

**EVALUACIÓN DE LA FENOLOGIA, REPRODUCCIÓN Y CONTENIDO
NUTRICIONAL DE DOS ESPECIES NATIVAS: COLLA BLANCA *Verbesina
arborea* Y MUNCHIRO *Boehmeria fallax*, EN EL MUNICIPIO DE PASTO,
DEPARTAMENTO DE NARIÑO.**

**LILIAN DANAY DOMÍNGUEZ CHAUZÁ
ANGELA ELIZABETH ERAZO CORAL**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
PASTO- NARIÑO
2004**

**EVALUACIÓN DE LA FENOLOGIA, REPRODUCCIÓN Y CONTENIDO
NUTRICIONAL DE DOS ESPECIES NATIVAS: COLLA BLANCA *Verbesina
arborea* Y MUNCHIRO *Boehmeria fallax*, EN EL MUNICIPIO DE PASTO,
DEPARTAMENTO DE NARIÑO.**

**LILIAN DANAY DOMÍNGUEZ CHAUZÁ
ANGELA ELIZABETH ERAZO CORAL**

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

**Presidente de Tesis
HUGO RUIZ I.A M.Sc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
PASTO- NARIÑO
2004**

" Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de los autores"

"Artículo 1ro del acuerdo No 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño"

Nota de Aceptación:

Hugo Ruiz I.A M.Sc
Presidente de Tesis

Benjamín Sañudo I.A
Delegado Asesor

Héctor Ordóñez I.F M.Sc
Jurado

Carlos Mosquera I.A M.Sc
Jurado

San Juan de Pasto, Septiembre de 2004

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

Benjamín Sañudo Sotelo I.A. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su iniciativa a la realización de este estudio y su colaboración como jurado de tesis

Hugo Ruiz Eraso I.A M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su colaboración en el proceso de investigación, como Presidente de Tesis.

Héctor Ordóñez I.F M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su colaboración como jurado de tesis y por su constante apoyo como profesional y como persona ya que gracias a sus valiosos aportes se lograron varios de los objetivos propuestos en la investigación.

Jorge Fernando Navia I.A M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su colaboración prestada en el inicio del estudio, como delegado de tesis.

Carlos Mosquera I.A M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su colaboración como jurado de tesis.

Germán Chávez I.A. Esp. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por ser un excelente docente y un buen amigo.

Álvaro Castillo I.A. Esp. Secretario Facultad Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Por su colaboración en los aspectos académicos referentes al trabajo de tesis.

Facultad De Ciencias Agrícolas. Por servir como base e incentivo para culminar satisfactoriamente la carrera.

Javier Fajardo y Milena Salazar. Por ser amigos sinceros y colaborarnos en este trabajo.

Herbario Universidad de Nariño. Por su colaboración al momento de realizar la identificación y el estudio morfológico de las plantas utilizadas en el estudio.

Laboratorio de Nutrición Animal, Universidad de Nariño. Por la realización del análisis Bromatológico.

DEDICATORIA

Por ser quien ha guiado mi vida y por brindarme la oportunidad de existir y compartir este y otros logros con los seres que quiero, dedico este trabajo a Dios.

A mi familia, principalmente a Luz Marina Chauzá y Angel Domínguez, por sus sacrificios, por su ejemplo, por su amor de padres. A mis queridos hermanos a quienes les estoy agradecida por ayudarme a terminar sin dificultades este objetivo.

A mi gran amiga Angela, con quien he compartido este trabajo y muchos momentos de alegría; a quien he llegado a querer como a una hermana, por tolerarme, por crecer conmigo.

Finalmente a todas las personas que nos colaboraron de una o de otra forma en la realización de este trabajo, a nuestros amigos y profesores.

LILIAN DOMINGUEZ

DEDICATORIA

A DIOS por guiarme en el camino del bien, escucharme y fortalecerme siempre.

A GLORIA Y JESÚS, mis padres, a quienes amo y atribuyo todos mis triunfos, gracias por inculcarme valores, brindarme su amor, apoyarme, y comprender mi forma de ser.

A VALENTINA porque desde el día que nació le dio alegría y esperanza a mi vida.

A VIVIANA Y OSCAR, mis hermanos, por su cariño y apoyo.

A LILIAN por ser mas que compañera, mi hermana, quien ha estado con migo en momentos muy difíciles y me acepta como soy.

A mi tía SONIA, por preocuparse por mi y brindarme su cariño.

A mis profesores y compañeros, a quienes recordare siempre.

ANGELA ERAZO CORAL

CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN	22
1. MARCO TEÓRICO	24
1.1 GENERALIDADES	24
1.1.1 Agroforestería para la producción agropecuaria	24
1.1.2 Ventajas de los árboles forrajeros	25
1.2 FENOLOGIA	27
1.2.1 Generalidades	27
1.2.2 Definición	27
1.2.3 Metodología para la toma de datos	28
1.2.4 Dendrofenograma	29
1.2.5 Evaluación de los fenómenos	29
1.2.6 Descripción de los fenómenos observados en el estudio fenológico	30
1.2.6.1 Floración	30
1.2.6.2 Fructificación	30
1.2.6.3 Follaje	31
1.3 ESPECIES UTILIZADAS EN EL ENSAYO	31
1.3.1 Munchiro <i>Boehmeria fallax</i>	31
1.3.2 Colla blanca <i>Verbesina arborea</i>	32
1.4 BROMATOLOGIA	34
1.5 PROPAGACIÓN	35

1.5.1 Por semilla	35
1.5.1.1 Cosecha de semillas de árboles y arbustos	36
1.5.1.2 Época de siembra	37
1.5.1.3 Reproducción de plántulas por semilla	37
1.5.2 Por estacas	38
1.5.2.1 Tipos de estacas	38
1.5.2.2 Medios para enraizamiento	38
1.5.2.3 Tratamientos de las estacas con reguladores	39
1.5.2.4 Medidas de sanidad	39
1.5.2.5 Cuidado de estacas durante el enraizamiento	40
2. MATERIALES Y METODOS	41
2.1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	41
2.2 METODOLOGIA	41
2.2.1 Estudio morfológico	41
2.2.2 Estudio fenológico	42
2.2.2.1 Reconocimiento del área	42
2.2.2.2 Demarcación de transectos	42
2.2.2.3 Tamaño de la muestra	42
2.2.2.4 Árboles muestra y frecuencia de las observaciones	42
2.2.2.5 Fenómenos observados	43
2.2.2.6 Medición y evaluación de los fenómenos	44
2.2.2.7 Análisis de la información	44
2.2.3 Análisis bromatológico	44

2.2.4	Propagación	45
2.2.4.1	Por semilla	45
2.2.4.2	Por estacas	46
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
3.1	MORFOLOGÍA	49
3.1.1	Munchiro <i>Boehmeria fallax</i>	49
3.1.2	Colla blanca <i>Verbesina arborea</i>	49
3.2	FENOLOGIA	51
3.2.1	Brotación	51
3.2.2	Floración	57
3.2.3	Fructificación	62
3.3	BROMATOLOGIA	70
3.4	PROPAGACION	73
3.4.1	Por semilla	73
3.4.2	Por estacas	77
3.4.2.1	Análisis de Varianza	77
3.4.2.2	Correlación de los parámetros evaluados	82
4.	CONCLUSIONES	87
5.	RECOMENDACIONES	88
	BIBLIOGRAFIA	89

LISTA DE CUADROS

	pág
Cuadro 1. Porcentaje de ocurrencia del fenómeno de brotación en <i>Boehmeria fallax</i> .	51
Cuadro 2. Porcentaje de ocurrencia del fenómeno de brotación en <i>Verbesina arborea</i> .	53
Cuadro 3. Presencia de brotación mensual y anual de dos especies forrajeras nativas del altiplano de Pasto, periodo Dic 2002 – Nov 2003.	55
Cuadro 4. Porcentaje de ocurrencia del fenómeno de floración en <i>Boehmeria fallax</i> .	57
Cuadro 5. Porcentaje de ocurrencia del fenómeno de floración en <i>Verbesina arborea</i> .	59
Cuadro 6. Presencia de floración mensual y anual de dos especies forrajeras nativas del altiplano de Pasto, periodo Dic 2002 – Nov 2003.	61
Cuadro 7. Porcentaje de ocurrencia del fenómeno de fructificación en <i>Boehmeria fallax</i> .	62
Cuadro 8. Porcentaje de ocurrencia del fenómeno de fructificación en <i>Verbesina arborea</i> .	64
Cuadro 9. Presencia de fructificación mensual y anual de dos especies forrajeras nativas del altiplano de Pasto, periodo Dic 2002 – Nov 2003.	67
Cuadro 10. Coeficiente de correlación (r) para las variables yemas respecto a raíces, hojas – raíces y hojas – yemas en las especies <i>B. fallax</i> y <i>V. arborea</i> .	84

LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Fechas de observación de las fenofases, periodo Dic 2002 – Nov 2003.	43
Tabla 2. Composición química del follaje de Munchiro <i>Boehmeria fallax</i> y Colla Blanca <i>Verbesina arborea</i> , especies arbustivas del altiplano de Pasto.	72

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Mapa de campo para la reproducción por estacas	47
Figura 2. Dendrofenograma de brotación de la especie <i>Boehmeria fallax</i>	52
Figura 3. Dendrofenograma de brotación de la especie <i>Verbesina arborea</i>	53
Figura 4. Secuencia del fenómeno de brotación de dos especies arbustivas Nativas del Altiplano de Pasto- Nariño.	55
Figura 5. Dendrofenograma de floración de la especie <i>Boehmeria fallax</i>	58
Figura 6. Dendrofenograma de floración de la especie <i>Verbesina arborea</i>	59
Figura 7. Secuencia del fenómeno de floración de dos especies arbustivas Nativas del altiplano de Pasto – Nariño.	61
Figura 8. Dendrofenograma de fructificación de la especie <i>B. fallax</i>	63
Figura 9. Dendrofenograma de fructificación de la especie <i>V. arborea</i>	64
Figura 10. Secuencia del fenómeno de fructificación de dos especies arbustivas nativas del altiplano de Pasto – Nariño.	67
Figura 11. Brotación, floración y fructificación en la especie Munchiro <i>Boehmeria fallax</i>	69
Figura 12. Brotación y floración en la especie Colla blanca <i>Verbesina arborea</i>	69
Figura 13. Porcentaje de Germinación en <i>Boehmeria fallax</i>	74
Figura 14. Vigor de Germinación en <i>Boehmeria fallax</i>	75
Figura 15. Porcentaje de Germinación en <i>Verbesina arborea</i>	76
Figura 16. Vigor de Germinación en <i>Verbesina arborea</i>	76
Figura 17. Propagación por estacas en <i>Verbesina arborea</i>	82
Figura 18. Propagación por estacas en <i>Boehmeria fallax</i>	82

Figura 19. Porcentaje de brotación de Raíces, yemas, hojas y mortalidad en <i>Boehmeria fallax</i> .	83
Figura 20. Porcentaje de brotación de Raíces, yemas, hojas y mortalidad en <i>Verbesina arborea</i> .	83
Figura 21. Efecto de producción de raíces sobre la producción de yemas en <i>Boehmeria fallax</i> ..	85
Figura 22. Efecto de producción de raíces sobre la producción de yemas en <i>Verbesina arborea</i> .	85
Figura 23. Efecto de producción de raíces sobre la producción de hojas en <i>Boehmeria fallax</i> ..	86
Figura 24. Efecto de producción de raíces sobre la producción de hojas en <i>Verbesina arborea</i> .	86
Figura 25. Efecto de producción de yemas sobre la producción de hojas en <i>Boehmeria fallax</i> ..	87
Figura 26. Efecto de producción de yemas sobre la producción de hojas en <i>Verbesina arborea</i> .	88

LISTA DE ANEXOS

	pág
Anexo A. Formulario para la descripción de los árboles del estudio fenológico.	96
Anexo B. Recopilación de la información sobre la descripción de los árboles de la especie <i>Boehmeria fallax</i> .	97
Anexo C. Recopilación de la información sobre la descripción de los árboles de la especie <i>Verbesina arborea</i> .	98
Anexo D. Formulario de registros fenológicos de observaciones de campo	99
Anexo E. Observaciones fenológicas - escala Fournier	100
Anexo F. Valores totales mensuales de precipitación (mms)	101
Anexo G. Análisis de suelo, Corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto.	102
Anexo H. Análisis bromatológico de la especie Munchiro <i>Boehmeria fallax</i>	103
Anexo I. Análisis de varianzas para las variables brotación de raíces, brotación de yemas, brotación de hojas y mortalidad en la propagación vegetativa de munchiro <i>Boehmeria fallax</i> .	104
Anexo J. Pruebas de Tukey para las variables brotación de raíces, brotación de Yemas, Hojas y Mortalidad en <i>Boehmeria fallax</i> .	105
Anexo K. Análisis de varianzas para las variables brotación de raíces, brotación de yemas, brotación de hojas y mortalidad en la propagación vegetativa de munchiro <i>Verbesina arborea</i> .	106
Anexo L. Datos de campo de la reproducción por estacas para <i>Boehmeria fallax</i> , por cinco evaluaciones	107
Anexo M. Datos de campo de la reproducción por estacas para <i>Verbesina arborea</i> , por cinco evaluaciones	111

GLOSARIO

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

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

BRÁCTEAS: hojas pequeñas que protegen a las flores durante su desarrollo.

DEGRADABILIDAD: degradación de los alimentos por parte de la población ruminal, y se hace principalmente por medio de enzimas.

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

DEHISCENCIA LONGITUDINAL: la flor masculina se abre a lo largo, paralelamente al eje.

FENOFASE: es la etapa o fenómeno biológico que se sucede en las plantas como brotación, defoliación, floración o fructificación, y está relacionado con los cambios climáticos.

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

FENOTÍPICO: manifestación externa, somática, del conjunto de caracteres hereditarios controlados por los genes.

FILAMENTO: parte estéril del estambre que sostiene a la antera.

IMBRICADOS: uno sostiene al otro; órganos muy próximos.

INFLORESCENCIA CIMOSAS: inflorescencia concerniente a la cima de la planta.

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

RECEPTÁCULO: órgano que sostiene a la flor.

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

TREMENTINA: resina semifluida que exudan los pinos y abetos.

VILANO: apéndice de pelos simples plumosos, cerdas estipuladas que coronan el fruto, generalmente de las Asteráceas. Se encuentra en frutos con ovario ínfero que sirve para ser diseminado por el aire.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Corregimiento de Mapachico y en las instalaciones de la Universidad de Nariño, Municipio de Pasto, con el objeto de estudiar la morfología, el ciclo fenológico, el contenido nutricional y ensayar dos formas de propagación tanto por semilla como por estacas, de Munchiro *Boehmeria fallax* y Colla blanca *Verbesina arborea*, dos especies forrajeras nativas del altiplano de Pasto, durante un periodo comprendido entre Diciembre de 2002 y abril de 2004. El particular interés por estas especies dentro de la alimentación animal hizo que se planteara la iniciativa de evaluar y analizar deferentes aspectos importantes para su conservación tanto para la alimentación animal al ser involucrados en un agrosistema, como para protección de nacimientos de agua y regeneración natural de bosques.

Al finalizar el estudio en cuanto a fenología, se encontró que la precipitación no intervino de igual manera en la ocurrencia de las fenofases, las dos especies presentaron una producción dinámica de rebrotes foliares durante todo el año, se destacó diciembre con el 72.5% para *Boehmeria fallax* y Abril y mayo con el 50.25% en colla blanca, la floración se sucedió generalmente en la misma época pero con diferentes porcentajes, los principales registros se dieron en octubre 59% para Munchiro y 93% en Junio para Colla blanca, con respecto a la fructificación en Colla blanca el mayor porcentaje se dio en Julio y en Munchiro en diciembre con el 88%.

Con respecto el análisis químico se determinó que *V. arborea* tiene mayor contenido de proteína (26.06%) que *B. fallax* (17.94%), sin embargo estos resultados superan los contenidos de proteínas de algunas gramíneas y arvenses utilizadas en alimentación animal, por lo tanto Colla blanca y Munchiro pueden considerarse como una excelente fuente de forraje alternativa.

En el ensayo de propagación se encontró que en la germinación por semilla *B. fallax* obtuvo un porcentaje promedio de germinación de 52.6%. *V. arborea* presentó un porcentaje promedio de 42%. En la propagación por estacas en Munchiro los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento correspondiente a estacas basales con 41.66% en cuanto a brotación de raíces y yemas y 33.33% en brotación de hojas, la mayor mortalidad fue registrada por las estacas apicales con 65%; para Colla blanca los tres tipos de estacas basal, media y apical presentaron iguales resultados con valores cercanos al 40% en raíces, 25% en yemas y 16% en hojas, el mayor porcentaje de mortalidad fue presentado por las estacas basales con el 45%.

ABSTRACT

The present research was carried out in the jurisdiction of Mapachico into headquarters of the University of Nariño, Municipality of Pasto, with the goal to study the morphology, the phenological cycle and nutrition content, and to assay two propagation ways both per seed and per stakes, of Munchiro *Boehmeria fallax* and Colla blanca *Verbesina arborea*, two foliage species from Pasto region. This work was carried out in a December – April 2004 period. The particular interest by these species inside animal feeding lead us to plan the initiative to evaluate and to analyze different important aspects to get its conservation to animal feeding because they are involved in a agrosystem and to water sources protection and natural regeneration of forests.

When the study was ended with respect to phenology, it was found rainfall did not participate in a uniform way in the occurrence of phenophases. Both species showed a dynamics production of foliar sprouts during a complete year, by being outstanding December with 72.5% to *Boehmeria fallax* and April and May with 50.25% in *Verbesina arborea*. Florescence happened, as a rule, in the same time but with different percentages. The main registers were present in October 59% to *Boehmeria fallax* and 93% in June to *Verbesina arborea* with respect to fructification in *Verbesina arborea*, the highest percentage was in July and in *Boehmeria fallax* in December with 88%.

With respect to chemical analysis, it was determined that *V. arborea* has higher protein content (26.06%) than *B. fallax* (17.94%). Nevertheless, these results exceed the protein contents of some gramineous and plants growing in sown fields used in animal feeding, therefore, *V. arborea* and *B. fallax* can be considered as an excellent source of alternative foliage.

In the propagation assay, it was found germination by *B. fallax* seed obtained a mean percentage of germination of 52.6%, *V. arborea* showed a mean percentage of 42%. In stake propagation in *B. fallax* obtained the best results with the corresponding treatment per basal stakes with 41.66% with respect to roots and buds sprouting and 33.33% in leave sprouting, the highest mortality was registered by apical stakes with 65%; to *V. arborea* the three types of basal mean and apical stakes showed equal results with values near to 40% in roots, 25% in buds and 16% in leaves, the highest percentage of mortality was shown by basal stakes with 45%.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, los tipos de utilización del suelo establecidos en Colombia y en muchos países de América Latina han sesgado el recurso arbóreo, y no lo han incluido dentro de las funciones productivas y generadoras de servicios en los sistemas agropecuarios, en consecuencia la investigación en el campo de la Agroforestería ha sido escasa sobre todo si se trata de alturas sobre los 2.400 m.s.n.m., en la región altoandina, donde se tiene poca información acerca del comportamiento y uso de especies arbustivas y arbóreas forrajeras, como la Colla blanca *Verbesina arborea* y el Munchiro *Boehmeria fallax* las cuales son nativas de ecosistemas naturales del Volcán Galeras y son empleadas por la comunidad para alimentación de especies rumiantes y monogástricas como cuyes y conejos.

En la actualidad ha surgido un gran interés por los forrajes arbóreos para alimentación animal, adicionalmente las investigaciones han demostrado la factibilidad de utilizar el forraje como un componente adecuado para la dieta de varios animales monogástricos y rumiantes, debido a su buen contenido de proteína y minerales. De forma singular la especie *Verbesina arborea* ha sido objeto de algunos estudios en los cuales se ha evaluado su contenido nutricional, la aceptación animal y su comportamiento al establecerse en un arreglo agroforestal, sin embargo estos son los primeros avances hacia el conocimiento de este tipo de especies y aun son muchas las que se desconocen parcial o totalmente.

A pesar de lo anterior, ha sido el conocimiento empírico acompañado de la aplicabilidad que el agricultor hace de este tipo de especies vegetales existentes en los ecosistemas naturales, una base fundamental para la conservación de las mismas, principalmente si son empleadas en la nutrición de los animales domésticos en épocas de sequía cuando hay escasez de los forrajes convencionales, tal como sucede en las zonas del altiplano de Pasto donde son los campesinos quienes de acuerdo con su experiencia confirman el valor forrajero de las especies estudiadas.

Tomando en cuenta la dispersión natural de las especies *Verbesina arborea* y *Boehmeria fallax*, esta investigación preliminar abre paso al desarrollo de mecanismos de integración de estas a los contextos de la región, conformando sistemas agroforestales como componentes fundamentales para la producción pecuaria que además de mejorar las condiciones del suelo, agua y aire, ofrezcan una base alimenticia de buena calidad y a largo plazo, especialmente en lugares con escasa área disponible para cultivar forrajes y tratando de superar problemas de deterioro ambiental, como deforestación, erosión, reducción de los caudales de agua y presión sobre los árboles para conseguir leña para la cocina.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, los objetivos de esta investigación fueron: estudiar las principales características morfológicas y fenológicas de dos especies arbustivas *Verbesina arborea* y *Boehmeria fallax*, nativas del altiplano de Pasto, Nariño, realizar el análisis bromatológico con el fin de determinar el contenido nutricional de ramas y hojas, y evaluar dos formas de reproducción tanto por semilla como por estaca en las dos especies.

1. MARCO TEORICO

1.1 GENERALIDADES

De acuerdo a Jiménez¹, actualmente no se ha desarrollado un manejo racional de las zonas altoandinas amenazadas por la sobreutilización, subutilización y conversión en áreas agrícolas, esta grave situación demuestra la importancia de las investigaciones en la generación de tecnologías para el manejo sustentable de la madera natural y la producción de germoplasma propio para nuestros ecosistemas, en este sentido es primordial determinar el potencial y valor forrajero de las especies altoandinas, adicionalmente la producción de germoplasma romperá la dependencia de material genético importado y de altos costos.

Además se debe considerar la importancia de la zona tropical, aspecto sobre el cual Rosales, afirma: “contiene la mayor diversidad genética en el mundo, diversidad que se expresa en el gran número de plantas vasculares por unidad de área. Sin embargo, a pesar de esta riqueza, los modelos de alimentación animal se han basado principalmente en el uso de muy pocas especies vegetales”². Es aquí donde se hace relevante el uso de los árboles y arbustos forrajeros como un recurso de los sistemas agropecuarios, de forma que se pretenda alcanzar la sostenibilidad haciendo uso de los diversos componentes biológicos de los mismos.

1.1.1 Agroforestería para la producción agropecuaria. Como lo expresa Murgueitio, et al³, los impactos ambientales de la producción pecuaria tienen conexión directa e indirecta con la tala y quema de bosques, lo cual propaga efectos negativos como la erosión y compactación del suelo, también crea uniformidad genética del territorio con el monocultivo de forrajes (especialmente gramíneas) y elimina la sucesión vegetal por medios químicos o físicos. Dentro del sector agropecuario se presenta un complejo de ventajas y problemas, pero debido al área que ocupa y a la poca diversidad biológica, es el pastoreo el principal elemento de dificultad y por lo tanto el primordial objetivo de reconversión a nivel social y ambiental, constituyéndose los sistemas agroforestales en parte sustancial de estos procesos de cambio.

¹ JIMÉNEZ, J. Establecimiento y manejo de germoplasma especies forrajeras nativas altoandinas. [en línea]. [Ecuador]. Noviembre de 1998. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <www.fundacyt.org.ec>

² ROSALES, M. Mezclas de forrajes: Uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. En : Conferencia electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. [en línea]. [Cali, Colombia] CIPAV, 1998. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL : <www.fao.org/livestock/agap/frg/afri/espanol/document/agrofor1/Rosales9.htm>

³ MURGUEITIO, E. et al. Agroforestería para la producción animal sostenible. Cali : CIPAV. 1997. p. 4.

En lo referente a la agroforestería pecuaria Arias⁴, señala que se puede y se debe construir sobre principios ecológicos y desarrollos propios, según las condiciones específicas de los agroecosistemas y contextos sociales, culturales y económicos, tomando en cuenta que el uso tradicional de leñosas en sistemas ganaderos no es una práctica nueva, pues a pesar del establecimiento del sistema tradicional de pastos "mejorados" algunos ganaderos conservan árboles en los potreros porque saben de su uso y beneficios múltiples; entre estos pueden mencionarse, sombra para los animales, postes para cercos, leña, productos maderables y forrajes.

En el mismo sentido, el mismo autor⁵, continúa afirmando que el uso del follaje arbóreo en la alimentación animal, ha sido del dominio de los agricultores, quienes en forma ancestral han venido aprovechando este recurso, pues para alimentar a sus animales recurren al bosque para obtener forraje, o también han establecido cercos vivos para la obtención de este follaje de árboles, entre los cuales Arias cita: palo de pito *Erythrina spp.*, el Engorda ganado *Boehmeria sp.*, el Sauco *Sambucus canadiensis* y *S. Mexicana*.

1.1.2 Ventajas de los árboles forrajeros

- **Producción de biomasa.** Respecto a este tema Gálvez⁶, comenta que la producción de biomasa es una alternativa para disminuir la presión sobre las fuentes de energía fósil, especialmente en países tropicales donde está la mayor capacidad fotosintética; en este sentido la apropiación humana de la producción fotosintética, es de orden del 40%, pues con el crecimiento demográfico en el futuro se demandará el doble de alimentos y se hace urgente un aumento de la producción fotosintética, ante lo cual el autor plantea, entre otras, como una opción para el trópico la asociación de árboles junto con caña y plantas acuáticas, y añade un ejemplo donde afirma que la producción de proteínas con soya es de 1.2 Ton/ha/año, en tanto que con árboles forrajeros como *Trichanthera gigantea*, se obtienen 2 Ton.

⁴ ARIAS, R. Experiencias sobre Agroforestería para la producción animal en Guatemala. En: Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica". [en línea]. [Cali, Colombia]. Noviembre de 1998. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/agrofor1/Agrofor1.htm.8k>

⁵ Ibid.

⁶ GALVEZ, A. Avances en la Gestión Ambiental y la Participación Social en Zonas de Montañas y su Relación con los Sistemas Pecuarios; Cuyes, lombrices, forraje y manejo de microcuencas en Matituy. En IV Seminario Internacional de Sistemas Pecuarios Sostenibles para las Montañas Tropicales. [en línea]. [Cali, Colombia]. 1995. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <www.fao.org/waicen/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/montana.htm>

• **Aumento de diversidad.** El anterior autor⁷, sustenta que al igual que la dieta humana solo depende de pocas especies, la alimentación animal también se ha especializado. En consecuencia, la falta de utilización productiva de las especies lleva a su extinción porque requieren de condiciones naturales para realizar su ciclo y es difícil mantenerlas en condiciones artificiales en los bancos de germoplasma, por eso plantea la promoción de la utilización de distintas fuentes de forrajes para alimentación animal, como una estrategia para la preservación de la diversidad biológica.

Gálvez sugiere entre otras, las siguientes ventajas de la utilización de árboles forrajeros:

- Conservación de la fertilidad del suelo
- Fuente alimenticia para aves, cerdos, conejos, caballos y bovinos
- Adaptación y fácil propagación
- Son perennes y absorben CO₂.
- Protegen las fuentes de agua y regulan el ciclo hídrico⁸.

Además para que un árbol o arbusto sea calificado como forrajero Benavides⁹, agrega que debe reunir ventajas en términos nutricionales, de producción y de versatilidad agronómica sobre otros forrajes tradicionalmente utilizados, es decir el consumo por parte de los animales debe ser adecuado, con un contenido nutricional atractivo para la producción pecuaria, deben ser tolerantes a la poda y deben tener un rebrote vigoroso.

El estudio de una especie forrajera implica seguir determinados parámetros que permiten un mejor aprovechamiento de su potencial, entre ellos están la investigación de la fenología, formas de reproducción y análisis bromatológico, entre otros.

⁷ Ibid.

⁸ Ibid.

⁹ BENAVIDES, J. Árboles y arbustos forrajeros: Una alternativa agroforestal para la ganadería. En: Conferencia electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. [en línea]. [Cali, Colombia]. CIPAV, Noviembre de 1998. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: < www.fao.org/livestock/agap/frg/afri/espanol/document/agrofor1/bnvdes23.htm.>

1.2 FENOLOGIA

1.2.1 Generalidades. Azkue¹⁰, se remonta a los orígenes al expresar que el botánico Belga Charles Morrenen (1958) fue quien dio su primer uso al término fenología, sin embargo, amplía que la observación de eventos fenológicos data de varios siglos atrás en antigua China, donde desarrollaron calendarios fenológicos, siglos antes de Cristo, además desde hace mas de 200 años algunos agricultores de Estados Unidos iniciaron sus registros de las fechas de siembra, emergencia, foliación, caída de hojas y otros de varias especies de plantas. Continúa la autora diciendo que solo después del desarrollo del termómetro se hizo posible correlacionar estas etapas fenológicas con el clima, especialmente con la temperatura y humedad. En 1918 Andrew Hopkins estableció la ley bioclimática, ampliada en 1938, donde se recomienda el uso de observaciones fenológicas en lugar de observaciones meteorológicas ya que las primeras integran los efectos del microclima y los factores edáficos en la vida de las plantas, de tal forma que otro instrumento no lo puede hacer.

Adicionalmente Camacho y Orozco¹¹, se refieren a la relevancia que tiene el conocimiento y la comprensión de los parámetros fenológicos de especies arbóreas en ecosistemas naturales, lo cual según estos autores, es de interés básico en estudios ecológicos sobre biodiversidad, productividad y organización de las comunidades y de las interacciones de las plantas con la fauna; además reviste gran importancia en programas de conservación de recursos genéticos, manejo forestal y planificación de áreas silvestres.

Sin embargo, los mismos autores¹² manifiestan que a pesar de la importancia que tiene la conservación de los ecosistemas naturales, no solo en salvaguardar la biodiversidad, sino también por la cantidad de servicios ambientales que presenta a la sociedad, son pocos los estudios realizados para profundizar en el entendimiento de los procesos dinámicos que aquí ocurren.

1.2.2 Definición. De acuerdo al trabajo de Azkue¹³, es el estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas se denomina fenología, palabra que deriva del griego “phaino” que significa manifestar y “logos” tratado;

¹⁰ AZKUE, M. La fenología como herramienta en la agroclimatología. [en línea]. : INIA-CENIAP- IIRA, Noviembre de 2000. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <www.ceniap.gov.ve/bdigital/monografias/fenologia/fenologia.htm#METODOLOGÍA>

¹¹ CAMACHO, M. y OROZCO, L. Patrones fenológicos de 12 especies arbóreas del bosque montano de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. En : Revista de Biología Tropical. Vol. 46, No.3 (1998); p. 533-534.

¹² Ibid., p. 534.

¹³ AZKUE, Op. cit.

señala además, que es el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico como la brotación, y maduración de los frutos y otros. Como es natural, estos fenómenos se relacionan con el clima de la localidad en que ocurre y viceversa, de la fenología se puede sacar secuencias relativas al clima y sobre todo al microclima cuando ni uno, ni otro se conocen debidamente.

Según la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, CONIF la fenología se refiere a: “el conocimiento de las relaciones existentes entre los fenómenos biológicos periódicos que se suceden en las plantas y los cambios climáticos estacionales acaecidos en su hábitat”¹⁴. Adicionalmente Villasana y Suárez, plantean: “cada evento fenológico posee una estrecha relación con los patrones estacionales climáticos, para obtener una explicación satisfactoria de ocurrencia de los fenómenos fenológicos es indispensable poseer datos climáticos de la zona en estudio, con la finalidad de relacionarlos e interpretarlos a través de un dendrofenograma”¹⁵.

1.2.3 Metodología para la toma de datos. Respecto a este parámetro CONIF¹⁶ menciona que la investigación de la fenología de una especie a estudiar, se debe iniciar marcando los árboles con características fenotípicas deseables (árboles sanos, totalmente desarrollados, con un distanciamiento aproximado entre árboles de 100m, de fácil acceso y fustes rectos), posteriormente se deben seleccionar los árboles muestra sobre los cuales se deben realizar las observaciones fenológicas de fenómenos como floración, fructificación, foliación y defoliación.

Según Villasana y Suárez¹⁷ la información fenológica debe tener carácter cuantitativo y cubrir todo el periodo de manifestación de la característica, tanto el inicio, la plenitud como la declinación.

Por su parte Fournier y Charpantier¹⁸ ejecutaron un estudio fenológico para determinar el tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones óptimas,

¹⁴ CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN FORESTAL. CONIF. Investigación forestal del pacífico colombiano. En : Memorias Técnicas de la investigación de CONIF – INDERENA. Serie técnica No. 33 (1996). p.139.

¹⁵ VILLASANA, R. y SUAREZ, A. Estudio Fenológico de diez especies forestales, presentes en la reserva forestal IMATACA, Edo. Bolívar, Venezuela. En : Revista Forestal Venezolana. Vol. 31, No. 41(1) (1997); p 14-15.

¹⁶ CONIF, Op. cit., p. 139.

¹⁷ VILLASANA y SUAREZ, Op. cit., p 15.

¹⁸ FOURNIER, L. y CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. En : Cespedesia, Boletín Científico del departamento del Valle del Cauca. Suplemento 2. Vol. 7, No. 25-26 (1978); p 13.

sobre 20 individuos de *Tabebuia rosea* y 20 individuos de *Erythrina poeppigiana*, en San Pedro de Montes de Oca. Los individuos estaban distribuidos en varios sitios y fueron escogidos según su orden de aparición; se determinó semanalmente sus características fenológicas (floración, fructificación, defoliación y brotación), durante 12 semanas. Se concluyó que para un estudio fenológico en árboles es recomendable el empleo de 10 individuos por especie, seleccionada por orden de aparición en el bosque, en cuanto a la frecuencia en las observaciones, se deben realizar quincenalmente.

1.2.4 Dendrofenograma. De acuerdo a Fournier 1976¹⁹, el nombre de dendrofenograma para la representación gráfica de las características fenológicas, la cual ofrece una cuantificación cronológica del comportamiento fenológico de los árboles. Se compone de un eje horizontal que representa el tiempo en meses y uno vertical con 4 escalas porcentuales y representan respectivamente brotación, caída de follaje floración y fructificación. El “año fenológico” se inicia cuando se representa la mayor actividad fenológica en la región.

Complementa lo anterior CONIF²⁰, al afirmar que el conocimiento fenológico se obtiene cuando se realiza la superposición de las variables estacionales del clima (variables independientes) temperatura, lluvia, viento, brillo solar, humedad, etc., sobre las variables periódicas de los fenómenos biológicos (variables dependientes), con el fin de obtener un dendrofenograma o representación grafica de la superposición de los fenómenos.

1.2.5 Evaluación de los fenómenos. Según Fournier cada característica se evalúa mediante empleo de una escala que varía entre 0 y 4, en las que estas cifras tienen el siguiente resultado:

- 0 = Ausencia del fenómeno observado
- 1 = Presencia del fenómeno con magnitud entre 1-25%
- 2 = Presencia del fenómeno con magnitud entre 26-50%
- 3 = Presencia del fenómeno con magnitud entre 51-75%
- 4 = Presencia del fenómeno con magnitud entre 76-100%²¹.

¹⁹ FOURNIER, L. El dendrofenograma una representación gráfica del comportamiento de los árboles, citado por LEON, J. y MIRANDA M. Estudio fenológico de diez especies forestales nativas en la Microcuenca las Tiendas, Municipio de Pasto, Nariño. Pasto, 2002. p. 19. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

²⁰ CONIF, Op. cit., p. 139.

²¹ FOURNIER, L. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. En : Cespedesia, Boletín Científico del departamento del Valle del Cauca. Suplemento 2. Vol. 7, No. 25-26 (1978); p 22.

Fournier²² anota además que esta escala permite medir el estado fenológico de cada individuo manifestando que en cada observación, la suma de los valores correspondientes al total de la muestra de cada especie facilita el análisis de progreso de la característica que se estudia. Por ejemplo si una especie tiene en un estudio un tamaño de muestra 5 individuos cuyos valores de floración para una observación son 2, 3, 3, 3 y 4, respectivamente, el total observado es de 15 puntos. Como el máximo posible para esa muestra es de 20 puntos, si los 5 individuos alcanzasen el valor 4 en la escala, el valor observado indica que en ese momento la floración fue en un 75%.

1.2.6 Descripción de los fenómenos observados en el estudio fenológico

1.2.6.1 Floración. Según CONIF²³, la floración hace referencia al periodo corresponde al lapso de tiempo durante el cual se desarrollan las flores en la planta y varía según la especie y los factores naturales del sitio. Es la primera etapa del proceso reproductivo de las plantas superiores, requisito para la formación de semillas e indica la madurez de la planta. Las estructuras a observar son botón floral (flor antes de abrir) y flor abierta (flor madura que posee todas sus estructuras).

Como anotan Gómez y Del Amo²⁴, un factor importante que influye en la floración y en la fructificación es la precipitación pluvial. Esta influencia puede ser directa (afectando la humedad del suelo, contribuyendo a la maduración de los frutos o a su dispersión) o indirecta (determinando ciclos de vida de polinizadores o dispersores). En ambos casos su influencia es difícil de medir, pero el resultado de esta se expresa en un patrón fenológico, el cual puede ser observado.

1.2.6.2 Fructificación. Al respecto CONIF afirma: “inmediatamente después de concluir la floración y posterior a la polinización se da paso a la iniciación de las flores con formación y madurez de los frutos y la producción de semilla, Las estructuras a observar son, frutos verdes (frutos inmaduros) y frutos maduros (todo fruto completamente formado con todas sus partes estructuradas)”²⁵.

²² Ibid., p. 23.

²³ CONIF, Op. cit., p. 139.

²⁴ GOMEZ, A., y DEL AMO, S. Investigaciones sobre las regiones de selvas altas de Veracruz, México. México : Alhambra Mexicana, 1985. p. 33.

²⁵ CONIF, Op. cit., p. 139.

1.2.6.3 Follaje. Respecto a este parámetro CONIF señala: “la brotación es la presencia de hojas jóvenes en el árbol y la defoliación es el desprendimiento natural de las hojas de los árboles. Para las observaciones fenológicas ambos fenómenos se registran por el momento de inicio y final del mismo”²⁶. De acuerdo a Venegas²⁷ la caída del follaje se da al comenzar periodos desfavorables como una sequía.

Respecto al follaje, Gómez y Del Amo²⁸, sostienen que la caída de hojas generalmente es simultánea a la producción de hojas jóvenes, así mismo, el envejecimiento de hojas a lo largo del año, es acorde con la constante caída de hojas y su casi desaparición durante la época seca, que corresponde a la mayor captura de hojarasca en el suelo.

Los mismos autores²⁹, mencionan además que el crecimiento de los meristemos foliares en los meses de menos precipitación puede darse por una estrecha relación entre las diferentes fases del ciclo vital de las hojas, pues antes de la caída de las mismas la planta ha translocado los nutrientes a las épocas secas. Posiblemente esta translocación, en unión de las reservas acumuladas durante la época de lluvia, permite este suceso.

1.3 ESPECIES UTILIZADAS EN EL ENSAYO

1.3.1 Munchiro *Boehmeria fallax*

Clasificación botánica: Clase: Dicotiledonea
Orden: Urticales
Familia: Urticaceae
Género: *Boehmeria*
Especie: *fallax*

Sinónimos. *Boehmeria ulmifolia* (Wedd), *Boehmeria pavoni* var *anomala* (Wedd), *Phenax ulei* (Krause), *Boehmeria anomala* (Wedd) Killip.

²⁶ Ibid., p. 139.

²⁷ VENEGAS, L. Metodología para observaciones fenológicas. En : Cespedesia, Boletín Científico del departamento del Valle del Cauca. Suplemento 2. Vol. 7, No. 25-26 (1978); p. 29.

²⁸ GÓMEZ y DEL AMO, Op. cit., p. 33.

²⁹ Ibid., p. 33.

La familia Urticaceae de casi 40 géneros y 500 especies, la mayoría silvestres, entre ellas se destacan *Boehmeria nivea* (Ramio) conocido en industria textil y como forrajero y las ortigas (*Urtica* Spp).

Usos. Especie apta, para establecimiento de cercas vivas, en bordes de camino para protección de nacimientos de agua y para alimentación de animales.

Consumo animal. Con base al conocimiento empírico de los habitantes del corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto, el Munchiro *Boehmeria fallax* ha sido apetecido, en una buena proporción por ruminantes y particularmente por especies monogástricas, sin demostrar algún tipo de efectos adversos sobre las mismas.

Ensayos anteriores con especies de la misma familia. En la investigación realizada por Campaña y Jácome³⁰, denominada “Evaluación de diferentes niveles de forraje de Ramio *Boehmeria nivea* en la alimentación de cuyes *Cavia porcellus*”, se evaluó la capacidad nutritiva del forraje de Ramio *Boehmeria nivea*, en combinación con forrajes de uso tradicional como el pasto imperial *Axonopus scoparius* y la hoja de plátano *Mussa sp.*, en el engorde de cuyes. El comportamiento de los cuyes se cuantificó bajo los parámetros de consumo de alimento, incremento de peso y conversión alimenticia, obteniendo como resultado la mayor preferencia de los animales hacia el consumo de ramio, además el contenido proteico del Ramio es de 18.20%, con alto contenido de vitamina A 2 a 3 veces mayor que la alfalfa.

1.3.2 Colla blanca *Verbesina arborea* (Kunth)

Clasificación botánica. Clase: Dicotiledonea
Subclase: Metaclamídea
Orden: Asterales
Familia: Asteraceae
Género: Verbesina
Especie: arborea

Sinónimos. *Chaenocephalus arboreus* (Kunth) O. Hoffm.

³⁰ CAMPAÑA, J. y JÁCOME, R. Evaluación de diferentes niveles de forraje de Ramio *Boehmeria nivea* en la alimentación de cuyes *Cavia porcellus*, Municipio de Pasto, Nariño. Pasto, 1983. 71 p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

Distribución y hábitat. El género *Verbesina* consta de 300 especies, distribuidas en América Tropical y posee pocas especies en las zonas templadas. En el Ecuador están representadas 23 especies que se encuentran desde el nivel del mar, pero se adaptan mejor en la zona andina. *Verbesina arborea* junto con otras 16 especies se han registrado sobre los 2400 msnm y se adapta en alturas entre 2800 y 3000 msnm. Portilla.³¹

Por su parte Mera y Zamora³² dicen que *Verbesina arborea* se ubica entre los 1800 y 2.800 msnm, distribuyéndose a lo largo de la cordillera central y occidental colombianas. Es una especie típica de zonas abiertas y altas encontrándose en bordes de camino, bosques naturales, rastrojos altos y bosques secundarios.

Usos. Especie de rápido crecimiento, apta para protección de cuencas, nacimientos de agua y para alimentación de animales.

Consumo animal. En la investigación realizada por Portilla³³, se encontró que el mayor consumo expresado en porcentaje del material ofrecido en base seca fue Colla blanca con 96%. Su elevada ingestión se puede asociar con el menor contenido de materia seca por lo que el animal trata de llenar sus requerimientos con altas cantidades de forraje. Es posible que esta especie posea propiedades organolépticas favorables al consumo, tales como efectos sensoriales como características físico químicas (olor, sabor, color, textura) propiedades que sirven para cuantificar los alimentos y puede tener efectos fisiológicos en el aparato digestivo, así como afectar la ingestión cuantitativa de los mismos.

Proyecciones. En la investigación realizada por Portilla³⁴ se demuestra que gracias al alto grado de aceptabilidad del forraje de Colla blanca esta se convierte en una alternativa para alimentación de rumiantes; superando los porcentajes de consumo animal, con respecto a otras especies, este forraje se puede utilizar para complementar los requerimientos nutricionales de los vacunos, por lo tanto debe existir una dieta forrajera básica donde se incluya esta especie. Con referencia al contenido mineral la Colla tiene contenidos superiores a la torta de solla, aspecto

³¹ PORTILLA, W., RODRÍGUEZ, P. y SARRALDE, C. Evaluación nutricional y Degradabilidad “In situ” de algunas arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño, Colombia. Pasto, 2000. 125 p. Trabajo de grado (Especialización en producción de bovinos para leche). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

³² MERA, F. y ZAMORA, A. Establecimiento y evaluación inicial del arreglo de árboles dispersos en asociación con pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum*, en el altiplano de Pasto. Pasto, 2003. p. 30-31. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. .

³³ PORTILLA, RODRÍGUEZ y SARRALDE., Op. cit., p. 43.

³⁴ Ibid., p. 43 y 93-94.

que demuestra aún más la importancia de esta especie a nivel de consumo animal.

Ensayos anteriores con esta especie. En la investigación realizada por Mera y Zamora³⁵, establecimiento y evaluación inicial del arreglo árboles dispersos en asociación con pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum*, en el altiplano de Pasto. Se estableció y evaluó la fase inicial del arreglo; se utilizaron las especies Acacia amarilla *Acacia decurrens*, Chilca *Baccharis latifolia* y Colla blanca *Verbesina arborea*; con 2 distancias de siembra 7 * 7m y 15 * 15m. El tiempo de estudio fue de 5 meses, establecidos entre Agosto y Diciembre de 2002, en el cual se cuantificó el porcentaje de sobrevivencia, crecimiento en altura y perímetro del tallo, correlacionando con temperatura y precipitación. La Colla blanca obtuvo el mayor crecimiento en perímetro de tallo con 4.12 cm; no se encontró relación directa con la temperatura y la precipitación en el crecimiento de las especies.

En la investigación realizada por Portilla³⁶ evaluación nutricional y degradabilidad “in situ” de algunas arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño –Colombia, se evaluó el valor nutritivo mediante la prueba de digestibilidad “in situ” y posible aprovechamiento en el rúmen, de especies arbóreas y arbustivas del trópico alto, dirigida a generar información sobre parámetros de degradabilidad ruminal y características nutricionales de Acacia *Acacia sp*, Colla blanca *Verbesina arborea* y Pichuelo *Sena pistaciifolia*, Quillotoco *Tecoma stans*, Chilca *Baccharis latifolia* y Sauco *Cestrum tumentosum*. El grado de aceptabilidad de follaje de Colla blanca fue de 96%, por lo tanto esta investigación demuestra que esta especie es una alternativa excelente para la alimentación de rumiantes.

1.4 BROMATOLOGIA

El estudio bromatológico incluye el análisis proximal el cual evalúa los contenidos de grasa, fibra cruda, proteína, humedad, ceniza, extracto no nitrogenado y la fracción materia seca que está formada por los componentes: proteína, extracto etéreo, fibra y carbohidratos solubles; el extracto etéreo corresponde a la cantidad de grasas verdaderas, ésteres de ácidos grasos, lípidos compuestos, vitaminas liposolubles, ceras y resinas. En el laboratorio para disolver este tipo de componentes se utiliza la sustancia éter. Portilla³⁷.

³⁵ MERA y ZAMORA, Op. cit., 97 p.

³⁶ PORTILLA, RODRÍGUEZ y SARRALDE, Op. cit., 125 p.

³⁷ Ibid., p. 49.

De acuerdo a Bondi³⁸ la Fibra detergente neutra (FDN) hace parte de la pared celular y está formada por los carbohidratos estructurales, celulosa, hemicelulosa y lignina, este compuesto dependiendo de su cuantía y del tipo de uniones que forme con la celulosa, y la hemicelulosa determinará el grado de aprovechamiento del forraje, esto por cuanto la lignina es la fracción indigerible.

Por su parte Van Soest³⁹ hace referencia a la Fibra Detergente Acida (FDA), cuando menciona que su contenido está formado por celulosa y lignina, se diferencia con la FDN en el contenido de hemicelulosa; la hemicelulosa es un carbohidrato estructural heterogéneo, formado por celulosanas y polisacáridos amorfos; es insoluble en agua, pero puede solubilizarse en álcalis diluidos y descomponerse en azúcares tras la hidrólisis ácida (especialmente las celulosanas); los polisacáridos amorfos se asocian íntimamente a la lignina y la proporción de este tipo de compuestos, determina en parte el aprovechamiento o no de la hemicelulosa por el animal. Comparativamente la hemicelulosa es más soluble que la celulosa (dependiendo de los enlaces que forme con la lignina).

Los minerales Ca, P y Mg, son requeridos por la población microbiana del rúmen y su bajo aporte se puede ver reflejado en la disminución de la degradación de l material. Según Bondi⁴⁰, el fosfato es necesario para la síntesis de ácidos nucleicos, a su vez Portilla⁴¹, anota que la disponibilidad biológica de los minerales puede ser afectada por quelatos orgánicos y por otros elementos inorgánicos que pueden estar presentes en los alimentos; en tanto que la energía es producida por oxidación completa de la proteína, carbohidratos estructurales y grasa; aproximadamente cada una de estas fracciones liberan al oxidarse una cantidad de calor equivalente a 5.65, 4.10 y 9.45 Kcal/ respectivamente.

1.5 PROPAGACION

1.5.1 Por semilla. Como lo describe Niembro⁴², la semilla está formada por el embrión y su provisión de alimento, rodeada por cubiertas protectoras. El fenómeno de la germinación toma lugar al poco tiempo después de que la semilla ha absorbido agua a través del micropilo. El primer indicio de la germinación se manifiesta con la ruptura de la testa cerca del extremo micropilar. Esta ruptura es

³⁸ BONDI, Nutrición animal, citado por PORTILLA, RODRÍGUEZ y SARRALDE, Op. cit., p. 50.

³⁹ VAN SOEST, Nutritional ecology of the ruminant, citado por PORTILLA, RODRÍGUEZ y SARRALDE, Op. cit., p. 50.

⁴⁰ BONDI. Nutrición Animal, 1963, citado por PORTILLA, RODRÍGUEZ y SARRALDE., Op. cit., p. 51.

⁴¹ PORTILLA, RODRÍGUEZ y SARRALDE., Op. cit., p. 52.

⁴² NIEMBRO, A. Mecanismo de reproducción sexual en pinos. México : Editorial Limusa , 1986. p. 100.

causada en primer lugar por la presión de imbibición de agua y posteriormente por el crecimiento del embrión.

A propósito de la germinación Niembro⁴³, sostiene que antes de que tome lugar la germinación el pequeño embrión presenta una estructura simple debido a que carece de hojas primarias y un sistema vascular organizado. Durante la germinación toman lugar diversos cambios morfogénicos en el embrión muchos de los cuales no son visibles externamente, como el alargamiento y división mitótica de la plúmula o epicótilo adyacente a los cotiledones que darán origen a las hojas primarias; la diferenciación del sistema vascular y la formación de los estomas. Durante la germinación el embrión asimila las reservas alimenticias contenidas en el gametofito femenino, cuando esta llega a su término el embrión se ha convertido en una plántula independiente capaz de sintetizar su propio alimento. Por su parte Hartmann y Kester agregan: “la semilla que no germina por sus propios mecanismos internos se dice que es latente, la semilla que germina de inmediato al exponerla a condiciones adecuadas es quiescente; en las primeras el control de germinación se debe a mecanismos internos y en la segunda a factores ambientales externos”⁴⁴.

Hartmann y Kester, sugieren estas condiciones para que la semilla de paso al proceso de germinación:

- Ser viable: el embrión debe estar vivo y debe tener capacidad para germinar
- Condiciones internas favorables para la germinación: deben haber desaparecido las barreras físicas o químicas para la germinación
- La semilla debe encontrarse en condiciones ambientales apropiadas
- Los requerimientos son: disponibilidad de agua, temperatura apropiada, provisión de oxígeno y a veces luz⁴⁵.

1.5.1.1 Cosecha de semillas de árboles y arbustos. De acuerdo a los anteriores autores⁴⁶ si la semilla se cosecha cuando el embrión no ha alcanzado

⁴³ Ibid., p. 101.

⁴⁴ HARTMANN, H. y KESTER, D. Propagación de plantas, principios y prácticas. 2ª. ed. México : Continental, 1981. p. 145-146.

⁴⁵ Ibid., p. 145-146.

⁴⁶ Ibid., p. 130-132.

un desarrollo suficiente, puede resultar delgada, de poco peso, arrugada, de mala calidad y de vida corta, contrariamente si la cosecha se retrasa el fruto puede desprenderse, caer y ser comido por aves. La variabilidad de las semillas de diferentes especies varía de año en año, de un lugar a otro y de una planta a otra.

1.5.1.2 Época de siembra. Según Riascos y Fajardo⁴⁷, para poder sembrar a tiempo se debe tener el terreno sin plantas y preparado, la siembra de la semilla en el germinador incluye dos variables que son la profundidad y la densidad; en cuanto a profundidad la semilla debe quedar lo suficientemente protegida para que el riego no la destape y gaste la menor energía posible para salir a la superficie; la densidad es el número de semillas sembrada por unidad de área, casi siempre se determina por número de siembra en metro cuadrado.

Complementan Hartmann y Kester⁴⁸ al afirmar que la semilla se planta en una época del año en la que el ambiente natural proporciona las condiciones para la postmaduración, en el almácigo debe protegerse de la desecación, de las condiciones ambientales adversas, animales, enfermedades y competencias con malezas. Cuando no se conocen tratamientos de propagación efectivos, se debe imitar los hábitos de siembra de la planta y proporcionar condiciones de germinación de su ambiente natural.

1.5.1.3 Reproducción de plántulas por semilla. Según Riascos y Fajardo⁴⁹ la producción de plántulas puede hacerse en envases, bolsas de polietileno y bandejas de germinación que difieren por su calidad. Una planta producida en vivero debe tener capacidad de arraigar y vegetar larga y satisfactoriamente una vez plantada, la edad de trasplante depende de la especie a repoblar, además debe haber un equilibrio entre la proporción entre la raíz y la parte aérea de la planta, la profundidad o longitud de la raíz no debe ser excesiva ni escasa y los árboles deben estar suficientemente lignificados con una densidad de hojas normal y con un estado sanitario óptimo.

Respecto a los sistemas de siembra los autores mencionan: “se pueden realizar a voleo, en líneas paralelas o surcos, en golpes o en caballones, para la siembra en surcos la distancia entre cada uno varía entre 4 y 10 cm”⁵⁰.

⁴⁷ RIASCOS, M. y FAJARDO, M. Evaluación de cuatro sistemas de producción de plántulas de Laurel de cera (*Myrica pubescens* H y B ex wild) bajo condiciones de vivero. Pasto, 2001. p. 15. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁴⁸ HARTMANN y KESTER, Op. cit., p. 208-209.

⁴⁹ RIASCOS y FAJARDO, Op. cit., p. 17-22.

⁵⁰ Ibid., p. 17-22.

Por su parte, Hartmann y Kester⁵¹, afirman que para hacer uso económico del espacio, la semilla se debe sembrar tan junto como sea posible, no obstante una siembra muy tupida produce ahogamiento y reduce el vigor y tamaño de las plántulas, produciendo árboles delgados y raíces pequeñas, por lo tanto la densidad de siembra depende de la especie y el objeto de la propagación, así como también la profundidad de siembra varía de acuerdo al tamaño de la semilla siendo conveniente sembrarla de dos a cuatro veces su grueso. Al iniciar el desarrollo se protege la semilla de desecación, calor o frío; para ello se puede cubrir la cama con una sombra y se debe regar el suelo en las horas más calurosas, para así reducir su temperatura.

1.5.2 Por estacas. Según Hartmann y Kester⁵², la propagación por estaca es rápida, poco costosa, sencilla y facilita la reproducción de la planta madre sin variación genética, la estaca debe proveer de nutrientes a las raíces y tallo en desarrollo y debe contener por lo menos un nudo. En las plantas que se propagan bien por estacas este método tiene muchas ventajas. Se pueden iniciar muchas plantas en un espacio limitado, partiendo de pocas plantas madres. La planta progenitora puede reproducirse con exactitud.

1.5.2.1 Tipos de estacas. Respecto a este tema los mismos autores⁵³ afirman que las estacas se toman de porciones vegetativas como tallos, tallos modificados (rizomas, tubérculos, cormos y bulbos), hojas o raíces. Al escoger material para estacas es importante usar plantas madres libres de enfermedades, moderadamente vigorosas, productivas y de identidad conocida. Deben evitarse plantas enfermas o dañadas por heladas o sequías, defoliadas por insectos o enfermedades y achaparradas por fructificación excesiva.

Los anteriores autores⁵⁴ mencionan además que las estacas de tallos se obtienen de segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales, esperando que al colocarlas en condiciones adecuadas produzcan raíces adventicias y en consecuencia plantas independientes. Así mismo, el tipo de madera, el periodo de crecimiento usado para hacer las estacas, la época del año en que se obtengan y otros factores pueden ser mucha importancia para asegurar el enraizamiento.

1.5.2.2 Medios para enraizamiento. Hay estacas de diferentes especies que enraízan con facilidad en muchos medios de enraizado, en aquellas que enraízan

⁵¹ HARTMANN y KESTER, Op. cit., p. 228-232.

⁵² Ibid., p. 347.

⁵³ Ibid., p. 348.

⁵⁴ Ibid., p. 348-349.

con dificultad el medio de enraíce influye mucho, no solo en el porcentaje de enraizado, sino también en la calidad del sistema radical que formen; es importante tener en cuenta que cuando el suelo sea el medio de propagación utilizado, debe estar libre de nematodos, por lo que se debe tratar antes de la siembra, según lo expresado por Hartmann y Kester⁵⁵.

1.5.2.3 Tratamiento de las estacas con reguladores de crecimiento. De acuerdo a lo descrito por Rojas: “un fitorregulador es un compuesto químico capaz de intervenir en el metabolismo y actúa en muy pequeñas concentraciones. Estos pueden ser naturales si los produce la propia planta o sintéticos; las hormonas son fitorreguladores naturales, siendo el grupo mas conocido el de las auxinas”⁵⁶.

En este sentido Hartmann y Kester⁵⁷, sustentan que el objeto de tratar estacas con reguladores de crecimiento del tipo auxinas (hormonas), es aumentar el porcentaje de estacas que formen raíces, acelerar su formación, aumentar el número y calidad de raíces y aumentar la uniformidad del enraizado; sin embargo, el uso de sustancias para enraizamiento no permiten ignorar las prácticas adecuadas para la propagación por estacas; como el mantenimiento de las relaciones de agua, y las condiciones de luz y temperatura adecuadas. Las sustancias químicas como los ácidos indolbutírico y naftalenacético son más confiables para estimular la producción de raíces adventicias, el ácido indolbutírico es el mejor, debido a que no es tóxico, aparece en una amplia gama de concentraciones y es eficaz para estimular el enraizamiento.

Respecto a la auxina que corre naturalmente Weaver⁵⁸, menciona que su síntesis se da primordialmente en las yemas apicales y en las hojas jóvenes, no obstante su movimiento se realiza a través de la planta del ápice a la base; por otro lado la aplicación por medios artificiales de auxinas sintéticas, aparentemente produce una translocación masiva hacia arriba posiblemente por el xilema, pero si las sustancias reguladoras de crecimiento se usan en concentraciones excesivas para la especie que se trata, puede producir daños inhibiendo meramente el desarrollo de las yemas.

1.5.2.4 Medidas de sanidad. Es mucho más fácil prevenir los ataques de organismos patógenos que tratar de detenerlos, por lo que las pérdidas

⁵⁵ Ibid., p. 369.

⁵⁶ ROJAS, M. Fisiología Vegetal Aplicada. 4ª. ed. México : INTERAMERICANA McGraw-Hill, 1993. p. 81.

⁵⁷ HARTMANN y KESTER, Op. cit., p. 372.

⁵⁸ WEAVER, R. Reguladores de Crecimiento de las plantas en la agricultura. México : Trillas, 1987. p. 151.

ocasionadas por el ataque de una enfermedad pueden ser de consideración donde hayan miles de estacas, en esa medida el material utilizado debe estar libre de insectos y de organismos patógenos, en concordancia a lo afirmado por Hartmann y Kester⁵⁹, quienes además, recomiendan que a medida que se reúna el material puede envolverse en un polietileno negro, para protegerlo del sol, y luego, con la mayor prontitud se llevan al medio de propagación.

1.5.2.5 Cuidado de las estacas durante el enraizamiento. Los autores⁶⁰ antes mencionados, señalan que el enraizamiento de una estaca varía de una especie a otra y puede verse afectado por factores como la edad, en algunas especies, cuando se extraen estacas de plantas viejas y maduras la producción de raíces no es satisfactoria; otro factor es la diferencia que existe en la composición química de diferentes partes de la rama de la cual se extraen estacas, en muchos casos el mayor enraizamiento ocurre en estacas basales de la rama. Asimismo, la presencia de yemas y hojas promueven la formación de raíces, pero las hojas pueden ocasionar pérdida de agua y por ende la muerte de la estaca, si la especie no enraíza con prontitud.

Hartmann y Kester⁶¹ manifiestan también la necesidad de controlar la humedad en el suelo, la temperatura del ambiente y la cantidad de luz solar que recibe el material, además se deben eliminar malezas y tratar enfermedades e insectos; no debe permitirse que las estacas muestren marchitamiento en ningún momento y se debe proporcionar un drenaje adecuado. En general, se deben mantener buenas condiciones sanitarias y las hojas que caen deben retirarse al igual que las estacas ya muertas, pues los parásitos encuentran condiciones ideales en una estructura de propagación húmeda, cerrada y con luz de baja intensidad y si no se controla puede destruir miles de estacas.

⁵⁹ HARTMANN y KESTER, Op. cit., p. 379-380.

⁶⁰ Ibid., p. 389-390.

⁶¹ Ibid., p. 389-390.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

El estudio fenológico y la propagación por estacas se llevó a cabo en el corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto el cual se encuentra ubicado a una altitud de 2710 msnm, una temperatura promedio de 13°C., una precipitación pluvial anual de 1175,5 mm. y una humedad relativa del 70%, según datos del IDEAM⁶².; complementariamente el análisis bromatológico se hizo en el laboratorio de Nutrición Animal y la propagación por semilla en el Invernadero de la Universidad de Nariño, el cual se encuentra a 2600 msnm., a una temperatura promedio de 21°C.

Con base en el trabajo realizado por Gallardo y Timaná⁶³, los suelos son andisoles de origen volcánico, presentan una densidad aparente de 0.9gr/cc, un pH moderadamente ácido 5.7, tiene altos porcentajes de materia orgánica 8.6, tiene niveles medios de nitrógeno 0.36%, el fósforo (54 ppm) y el potasio (0.88 meq/100) se encuentran en un nivel alto; igualmente hay presencia de niveles altos de calcio (8.9 meq/100), magnesio (2.1 meq/100), capacidad de intercambio catiónico (25 meq/100) en el complejo de suelo (Anexo G), cabe aclarar que estos datos corresponden a los suelos cultivables de la zona y no al bosque natural.

Cabe destacar que respecto a estas dos especies no se han realizado estudios preliminares acerca del tipo de suelo al cual se encuentran adaptadas, sin embargo autores como Sagástegui⁶⁴, han encontrado que estas especies y otras de la misma familia se distribuyen ampliamente en diferentes sitios de la cordilleras de los andes donde las clases de suelos son variables.

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 Estudio morfológico. Se efectuó un estudio de las características morfológicas de las especies *Verbesina arborea* y *Boehmeria fallax*, para lo cual se visitaron los lugares de dispersión con el objeto de hacer observaciones y

⁶² IDEAM, 2001, citado por GALLARDO, A. y TIMANA, O. Evaluación de la respuesta del repollo *Brassica oleraceae*, variedad bola verde a la aplicación del fermentado anaeróbico a base de alfalfa *Medicago sativa* en el Corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto, Nariño. Pasto, 2002. p. 26. Trabajo de grado (Ingeniero Agronomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁶³ GALLARDO y TIMANA, Op. cit., p. 26.

⁶⁴ SAGASTEGUI, A. Compuestas Andino-Peruanas Nuevas Para La Ciencia IV. [en línea]. [Perú]. Revista Arnaldoa, Herbario Antenor Orrego, 1991. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <www.sacha.org/pubs/books/arnald_sp.htm>.

recolectar la información correspondiente a la estructura de los arbustos, asimismo se tomaron fotografías y se juntaron muestras de los órganos sobresalientes que posteriormente fueron llevados al Herbario de la Universidad de Nariño para su respectivo análisis y procesamiento de la información.

2.2.2 Estudio fenológico

2.2.2.1 Reconocimiento del área. Siguiendo la metodología propuesta por Venegas⁶⁵, se hizo un recorrido por la Vereda Mapachico con el fin de realizar un reconocimiento general del área, abarcando la zona carretable, un bosque natural, una plantación de árboles introducidos (Pino y Eucalipto) con regeneración natural y bordes de caminos, luego se identificó las zonas de distribución de las dos especies, así como los lugares de mejor acceso y posibles árboles muestra sobre los cuales se desarrolló la investigación, el área recorrida correspondió a 2 Km aproximadamente.

2.2.2.2 Demarcación de los transectos. De acuerdo a CONIF⁶⁶ se hizo el trazado de dos transectos, uno para cada especie de acuerdo a la distribución de estas en el área, la longitud de los transectos fue variable (mayor de 100m) y se establecieron en diferentes direcciones para que los individuos a seleccionar se encontraran alejados, de modo que fueran representativos de la variación fenotípica.

2.2.2.3 Tamaño de la muestra. Se utilizó un tamaño de muestra de 10 individuos por cada especie con base a la metodología propuesta por Fournier y Charpantier⁶⁷, considerando la heterogeneidad del comportamiento de los forestales silvestres ante las condiciones ambientales.

2.2.2.4 Árboles muestra y frecuencia de las observaciones. Conforme a CONIF⁶⁸, para la muestra se tuvo en cuenta aquellos arbustos en edad de florecer y fructificar, considerando aquellos con buenas características fenotípicas, cada árbol se marcó y enumeró con el objeto de hacerlos visibles para su posterior ubicación.

⁶⁵ VENEGAS, L. Metodología para observaciones fenológicas. *En*: Cespedesia, Boletín Científico del departamento del Valle del Cauca. Suplemento 2. Vol. 7, No. 25-26 (1978); p. 28.

⁶⁶ CONIF, Op. cit., p. 139.

⁶⁷ FOURNIER y CHARPANTIER, Op. cit., p. 13.

⁶⁸ CONIF, Op. cit., p. 139.

Considerando lo propuesto por Fournier y Charpantier⁶⁹, las visitas se realizaron quincenalmente durante un año, periodo en el cual se presentó un ciclo completo de las condiciones climáticas, las fechas de las observaciones se muestran en la Tabla 1. Además la información de cada observación de los individuos se consignó en formularios (Anexo A) una vez iniciado el seguimiento.

Tabla 1. Fechas de observación de las fenofases, periodo Diciembre 2002- Noviembre 2003.

MESES	FECHAS DE OBSERVACIÓN
DIC	7 Y 21
ENE	3 Y 18
FEB	1 Y 16
MAR	1, 15 Y 29
ABRI	12 Y 26
MAY	10 Y 24
JUN	7 Y 21
JUL	15 Y 18
AGT	2, 16 Y 30
SEP	13 Y 27
OCT	11 Y 25
NOV	8 Y 22

2.2.2.5 Fenómenos observados. CONIF⁷⁰ afirma que los registros incluyen los fenómenos correspondientes a floración, fructificación y brotación, estos datos fueron recopilados en formularios de campo como aparece en el Anexo D. Dentro de las observaciones de cada especie se encuentra:

- FLORES: a) Botón floral
b) Flor abierta
- FRUTOS: a) Fruto verde
b) Fruto maduro
- BROTAÇÃO: Este fenómeno se registró desde el momento que en que se observó la presencia de rebrotes foliares hasta cuando las hojas alcanzaron totalmente su formación.

⁶⁹ FOURNIER y CHARPANTIER, Op. cit., p. 13.

⁷⁰ CONIF, Op. cit., p. 139.

2.2.2.6 Medición y evaluación de los fenómenos. Para la medición y evaluación de los fenómenos se utilizó la escala que elaboró Fournier⁷¹ la cual varía entre valores de 0 y 4, permitiendo medir en porcentaje la intensidad del fenómeno en cada uno de los individuos de la muestra.

0 = Ausencia del fenómeno observado

1= Presencia del fenómeno con magnitud entre 1-25%

2= Presencia del fenómeno con magnitud entre 26-50%

3= Presencia del fenómeno con magnitud entre 51-75%

4= Presencia del fenómeno con magnitud entre 76-100%

Considerando que la metodología de Fournier, no especifica la forma de hacer la cuantificación de los fenómenos en el momento de observación y los resultados pueden tornarse subjetivos, se optó por hacer un registro general de las ramas que contenía cada árbol, posteriormente se realizó un conteo de las ramas que poseían frutos o flores y de aquellas que no las tenían, este procedimiento se dificultó principalmente con la especie *B. fallax*, por lo cual como mecanismo de ayuda, se utilizaron binoculares con el objeto de detallar bien los fenómenos y realizar el posterior registro de los mismos.

2.2.2.7 Análisis de la información. Según la metodología expuesta por Fournier⁷², el comportamiento fenológico se relacionó con los cambios climáticos, para lo cual se utilizó la precipitación pluvial correspondiente al año de estudio. Esta correlación se hizo mediante un dendrofenograma respectivo para cada especie, por medio de este se efectuó una correlación de los datos fenológicos en porcentaje respecto a los de precipitación a través del tiempo para determinar la secuencia de cada fenofase y los meses de mayor o menor incidencia.

2.2.3 Análisis bromatológico. De acuerdo al trabajo realizado por Portilla⁷³, se muestrearon arbustos sanos, con características fenotípicas similares y aproximadamente de igual edad para realizar la colección de follaje, de igual forma para la ejecución de este procedimiento se tuvo en cuenta que los individuos se encuentren en la fase de floración, y también se recolectó una muestra con un peso equivalente a 1 Kg de material

⁷¹ FOURNIER, Op. cit., p. 22.

⁷² FOURNIER, L. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles, citado por LEÓN y MIRANDA, Op. cit. p. 37-38.

⁷³ PORTILLA, RODRÍGUEZ y SARRALDE, Op. cit., p. 37.

Con base a la investigación de los anteriores autores⁷⁴, las muestras de follaje por cada especie se trasladaron al Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de Nariño, donde fueron sometidas a un proceso de secado a una temperatura de 60° C por 48 horas, luego se molieron y rotularon en frascos de vidrio para su posterior análisis bromatológico que incluyó, análisis proximal (materia seca, extracto etéreo y proteína), Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Ácida (FDA), y hemicelulosa por el método de Van Soest.

2.2.4 Propagación

2.2.4.1 Por semilla. De acuerdo a lo recomendado por Ordóñez⁷⁵, las semillas fueron extraídas de los frutos maduros de árboles con características fenotípicas deseables; para la especie *Verbesina arborea* se seleccionaron mediante el conteo de la muestra, en tanto que para *Boehmeria fallax* se consideró tomar su peso en gramos ya que el tamaño de la semilla no facilita el conteo. Posteriormente se sometieron a un ensayo de germinación sobre suelo como único sustrato y sin ningún tratamiento pregerminativo.

Siguiendo las recomendaciones de Ordóñez⁷⁶, anteriores, para *Boehmeria fallax* se dividió la muestra en 4 grupos de 1 gramo cada uno, con el fin de establecer en promedio, el número total de plántulas germinadas por gramo de semilla y el porcentaje de germinación; paralelamente en *Verbesina arborea* se tomaron 400 semillas, las cuales se dividieron en 4 grupos de 100, para determinar el porcentaje de germinación, en promedio. La selección de 4 gramos y un grupo de 400 semillas respectivamente, se hizo teniendo en cuenta que este número es más representativo del valor de germinación que la muestra correspondiente a 100 unidades y 1g de semilla. Finalmente los resultados de germinación son individuales para cada especie y no se realizaron comparaciones entre ellas.

- **Porcentaje de germinación.** Según Ordóñez⁷⁷, en *Boehmeria fallax* se contabilizó el número aproximado de semillas por gramo, posteriormente se evaluó el No de semillas germinadas, y con base al tiempo implicado en el proceso se determinó el porcentaje de germinación. Siguiendo la metodología de Hartmann y Kester⁷⁸, para indicar el porcentaje de germinación en *Verbesina*

⁷⁴ Ibid., p. 38.

⁷⁵ COMUNICACIÓN PERSONAL de Héctor Ordóñez, Profesor Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Marzo de 2003.

⁷⁶ Ibid.

⁷⁷ Ibid.

⁷⁸ HARTMANN y KESTER, Op. cit, p. 195.

arborea se consideró el elemento tiempo indicando el número de plántulas producidas en un periodo determinado. Para representar este valor se realizó un plano cartesiano, donde el número de días se ubicarán en el eje "X" y el porcentaje de semillas germinadas en el eje "Y".

- **Vigor de germinación.** Conforme a la metodología de Hartmann y Kester⁷⁹, se determinó de acuerdo a la curva formada en la gráfica que representa la germinación (eje Y), vs., el tiempo representado en los días (eje X) a través de ella se puede observar los periodos de mayor o menor actividad germinativa de la semilla.

- **Pureza.** De acuerdo con la metodología de Hartmann y Kester⁸⁰, se pesó la muestra de trabajo y posteriormente se dividió en semilla pura de las dos especies trabajadas y los residuos. Para obtener el dato de pureza se siguió la siguiente fórmula:

$$\text{PUREZA} = \frac{\text{Peso de la semilla pura}}{\text{Peso total de la muestra}} * 100$$

2.2.4.2 Por estacas. Con base en la investigación realizada por Mafla y Noguera⁸¹, cada una de las especies se colectó en la zona rural de Pasto, Corregimiento de Mapachico considerando los grupos de estacas basales, medias y apicales cada una con tres nudos (60 por grupo), con una longitud entre 30 y 40 cm y un diámetro entre 3 y 5 cm. Las estacas se tomaron de árboles vigorosos para garantizar su crecimiento y desarrollo y se tuvo en cuenta que estos se encontraran en estado de reposo (pasado el periodo de fructificación) evitando estacas con daños físicos, ataque de insectos o presencia de patógenos

Una vez recolectadas se realizó un corte en bisel en la parte inferior de cada estaca, de acuerdo a Hartmann y Kester⁸², con el fin de facilitar la producción de raíces, posteriormente se trasladaron a vivero y fueron sembradas en bolsas de polietileno negro con el suelo previamente esterilizado, luego se sometieron al proceso enraizamiento después de tratarlas con una solución de complejo auxínico (Acido Alfa-naftalenacético). De igual forma se incorporó una cubierta sobre ellas para evitar el exceso de luz

⁷⁹ Ibid., p. 195.

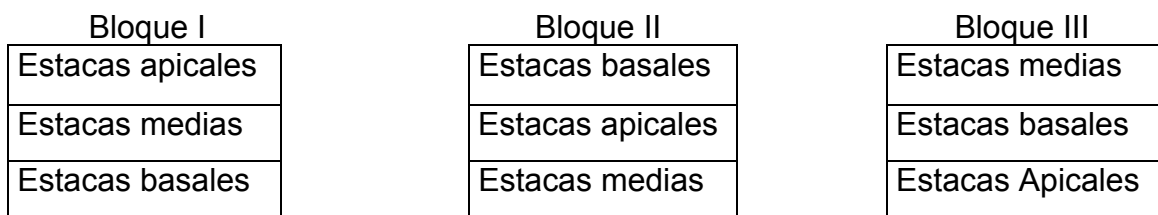
⁸⁰ Ibid., p. 196.

⁸¹ Ibid., p. 41-42.

⁸² Ibid., p. 369-372.

Diseño estadístico. Los datos de la propagación vegetativa se analizaron mediante un diseño de bloques irrestrictamente al azar con una distribución de tres repeticiones por tres tratamientos, organizados en un arreglo factorial 3X5, donde el Factor A estuvo constituido por 3 clases de estacas: apicales, medias y basales, y el Factor B por cinco épocas o periodos de evaluación. La unidad experimental estuvo constituida por un número de 20 individuos para un total de 60 estacas por cada una de las especies; la forma del arreglo se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Mapa de campo para la reproducción por estacas



- **Parámetros de evaluación.** De acuerdo a la recomendación brindada por Ordóñez⁸³, se tomó un número de 2 estacas al azar cada 20 días para determinar la formación de raíces, brotación de yemas y formación de hojas; el porcentaje de mortalidad se evaluó con base al número de estacas vivas y muertas, al finalizar el ensayo. Los datos totales de los parámetros evaluados se expresaron en porcentaje de brotación de acuerdo a las fórmulas planteadas en el estudio de Mafla y Noguera⁸⁴, las cuales se expresan a continuación:

$$\% \text{ BROTACIÓN RAICES} = \frac{\text{Número de estacas con brotación de raíces}}{\text{Número de estacas evaluadas}} \times 100$$

$$\% \text{ BROTACIÓN YEMAS} = \frac{\text{Número de estacas con brotación de yemas}}{\text{Número de estacas evaluadas}} \times 100$$

⁸³ COMUNICACIÓN PERSONAL de Héctor Ordóñez, Profesor Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Marzo de 2003.

⁸⁴ MAFLA y NOGUERA, Op. cit., 44 -46.

$$\% \text{ FORMACIÓN HOJAS} = \frac{\text{Número de estacas con formación de hojas}}{\text{Número de estacas evaluadas}} \times 100$$

$$\% \text{ MORTALIDAD} = \frac{\text{Número de estacas muertas}}{\text{Número de estacas evaluadas}} \times 100$$

- Evaluación estadística.** La interpretación estadística de los datos de propagación por estacas se realizó a través del análisis de varianza mediante el programa SAS, así mismo, se utilizó la prueba de Tukey para realizar la comparación estadística entre los tratamientos. Antes de proceder a los cálculos estadísticos se realizó la transformación de los datos de porcentaje mediante la utilización de la fórmula del Arcoseno, $ACOS = \sqrt{\%}$, que según el documento publicado por la Pontificia Universidad Católica de Chile⁸⁵, se hace con el fin de cambiar la escala de referencia de todas las observaciones y obtener datos normalmente distribuidos como lo requiere la prueba de Andeva.
- Correlación de los parámetros evaluados.** Se realizó una correlación entre los datos de las variables brotación de raíces, brotación de yemas y brotación de hojas para cada especie con el fin de determinar el grado de dependencia entre las mismas, tomando en cuenta el coeficiente de correlación, el cual se determinó a través de la Prueba t para medias de dos muestras emparejadas.

⁸⁵PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE. S.f. Supuestos de Andeva, Prueba t- Student, t-Student para datos pareados. [en línea]. [Santiago, Chile]. 2004. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <www.puc.cl/cursos/bio242a/clase9.doc.>

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 MORFOLOGIA

3.1.1 Munchiro *Boehmeria fallax*. Se encontró en el área de estudio, principalmente en bosques naturales, en nacimientos de agua; igualmente se halló en bordes de camino y cercas vivas. Asociada con especies como Capulí, Lechero, Borrachero, Cerote, Chilca, Yuco, Altamisa Chilacuán, Eucalipto, Colla Blanca, entre otras.

Esta es una especie arbustiva que varía entre los 5 y 6m de altura aproximadamente. El tallo es leñoso, con corteza de color café oscuro, la ramificación empieza aproximadamente a los 50cm del suelo. Las hojas son alternas y simples, de color verde oscuro, tienen forma elíptica, su base es cuneada, borde serrado, ápice subágudo y nervadura penninervia. Las flores son diminutas, unisexuales dispuestas en inflorescencias cimosas y aglomeradas en un receptáculo común agrandado. Las flores masculinas presentan cáliz tetralobulado o pentalobulado, lóbulos imbricados, estambres del mismo número que los sépalos o lóbulos del cáliz, filamentos dobles en la yema. Anteras de dos celdillas, dehiscencia longitudinal, ovario rudimentario generalmente presente; flores femeninas con cáliz igual que en las flores masculinas (ausente en el fruto), ovario adnado al cáliz, sécil, unilocular, estilo simple, óvulo solitario erecto, Cano y Marroquín⁸⁶. El fruto es un aquenio seco. Por cada fruto se produce una semilla, de forma alargada con una protuberancia ovada en el centro la cual contiene al embrión, su tamaño es muy pequeño 2mm de largo y 1mm de ancho aproximadamente, el color predominante es el café oscuro.

3.1.2 Colla blanca *Verbesina arborea*. Se encontró en el área de estudio, principalmente en bosques en regeneración natural y rastrojos, en nacimientos de agua y en bordes de camino, asociada con especies como Pino, Guarango, Lechero, Borrachero, Chilca, Yuco, Chilacuán, Eucalipto, entre otras.

Este arbusto varía entre los 3 y 6 metros de altura. Exuda una resina transparente con leve olor a trementina. Generalmente el tallo tiene 10 cm de diámetro y posee en su interior una médula blanca corchosa, ramas distribuidas en la copa del árbol. Las hojas presentan pubescencia, simples, alternas u opuestas, con bordes enteros, lamina foliar elíptica, base cuneada ápice acuminado, nervadura penninervia de consistencia cartacea, haz verde oscuro opaco, envés verde pálido. Posee inflorescencia llamada capítulos o cabezuelas heterogéneas formadas por numerosas flores sesibles que en su conjunto parece una flor única

⁸⁶ CANO, G. y MARROQUIN, J. Taxonomía de Plantas Superiores. México : Trillas, 1994. p. 183.

rodeada de brácteas involúcras con aspecto de sépalos que semejan el cáliz. Poseen receptáculos generalmente cónicos donde se disponen las flores pequeñas de color amarillo perfectas y numerosas, femeninas y fértiles, son actinomorfas, hermafroditas, cáliz transformado en un vilano de escamitas o cerdas flexibles, corola simpétala tubulosa, estambres epipetalos con anteras connadas, androceo con los estambres en igual número al de los pétalos, anteras soldadas en un tubo, ovario ínfero bicarpelar unilocular. Cano y Marroquín⁸⁷. El fruto es un aquenio pequeño, seco, simple, indehiscente, de color café claro al madurar, con la semilla unida a la pared del fruto en un solo punto. Por cada fruto se produce una semilla alada con dos prolongaciones que le sirven para anclarse al suelo, presenta dos formas, aplanada y tridimensional con predominancia de las primeras, tienen contorno oblongo y elíptico, la semilla es pequeña con 6mm de largo y 4mm de ancho aproximadamente; se notan dos colores dentro de la semilla al centro donde se ubica la parte viva es de color café oscuro y las alas que la bordean son de color crema.

Tomando en cuenta las características morfológicas anteriormente descritas puede afirmarse que la especie Munchiro *Boehmeria fallax* es un arbusto leñoso que gracias a sus características morfológicas puede ser utilizado en la implementación de arreglos Agroforestales como silvopastoreo, bancos "mixtos" de proteína, cultivos multiestrato de forraje, sistemas integrados de producción de forraje y se regenera en forma espontánea, en sistemas de sucesión natural vegetal, bancos de proteínas, cercas vivas, árboles dispersos; además es una especie con alto porcentaje de rebrote y sus ramas son flexibles lo que significa que es resistente al ramoneo. Por su parte la especie Colla blanca *Verbesina arborea* es un arbusto de rápido crecimiento, con tallo corchoso y de poco diámetro, ramas flexibles pero frágiles, poco resistentes al ramoneo y un área de copa reducida, por tales condiciones esta especie puede implementarse en arreglos como bancos de proteínas corte y acarreo y cercas vivas.

⁸⁷ Ibid., p. 183.

3.2 FENOLOGIA

3.2.1 Brotación. La brotación en *Boehmeria fallax* ocurre durante todo el año, se observa una máxima aparición de brotes en los meses de Diciembre, Febrero a Julio y Septiembre a Noviembre (Figura 2). El mayor porcentaje de brotación se mostró en el mes de Diciembre con 72.5%, cuando los valores de precipitación registran 52.2mm, que es medianamente representativa con respecto a los demás meses del año. Los meses de Enero y Agosto registran los menores porcentajes de brotación con 50% y 50.5 % respectivamente. Para estos meses los promedios de precipitación disminuyeron a 20.9mm en Enero y a 5.5mm en Agosto (Cuadro 1).

Para *Boehmeria fallax* la precipitación no ejerció influencia representativa sobre la brotación, ante todo en el mes de agosto cuando el promedio de lluvias registró 5.5mm de intensidad mínima, lo cual lleva a determinar que el Munchiro es tolerante a los periodos de sequía.

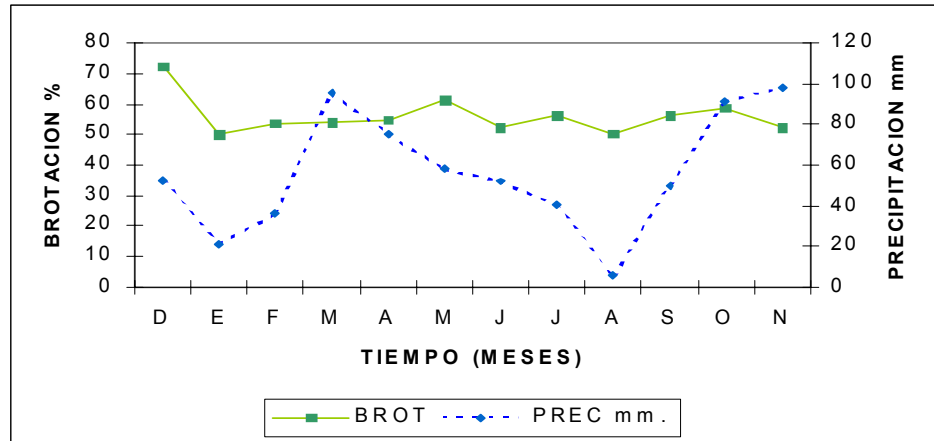
Al observar el comportamiento de *B. fallax*, Gómez y Del Amo, hacen una afirmación respecto a estas particularidades: “antes de la caída de las hojas algunas plantas han translocado los nutrientes de las épocas secas que unidos a las reservas acumuladas durante la época de lluvia, permite el crecimiento de los meristemas foliares en los meses de menos precipitación⁸⁸”.

Cuadro 1. Porcentajes de ocurrencia del fenómeno de brotadura en *Boehmeria fallax*.

MES	PRESENCIA DEL FENOMENO %	PRECIPITACION mm	INTENSIDAD DE LA LLUVIA
	BROTADURA		
DIC	72,5	52,2	MEDIA
ENE	50	20,9	MEDIA
FEB	53,75	36,3	MEDIA
MAR	54,13	95,6	MÁXIMA
ABR	55	75,5	MEDIA
MAY	61,25	57,9	MEDIA
JUN	52,5	51,9	MEDIA
JUL	56,25	40,4	MAXIMA
AGO	50,5	5,5	MINIMA
SEP	56,25	50,2	MEDIA
OCT	58,75	91,3	MAXIMA
NOV	52,5	98,1	MÁXIMA

⁸⁸ GOMEZ y DEL AMO, Op. cit., p. 33.

Figura 2. Dendrofenograma de brotación de la especie *Boehmeria fallax*



La brotación en la especie *Verbesina arborea* (Colla blanca) se mantuvo constante durante todo el año de registro, manifestándose los mayores porcentajes en Abril y Mayo con el 50.25% para ambos meses y en Noviembre con el 45.25%. Los promedios de precipitación para estos meses fueron de 75.5mm en Abril, 57.9mm en Mayo y 98.1mm en Noviembre, los cuales se clasifican como intensidades medias para las 2 primeras y máxima para la última. Los menores porcentajes de brotación se dieron en los meses de Agosto 18.5% y Septiembre 16%, época en la cual la de precipitación registró 5.5 mm y 50.2 mm respectivamente (Cuadro 2). Contrariamente a los resultados observados en el Munchiro para *V. arborea* la incidencia de la precipitación si fue determinante para la brotación, principalmente, en los meses de Abril y Mayo los cuales constituyeron el periodo precedente a la floración, que presentó su máximo porcentaje en Junio, durante este mes la brotación manifestó un leve descenso (Figura 3).

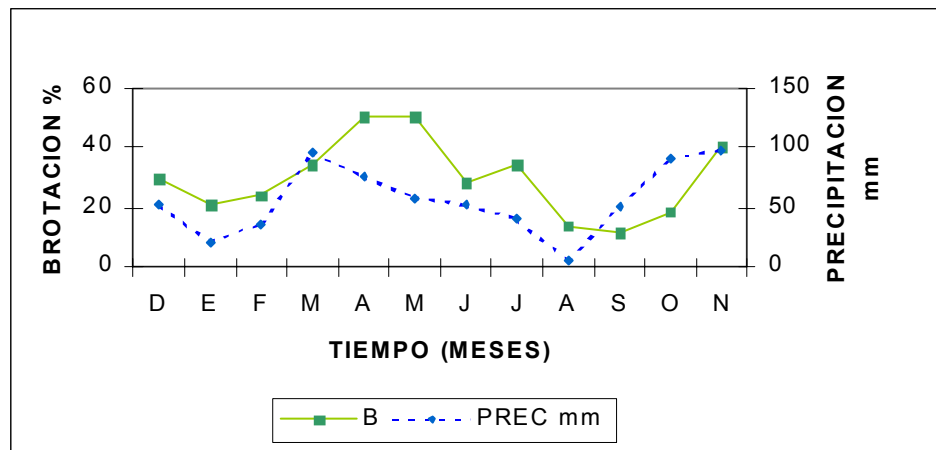
De acuerdo a Venegas⁸⁹ los árboles pierden su follaje al comenzar la etapa de sequía, esto concuerda con lo ocurrido en los meses de Julio y Agosto donde las intensidades de pluviosidad señalan bajas precipitaciones y la especie *Verbesina arborea* presentó una baja producción de brotes foliares que contrastó con una mayor actividad en cuanto a producción de frutos. Para los meses de Octubre y Noviembre la brotación aumentó en la medida que los árboles disminuyeron su actividad fisiológica y la lluvia se acrecentó.

⁸⁹ VENEGAS, Op. cit., p. 29.

Cuadro 2. Porcentajes de ocurrencia del fenómeno de brotación en *Verbesina arborea*.

MES	PRESENCIA DEL FENOMENO %	PRECIPITACION mm	INTENSIDAD DE LA LLUVIA
	BROTADURA		
DIC	29,55	52,2	MEDIA
ENE	21	20,9	MEDIA
FEB	24	36,3	MEDIA
MAR	34.75	95,6	MÁXIMA
ABR	50.25	75,5	MEDIA
MAY	50.25	57,9	MEDIA
JUN	28.25	51,9	MEDIA
JUL	34	40,4	MAXIMA
AGO	18.5	5,5	MINIMA
SEP	16	50,2	MEDIA
OCT	22.75	91,3	MAXIMA
NOV	45.25	98,1	MÁXIMA

Figura 3. Dendrofenograma de brotación de la especie *Verbesina arborea*



De acuerdo a los resultados se puede afirmar que la producción de rebrotes foliares se dio de forma dinámica durante todo el año para las dos especies (Cuadro 3), según Gómez y Del Amo⁹⁰, la abscisión y reposición de hojas se da de forma natural y consecutiva en este tipo de especies tropicales; es importante mencionar la capacidad de producción de forraje de la especie Munchiro *B. fallax*

⁹⁰ GOMEZ y DEL AMO, Op. cit., p. 33.

lo cual se demuestra en los altos porcentajes de brotación (Figura 4) aún en los meses secos como Agosto con 5.5mm el cual es el promedio más bajo de precipitación del año de estudio y de los anteriores cinco datos históricos (Anexo F).

Por su parte los porcentajes presentados por Colla blanca *V. arborea* son menores, sobre todo en la época seca, por lo cual lo afirmado por Huguet cuando menciona: “la mayor o menor precipitación no es un factor determinante para la presencia de brotadura, ya que la fenología se relaciona en una parte con el clima, pero por otra con la naturaleza de cada especie en virtud de sus características adquiridas”⁹¹, es concluyente cuando se trata de entender el comportamiento individual de cada especie aún cuando estén bajo las mismas condiciones climáticas.

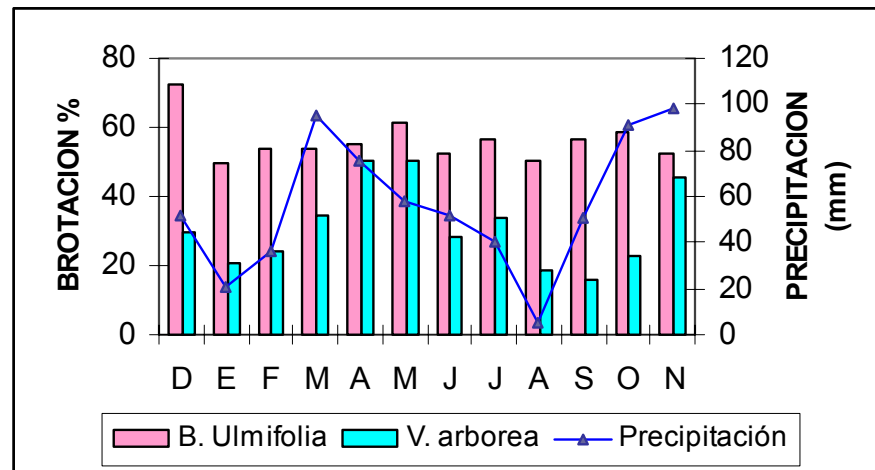
Paralelamente en cuanto al proceso de defoliación, se dio de forma natural para *Boehmeria fallax* e igualmente las hojas desprendidas fueron sustituidas por nuevos brotes, para *Verbesina arborea* el proceso se manifestó de forma similar y adicionalmente fue visible el marchitamiento prematuro de las hojas en algunos de los árboles de la muestra evaluada, debido a la acción de un insecto del Orden Coleoptera, Familia Coccinelidae, el cual desde el estado de larva hasta el de adulto, mostró sus hábitos fitófagos sobre el follaje de la especie. Cabe destacar que la presencia de este insecto en altas cantidades puede causar la muerte del árbol, tal como se observó en algunos individuos de Colla blanca aledaños a los árboles muestra.

⁹¹ HUGUET, A. Definiciones, bases científicas y normas metodológicas de la fenología, citado por LEON y MIRANDA, Op. cit., p. 121.

Cuadro 3. Presencia de Brotación mensual y anual en porcentaje de dos especies forrajeras nativas del altiplano de Pasto, periodo Diciembre 2002 - Noviembre 2003.

ESPECIE	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	TOTAL
<i>B. Urrifolia</i>	72.5	50	53.75	54.13	55	61.25	52.5	56.25	50.5	56.25	58.75	52.5	673.38
<i>V. arborea</i>	29.55	21	24	34.75	50.25	50.25	28.25	34	18.5	16	22.75	45.25	374.55
TOTAL	102.05	71	77.75	88.88	105.25	111.5	80.75	90.25	69	72.25	81.5	97.75	1047.93
Precipitación	52.2	20.9	36.3	95.6	75.5	57.9	51.9	40.4	5.5	50.2	91.3	98.1	

Figura 4. Secuencia del fenómeno de brotación de dos especies arbustivas Nativas del altiplano de Pasto – Nariño



3.2.2 Floración. En *Boehmeria fallax* la fenofase de Botón Floral se hace más notoria en Septiembre y Octubre con un porcentaje de 28.75% para los dos meses (Cuadro 4). Para Diciembre, de Mayo a Agosto y Noviembre, la formación de botón floral es mínima; a través de los meses de Enero hasta Abril la producción es nula. En Octubre se presenta uno de los mayores registros de precipitación con 91.3mm de intensidad máxima, que coincide paralelamente con un alto porcentaje de aparición de botón floral correspondiente a un 28.75% (Figura 5), para el mes de Marzo las precipitaciones son intensidad máxima con 95.6mm pero contrariamente la producción de botón floral es nula, por lo tanto se puede afirmar que la cantidad de lluvia no es determinante para la aparición de botón, pues la especie en este periodo atraviesa por una actividad fisiológica diferente.

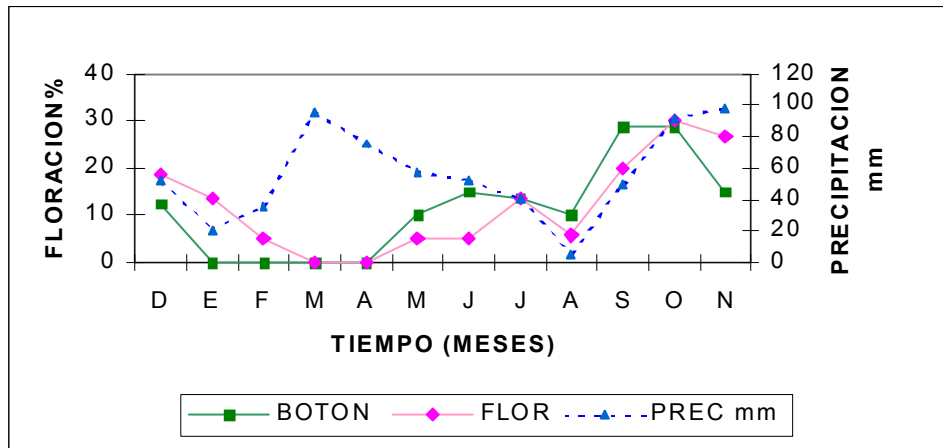
La fenofase de Flor abierta se presenta mayormente en Octubre con el 30% y Noviembre con 26.75%; de paralelo durante estos dos meses, la precipitación aumentó alcanzando valores de 91.3mm y 98.1mm, que representan intensidades máximas, respectivamente (Figura 5). Para las temporadas de Diciembre a Febrero y de Mayo a Septiembre la producción de flor fue mínima, acentuándose con el 5% en Febrero, Marzo y Junio, en Agosto se registra el 5.83% de floración y el menor valor de precipitación con 5.5mm; en Marzo y Abril la presencia de flores es nula (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentajes de ocurrencia del fenómeno de floración en *Boehmeria fallax*.

MES	PRESENCIA DEL FENOMENO FLORACION %		PRECIPITACION mm	INTENSIDAD DE LA LLUVIA
	BOT	FA		
DIC	12,5	18,75	52,2	MEDIA
ENE	0	13,75	20,9	MEDIA
FEB	0	5	36,3	MEDIA
MAR	0	0	95,6	MÁXIMA
ABR	0	0	75,5	MEDIA
MAY	10	5	57,9	MEDIA
JUN	15	5	51,9	MEDIA
JUL	13,8	13,75	40,4	MAXIMA
AGO	10	5,83	5,5	MINIMA
SEP	28,8	20	50,2	MEDIA
OCT	28,8	30	91,3	MAXIMA
NOV	15	26,75	98,1	MAXIMA

BOT: Botón floral
FA: Flor abierta

Figura 5. Dendrofenograma de floración de la especie *Boehmeria fallax*



Para *Verbesina arborea* la floración en botón se manifestó durante la mayor parte del año, principalmente en los meses de Mayo y Junio donde alcanzó los máximos porcentajes con el 40% y 31.25%, los promedios de precipitación fueron de 57.9mm en Mayo y 51.9mm en Junio, los cuales representan intensidades medias. Posteriormente con el descenso de las lluvias la presencia de Botón floral disminuye y se mantiene constante con bajos registros hasta Noviembre; se destaca Octubre con un ascenso al 21.25% en la presencia de botones florales y en el registro de 91.3mm de precipitación, uno de los más altos del año (Figura 6)

En Colla Blanca *V. arborea* el fenómeno de flor abierta fue observado durante los meses de Febrero a Noviembre. La época de mayor floración correspondió a junio con el 61.25%, durante este mes la precipitación presenta un promedio de 51.9mm. Los meses con menor presencia de flores abiertas fueron Diciembre, Enero, Marzo y Abril, los cuales se destacan por registrar porcentajes debido a floraciones esporádicas; en el mes de Enero no se observaron órganos florales. La pluviosidad para estos meses varió entre 20.9mm y 95.6mm (Cuadro 5).

Para *Verbesina arborea* los mayores porcentajes de Botón floral se registraron en los meses de Mayo y Junio y para flor abierta en Junio, lo cual demuestra que las dos fases se suceden con escasa diferencia en el mismo periodo. El máximo porcentaje de producción de flor abierta registra un valor mayor al máximo de botón floral, sin embargo, se debe considerar que los valores de botón floral muestran mayor permanencia en los árboles, por un periodo equivalente a 2 meses, en tanto que las flores abiertas exponen sus máximos porcentajes por un mes. Por lo expuesto se puede afirmar que el paso de la fase de flor abierta a la fase de fruto verde se sucede más rápido que el paso del botón a la flor, producto de la naturaleza propia de cada especie, de acuerdo esto Rondón afirma: "es bien sabido que son muchos los factores que pueden afectar el comportamiento

fenológico de las especies, tales como la radiación solar y la baja precipitación que son los factores ambientales más importantes para la floración en el trópico⁹².

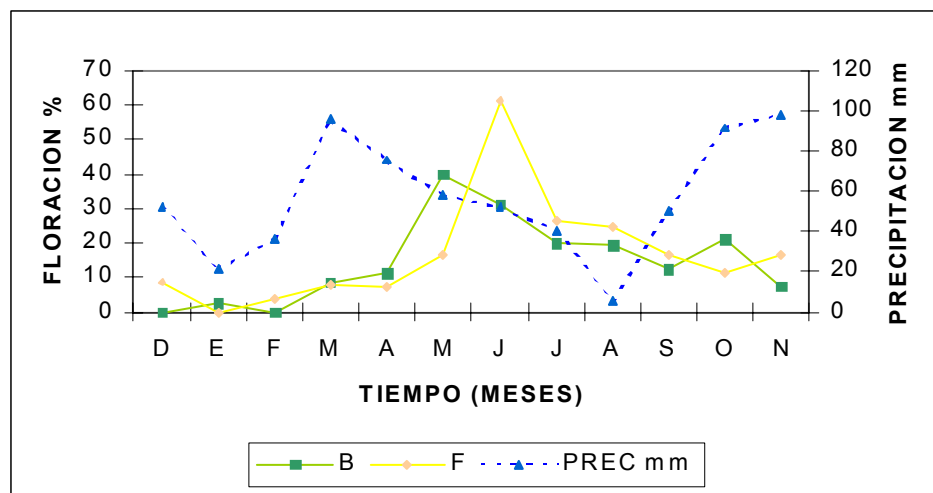
Cuadro 5. Porcentajes de ocurrencia del fenómeno de floración en *Verbesina arborea*.

MES	PRESENCIA DEL FENÓMENO FLORACION %		PRECIPITACION mm	INTENSIDAD DE LA LLUVIA
	BOT	FA		
DIC	0	8.75	52,2	MEDIA
ENE	2.5	0	20,9	MEDIA
FEB	0	3.75	36,3	MEDIA
MAR	8.75	7.8	95,6	MAXIMA
ABR	11.25	7.5	75,5	MEDIA
MAY	40	16.25	57,9	MEDIA
JUN	31.25	61.25	51,9	MEDIA
JUL	20	26.25	40,4	MAXIMA
AGO	19.5	24.75	5,5	MINIMA
SEP	12.5	16.25	50,2	MEDIA
OCT	21.25	11.25	91,3	MAXIMA
NOV	7.5	16.25	98,1	MAXIMA

BOT: Botón floral
FA: Flor abierta

Fuente: Este Estudio

Figura 6. Dendrofenograma de floración de la especie *Verbesina arborea*



⁹² RONDON, J. Hábito fenológico de 53 especies arbóreas del jardín botánico de San Juan de Lagunillas, Edo. Mérida. En : Revista Forestal Venezolana. Vol. 24-25, No. 35-36 (1991-1992); p. 29.

Para *Boehmeria fallax* se dieron los mayores porcentajes en Septiembre y Octubre para la fase de botón floral y Octubre y Noviembre para flor abierta, igualmente se suceden aproximadamente en el mismo periodo. La producción de flor abierta para esta especie registra valores mayores a los de botón floral, pero a diferencia de *Verbesina arborea* la duración de ambas fenofases en los árboles corresponde a un periodo de dos meses (Cuadro 6); por lo cual se puede afirmar que los lapsos de tiempo entre las fases botón floral-flor abierta y flor abierta–fruto verde son generalmente iguales, probablemente debido a aspectos genéticos y fisiológicos propios de cada especie o a influencias de agentes externos como clima, suelos y procesos de polinización, tal como lo sostiene Frankie al afirmar que: “existen otros factores alternos que influyen en el desarrollo de la fenofase; claro está que la influencia de los factores bióticos sobre la floración no cuentan con suficiente evidencia”⁹³.

Se observó que los mayores porcentajes de floración no se presentan en la misma época (Figura 7). Lo que corrobora lo afirmado por CONIF⁹⁴ al señalar que la fenología es una característica propia de cada especie.

Los máximos porcentajes de floración para las dos especies se presentaron en los meses en donde la intensidad de la precipitación oscilaba entre medias como en Junio a bajas en Agosto (Anexo F) para Colla blanca y máxima (Octubre) para el Munchiro (Cuadro 6), lo cual pone de manifiesto que la influencia de la lluvia sobre el desarrollo de la fenofase, es relativa según la especie. Tomando en cuenta de forma singular el comportamiento de Colla blanca en Agosto, Alvin⁹⁵ considera que existe una correlación negativa entre las lluvias y la floración, puesto que en el periodo de poca lluvia hay buena floración, ya que esta actúa como un efecto estimulante; cabe anotar que también se registraron producciones mínimas de inflorescencias con diferentes intensidades de lluvia, lo cual pone de manifiesto que en esa zona el parámetro de floración especialmente en Colla blanca, se registró durante todos los meses del año con algunas excepciones.

⁹³ FRANKIE, Et al., Comparative phenological studies of trees in tropical wet and forest in the lowlands of Costa Rica, citado por LEON y MIRANDA, Op. cit., p. 30.

⁹⁴ CONIF, Op. cit., p.139.

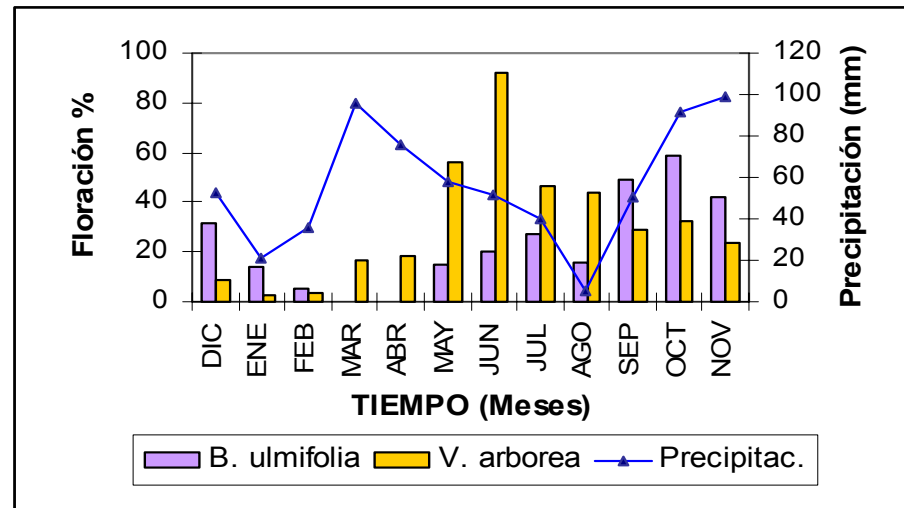
⁹⁵ ALVIN, Moisture stress as a requirement for flowering in coffee, citado por RONDON, Op. cit., p. 33.

Cuadro 6. Presencia de floración mensual y anual de dos especies forrajeras nativas del altiplano de Pasto, periodo Diciembre 2002 - Noviembre 2003.

ESPECIE	DIC %			ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN			JUL			AGO			SEP			OCT			NOV			TOTAL
	B	F	Σ	B	F	Σ	B	F	Σ	B	F	Σ	B	F	Σ	B	F	Σ	B	F	Σ	B	F	Σ	B	F	Σ	B	F	Σ							
<i>B. ulmifolia</i>	13	19	31	0	14	14	0	5	5	0	0	0	0	0	0	10	5	15	15	5	20	14	14	28	10	5.8	16	29	20	49	29	30	59	15	27	42	277.58
<i>V. arborea</i>	0	8.8	8.8	2.5	0	2.5	0	3.8	3.8	8.8	7.8	17	11	7.5	19	40	16	56	31	61	93	20	26	46	20	25	44	13	16	29	21	11	33	7.5	16	24	374.55
TOTAL	13	28	40	2.5	14	16	0	8.8	8.8	8.8	7.8	17	11	7.5	19	50	21	71	46	66	113	34	40	74	30	31	60	41	36	78	50	41	91	23	45	66	652.13
Precipitac.	52.2			20.9			36.3			95.6			75.5			57.9			51.9			40.4			5.5			50.2			91.3			98.1			

B: Botón floral
F: Flor abierta.

Figura 7. Secuencia del fenómeno de floración de dos especies arbustivas Nativas del altiplano de Pasto – Nariño



3.2.3 Fructificación. En Munchiro *B. fallax* la aparición de frutos verdes se manifiesta mayormente en el mes de Diciembre con un porcentaje de 58.75%, durante esta época la precipitación correspondió a 52.2mm, equivalente a un intensidad media. Los meses de Enero y Noviembre registran porcentajes medios de frutos verdes con 42.5% y 28.75%, la precipitación para este período fue de 20.9mm de intensidad media y 98.1mm de intensidad máxima, respectivamente (Cuadro 7).

Los meses de Marzo con 2.5% y Octubre con 5% muestran los menores porcentajes de frutos verdes, a su vez que los promedios de precipitación fueron altos: 95.6 y 91.3mm (Figura 8), por lo cual se puede afirmar que durante esta etapa el Munchiro ingresa a un estado de reposo, en Marzo, posterior a un periodo de gran producción de frutos verdes como se registra en Diciembre; en octubre retoma nuevamente una mínima actividad y marca el inicio de la siguiente etapa de fructificación.

En *Boehmeria fallax* la presencia de frutos maduros se hace más notoria en los meses de Diciembre, Enero y Febrero. Los mayores porcentajes se dan en Enero 43.75% y Febrero 30 %. Durante este periodo la precipitación muestra 20.9mm y 36.3mm (intensidades medias). En Marzo y de Julio a Noviembre la producción de fruto maduro fue mínima. En Abril, Mayo y Junio la producción fue nula, resultado obtenido cuando la precipitación es de 75.5mm, 57.9 mm y 51.9mm, cantidades altas y medias con respecto a los meses de estudio (Figura 7).

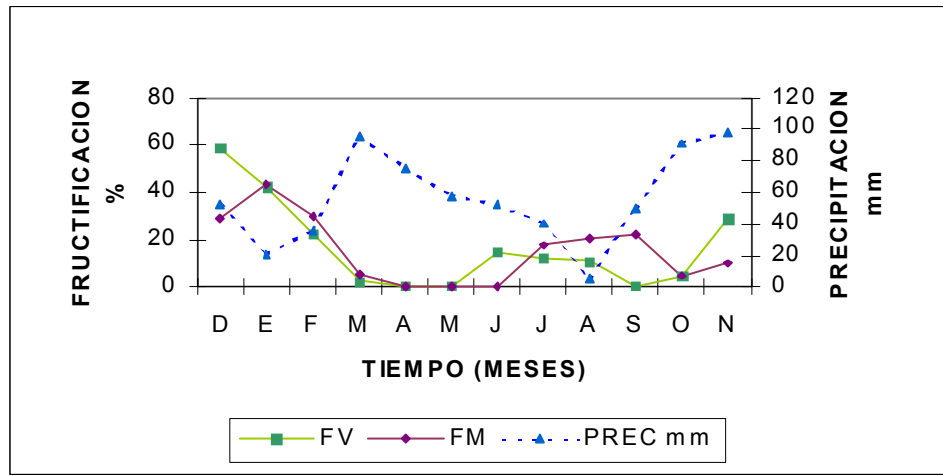
Cuadro 7. Porcentajes de ocurrencia del fenómeno de fructificación en *Boehmeria fallax*.

MES	PRESENCIA DE FRUCTIFICACION %		PRECIPITACION mm	INTENSIDAD DE LA LLUVIA
	FV	FM		
DIC	58,75	28,75	52,2	MEDIA
ENE	42,5	43,75	20,9	MEDIA
FEB	22,5	30	36,3	MEDIA
MAR	2,5	5,83	95,6	MAXIMA
ABR	0	0	75,5	MEDIA
MAY	0	0	57,9	MEDIA
JUN	15	0	51,9	MEDIA
JUL	12,5	17,5	40,4	MAXIMA
AGO	10,83	20,83	5,5	MINIMA
SEP	0	22,5	50,2	MEDIA
OCT	5	5	91,3	MAXIMA
NOV	28,75	10	98,1	MAXIMA

FV: Fruto Verde

FM: Fruto Maduro

Figura 8. Dendrofenograma de fructificación de la especie *Boehmeria fallax*



Para *Verbesina aborea* la presencia de frutos verdes fue continua a través de todo el año de estudio, a excepción del mes de Febrero; el mayor registro de producción se dio en Julio con el 70%, mes en el cual la precipitación pluvial alcanzó 40.4mm (Figura 9). Los meses de menor incidencia del fenómeno fueron Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Septiembre y Noviembre.

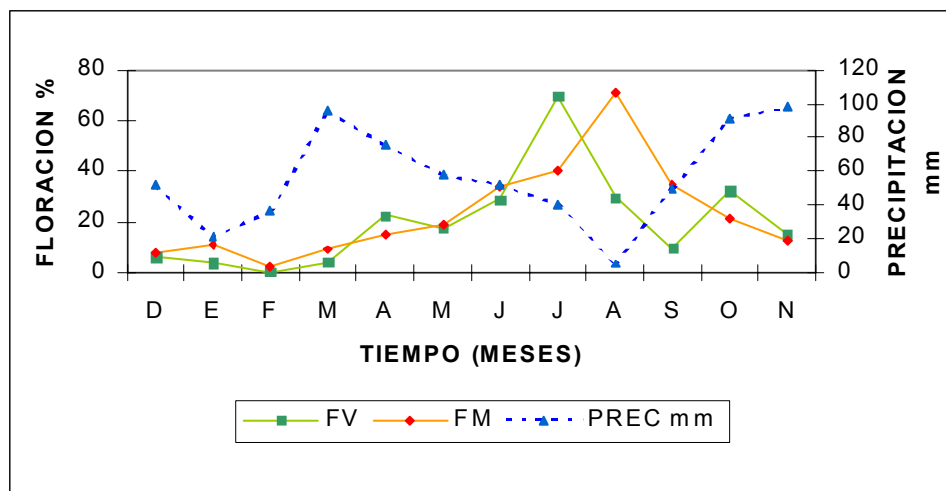
La fenofase de fruto maduro se encontró con mayor frecuencia durante la temporada de Junio a Septiembre, no obstante se registraron valores de frutos maduros para todo el año. El máximo porcentaje de maduración fue del 71.5% en Agosto, mes que se destaca por presentar el menor valor de precipitación con 5.5mm (Cuadro 8).

Cuadro 8. Porcentajes de ocurrencia del fenómeno de fructificación en *Verbesina arborea*.

MES	PRESENCIA DE FRUCTIFICACION %		PRECIPITACION mm	INTENSIDAD DE LA LLUVIA
	FV	FM		
DIC	6.25	7.5	52,2	MEDIA
ENE	3.75	11.25	20,9	MEDIA
FEB	0	2.5	36,3	MEDIA
MAR	4	9	95,6	MÁXIMA
ABR	22.5	15	75,5	MEDIA
MAY	17.5	18.75	57,9	MEDIA
JUN	28.75	33.75	51,9	MEDIA
JUL	70	40	40,4	MAXIMA
AGO	29.5	71.5	5,5	MINIMA
SEP	10	35	50,2	MEDIA
OCT	32.5	21.25	91,3	MAXIMA
NOV	15	12.5	98,1	MAXIMA

FV: Fruto verde
FM: Fruto maduro

Figura 9. Dendrofenograma de fructificación de la especie *Verbesina arborea*



Se observó que los valores correspondientes a fruto verde en *Boehmeria fallax* (Diciembre 59%) y en *Verbesina arborea* (Julio 70%), fueron menores respecto a los de fruto maduro (Cuadro 9), probablemente porque el proceso de maduración fue rápido después de los meses lluviosos y la permanencia de los frutos maduros en el árbol es mayor, tal como sucedió en las observaciones de fructificación realizadas por León y Miranda⁹⁶ en su estudio fenológico de diez especies nativas en la microcuenca las Tiendas.

Después de las temporadas en que predominaron las lluvias, la presencia de frutos maduros se observó de manera representativa durante los meses con precipitaciones medias a bajas de acuerdo a los datos históricos de cinco años atrás (Anexo F), que en el caso de *B. fallax* fue del 43.75% en Enero con 20.9mm, y en *V. arborea* 71.5% en Agosto con 5.5mm; sin embargo durante todo el año se presentaron precipitaciones máximas y mínimas en los que la presencia de frutos verdes y maduros no fue distintiva, lo cual sugiere que esta época se relaciona al periodo de reposo que caracteriza a cada una de las dos especies (Figura 10). En lo referente Gómez y Del Amo, sustentan: “la precipitación es un factor importante en la floración y fructificación, aunque la influencia directa o indirecta que ejerce es difícil de medir, el resultado se expresa en un patrón fenológico observado”⁹⁷.

Durante el año de estudio, en todos los árboles de Colla blanca se observó la presencia representativa de unos órganos peculiares, que según lo afirmado por Ramírez⁹⁸ se tratan de agallas formadas en los frutos por un insecto; posteriormente se determinó que éstas se encuentran presentes desde la formación hasta la maduración del fruto, el insecto que las forma pertenece al Orden Díptera, cabe resaltar que no se determinó ningún efecto negativo sobre los arbustos, lo cual lleva a concluir que la relación establecida entre el árbol y el insecto es de comensalismo.

⁹⁶ LEON y MIRANDA, Op. cit., p. 32.

⁹⁷ GOMEZ y DEL AMO, Op. cit., p. 33.

⁹⁸ COMUNICACIÓN PERSONAL de Bernardo Ramírez, Profesor de la Universidad del Cauca. Septiembre de 2003.

Adicionalmente se encontró que las agallas son parasitadas por un insecto del Orden Hymenóptera. De acuerdo a Bacca⁹⁹, se avistó a la especie *Ognorhynchus ictericus* conocida como Loro Orejiamarillo alimentándose directamente de las agallas presentes en los árboles de Colla blanca, en la zona rural del Municipio de Puracé (Cauca).

⁹⁹ COMUNICACIÓN PERSONAL de Aida Helena Bacca, Directora del Herbario de la Universidad de Nariño. Enero de 2004.

Cuadro 9. Presencia de fructificación mensual y anual de dos especies forrajeras nativas del altiplano de Pasto, periodo Diciembre 2002 - Noviembre 2003.

ESPECIE	DIC%			ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN			JUL			AGO			SEP			OCT			NOV			TOTAL			
	FV	FM	Σ	FV	FM	Σ	FV	FM	Σ	FV	FM	Σ	FV	FM	Σ	FV	FM	Σ	FV	FM	Σ	FV	FM	Σ	FV	FM	Σ	FV	FM	Σ	FV	FM	Σ							
<i>B. ulmifolia</i>	59	29	88	43	44	86	23	30	53	25	58	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	15	13	18	30	11	21	32	0	23	23	5	5	10	29	10	39	382.49
<i>V. arborea</i>	6.3	7.5	14	3.8	11	15	0	5	5	4	9	13	23	15	38	18	19	36	29	34	63	70	40	110	30	72	101	10	35	45	33	22	54	15	13	28	520.5			
TOTAL	65	36	101	46	55	101	23	35	58	6.5	15	21	23	15	38	18	19	36	44	34	78	83	58	140	40	92	133	10	58	68	38	27	64	44	23	66	902.99			
Precipitac.	52.2			20.9			36.3			95.6			75.5			57.9			51.9			40.4			5.5			50.2			91.3			98.1						

FV: fruto verde FM: Fruto Maduro

Figura 10. Secuencia del fenómeno de fructificación de dos especies arbustivas Nativas del altiplano de Pasto – Nariño.

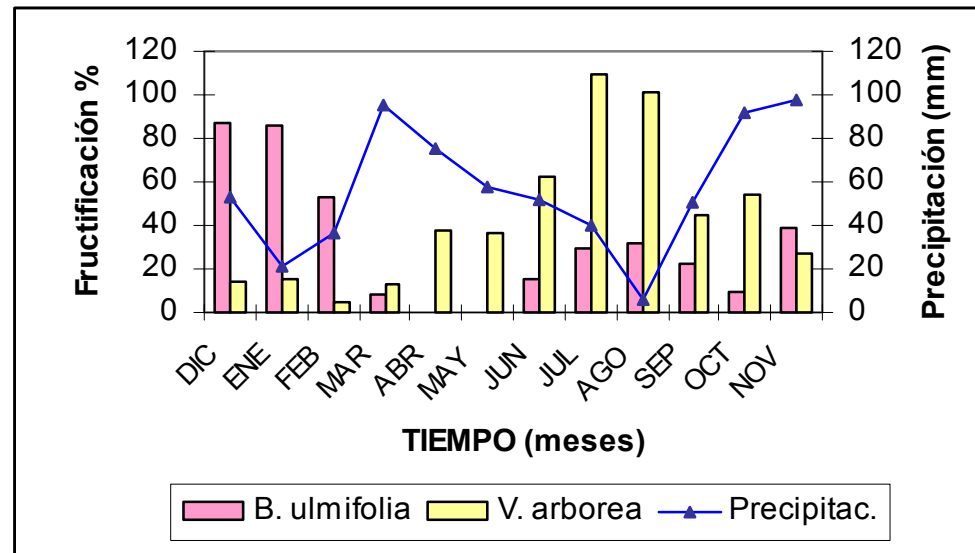


Figura 11. Brotación, floración y fructificación en la especie Munchiro *Boehmeria fallax*

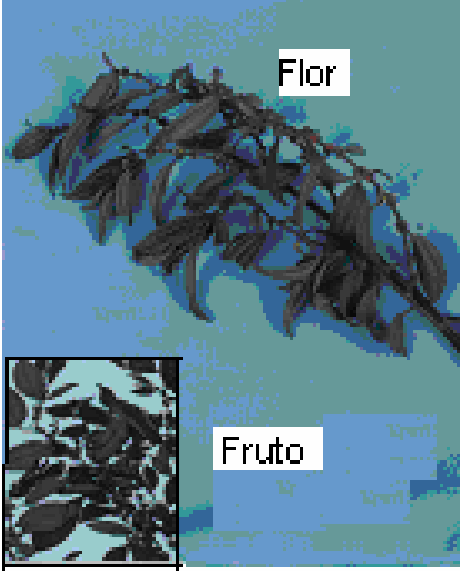


Figura 12. Brotación y floración en la especie Colla blanca *Verbesina arborea*



3.3 BROMATOLOGIA

Referente a la composición bromatológica de las especies estudiadas, (Tabla 2), la fracción materia seca que esta formada por los componentes: Proteína y extracto etéreo los cuales presentan rangos de porcentaje medios para las dos especies, en el caso de Munchiro *B. fallax* la materia seca presenta mayor porcentaje (18.74%), que Colla blanca *V. arborea* (13.58%), igualmente supera a los contenidos de materia seca de algunas arvenses como Pan con queso *Galinsoga ciliata* con 11.88%, y Diente de león *Taraxacum officinale* 14.34% empleados en la alimentación de cuyes de acuerdo al estudio realizado por Apraez y Rodríguez¹⁰⁰.

En el trabajo realizado por Portilla, se encontró que los contenidos de materia seca de Colla blanca fueron menores a los de las otras especies estudiadas, entre las cuales se hallaban Acacia *Acacia sp*, Pichuelo *Senna pistaciifolia*, Quillotocto *Tecoma stans*, y Sauco *Cestrum tumentosum*, debido a este factor los autores atribuyeron la alta ingestión de Colla blanca por parte de los rumiantes, argumentando lo siguiente: “el animal trata de llenar sus requerimientos con alta cantidad de follaje, en tanto que si la materia seca tiene mayor cantidad de sustancias solubles es posible que el consumo aumente debido a una mayor velocidad de colonización de la fibra”¹⁰¹

Respecto al consumo los anteriores autores¹⁰² afirman que el bajo consumo de un forraje puede deberse a la mayor cantidad de materia seca, de fibra y a la calidad de ésta (enlaces con lignina) y a la baja digestibilidad de la materia seca; estas condicionan un mayor tiempo de permanencia en el rúmen ya que la fibra necesita mayor trabajo microbiano que le permitan alcanzar un tamaño de partícula adecuado para avanzar a otros compartimentos del tracto gastrointestinal. Este mayor tiempo de permanencia ocasiona una sensación de llenura al animal lo cual influye en su bajo consumo

Con relación a los contenidos de proteína, el mejor porcentaje lo dio la Colla blanca con 26.06%, sin embargo, el Munchiro presenta un rango medio de porcentaje con 17.94% (Tabla 2), lo cual corrobora que el contenido de proteína cruda de algunos forrajes de arbóreas, es superior a la de los forrajes, de pastos como Kikuyo *Pennisetum clandestinum*, y de arvenses como Pan con queso y

¹⁰⁰ APRAEZ, E. y RODRÍGUEZ, P. Valor nutritivo y digestibilidad de algunas arvenses de clima frío en cuyes *Cavia porcellus*. En : Revista de Ciencias Agrícolas. Vol. 17, No. 1 (2001); p. 54.

¹⁰¹ PORTILLA, RODRÍGUEZ y SARRALDE, Op. cit., p. 44.

¹⁰² Ibid., p. 44.

Diente de león, especies analizadas por Apraez y Rodríguez¹⁰³. En el estudio realizado por Portilla¹⁰⁴, se observa que el porcentaje de proteína de Colla blanca superó al de otros forrajes de arbóreas y arbustivas como *Acacia Acacia sp*, Pichuelo *Senna pistaciifolia*, Quillotoco *Tecoma stans*, Chilca *Braccharis latifolia* y Sauco *Cestrum tumentosum*; en tanto que el porcentaje de proteína de Munchiro sobrepasa el porcentaje a la *Acacia* Pichuelo y Quillotoco.

Desde el punto de vista nutricional, la información acerca de la proteína cruda, se puede aplicar a las especies rumiantes que pueden utilizar en forma eficaz casi todas las formas de Nitrógeno, pero la información puede tener muy poco valor para las especies monogástricas según lo descrito por Church y Pond¹⁰⁵.

La Colla blanca presenta altas cantidades de extracto etéreo con 4.65% lo cual, con base a lo afirmado por los autores nombrados anteriormente¹⁰⁶, permite suponer que estas especies contienen grasas verdaderas, ésteres ácidos grasos, lípidos compuestos, vitaminas liposolubles, ceras y resinas. Por el contrario el Munchiro presenta un menor porcentaje con 2.01%.

Los rangos de FDN (Fibra Detergente Neutra) porcentuales fueron altos para Colla blanca con 42.8% y Munchiro con 42.26% (Tabla 2). El FDN según Bondi¹⁰⁷ hace parte de la pared celular y está formada por los carbohidratos estructurales celulosa, hemicelulosa y lignina.

La FDA (Fibra Detergente Acida) contiene celulosa y lignina, se diferencia de la FDN en el contenido de hemicelulosa; Colla blanca presenta altos contenidos de FDA (40.05%) y el Munchiro un rango medio de porcentaje (32.13%), sin embargo los contenidos porcentuales más altos de hemicelulosa fueron para Munchiro con 10.13% a diferencia de Colla Blanca con 2.76% (Tabla 2).

Respecto a lo anterior Church y Pond¹⁰⁸, manifiestan que la disponibilidad nutricional de la celulosa y hemicelulosa para rumiantes es parcial, en tanto que para los monogástricos es baja; en ambos casos la lignina es indigerible, puesto

¹⁰³ APRAEZ y RODRÍGUEZ, Op. cit., p. 54.

¹⁰⁴ PORTILLA, RODRÍGUEZ y SARRALDE, Op. cit., p. 47.

¹⁰⁵ CHURCH, D. y POND, W. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México : Limusa, 1998. p. 23.

¹⁰⁶ Ibid., p. 24.

¹⁰⁷ BONDI, J. Nutrición animal, citado por PORTILLA, RODRÍGUEZ y SARRALDE, Op. cit., p. 50.

¹⁰⁸ CHURCH y POND, Op. cit., p. 25.

que es una sustancia que se relaciona con la porción fibrosa de los tejidos vegetales.

Por otro lado cuando se trata de digestibilidad en monogástricos como el cuy *Cavia porcellus*, Caycedo y Apraez¹⁰⁹, afirman que es mayor cuando las especies forrajeras utilizadas en su alimentación presentan mejor contenido de proteína y valores bajos de fibra, FDN y FDA; con relación a la presente investigación, se observa que los contenidos de FDN y FDA superan a los de proteína, sin embargo no se puede determinar un posible grado de digestibilidad puesto que no se cuenta con estudios a este respecto.

Portilla¹¹⁰, con respecto al contenido de FDN en Colla blanca anota que esta especie aporta un buen aporte energético para los microorganismos rumiantes, permitiendo una mayor eficiencia en la degradación de otros nutrientes. En este caso esta fracción posiblemente hizo que se retarde el trabajo sobre la proteína, sin embargo este fue compensado con el buen nivel de degradación que alcanzó posteriormente.

Tabla 2. Composición química del follaje de Munchiro *Boehmeria fallax* y Colla Blanca *Verbesina arborea*, especies arbustivas del altiplano de Pasto.

Composición	Munchiro	Colla Blanca*
Materia seca (%)	18.74	13.58
Extracto etéreo (%)	2.01	4.65
Proteína cruda (%)	17.94	26.06
FDN (%)	42.26	42.80
FDA (%)	32.13	40.05
Hemicelulosa (%)	10.13	2.76

¹⁰⁹ CAYCEDO, A. y APRAEZ, E. Las malezas y su valor nutritivo para los cuyes *Cavia porcellus*. En : Revista de Ciencias Agrícolas. Vol. 17, No. 1 (2000); p. 244.

¹¹⁰ PORTILLA, RODRÍGUEZ y SARRALDE, Op. cit., p. 120.

* Tomado de PORTILLA, RODRÍGUEZ y SARRALDE, p. 47.

3.4. PROPAGACION

3.4.1 Por semilla. De acuerdo a la metodología para la siembra de las semillas de *Verbesina arborea* y *Boehmeria fallax* se planteó la utilización de suelo como único sustrato, el ensayo se hizo siguiendo las recomendaciones para lograr una germinación exitosa, tal como lo afirma Hartmann y Kester¹¹¹, “la semilla debe encontrarse en condiciones ambientales adecuadas tales como: disponibilidad de agua, temperatura apropiada, provisión de oxígeno y a veces luz”. La temperatura y la cantidad de agua que requieren las semillas para germinar, varía de acuerdo con la especie, pero en términos generales en este estudio las semillas de las dos especies, en invernadero germinaron a una temperatura promedio de 21°C y a una humedad gravimétrica del suelo de 49.08%, además se procuró la utilización de polisombra para evitar el exceso de luz durante la germinación.

Las condiciones ambientales en el invernadero donde se llevó a cabo el ensayo presenta una evaporación promedio de 4mm/día, una humedad relativa del 60 al 65%, cuando se utiliza polisombra la luminosidad equivale al 65%¹¹².

Respecto a lo anterior Niembro¹¹³, afirma que los factores ambientales que mayor influencia ejercen en la germinación bajo condiciones naturales son la humedad, la temperatura, la luz, el oxígeno y las características del suelo donde se encuentre la semilla. La temperatura afecta la cantidad de reacciones químicas, la absorción de agua y el consumo de oxígeno de las semillas, alternamente la humedad contenida en el suelo es necesaria para hidratar los coloides gelificados contenidos en las células del embrión y del gametofito femenino.

El ensayo se realizó en invernadero, obteniendo resultados negativos ya que no germinaron las semillas, por tanto se optó como una opción a la metodología establecida la utilización de otros germinadores, como el algodón y papel periódico en un ensayo exploratorio, con el objetivo de observar la respuesta de las semillas.

Para la especie *Boehmeria fallax* se utilizó el papel periódico como germinador, tomando la cantidad de 1 gramo, lo que corresponde a 650 semillas aproximadamente, con una pureza del 90%; finalmente se obtuvo un total de 313 semillas germinadas en 1 gramo, con un vigor de germinación de 20 días que comenzó a partir del día 8. Para la especie *Verbesina arborea* se colocaron en algodón 200 semillas divididas en 2 grupos de 100, con una pureza del 98%, se

¹¹¹ HARTMANN y KESTER, Op. cit., p. 145-146.

¹¹² BENAVIDES y ROSERO, Op. cit., p. 25.

¹¹³ NIEMBRO, Op. cit., p. 102.

obtuvieron resultados del 35 % de germinación, el vigor de germinación abarcó un periodo de 18 días que comenzó a partir del día 7, en total germinaron 70 semillas.

Según Hartmann y Kester¹¹⁴, la profundidad de siembra varía de acuerdo al tamaño de la semilla, siendo conveniente sembrarla de 2 a 4 veces su grueso. Las observaciones anteriores permitieron deducir que la semillas de *V. arborea* y *B. fallax* son susceptibles al total cubrimiento con el sustrato; tomando en cuenta el reducido tamaño de las semillas de las dos especies se sembraron nuevamente en el invernadero y sobre la superficie del suelo la cantidad de 4 gramos de *B. fallax* divididas en 4 grupos de 1 gramo cada uno y una cantidad de 400 semillas de *V. arborea* divididas en 4 grupos de 100 cubriéndolas con pasto seco, de acuerdo a Ordoñez¹¹⁵, quien afirma que algunas semillas de especies nativas presentan un comportamiento similar, como la especie Aliso *Alnus jorullensis*. Esta cubierta vegetal procura sombra, humedad y calor, esto concuerda con lo afirmado por Hartmann y Kester¹¹⁶, cuando manifiestan que al iniciar la germinación la semilla se debe proteger de desecación, calor o frío cubriendo la cama con sombra, lo cual en este estudio particularmente, cuenta con la adición de pasto seco además de la malla polisombra.

Finalmente para *B. fallax* germinaron 342 semillas por gramo, en promedio que corresponde al 52.6% del total de la muestra tomada (Figura 13), el vigor de germinación abarcó un periodo de 22 días, que comenzó a partir del día 6 y presentó sus máximas en los días 19 y 20, con 224 y 276 semillas. La germinación mantuvo un ritmo elevado durante los días 15 al 22, periodo en el cual el número de semillas germinadas osciló entre 84 y 276 diariamente; los periodos que registraron un bajo movimiento fueron desde el día 1 hasta el 14 y del 23 al 27 en los cuales los rangos variaron entre 0 y 30 semillas por día (Figura 14).

¹¹⁴ HARTMANN y KESTER, Op. cit., p. 228-232.

¹¹⁵ COMUNICACIÓN PERSONAL de Héctor Ordoñez, Facultad de Ciencias Agrícolas Colombia, Universidad de Nariño. Marzo de 2004.

¹¹⁶ HARTMANN y KESTER, Op. cit., p. 228-232.

Figura 13. Porcentaje de Germinación en *Boehmeria fallax*

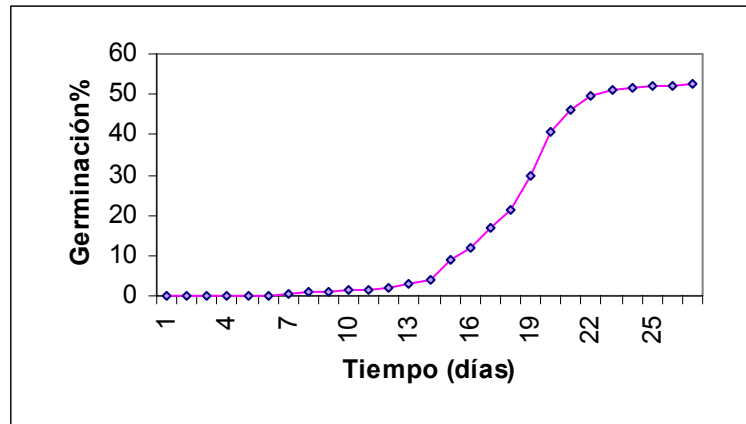
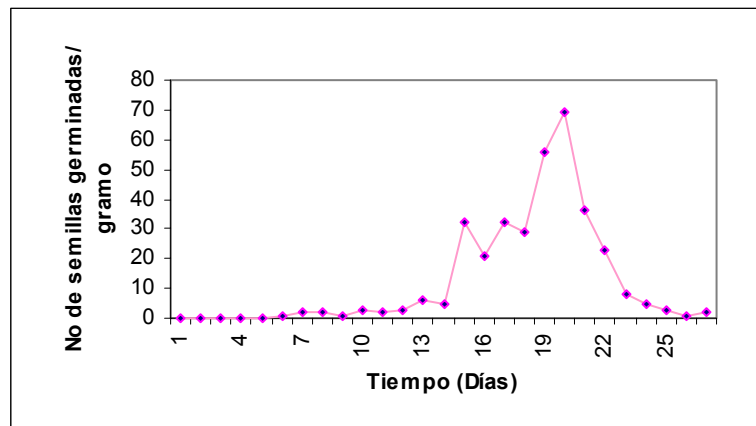


Figura 14. Vigor de germinación en *Boehmeria fallax*



El porcentaje de germinación para *V. arborea* fue del 42% (Figura 15), el vigor de germinación correspondió a un periodo de 21 días a partir del día 5 (Figura 15), germinando en promedio un total de 41.5 semillas, para las cuatro muestras tomadas. Los días en que se registró los mayores porcentajes de germinación de las semillas fueron el 6 con el 4.75%, el 7 con 5.5%, el 11 con 5.25% y el día 12 con 5.5 %, desde el día 16 el vigor de germinación de la semilla muestra un descenso con valores que oscilan entre 0.5% y 0.25% (Figura 16), lo cual marca un periodo en el que la semilla pierde capacidad de germinación puesto que su vigor decrece, probablemente por la naturaleza propia de la misma.

Figura 15. Porcentaje de Germinación en *Verbesina arborea*

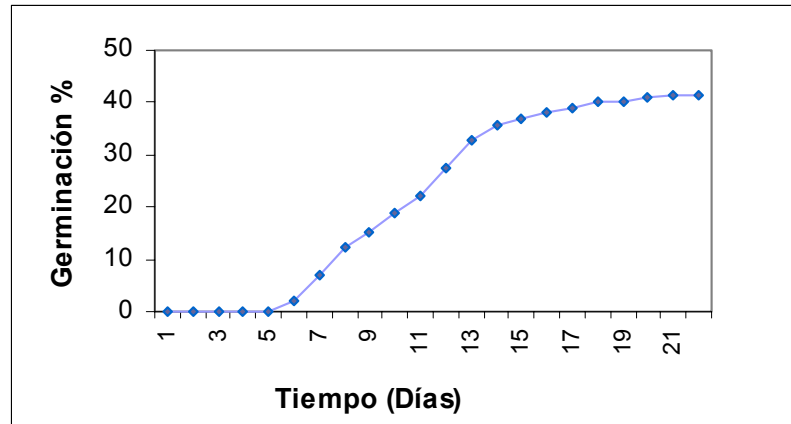
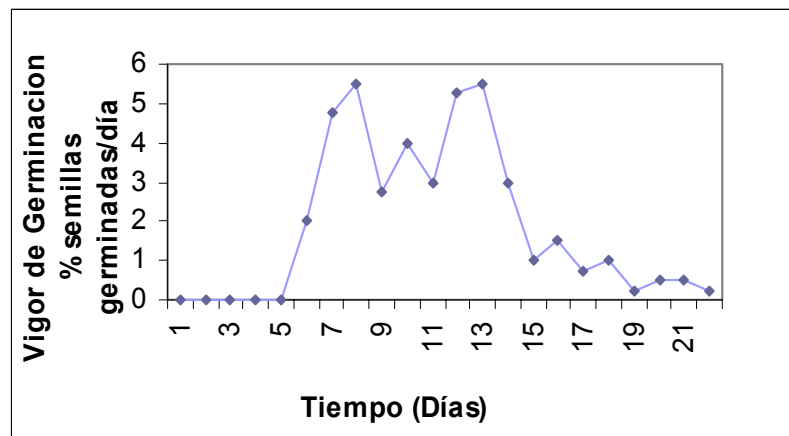


Figura 16. Vigor de Germinación en *Verbesina arborea*



Los resultados indicaron que el porcentaje de germinación de semillas Colla blanca y Munchiro sobre el suelo y cubiertas por una capa de mulch (el cual estaba compuesto por pasto seco de Kikuyo y maíz), mostraron un mayor valor respecto a las semillas germinadas sobre algodón y papel periódico los cuales como sustratos inertes permiten la infiltración de agua, la aireación y el anclaje de las semillas, tal como lo sugieren Hartmann y Kester¹¹⁷; por lo tanto aunque el objetivo de esta investigación no fue el de comparar sustratos se puede afirmar que al acondicionar un ambiente similar al natural, la semilla de estas especies

¹¹⁷ HARTMANN y KESTER, Op. cit., p. 196.

responde de forma positiva, esto es corroborado por los mismos autores¹¹⁸, cuando afirman que se deben imitar los hábitos de siembra de la planta y proporcionar condiciones de germinación de su ambiente natural; cabe anotar que en su ambiente propio las especies *V. arborea* y *B. fallax* muestran un buen proceso de regeneración natural, lo cual es notorio ante la abundante cantidad de plántulas alrededor de los árboles adultos.

3.4.2 Por estacas

3.4.2.1 Análisis de varianza

Brotación de raíces. El andeva (Anexo I) para brotación de raíces en Munchiro *B. fallax* muestra que se encuentra diferencia significativa entre los promedios de los tratamientos. Según la prueba de Tukey (Anexo J) se encontró que el tratamiento T1 Estacas basales y T2 Estacas Medias, se diferencian estadísticamente de T3 Estacas apicales. El T1 obtuvo un porcentaje del 41.66%, valor cercano al presentado por el T2 con el 35%, el menor valor fue de 18.33% para el T3 (Figura 17). Estos resultados concuerdan con Hartmann y Kester¹¹⁹ cuando aseveran que la emisión de raíces varía de acuerdo al tipo de estaca, encontrándose en muchos casos que el mayor porcentaje de enraizamiento se da en la parte basal, no obstante los resultados de las estacas medias demuestran la factibilidad de su utilización para el enraizamiento en Munchiro.

De acuerdo a lo anterior Hartmann, afirma: “puede ocurrir que en los tallos de un año o más de edad los carbohidratos se hayan acumulado en la base de la rama y tales se encuentran formando raíces iniciales posiblemente bajo la influencia de sustancias promotoras de raíces procedentes de hojas y yemas y por lo tanto el mejor material para estacas puede provenir de la parte basal de la rama¹²⁰”. Por otra parte es importante mencionar que las estacas basales en Munchiro presentaron mayor diámetro, con respecto a esto Weaver¹²¹, asegura que las estacas gruesas almacenan muchos materiales de reserva, suficientes cofactores que estimulan la iniciación de las raíces

El andeva (Anexo K) para Colla blanca *V. arborea*, no muestran diferencia significativa, por lo tanto, es conveniente aplicar cualquiera de los 3 tratamientos.

¹¹⁸ Ibid., p. 208-209.

¹¹⁹ Ibid., p. 389.

¹²⁰ HARTMANN, et al. Propagación de plantas, principios y prácticas, 1992, citados por TAIARIOL, D. Propagación Vegetativa. En: Monografias.com. [en línea]. 2000. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <www.monografias.com/trabajos13/propaveg/propaveg.shtml>

¹²¹ WEAVER, R. Reguladores de Crecimiento de las plantas en la agricultura. México : Trillas, 1987. p. 150.

El porcentaje para T2 fue 43.33%, T3 43.33% y T1 41.67% (Figura 18), para Llano¹²², manifiesta que para tener éxito en la multiplicación por estacas el tallo debe tener aptitud para emitir raíces adventicias y las condiciones ambientales deben ser favorables; de acuerdo a esto se puede afirmar que las diferentes partes de la rama están en capacidad de originar raíces en tanto que cumpla con las condiciones adecuadas.

La formación de raíces en las dos especies presentó diferentes resultados, posiblemente por que la morfología de los tallos no es igual, además la concentración de nutrientes y auxinas varía de acuerdo a la especie; generalmente la sección basal de la rama presenta los mayores resultados en enraizamiento, tal como sucedió con *B. fallax*, sin embargo con *V. arborea*, se observó que la parte apical obtuvo resultados similares a los presentados por las estacas medias y basales, esto confirma lo expuesto por Hartmann¹²³, al afirmar que el buen enraizamiento de las estacas apicales puede explicarse por la posibilidad de que en el ápice se encuentre una concentración considerable de sustancias endógenas y promotoras del enraizamiento, ya que las mismas se originan en las secciones apicales (yemas apicales), también las estacas apicales son más jóvenes y en consecuencia hay mas células capaces de volverse meristemáticas

En las especies que enraízan fácilmente este factor es de poca importancia cualquiera sea la posición de la estaca en la rama, es el caso de la Colla blanca, en la cual las tres secciones de la rama son factibles para el enraizamiento.

Con respecto al resultado obtenido con las estacas apicales en *V. arborea*, Lemes, afirma: “las estacas terminales son un material vegetal muy herbáceo tierno que en condiciones de alta humedad no muere por desecación ya que se reducen a bajos niveles de transpiración”¹²⁴, en el presente estudio se observó la positiva respuesta de las estacas apicales al enraizamiento, por lo cual se deduce que esto se debió a las condiciones favorables de humedad.

En cuanto a *Verbesina arborea* se obtuvieron iguales porcentajes para los tratamientos T2 (estacas medias) y T3 (estacas apicales), respecto a esto Weaver¹²⁵, sustenta que las estacas medias presentan alto porcentaje de

¹²² LLANO, P. Propagación de plantas, citado por MAFLA y NOGUERA, Op. cit., p. 49.

¹²³ HARTMANN. et al. Propagación de plantas, principios y prácticas, 1992, citados por TAIARIOL, Op. cit.

¹²⁴ LEMES, C. et al. Establecimiento de un método de propagación vegetativa para *Salvia officinalis*. [en línea]. [La Habana, Cuba]. Revista Cubana de plantas medicinales, Vol 5 No 1, 2000. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <www.bvs.sld.cu/revistas/pla/vol51_00/pla03100.htm>

¹²⁵ WEAVER, Op. cit. p. 153.

brotación de raíz debido a que esta parte es una de las más activas de la planta e influye en el contenido de reserva de carbohidratos, además de ser una de las partes juveniles, lo cual es un requisito indispensable en la brotación de raíz.

Una de las características morfológicas especiales en la especie *V. arborea* es poseer un tallo no leñoso con una médula blanca corchosa, en las tres secciones de la rama (basal, media y apical), en tanto que *B. fallax* es una especie leñosa cuya lignificación difiere de acuerdo al tipo de estaca, con base en esto el prendimiento de las estacas en la primera especie fue homogénea y no se encontró diferencia en cuanto a los porcentajes, en cambio para la segunda el prendimiento varió en las tres secciones evaluadas.

Brotación de yemas. Según el análisis de varianza (Anexo I) para brotación de yemas en Munchiro existen diferencias significativas entre tratamientos. Según la prueba de Tukey (Anexo J) el T1 se diferencia estadísticamente de los T2 y T3. Los tipos de estaca media y apical no presentaron diferencia estadística. T1 obtuvo el mayor porcentaje con 41.66%, T2 con 26.66% y T3 10% (Figura 17).

De acuerdo a los resultados precedentes en cuanto a estacas apicales, Devlin¹²⁶, menciona que las yemas de algunas plantas principalmente especies leñosas requieren de condiciones especiales de luz y temperatura para poder brotar. El crecimiento de las mismas puede quedar suspendido por algún factor adverso del medio o por la concentración de inhibidores de crecimiento; en este ensayo las condiciones medioambientales en campo, no fueron evaluadas, por lo tanto no se puede afirmar en que porcentaje ellas ejercieron influencia sobre la baja brotación de yemas apicales respecto de las estacas basales.

El andeva (Anexo K) para Colla blanca *V. arborea*, no muestran diferencia significativa, por lo tanto, es recomendable emplear cualquiera de los 3 tratamientos. El porcentaje para T3 fue 28.33%, T1 25% y T2 21.67% (Figura 18).

A diferencia de *Boehmeria fallax*, para la especie *Verbesina arborea* a pesar de que no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, el mayor porcentaje de brotación de yemas se observó en las estacas apicales, de acuerdo a esto Weaver menciona: “las auxinas que corren naturalmente a través de la planta son sintetizadas primordialmente en las yemas apicales y en las hojas jóvenes¹²⁷”, según Rojas¹²⁸, las auxinas son factores estimulantes del progreso de la estaca de

¹²⁶ DEVLIN, R. Fisiología vegetal. Barcelona : Omega, 1970. p. 583.

¹²⁷ WEAVER, Op. cit., p. 151.

¹²⁸ ROJAS, M. Fisiología Vegetal Aplicada. 4ª. ed. México : INTERAMERICANA McGraw-Hill, 1993. p. 179.

esta forma la presencia de yemas en los tallos de las plantas permite que se reproduzca de modo vegetativo. Esto lleva a afirmar que para *V. arborea* las yemas de estacas apicales desempeñan un papel importante en el prendimiento de las estacas y presentan igual capacidad que las otras dos secciones de la rama.

Brotación de hojas. Según el análisis de varianza (Anexo I) en brotación de hojas para la especie Munchiro existen diferencias significativas entre tratamientos. Según la prueba de Tukey (Anexo J) el T1 se diferencia estadísticamente de los T2 y T3. Los tipos de estaca media y apical no presentaron diferencia estadística. T1 obtuvo el mayor porcentaje con 33.33%, T2 con 18.33% y T3 presentó un bajo porcentaje del 5% (Figura 17).

Los porcentajes de brotación de hojas en las estacas apicales en la especie Munchiro correspondieron a los valores más bajos, respecto a estos resultados existen factores que influyen en esta variable, de acuerdo a lo expresado por Marroquín son: la ubicación de las estacas en la planta madre y el número de yemas viables que la especie presentó al momento del corte ya que si se toman estacas de partes muy jóvenes las estructuras y yemas no tienen el vigor necesario, debido a su pobreza en carbohidratos y a su alta proporción de nitrógeno, por lo tanto no hay un equilibrio hormonal lo cual hace que estas no sean viables para la propagación vegetativa¹²⁹. Adicionalmente Llano¹³⁰, define que las estacas que se toman de la parte alta de las ramas tienden a ser más blandas por el hecho de ser la zona más joven y consecuentemente sus partes están menos lignificadas, por esta razón presentan un comportamiento diferente a las de la parte baja, tal conducta se observó en *Boehmeria fallax* en cuanto a la brotación de hojas.

El andeva (Anexo K) Colla blanca no muestra diferencia significativa, por lo tanto, es recomendable emplear cualquiera de los 3 tratamientos. El porcentaje para T2 fue 16.67%, T3 16.67% y T1 13.33% (Figura 18).

Los resultados encontrados indican que las estacas basales para el Munchiro, y los tres tipos de estacas para Colla blanca, tienen una proporción de reservas de nutrientes y una concentración homogénea de auxinas que permiten la brotación de las hojas, aunque con valores distantes entre las dos especies. Respecto a

¹²⁹ MARROQUIN, F. Evaluación de la propagación vegetativa y producción de biomasa foliar de matarratón *Gliricidia sepium* en el Valle del Patía. Pasto, 1995. p. 31. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

¹³⁰ LLANO, P. Propagación de plantas, citado por BENAVIDES, A. y ROSERO, M. Propagación por estacas de Laurel de cera *Myrica pubescens* H.B ex WILLD. Pasto, 1999. p. 9. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

estos resultados, se debe tener en cuenta lo dicho por Hartmann y Kester¹³¹, al afirmar que el enraizamiento y la brotación de las estacas dependen de las características propias de cada especie, el sustrato utilizado y el uso de sustancias reguladoras de crecimiento al cabo de tiempos variables.

Mortalidad. Según el análisis de varianza (Anexo I) la mortalidad para la especie Munchiro existen diferencias significativas entre tratamientos. Según la prueba de Tukey (Anexo J) el T1 se diferencia estadísticamente de los T2 y T3. Los tipos de estaca media y apical no presentaron diferencia estadística. T3 obtuvo el mayor porcentaje con 65%, T2 38% y T1 13% (Figura 17).

El andeva (Anexo K) para mortalidad en Colla blanca muestra que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de los tratamientos, por lo tanto, los 3 presentan igual comportamiento. T1 obtuvo el mayor porcentaje con 45%, T2 con 20% y T3 20% (Figura 18).

En lo referente con los resultados obtenidos con las estacas de Munchiro y Colla blanca, Azcon y Talón¹³², afirman que la mortalidad de las estacas depende de factores como el tipo de sustrato, cantidad y tipo de enraizado, tipo de estaca y dureza de la misma y de las condiciones medio ambientales las cuales actúan de manera interrelacionada influyendo en el porcentaje de supervivencia de las estacas.

En cada visita de este estudio se observó en las dos especies la aparición de brotes de hojas o yemas, advirtiendo posteriormente, la muerte de algunas estacas en las cuales se presentó este fenómeno, respecto a este comportamiento Hartmann y Kester, manifiestan: “la aparición de brotes de hojas no siempre es signo de que ha enraizado la estaca, muchas especies brotan hojas abundantemente pero luego mueren, porque no se han formado raíces¹³³”.

¹³¹ HARTMANN y KESTER, Op. cit., p. 348.

¹³² AZCON, F. y TALON, H. Fisiología y bioquímica vegetal, citado por MAFLA y NOGUERA, Op. cit., p. 67.

¹³³ HARTMANN y KESTER, Op. cit., p. 348.

Figura 17. Propagación por estacas en *Verbesina arborea*



Figura 18. Propagación por estacas en *Boehmeria fallax*



Figura 19. Porcentaje de brotación de Raíces, Yemas, Hojas y Mortalidad en la especie *Boehmeria fallax*.

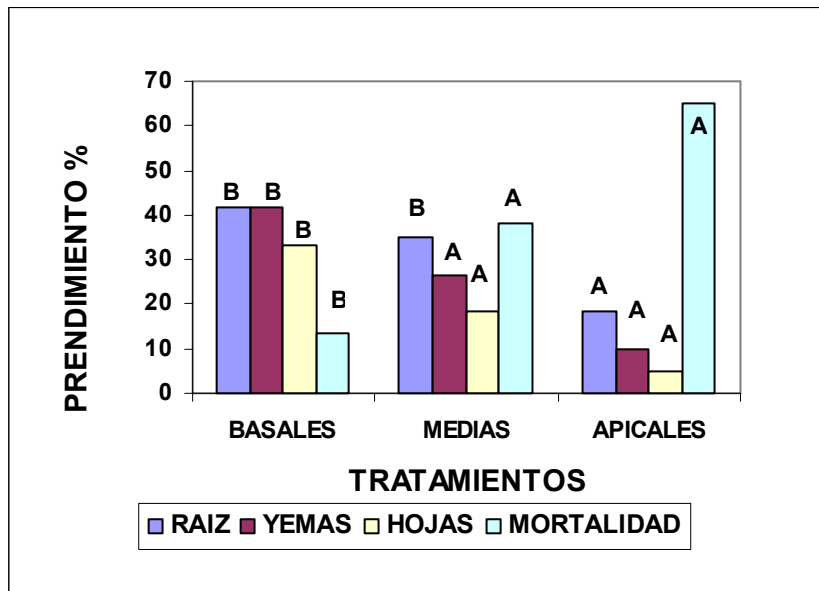
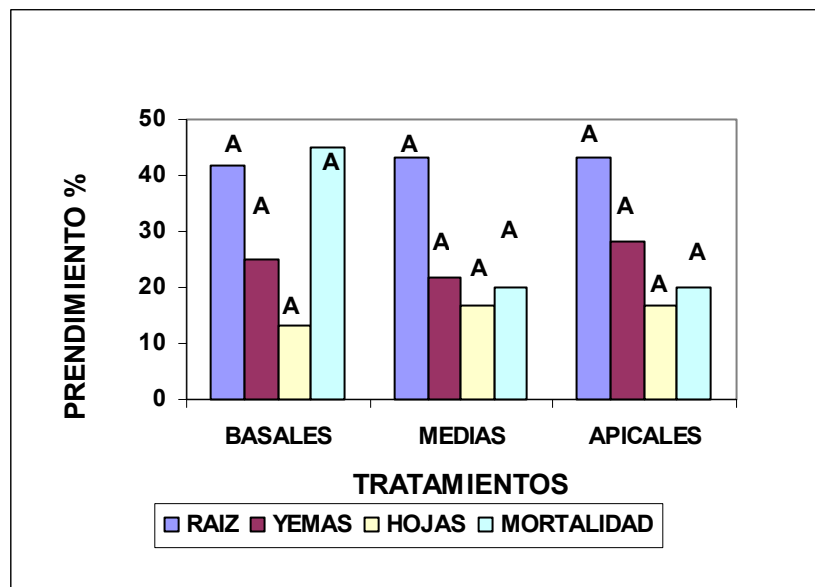


Figura 20. Porcentaje de brotación de Raíces, Yemas, Hojas y Mortalidad en la especie *Verbesina arborea*.



3.4.2.2 Correlación de los parámetros evaluados. En el Cuadro 10 se presentan los resultados de las correlaciones realizadas a través de la Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, respecto a las variables yemas con relación a las raíces, hojas con relación a las raíces y hojas con relación a las yemas en la propagación por estacas, para estimar el coeficiente de correlación y determinar el grado de dependencia entre los parámetros evaluados.

Cuadro 10. Coeficiente de correlación (r) para las variables yemas respecto a raíces, hojas – raíces y hojas - yemas en las especies *B. fallax* y *V. arborea*.

Munchiro <i>Boehmeria fallax</i>	Coeficiente de correlación
Raíces - Yemas	0,72
Raíces - Hojas	0,92
Yemas - Hojas	0,83
Colla blanca <i>Verbesina arborea</i>	Coeficiente de correlación
Raíces - Yemas	0,70
Raíces - Hojas	0,41
Yemas - Hojas	0,82

Correlación yemas – raíces en *B. fallax* y *V. arborea*. En las Figuras 19 y 20 se muestra la correlación entre el número de estacas enraizadas y número de estacas con brotación de yemas, en las especies *B. fallax* y *V. arborea* donde se observa que el Coeficiente de correlación (r) corresponde a 0.72 y 0.70 respectivamente (Cuadro 10), lo que indica que existe relación entre estas dos variables, por lo tanto la producción de raíces influyó en la brotación de yemas en las dos especies debido a que los carbohidratos acumulados en la estaca y que se encuentran formando raíces iniciales posiblemente influyen en la brotación de las yemas, además una vez enraizada la estaca está adquiriendo más vigor y por ende la brotación de yemas es más factible¹³⁴.

¹³⁴ MARROQUIN, op. cit., p. 34.

Figura 21. Efecto de la producción de raíces sobre la producción de yemas en Munchiro *Boehmeria fallax*.

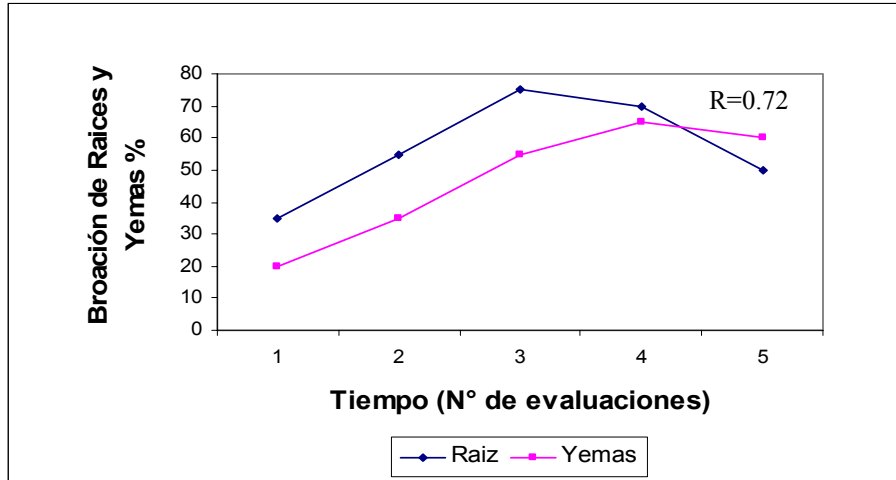
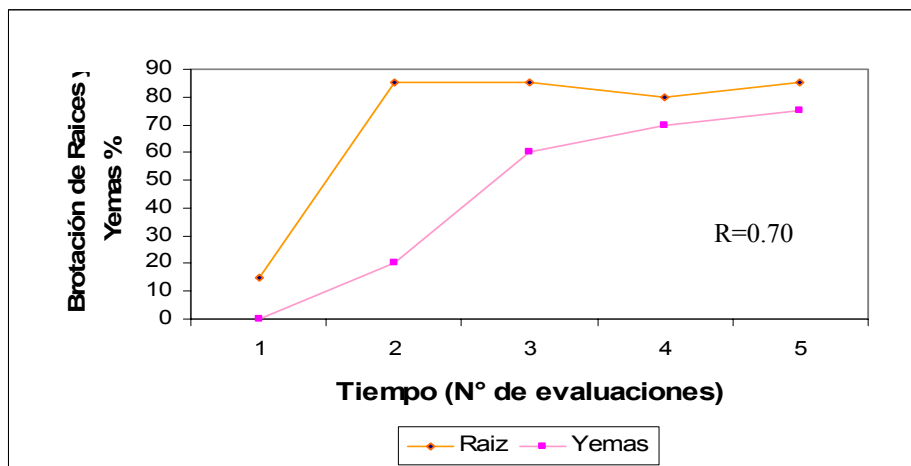


Figura 22. Efecto de la producción de raíces sobre la producción de yemas en Colla blanca *Verbesina arborea*.



Correlación hojas – raíces en *B. fallax* y *V. arborea*. En las Figuras 21 y 22 se muestra la correlación entre el número de estacas enraizadas y número de estacas con brotación de hojas, en las especies *B. fallax* y *V. arborea* donde se observa que el Coeficiente de correlación (r) corresponde a 0.92 y 0.41 respectivamente (Cuadro 10); esto indica que existe una fuerte relación entre estas las variables en *B. fallax* y una baja correlación en *V. arborea*, por lo tanto la producción de raíces influyó de forma variable en la brotación de hojas en las dos especies. Es posible que en *V. arborea* las estacas no tuvieron el vigor necesario

para producir hojas debido a un equilibrio hormonal causado por pobreza en carbohidratos y una alta proporción de nitrógeno¹³⁵.

Figura 23. Efecto de la producción de raíces sobre la producción de hojas en Munchiro, *Boehmeria fallax*.

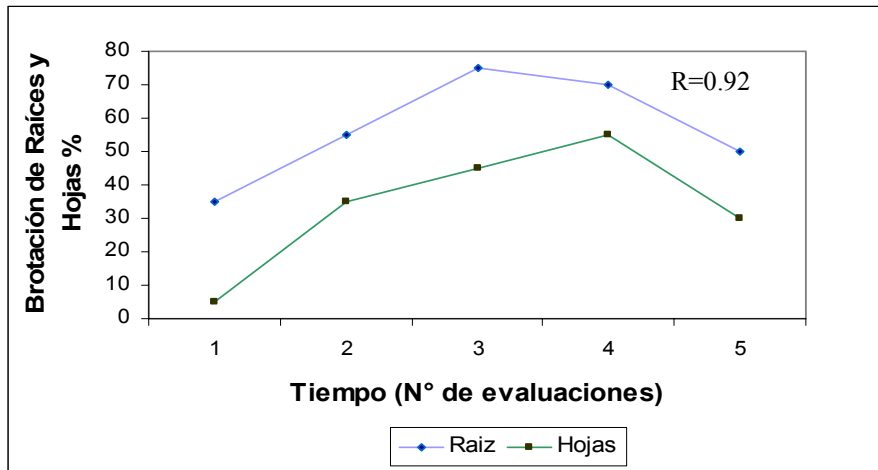
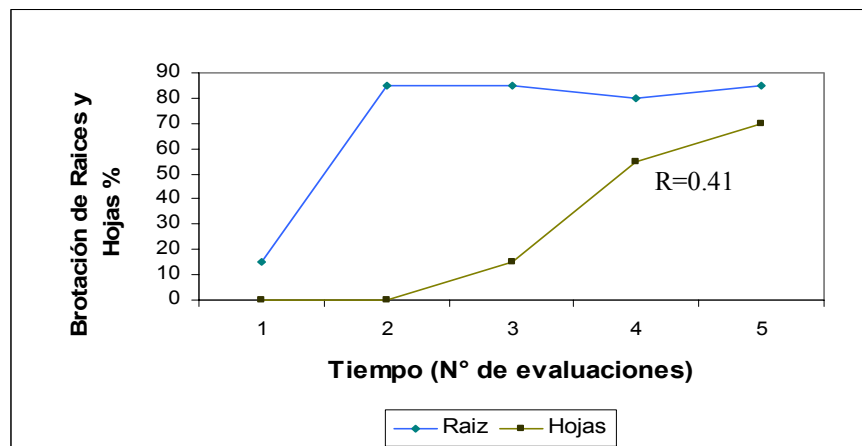


Figura 24. Efecto de la producción de raíces sobre la producción de hojas en Colla blanca *Verbesina arborea*.

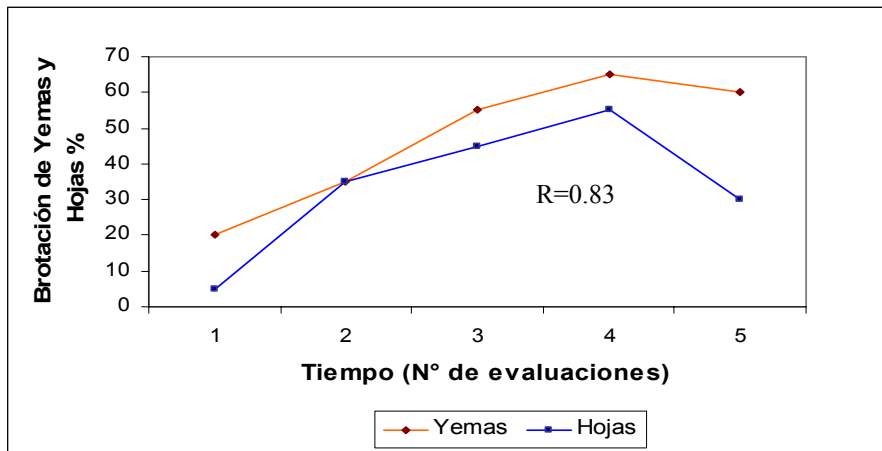


Correlación hojas - yemas en *B. fallax* y *V. arborea*. En las Figuras 23 y 24 se muestra la correlación entre el número de estacas con brotación de hojas y número de estacas con brotación de yemas, en las especies *B. fallax* y *V. arborea*

¹³⁵ Ibid., p. 31.

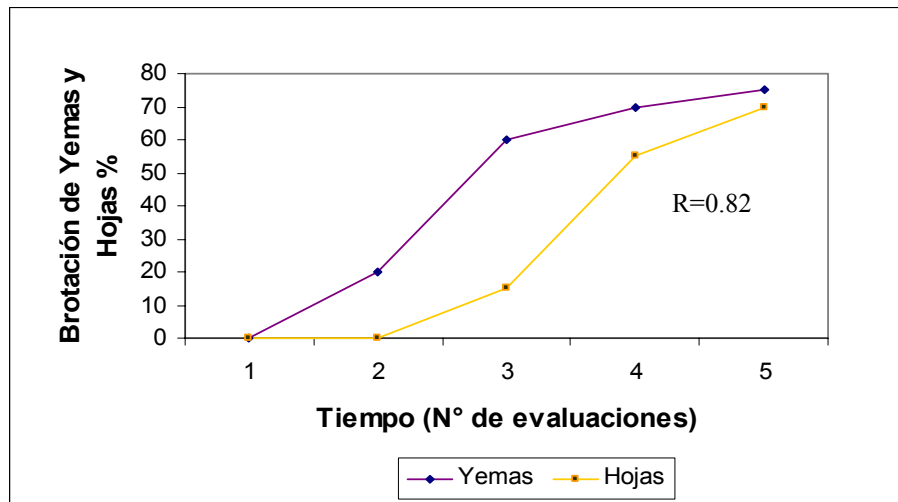
donde se observa que el Coeficiente de correlación (r) corresponde a 0.83 y 0.82 respectivamente (Cuadro 10); esto indica que existe una alta relación entre estas las variables en las dos especies por lo tanto la producción de yemas influyó de forma considerable en la brotación de hojas en las dos especies, esto puede deberse a que existían un buen número de yemas viables que influyeron en la brotación de las hojas¹³⁶.

Figura 25. Efecto de la producción de yemas sobre la producción de hojas en Munchiro *Boehmeria fallax*.



¹³⁶ Ibid., p. 31.

Figura 26. Efecto de la producción de yemas sobre la producción de hojas en Colla blanca *Verbesina arborea*.



4. CONCLUSIONES

La especie Munchiro *Boehmeria fallax* es un arbusto leñoso, frondoso y con área de copa amplia, la especie Colla blanca *Verbesina arborea* es un arbusto con tallo corchoso y de poco diámetro, flexible y posee un área de copa reducida.

Las observaciones de las fenofases en *B. fallax* y *V. arborea* muestran que la precipitación pluvial no intervino de igual manera en su ocurrencia lo que indica que la fenología es una característica individual de cada especie.

La brotación de follaje en *Boehmeria fallax* presentó un buen porcentaje (50.5%), aún en las épocas de baja pluviosidad (agosto con 5.5mm), en la producción de flores y frutos se destacan los meses de octubre y diciembre. *Verbesina arborea* registra los mas altos porcentajes de brotación en los meses de abril y mayo con 50.25%, respectivamente y registra una alta disponibilidad de flores y frutos durante todos los meses, especialmente en el mes de junio.

En el análisis bromatológico la especie *V. arborea* presentó un porcentaje del 26.06% y *B. fallax* 17.94% de contenido de proteína; el resultado de Fibra Detergente Neutra (FDN) para *B. fallax* fue de 42.26% y para *V. arborea* de 42.80%, el resultado de Fibra Detergente Acida (FDA) para *B. fallax* fue de 32.13% y para *V. arborea* 40.05%.

En la reproducción por semilla se encontró una capacidad de germinación de 52% en *Boehmeria fallax* y un porcentaje de germinación de 42% para *Verbesina arborea*. En la propagación por estacas, los resultados mostraron que las estacas basales para *Boehmeria fallax* presentaron mayor capacidad de prendimiento en cuanto a brotación de raíces 41.66%, yemas 41.66%, hojas 33.33%, el porcentaje de mortalidad la estacas apicales presentaron el mayor con 65%; en *V. arborea* los tres tipos de estacas no presentaron diferencia estadística en los parámetros evaluados, se destacaron las estacas apicales y medias con muy pocas diferencias en sus promedios alrededor del 43.33% en brotación de raíces, 28.33% en yemas, 16.67 en hojas, las estacas basales obtuvieron la mayor mortalidad con el 45%.

5. RECOMENDACIONES

Complementar la investigación respecto a la fenología de las dos especies con estudios realizados en otros lugares o zonas de dispersión de las mismas, de modo que se puedan establecer comparaciones para encontrar diferencias o similitudes en lo referente a las épocas de ocurrencia de las fenofases.

Para la propagación por estacas, se recomienda extender la investigación respecto al prendimiento y supervivencia en sitio definitivo, así mismo en la utilización de otros sustratos de enraizamiento, enraizadores y en diferentes condiciones medioambientales con la previa determinación de la edad de las plantas, tipo de árbol y estado de lignificación.

Realizar ensayos donde se estime el comportamiento de las dos especies en un arreglo Agroforestal para determinar su reacción al manejo agronómico y la relación que establezcan con otro tipo de especies forrajeras como pastos, arvenses, arbustos y árboles, así como también la capacidad de producción de biomasa y formación de mulch.

BIBLIOGRAFÍA

APRAEZ, E. y RODRÍGUEZ, P. Valor nutritivo y digestibilidad de algunas arvenses de clima frío en cuyes *Cavia porcellus*. En : Revista de Ciencias Agrícolas. Vol. 17, No. 1 (2001); p. 43-57.

ARIAS, R. Experiencias sobre Agroforestería para la producción animal en Guatemala. En: Conferencia electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. [en línea]. [Cali, Colombia]. CIPAV, Noviembre de 1998. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <
www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/agrofor1/Agrofor1.htm.8k>

AZKUE, Mercedes. La fenología como herramienta en la agroclimatología. [en línea]. INIA-CENIAP- IIRA, Noviembre de 2000. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <
www.ceniap.gov.ve/bdigital/monografias/fenologia/fenologia.htm#METODOLOGÍA>

BACCA, A. Jefe Herbario Universidad de Nariño. Enero de 2004. Comunicación personal.

BENAVIDES, A. y ROSERO, M. Propagación por estacas de Laurel de cera *Myrica pubescens* H.B ex WILLD. Pasto, 1999. 52 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

BENAVIDES, J. Árboles y arbustos forrajeros: Una alternativa agroforestal para la ganadería. En: Conferencia electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. [en línea]. [Cali, Colombia]. CIPAV, Noviembre de 1998. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <
www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/agrofor1/bnvdes23.htm>

CAMACHO, M., y OROZCO, L. Patrones fenológicos de 12 especies arbóreas del bosque montano de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. En : Revista de Biología Tropical. Vol. 46, No.3 (1998); 885 p.

CAMPAÑA, J., y JÁCOME, R. Evaluación de diferentes niveles de forraje de Ramio *Boehmeria nivea* en la alimentación de cuyes *Cavia porcellus*, Municipio de Pasto, Nariño. Pasto, 1983. 71 p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

CANO, G. y MARROQUIN, J. Taxonomía de Plantas Superiores. México : Trillas, 1994. 256 p.

CAYCEDO, A. y APRAEZ, E. Las malezas y su valor nutritivo para los cuyes *Cavia porcellus*. En : Revista de Ciencias Agrícolas. Vol. 17, No. 1 (2000); p. 239-249.

CHURCH, D. y POND, W. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México : Limusa, 1998. 438 p.

CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN FORESTAL. CONIF. Investigación forestal del pacífico colombiano. En : Memorias Técnicas de la investigación de CONIF – INDERENA. Serie técnica No. 33 (1996). 139 p.

DEVLIN, R. Fisiología vegetal. Barcelona : Omega, 1970. 614 p.

FOURNIER, L. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. En : Cespadesia, Boletín Científico del departamento del Valle del Cauca. Suplemento 2. Vol. 7, No. 25-26 (1978); 177 p.

FOURNIER, L. y CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. En : Cespadesia, Boletín Científico del departamento del Valle del Cauca. Suplemento 2. Vol. 7, No. 25-26 (1978); 177 p.

GALVEZ, A. Avances en la Gestión Ambiental y la Participación Social en Zonas de Montañas y su Relación con los Sistemas Pecuarios; Cuyes, lombrices, forraje y manejo de microcuencas en Matituy. En: IV Seminario Internacional de Sistemas Pecuarios Sostenibles para las Montañas Tropicales. [en línea]. [Cali, Colombia]. 1995. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <www.fao.org/waicen/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/montana.htm>

GALLARDO, A. y TIMANA, O. Evaluación de la respuesta del repollo *Brassica oleraceae*, variedad bola verde a la aplicación del fermentado anaeróbico a base de alfalfa *Medicago sativa* en el Corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto, Nariño. Pasto, 2002. 87 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agronomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

GOMEZ, A., y DEL AMO, S. Investigaciones sobre las regiones de selvas altas de Veracruz, México. México : Alhambra Mexicana, 1985. p. 27-66.

HARTMANN, H. y KESTER, D. Propagación de plantas, principios y prácticas. 2ª. ed. México : Continental, 1981. 814 p.

JIMÉNEZ, J. Establecimiento y manejo de germoplasma especies forrajeras nativas altoandinas. [en línea]. [Ecuador]. Noviembre de 1998. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <www.fundacyt.org.ec>

LEMES, C. et al. Establecimiento de un método de propagación vegetativa para *Salvia officinalis*. [en línea]. [La Habana, Cuba]. Revista Cubana de plantas medicinales, Vol 5 No 1, 2000. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <www.bvs.sld.cu/revistas/pla/vol51_00/pla03100.htm>

LEON, J. y MIRANDA M. Estudio fenológico de diez especies forestales nativas en la Microcuenca las Tiendas, Municipio de Pasto, Nariño. Pasto, 2002. 136 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

MAFLA, H. y NOGUERA, O. Propagación vegetativa del Sauco (*Sambucus peruviana*) en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto, 2001. 115 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

MARROQUIN, F. Evaluación de la propagación vegetativa y producción de biomasa foliar de matarratón *Gliricidia sepium* en el Valle del Patía. Pasto, 1995. 60 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

MERA, F. y ZAMORA, A. Establecimiento y evaluación inicial del arreglo de árboles dispersos en asociación con pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum*, en el altiplano de Pasto. Pasto, 2003. 96 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

MURGUEITIO, E. et al. Agroforestería para la producción animal sostenible. Cali : CIPAV. 1997. 67 p.

NIEMBRO, A. Mecanismo de reproducción sexual en pinos. México : Limusa, 1986. 130 p.

ORDÓÑEZ, H. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas Colombia, Universidad de Nariño. Marzo de 2003. Comunicación personal.

_____. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas Colombia, Universidad de Nariño. Marzo de 2004. Comunicación personal.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE. S.f. Supuestos de Andeva, Prueba t- Student, t- Student para datos pareados. [en línea]. [Santiago, Chile]. Pontificia Universidad Católica de Chile, 2004. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: <www.puc.cl/cursos/bio242a/clase9.doc>

PORTILLA, W., RODRÍGUEZ, P. y SARRALDE, C. Evaluación nutricional y Degradabilidad "In situ" de algunas arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el altiplano de Nariño, Colombia. Pasto,

2000. 125 p. Trabajo de grado (Especialización en producción de bovinos para leche). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

RAMÍREZ, B. Docente Universidad del Cauca, Agosto 2003. Comunicación personal.

RIASCOS, M. y FAJARDO, M. Evaluación de cuatro sistemas de producción de plántulas de Laurel de cera (*Myrica pubescens* H y B ex wild) bajo condiciones de vivero. Pasto, 2001. 92 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

ROJAS, M. Fisiología Vegetal Aplicada. 4ª. ed. México : INTERAMERICANA McGraw-Hill, 1993. 275 p.

RONDON, José. Hábito fenológico de 53 especies arbóreas del jardín botánico de San Juan de Lagunillas, Edo. Mérida. En : Revista Forestal Venezolana. Vol. 24-25, No. 35-36 (1991-1992); 121 p.

ROSALES, M. Mezclas de forrajes: Uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. En : Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica". [en línea]. [Cali, Colombia] CIPAV, 1998. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL : www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/agrofor1/Rosales9.htm.

SAGÁSTEGUI, A. Compuestas Andino-Peruanas nuevas para la ciencia IV. [en línea]. [Perú]. Revista Arnaldoa, Herbario Antenor Orrego, 1991. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: www.sacha.org/pubs/books/arnald_sp.htm.

TAIARIOL, D. Propagación Vegetativa. En: Monografías.com. [en línea]. 2000. [citado el 8 de septiembre de 2004]. Disponible en internet: URL: www.monografias.com/trabajos13/propaveg/propaveg.shtml

VENEGAS, L. Metodología para observaciones fenológicas. En : Cespedesia, Boletín Científico del departamento del Valle del Cauca. Suplemento 2. Vol. 7, No. 25-26 (1978); 177 p.

VILLASANA, R. y SUAREZ, A. Estudio Fenológico de diez especies forestales, presentes en la reserva forestal IMATACA, Edo. Bolivar, Venezuela. En : Revista Forestal Venezolana. Vol. 31, No. 41(1) (1997); 97 p.

WEAVER, R. Reguladores de Crecimiento de las plantas en la agricultura. México : Trillas, 1987. 622 p.

Anexos

Anexo A. Formulario para la descripción de los árboles del estudio fenológico

ARBOL No. _____

Nombre vulgar _____

Nombre científico _____

Familia _____

Tipo de bosque _____

Propietario _____

Vereda _____ Municipio _____ Departamento _____

Latitud _____ Longitud _____

ASNM _____ Precipitación _____ Temperatura _____

Altura Total _____ Altura comercial _____

DAP (cm) _____ Diámetro copa _____

Angulo de ramas _____ Espesor de corteza _____

Exudados _____ Hojas _____

Flor _____ Fruto _____

Uso _____

Especies vegetales asociadas _____

Fauna _____

Estado fitosanitario _____

Condiciones edáficas _____

Observaciones _____

Anexo B. Recopilación de la información sobre la descripción de los árboles

Fecha: 7 Dic 2002

Especie: *Boehmeria fallax*

Municipio: San Juan de Pasto

Familia: Urticaceae

No	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	DAP (cm)	DC (m)	Angulo Ramas (grados)	Exudados	Estado Fenológico					Uso	Especies Asociadas
							Hojas	Botón Floral	Flor Abierta	Fruto Verde	Fruto Maduro		
1			13.4	6	50		X			X		F y CV	CH, B
2			10.5	4	45		X			X		F y CV	CH, B
3			8.9	5	50		X			X		F y CV	C, B
4			6.3	5	25		X	X	X			F y CV	C
5			7.3	4	35		X			X		F y CV	K, H, CH y B
6			10.5	4	30		X			X	X	F y CV	Y
7			13.3	4	45		X	X				F	A
8			13.7	3	50		X			X		F	A, X y E
9			11.5	4	45		X			X		F y NA	A y X
10			10.8	6	30		X	X	X			F	CII, L, E y Y

CH: Chilca
B: Borrachero
C: Cerote
K: Capulí.

Y: Yuco
A: Altamisa
X: Chilacuán
E: Eucalipto

H: Helecho
CII: Colla Blanca
L: Lulo silvestre

F: Forraje
CV: Cercas vivas.
NA: Nacimientos de agua.

Anexo C. Recopilación de la información sobre la descripción de los árboles

Fecha: 7 Dic 2002

Especie: *Verbesina arborea*

Municipio: San Juan de Pasto

Familia: Asteraceae

No	Altura Total (m)	Altura Comerc. (m)	DAP (cm)	DC (m)	Angulo Ramas (grados)	Exudados	Estado Fenológico					Uso	Especies Asociadas
							Hojas	Botón Floral	Flor Abierta	Fruto Verde	Fruto Maduro		
1	5		4.5	2.5	80	RT	X		X		X	F	Y, E, M, MN
2	5		5.8	2	45	RT	X					F y RN	S, Y, M y G
3	4		4.3	3	45	RT	X					F y RN	S, P, M y G
4	5		6.4	3	45	RT	X					F y RN	E, Y, X, L
5	4		4.2	2	45	RT	X					F y RN	Y, S
6	4		6.4	3	45	RT	X					F y RN	L,S ,P
7	4		4.5	2	45	RT	X					F y RN	L,S ,P, Y
8	5		6.4	2	45	RT	X					F y RN	S,M, P,L
9	5		5.1	2	45	RT	X		X	X		F y RN	S, M
10	4		5.1	2	70	RT	X					F y RN	H, X, M, E

Y: Yuco
E: Eucalipto
M: Mora
G: Guarango

H: Helecho
MN: Munchiro
X: Chilacúan

S: Sauco
L: Lulo silvestre
P: Pino

F: Forraje
CV: Cercas vivas.
NA: Nacimientos de agua.

Anexo D. Registros fenológicos, observaciones de campo

1. Especie: NC: _____ NV: _____
2. Estación o Zona: _____
3. Mes: _____

Individuo Numero	Fecha Primera quincena					Individuo Numero	Fecha Segunda quincena				
	FLORES		FRUTOS		BROTAC. FOLLAJE		FLORES		FRUTOS		BROTAC, FOLLAJE
	BOTON1	ABIERTAS2	VERD.3	MAD.4			BOTON1	ABIERTAS2	VERD.3	MAD.4	
1						1					
2						2					
3						3					
4						4					
5						5					
6						6					
7						7					
8						8					
9						9					
10						10					

Tomado de: León y Miranda, 2001

Anexo E. Observaciones fenológicas – Escala Fournier

ESPECIE	FENOFASE	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
<i>Boehmeria fallax</i>	B	3	1	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3
	B	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	1
	F	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	2
	FV	3	2	1	1	0	0	1	1	1	0	1	2
	FM	2	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Verbesina arborea</i>	FENOFASE	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
	B	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2
	B	0	1	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1
	F	1	0	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1
	FV	1	1	0	1	1	1	2	3	2	1	2	1
	FM	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	1	1

Anexo F. Valores totales mensuales de precipitación (mms)

Anexo G. Análisis de suelo, Corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto

Parámetro	Unidad	Resultado
pH		5.7
Materia orgánica		8.9
Densidad aparente	(g/cc)	0.9
Fósforo	(ppm)	54
CIC	meq/100g	25
Calcio de cambio	meq/100g	8.9
Magnesio de cambio	meq/100g	2.1
Potasio de cambio	meq/100g	0.88
Aluminio de cambio	meq/100g	0.10
Hierro	ppm	18.80
Manganeso	ppm	8.0
Cobre	ppm	1.48
Zinc	ppm	4.0
Boro	ppm	0.13
Nitrógeno total	%	0.36
Carbono orgánico	%	4.97
Textura		Arcillo-arenosa

Tomado de: Gallardo y Timaná, 2002, 28.

Anexo H. Análisis bromatológico de la especie Munchiro *Boehmeria fallax*

Anexo I. Análisis de varianzas para las variables brotación de raíces, brotación de yemas, brotación de hojas y mortalidad en la propagación vegetativa de Munchiro *Boehmeria fallax*.

Fuente	Brotación de raíces				Brotación de yemas			
	SC	CM	F.C	Pr>F	SC	CM	F.C	Pr>F
Tratamiento	0.214	0.107	6.78	0.02*	0.327	0.163	13.52	0.0001*
Repetición	0.020	0.010	0.66	0.523	0.005	0.002	0.23	0.794
Error	0.632	0.015			0.484	0.012		
Total	0.868				0.817			

R- Cuadrado= 0.271 c.v: 9.061 Raíz Media= 1.387
R- Cuadrado= 0.407 c.v: 7.662 Yemas Media= 1.436

Diferencias significativas 95%*

Fuente	Brotación de Hojas				Mortalidad			
	SC	CM	F.C	Pr>F	SC	CM	F.C	Pr>F
Tratamiento	0.235	0.117	14.69	0.0001*	0.142	0.071	24.24	0.005*
Repetición	0.002	0.0014	0.18	0.8331	0.038	0.019	6.61	0.054
Error	0.320	0.008			0.011	0.002		
Total	0.558				0.192			

R- Cuadrado= 0.426 c.v= 6.007 Hojas Media= 1.472
R- Cuadrado= 0.939 c.v:= 4.230 Mortalidad Media= 1.280

Diferencias significativas 95%*

Anexo J. Prueba de Tukey para las variables brotación de raíces, brotación de yemas, brotación de hojas y mortalidad en *Boehmeria fallax*.

Brotación de raíces			Brotación de yemas		
Grupo Tukey	Media	Tipo de estaca	Grupo Tukey	Media	Tipo de Estaca
A	1.48345	Apical	A	1.534	Apical
B	1.35757	Media	A	1.449	Media
B	1.32264	Apical	B	1.326	Basal

Valores con la misma letra no representan diferencias significativas.

Brotación de hojas			Mortalidad		
Grupo Tukey	Media	Tipo de estaca	Grupo Tukey	Media	Tipo de Estaca
A	1.554	Apical	A	1.368	Apical
A	1.483	Media	A	1.368	Media
B	1.378	Apical	B	1.102	Basal

Valores con la misma letra no representan diferencias significativas

Anexo K. Análisis de varianzas para las variables brotación de raíces, brotación de yemas, brotación de hojas y mortalidad en la propagación vegetativa de colla blanca *Verbesina arborea*.

Fuente	Brotación de raíces				Brotación de yemas			
	SC	CM	F.C	Pr>F	SC	CM	F.C	Pr>F
Tratamiento	0.012	0.006	0.28	0.757	0.011	0.005	0.46	0.631
Repetición	0.028	0.014	0.65	0.529	0.070	0.035	2.94	0.064
Error	0.866	0.021			0.477	0.011		
Total	0.906				0.558			

R- Cuadrado= 0.422 c.v= 11.11 Raíz Media= 1.323
R- Cuadrado= 0.145 c.v:=7.459 Yemas Media= 1.464

Diferencias significativas 95%

Fuente	Brotación de Hojas				Mortalidad			
	SC	CM	F.C	Pr>F	SC	CM	F.C	Pr>F
Tratamiento	0.001	0.0005	0.10	0.90	0.54	0.27	2.77	0.176
Repetición	0.024	0.0014	0.18	0.8331	0.026	0.013	0.14	0.876
Error	0.202	0.005			0.390	0.097		
Total	0.228				0.958			

R- Cuadrado= 0.112 c.v= 4.678 Hojas Media= 1.520
R- Cuadrado= 0.592 c.v:= 27.26 Mortalidad Media= 1.146

Diferencias significativas 95%

Anexo L. Datos de campo de la reproducción por estacas para *Boehmeria fallax*, por cinco evaluaciones

Unidades experimentales: 9

Número de estacas por unidad experimental: 20

Muestra tomada por época: 2 estacas

TA: Estacas basales

TB: Estacas medias

TC: Estacas apicales

TRATAMIENTO	REPETICION	EPOCA	VARIABLE RAIZ			
			UNIDADES	ACUMULADO	%	ACOS
A	1	1	1	1	5%	1,52077547
A	2	1	1	1	5%	1,52077547
A	3	1	1	1	5%	1,52077547
B	1	1	2	2	10%	1,47062891
B	2	1	1	1	5%	1,52077547
B	3	1	1	1	5%	1,52077547
C	1	1	0	0	0%	1,57079633
C	2	1	0	0	0%	1,57079633
C	3	1	0	0	0%	1,57079633
A	1	2	2	3	15%	1,42022805
A	2	2	2	3	15%	1,42022805
A	3	2	2	3	15%	1,42022805
B	1	2	1	3	15%	1,42022805
B	2	2	0	1	5%	1,52077547
B	3	2	2	3	15%	1,42022805
C	1	2	2	2	10%	1,47062891
C	2	2	0	0	0%	1,57079633
C	3	2	0	0	0%	1,57079633
A	1	3	2	5	25%	1,31811607
A	2	3	2	5	25%	1,31811607
A	3	3	2	5	25%	1,31811607
B	1	3	2	5	25%	1,31811607
B	2	3	2	3	15%	1,42022805
B	3	3	2	5	25%	1,31811607
C	1	3	1	3	15%	1,42022805
C	2	3	2	2	10%	1,47062891
C	3	3	0	0	0%	1,57079633
A	1	4	2	7	35%	1,21322522
A	2	4	2	7	35%	1,21322522
A	3	4	2	7	35%	1,21322522
B	1	4	1	6	30%	1,26610367
B	2	4	2	5	25%	1,31811607
B	3	4	2	7	35%	1,21322522

C	1	4	2	5	25%	1,31811607
C	2	4	1	3	15%	1,42022805
C	3	4	0	0	0%	1,57079633
A	1	5	2	9	45%	1,10403099
A	2	5	1	8	40%	1,15927948
A	3	5	1	8	40%	1,15927948
B	1	5	0	6	30%	1,26610367
B	2	5	1	6	30%	1,26610367
B	3	5	2	9	45%	1,10403099
C	1	5	1	6	30%	1,26610367
C	2	5	1	4	20%	1,36943841
C	3	5	1	1	5%	1,52077547
TRATAMIENTO	REPETICION	EPOCA	VARIABLE YEMAS			
			UNIDADES	ACUMULADO	%	ACOS
A	1	1	2	2	10%	1,47062891
A	2	1	1	1	5%	1,52077547
A	3	1	1	1	5%	1,52077547
B	1	1	0	0	0%	1,57079633
B	2	1	0	0	0%	1,57079633
B	3	1	0	0	0%	1,57079633
C	1	1	0	0	0%	1,57079633
C	2	1	0	0	0%	1,57079633
C	3	1	0	0	0%	1,57079633
A	1	2	2	4	20%	1,36943841
A	2	2	1	2	10%	1,47062891
A	3	2	2	3	15%	1,42022805
B	1	2	0	0	0%	1,57079633
B	2	2	2	2	10%	1,47062891
B	3	2	0	0	0%	1,57079633
C	1	2	0	0	0%	1,57079633
C	2	2	0	0	0%	1,57079633
C	3	2	0	0	0%	1,57079633
A	1	3	1	5	25%	1,31811607
A	2	3	2	4	20%	1,36943841
A	3	3	2	5	25%	1,31811607
B	1	3	1	1	5%	1,52077547
B	2	3	1	3	15%	1,42022805
B	3	3	2	2	10%	1,47062891
C	1	3	2	2	10%	1,47062891
C	2	3	0	0	0%	1,57079633
C	3	3	0	0	0%	1,57079633
A	1	4	2	7	35%	1,21322522
A	2	4	2	6	30%	1,26610367
A	3	4	2	7	35%	1,21322522
B	1	4	2	3	15%	1,42022805
B	2	4	2	5	25%	1,31811607

B	3	4	2	4	20%	1,36943841	
C	1	4	0	2	10%	1,47062891	
C	2	4	1	1	5%	1,52077547	
C	3	4	0	0	0%	1,57079633	
A	1	5	2	9	45%	1,10403099	
A	2	5	2	8	40%	1,15927948	
A	3	5	1	8	40%	1,15927948	
B	1	5	2	5	25%	1,31811607	
B	2	5	0	5	25%	1,31811607	
B	3	5	2	6	30%	1,26610367	
C	1	5	2	4	20%	1,36943841	
C	2	5	1	2	10%	1,47062891	
C	3	5	0	0	0%	1,57079633	
			VARIABLE HOJAS				
TRATAMIENTO	REPETICION	EPOCA	UNIDADES	ACUMULADO	%	ACOS	
A	1	1	1	1	5%	1,52077547	
A	2	1	0	0	0%	1,57079633	
A	3	1	0	0	0%	1,57079633	
B	1	1	0	0	0%	1,57079633	
B	2	1	0	0	0%	1,57079633	
B	3	1	0	0	0%	1,57079633	
C	1	1	0	0	0%	1,57079633	
C	2	1	0	0	0%	1,57079633	
C	3	1	0	0	0%	1,57079633	
A	1	2	2	3	15%	1,42022805	
A	2	2	2	2	10%	1,47062891	
A	3	2	2	2	10%	1,47062891	
B	1	2	0	0	0%	1,57079633	
B	2	2	1	1	5%	1,52077547	
B	3	2	0	0	0%	1,57079633	
C	1	2	0	0	0%	1,57079633	
C	2	2	0	0	0%	1,57079633	
C	3	2	0	0	0%	1,57079633	
A	1	3	1	4	20%	1,36943841	
A	2	3	2	4	20%	1,36943841	
A	3	3	2	4	20%	1,36943841	
B	1	3	1	1	5%	1,52077547	
B	2	3	1	2	10%	1,47062891	
B	3	3	2	2	10%	1,47062891	
C	1	3	0	0	0%	1,57079633	
C	2	3	0	0	0%	1,57079633	
C	3	3	0	0	0%	1,57079633	
A	1	4	2	6	30%	1,26610367	
A	2	4	2	6	30%	1,26610367	
A	3	4	1	5	25%	1,31811607	
B	1	4	2	3	15%	1,42022805	

B	2	4	1	3	15%	1,42022805
B	3	4	1	3	15%	1,42022805
C	1	4	1	1	5%	1,52077547
C	2	4	1	1	5%	1,52077547
C	3	4	0	0	0%	1,57079633
A	1	5	2	8	40%	1,15927948
A	2	5	1	7	35%	1,21322522
A	3	5	0	5	25%	1,31811607
B	1	5	0	3	15%	1,42022805
B	2	5	0	3	15%	1,42022805
B	3	5	2	5	25%	1,31811607
C	1	5	0	1	5%	1,52077547
C	2	5	1	2	10%	1,47062891
C	3	5	0	0	0%	1,57079633

Datos de mortalidad tomados a toda la población (de 20 estacas) en la época 6 (ultima visita).

TRATAMIENTO	REPETICION	EPOCA	VARIABLE MORTALIDAD		
			UNIDADES	%	ACOS
A	1	6	1	5%	1,520775
A	2	6	1	5%	1,520775
A	3	6	6	30%	1,266104
B	1	6	11	55%	0,988432
B	2	6	11	55%	0,988432
B	3	6	1	5%	1,520775
C	1	6	8	40%	1,159279
C	2	6	14	70%	0,795399
C	3	6	17	85%	0,554811

Anexo M. Datos de campo de la reproducción por estacas para *Verbesina arborea*, por cinco evaluaciones.

Unidades experimentales: 9

Número de estacas por unidad experimental: 20

Muestra tomada por época: 2 estacas

TA: Estacas basales

TB: Estacas medias

TC: Estacas apicales

TRATAMIENTO	REPETICION	EPOCA	VARIABLE RAIZ			
			UNIDADES	ACUMULADO	%	ACOS
A	1	1	1	1	5%	1,52077547
A	2	1	1	1	5%	1,52077547
A	3	1	0	0	0%	1,570796327
B	1	1	1	1	5%	1,52077547
B	2	1	2	2	10%	1,470628906
B	3	1	1	1	5%	1,52077547
C	1	1	2	2	10%	1,470628906
C	2	1	1	1	5%	1,52077547
C	3	1	1	1	5%	1,52077547
A	1	2	2	3	15%	1,420228054
A	2	2	2	3	15%	1,420228054
A	3	2	1	1	5%	1,52077547
B	1	2	2	3	15%	1,420228054
B	2	2	2	4	20%	1,369438406
B	3	2	2	3	15%	1,420228054
C	1	2	2	4	20%	1,369438406
C	2	2	2	3	15%	1,420228054
C	3	2	2	3	15%	1,420228054
A	1	3	2	5	25%	1,318116072
A	2	3	2	5	25%	1,318116072
A	3	3	2	3	15%	1,420228054
B	1	3	2	5	25%	1,318116072
B	2	3	2	6	30%	1,266103673
B	3	3	2	5	25%	1,318116072
C	1	3	1	5	25%	1,318116072
C	2	3	2	5	25%	1,318116072
C	3	3	2	5	25%	1,318116072
A	1	4	2	7	35%	1,213225223
A	2	4	2	7	35%	1,213225223
A	3	4	2	5	25%	1,318116072
B	1	4	1	6	30%	1,266103673
B	2	4	2	8	40%	1,159279481
B	3	4	2	7	35%	1,213225223

C	1	4	2	7	35%	1,213225223
C	2	4	2	7	35%	1,213225223
C	3	4	1	6	30%	1,266103673
A	1	5	2	9	45%	1,104030988
A	2	5	2	9	45%	1,104030988
A	3	5	2	7	35%	1,213225223
B	1	5	2	8	40%	1,159279481
B	2	5	2	10	50%	1,047197551
B	3	5	1	8	40%	1,159279481
C	1	5	2	9	45%	1,104030988
C	2	5	2	9	45%	1,104030988
C	3	5	2	8	40%	1,159279481
TRATAMIENTO	REPETICION	EPOCA	VARIABLE YEMAS			
			UNIDADES	ACUMULADO	%	ACOS
A	1	1	0	0	0%	1,570796327
A	2	1	0	0	0%	1,570796327
A	3	1	0	0	0%	1,570796327
B	1	1	0	0	0%	1,570796327
B	2	1	0	0	0%	1,570796327
B	3	1	0	0	0%	1,570796327
C	1	1	0	0	0%	1,570796327
C	2	1	0	0	0%	1,570796327
C	3	1	0	0	0%	1,570796327
A	1	2	0	0	0%	1,570796327
A	2	2	1	1	5%	1,52077547
A	3	2	0	0	0%	1,570796327
B	1	2	0	0	0%	1,570796327
B	2	2	1	1	5%	1,52077547
B	3	2	0	0	0%	1,570796327
C	1	2	0	0	0%	1,570796327
C	2	2	1	1	5%	1,52077547
C	3	2	1	1	5%	1,52077547
A	1	3	1	1	5%	1,52077547
A	2	3	2	3	15%	1,420228054
A	3	3	1	1	5%	1,52077547
B	1	3	1	1	5%	1,52077547
B	2	3	2	3	15%	1,420228054
B	3	3	0	0	0%	1,570796327
C	1	3	1	1	5%	1,52077547
C	2	3	2	3	15%	1,420228054
C	3	3	2	3	15%	1,420228054
A	1	4	1	2	10%	1,470628906
A	2	4	2	5	25%	1,318116072
A	3	4	1	2	10%	1,470628906
B	1	4	2	3	15%	1,420228054
B	2	4	2	5	25%	1,318116072

B	3	4	1	1	5%	1,52077547
C	1	4	1	2	10%	1,470628906
C	2	4	2	5	25%	1,318116072
C	3	4	2	5	25%	1,318116072
A	1	5	2	4	20%	1,369438406
A	2	5	2	7	35%	1,213225223
A	3	5	2	4	20%	1,369438406
B	1	5	1	4	20%	1,369438406
B	2	5	2	7	35%	1,213225223
B	3	5	1	2	10%	1,470628906
C	1	5	2	4	20%	1,369438406
C	2	5	2	7	35%	1,213225223
C	3	5	1	6	30%	1,266103673
TRATAMIENTO	REPETICION	EPOCA	VARIABLE HOJAS			
			UNIDADES	ACUMULADO	%	ACOS
A	1	1	0	0	0%	1,570796327
A	2	1	0	0	0%	1,570796327
A	3	1	0	0	0%	1,570796327
B	1	1	0	0	0%	1,570796327
B	2	1	0	0	0%	1,570796327
B	3	1	0	0	0%	1,570796327
C	1	1	0	0	0%	1,570796327
C	2	1	0	0	0%	1,570796327
C	3	1	0	0	0%	1,570796327
A	1	2	0	0	0%	1,570796327
A	2	2	0	0	0%	1,570796327
A	3	2	0	0	0%	1,570796327
B	1	2	0	0	0%	1,570796327
B	2	2	0	0	0%	1,570796327
B	3	2	0	0	0%	1,570796327
C	1	2	0	0	0%	1,570796327
C	2	2	0	0	0%	1,570796327
C	3	2	0	0	0%	1,570796327
A	1	3	0	0	0%	1,570796327
A	2	3	1	1	5%	1,52077547
A	3	3	0	0	0%	1,570796327
B	1	3	0	0	0%	1,570796327
B	2	3	1	1	5%	1,52077547
B	3	3	0	0	0%	1,570796327
C	1	3	0	0	0%	1,570796327
C	2	3	1	1	5%	1,52077547
C	3	3	0	0	0%	1,570796327
A	1	4	1	1	5%	1,52077547
A	2	4	1	2	10%	1,470628906
A	3	4	1	1	5%	1,52077547
B	1	4	2	2	10%	1,470628906

B	2	4	2	3	15%	1,420228054
B	3	4	0	0	0%	1,570796327
C	1	4	1	1	5%	1,52077547
C	2	4	2	3	15%	1,420228054
C	3	4	1	1	5%	1,52077547
A	1	5	2	3	15%	1,420228054
A	2	5	1	3	15%	1,420228054
A	3	5	1	2	10%	1,470628906
B	1	5	2	4	20%	1,369438406
B	2	5	2	5	25%	1,318116072
B	3	5	1	1	5%	1,52077547
C	1	5	2	3	15%	1,420228054
C	2	5	2	5	25%	1,318116072
C	3	5	1	2	10%	1,470628906

Datos de mortalidad tomados a toda la población (de 20 estacas) en la época 6 (ultima visita).

TRATAMIENTO	REPETICION	EPOCA	VARIABLE MORTALIDAD		
			UNIDADES	%	ACOS
A	1	6	8	40%	1,159279
A	2	6	8	40%	1,159279
A	3	6	11	55%	0,988432
B	1	6	5	25%	1,318116
B	2	6	2	10%	1,470629
B	3	6	5	25%	1,318116
C	1	6	5	25%	1,318116
C	2	6	2	10%	1,470629
C	3	6	5	25%	1,318116