueba de Tukey para B2AnCn con respecto al número de rebrotes.

| | B2A2C3 (66.43) | B2A1C3 (65) | B2A2C2 (52.6) | B2A1C2 (44.83) | B2A2C1 (43.5) | B2A1C1 (43.43) | B2A3C 1 (5.7) | B2A3C3 (4.9) | B2A3C 2 (4.66) |
|-------------------|-------------------|----------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| B2A3C2 (4.66) | 61.77 ** | 60.34 ** | 47.94 ** | 40.17 ** | 38.84 ** | 38.74 ** | 1.04 Ns | 0.24 Ns | 0 |
| B2A3C3 (4.9) | 61.53 ** | 60.1 ** | 47.7 ** | 39.93 ** | 38.6 ** | 38.5 ** | 0.8 Ns | 0 | |
| B2A3C1 (5.7) | 60.73 ** | 59.3 ** | 46.9 ** | 39.13 ** | 37.8 ** | 37.7 ** | 0 | | |
| B2A1C1 (43.43) | 23.03 ** | 21.6 ** | 9.2 Ns | 1.43 Ns | 0.1 Ns | 0 | | | |
| B2A2C1 (43.5) | 22.93 ** | 21.5 ** | 9.1 Ns | 1.33 Ns | 0 | | | | |
| B2A1C2 (44.83) | 21.6 ** | 20.17 ** | 7.7 Ns | 0 | | | | | |
| B2A2C2 (52.6) | 13.83 ** | 12.4 ** | 0 | | | | | | |
| B2A1C3 (65) | 1.43 Ns | 0 | | | | | | | |
| B2A2C3 (66.43) | 0 | | | | | | | | |

Ns: No significativo

** : Diferencia altamente significativa

Comparador Tukey 5% = 9.9

Comparador Tukey 1% = 11.96

Para la altura de corte 1.50 m (B2), la mayor cantidad de rebrotes se presentó con la especie quillotocto (A2), bajo una frecuencia de poda de 150 días (C3), relación B2A2C3; seguida por B2A1C3 (acacia podada a 150 días). Sauco por su parte no fue significativo para de las alturas de corte empleadas en este ensayo.

Lo anterior concuerda con lo expuesto por Francisco et al⁵⁹, quienes evaluaron la producción de rebrotes y por lo tanto de biomasa al someter a la leucaena (*Leucaena leucocephala*) y a la acacia (*Acacia lebbbeck*) a tres diferentes alturas de corte de (40, 100 y 150 cm), obteniéndose las mayores producciones bajo la altura de corte 150 cm con 6750 y 5300 Kg/Ms/ha/dos cortes respectivamente.

- Para C1 cual AB?

C1A1B1 = 110.9 / 3 = 36.96
 C1A2B1 = 124.6 / 3 = 41.53
 C1A3B1 = 13.5 / 3 = 4.43

C1A1B2 = 130.3 / 3 = 43.43
 C1A2B2 = 130.5 / 3 = 43.5
 C1A3B2 = 17.1 / 3 = 5.7

Tabla 9. Prueba de Tukey para C1AnBn con respecto al número de rebrotes.

| | C1A2B2 (43.5) | C1A1B2 (43.4) | C1A2B1 (41.53) | C1A1B1 (36.96) | C1A3B2 (5.7) | C1A3B1 (4.3) |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| C1A3B1 (4.3) | 39.07 ** | 38.97 ** | 37.1 ** | 32.53 ** | 1.27 Ns | 0 |
| C1A3B2 (5.7) | 37.8 ** | 37.7 ** | 35.83 ** | 31.26 ** | 0 | |
| C1A1B1 (36.96) | 6.54 Ns | 6.44 Ns | 4.57 Ns | 0 | | |
| C1A2B1 (41.53) | 1.97 Ns | 1.87 Ns | 0 | | | |
| C1A1B2 (43.4) | 0.1 Ns | 0 | | | | |
| C1A2B2 (43.5) | 0 | | | | | |

Ns: No significativo

** : Diferencia altamente significativa

Comparador Tukey 5% = 9.002

Comparador Tukey 1% = 11.99

Para la frecuencia de poda 90 días (C1), la mayor producción de rebrotes se obtuvo con el quillotocto (A2) a una altura de corte de 150 metros (B2); relación C1A2B2.

⁵⁹ FRANCISCO, ET AL. Op. cit., p.46.

- Para C2 cual AB?

$$C2A1B1 = 158.1 / 3 = 52.7$$

$$C2A2B1 = 139.8 / 3 = 46.6$$

$$C2A3B1 = 13.2 / 3 = 4.4$$

$$C2A1B2 = 134.5 / 3 = 44.83$$

$$C2A2B2 = 157.8 / 3 = 52.6$$

$$C2A3B2 = 14 / 3 = 4.66$$

Tabla 10. Prueba de Tukey para C2AnBn con respecto al número de rebrotes.

| | C2A1B1 (52.7) | C2A2B2 (52.6) | C2A2B1 (46.6) | C2A1B2 (44.83) | C2A3B2 (4.66) | C2A3B1 (4.4) |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| C2A3B1 (4.4) | 48.3 ** | 48.2 ** | 42.2 ** | 40.43 ** | 0.26 Ns | 0 |
| C2A3B2 (4.66) | 48.04 ** | 47.94 ** | 41.94 ** | 40.17 ** | 0 | |
| C2A1B2 (44.83) | 7.87 Ns | 7.77 Ns | 1.77 Ns | 0 | | |
| C2A2B1 (46.6) | 6.1 Ns | 6 Ns | 0 | | | |
| C2A2B2 (52.6) | 0.1 Ns | 0 | | | | |
| C2A1B1 (52.7) | 0 | | | | | |

Ns : No significativo

** : Diferencia altamente significativa

Comparador Tukey 5% = 9.002

Comparador Tukey 1% = 11.99

Para la frecuencia de poda 120 días (C2), la mayor producción de rebrotes se obtuvo con la especie acacia amarilla (A1) bajo una altura de corte de 1.20 metros (B2); relación C2A1B2.

Lo anterior concuerda con Romero et al⁶⁰, quien al evaluar la producción de rebrotes en cercas vivas de poro y madero negro en un año con podas realizadas cada 120 días (tres podas al año), se produjeron 3500 a 6000 kg/Ms/ha/año.

- Para C3 cual AB?

$$C3A1B1 = 181 / 3 = 60.3$$

$$C3A1B2 = 195 / 3 = 65$$

⁶⁰ ROMERO, T. ET AL. Op. cit., p.207.

$$C3A2B1 = 186 / 3 = 62$$

$$C3A3B1 = 14.1 / 3 = 4.7$$

$$C3A2B2 = 199.3 / 3 = 66.43$$

$$C3A3B2 = 14.7 / 3 = 4.9$$

Tabla 11. Prueba de Tukey para C3AnBn con respecto al número de rebrotes.

| | C3A2B2 (66.43) | C3A1B2 (65) | C3A2B1 (62) | C3A1B1 (60.3) | C3A3B2 (4.9) | C3A3B1 (4.7) |
|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| C3A3B1 (4.7) | 61.73 ** | 60.3 ** | 57.3 ** | 55.6 ** | 0.2 Ns | 0 |
| C3A3B2 (4.9) | 61.53 ** | 60.1 ** | 57.1 ** | 55.4** | 0 | |
| C3A1B1 (60.3) | 6.13 Ns | 4.7 ** | 4.7 Ns | 0 | | |
| C3A2B1 (62) | 4.43 Ns | 3 Ns | 0 | | | |
| C3A1B2 (65) | 1.43 Ns | 0 | | | | |
| C3A2B2 (66.43) | 0 | | | | | |

Ns : No significativo

** : Diferencia altamente significativa

Comparador Tukey 5% = 9.002

Comparador Tukey 1% = 11.99

Para la frecuencia de poda 150 días (C3), la mayor producción de rebrotes se la obtuvo con la especie quillotocto (A2) bajo una altura de corte de 1.50 metros (B2); relación C3A2B2.

Teniendo en cuenta los resultados de la variable evaluada anteriormente se puede destacar que: no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos A2 (quillotocto) y el tratamiento A1 (acacia) en relación a la producción de rebrotes con respecto a las alturas de corte (1.20 y 1.50 metros) y a las frecuencias de poda (90, 120 y 150 días); aunque existió una muy pequeña diferencia con el quillotocto quien fue el de mayor y mejor respuesta en cuanto a la valoración de esta factor. Estos presentaron a su vez diferencias altamente significativas al compararlos con el tratamiento A3 (sauco) con las dos alturas de corte y a las tres frecuencias de poda empleadas, quien no alcanzó los resultados esperados; esto comprometido posiblemente a las condiciones en que se hallaba la especie, así como al contexto edafoclimatico en el que se desarrolló este ensayo.

CATIE⁶¹, asevera que se debe planificar la operación de cortar los árboles, haciéndolo al inicio del invierno para que los brotes puedan aprovechar toda la lluvia del invierno para tomar fuerza. Al cortar los árboles hay que hacer un corte inclinado y bien limpio, esto evita que el agua de la lluvia se estanque en el tronco y este se pudra.

Al respecto, Garcidueñas⁶², manifiesta que el crecimiento integral de una planta tiene sus propias leyes y sus reguladores hormonales, pero también es una expresión de la filosofía general del individuo, por lo que el crecimiento normal sólo 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.

3.2 VALOR NUTRICIONAL DE TRES ESPECIES ARBOREAS FORRAJERAS EN EL C.I Obonuco 2.001-2.002

Se realizaron dos análisis bromatológicos a cada especie, con excepción del sauco, debido a que esta no respondió satisfactoriamente a la poda de formación; esto con el fin de determinar el potencial nutricional y especialmente el contenido de materia seca y de proteína cruda. Los análisis se llevaron a cabo en los laboratorios de bromatología de la Universidad de Nariño, cuyos resultados se registran en los análisis bromatológicos, anexos C.

3.2.1 Contenido de nutrientes. Los contenidos de nutrientes se discriminaron para cada especie.

- **Contenido de nutrientes de acacia amarilla (*Acacia decurrens willd*).** Según los resultados del cuadro de análisis bromatológico de acacia amarilla (*Acacia decurrens willd*), se encontró que el porcentaje de materia seca varió del primer análisis realizado en el mes de febrero de 2002 (poda a 150 días), al segundo realizado en junio del mismo año (poda 90 días), desde 44.48 a 37.12% y la proteína cruda osciló entre 20.79 a 25.45%, lo que puede dar una idea de que las frecuencias de poda y en cierto modo el factor temperatura influyeron en dichos porcentajes.

- **Contenido de nutrientes de quillotocto (*Tecoma stans*).** Respecto al contenido de nutrientes de quillotocto (*Tecoma stans*), se observó que el porcentaje de materia seca fluctuó del primer análisis al segundo (realizados en

⁶¹ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Op. cit., p. 230.

⁶² GARCIDUEÑAS, M. Fisiología vegetal aplicada. México: Mc Graw Hill. 1993. p. 114.

las mismas épocas que los anteriores) desde 28.05 a 18.39% y la proteína cruda entre 14.79 a 18.17%, esto corrobora aun más que las frecuencias de poda y los factores climáticos influyeron en la producción de materia seca y proteína cruda. (Ver anexo D).

- **Contenido de nutrientes de sauco (*Sambucus peruviana*).** Debido a que esta especie no respondió satisfactoriamente a la poda de formación y a los subtratamientos y subsubtratamientos de este ensayo, no fue posible la toma del mismo número de análisis que se les practicó a las otras especies; por lo cual solo se logró realizar un análisis químico proximal (A. Q. P), ya que la cantidad mínima necesaria de biomasa para este tipo de análisis es de 300 gr, (comunicación personal Sandra Espinosa, funcionaria laboratorio de bromatología UDENAR), este análisis se llevo a cabo en el mes de junio (poda a 90 días), el cual reportó un porcentaje de materia seca de 19.71% y de proteína cruda de 10.89%.

Según Medrano⁶³, en su trabajo denominado “evaluación del valor nutritivo y uso en dietas para rumiantes del follaje de árboles utilizables en sistemas silvopastoriles en el trópico de altura”, la acacia obtuvo un contenido de materia seca de 40.1%, el quillotocto de 29% y el sauco de 16%; comparando estos resultados con los del presente ensayo, se pudo concluir que el porcentaje de materia seca de acacia se encontró en un rango aceptable e inclusive el primer análisis realizado arrojó un resultado mayor; quillotocto presentó promedios menores en ambos análisis y por su parte sauco reportó un porcentaje mayor, aunque no muy considerable.

Los contenidos de proteína cruda de acacia y quillotocto se encuentran dentro del rango reportado por Gálvez (1998, 57), para hojas de 11 especies de árboles y arbustos (14.23–30.87%) evaluadas en el clima medio de la región Andina del departamento de Nariño, como potencial forrajero en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en Matituy. El sauco por presentar un porcentaje inferior al reportado por este autor, no se podría registrar como una especie con potencial forrajero.

Si comparamos los contenidos de proteína cruda de acacia, quillotocto y sauco obtenidos en este estudio con los reportados por Jaramillo et al, (2000,45-47) en su trabajo realizado en el trópico alto de Nariño, quienes obtuvieron un porcentaje de materia seca de sauco de 23.8%, de quillotocto 13.1% y de acacia 17.8%, podría considerarse que los contenidos de proteína de acacia y quillotocto se encuentran en un rango mediano dentro de las especies forrajeras utilizadas para alimentación de rumiantes y monogástricos, de acuerdo a la clasificación propuesta por Vargas (1994, 137); por su parte el porcentaje de proteína cruda de

⁶³ MEDRANO, J. Evaluación del valor nutritivo y uso en dietas para rumiantes del follaje de árboles utilizables en sistemas silvopastoriles en el trópico de altura. CORPOICA. Pasto, Colombia. 1.999. p. 28.

sauco, es inferior al reportado por Jaramillo y a su vez, no se encuentra dentro de los rangos mínimos planteados por Vargas para considerarse como especie forrajera.

(Rodríguez et al 1997, 48), obtuvieron los siguientes porcentajes de proteína cruda en el transcurso de su estudio, así: acacia 17.75%, quillotocto 14.63% y sauco 24.52%. Comparando estos resultados con los reportados en este estudio, se puede deducir que la producción de proteína de acacia y quillotocto aumentaron de manera considerable, por su parte, sauco sufrió un desmedido descenso en cuanto a su producción.

La mayor concentración de proteína cruda la presentó la acacia amarilla (***Acacia decurrens willd***), en la poda realizada en el mes de mayo (frecuencia de poda 90 días), lo que pudo estar relacionado con la capacidad de fijar nitrógeno.

Según Añazco (1996, 43), la presencia de árboles fijadores de nitrógeno en sistemas silvopastoriles influye positivamente sobre las pasturas, en especial el aporte de nitrógeno que se hace al suelo tiene repercusiones valiosas en la calidad de los forrajes y consecuentemente, en el animal que los consume de acuerdo a sus parámetros de respuesta.

De acuerdo con el trabajo de Londoño et al (2001, 4), quienes realizaron un ensayo para evaluar la sustitución de concentrado comercial por hojas frescas de acacia amarilla (***Acacia decurrens willd***) en el levante de terneras de reemplazo para lechería, la calidad nutricional de las hojas de acacia obtuvo un contenido de proteína cruda de 14.8% que en comparación con el porcentaje del presente estudio fue moderado, debido a que este presentó un rango mayor en las dos épocas en que se les practicó los análisis; esto demuestra aun más que la acacia presenta un adecuado nivel energético.

De acuerdo con estos resultados podemos concluir que: la mayor producción de proteína se la obtuvo con la acacia (25.45%), seguida por el quillotocto (18.17%) y posteriormente el sauco (10.89%) con una frecuencia de poda a 90 días (junio 2002) y precipitación de 63.9 mm/mes.

3.2.2 Contenido de minerales. Según Van Soest et al⁶⁴ (1990, 42), la determinación de cenizas tiene como objetivos determinar el contenido de materia orgánica y el preparar la muestra para la extracción de minerales y otros compuestos inorgánicos.

⁶⁴ VAN SOEST, ET AL. Recomendaciones sobre manejo y análisis químico. Nutrición de rumiantes, guía metodológica. 1.990. p. 42.

- **Contenido de minerales de acacia amarilla (*Acacia decurrens willd*)**. Los valores de calcio en acacia amarilla (*Acacia decurrens willd*) fluctuaron entre 0.43% (frecuencia de poda 150 días) a 0.41% (frecuencia de poda 90 días), considerándose altos al ser comparados con el contenido por la acacia (0.27%) en el trabajo de evaluación de cinco especies para alimentación de rumiantes en el trópico de altura del departamento de Nariño reportados por Jaramillo et al⁶⁵.

Los valores de calcio y fósforo presentados en este análisis, se encuentran dentro de los rangos alcanzados por Rodríguez et al⁶⁶, quienes reportan las siguientes producciones: calcio 0.42% y fósforo 0.22%.

Los contenidos de fósforo variaron entre 0.21% (primer análisis) a 0.23% (análisis final), lo que significa que se encuentran dentro del rango reportado por estos mismos autores (47) para hojas de las cinco especies antes mencionadas (0.13-1.67%). En relación al magnesio, si examinamos el análisis inicial (0.19%), con el final (0.18%), podemos observar que estos no tuvieron una marcada diferencia en cuanto a sus porcentajes.

- **Contenido de minerales de quillotocto (*Tecoma stans*)**. En esta especie el calcio obtuvo unos valores que oscilaron entre 0.93% (frecuencia de poda 150 días) y 0.75% (frecuencia de poda 90 días), de lo que podemos deducir, que los factores edafoclimáticos presentados en esta zona, pudieron influir en el contenido de minerales.

Si confrontamos estos resultados con los obtenidos por Jaramillo et al, (2000, 65), quienes estudiaron el contenido de calcio de esta especie en una zona similar a la del presente trabajo (1.07%), podemos notar que este último porcentaje es superior al registrado en este documento.

Contrastando el contenido de calcio de quillotocto (*Tecoma stans*) con el presentado por Criollo et al⁶⁷, quienes también evaluaron el contenido de calcio, pero en botón de oro (*Tithonia diversifolia*), el cual obtuvo un promedio que varió entre 2.58-4.46%, se podría diferenciar claramente que la especie botón de oro en cuanto a este mineral se refiere, es muy superior a la mostrada por el quillotocto en el presente ensayo.

Rodríguez et al⁶⁸, reportan niveles de calcio y fósforo muy llamativos, 1.07% y 0.34% respectivamente, si comparamos estos resultados con los obtenidos en

⁶⁵ JARAMILLO, W. ET AL. Op. cit., p. 47.

⁶⁶ RODRÍGUEZ, P. ET AL. Op. cit., p. 51.

⁶⁷ CRIOLLO ET AL. Op. cit., p. 135.

⁶⁸ RODRÍGUEZ, P. ET AL. Op. cit. p. 51.

este estudio, se puede destacar que los valores presentados en esta investigación se encuentran en un rango bajo.

Los contenidos de fósforo de ésta especie fueron los siguientes: 0.28% (frecuencia de poda 150 días) y 0.17% (frecuencia de poda 90 días), estos se hallan entre los niveles alcanzados por Jaramillo et al⁶⁹, para hojas de las cinco especies con las cuales se realizó su estudio (0.13-1.67%). Sin embargo, estos contenidos se consideran altos comparados con otras especies usadas comúnmente en agroforestería, tal como hojas de (*Gliricidia sepium*) 0.17-0.22% y 0.37% en hojas de (*Trichanthera gigantea*), especies de amplio uso en la alimentación de rumiantes en Colombia.

El magnesio no sufrió cambios en sus porcentajes, ya que sus promedios tanto en el análisis inicial como en el final se mantuvieron constantes (0.21%).

- **Contenido de minerales de sauco (*Sambucus peruviana*).** El sauco ostentó un porcentaje de calcio de 0.82%, lo que quiere decir que esta especie posee una concentración de este mineral mayor que el presentado por acacia (*Acacia decurrens willd*) y quillotocto (*Tecoma stans*), pero con la diferencia de que sauco no tuvo ni la capacidad de recuperación ni la cantidad de rebrotes y biomasa presentada por las especies antes mencionadas.

El fósforo presentó un promedio de 0.17% que en comparación con las otras dos variedades en estudio es el valor mas bajo, pero si nos referimos al magnesio, sauco exhibió un valor mas alto que el presentado por acacia (*Acacia decurrens willd*) y quillotocto (*Tecoma stans*). Contrastando los valores de calcio y fósforo de este estudio con los presentados para la misma especie por Medrano (1999, 36) quien reporta unos porcentajes de 0.91% (calcio) y 1.67% (fósforo), podemos asegurar que estos últimos son superiores. Pero si nos referimos al magnesio el promedio mostrado por este mismo autor (37), es inferior al de este ensayo (0.78%), aunque no de manera muy considerable.

Rodríguez et al⁷⁰1997, 51, obtuvo unos contenidos aceptables de calcio (0.91%) y fósforo (1.67%), que al ser comparados con los valores reportados en este ensayo, son superiores, reflejándose una mayor y muy marcada diferencia en el contenido de fósforo.

Medrano⁷¹, observó en su ensayo, que los niveles de proteína cruda, de los suplementos (quillotocto, sauco y acacia), fluctuaron entre 18.7 % y 20.7 %, el

⁶⁹ JARAMILLO, W. ET AL. Op. cit., p. 65.

⁷⁰ RODRÍGUEZ, P. ET AL. Op. cit., p. 51.

⁷¹ MEDARNO, J. Op. cit., p. 40.

mismo autor (41), asegura que en relación con la producción de proteína cruda se observó que el Sauco, con intervalos de corte cada 3 meses produce los mayores rendimientos, con una producción de 300 kg/ha/año.

En este estudio y con la misma frecuencia de poda, los resultados no fueron los esperados ni aproximados a los citados por Medrano; esto pudo deberse a que la especie se encontraba demasiado lignificada y tenía un tiempo de senectud avanzado, y en cierta forma esto fue ayudado por los factores climáticos.

De acuerdo con estos resultados podemos concluir que: la mayor producción de calcio se la obtuvo con el quillotocto (0.93%), con una frecuencia de poda de 150 días (febrero 2002) y una precipitación de 36.6 mm/mes; seguida por el sauco (0.82% de calcio) con una frecuencia de poda de 90 días (junio de 2002) y posteriormente la acacia (0.43%) con la misma frecuencia de poda que el quillotocto. En cuanto al fósforo la mayor concentración la obtuvo el quillotocto (0.41%) con una frecuencia de poda a 90 días (junio 2002) y precipitación de 63.9 mm/mes; seguida por acacia (0.23%) y posteriormente sauco (0.17%) con las mismas fechas de poda.

3.3 PRODUCCION DE BIOMASA DE ACACIA AMARILLA (*Acacia decurrens willd*), QUILLOTOCTO (*Tecoma stans*) Y SAUCO (*Sambucus peruviana*) CON ALTURA DE CORTE 1.20 Y 1.50 m Y FRECUENCIA DE PODA 90, 120 Y 150 DÍAS EN EL C.I Obonuco 2001-2002.

3.3.1 Relación entre la producción de biomasa (gr/planta) con factores climáticos (precipitación) en el C.I Obonuco 2001-2002. Se define precipitación como el total de agua en milímetros promedio que cae en forma de lluvia y es un factor muy importante en el desarrollo de la vegetación.

Al respecto Hernández⁷², manifiesta que un aspecto importante, en sitios con un tipo bimodal de precipitación, es la evaluación de técnicas de poda que permitan la producción de biomasa durante el verano. Para ello se ha investigado sobre el efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la producción de biomasa en el período de sequía, afirma que se provocan rendimientos elevados y crecientes de biomasa durante los meses de menor precipitación en el verano.

Gómez et al ⁷³, declara que el agua es un factor importante en la producción de biomasa, ya que se observa que cuando las plantas se cosechan y la humedad es

⁷² HERNÁNDEZ, M. Efecto de las podas al final de la época lluviosa en cercos vivos de piñón cubano (*Gliricidia sepium*) sobre la producción y calidad nutritiva de la biomasa en la época seca. Tesis Mag.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1.988. p. 42.

⁷³ GÓMEZ, M. ET AL. Op. cit. p. 10.

limitante, el rebrote es lento. De otro lado, cuando el corte coincide con el inicio de las lluvias, la planta recupera su follaje con mayor rapidez y exuberancia.

Tabla 12. ANDEVA para producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en un sistema silvopastoril establecidas en el C.I Obonuco 2.001-2002.

| Fuente de Variación | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculado | F Tabulado |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|---------------------------|
| Bloque | 2 | 84.376.25 | 42.188.12 | 2.29 Ns | 6.94 = 95% 18 = 99% |
| Tratamiento A | 2 | 9.725.006.03 | 4.862.503.01 | 264.09 ** | 6.94 = 95% 18 = 99% |
| Error A | 4 | 73.648.53 | 18.412.13 | | |
| PG | 6 | 9.882.976.81 | | | |
| Subtratamiento B | 1 | 6.578.07 | 6.578.07 | 0.51 Ns | 5.99 = 95% 13.74 = 99% |
| AB | 2 | 28.450.04 | 14.225.02 | 1.12 Ns | 5.14 = 95% 10.92 = 99% |
| Error B | 6 | 76.006.22 | 12.667.7 | | |
| PM | 12 | 9.994.011.14 | | | |
| Subtratamiento C | 2 | 1.349.359.36 | 674.679.68 | 47.47 ** | 3.4 = 95% 5.61 = 99% |
| AC | 4 | 669.422.09 | 167.355.52 | 11.77 ** | 2.78 = 95% 4.22 = 99% |
| BC | 2 | 141.522.9 | 70.761.45 | 4.97 * | 3.4 = 95% 5.61 = 99% |
| ABC | 4 | 84.392.3 | 21.098.07 | 1.48 Ns | 2.78 = 95% 4.22 = 99% |
| Error C | 24 | 341.079.69 | 14.211.65 | | |
| Total | 36 | 12.579.787.4 | | | |

Fuente: Autores

Ns: no significativo

* : Diferencia significativa

** : Diferencia altamente significativa.

3.3.2 Producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I. Obonuco 2001-2002. Como indica la tabla 11, existió homogeneidad entre las repeticiones y por lo tanto no se presentó mucha variabilidad en la información.

No se presentaron diferencias significativas en las alturas de corte (Subtratamiento B) 1.20 y 1.50 m, por lo que la producción de biomasa no presentó variación al realizar el corte a cualquiera de estas dos alturas.

Las interacciones entre tratamientos (especies vegetales A) y subtratamientos (alturas de corte B), no es significativa, debido a esto no existió dependencia entre especies y alturas de corte.

Caso contrario ocurre con las observaciones realizadas por Ríos (1995,120), quien asegura haber una tendencia de las plantas a guardar un equilibrio entre sus diferentes componentes; de tal manera que a mayor altura se permite el desarrollo de una mayor cantidad de yemas foliares.

Por su parte Gómez et al⁷⁴, ostenta que los intervalos de corte no pueden establecerse como una regla rígida sino que deben ajustarse a las condiciones climáticas de cada región.

Se presentaron diferencias altamente significativas al realizar la aplicación del subsubtratamiento C (frecuencias de poda 90, 120 y 150 días), por lo tanto, la producción de biomasa es dependiente de estos factores.

La relación entre tratamiento A (especies) y subsubtratamiento C (frecuencias de poda) presentó dependencia; por lo que hubo diferencias altamente significativas, de esta forma las especies se ven afectadas de manera positiva en la producción de biomasa al aumentar el tiempo de poda.

Las interacciones entre Subtratamiento B (alturas de corte) y subsubtratamiento C (frecuencias de poda), presentaron diferencias significativas; o sea existió alguna dependencia al realizar la aplicación de estos dos tratamientos.

La interacción entre tratamiento (A), Subtratamiento (B) y subsubtratamiento(C); o sea ABC, no fue estadísticamente significativa.

El coeficiente de variación (C.V) fue de 18.61 lo cual nos indicó que el experimento estuvo bien diseñado.

⁷⁴ Ibid., p. 10.

- **Prueba de TUKEY para tratamientos con respecto a la producción de biomasa en el C.I. Obonuco 2001-2002.** Esta prueba nos permitió conocer cuales fueron los tratamientos que mejores rendimientos obtuvieron en el transcurso del ensayo, tabla 12.

Tabla 13. Prueba de Tukey para la producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I. Obonuco 2001-2002.

| Tratamiento | A1 (940.94) | A2 (936.16) | A3 (38.33) |
|-------------|-------------|-------------|------------|
| A3 (38.33) | 902.61 ** | 897.83 ** | 0 |
| A2 (936.16) | 4.78 Ns | 0 | |
| A1 (940.94) | 0 | | |

Ns: no significativo

** : Diferencia altamente significativa

Comparador de Tukey 5% = 159.9

Comparador de Tukey 1% = 258.39

No existieron diferencias significativas entre los tratamientos A1 y A2 (acacia y quillotoco), es decir la producción de biomasa para estas especies, es similar. Con respecto al tratamiento A3 (sauco), se observaron diferencias altamente significativas que indican que el desempeño de esta especie estuvo por debajo de lo observado para las dos especies anteriormente nombradas.

Los tratamientos A1 y A2, tuvieron mayor producción de biomasa que el tratamiento A3, siendo A1 el de mayor producción aunque no de manera muy significativa.

- **Prueba de TUKEY en la interacción AC con respecto a la producción de biomasa en el C.I. Obonuco 2001-2002.** La interacción AC (tratamientos por subtratamientos), es la que determinó el comportamiento de las especies en cuanto a producción de biomasa, debido a que el factor B (subtratamientos), no influyó de manera significativa en esta variable, tablas 14,15 y 16.

Al respecto Gómez⁷⁵, manifiesta que la proporción de biomasa obtenida durante el primer corte en los árboles y arbustos forrajeros está representada en forma de leña, debido a la lignificación de la planta en el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la realización del primer corte. Además existe un proceso de adaptación del árbol a su nicho ecológico.

⁷⁵ Ibid., p. 30.

Tabla 14. Prueba de Tukey para A1Cn con respecto a la producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I. Obonuco 2001-2002.

| A1C | A1C3 (1241.66) | A1C2 (862.66) | A1C1 (718.5) |
|----------------|----------------|---------------|--------------|
| A1C1 (718.5) | 523.16 ** | 144.16 Ns | 0 |
| A1C2 (862.66) | 379 ** | 0 | |
| A1C3 (1241.66) | 0 | | |

Ns: no significativo

** : Diferencia altamente significativa

Comparador de Tukey 5% = 171.76

Comparador de Tukey 1% = 220.91

El tratamiento A1 representado por acacia, bajo tres diferentes frecuencias de poda (subsubtratamiento C), presentó un mejor desempeño bajo la frecuencia de poda C3; o sea poda a los 150 días.

Tabla 15. Prueba de Tukey para A2Cn con respecto a la producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I. Obonuco 2001-2002.

| A2C | A2C3 (1290) | A2C2 (793.33) | A2C1 (725.16) |
|---------------|-------------|---------------|---------------|
| A2C1 (725.16) | 564.84 ** | 68.17 Ns | 0 |
| A2C2 (793.33) | 496.67 ** | 0 | |
| A2C3 (1290) | 0 | | |

Ns: no significativo

** : Diferencia altamente significativa

Comparador de Tukey 5% = 171.76

Comparador de Tukey 1% = 220.91

La frecuencia que mejor respuesta obtuvo en cuanto a la producción de biomasa fue A2C3 (quillotocto podada a los 150 días).

Tabla 16. Prueba de Tukey para A3Cn con respecto a la producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en el C.I. Obonuco 2001-2002.

| | | | |
|--------------|--------------|-------------|--------------|
| A3C | A3C3 (42.83) | A3C2 (37.5) | A3C1 (34.66) |
| A3C1 (34.66) | 8.17 Ns | 2.84 Ns | 0 |
| A3C2 (37.5) | 5.33 Ns | 0 | |
| A3C1 (42.83) | 0 | | |

Ns: No significativo

Comparador de Tukey 5% = 171.76

Comparador de Tukey 1% = 220.91

No se presentaron diferencias estadísticas en ninguna de las tres interacciones; lo que quiere decir que el desempeño del tratamiento A3 (sauco), en relación a la producción de biomasa no se vio afectado significativamente por las frecuencias de poda.

3.3.3 Producción anual de biomasa de acacia amarilla, quillotocto y sauco en el C.I. Obonuco 2001-2002. El promedio de follaje verde en kg/ha/año y ton/ha/año para cada especie se calculó a partir de los pesos promedios reportados por cada una de estas bajo las alturas y frecuencias de poda establecidas para este estudio. (Ver tabla 17).

Tabla 17. Producción de follaje verde y materia seca de tres especies arbóreas forrajeras establecidas en un sistema silvopastoril en el C.I. Obonuco 2001-2002.

| Especie | Frecuencia de poda | Numero de cortes / año | Promedio Kg. Fv / planta / año | Toneladas Fv / Ha / año | Toneladas Ms / Ha / año |
|-------------|--------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 90 días | 4 | 0.717 | 2389 | 0.972 |
| Acacia | 120 días | 3 | 0.862 | 2875 | 1.173 |
| | 150 días | 2 | 1.241 | 4136 | 1.68 |
| | 90 días | 4 | 0.725 | 2416 | 0.560 |
| Quillotocto | 120 días | 3 | 0.793 | 2643 | 0.613 |
| | 150 días | 2 | 1.290 | 4299 | 0.997 |
| | 90 días | 4 | 0.034 | 0.115 | 0.022 |
| Sauco | 120 días | 3 | 0.035 | 0.116 | 0.022 |
| | 150 días | 2 | 0.042 | 0.139 | 0.027 |

De acuerdo con la tabla 16, la acacia (***Acacia decurrens willd***), con poda cada 3 meses (90 días) obtuvo una producción de follaje verde (Fv) de 0.717 Kg./planta/año, su rendimiento por Hectárea se estima en 2389 ton/ha/año (0.972 ton/Ms/ha/año). Podado cada 4 meses (120 días) el Fv registro 0.862 Kg./planta/año, con lo que se relacionó una producción de 2875 ton/ha/año (1.173 ton/Ms/ha/año), y con poda cada 5 meses (150 días), se obtuvo 1241 Kg. Fv/planta/año, lo que indicó que su rendimiento en un año fue de 4136 ton/ha/año (1.68 ton/Ms/ha/año).

Según Medrano⁷⁶, la acacia (***Acacia decurrens willd***) con podas cada 3 meses (4 cortes/año), obtuvo una producción de follaje verde de 0.193 Kg/árbol, y podada a los 6 meses (2 cortes/año) de 0.353 Kg/árbol. Los rendimientos por hectárea/año con podas cada 3 meses se estiman en 2547 Kg de follaje verde (892 Kg Ms/ha/año) y con cortes cada 6 meses de 2329 Kg de follaje verde (816 Kg Ms/ha/año).

En este ensayo el quillotocto (***Tecoma stans***), con una frecuencia de poda de 90 días registró una producción de Fv de 0.725 Kg/árbol/año, con lo que se estima una producción de 2416 ton/ha/año (0.560 ton/Ms/ha/año), pero al ser podada 4 veces al año el Fv por planta en Kg/año fue de 0.793 de lo que se estima una producción de 2643 ton/ha/año (0.613 Ton Ms/ha/año). Finalmente con podas cada 5 meses la producción de Fv en Kg./árbol/ha/año fue de 1290 con lo que se considera una producción de 4299 ton/ha/año (0.997 ton/ha/año).

Por otro lado, sauco (***Sambucus peruviana***), con una frecuencia de poda de 90 días obtuvo una producción de Fv de 0.034 Kg/árbol/ha/año, con lo que se aprecia una producción de 0.115 ton/ha/año (0.022 ton/Ms/ha/año); de otro modo los rendimientos de Fv de esta especie podada a 120 días fue de 0.035 Kg/árbol/ha/año, de lo que estima un registro de 0.116 ton/ha/año (0.022 ton Ms/ha/año); y con podas cada 5 meses el valor de Fv fue de 0.042 Kg./árbol/ha/año, con lo que se considera una producción de 0.139 ton/ha/año (0.027 ton/Ms/ha/año).

De acuerdo con Medrano⁷⁷, sauco (***Sambucus peruviana***), con una frecuencia de poda realizada cada 3 (4 cortes/año) y 6 meses (2 cortes/año), obtiene una producción de follaje verde por árbol de 0.769 y 1052 Kg respectivamente, los rendimientos por ha/año con los mismos intervalos de corte se estimaron en 1051 kg de Fv (1429 Kg/Ms/ha/año) y 6943 Kg de Fv (977 Kg/Ms/ha/año) respectivamente; lo que nos indicó que los resultados obtenidos por Medrano fueron superiores a los del presente estudio.

⁷⁶ MEDRANO, J. Op. cit. p. 39.

⁷⁷ Ibid., p. 46.

Posiblemente, la producción anual de follaje verde por planta se ve afectada por la baja producción obtenida durante el primer corte, como respuesta al proceso de adaptación de la especie forrajera.

Hasta el momento la producción de biomasa del sauco en el sistema silvopastoril, es afectada sobre el rendimiento del arbusto, por las condiciones de estrés en campo en que creció la especie, ya que estas no permitieron desarrollar su potencial genético.

Lo anterior concuerda con Devlin⁷⁸, quien manifiesta que el potencial productivo de las plantas forrajeras depende de su constitución genética, regulada por factores condicionantes externos.

La producción obtenida en el trópico de altura es muy baja comparada con los reportes hechos por Murgueitio⁷⁹, sobre el rendimiento del botón de oro en el trópico medio y bajo, donde se alcanzan producciones entre 70 a 80 ton/ha/año de follaje verde bajo una densidad de siembra de 10000 a 20000 plantas/ha realizando seis cortes anuales.

⁷⁸ DEVLIN, R. Op. Cit., p. 142.

⁷⁹ MUERGUEITIO, R.E. MUERGUEITIO, R. E. Los árboles forrajeros como fuente de proteína. Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria. CIPAV. Cali, Colombia. 1.999. p. 19.

4. CONCLUSIONES

- Los valores superiores en cuanto a producción de rebrotes se presentaron al podar las especies bajo la frecuencia de poda 150 días, estos se obtuvieron en las especies acacia y quillotocto quienes fueron las de mejor desempeño en el transcurso del estudio.
- De acuerdo a los análisis de bromatología realizados para las tres especies, se reportó que estas poseen un buen potencial para ser empleadas en sistemas silvopastoriles; destacándose la acacia con unos porcentajes de materia seca de 44.48% y de proteína cruda de 25.45%.
- Las mayores producciones de biomasa se presentaron en las especies quillotocto y acacia bajo la frecuencia de poda 150 días, con unos valores de 4299 ton/Fv/ha/año y 4136 ton/Fv/ha/año respectivamente.
- La implementación de sistemas silvopastoriles debe hacerse a partir de material vegetal joven, puesto que al someter una planta de avanzada senectud acarrea problemas de lignificación que dificultan las labores silviculturales.

5. RECOMENDACIONES

- Para la implantación de sistemas silvopastoriles se recomienda hacerlo con material joven para adecuarlo a las necesidades de cada productor.
- Para la realización de estudios donde intervenga el componente arbóreo, se hace necesario contar con un vivero donde se pueda adquirir el material vegetal necesario; ya que esta es la principal limitante, cuando se decide abordar cualquier tipo de proyecto agroforestal.
- Para la implementación de sistemas silvopastoriles en el trópico de altura en el departamento de Nariño, se recomienda tener en cuenta las especies acacia amarilla y quillotocto por su potencial forrajero y por su resistencia a las prácticas silvoagrícolas.
- Se recomienda implementar arreglos en bancos de proteína con las especies acacia amarilla y quillotocto bajo una frecuencia de poda 150 días.
- La especie sauco aunque presentó un valor nutricional significativo, no se recomienda implantarlo en arreglo banco de proteína bajo las condiciones biofísicas a que fue sometida ésta en el presente estudio.; convendría evaluar su comportamiento en otros tipos de arreglos silvopastoriles.

6. BIBLIOGRAFIA

AÑAZCO, M. El aliso (*Alnus acuminata*). Quito, Ecuador. Proyecto de desarrollo campesino en los andes del Ecuador. 1.996, 116 p.

ARAYA, J. Et al. Identificación y caracterización de arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. Seminario centroamericano y del caribe sobre agroforestería y rumiantes menores. Comisión nacional para el desarrollo de la actividad caprina. Costa Rica: Memorias, Turrialba. 1.993, 40 – 42 p.

BENAVIDES, E. J. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Costa Rica: Ed. CATIE. Turrialba. 1.994, 412 p.

BERNAL, J. Forrajes para alimentación de bovinos en el trópico. Banco Ganadero, Bogotá. 1.988, 129 p.

------. Pastos y forrajes, producción y manejo. Bogotá: Banco Ganadero. 1.994, 575 p.

BLASCO, M. Curso de microbiología de suelos. Instituto interamericano de ciencias agrícolas de la OEA. Centro de enseñanza e investigación, departamento de fitotecnia y suelos. Turrialba, Costa Rica. 1.970, 247 p.

BOTERO, R. Los árboles forrajeros como fuente de proteína para la producción animal en el trópico. Memorias del seminario - taller sobre sistemas intensivos para la producción animal y de energía renovable con recursos tropicales. CIPAV. Cali, Colombia. 1.998, 76-96 p.

CAMERO, A. Desarrollo de sistemas silvopastoriles y perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico. Memorias de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles. CORPOICA. Bogotá, Colombia. 1.995, 13-32 p.

------. Cuatro décadas de experiencia Agroforestal en CATIE. Memorias seminario nacional sobre agroforestería. Fundación loma quita escuela. Santo Domingo, República Dominicana. 1.997, 120 p.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Costa Rica: Turrialba. Vol.2. 1986, 687 p.

Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Guías técnicas sobre sistemas forestales y agroforestales. CONIF. Bogotá, Colombia. 1.998, 73-129 p.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Sistemas de producción usando alternativas agroforestales. CORPOICA. Putumayo, Colombia. 1.994, 130 p.

CRIOLLO ET AL. Producción de biomasa con relación a tres distancias de siembra del boton de oro (*Tithonia 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. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. 2.001, 122 p.

DEVLIN, R . Fisiología vegetal. Barcelona, España: Ed. OMEGA. 1980, 517 p.

ESPINOSA, S. Técnica Química. Laboratorio Bromatología. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto 22 de mayo de 2003. Comunicación personal.

FRANCISCO, ET AL. Producción de biomasa de acacia (*Acacia lebeck*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*) para la producción de biomasa. Taller internacional "Los árboles en los sistemas de producción ganadera". EEPF. Estación experimental Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. 1.996, 46 p.

GARCIDUEÑAS, M. Fisiología vegetal aplicada. México: Mc Graw Hill. 1993. 275 p.

GALVEZ, A. El cuy (*Cavia porcellus*) y el bosque de las proteínas. Tesis Msc. Desarrollo sostenible de sistemas agrarios. CIPAV. Cali, Colombia. 1.998, 171 p.

GIRALDO, A. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural. En Memorias de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles. CORPOICA. Bogotá: 1995, 186 p.

GOEZ, ET AL. El flujo de energía en un ecosistema de bosque. Investigación y ciencia. 1.978, 46-57 p.

GOMEZ, M. ET AL. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV. Cali, Colombia. 1.995, 129 p.

----- . Efecto de la altura de corte sobre la producción de biomasa de nacedero (*Trichantera gigantea*). CIPAV. Cali, Colombia. Vol.3, Nº.3. 1.991, 22 p.

HERNÁNDEZ, M. Efecto de las podas al final de la época lluviosa en cercos vivos de piñón cubano (*Gliricidia sepium*) sobre la producción y calidad nutritiva de la biomasa en la época seca. Tesis Mag.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1.988, 84 p.

HERNÁNDEZ, ET AL. Propuesta de sistemas agroforestales. Propuesta presentada al SENA y UMATA de Cali para el diseño de sistemas agroforestales. CORPOICA. Cali, Colombia. 1.997, 9 p.

------. Avances en la investigación en sistemas silvopastoriles en Cuba. Estación experimental de pastos y forrajes, indio Matucy. Central España Republicana. Matanzas, Cuba. 1.999, 15 p.

HIDROBO, L. El verdor de los andes. Proyecto desarrollo forestal participativo en los andes. FAO. Quito, Ecuador. 1.992, 217 p.

LASCANO, C. Estrategias para la alimentación de rumiantes con forrajes tropicales. Sistemas de producción sostenible. CATIE. Cali, Colombia. 1.990, 42-46 p.

LONDOÑO, ET AL. Uso del follaje de la arborea acacia negra (***Acacia decurrens***) como suplemento para el levante de terneras. Conferencia electrónica. CONSIVO (consorcio para la investigación y desarrollo de sistemas silvopastoriles). Universidad Nacional de Colombia. 2.001, 6 p.

MEDINA, J. M. Observaciones sobre el consumo de follaje de guacimo (***Guásuma ulmifolia***), tiquilote (***Cordia dentata***) y pasto guinea (***Panicum maximum***) por cabras semiestabuladas. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. San José, Costa Rica. 1.994, 249-256 p.

MEDRANO, J. Evaluación del valor nutritivo y uso en dietas para rumiantes del follaje de árboles utilizables en sistemas silvopastoriles en el trópico de altura. CORPOICA. Pasto, Colombia. 1.999, 64 p.

MONTAGNINI, F. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. San José, Costa Rica. 1.992, 622 p.

MUERGUEITIO, R. E. los árboles forrajeros como fuente de proteína. Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria. CIPAV. Cali, Colombia. 1.999. 19 p.

------. Los árboles forrajeros como fuente de proteína. Segunda edición. CIPAV. Cali, Colombia. 1.994, 1-5 p.

------. Los árboles forrajeros como fuente de proteína. Memorias del seminario: "Sistemas de alimentación y producción animal en regiones tropicales". Bogotá, Colombia. 1.991, 127 p. (Mimeografiado).

NAIR, P. K. Agroforestería. Universidad Autónoma de Chapingo. Ciudad de México, México D. F. 542 p.

NAVIA, J. F. Agroforestería. Educación continua de recursos naturales, agricultura sostenible y pobreza rural. Manual de capacitación. Centro para el desarrollo agropecuario y forestal CEDAF. Santo Domingo, República Dominicana. 2.000, 163 p.

-----., et al. Evaluación de la producción de biomasa del (*Thitonia, diversifolia*) con aliso bajo un arreglo silvopastoril en el trópico de altura. CIAB. Pasto, Colombia: 2000. 10 p.

PARENT, G. Guía de reforestación. CAMB. Bucaramanga, Colombia. 1.989, 214 p.

JARAMILLO, W. ET AL. Evaluación nutricional y degradabilidad "in situ" para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Especialización en la producción de bovinos para leche. Pasto, Colombia, 2.000. 123 p.

PLATA, E. La flora de los andes. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Naturales. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 1.994, 237 p.

RAMÍREZ, B. Caracterización del sistema ganadero de doble propósito en la amazonía intervenida del departamento del Caquetá en el marco del desarrollo sostenible. Conferencia electrónica. Programa de investigación sobre metodologías de seguimiento y evaluación de proyectos de manejo de recursos naturales en América Latina y el Caribe. 1.999, 12 p.

RAVEN, P. Biología de las plantas. Ed. REVERTE. Barcelona, España. 1.992, 773 p.

RIOS, C. Botón de oro (*Tithonia diversifolia (Hemls) Gray*). CIPAV. Cali, Colombia. 1.995, 125 p.

ROMERO, T. ET AL. Cercos vivos y bancos de proteína de eritrina (*Erythrina berteroana*) manejados para la producción de biomasa comestible en el trópico húmedo de Costa Rica. In: Wesley y M. H. Powell (Eds.). (*Erythrina berteroana*) in the new and the old worlds. N. F. T. A. Paia, Hawaii, Usa. 1.993, 205-210 p.

RODRIGUEZ, P. et al. Evaluación nutricional y degradabilidad "In Situ" de alguna arbóreas forrajeras y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño, Colombia. Tesis. Especialización en producción de bovinos para leche. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 1997, 126 p.

SÁNCHEZ, M. D. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. Conferencia electrónica FAO: "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica". 1.998, 6p.

SANCHEZ, Ana Soledad ET AL. Con la coordinación de RONCANCIO, Luis Carlos D.C. Proyecto de Desarrollo Forestal Participativo en los Andes. Sistemas Agroforestales en la Zona Andina Colombiana. SENA_FAO. . Santa Fé de Bogotá: Universidad Distrital. 1.995. 238 p.

VAN SOEST, ET AL. Recomendaciones sobre muestreo y análisis químico. Nutrición de rumiantes, guía metodológica. 1.990, 243 p.

VARGAS, J. Caracterización de recursos forrajeros disponibles en tres agroecosistemas del valle del Cauca. CIPAV. III Seminario internacional de desarrollo sostenible de sistemas. Cali, Colombia. 1.994, 135-149 p.

ANEXOS

ANEXO A. Producción de rebrotes para tres especies arbóreas forrajeras bajo dos alturas de corte (1.20 y 1.50 m) y tres frecuencias de poda (90, 120 y 150 días) en el C.I Obonuco 2001 – 2002.

| Bloque | Tratamiento A | Subtratamiento B | Subsubtratamientos C | | | Suma PM | Suma PG | Suma Bloque |
|----------------------------------|----------------|------------------|----------------------|-------|-------|---------|---------|-------------|
| | | | C1 | C2 | C3 | | | |
| Bloque I R E P I | Acacia A1 | B1 (1.20 mts) | 41.00 | 45.70 | 55.50 | 142.2 | 298.2 | 622.7 |
| | | B2 (1.50 mts) | 42.20 | 46.60 | 67.20 | 156 | | |
| | Quillotocto A2 | B1 (1.20 mts) | 36.10 | 43.20 | 58.10 | 137.4 | 296 | |
| | | B2 (1.50 mts) | 43.30 | 51.10 | 64.20 | 158.6 | | |
| | Sauco A3 | B1 (1.20 mts) | 3.8 | 3.5 | 4.1 | 11.4 | 28.5 | |
| | | B2 (1.50 mts) | 6.3 | 5.1 | 5.7 | 17.1 | | |
| Bloque | Tratamiento A | Subtratamiento B | Subsubtratamientos C | | | Suma PM | Suma PG | Suma Bloque |
| | | | C1 | C2 | C3 | | | |
| Bloque II R E P II | Acacia A1 | B1 (1.20 mts) | 35.20 | 65.30 | 68.20 | 168.7 | 314.6 | 682.2 |
| | | B2 (1.50 mts) | 40.00 | 39.40 | 66.50 | 145.9 | | |
| | Quillotocto A2 | B1 (1.20 mts) | 47.30 | 54.10 | 68.60 | 170 | 339.2 | |
| | | B2 (1.50 mts) | 48.10 | 54.60 | 66.50 | 169.2 | | |
| | Sauco A3 | B1 (1.20 mts) | 5.2 | 4.4 | 5.3 | 14.9 | 28.4 | |
| | | B2 (1.50 mts) | 4.1 | 4.3 | 5.1 | 13.5 | | |
| Bloque | Tratamiento A | Subtratamiento B | Subsubtratamiento C | | | Suma PM | Suma PG | Suma Bloque |
| | | | C1 | C2 | C3 | | | |
| Bloque III R E P III | Acacia A1 | B1 (1.20 mts) | 34.70 | 47.10 | 57.30 | 139.1 | 297 | 629.3 |
| | | B2 (1.50 mts) | 48.10 | 48.50 | 61.30 | 157.9 | | |
| | Quillotocto A2 | B1 (1.20 mts) | 41.20 | 42.50 | 59.30 | 143 | 302.8 | |
| | | B2 (1.50 mts) | 39.10 | 52.10 | 68.60 | 159.8 | | |
| | Sauco A3 | B1 (1.20 mts) | 4.3 | 5.3 | 4.7 | 14.3 | 29.5 | |
| | | B2 (1.50 mts) | 6.7 | 4.6 | 3.9 | 15.2 | | |
| SUMATORIA TOTAL | | | | | | | 1934.2 | 1934.2 |

ANEXO A. Pruebas de Tukey para rebrotes de tres especies arbóreas forrajeras bajo dos alturas de corte (1.20 y 1.50 m) y tres frecuencias de poda (90, 120, 150 días) en el C.I Obonuco 2001 – 2002.

Prueba de TUKEY para subtratamientos con respecto al número de rebrotes.

Comparador Tukey 5% = 2.96

Comparador Tukey 1% = 3.81

C1 = 526.7 / 18 = 29.26. C2 = 617.4 / 18 = 34.3. C3 = 790.1 / 18 = 43.89

Prueba de comparación de subtratamientos para Tukey con respecto al número de rebrotes.

| Subtratamientos | C3 (43.89) | C2 (34.3) | C1 (29.26) |
|-----------------|------------|-----------|------------|
| C1 (29.26) | 14.63 ** | 5.09 ** | 0 |
| C2 (34.3) | 9.59 ** | 0 | |
| C3 (43.89) | 0 | | |

ANEXO B. Análisis bromatológico de Quillotocto (*Tecoma stans*)

| ANÁLISIS | 1. Quillotocto | |
|-----------------|-----------------------|-------------|
| | % B.H | %B.S |
| Humedad | 71.95 | |
| Materia seca | 28.05 | |
| Ceniza | 1.97 | 7.03 |
| Extracto etéreo | 1.05 | 3.74 |
| Fibra cruda | 3.85 | 13.72 |
| Proteína | 4.15 | 14.79 |
| ENN | 17.03 | 70.71 |
| Energía | 126 | 450 |
| FDN | 8.28 | 29.51 |
| FDA | 7.93 | 28.27 |
| Calcio | 0.26 | 0.93 |
| Fósforo | 0.08 | 0.28 |
| Magnesio | 0.06 | 0.21 |

ANEXO B. Análisis bromatológico de Acacia (*Acacia decurrens willd*)

| ANÁLISIS | 2. Acacia | |
|-----------------|------------------|-------------|
| | % B.H | %B.S |
| Humedad | 55.52 | |
| Materia seca | 44.48 | |
| Ceniza | 1.79 | 4.02 |
| Extracto etéreo | 1.28 | 2.87 |
| Fibra cruda | 8.41 | 18.91 |
| Proteína | 9.25 | 20.79 |
| ENN | 23.76 | 53.40 |
| Energía | 210 | 472 |
| FDN | 13.51 | 30.26 |
| FDA | 11.90 | 26.75 |
| Calcio | 0.19 | 0.43 |
| Fósforo | 0.09 | 0.21 |
| Magnesio | 0.09 | 0.19 |

ANEXO B. Análisis bromatológico de Sauco (*Sambucus peruviana*)

| ANÁLISIS | 1. Sauco | |
|-----------------|-----------------|-------------|
| | % B.H | %B.S |
| Humedad | 8.29 | |
| Materia seca | 19.71 | |
| Ceniza | 1.89 | 9.58 |
| Extracto etéreo | 1.07 | 5.45 |
| Fibra cruda | 3.02 | 15.24 |
| Proteína | 2.15 | 10.89 |
| ENN | 11.58 | 58.73 |
| Energía | 88 | 448 |
| FDN | 10.90 | 55.29 |
| FDA | 4.07 | 20.65 |
| Calcio | 0.16 | 0.82 |
| Fósforo | 0.03 | 0.17 |
| Magnesio | 0.16 | 0.81 |

ANEXO B. Análisis bromatológico de Quillotocto (*Tecoma stans*)

| ANÁLISIS | 2. Quillotocto | |
|-----------------|-----------------------|-------------|
| | % B.H | %B.S |
| Humedad | 81.61 | |
| Materia seca | 18.39 | |
| Ceniza | 1.41 | 7.64 |
| Extracto etéreo | 0.63 | 3.43 |
| Fibra cruda | 3.77 | 20.49 |
| Proteína | 3.94 | 18.17 |
| ENN | 9.24 | 50.27 |
| Energía | 84 | 457 |
| FDN | 8.16 | 44.39 |
| FDA | 8.12 | 44.16 |
| Calcio | 0.14 | 0.75 |
| Fósforo | 0.08 | 0.41 |
| Magnesio | 0.04 | 0.21 |

ANEXO B. Análisis bromatológico de Acacia (*Acacia decurrens willd*)

| ANÁLISIS | 3. Acacia | |
|-----------------|------------------|-------------|
| | % B.H | %B.S |
| Humedad | 62.88 | |
| Materia seca | 37.12 | |
| Ceniza | 1.57 | 4.22 |
| Extracto etéreo | 1.09 | 2.95 |
| Fibra cruda | 9.09 | 24.49 |
| Proteína | 9.45 | 25.45 |
| ENN | 15.92 | 42.90 |
| Energía | 183 | 494 |
| FDN | 15.55 | 41.89 |
| FDA | 12.56 | 33.83 |
| Calcio | 0.15 | 0.41 |
| Fósforo | 0.09 | 0.23 |
| Magnesio | 0.07 | 0.18 |

Anexo C. Producción de biomasa gr/planta para tres especies arbóreas forrajeras bajo dos alturas de corte (1.20 y 1.50 m) y tres frecuencias de poda (90,120,150 días) en el C.I Obonuco 2001 – 2002.

| Bloque | Tratamiento A | Subtratamiento B | Subsubtratamientos C | | | Suma PM | Suma PG | Suma Bloque |
|----------------------------------|----------------|------------------|----------------------|------|-------|---------|---------|-------------|
| | | | C1 | C2 | C3 | | | |
| Bloque I R E P I | Acacia A1 | B1 (1.20 mts) | 820 | 896 | 950 | 2.666 | 5.408 | 10.503 |
| | | B2 (1.50 mts) | 750 | 811 | 1.175 | 2.742 | | |
| | Quillotocto A2 | B1 (1.20 mts) | 665 | 687 | 950 | 2.302 | 4.891 | |
| | | B2 (1.50 mts) | 681 | 783 | 1.125 | 2.589 | | |
| | Sauco A3 | B1 (1.20 mts) | 23 | 21 | 32 | 76 | 204 | |
| | | B2 (1.50 mts) | 31 | 45 | 52 | 128 | | |
| Bloque | Tratamiento A | Subtratamiento B | Subsubtratamientos C | | | Suma PM | Suma PG | Suma Bloque |
| | | | C1 | C2 | C3 | | | |
| Bloque II R E P II | Acacia A1 | B1 (1.20 mts) | 731 | 1108 | 1.325 | 3.164 | 5.952 | 12.145 |
| | | B2 (1.50 mts) | 643 | 670 | 1.475 | 2.788 | | |
| | Quillotocto A2 | B1 (1.20 mts) | 818 | 938 | 1.300 | 3.056 | 5.957 | |
| | | B2 (1.50 mts) | 815 | 736 | 1.350 | 2.901 | | |
| | Sauco A3 | B1 (1.20 mts) | 44 | 28 | 50 | 132 | 236 | |
| | | B2 (1.50 mts) | 26 | 31 | 47 | 104 | | |
| Bloque | Tratamiento A | Subtratamiento B | Subsubtratamiento C | | | Suma PM | Suma PG | Suma Bloque |
| | | | C1 | C2 | C3 | | | |
| Bloque III R E P III | Acacia A1 | B1 (1.20 mts) | 643 | 925 | 1.175 | 2.743 | 5.577 | 11.830 |
| | | B2 (1.50 mts) | 718 | 766 | 1.350 | 2.834 | | |
| | Quillotocto A2 | B1 (1.20 mts) | 735 | 775 | 1.175 | 2.685 | 6.003 | |
| | | B2 (1.50 mts) | 637 | 841 | 1.840 | 3.318 | | |
| | Sauco A3 | B1 (1.20 mts) | 36 | 46 | 35 | 117 | 250 | |
| | | B2 (1.50 mts) | 48 | 44 | 41 | 133 | | |
| SUMATORIA TOTAL | | | | | | | 34.478 | 34.478 |

Anexo C. Pruebas de Tukey para biomasa de tres especies arbóreas forrajeras bajo dos alturas de corte (1.20 y 1.50 m) y tres frecuencias de poda (90, 120, 150 días) en el C.I Obonuco 2001 – 2002.

Prueba de TUKEY para subtratamientos con respecto a la producción de biomasa.

Comparador Tukey 5% = 99.15. Comparador Tukey 1% = 127.52

C1 = 8.870 / 18 = 492.77. C2 = 10.161/ 18 = 564.5. C3 = 15.447 / 18 = 858.16

Prueba de comparación de subtratamientos para Tukey con respecto a la producción de biomasa

| | C3 (858.16) | C2 (564.5) | C1 (492.77) |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| C1 (492.77) | 365.39 ** | 71.73 Ns | 0 |
| C2 (564.5) | 293.66 ** | 0 | |
| C3 (858.16) | 0 | | |

ANEXO D. Datos meteorológicos estación Obonuco 2001-2002

| MES | AÑO | TEMPERATURA (°C/mes) | PRECIPITACIÓN (mm/mes) |
|------------|------|-------------------------|---------------------------|
| Septiembre | 2001 | 10.79 | 32.1 |
| Octubre | 2001 | 12.37 | 25.7 |
| Noviembre | 2001 | 10.08 | 90 |
| Diciembre | 2001 | 11.98 | 75.4 |
| Enero | 2002 | 14.04 | 73.3 |
| Febrero | 2002 | 10.94 | 36.6 |
| Marzo | 2002 | 11.77 | 36.5 |
| Abril | 2002 | 11.58 | 70.9 |
| Mayo | 2002 | 12.12 | 65.1 |
| Junio | 2002 | 10.43 | 63.9 |
| Julio | 2002 | 11.52 | 25.6 |
| Agosto | 2002 | 11.74 | 23 |
| Septiembre | 2002 | 11.61 | 53.9 |

