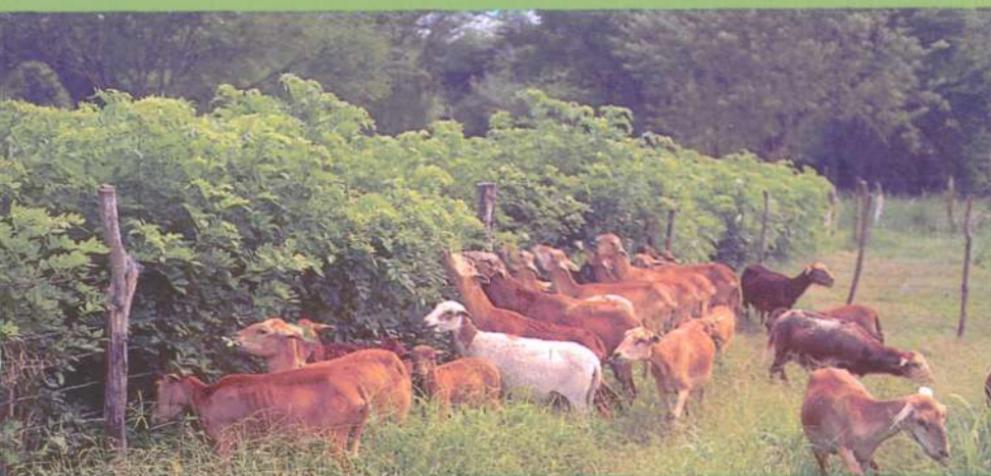




Arboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica



Arboles y Arbustos Forrajeros
Utilizados en Alimentación
Animal como Fuente Proteica

Arboles y Arbustos Forrajeros **Utilizados** en Alimentación Animal como Fuente Proteica

MATARRATÓN (*Gliricidia sepium*),
NACEDERO (*Trichanthera gigantea*),
PÍZAMO (*Erythrina fusca*) y
BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*)

María Elena Gómez^{1a}, Lylian Rodríguez^{1b},
Enrique Murgueitio^{1d}, Clara Inés Ríos^{1a},
Mauricio Rosales Méndez^{1c}, Carlos Hernán Molina²,
Carlos Hernando Molina²,
Enrique Molina², Juan Pablo Molina²

^{1a} Investigadora CIPAV en el Instituto Mayor Campesino [IMCA] Buga (V) Colombia

^{1b} Investigadora CIPAV en la granja "Arizona", Jamundí (V) Colombia

^{1c} Investigador CIPAV, Cali (V) Colombia

^{1d} Investigador y Director Ejecutivo CIPAV, Cali (V) Colombia

² Investigadores asociados a CIPAV, granja "El Hatico", Cerrito (V) Colombia

EDITADO POR:

Centro para la Investigación
en Sistemas Sostenibles de
Producción Agropecuaria



Carrera 35a Oeste No. 3-68
AA 2059, (V) 5542294
Fax (57) (2) 5542300 Cali, Colombia.
E-mail: cipav@mafalda.univalle.edu.co

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES CON POTENCIAL PARA	
ALIMENTACIÓN ANIMAL	3
ESPECIES FORRAJERAS ARBÓREAS NO CONVENCIONALES	4
SISTEMAS PRODUCTIVOS	10
1. MATARRATON (<i>Gliricidia sepium</i>) - Gómez María Elena, Murgueitio Enrique, Molina C Hernán, Molina C Hernando, Molina Enrique J, Molina Juan Pablo	13
1.1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	13
1.2 SINÓNIMOS	13
1.3 ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y ADAPTACIÓN	13
1.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	15
1.5 USOS	16
1.6 ASPECTOS AGRONÓMICOS DEL CULTIVO	19
1.6.1 Sistemas de propagación	19
1.6.1.1 Establecimiento con etapa de vivero	20
1.6.1.2 Siembra directa al campo	22
1.6.2 Requerimiento de semilla	22
1.6.2.1 Inoculación de la semilla	22
1.6.3 Densidad de siembra	23
1.6.4 Disposición en el campo trazado	26
1.6.5 Sistemas de cosecha e intervalos	26
1.6.6 Alturas de corte	28
1.6.7 Periodicidad entre cortes	29
1.6.8 Manejo integrado de las "malezas"	32
1.6.9 Plagas y manejo	33
1.6.9.1 Esqueletizador del Matarratón (<i>Azeta versicolor</i>)	33
1.6.9.1.1 Descripción del ciclo	33
1.6.9.1.2 Manejo	34
1.6.9.2 Pegador de las hojas del Matarratón (<i>Omiodes martynalis</i>)	35
1.6.9.2.1 Descripción del ciclo	35
1.6.9.2.2 Manejo	36
1.6.9.3 <i>Phyllonoricter</i> sp.	36
1.6.9.3.1 Generalidades	36
1.6.9.3.2 Manejo	36
1.6.9.4 Afidos: <i>Aphis</i> spp.	36
1.6.9.4.1 Manejo	37
1.6.10 Entomofauna benéfica asociada al cultivo de matarratón	37
1.6.11 Entomopatógenos reguladores de algunos insectos problema del matarratón	38
1.6.11.1 <i>Bacillus thuringiensis</i>	38
1.6.11.2 <i>Nomuraea</i> <i>riteyi</i>	39
1.6.12 Enfermedades	39

Arboles y Arbustos Forrajeros
Utilizados en Alimentación
Animal como Fuente Proteica

Arboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica

MATARRATÓN (*Gliricidia sepium*),
NACEDERO (*Trichanthera gigantea*),
PÍZAMO (*Erythrina fusca*) y
BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*)

María Elena Gómez^{1a}, Lylian Rodríguez^{1b},
Enrique Murgueitio^{1d}, Clara Inés Ríos^{1a},
Mauricio Rosales Méndez^{1c}, Carlos Hernán Molina²,
Carlos Hernando Molina²,
Enrique Molina², Juan Pablo Molina²

^{1a} Investigadora CIPAV en el Instituto Mayor Campesino [IMCA] Buga (V) Colombia

^{1b} Investigadora CIPAV en la granja "Arizona", Jamundí (V) Colombia

^{1c} Investigador CIPAV, Cali (V) Colombia

^{1d} Investigador y Director Ejecutivo CIPAV, Cali (V) Colombia

² Investigadores asociados a CIPAV, granja "El Hatico", Cerrito (V) Colombia

EDITADO POR:

Centro para la Investigación
en Sistemas Sostenibles de
Producción Agropecuaria



Carrera 35a Oeste No. 3-66
AA 20591, 1er (S/T) (Z) 5542294
Fax (57) (2) 5542300 Cali, Colombia.
E-mail: cipav@mafalda.univalle.edu.co

Arboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica

DIAGRAMACION

Héctor Osorio de la C. CIPAV
Rubén G. Espinel M. CIPAV

PORTADAS

Rubén G. Espinel M. CIPAV

DIBUJOS

Jairo Larrahondo A.

FOTOGRAFÍAS

Carlos Pineda
Clara I. Ríos K. CIPAV
Enrique Murgueitio R. CIPAV
Gonzalo Palomino
Rubén G. Espinel M. CIPAV

REVISIÓN DE TEXTOS

Mauricio Rosales M. CIPAV
Julián D. Chara O. CIPAV
Alvaro Zapata C. CIPAV
Patricia M. Castro S. CIPAV

Tercera edición
Cali, Valle, Colombia
Junio de 2002

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES CON POTENCIAL PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL	3
ESPECIES FORRAJERAS ARBÓREAS NO CONVENCIONALES	4
SISTEMAS PRODUCTIVOS	10
I. MATARRATON (<i>Gliciridasepium</i>) - Gómez María Elena, Murgueitio Enrique, Molina C Hernán, Molina C Hernando, Molina Enrique J, Molina Juán Pablo	13
1.1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	13
1.2 SINÓNIMOS	13
1.3 ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y ADAPTACIÓN	13
1.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	15
1.5 USOS	16
1.6 ASPECTOS AGRONÓMICOS DEL CULTIVO	19
1.6.1 Sistemas de propagación	19
1.6.1.1 Establecimiento con etapa de vivero	20
1.6.1.2 Siembra directa al campo	22
1.6.2 Requerimiento de semilla	22
1.6.2.1 Inoculación de la semilla	22
1.6.3 Densidad de siembra	23
1.6.4 Disposición en el campo trazado	26
1.6.5 Sistemas de cosecha e intervalos	26
1.6.6 Alturas de corte	28
1.6.7 Periodicidad entre cortes	29
1.6.8 Manejo integrado de las "malezas"	32
1.6.9 Plagas y manejo	33
1.6.9.1 Esqueletizador del Matarratón (<i>Azeta versicolor</i>)	33
1.6.9.1.1 Descripción del ciclo	33
1.6.9.1.2 Manejo	34
1.6.9.2 Pegador de las hojas del Matarratón (<i>Omiodes martynalis</i>)	35
1.6.9.2.1 Descripción del ciclo	35
1.6.9.2.2 Manejo	36
1.6.9.3 <i>Phyllonoricter</i> sp.	36
1.6.9.3.1 Generalidades	36
1.6.9.3.2 Manejo	36
1.6.9.4 Afidos: <i>Aphis</i> spp.	36
1.6.9.4.1 Manejo	37
1.6.10 Entomofauna benéfica asociada al cultivo de matarratón	37
1.6.11 Entomopatógenos reguladores de algunos insectos problema del matarratón	38
1.6.11.1 <i>Bacillus thuringiensis</i>	38
1.6.11.2 <i>Nomuraea rileyi</i>	39
1.6.12 Enfermedades	39

1.7 DIVERSIDAD GENÉTICA	40
1.7.1 Características de la zona de origen de cada Ecotipo.	40
1.7.2 Evaluaciones realizadas con los Ecotipos.	41
1.7.2.1 Desarrollo y producción de biomasa al primer corte.	42
1.7.2.2 Relación hoja-pecíolo:tallo de los 6 Ecotipos.	43
1.7.2.3 Producción de forraje verde en los 6 Ecotipos.	45
1.8 CICLAJE DE NUTRIENTES.	48
1.9 UTILIZACIÓN EN NUTRICIÓN ANIMAL	55
1.9.1 Composición química y valor nutritivo.	55
1.9.2 Efecto de la frecuencia de recolección sobre la composición química de las hojas de matarratón.	55
1.9.3. Comparación del valor nutritivo del matarratón con la <i>Leucaena leucocephala</i>	56
1.9.4 Consumo.	57
1.9.5 Utilización en bovinos.	58
1.9.5.1 Suplementación de terneros en la etapa de cría.	59
1.9.5.2 Matarratón fresco <i>Gliciridia sepium</i> al 3 y 5% del peso vivo en el levante de bovinos.	60
1.9.5.3 Suplementación de novillos de ceba con Matarratón.	62
1.9.5.4 Suplementación de vacas con harina de Matarratón.	63
1.10 BIBLIOGRAFÍA	64
2. NACEDERO <i>Trichanthera gigantea</i> (H. ef B.) Nees - Gómez María Elena, Ríos Clara Inés, Murgueitio Enrique.	67
2.1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA (Leonard 1951).	67
2.2 SINÓNIMOS.	67
2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.	67
2.3.1 Producción de semillas.	67
2.4 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN.	69
2.5. HISTORIA	70
2.6 ADAPTACIÓN.	70
2.7 FENOLOGÍA	70
2.8 USOS.	71
2.9 ASPECTOS AGRONÓMICOS DE CULTIVO.	74
2.9.1 Propagación.	74
2.9.1.1 Disposición en el campo.	75
2.9.2 Altura y frecuencia de corte.	76
2.9.3 Fertilización.	79
2.9.4 Manejo de malezas.	80
2.9.5 Plagas y enfermedades.	81
2.10 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO.	81
2.10.1 Compuestos antinutricionales	82

2.1 } UTILIZACIÓN EN ALIMENTACIÓN ANIMAL	83
2.1.1.1 Conejos	83
2.1.1.2 Cuyes	84
2.1.1.3 Gallinas criollas	84
2.1.1.4 Cerdos	85
2.1.1.5 Ovejas de pelo	86
2.1.1.6 Otras especies	87
2.12 BIBLIOGRAFÍA	87
3. GENERO ERYTHRINA - Rodríguez Lylian, Murgueitio Enrique	89
3.1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	89
3.2 GENERALIDADES	89
3.3 HABITAT Y ADAPTACIÓN	89
3.4 ESPECIES	91
3.4.1 <i>Erythrinapoeppigiana</i>	91
3.4.1.1 Descripción	91
3.4.1.2 Propagación	92
3.4.1.3 Usos	92
3.4.2 <i>Erythrina edulis</i>	92
3.4.2.1 Nombres comunes y distribución	92
3.4.2.2 Descripción	94
3.4.2.3 Propagación	94
3.4.2.4 Producción	95
3.4.3 <i>Erythrina fusca</i>	95
3.4.3.1 Fenología:	95
3.4.3.2 Origen	97
3.4.3.3 Descripción	97
3.4.3.4 Propagación	97
3.4.3.5 Usos	97
3.5 PROPAGACIÓN POR ESTACA DE TRES ESPECIES	98
3.6 LA <i>Erythrina Fusca</i> EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA	99
3.6.1 Rendimiento en follaje comestible de matarratón y pízamo	100
3.6.1.1 Producción de follaje comestible	100
3.6.2 Sistema silvopastoril (<i>Efusca - C nlemfuensis</i>)	101
3.6.3 La hoja de pízamo como suplemento	105
3.6.3.1 Utilización de pízamo para terneras de levante en dietas a base de bagazo	105
3.6.3.2 Utilización de pízamo como suplemento para vacas doble propósito en producción de leche	107
3.6.3.3 Alimentación de Animales por grupos	112

3.7 BIBLIOGRAFÍA	114
4. BOTÓN DE ORO <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray - Clara Inés Ríos Katto	115
4.1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA (Leonard 1951)	115
4.2 NOMBRES COMUNES	115
4.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	115
4.4 ADAPTACIÓN	115
4.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	115
4.6 USOS	116
4.7 ASPECTOS AGRONÓMICOS DE CULTIVO	116
4.7.1 Propagación	116
4.7.1.1 Disposición en el campo y manejo	117
4.7.2 Densidades de siembra, altura y frecuencia de corte	119
4.7.3 Fertilización	121
4.7.4 Manejo de plantas acompañantes al cultivo	122
4.7.5 Problemas fitosanitarios	122
4.8 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO	122
4.8.1 Contenido nutricional	122
4.8.2 Análisis fitoquímicos	123
4.8.3 Pruebas de degradabilidad en saco	123
4.8.4 Pruebas biológicas	124
4.9 UTILIZACIÓN EN ALIMENTACIÓN ANIMAL	124
4.9.1 Ovinos de pelo	124
4.9.2 Conejos	124
4.9.3 Cerdos	125
4.9.4 Otras especies	125
4.10. BIBLIOGRAFÍA	125
5. AVANCES EN LA INVESTIGACIÓN EN EL VALOR NUTRICIONAL DE NACEDERO (<i>Trichanthera gigantea</i> (Humboldt et Bonpland) Nees.)- Mauricio Rosales M_____	127
5.1 INTRODUCCIÓN	127
5.2 ANTECEDENTES	128
5.2.1 Valor nutricional	128
5.2.2 Factores antinutricionales	129
5.2.3 Degradabilidad de la materia seca	130
5.3 AVANCES EN LA CARATERIZACION NUTRICIONAL	130
5.4 AVANCES EN LA CARACTERIZACIÓN DE LA VARIACIÓN EN EL VALOR NUTRICIONAL	137
5.5 CONCLUSIONES	142
5.6 BIBLIOGRAFÍA	143
ANEXOS	127

LISTA DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

TABLA 1. Proteína de algunas leguminosas arbóreas utilizadas en diferentes países.	6
--	---

CAPITULO 1

TABLA 1: Producción de biomasa en cercas vivas en Costa Rica.	18
TABLA 2: Productividad de] km de cerca viva de <i>Gliricidia sepium</i> plantada a 1.6 m entre estacas (peso verde).	19
TABLA 3. Efecto de la aplicación de inoculante (Rizobium cepa C-7) a la semilla de matarratón <i>Gliricidia sepium</i>	23
TABLA 4: Producción de forraje verde en dos sistemas de propagación (estaca vs semilla sexual) y tres densidades de siembra (0.5 x 0.5 m, 0.8 x 0.8 m y 1.0 x 1.0 m).	24
TABLA 5. Producción de forraje verde/corte/ha en diferentes sistemas de cosecha (Promedio 12 repeticiones).	28
TABLA 6. Producción de forraje verde de matarratón <i>Gliricidia sepium</i> , a diferentes alturas de corte.	29
TABLA 7: Contenido de nutrientes en el follaje de <i>Gliricidia sepium</i> de acuerdo a su procedencia (% en MS).	31
TABLA 8: Contenido de nutrientes en tallo tierno de <i>Gliricidia sepium</i> a los 90 días.	32
TABLA 9. Desarrollo de las plantas al primer corte, en metros, para cada ecotipo en las dos densidades de siembra.	42
TABLA 10. Producción de forraje verde aprovechable, leña y biomasa total en kg/ha B.F. al primer corte en densidad 0.5 x 0.5 m, para cada ecotipo	43
TABLA 11. Producción de forraje verde aprovechable, leña y biomasa total en kg/ha al primer corte en densidad 1.0 x 1.0 m, en los ecotipos	43
TABLA 12. Relación hoja-pecíolo:tallo de los 6 ecotipos en las 2 densidades de siembra.	44
TABLA 13. Efecto de la densidad sobre la producción de forraje verde (kg/ha/corte) al promediar los 6 ecotipos durante 17 cortes (4 años, 3 meses).	45
TABLA 14. Producción de forraje verde (kg/ha/corte) para cada ecotipo independiente de la densidad de siembra (Promedio de repeticiones 64).	46
TABLA 15. Producción de forraje verde kg/ha para cada uno de los cortes, independiente del ecotipo de matarratón y de la densidad de siembra. Con producciones corregidas a 90 días (Promedio de repeticiones 24).	46

TABLA 16. Producción promedio de forraje verde en kg/ha/corte para cada ecotipo y densidad de siembra, en los 17 cortes (Promedio de repeticiones 32).	47
TABLA 17. Cambios en las condiciones químicas del suelo con una densidad de 10,000 plantas/ha.	50
TABLA 18. Cambios en las condiciones químicas del suelo con una densidad de 40,000 plantas/ha.	51
TABLA 19. Producción de forraje verde ton/ha/año.	51
TABLA 20. Balance de nutrientes del ecotipo "Monterrico" (10,000 plantas/ha)	52
TABLA 21. Balance de nutrientes del ecotipo "Bolivar" (10,000 plantas/ha).	53
TABLA 22. Balance de nutrientes del ecotipo "Cuyotenango" (10,000 plantas/ha).	53
TABLA 23. Ecuación de balance para las diferentes procedencias.	54
TABLA 24. Composición química de las hojas de Matarratón en función del intervalo de recolección.	55
TABLA 25. Comparación química del matarratón y leucaena (% en Base Seca) cosechados a intervalos de tres meses.	56
TABLA 26. Contenido en aminoácidos del Matarratón comparado con Leucaena, el Cocotero y la Alfalfa.	57
TABLA 27. Consumo diario de cada una de las procedencias.	58
TABLA 28. Consumo de matarratón expresado como Kg de matarratón/día/100 Kg de peso vivo.	59
TABLA 29. Oegradabilidad de forrajes tropicales en rumen.	59
TABLA 30. Matarratón fresco <i>Gilicidia sepium</i> al 3 y 5% del peso vivo en el levante de machos.	61
TABLA 31. Composición de las diferentes tratamientos.	63

CAPITULO 2

TABLA 1. Producción promedio de forraje verde (t/ha).	77
TABLA 2. Producción de forraje verde ton/ha a diferentes intervalos de corte.	78
TABLA 3. Producción de forraje verde de nacedero 13,333 plantas/ha cosechando un porcentaje del follaje total producido por las plantas en el primer corte.	79
TABLA 4. Composición química (% base seca) del tallo y de las hojas de Nacedero (intervalo de corte 3 meses).	81
TABLA 5. Parámetros de calidad nutricional del nacedero en porcentaje de la materia seca.	82
TABLA 6. Contenido de nutrientes del follaje en el primer y último corte (% base seca) en un ensayo realizado durante 1 año con cortes cada tres meses.	82
TABLA 7. Efecto del reemplazo de torta de soya por follaje de nacedero en cerdos de engorde (113 días de ensayo).	86
TABLA 8. Consumos diarios de cada alimento ofrecido, en base fresca y seca.	87

CAPITULO 3

TABLA 1. Especies de <i>Erythrina</i> forrajeras utilizadas en Colombia.	91
TABLA 2. Contenido de proteína del <i>Erythrina edulis</i>	95
TABLA 3. Tipo de estacas para propagación vegetativa.	98
TABLA 4. Propagación por semilla.	98
TABLA 5. Propagación por estacas.	99
TABLA 6. Análisis químico de las <i>Erythrina</i>	99
TABLA 7. Análisis químico del pízamo <i>Erythrina fusca</i>	100
TABLA 8. Valores promedios de rendimiento de follaje comestible de los árboles de matarratón y pízamo según la frecuencia de corte.	101
TABLA 9. Cuantificación de algunas variables de los diferentes lotes.	103
TABLA 10. Capacidad de sostenimiento por hectárea de silvopastoreo.	104
TABLA 11. Resultado de Análisis de suelos.	104
TABLA 12. Análisis bromatológico.	105
TABLA 13. La hoja de pízamo como suplemento proteico.	106
TABLA 14. Participación de las oleaginosas en la producción nacional de aceite.	108
TABLA 15. Mezcla para suplementación utilizada en la finca Arizona.	108
TABLA 16. Mezcla de Pízamo (<i>Erythrina fusca</i>) + Aceite de palma.	109
TABLA 17. Tratamientos utilizados en el ensayo 1.	109
TABLA 18. Producción de leche en vacas F-I (Cebú x Holstein) en los diferentes tratamientos.	110
TABLA 19. Mezcla utilizada en Producción.	110
TABLA 20. Mezcla de Pízamo + Aceite.	111
TABLA 21. Tratamientos utilizados en el ensayo 2	111
TABLA 22. Producción de leche en los diferentes tratamientos	112
TABLA 23. Dieta terneros lactantes > de 70 kg.	112
TABLA 24. Dieta Terneros Destetos	113
TABLA 25. Parámetros ganado F-I (Cebú x Holstein).	113

CAPITULO 4

TABLA 1. Efecto de la densidad de siembra. . . . .	] 18
TABLA 2. Efecto de la altura de corte. . . . .	]19
TABLA 3. Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de biomasa del botón de oro. . . . .	]20

CAPITULO 5

TABLA 1. Composición química (g/kg) de <i>Trichanthera gigantea</i> (base seca). . .	129
TABLA 2. Degradabilidad <i>in sacco</i> (%) de las hojas de <i>Trichanthera gigantea</i> (en base seca).	130
TABLA 3. Composición química (g/kg) de <i>Trichanthera gigantea</i> (en base seca).	131
TABLA 4. Composición química (g/kg) de tollaje de cinco especies arbóreas. . . .	132
TABLA 5. Cinética de la fermentación de cinco especies forrajeras arbóreas. . . .	133
TABLA 6. Contenido de aminoácidos de <i>Trichanthera gigantea</i>	135
TABLA 7. Balance de aminoácidos esenciales en una proteína "ideal" comparado con los balances de torta de soya, <i>Azolla</i> y <i>Trichanthera gigantea</i>	136
TABLA 8. Características agroecológicas de los sitios de recolección.	137
TABLA 9. Composición química de diferentes procedencias de <i>Trichanthera</i> <i>gigantea</i> (base seca).	138

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1

FIGURA 1: Producción de forraje verde en matarratón en 2 sistemas de propagación y en 3 densidades de siembra.	21
FIGURA 2: Producción de forraje verde de matarratón en diferentes sistemas de cosecha.	24
FIGURA 3: Ecotipos matarratón, densidad 1 x 1 -0.5 x 0.5 m, análisis corte de ecotipos.	25
FIGURA 4. Distribución de los arboles en el campo.	26
FIGURA 5: Alturas al corte (matarratón) el Hatico.	30
FIGURA 6: Producción F.V, ecotipos de matarratón.	47
FIGURA 7: Consumo de concentrado en cría de terneras, con y sin leguminosa	60
FIGURA 8: Niveles de matarratón en levante de terneros.	62

CAPITULO 5

FIGURA 1 :Perfiles de compuestos fenólicos de <i>Trichanthera gigantea</i> (4 meses de edad).	134
FIGURA 2:Perfiles de compuestos fenólicos de <i>Trichanthera gigantea</i> (10 meses de edad).	134
FIGURA 3: Perfiles de fermentación de tres procedencias diferentes de <i>Trichanthera gigantea</i>	140
FIGURA 4:Perfiles de fermentación de seis procedencias de <i>Trichanthera gigantea</i>	142

LISTA DE CUADROS

INTRODUCCIÓN

CUADRO 1. La familia de las leguminosas.	6
CUADRO 2. Follajes no leguminosos.	7
CUADRO 3. Frutos de árboles y arbustos forrajeros no leguminosos.	8

CAPITULO 1

CUADRO 1: Parámetros productivos del carnero africano, asociado al matarratón.	33
CUADRO 2: Análisis de costos de la cría, con y sin matarratón.	61

ARBOLES UTILIZADOS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL COMO FUENTE PROTEICA: MATARRATON (*Gliricidia sepium*), NACEDERO (*Trichanthera gigantea*), PIZAMO (*Erythrina fusca*) Y BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*)

Gómez M E^{1a}, Rodríguez L^{1b}, Murgueitio E^{1c}, Ríos C I^{1a}, Molina C Hernán², Molina C Hernando², Molina E², Molina J P²

INTRODUCCION

Una de las mayores expresiones del largo proceso de evolución de la vida, es la diversidad genética de las plantas tropicales, cuyo número y taxonomía todavía no acaba de completar la ciencia.

Los árboles multipropósito son ejemplo de un inmenso potencial natural en las regiones tropicales del mundo. Los árboles forrajeros son un ejemplo importante de ese potencial natural, que se magnifica en las regiones tropicales del mundo y que paradójicamente ha sido pobremente investigado, pese a la urgente necesidad de proteína para los animales domésticos que utiliza el hombre. Se reconocen cerca de 18,000 especies de leguminosas en el mundo

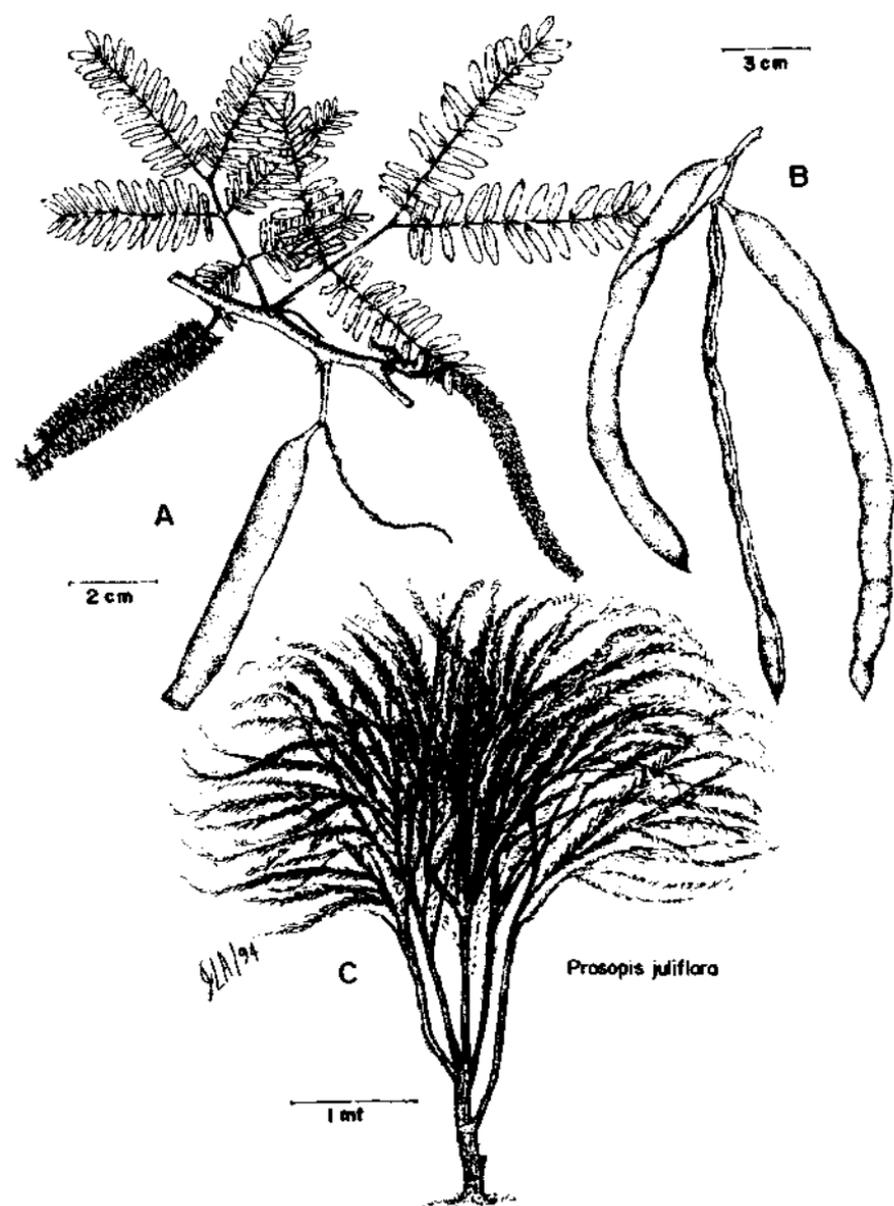
(Brewbaker *et al* 1980, citado por Murgueitio 1990), la mayoría de los cuales se distribuyen en las regiones tropicales y subtropicales del planeta. En el contexto evolutivo, la importancia de este grupo de plantas radica en la ventaja comparativa de haber desarrollado distintos mecanismos biológicos para la captación del nitrógeno atmosférico que circula en los poros del suelo y de otros minerales que limitan el desarrollo de plantas en suelos tropicales (normalmente de fertilidad limitada) como el fósforo.

En los ecosistemas tropicales, donde la competencia por la energía solar es definitiva, las plantas con posibilidad de circular más rápido el nitrógeno por sus estructuras tienen mayores opciones de generar tejidos de crecimiento o captación

^{1a} Investigadora CIPAV en el Instituto Mayor Campesino (IMCA),

^{1b} Investigadora CIPAV en la granja Arizona, ^{1c} Investigador D.E CIPAV

² Investigadores granja El Hatico, asociados a CIPAV



fotosintética (Murgueitio 1990). Así se aseguran los espacios para sus procesos esenciales de multiplicación. Por esta razón la familia leguminosa está tan ampliamente diseminada y representada por miles de especies en los ecosistemas tropicales (Brewbaker *et al* 1980).

Otro factor importante para considerar en la coevolución de plantas y animales es la necesidad de estos por compuestos nitrogenados para la síntesis de sus propias proteínas. Todas las especies del reino animal buscan afanosamente en la cadena trófica las fuentes aminadas como algo insustituible para la supervivencia del individuo y del grupo genético que representan (Murgueitio 1990). Por lo tanto los herbívoros perseguirán preferiblemente a las plantas que mayor oferta de sustancias nitrogenadas tengan en sus tejidos.

EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES CON POTENCIAL PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Entre los puntos más importantes a tener en cuenta para considerar una especie potencial

para uso en alimentación animal están:

1. Presencia de plantas arbustivas y arbóreas consumidas por los animales silvestres y domésticos en ecosistemas naturales o agroecosistemas en forma estacional o continua en el tiempo.
2. Identificación de especies utilizadas tradicionalmente por comunidades locales desde tiempos ancestrales para alimentar sus animales (especificando especies y consumo).
3. Introducción de especies estudiadas en otros países tropicales y estudio de plantas locales con afinidad genética (familia, género).
4. Caracterización de este material que incluye la determinación de materia seca, composición química nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y pruebas de degradación de la materia seca y nitrógeno en el rumen de los animales fistulados (Murgueitio 1990). Este último análisis es importante porque en forma inicial indica la tendencia de fermentación de

cada forraje en el ecosistema ruminal y puede ayudar a inferir si la proteína tiene algún tipo de "escape" al tracto digestivo posterior para su asimilación a través del intestino delgado.

5. Aspectos agroforestales: propagación, distancias de siembra, producción de biomasa, capacidad de rebrote, intervalos de corte, alturas de corte, sistemas de cosecha, asociación con otras especies (vegetales y animales), incidencia de plagas, enfermedades y su control, persistencia a través del tiempo, fertilización, adaptación y rusticidad, evaluación de diversidad genética. Sistemas multiestrata, aportes al microclima, la oferta de agua superficial y captación de gases atmosféricos.
6. Evaluación en dietas complejas en sistemas de producción con otros recursos tropicales para escala comercial o economías campesinas.
7. Pruebas de consumo (cafetería): pruebas biológicas sencillas que estudian la

conducta de los animales a través del consumo voluntario de follajes arbóreos poco conocidos, permiten en poco tiempo identificar la presencia o no de factores del metabolismo secundario limitantes de la digestión o de otras funciones orgánicas del animal.

ESPECIES FORRAJERAS ARBÓREAS NO CONVENCIONALES

Dentro de las familias de árboles cuyas especies son potenciales se encuentran las leguminosas, que forman un grupo primitivo de más de 18,000 especies que adaptan diferentes formas biológicas: hierbas, bejucos herbáceos y leñosos, arbustos y árboles. Generalmente sus hojas son alternas y casi siempre compuestas. Grupo en que abundan plantas alimenticias, forrajeras, medicinales, maderables y ornamentales.

Dentro de las leguminosas se encuentran 3 subfamilias: Mimosáceas, Cesalpináceas y Papilionáceas, con diferencias específicas entre ellas. En las 3 se encuentran especies que poseen características importantes que las hacen deseables para ser

sembradas en determinado tipo de sistemas dependiendo de los objetivos:

1. Fuente principal de proteína vegetal concentrada en semillas (alimentación humana).
 2. Forraje
 - Producciones estables y altas
 - Selección de especies con alto valor proteico y bajo contenido de principios tóxicos para ganado.
 3. Mejoradora de suelos. Mejoran las propiedades físicas y fertilidad del suelo generando nitrógeno fijado por las bacterias del género *Rhizobium*. La fijación se hace por bacterias que hacen simbiosis con las plantas. Ellas toman los carbohidratos de las plantas y transforman el nitrógeno en forma asimilable por las plantas. Sus hojas por el alto contenido en nitrógeno y otros nutrientes, son utilizadas como una fuente renovable y barata de fertilizante.
 4. Sombra en cultivos permanentes, hacen los siste-
 - mas más estables, protegen contra la erosión, contra las pérdidas de agua, mantienen y mejoran la fertilidad del suelo.
 5. Cultivos de cobertura protegen contra la erosión, adicionan nitrógeno y material vegetal, con este fin se utilizan los géneros *Desmodium*, *Arachis*, *Canavalia*, *Dolichos* y *Mucuna*.
 6. Son fuente de leña y carbón. Existen numerosas especies de rápido crecimiento y alto poder calórico distribuidas en la mayoría de los ecosistemas neotropicales incluyendo las tierras altas, pero con mayor diversidad en las zonas cálidas.
 7. Activan el ciclaje de nutrientes mediante la deposición de hojarasca, su descomposición, y la extracción de nutrientes de las capas profundas.
- Pero también existen otras especies de plantas no leguminosas con alto potencial para ser usadas como forraje, integradas a sistemas productivos se han identificado más de 40 familias botánicas en África, Asia y América Latina.

TABLA 1. Proteína de algunas leguminosas arbóreas utilizadas en diferentes países

ESPECIE	PAIS	PROTEINA % N x 6.25
Acacia holosericea	Australia	19.3
Acacia mangium	Vietnam	18.4
Cassia brewsteri	Australia	20.8
Cajanus cajan	Nigeria	29.8
Erythrina variata	Vietnam	21.4
Erythrina fusca (glauca)	Colombia	19.0
Erythrina poeppigiana	Costa Rica	25.4
Prosopis spicigera	India	15.4
Leucaena leucocephala	Islas Vírgenes	16.0
Gliricidia sepium	Colombia	20.3

Fuente: Agroforestry Research for Development ICRAF, Nairobi, Kenya. Kapinga 1989. Duong, Ngo 1990. Vercoe 1989, Restrepo, Hurtado 1989

CUADRO 1. La familia de las leguminosas

MIMOSACEAS	CESALPINACEAS	PAPILIONACEAS
Hojas compuestas	Hojas compuestas	Hojas compuestas muchas veces trifoliadas
Flores radiadas con frecuencia pequeñas y en capítulos, inflorescencia espigiforme estambres libres muy numerosos y vistosos	Flores con 5 pétalos libres (corola no amariposada)	Flores amariposada 5 pétalos modificados (2 alas, 1 estandarte, 1 quilla)
Géneros Acacia Albizzia , Calliandra (carboneros) Enterolobium (Orejero) Inga (guamos) Prosopis (trapillo, algarrobo) leucaena , Mimosa (Acacia forrajera) Pithecellobium (chiminango)	Bauhinia (casco de buey) Brownea (palo de la cruz) Caesalpinia (éban)	Phaseolus (frijol) Glycine (soya) Cajanus (guandul) Crotalaria Erythrinas (pizamos, cachimbos) Gliricidia (matarratón)

CUADRO 2. Follajes no leguminosos

FAMILIA NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	ADAPTACIÓN	OBSERVACIONES
ACANTHACEAE <i>Trichanthera gigantea</i>	Nacedero, Cajeto, Quiebrabra- rrigo	Tropical, húmedo y seco. 0 - 2,000 msnm. 600 - 8,000 mm/año	Asociado a generación agua en microcuencas , medicinal
URTICACEAE <i>Ureca Bassifera</i>	Pringamosa, Ortiga	Tropical, húmedo. 1,000 - 1,800msnm. 1.000-4,000 mm/año	Medicinal, consumo humano, microcuen- cas, necesita sombrero
COMPOSITAE <i>Thitonia diversifolia</i>	Botón de oro, Margaritón, Mirasol	Tropical, húmedo y seco. 0 - 2,500 msnm. 600 - 6,000 mm/año	Uso en apicultura, resistente a sequía y suelos pedregosos
MALVACEAE <i>Hibiscus rosacinnensis</i>	San Joaquín, Pinocho	Tropical, húmedo. Clima medio.	Mélfera , barreras control de erosión
ULMACEAE <i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	Tropical seco. 0 - 1,000msnm. 500 - 2,000 mm/año	Piroresistente , propagación espontánea en potreros rápido crecimiento
BETULACEAE <i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Tierras altas y húmedas. 2,000-3,000 msnm. 1,000-3,000 mm/año	Fija N y K, se asocia bien con Kikuyo
ANACARDIACEAE <i>Spondias mombin</i>	Hobo, Jobo	Tropical seco. 0 - 1,000 msnm. 500 - 2,500 msnm	Utilizada como cerca viva
MORACEAE <i>Morus nigra</i>	Morera	Tropical y subtropical húmedo. 1,000-1,800 msnm. 1,000-3,000 mm/año	Alta digestibilidad de la M.S y proteína exigente en suelos

Fuente: CIPAV, 1993

CUADRO 3. Frutos de árboles y arbustos forrajeros no leguminosos

FAMILIA NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	ADAPTACIÓN	OBSERVACIONES
MYRTACEAE <i>Psidium guajaba</i>	Guayaba	Tropical, clima medio. 0 - 2,200 msnm. 500 - 4,000 mm/año	Fruta con alta vitamina C, asociada con pastos, leña.
BIGNONIACEAE <i>Crescentia cujete</i>	Totumo, Mate	Tropical seco. 0 - 1,200 msnm. 600 - 2,000 mm/año	Fruto comestible (pulpa) por vacas, gallinas, cerdos, peces.
PALMAE			
<i>Elaeis guinnensis</i>	Palma africana	Tropical húmedo. 0 - 1,000 msnm. 1,000 - 6,000 mm/año	Subproductos para rumiantes y monogástricos ; la fruta se usa directamente en cerdos
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Tropical húmedo. 0 - 1,500 msnm. 800 - 600 mm/año	Decenas de usos para el hombre. La fruta y subproductos sirven para todo tipo de animal
<i>Acrocomia antioquiensis</i>	Corozo	Tropical seco. 300-1,300 msnm. 800 - 1,000 mm/año	Del fruto se extrae aceite artesanal . También alimentación de cerdos
<i>Astrocaryum</i> 9 especies en Colombia, 47 en América	Cumare, Güerregue	Tropical húmedo y pluvial. 0 - 300 msnm. 2,500 - 8,000 mm/año	Fruto potencial para aceite y grasas. En el Amazonas el fruto sirve para aumentar peces
<i>Attalea</i> 7 sp en Colombia, 22 en Suramérica	Táparo	Tropical húmedo y pluvial. 0 - 1,500 msnm 3,000 - 8,000 mm/año	Adapta a suelos mal drenados, semillas comestibles oleaginosas cerdos y otras especies
<i>Elaeis oleifera</i>	Noli	Tropical húmedo. 0 - 300 msnm. > 2,500 mm/año	Adapta a suelos mal drenados. Frutos con aceites se hibridizan con <i>E. guinnensis</i> para resistencia y adaptación

FAMILIA NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	ADAPTACIÓN	OBSERVACIONES
<i>Scheelea butyracea</i>	Corozo de puerco o Palma de vino	Tropical seco y húmedo. 300 - 1,200msnm. 1,000 - 3,000 mm/año	Frutos de grandes racimos con azúcares en la pulpa y nuez rica en aceite proteína
<i>Jessenia bataua</i> = <i>J. polycarpa</i>	Milpesos	Tropical húmedo a pluvial. 1 -1,000msnm. 2,500 - 4,000 mm/año	Adaptada a suelos pobres. La especie más promisoría por la calidad de aceite
<i>Oenocarpus sp</i> 8 especies en Suramérica. 3 especies en Colombia	Maguenque	Tropical húmedo y pluvial. 0 - 1,000 msnm. 2,500 - 4,000 mm/año	Se saca la "leche de palma" de los frutos además de aceite. El tronco sirve para construcciones
<i>Syagrus zancona</i>	Zancona del Valle	Tropical seco. 1,000 - 1,500 msnm. 800 - 1,500 mm/año	Frutos pequeños con aceite, fibra y nuez con aceite y proteína
<i>Mauritia flexuosa</i>	Moriche	Amazonia y Orinoquia. 200 - 1,500 msnm. 2,500 - 4,000 mm/año	Terrenos inundados o con drenaje deficiente. Hace formaciones grandes "cananguchales o morichales". Despensa de fauna por su mesocarpio de alto valor alimenticio (proteína, grasa, carbohidratos). En el tronco caído se cultivan larvas de coleópteros (mojojoes) ricos en aceite
<i>Bactris spp</i> 230 especies, 40 Colombia	Canangucha	Tropical húmedo y pluvial. 0 - 1,000 msnm. 1,800 msnm A <i>gasipaes</i> , zona cafetera	Esta fruta es una de las plantas de mayor valor para las culturas ancestrales de la selva. Productos y subproductos pueden alimentar animales. El tronco muerto sirve para cultivar mojojoes. Otras especies del género pueden alimentar animales, aves, cerdos y peces.

SISTEMAS PRODUCTIVOS

Los sistemas productivos donde se involucran especies perennes leñosas combinadas con cultivos agrícolas y/o animales en un espacio y un tiempo establecido se denominan **Sistemas Agroforestales**. En estos sistemas

se enfatiza la utilización de árboles y arbustos rústicos de múltiple uso, que se adapten a condiciones difíciles y ecosistemas frágiles bajo condiciones de una agricultura de bajos insumos (Nair, Kass 1990), Nair agrupa los agrosistemas así:

AGROSILVICULTURA	SILVOPASTORILES	AGROSILVOPASTORILES	OTROS
Cultivos con árboles (cultivos en callejones)	Cercas vivas	Huertas caseras con animales	Lotes de árboles de uso múltiple
Huertas caseras	Pastos con árboles	Hileras de arbustos para alimentar animales, conservación de suelos y abono	Parcelas de árboles de uso múltiple
Barbechos mejorados	Bancos de proteína	Producción integrada de cultivos, madera y animales	Acuicultura en manglares
Rompevientos y cercas de protección	Integración de animales con producción de madera		

En los trabajos investigativos que ha realizado CIPAV el uso de Nacedero (*Trichanthera gigantea*), Pízamo (*Erythrina fusca*), Matarratón (*Gliricidia sepium*) y Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) ha estado asociado a producción animal en diferentes modalidades como bancos de proteína, pastos asociados con árboles y animales clasificados como sistemas silvopastoriles.

Dentro de los objetivos de los sistemas silvopastoriles están:

- » Aumentar la productividad vegetal y animal sin incrementar los insumos.
- » Conservar praderas de buena calidad en épocas por el efecto del microclima y la protección generada por los árboles.

- » Asegurar la sostenibilidad a través de la intensificación del uso de la tierra.
 - » Producir madera, leña (que está fijando CO₂ del ambiente mejorando la calidad del aire) y otros forrajes sin disminuir la producción de pasto.
 - » Evitar efectos perjudiciales del sol, el viento y la lluvia sobre los suelos.
 - » Minimizar la escorrentía del agua y la pérdida de suelo.
 - » Mejorar la estructura del suelo por el incremento de los contenidos de materia orgánica y minerales que son reciclados rápidamente.
- » La utilización de árboles fijadores de nitrógeno puede favorecer la disponibilidad de ese nutriente para las plantas asociadas.
 - » Contribuir al mantenimiento de la biodiversidad local.
- Al establecer un sistema silvopastoril se deben tener en cuenta algunas características de la especie arbórea como: altura, frondosidad, diámetro de la copa (arquitectura), permanencia del follaje y producción de frutos y semillas. También es importante la distribución de los árboles en el campo que debe ser orientada respecto al recorrido del sol para permitir una mayor entrada de luz a la pradera.



1. MATARRATON (*Gliricidia sepium*)

Gómez María Elena [Investigadora CIPAV en el Instituto Mayor Campesino - IMCA], Murgueitio Enrique [Investigador D.E. CIPAV], Molina C Hernán, Molina C Hernando, Molina Enrique J, Molina Juan Pablo [Investigadores granja El Hatico, asociados a CIPAV]

1.1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Reino. Vegetal
Subreino. Embryophyta
División (Phyllum) Tracheophyta
Subdivisión (Subphyllum) Pteropsida
Clase. Angiospermae
Subclase. Dicotyledoneae
Orden . . . Leguminosae (leguminales)
Familia . . . Papilionaceae (fabaceae)
Género. *Gliricidia*
Especie. *Gliricidia sepium*

Se reconocen dos especies del género *Gliricidia*, que son menos utilizadas: *Gliricidia maculata* nativa de la península de Yucatán en México con hojas pequeñas y redondeadas, flores blancas, vainas y semillas pequeñas y *Gliricidia guatemalensis* que crece en zonas altas entre 1,500 y 2,000 m de altitud. Es un pequeño arbusto (hasta 3 m de altura) con flores rojo púrpura (Glover N 1986).

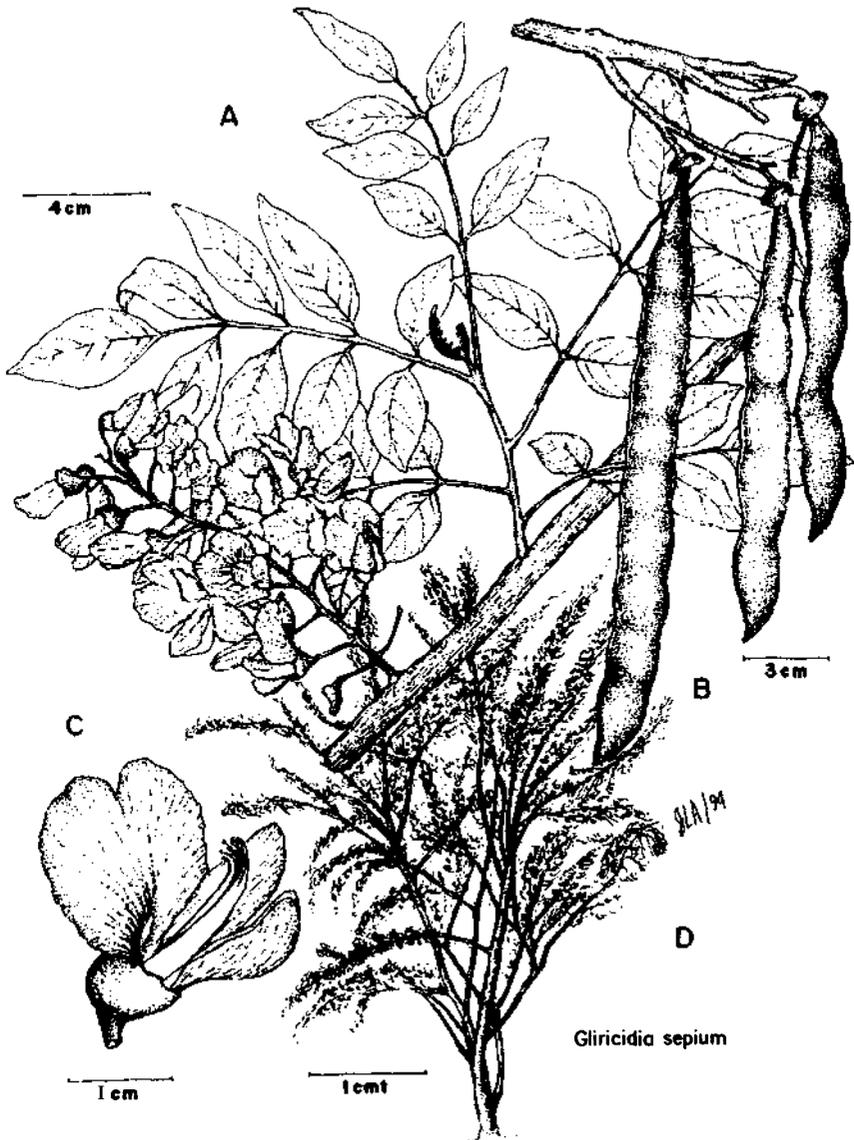
1.2 SINÓNIMOS

Son numerosos los nombres vulgares con que se conoce este

árbol, entre ellos tenemos: Matarratón en Colombia, Sangre de drago, Madero negro en Costa Rica, Madreado en Honduras, Madre cacao en Guatemala, Baba, Balo, Madera negra en Panamá, Cacahuananche, Cocoite en México. Bien vestido, Piñón amoroso, Piñón de Cuba, Piñón florido, Piñón violento (Mejía, 1984 Maecha G y Echeverri 1983).

1.3 ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y ADAPTACIÓN

El Matarratón *Gliricidia sepium*, ha sido descrito como uno de los árboles más corrientes y mejor conocidos de muchas partes de América Central (Standley y Steyermark, 1946), donde probablemente tuvo su origen (Little y Wadsworth, 1964). Sin embargo, se ha propagado en distintas partes del mundo, entre ellas África occidental, las Antillas, el sur de Asia y las regiones tropicales de América (Barrett 1956, Blohm 1962, Little y Wadsworth 1964).



Las condiciones ideales para el crecimiento del matarratón son bien conocidas. Según Chadhokar (1982), la planta crece bien en condiciones de humedad y calor, floreciendo en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1,300 o incluso 1,600 msnm (Standley y Steyermark 1946). La National Academy of Sciences (1980) especificó que las condiciones de calor y humedad en las cuales crece el matarratón eran 22 - 30 grados centígrados de temperatura con una precipitación de 800 - 2,300 mm al año.

Se desarrolla en una amplia variedad de suelos, incluidos los ácidos y los erosionados; soporta bien la sequía. No crece bien en suelos pesados y húmedos, prefiere los livianos y profundos (Bernal 1988). Esta especie no tolera competencia por luz.

En Colombia se encuentra distribuida en zonas comprendidas entre 0 y 1,300 msnm, con precipitaciones de 600 a 6000 mm/año (con excelente drenaje), correspondiente a las siguientes zonas de vida: bosque seco tropical (bs-T), bosque húmedo tropical (bh-T), bosque húmedo

premontano (bh-PM) y bosque pluvial tropical (bp-T). En la región del caribe y valles inter-andinos del Magdalena y Cauca está ampliamente distribuida en cercas vivas y rodales espontáneos.

1.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Es una leguminosa arbórea, perenne, caducifolia, que posee raíces profundas, crece de 10 a 15 metros de altura y 40 cm de diámetro dependiendo del ecotipo.

Su copa es irregular y extendida sus hojas son compuestas, imparipinadas de 10-25 cm de largo con hojuelas enteras dispuestas en pares opuestos con hojuela terminal.

El Matarratón tiene en el período de floración numerosas flores amariposadas de color entre rosa y púrpura claro. Las flores tienen una longitud aproximada de 2 centímetros y se agrupan en racimos. Los frutos son vainas dehiscentes aplanadas, que poseen 3 a 8 semillas lenticulares de color amarillo ocre.

Los componentes fenológicos son específicos para las diferentes

condiciones climáticas de la región descrita (Parent 1989). El comportamiento en el Atlántico colombiano se presenta en la Tabla del fondo de esta página.

Este patrón puede ser similar en los sitios más calidos y secos en los valles del Magdalena y Cauca. En regiones con períodos de sequía cortos la floración es escasa. La producción con semillas viables ocurre después de una copiosa florecencia. Esto es más común y periódico en regiones de la costa atlántica como el valle del Sinú, sur de Sucre y Bolívar, centro y occidente de Cesar.

1.5 USOS

Algunos de sus nombres vulgares están dados por los usos (Glover, 1986)

- Matarratón: matar ratones con un amasado hecho de hojas de matarratón molidas con maíz o arroz cocinado.
- Madrecacao: árbol de sombra en plantaciones de cacao.

- Árbol de hierro: madera dura, pesada, fuerte y resistente a las termitas, usada en construcción, leña y postes.
- Palo veloz: facilidad con que se propaga.
- Bien vestida: cuando florece en los sitios donde hay una estación seca bien definida.

En Venezuela se denomina "Ratón" al síndrome característico que aparece después de la embriaguez alcohólica. Debido al uso tradicional de poner las hojas de *Glicidia* en la cabeza de los afectados, normalmente bajo el sombrero, y por su efecto refrescante se le llama el árbol "matarratón" (Murgueitio E Comunicación personal). El matarratón ha sido catalogado como un árbol multipropósito debido a sus diferentes usos, como:

- » Medicinal: El cocimiento de sus hojas se usa para enfermedades de la piel, la infusión de sus hojas se usa como expectorante y una ramita en el sombrero libra de insolación.

Caída de follaje	Diciembre - Enero	Junio - Julio
Brote de follaje	Enero - Febrero	Julio - Agosto
Floración	Enero - Febrero	Junio - Agosto
Fructificación	Feb - Mar - Abril	Sep - Octubre

- » Rodenticida: Las hojas, semillas y raíces se usan como raticida.
 - » Melífera: Su floración es muy llamativa y frecuentemente visitada por las abejas. Los apicultores reconocen como excelente la miel proveniente de las flores de matarratón.
 - » Sombrío: Debido a que su follaje no es muy denso y permite que se filtre la luz necesaria para que otras especies crezcan en un estrato inferior, su sombra no es permanente ya que el árbol pierde sus hojas antes de la floración aportando a la vez cantidades apreciables de hojarasca. Ha sido utilizada ampliamente en diversos países como sombrío de café, té y cacao.
 - » Soporte: Es un sistema de cultivo tradicional africano, se usa *Gliricidia* como planta soporte para batata, luego es cortada para restaurar la fertilidad del suelo. En Costa Rica es usada como soporte en cultivos de pimienta negra, para maracuyá en Sri Lanka y para vainilla en Uganda. En Filipinas en troncos viejos de *Gliricidia* sostienen orquídeas (Glover, 1986). Como soporte el follaje es podado cada determinado tiempo, dependiendo de la rapidez del rebrote y del estado vegetativo de la planta que crece sobre él.
 - » Cercas vivas: Es común encontrar ***Gliricidia*** como cerca viva y delimitando áreas. Sin embargo ha sido poco el uso adicional como producción de forraje y leña.
- Las estacas usadas para cercas son de 1.5a 2.5 m de longitud con diámetros de 5 a 10 cm enterradas 20 cm.
- El distanciamiento entre las estacas depende mucho del fin; demarcar límites, cerrar potreros o lotes de cultivo puede variar de 0.5 a 5 m. Estas cercas pueden durar varios decenios. En el Valle del Cauca Carlos Hernán Molina (comunicación personal 1993) registra cercos con más de 100 años de antigüedad en la Granja el Hatico (Cerrito, Valle).
- Después de establecida la cerca se le debe dar el siguiente manejo (Camacho, 1992):
1. Poda de formación: Se cortan los árboles a poca distancia del suelo, para favorecer la

TABLA 1: Producción de biomasa en cercas vivas en Costa Rica

Edad de los postes (años)	Forraje	Edad de los retoños (meses)	Espaciamiento entre postes (m)	Producción de biomasa M.S Kg/km/mes Material leñoso
0.5	6	2	50	30
3-3.5	3	1.2	90	50
5	3	1.5	150	60
5	6	1.5	220	390
5	8	1.5	60	380
5	9	1.5	125	470
5	12	1.5	50	600
5	24	1.5	40	620

Fuente: Alpizar, 1989

ramificación, las podas sucesivas se harán siempre 30 ó 40 cm por encima de la inmediatamente anterior, hasta que la cerca llegue a la altura deseada.

2. Poda de mantenimiento: Se hace para mantener la cerca siempre en estado juvenil, produciendo continuamente brotes nuevos. La poda se hace cortando todas las ramas a la misma altura y ancho.

3. Poda de rejuvenecimiento: Cuando la cerca empieza a degenerarse se hace un corte muy cerca del suelo, para estimular el desarrollo de nuevos brotes de los cuales se reconstruye la cerca.

» Leña: Su madera es pesada y de alto poder calorífico 4,050 - 4,900 kcal/kg. Con una densidad de 0.803 g/cm³ y un peso específico de 0.942 g/cm³.

Cultivos en hileras: El material podado de *Glicidia* tiene un alto nivel de nutrientes y baja relación C:N, se descompone rápidamente y se usa como abono verde, para cultivos perennes o anuales. Los mejores resultados se han obtenido con material fresco.

Se estima que la contribución de N en cosecha comestible asociada es de 40 kg/ha (Kang B T and Mulongoy). Otros autores

dicen que en cultivos en callejones *Gliricidia* produce entre 60 y 200 kg de N/ha/año.

Las hojas verdes son usadas como abono verde en plantaciones de coco a razón de 30 kg enterradas a 30 cm de profundidad y a 30 cm de la planta obteniendo aumento en los rendimientos de cocotero (NFTA. 1986).

El potencial alelopático de *Gliricidia* puede actuar sobre algunas "malezas" como cadillo *Bidens pilosa* y *Melapodium perfoliatum* sin afectar la producción de maíz y frijol.

1.6 ASPECTOS AGRO-NÓMICOS DEL CULTIVO

1.6.1 Sistemas de propagación

El matarratón se propaga fácilmente por estacas y por

semilla sexual; la práctica más difundida ha sido la propagación por estaca, debido a la fácil consecución y a que su mayor uso ha sido en cercas vivas y como sombrío en diferentes cultivos. Sin embargo, en sistemas intensivos de producción de forraje se deben establecer las plantaciones con semilla sexual, para lograr una mayor persistencia en el cultivo, debido a que la planta desarrolla un sistema radicular más profundo, permitiendo la posibilidad de extraer agua y nutrientes de un mayor rango de profundidad, además de lograr un mejor anclaje, soportar los cortes que se realizan periódicamente y tolerar mejor los períodos de sequía sin morir o defoliarse.

Las características de las estacas a sembrar dependen especialmente del fin del cultivo,

TABLA 2: Productividad de 1 km de cerca viva de *Gliricidia septum* plantada a 1.6 m entre estacas (peso verde)

Cerca años	Leña	Edad rebrotes	Producción (t/ha) Follaje
1	12	7.2	2.7
2	12	7.2	2.7
3	12	20.0	10.0
4	12	20.0	10.0

Fuente: Otálora *et al* 1985 en Camacho Y. 1992

por ejemplo para establecer un cerco vivo se utilizan estacas de 1 a 2 m y para establecer un banco de proteína para corte se utilizan de 50 cm, las cuales deben proceder de ramas maduras (6 meses).

En el trópico húmedo (Costa Rica) en ensayos que realiza el CATIE han utilizado estacas de 1.5 m sembradas horizontalmente a las cuales se les ha retirado una franja de corteza para incrementar el rebrote.

En el Nororiente Colombiano se sembraron estacas (ramas verdes) acostadas entre 0.7 y 1 m de longitud en chorro continuo, cubiertas con una capa de 10 cm de suelo; por este sistema aparecen rápidamente numerosos rebrotes más no se tienen registros de la persistencia de este sistema.

En evaluaciones realizadas en la granja El Hatico, al comparar los dos sistemas de propagación (estaca vertical vs semilla sexual), se han encontrado pérdidas de plantas del 30 al 40% en parcelas establecidas con material asexual (estaca); mientras que por semilla sexual las pérdidas no superan el 10%, como se observa en la figura 1 para tres densidades de

siembra. Entre sistemas de propagación, al comparar estaca vs semilla sexual, sin tener en cuenta densidad de siembra, se encontraron diferencias altamente significativas ($P= 0.01$), logrando promedios de 13,377 y 16,098 Kg de forraje verde por corte en estaca y semilla sexual, respectivamente. La germinación por semilla sexual es más rápida y uniforme que con estaca.

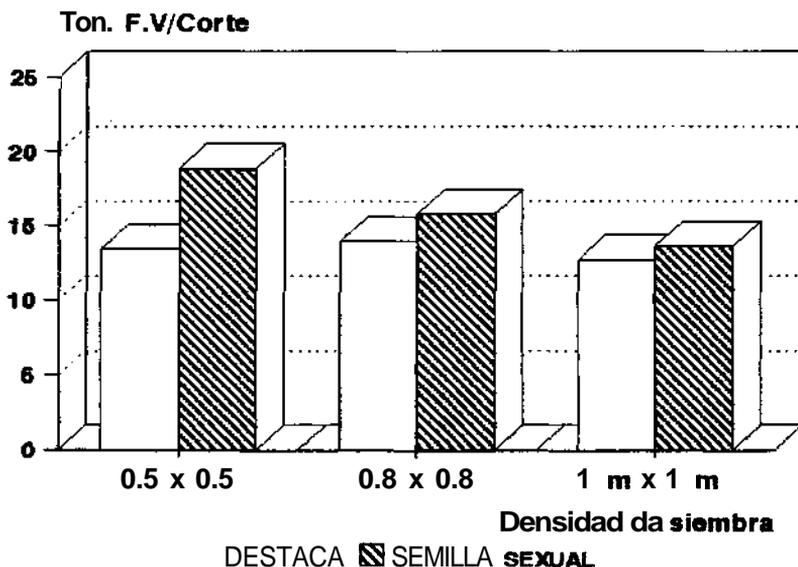
Debido a los resultados obtenidos con los sistemas de propagación, se describirá lo relacionado con semilla sexual, ya que presenta mayores ventajas cuando se trata de un cultivo intensivo.

La profundidad de siembra no debe ser mayor de 2 cm. Para el establecimiento del mataorrón, existen 2 formas de realizarlo: con etapa de vivero o sembrándolo directamente al campo.

1.6.1.1 Establecimiento con etapa de vivero:

Cuando se utiliza este sistema las plantas son llevadas al campo de 2 a 3 meses de edad, en bolsas de 1 Kg de capacidad para evitar el daño de sus raíces. Se debe utilizar para su llenado una mezcla de 45% de tierra, 45% de arena y un 10% de abono orgánico seco, garantizando así, una buena

FIGURA 1: Producción de forraje verde en **matarratón** en 2 sistemas de propagación y en 3 densidades de siembra



PUENTE: Granja El Hatico. Agosto/91

aireación, fertilidad y retención de agua. Al momento del trasplante es importante tener en cuenta:

- Disponibilidad de agua (riego o período de lluvias)
- Antes de realizar el trasplante es necesario regar y podar las raíces que crecen fuera de la bolsa.
- Hacerlo preferiblemente en las horas de la mañana o en la tarde (cuando el sol sea menos intenso y evitar la deshidratación).
- Evitar que queden cámaras de aire en el sitio donde se sembró la planta.

Dentro de las ventajas de utilizar

este sistema están:

- Se trasplanta al campo cuando la planta tiene de 20 a 30 cm, que la hace más competitiva en el medio.
- Mayor control de las plantas en el desarrollo inicial en cuanto a requerimiento de agua, plagas y enfermedades.

Las desventajas de este sistema son:

- Mayores costos.

- Mayor daño de la planta al ser trasplantada, limitando su desarrollo en este período.
- Se incrementa de 1 a 2 meses la edad al primer corte.

1.6.1.2 Siembra directa al campo:

La siembra directa en el campo requiere una correcta preparación del suelo, manejo adecuado de las malezas y agua disponible.

Las ventajas de este sistema son:

- El costo de establecimiento es menor, por no tener el manejo de la etapa de vivero y posteriormente el trasplante.
- La planta adquiere un desarrollo normal y se obtiene la primera cosecha más pronto (7 meses).

Las desventajas son:

- En la etapa inicial (3 meses) requiere mucho cuidado en cuanto a control de malezas y disponibilidad de agua.
- El margen para la resiembra no debe superar los 20 días después de la siembra, evitando así la competencia por luz de las plantas vecinas.

1.6.2 Requerimiento de semilla

Antes de proceder a la siembra, se debe evaluar el porcentaje de germinación de la semilla, que debe ser superior al 90%. La semilla se debe conservar en refrigeración (temperatura de 5 - 7°C), evitando someterla a un período muy largo de almacenamiento, debido a que pierde viabilidad. De 1 Kg se pueden obtener entre 7,000 y 8,000 semillas. La cantidad de semilla/ha depende de la densidad y del sistema de siembra. En el sistema directamente al campo se colocan mínimo 2 semillas por sitio.

1.6.2.1 Inoculación de la semilla

La **cepa de *rhizobium*** que está asociada a esta especie es específica.

Para introducirla en áreas nuevas de cultivo es importante la inoculación de las semillas con ***rhizobium*** ya sea con inoculantes producidos comercialmente o mediante la recolección y maceración de nodulos (de árboles maduros establecidos en sitios aledaños) y su posterior aplicación a la semilla o al suelo.

TABLA 3 Efecto de la aplicación de inoculante (Rizobium cepa C-7) a la semilla de matarratón *Gliricidia sepium*

Tratamiento	Hojas g/planta	Tallos g/planta	Hojas + Tallos g/planta
Sin inocular	768.3	458.1	1,226.4
Inoculado	1,472.1	1,264.8	2,736.9
Aumento (g)	703.8	806.7	1,510.5
Aumento (%)	91.6	176.1	123.2

Fuente: Microagro en Pelaya, Departamento del Cesar (Colombia)

El efecto de la inoculación de la semilla se refleja en un rápido desarrollo y un mayor vigor de las plantas.

En la Tabla 3 se registran los resultados del efecto sobre la producción de tallos y hojas de la utilización del inoculante en la semilla de matarratón.

La utilización de cepas de micorrizas (Glomus o mezclas de especies) se ha efectuado en forma exploratoria y se ha observado un mayor desarrollo cuando las plantas son inoculadas, comparadas con las que no han recibido ningún tratamiento.

1.6.3 Densidad de siembra

Con el fin de poder determinar la densidad de siembra más

recomendable en sistemas intensivos con matarratón, se evaluaron 3 densidades de siembra 0.5 x 0.5 m, 0.8 x 0.8 m y 1.0 x 1.0 m, bajo los 2 sistemas de propagación (estaca vs semilla sexual); que corresponden a poblaciones de 40,000, 15,625 y 10,000 plantas por hectárea, respectivamente.

La tabla 4 y la figura 2 presentan el comportamiento de cada tratamiento y la interacción del sistema de propagación y la densidad de siembra; se observa una diferencia significativa a favor del sistema de propagación de semilla sexual, en las 3 densidades de siembra, siendo más evidente en la densidad de 0.5x0.5 m.

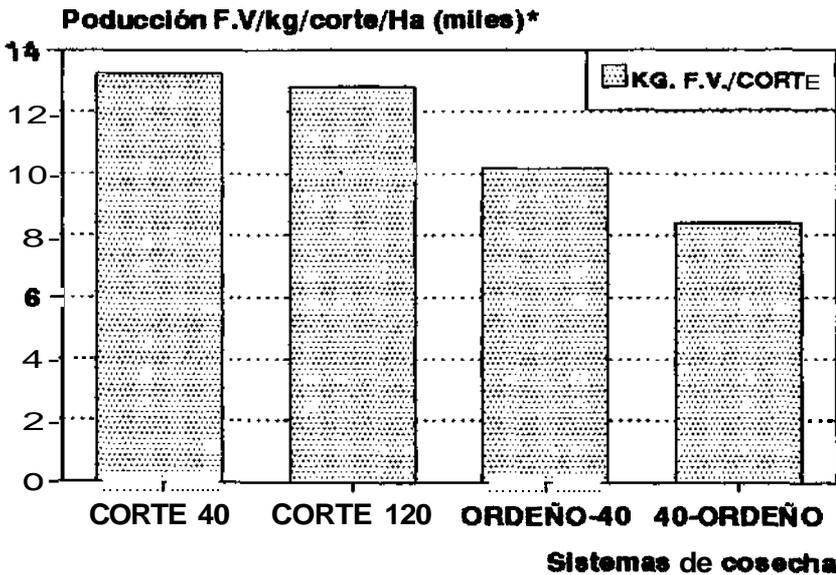
Las tres densidades de siembra del sistema de propagación por

TABLA 4: Producción de forraje verde en dos sistemas de propagación (estaca vs semilla sexual) y tres densidades de siembra (0.5 x 0.5 m, 0.8 x 0.8 m y 1.0 x 1.0 m)

Sistema de Propagación	Densidad Siembra	F. Verde kg/ha/cor
Estaca	0.5 x 0.5	13,465
Estaca	0.8 x 0.8	13,947
Estaca	1.0 x 1.0	12,718
Semilla sexual	0.5 x 0.5	18,864
Semilla sexual	0.8 x 0.8	15,818
Semilla sexual	1.0 x 1.0	13,611

Fuente: Granja el Hatico, 1990

FIGURA 2: Producción de forraje verde de *matarratón* en diferentes sistemas de cosecha



*Promedios del V al VIII corte

FUENTE: Granja El Hatico, Agosto/91

estaca no muestran diferencias m y 1.0 x 1.0 m, respectivamente; significativas en producción: la razón es que los porcentajes de 13,465, 13,947 y 12,718 Kg de FV/ pérdida de plantas son mayores corte/ha para 0.5 x 0.5 m, 0.8 x 0.8 para las densidades más altas, 48,

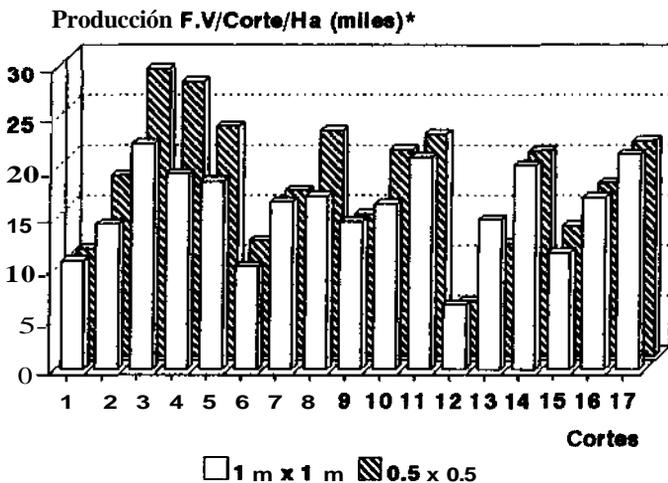
31 y 25% para 0.5x0.5 m, 0.8x0.8 m y 1.0 x 1.0 m, respectivamente. Sin embargo, en las 3 densidades en el sistema de propagación por semilla sexual, se encuentran diferencias significativas entre sí (P< 0.05): 18,864 Kg de FV/corte/ha para 0.5 x 0.5 m, 15,818 Kg de FV/Corte/ha en 0.8 x 0.8 m y 13,611 Kg de FV/Corte/ha para la densidad de 1.0x 1.0 m; el número de plantas perdidas fue similar para las tres densidades de siembra: 4% en 0.5 x 0.5 m, 7% en 0.8 x 0.8 m y 3% en 1.0x 1.0 m, lo que hace que exista un número mayor de plantas a través del tiempo.

A pesar de obtener mayores producciones en la densidad de

siembra de 0.5 x 0.5 m, no se recomienda establecer plantaciones medianas y grandes, debido a la dificultad que existe para desarrollar las actividades de manejo como cosecha, riego, fertilización, liberación de control biológico, etc; y además presenta alto riesgo en la cosecha para el operario, debido al estrecho margen de acción que tiene.

Cuando se tienen altas densidades, 40.000 plantas/ha, se genera mayor competencia entre las plantas y las diferencias de producción de forraje que en los primeros años es importante disminuye a través del tiempo sin justificar económica y técnicamente la utilización de ellas (Figura 3).

FIGURA 3: Ecotipos matarratón, densidad 1 x 1 - 0.5 x 0.5 m, análisis corte de ecotipos



*Promedio/corte de los 6 ecotipos Mayo/93

FIGURA 4. Distribución de los arboles en el campo**Doble surco**

```

xx xx xx xx
xx xx xx xx
xx xx xx xx
xx xx xx xx

```

└─ 1- m

Triángulo ó tres bolillo

```

x x x x x x x
  x x x x x x x
x x x x x x x
  x x x x x x x

```

1 m

Surco sencillo

```

x x x x x x x
x x x x x x x
x x x x x x x
x x x x x x x

```

1.6.4 Disposición en el campo trazado

Al distribuir los árboles en el campo se debe tener en cuenta la forma más eficiente de utilizar el espacio vertical y horizontal, lo mismo que la facilidad para realizar las labores inherentes al cultivo (Figura 4). A continuación se enumeraran algunas opciones:

1. 10,000 plantas/ha: distancia entre surco 1.0 m. distancia entre planta 1.0 m

Esta densidad ha sido la más utilizada comercialmente mostrando persistencia y producciones muy estables a través del tiempo.

2. 20,000 plantas/ha: distancia entre surco: 1.0 m. distancia entre plantas: 0.5 m

Los árboles pueden ir dispuestos en cuadro ó al triángulo y la población se incrementa en un 15%.

3. 26,666 plantas/ha: distancia entre surcos dobles: 1.0 m. distancia entre surcos del surco doble: 0.5 m. distancia entre plantas: 0.5 m

Este sistema tiene la ventaja de incrementar el número de plantas/ha, tener un mejor control de malezas y permite un manejo más eficiente del riego y de otras labores culturales.

Al establecer el cultivo se debe tener en cuenta la ubicación del sol (preferiblemente sembrar de oriente a occidente), debido a que el matarratón es una planta muy exigente en luminosidad.

1.6.5 Sistemas de cosecha e intervalos

El matarratón tiene la posibilidad de cosecharse cortando la planta a diferentes alturas o mediante el "ordeño" que es la obtención de la hoja y el pecíolo únicamente.

Cuando la cosecha se realiza siempre por ordeño ésta se dificulta, debido a la lignificación que ocurre en las ramas al no poder controlar la altura de la planta; además los costos se incrementan y la producción disminuye.

Es importante tener en cuenta el principal objetivo del cultivo para realizar el sistema de cosecha ya sea leña, forraje, o forraje y leña simultáneamente.

En la cosecha por ordeño al fraccionar la producción de biomasa, se presenta un alto porcentaje de material leñoso (42%), mientras que el material aprovechable para nutrición animal es de 40% de hoja-pecíolo y 18% de tallo verde. Alcanzando las plantas una altura promedio de 3.5 m (estos datos corresponden a mediciones de sólo 2 cortes, debido a que el fin principal es la obtención de forraje).

Teniendo presente lo anterior, se estableció una evaluación con un tratamiento intermedio en donde se alternaba el corte total a una altura de 40 cm y en la siguiente cosecha se "ordeñaban" las plantas, esperando los siguientes ventajados.

- 1- Menor "stress" de la planta cuando se cosecha por ordeño.
- 2- Rebrote más rápido, con una frecuencia de corte menor.
- 3- Mejor control de maleza debido a que el cultivo cierra más rápido.
- 4- Menor incidencia de la plaga **Azeta versicolor**, debido a que éste prefiere un material más maduro comparado con uno tierno.
- 5- Disponer de un alimento de mejor calidad nutritiva al utilizar solamente la hoja.
- 6- Presentar una alternativa viable para productores que requieren de la leña como elemento de combustión, que tengan programas de producción animal y de esta manera lograr disminuir la presión sobre los bosques.

En la tabla 5 se muestra el comportamiento de cada uno de los tratamientos, en donde sobresalen aquellos en los cuales se realizó el corte total bien sea a 40 cm o 120 cm, comparados con la oportunidad de alternar el sistema de cosecha entre corte a 40 cm y "ordeño", debido a que con este último manejo (queda en el campo el tallo verde que representa el 40% de la producción de biomasa

aprovechable para nutrición animal. Para la siguiente cosecha que sería cortando la planta, se encontrará este material lignificado dejándolo en el campo como un componente que se incorporará al suelo mediante el reciclaje de nutrientes que se da después de su descomposición o para combustión simple.

Las diferencias encontradas en los sistemas de cosecha alternos, es probablemente debida a efectos ambientales sin embargo, no se presentan diferencias significativas; mientras que este sistema de cosecha comparado con el corte a 40 o 120 cm si percibió diferencias significativas ($P < 0.05$) a favor del sistema de cosecha en el cual la planta siempre se corta.

1.6.6 Alturas de corte.

Se evaluaron alturas de corte de 0.40, 0.80, 1.00 y 1.20 m para conocer el efecto sobre el rendimiento. El tratamiento de cortar a nivel del suelo, no se tuvo en cuenta, debido a las desventajas que tendría con respecto a permitir una mayor incidencia de malezas, no dejar mayores reservas en la planta para favorecer un mejor rebrote; además de los problemas que se pueden presentar con respecto a enfermedades, por dejar la cicatriz de corte expuesta a la humedad del suelo y a patógenos que encuentran sus condiciones óptimas para desarrollarse y deteriorar la planta.

LOS tratamientos que tuvieron una altura de corte mayor (1.00 y

TABLA 5. Producción de forraje verde/corte/ha en diferentes sistemas de cosecha (Promedio 12 repeticiones)

Sistemas de Cosecha	Forraje verde Kg/corte/ha
Corte a 0.40 m	13,256 c
Corte a 1.20 m	12,816 b,c
Corte y ordeño	10,185 a, b
Ordeño y corte	8,434 a

* Promedios con subscritos diferentes difieren significativamente. Fuente: Granja el Hatico 1991

TABLA 6. Producción de forraje verde de **matarratón** *Gliricidia sepium*, a diferentes alturas de corte

Altura de corte	Forraje Verde Kg/corte/ha
0.40 m	14,652
0.80 m	15,746
1.00 m	16,064
1.20 m	16,552

Fuente: Granja El Hatico, 1991

1.20m), mostraron un mejor comportamiento en cuanto a la competencia con las otras especies vegetales asociadas al cultivo o "malezas"; teniendo en cuenta que el matarratón difícilmente fue superado en altura, evitándose el efecto negativo de disminución de radiación solar.

La cosecha se realiza manualmente, con el implemento de corte (machete) bien afilado para evitar que el tallo quede desflechado, con mayor posibilidad de penetrar la humedad, que puede favorecer la presencia de hongos que deterioran la planta. La tabla 6 y la figura 5 presentan las producciones obtenidas para cada una de las alturas de corte evaluadas.

Esta evaluación se realizó haciendo control de "malezas" lo

cual llevó a no encontrar diferencias importantes entre las alturas estudiadas, aunque se percibe una tendencia de mayor producción a medida que se incrementa la altura de corte. Paralelamente se hicieron mediciones de producción sin control de maleza, encontrando disminución del 30 a 40% en la producción de los tratamientos de altura de corte inferior a 1 m.

Otras ventajas que se obtienen al adoptar alturas de corte de 1.00 a 1.20 m, es la acumulación de reservas que hace la planta en su tallo, además de facilitar el manejo de los ovinos en el control de "malezas".

1.6.7 Periodicidad entre cortes

Desde el momento de la siembra hasta el primer corte deben transcurrir como mínimo 7 meses,

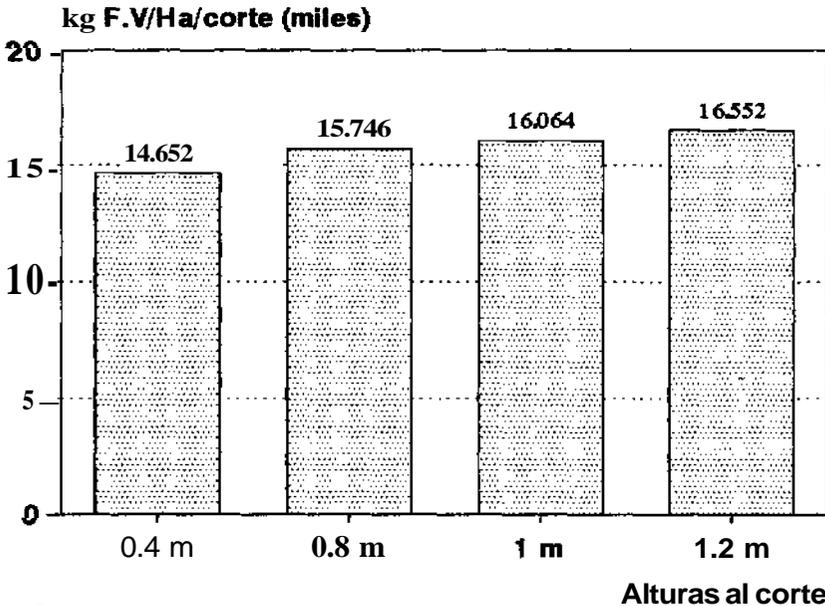
esperando fundamentalmente el fortalecimiento del sistema radicular que le asegure una mayor persistencia al cultivo. Este primer corte arroja una alta producción de biomasa representada principalmente en leña.

Para los siguientes cortes, la periodicidad indicada para el Valle del Cauca (Colombia), es de 3 meses entre corte. Este parámetro lo determinan fundamentalmente las condiciones agroecológicas de la zona, teniendo en cuenta que a medida que se aproxime la altura

al nivel del mar el intervalo se puede reducir.

La periodicidad de los cortes está dada también por el contenido de materia seca y nutrientes presentes en la biomasa recolectada. Cuando se realizan cortes tempranos se obtiene menor cantidad de materia seca y mayor cantidad de proteína, cuando los cortes son tardíos la materia seca es mayor y la calidad nutricional se reduce ligeramente. Al establecer la frecuencia de cortes se pretende optimizar la cantidad de proteína/ha/año.

FIGURA 5: Alturas al corte (matarratón) el Hatoco



FUENTE: Granja El Hatoco. Nov/90

En una evaluación realizada respecto al porcentaje de materia seca y contenido de nutrientes a diferentes intervalos de corte en 6 procedencias de 4 países (Guatemala, Colombia, Costa Rica y México) se encontró que el porcentaje de materia seca del forraje fue muy constante en los diferentes ecotipos, variando si con respecto a la edad de corte. A los 45 y 90 días el porcentaje de materia seca es de 21-22% y a los 270 días de 26-27% respectivamente. Con respecto a los nutrientes presentes en el follaje se evaluó su contenido a los 45, 90 y 170 días encontrándose lo siguiente (tabla 7).

TABLA 7: Contenido de nutrientes en el follaje de *Gliricidia sepium* de acuerdo a su procedencia (% en MS)

Procedencia	Días de corte	Proteína	N	P	K	Ca	Mg
México	45	31	5	0.4	3.3	1.3	0.6
	90	29	4.7	0.3	2.5	1.5	0.5
	170	25	4.0	0.2	1.3	2.0	0.6
Guatemala 1	45	31	5.0	0.4	3.1	1.2	0.5
	90	31	4.9	0.3	2.1	1.6	0.5
	170	25	4.0	0.2	2.1	1.9	0.5
Costa Rica	45	28	4.4	0.4	3.8	1.1	0.4
	90	28	4.4	0.3	2.3	1.7	0.5
	170	26	4.1	0.3	3.2	1.4	0.3
Colombia	45	32	5.2	0.4	3.9	1.1	0.5
	90	31	5.0	0.3	2.7	1.7	0.5
	170	29	4.6	0.3	2.4	1.4	0.4
Guatemala 2	45	33	5.3	0.4	3.3	1.3	0.5
	90	31	4.9	0.4	2.4	1.8	0.5
	170	21	3.4	0.2	1.6	0.9	0.5
Guatemala 3	45	31	5.0	0.5	3.4	1.4	0.7
	90	31	4.9	0.4	2.6	1.8	0.4
	170	26	4.1	0.3	2.7	1.5	0.5

* Guatemala 1: Montemco, Guatemala 2: Chiquimula, Guatemala 3 Retalhuleo. Gómez ME, 1991

TABLA 8: Contenido de nutrientes en tallo tierno de *Glicidiasepium* a los 90 días

Procedencia	%					
	MS	Proteína	P	K	Ca	Mg
México	22	10.8	0.3	3.6	0.7	0.3
Guatemala 1	20	8.9	0.3	3.3	0.6	0.3
Costa Rica	18	10.0	0.3	4.0	0.7	0.3
Colombia	17	11.0	0.3	4.0	0.7	0.3
Guatemala 2	19	10.0	0.4	3.0	0.8	0.2
Guatemala 3	20	9.0	0.3	3.0	0.7	0.2

Fuente: Gómez ME, 1991

Se concluye que el contenido de materia seca es menor en tejidos jóvenes y mayor en tejidos adultos.

y permita la identificación fácil de las plantas. Antes del primer corte hay que hacer 2 a 3 limpiezas manuales adicionales.

1.6.8 Manejo integrado de las "malezas"

Está considerado como uno de los principales aspectos a tener en cuenta en el establecimiento y manejo posterior del cultivo, si se considera que el matarratón es un árbol con alta susceptibilidad a la competencia por luz.

Cuando el sistema de siembra es directo en el campo el costo del control de malezas es alto cuando se hace en forma manual. El primer control se debe realizar antes de 30 días para evitar que el desarrollo de las malezas vaya a afectar el cultivo

Si se tiene en cuenta que el control de malezas es una práctica importante en el cultivo pero que representa altos costos se han buscado alternativas para este manejo como son: asociación de otras especies vegetales y/o animales como ovinos de pelo (camuro, carnero, cordero), o gansos convirtiéndose en otro renglón económico dentro de la explotación.

El camuro se introduce con el propósito de convertir las malezas en carne y abono orgánico para el cultivo. El cuadro 1 muestra los parámetros productivos/ha, y se observa el gran potencial de producción de carne (300

CUADRO 1: Parámetros productivos del camero africano, asociado al matarratón

PARTOS/AÑO	1.5
EDAD AL DESTETE (meses)	4
A.D.P. NACIMIENTO A DESTETE (gr/día)	100
A.D.P. DESTETE AL SACRIFICIO (gr/día)	70
EDAD AL SACRIFICIO (meses)	12
PESO AL SACRIFICIO (kg)	30
ANIMALES/HECTÁREA	18
CARNE/Ha/AÑO (kg)	300

FUENTE: Granja El Hatice, 1993

kg/año/ha), disminuyendo también drásticamente los costos de control de "malezas".

La asociación de otras especies vegetales al matarratón como el pasto argentina **Cynodon dactylon**, también ha ayudado al control de otras especies de rápido crecimiento que pueden llegar a competir por luz, sirviendo además de alimento a los ovinos de pelo.

1.6.9 Plagas y manejo

1.6.9.1 Esqueletizador del

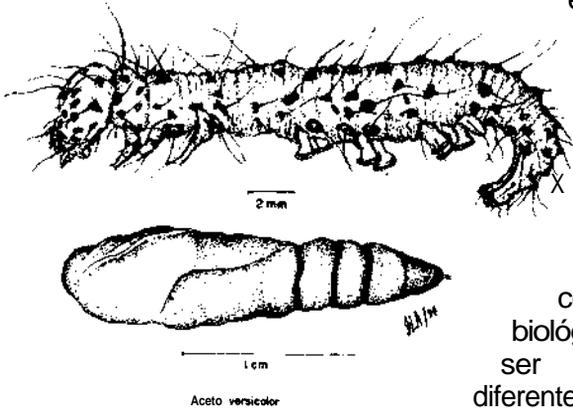
Matarratón: **Azeta versicolor**

Orden: Lepidóptera

Familia: Noctuidae

1.6.9.1 Descripción del ciclo

Los huevos son pequeños, blanquecinos, puestos individualmente en los cogollos. Las larvas inicialmente pequeñas se descuelgan por un hilo a la parte inferior, pasando por varias etapas hasta adquirir mayor tamaño consumiendo vorazmente el follaje. La pupa es de color café rojiza brillante, localizada a 5 centímetros de la superficie del suelo y es de tipo obtecta. El adulto es una mariposa con una expansión alar de 5 cm, alas de color café oscuro con unas pequeñas manchas blancas en la parte superior, cuerpo rojo intenso (Acosta *et al*, 1989).



empiezan a presentar altas poblaciones; allí el manejo debe ir dirigido a las larvas que son las que realizan el daño directo sobre el follaje.

Sin embargo si se conoce su ciclo biológico la plaga puede ser manejada en sus diferentes estados.

Este insecto tiene un ciclo de vida de laboratorio de 50 - 55 días, distribuidos así:

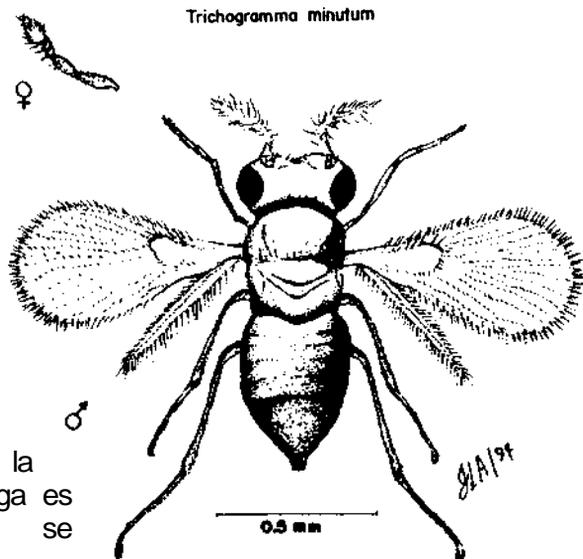
Huevo: 4 días
 Larva: 30 días
 Pupa: 14 días
 Adulto: 5 días

La manera más inmediata de controlar la población de una plaga es mediante el corte de los árboles modificando así el ciclo para luego definir un plan de manejo para el control de la misma.

En la fase de larva es un comedor voraz del follaje (folíolos), hasta dejar prácticamente defoliado el cultivo cuando se aumenta demasiado la población.

1.6.9.1.2 Manejo

Por regla general la presencia de la plaga es evidente cuando se



Cuando aparece una proliferación alta del adulto (mariposa café con el abdomen rojizo), se recomienda realizar liberaciones de la avispa **Trichogramma sp** para fortalecer el trabajo de los insectos que se encuentran en forma natural en el campo. Esta avispa se encarga de parasitar los huevos de la plaga, y así baja la población de dañinos y se incrementa la del benéficos.

La forma de liberación del Trichograma debe ser en recipientes de vidrio o plástico donde permanecen las cartulinas con los huevos parasitados por el trichograma, asegurando así las poblaciones de la avispa en el campo.

La cantidad que se debe liberar cuando hay una alta población de mariposa es de 100 pulgadas/hectárea; y en forma preventiva cuando se inicia el cultivo y mientras se establece un equilibrio natural 50 pulgadas/hectárea, desde los 3 meses hasta el primer corte cada 15 días, evitando de esta manera que la plaga complete su ciclo de vida, en el período donde tiene mayor posibilidad debido a que hay que esperar alrededor

de 7 meses para realizar el primer corte.

Este manejo preventivo se puede efectuar cuando se vea necesaria su liberación, de acuerdo a las observaciones y registros que se tengan de las épocas de mayor incidencia de la plaga.

Cuando se encuentra una proliferación alta de larvas, en donde se presenta una notable disminución en la producción de los árboles con impacto económico directo debido al consumo de hojas, se recomienda hacer una aplicación de **Bacillus thuringiensis** para su control. Este es un producto microbiológico que no va a afectar el equilibrio natural del agroecosistema y el cual se debe aplicar asociado a un pegante.

1.6.9.2 Pegador de las hojas del Matarratón: **Omiodes martynalis**

Orden: Lepidóptera
Familia: Pyralidae

1.6.9.2.1 Descripción del ciclo

Los adultos son mariposas pequeñas de más o menos 1.5

cm de envergadura, color café claro. Las larvas son de hábito gregario y se ubican en el tercio superior de las ramas, juntando las hojas y pegándolas con una telaraña. Las larvas consumen follaje en el interior de esta, terminando por secar el cogollo de la rama afectada. Las pupas son de color café rojizo, tipo obtecta y de aproximadamente 1 cm de largo.

1.6.9.2.2 Manejo

Por observación de campo se encontró que al efectuar cortes periódicos del follaje disminuye notoriamente la población de este pegador de hojas, porque se le corta el ciclo de vida; en comparación con los árboles que se encuentran en las cercas vivas, los cuales no se cosechan periódicamente, existe alta incidencia de este insecto. Esto permite concluir que la cosecha periódica (cada 3 meses) es el mejor sistema de control, sin depender de aplicaciones de algún producto.

1.6.9.3 *Phyllonorictor* sp.

Orden:
Familia:

Lepidoptera
Gracilaridae

1.6.9.3.1 Generalidades

Pequeño minador (micro-lepidóptero) de los folíolos del matarratón, que reduce el área foliar y afecta a su vez la eficiencia fotosintética. Empupa en el foliolo, y se cubre con un tejido blanquecino. La larva llega a medir hasta 5 mm de longitud y 1 mm de diámetro. El adulto es una pequeña mariposa de 3 a 4 mm de envergadura.

1.6.9.3.2 Manejo

Como en el caso del pegador de hojas este insecto presenta decrecimiento en sus poblaciones al efectuarse los cortes periódicos cada 3 meses, debido también a la interrupción del ciclo de vida.

1.6.9.4 Afidos: *Aphis* spp.

Se citan dos especies de áfidos *Aphis labumi* y *Aphis craccivora*, las cuales atacan las hojas del matarratón en Trinidad y Tobago, pero sin causar mayores daños a la planta (Simmonds citado por Acosta et al, 1989).

Son chupadores de cogollos tiernos. El *Aphis craccivora* tiene varias plantas leguminosas

hospedantes como el matarratón: ***Glicíndia sepium***, ***Vigna sp.***, ***Cassia tora***, ***Indigofera sp.*** Su mayor población se presenta en formación de flores y yemas, cuando hay mucho tejido succulento (Davies, 1972).

La presencia de este problema se intensifica en épocas de sequía prolongada, atacando los cogollos especialmente.

1.6.9.4.1 Manejo

Las lluvias, al igual que un buen riego por aspersión afectan considerablemente las poblaciones de estos insectos.

En cultivos donde las prácticas de manejo se hacen con el propósito de restablecer una dinámica natural del agroecosistema, las poblaciones de insectos benéficos se incrementa estableciéndose así un equilibrio entre las diferentes especies de insectos plagas y benéficos.

Entre estos insectos benéficos se tienen Coccinélidos (varias especies), *Crysopa*, chinches predadores como polistes, los cuales ejercen un papel fundamental en el control de este insecto plaga en forma natural.

1.6.10 Entomofauna benéfica asociada al cultivo de matarratón

<i>Baccha sp</i>	(Diptero. Syrphidae) las larvas son predadoras de áfidos.
<i>Condilostilus sp</i>	(Diptero. Dolichopodidae) predator de mosca del ovario.
<i>Sarcophaga sp</i>	(Diptero. Sarcophagidae) parasitoide de larvas de lepidópteros.
<i>Callitroga sp</i>	(Diptero. Calliphoridae) parasitoide de larvas.
<i>Forcipomia sp</i>	(Diptero. Cetopogonidae) polinizador.
<i>Cardiochiles sp</i>	(Hymenoptero. Braconidae) parásito de larvas de lepidópteros.
<i>Polistes sp</i>	(Hymenoptero. Vespidae) predator de larvas de lepidópteros.
<i>Polybia sp</i>	(Hymenoptero. Vespidae) polinizador y predator.
<i>Apis sp</i>	(Hymenoptero. Apidae) polinizador. (Himenoptero. Pompilidae) predator de larvas de lepidópteros.
<i>Zelus sp</i>	(Hemiptero. Reduviidae) predator de larvas de lepidópteros.
<i>Podisus sp</i>	(Hemiptero. Pentatomidae) predator de larvas de lepidópteros.
<i>Chrysopa sp</i>	(Neoptera. Chrysopidae) predator de varios insectos.
<i>Olla sp</i>	(Coleóptero. Coccinellidae) predator de áfidos.
<i>Pentilia sp</i>	(Coleóptero. Coccinellidae) predator de áfidos.
<i>Cycloneda sanguinea</i>	(Coleoptero. Coccinellidae) predator de ninfas y adultos de áfidos.

Arañas predadoras: Se han encontrado asociadas al cultivo de matarratón arañas representantes de cuatro familias,

las cuales son predatoras de larvas e insectos adultos:

Araña "Hércules" o "Cangrejo", de la Familia Thomisidae.

Araña de la Familia Theridiidae.

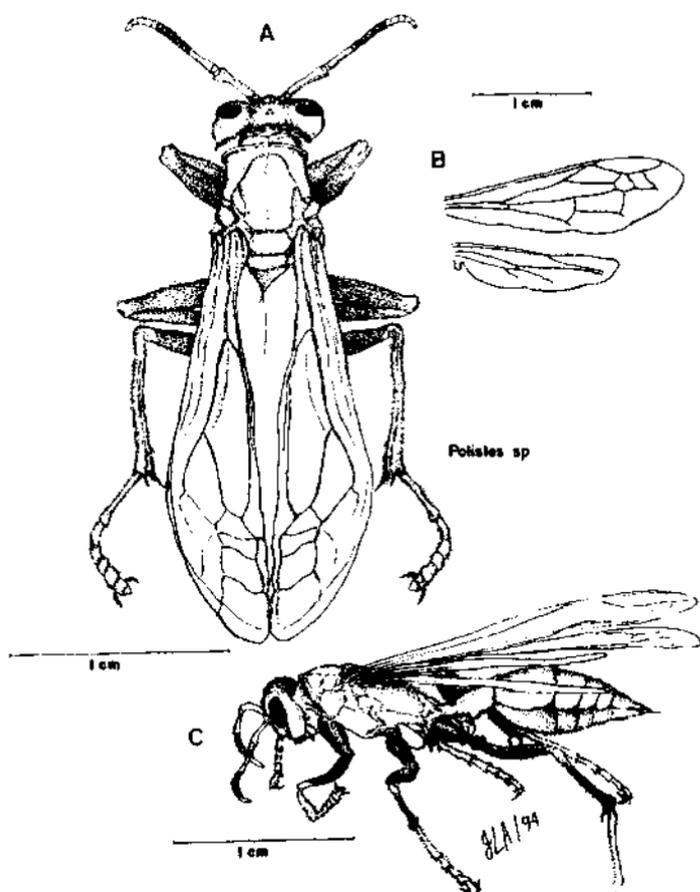
Araña de la Familia Lycosidae.

Araña de la Familia Oxyopidae.

1.6.11 Entomopatógenos reguladores de algunos insectos problema del matarratón

1.6.11.1 *Bacillus thuringiensis*

Comercialmente se producen varios productos a base de esta bacteria, que están constituidos



por las esporas de la bacteria y por los cristales tóxicos de las delta endotoxinas. La acción insecticida de las esporas bacteriales y los cristales tóxicos, ya sean en forma conjunta o por separado, son lo suficientemente fuertes para causar la muerte del insecto.

Las larvas susceptibles poseen en el sistema digestivo una combinación de pH alcalino, sales y enzimas que disuelven estos cristales tóxicos, los cuales causan abrasiones en la pared estomacal, así permiten el escape de las esporas y demás contenidos alcalinos del intestino hacia el hemocele.

Al estar las esporas en un medio apropiado en el interior de las larvas, estas germinan produciendo bacterias en forma de bastón, las cuales se multiplican rápidamente en el interior de la larva, produciendo billones de nuevas bacterias durante un período de pocas horas. Producto que causa parálisis intestinal por acción de las endotoxinas de los cristales, luego en el hemocele las esporas se multiplican rápidamente; al final compiten los billones de bacterias por los nutrientes contenidos en la sangre (hemolinfa), causando un

debilitamiento total que causa la muerte del insecto (Abbott Laboratories, 1987).

1.6.11.2 *Nomuraea rileyi*

Este microorganismo es un hongo de control específico para insectos y tiene acción residual a través de varias generaciones de las plagas. No causa toxicidad en plantas ni animales y contribuye a recuperar el equilibrio ambiental (Rodríguez, 1989)

En ecosistemas donde la presión por agrotóxicos no es fuerte este hongo se presenta en forma natural, momificando larvas de ***Azeta versicolor*** siendo favorecido por condiciones de alta humedad relativa.

Durante el establecimiento y desarrollo de las estructuras del hongo sobre la larva, este presenta un color blanquecino y cuando llega la fase sexual, se torna de un color verde claro.

1.6.12 Enfermedades

Es poco lo que se ha estudiado sobre las enfermedades del matarratón, en la literatura se encontró un reporte de Nigeria desarrollado por Lenne, JM y J

Sumberg. Investigadores que detectaron unas manchas redondeadas de color café a negro de 1 a 5 milímetros de diámetro causado por ***Colletotrichum gloeosporioides***, en plantaciones de cacao donde el matarratón se utilizaba como sombra.

Al poco tiempo fue encontrado otro daño producido por ***Cercosporidium gliricidiasis***, caracterizado por producir manchas redondas de 1 - 2 milímetros de diámetro de color café.

En los cultivos de Colombia, especialmente cuando proceden de material propagado por estacas se ha observado mortalidad descendente con agentes fungosos asociados no clasificados hasta la fecha.

1.7 DIVERSIDAD GENÉTICA

Esta especie, que se encuentra difundida en diferentes condiciones ecológicas del mundo tropical, presenta variaciones fenotípicas y genotípicas importantes que permiten racionalizar su uso.

PAIS	ESTADO	SITIO
México	Chiapas	Amiaga
Guatemala 1	Santa Rosa	Monterrico
Costa Rica	Guanacaste	Playa Tamarindo
Colombia	Bolivar	Pontezuela
Guatemala 2	Chiquimula	Vado Hondo
Guatemala 3	Retalhuleo	Playa de Sámala

El Instituto Forestal de la Universidad de Oxford (Inglaterra) trabaja hace años en la recolección y evaluación de germoplasma en América Tropical. En 1988 facilitó 6 ecotipos, con los que se realizaron diferentes evaluaciones referentes a adaptación, crecimiento, desarrollo, relación Hoja:Tallo y producción de biomasa forrajera para cada uno de estos.

1.7.1 Características de la zona de origen de cada Ecotipo

Chiapas (México)

Clima: precipitación anual 1,796 mm

Temperatura: 27.6 °C

Zona con vientos secos provenientes del norte.

Suelos: **Metamórficos** y pedregosos.

Vegetación: **Gliricidia** se presenta en forma abundante, se puede **afirmar** que es nativa. Se encuentra asociada con otras especies, ***Guazuma ulmifolia***, ***Lucea candida***, ***Caesalpinia coriaria***, ***Albizia guachipele***

Características: Alcanza alturas de 8 - 12 m y su madera es utilizada como combustible y cercas vivas.

Santa Rosa (Guatemala)

Clima: Precipitación anual 1,714 mm

Temperatura: 26.8 °C

Suelos: Los bosques se presentan sobre suelos arenosos y salinos afectados por vientos fuertes.

Vegetación: **Gliricidia predomina en bosque** con otras pocas especies como: ***Pithecellobium dulce*, *Crescentia sp.*, *Acacia collinsii* y *Jacquinia sp.***

Guanacaste (Costa Rica)

Clima: Precipitación anual de 1,927 mm
 Temperatura: 24.8 °C
 Afectada por: vientos fuertes cargados de sustancias saladas que retardan el crecimiento.

Suelos: Arenosos y Salinos.

Vegetación: Gliricidia se encuentra asociada con otras especies como ***Prosopis juliflora*, *PitheceUobium dulce*, *Haematoxylon brasileto* y *Cesalpina eriostachys***

Características: Se presenta asociado con otros arboles y alcanza alturas d 15m

Bolívar (Colombia)

Clima: Precipitación anual de 1,000 mm
 Temperatura: 27.6 °C
 Suelos: Desde **Vertisoles** profundos en zonas bajas y húmedas hasta suelos sueltos y arenosos.

Vegetación: Especies forestales que se desarrollan en zonas desérticas y arbustos espinosos de zonas que han sido dedicadas a la ganadería extensiva.

Características: Es cultivado como cercos vivos, se desarrolla y regenera bien en suelos que no han sido explotados.

Chiquimula (Guatemala)

Clima: Precipitación anual de 877 mm
 Temperatura: 25.6 °C
 Suelos: Topografía ondulada con suelos extremadamente rocosos y poco profundos y arcilloso en algunas partes.
 Vegetación: La cubierta natural del bosque se cultiva temporalmente y reemplaza los bosques secundarios. Se encuentra asociada a: ***Leucaena diversifolia*, *Albizia caribea*, *Acacia collinsii*, *Acacia farnesiana***, etc.

Características: arboles con altura promedio de 6 a 7 m con un diámetro de 10 a 25 cm.

Retalhuleo (Guatemala)

Clima: Precipitación de 3,540 mm
 Temperatura: 27.5 °C
 Suelos: Cerca al río Sámala, en zonas que periódicamente son inundadas, los suelos no están bien desarrollados, provienen de **material** aluvial, graba arenosa **con** buen drenaje que disminuye el efecto de las lluvias.

Vegetación: Cubierto por bosque **húmedo** que está siendo reemplazado por caucho, cacao y caña. Algunas especies como ***Acacia collins*** vienen colonizando el río. La especie se cultiva ampliamente como sombra para cacao.

Características: Arboles con una altura de 8 m y diámetro de 30 cm. Los arboles no se cortan para proveer sombra, pero a veces tienen valor como **leña**.

1.7.2 Evaluaciones realizadas con los Ecotipos

Con estos ecotipos se establecieron en la granja el Hatico (Cerrito, Valle de Cauca) parcelas bajo dos densidades de siembra: 0.5 m x 0.5 m y 1.0 m x 1.0 m para determinar el potencial de producción de biomasa; a la vez se implementaron otras parcelas para producción de semilla y la posterior propagación de los ecotipos más promisorios para esta zona; en estas parcelas se determinó el desarrollo de cada material, diámetro y número de tallos. Las plantas fueron sembradas por semilla

TABLA 9. Desarrollo de las plantas al primer corte, en metros, para cada **ecotipo** en las dos densidades de siembra

Densidad	Ecotipos						
	Chia pas	Santa Rosa	Guana caste	Bolivar	Chiquimula	Retalhuleo	Promedio
1.0 x 1.0	3.47	4.00	3.44	3.21	3.62	3.58	3.56
0.5 x 0.5	3.86	4.16	3.60	3.30	3.64	3.75	3.72
Promedio	3.67	4.08	3.52	3.26	3.63	3.67	3.64

Fuente: Gómez M.E, Molina C.H, Molina E.J, Murgueitio E. 1990

sexual en etapa de vivero en marzo de 1988 y trasplantadas al campo en junio de 1988. La primera cosecha fue a los 9 meses de sembrado, 6 meses de trasplantado.

1.7.2.1 Desarrollo y producción de biomasa al primer corte

Durante el primer corte, la mayor proporción de la biomasa está representada en forma de leña, debido a la lignificación de la planta en el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la realización del primer corte.

En la tabla 9 se muestra la altura de la planta al momento del primer corte (metros) para cada ecotipo y las dos densidades de siembra.

En todos los **ecotipos** se logró una mayor altura al momento del primer corte en la densidad de

siembra de 0.5 x 0.5 m, debido a menor espacio entre plantas, la mayor competencia y la necesidad de buscar la luz. Las plantas de 1 x 1 m han demostrado ser más fuertes y vigorosas.

Las producciones de biomasa obtenidas en el primer corte, fraccionando el forraje verde aprovechable y el material leñoso se presentan en las tablas 10 y 11.

En las tablas se observa que el ecotipo Retalhuleo es el de mayor producción de biomasa total promediando las dos densidades, con una mejor proporción de forraje verde aprovechable; estos datos fueron muy consistentes al analizar la relación hoja-pecíolo:tallo en cortes posteriores.

El ecotipo Retalhuleo presenta una característica especial al

TABLA 10. Producción de forraje verde aprovechable, leña y biomasa total en **kg/ha** B.F. al primer corte en densidad **0.5 x 0.5 m**, para cada **ecotipo**

Ecotipos	Forraje Verde	%	Leña	%	Total
Chiapas	11,294	27	30,720	73	42,014
Santa Rosa	10,386	25	30,599	75	40,985
Guanacaste	5,311	18	24,012	82	29,323
Bolivar	8,481	20	34,590	80	43,071
Chiquimula	10,127	24	31,699	76	41,826
Retalhuleu	17,904	34	34,025	66	51,929
Promedio	10,583	25	30,940	75	41,523

Fuente: Gómez M.E, Granja El Hatico, Murgueitio E. 1990

TABLA 11. Producción de forraje verde aprovechable, leña y biomasa total en **kg/ha** al primer corte en densidad **1.0 x 1.0 m**, en los ecotipos

Ecotipo	Forraje Verde	%	Leña	%	Total
Chiapas	10,660	36	19,157	64	29,817
Santa Rosa	11,582	30	27,277	70	38,859
Guanacaste	7,974	30	18,208	70	26,182
Bolivar	9,964	31	21,844	69	31,808
Chiquimula	9,304	31	20,916	69	30,220
Retalhuleu	15,478	41	21,990	59	37,468
Promedio	10,827	33	21,565	67	32,392

Fuente: Gómez M.E, Granja El Hatico, Murgueitio E. 1990

poseer mayor ramificación basal (3-4 tallos) que influye de una manera directa sobre la producción de forraje y la menor incidencia de malezas.

1.7.2.2 Relación hoja-pecíolo:tallo de los 6 Ecotipos

Teniendo presente que la mayor concentración de nutrientes está

en las hojas, se realizaron muéstreos de la relación hoja-pecíolo:tallo en los cortes 3, 4, 5, 8 y 9 para cuantificar las diferencias que se pudieran presentar debidas a la morfología y características de cada ecotipo y poder obtener materiales que produzcan una mayor cantidad de proteína por unidad de área si tenemos en cuenta que se está trabajando con un recurso que es

TABLA 12. Relación **hoja-pecíolo:tallo** de los 6 **ecotipos** en las 2 densidades de siembra

Ecotipos	0.5 m x 0.5m	1.0 x 1.0 m	Promedio
Chiapas	1.91	1.96	1.94
Santa Rosa	1.24	1.53	1.39
Guanacaste	1.64	1.85	1.75
Bolivar	1.37	1.52	1.45
Chiquimula	1.67	2.00	1.84
Retalhuleu	1.89	2.04	1.97
PROMEDIO	1.62	1.82	1.72

Fuente: Granja El Hatico 1990

fuelle de proteína princi-
pálmente.

Este parámetro también da una
idea sobre la proyección de cada
ecotipo para producción de leña,
si el interés es el de producción
de biomasa como fuente de
energía renovable y disminuir la
presión que se ejerce sobre los
bosques.

La tabla 12 presenta los
promedios de la relación
hoja-pecíolo:tallo de cada
ecotipo para las dos densidades
en estudio.

La densidad de siembra de 1.0x
1.0 tiene un mejor
comportamiento para este
parámetro que refleja la calidad
nutricional de la planta; esto es
debido al menor número de

plantas por unidad de área que
deja un mayor espacio entre
cada una de ellas posibilitando

una mejor ramificación.

Aunque la tendencia es que a
mayor nivel de producción de
forraje verde se sacrifique la
relación hoja-pecíolo:tallo, el
ecotipo Retalhuleu es una
excepción, siendo uno de los
ecotipos de mayor producción y

a la vez es el de mejor relación
hoja-pecíolo:tallo, convirtiéndolo
en el ecotipo que mayor aporte
nutricional hace para la
alimentación animal; mientras
que el ecotipo de Santa Rosa
tiene producciones muy similares
al Retalhuleu, pero con una
relación hoja:tallo menor parece
muy atractivo para producción
de tallo, proyectándolo como un
material interesante para

TABLA 13. Efecto de la densidad sobre la producción de forraje verde (**kg/ha/corte**) al promediar los 6 **ecotipos** durante 17 cortes (4 años, 3 meses)

Densidad de siembra	Producción de F.V kg/ha/Corte
1.0 x 1.0	15,027
0.5X0.5	16,811

Fuente: Granja El Hatico, 1993

producción de leña (energía estrecha con el transcurso del renovable), debido además a su tiempo, como se observa en la gran precocidad y diámetro de sus tallos. tabla 13, sin justificar esto la inversión inicial más alta debido al

Los ecotipos de producción de plantas/ha comparado con forraje inferior (Chiapas, Guanacaste y Chiquimula), tiene la densidad de 1 x 1, presentan una relación de además de los limitantes que se hoja-pecíolo: tallo buena, pero los presentan en el manejo del niveles de producción de cultivo con densidades muy altas biomasa no son tan altos como (corte y limpiezas). los anteriores.

1.7.2.3 Producción de forraje verde en los 6 Ecotipos.

Al ajustar los datos a 90 días como intervalo entre cortes y analizar en forma independiente la densidad de siembra, al cabo de 17 cortes (4 años 3 meses, sólo hay una diferencia de 1,784 kg de Forraje Verde/ha/corte, kg/ha/corte a favor de la densidad más alta: 0.5 x 0.5; diferencia que se hace más

Entre ecotipos, independiente de la densidad de siembra, los mejores son el Santa Rosa y Retalhuleu (Guatemala), y Bolivar (Colombia) que no presentan diferencias altamente significativas, obteniendo producciones promedias en los 17 cortes de 18,511, 18,036 y 17,593 kg/ha/corte, respectivamente. La tabla 14 presenta los promedios para cada ecotipo, en donde se

observan diferencias altamente incidencia de especies asociadas significativas ($P < 0.01$) entre los 3 con "malezas", por tener menor ecotipos superiores y los demás. desarrollo y menor precocidad, esto hace que la calle no cierre Los ecotipos de menor tan rápido como en los 3 ecotipos producción presentan mayor de mayor producción. Entre

TABLA 14. Producción de forraje verde (**kg/ha/corte**) para cada ecotipo independiente de la densidad de siembra (Promedio de repeticiones 64)

Ecotipo kg/ha/Corte	Forraje verde
Chiapas	14,164 b*
Santa Rosa	18,511 c
Guanacaste	15,002 b
Bolivar	17,593 c
Chiquimula	12,207 a
Retalhuleu	18,036 c

* Promedios con subescritos diferentes, difieren significativamente. Fuente: Granja El Hatico, 1993

TABLA 15. Producción de forraje verde **kg/ha** para cada uno de los cortes, independiente del ecotipo de matarratón y de la densidad de **siembra**. Con producciones corregidas a 90 días (Promedio de repeticiones 24)

Probabilidad (5%)

Nº de corte	Forraje Verde kg/ha/Corte	Nº de corte	Forraje Verde kg/ha/Corte
2	14,162e*	10	18,498g
3	24,721i	11	19,430g,h
4	20,642h	12	6,068a
5	20,785h	13	9,308b
6	11,048c	14	19,285g,h
7	13,799e	15	11,586c,d
8	21,183h	16	14,726e
9	12,950d,e	17	16,513f

* Promedios con subescritos diferentes difieren **significativamente**. Fuente: Granja El Hatico, 1993

TABLA 16. Producción promedio de forraje verde en **kg/ha/corte** para cada **ecotipo** y densidad de **siembra**, en los 17 cortes (Promedio de repeticiones 32)

Ecotipo	Densidad de Siembra %	
	1.0 x 1.0	0.5x 0.5
Chiapas	14,515b,c*	18,289e,f
Santa Rosa		18,732f
Guanacaste	14,173b	15,830c,d
Bolivar	16,512d	18,674f
Chiquimula	9,845a	14,570b,c
Retalhuleu	16,829d,e	19,243f

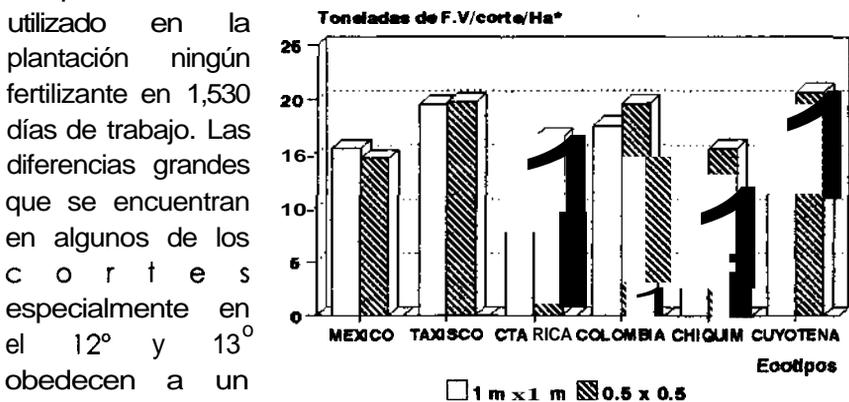
* Promedios con subscptos diferentes difieren significativamente. Fuente: Granja El Hatico, 1993

densidades, la densidad mayor del lepidóptero defoliador **Azeta** de 0.5 x 0.5 presenta un control **versicolor**, asociado con efectos casi total de las "malezas". climatológicos adversos, en donde al cultivo se le dio un

La tabla 15 presenta las producciones entre cortes. mayor número de días en el intervalo entre cortes.

Independiente del ecotipo de matarratón y de la densidad, se La tabla 16 y la figura 6 muestran ve claramente la persistencia del las producciones de forraje verde cultivo en el tiempo, sin haber

FIGURA 6: Producción F.V, ecotipos de matarratón



*Promedio de 17 cortes
FUENTE: Granja El Hatico. Mayo/95

utilizado en la plantación ningún fertilizante en 1,530 días de trabajo. Las diferencias grandes que se encuentran en algunos de los cortes especialmente en el 12° y 13° obedecen a un ataque de la plaga

promedias de los 17 cortes para cada ecotipo y densidad de siembra, en donde se nota cómo los ecotipos Santa Rosa, Bolívar y Retalhuleu son los de mejor producción tanto en 1 x 1 como en 0.5 x 0.5, demostrando su gran adaptación, persistencia y estabilidad en la zona donde se están evaluando.

El ecotipo de producciones más estables a través del tiempo ha sido el de Taxisco, en donde no hay diferencias entre las dos densidades; mientras que en el Chiquimula sí se presentan diferencias de 4,725 kg/ha/Corte entre las dos densidades a favor de la densidad 0.5 x 0.5. El mejor ecotipo para forraje y la mejor densidad de siembra es el Retalhuleu a 0.5 x 0.5.

1.8 CICLAJE DE NUTRIENTES

Para entender y comprender el ciclaje de los nutrientes en ecosistemas forestales González y Gallardo 1982 (Citado por Vilas B 1990) suponen que la circulación de los minerales sigue 2 caminos: un subciclo biológico cerrado y otro geoquímico abierto.

Dentro del subciclo biológico de corta duración (sistema suelo -

planta - animal - suelo), ocurren diferentes actividades como:

- Absorción de elementos del suelo por las plantas (A).
- Restitución de elementos a través de hojarasca, pluviolavados, excrementos, secreciones de organismos muertos (D).
- Retención de la otra fracción por los organismos vivos (R).

Donde $R=A-D$ son cuantificables anualmente.

El ciclo geoquímico está conformado por:

- Exportaciones (salidas o cantidad perdida), por drenaje y escorrentía superficial.
- Importaciones (Entrada): Adición debida a la precipitación, meteorización de la roca fosfórica y fertilización (Vilas B. 1990).

Con el apoyo de Colciencias y como parte del proyecto cód. 2237-07-005-89 "Ciclo de nutrientes en caña de azúcar y árboles forrajeros como base para el desarrollo de sistemas productivos

sostenibles para agroecosistemas tropicales" Se realizó un ensayo que buscaba cuantificar las cantidades de nutrientes que circulan dentro de un sistema de producción intensiva de forraje verde (hojas y tallos tiernos), realizar un balance para determinar la permanencia y productividad de dicho sistema a través del tiempo.

Por su manejo (cortes periódicos cada 3 meses) la planta capta y moviliza aceleradamente nutrientes dentro de un proceso dinámico común a otras especies vegetales y hay muchos interrogantes con respecto al comportamiento de los nutrientes en el suelo, por eso se realizó un ensayo que buscaba cuantificar las cantidades de nutrientes que circulan dentro de un sistema de producción intensivo de forraje verde (hojas y tallos tiernos) de tres procedencias de ***Glinçidia sepium*** Santa Rosa (Guatemala), Bolívar (Colombia), Retalhuleo (Guatemala), sembradas a densidades de 10,000 y 40,000 plantas/ha que corresponden a un distanciamiento de 0.5 m x 0.5 m y 1 m x 1 m para determinar la

permanencia y productividad de dicho sistema a través del tiempo.

Dentro del sistema se evaluaron como entradas solamente los depósitos de hojarasca hechos por los árboles en un año. Como salida, la cantidad de forraje verde que es cosechado durante un año.

El ensayo se realizó en la granja el Hatico. Los árboles eran procedentes de semilla, con 3 años de edad sometidos a cortes periódicos cada tres meses. La evaluación se hizo durante un año; entre el tercer y cuarto año del cultivo.

Se tomaron muestras de suelo al iniciar y finalizar el ensayo, se pesó la cantidad de forraje verde cosechado y la hojarasca depositada por las plantas cada 3 meses en el suelo.

Para el suelo, el forraje y la hojarasca se analizaron los contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio además del contenido de materia orgánica. Los análisis de suelo se hicieron a 5 cm de profundidad porque es allí donde ocurre la mayor actividad por parte de los microorganismos. En

el suelo ocurrieron cambios significativos (tablas 17 y 18). incorporan al suelo y son utilizados de nuevo por las plantas.

Los valores de pH en las diferentes procedencias se incrementaron con tendencia hacia valores neutros, donde las poblaciones de microorganismos desarrollan mejor su actividad, utilizan con mayor eficiencia los nutrientes y las relaciones naturales recíprocas entre el suelo y la vegetación tienden a un equilibrio.

La hojarasca depositada por los árboles (además de los residuos de cosecha como tallos de un mayor diámetro y algunas hojas verdes) son una fuente importante de materia orgánica que después de sufrir procesos de descomposición liberan elementos nutritivos que se incorporan al suelo y son utilizados de nuevo por las plantas.

La materia orgánica puede incrementarse de 3 a 5% anualmente, pero su efecto es acumulativo en el tiempo; por lo tanto la evaluación debe ser a largo plazo (1993 Pound B Comunicación personal).

Los incrementos en los valores de la materia orgánica en el suelo son importantes al presentarse también una mayor actividad biológica en el suelo que conlleva a una mayor disponibilidad de nutrientes.

En los análisis de suelo los valores de K y Ca disminuyeron en algunos casos, posiblemente debido a lavado o lixiviación por lluvias que hace que los nutrientes

TABLA 17. Cambios en las condiciones químicas del suelo con una densidad de 10,000 plantas/ha

Procedencia	pH	M.O %	P ppm	K ----- meq/100 g -----	Ca	Mg
Monterrico (1)	6.60	3.17	136.77	1.02	11.80	4.87
Monterrico (2)	7.10	3.63	148.50	0.77	10.4	5.31
Bolivar (1)	6.50	2.36	120.43	1.40	8.78	3.99
Bolivar (2)	7.00	3.65	149.73	1.42	9.0	54.42
Cuyotenango (1)	6.40	2.50	125.80	1.06	10.20	3.85
Cuyotenango (2)	6.80	4.78	157.30	1.68	9.43	4.36

(1) Análisis inicial. (2) Análisis final - Fuente: Gómez M. E, Granja El Ilauco, Murguieito E, 1993

TABLA 18. Cambios en las condiciones químicas del suelo con una densidad de 40,000 plantas/ha

Procedencia	PH	M.O	P	K	Ca	Mg
		%	ppm	----- meq/100 g -----	----- meq/100 g -----	----- meq/100 g -----
Monterrico (1)	6.60	2.13	94.85	0.64	11.48	4.47
Monterrico (2)	6.90	2.45	130.11	0.55	8.92	4.53
Bolivar (1)	6.80	2.63	189.30	1.02	11.50	4.42
Bolivar (2)	7.20	3.18	170.10	1.62	9.76	4.60
Cuyotenango (1)	6.70	2.63	131.80	1.12	11.17	4.14
Cuyotenango (2)	7.40	3.67	166.30	1.74	9.66	4.61

(1) Análisis inicial. (2) Análisis final - Fuente: Gómez M E, Granja el Hatico 1993

TABLA 19. Producción de forraje verde ton/ha/año

Procedencia	F. V.	M. S.	Hojarasca t/MS/año	Relación Forraje: Hojarasca
Monterrico (1)	80.60	18.50	2.71	6.80
Monterrico (2)	70.04	16.10	3.97	4.00
Bolivar (1)	55.50	12.70	2.69	3.20
Bolivar (2)	62.00	14.20	3.86	3.69
Cuyotenango (1)	58.50	13.40	2.49	5.40
Cuyotenango (2)	70.90	16.30	4.63	3.50

(1) 10,000 plantas/ha. (2) 40,000 plantas/ha - Fuente: Gómez M E, Granja el Hatico, 1993

se depositen en capas más profundas, o a mayor demanda por los árboles.

En relación con la producción de forraje se encontraron las producciones que se presentan en la tabla 19.

La producción de forraje verde por hectárea año oscila entre

55.5 y 80.6 sin que la población (densidad de plantas) incida de una manera directa. En trabajos anteriores cuando se ha evaluado el efecto de la población sobre la producción de biomasa se ha encontrado que a mayor población (mayor densidad 40,000 plantas/ha) hay una mayor producción de biomasa, existiendo una diferencia

altamente significativa en los primeros años, pero a través del tiempo está diferencia se va haciendo cada vez menor.

En la producción de forraje verde en el año en que se realizó el ensayo se observa una disminución considerable debido a pérdidas de follaje estimadas en un 62.2% por ataque de *Azeta versicolor* al realizar el tercer corte. La producción de forraje durante el período del ensayo (4 cortes) ha sido consistente, contrario a lo expresado por otros autores sobre el descenso en la producción a través del tiempo.

La producción de hojarasca representa una cantidad no despreciable en cuanto al potencial de producción de biomasa total de *Glicidia*.

El balance se hizo teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Contenido de nutrientes en el suelo al iniciar el ensayo.
- Contenido de nutrientes en el suelo al finalizar el ensayo.
- Forraje verde cosechado (nutrientes extraídos).
- Hojarasca depositada en el suelo (nutrientes devueltos).

No se cuantificaron directamente los aportes por fijación nitrógeno, los nutrientes que hacen parte de los tejidos de las plantas y otras posibles pérdidas.

En las tablas 20, 21 y 22 se presenta, para los 3 ecotipos estudiados, el contenido de N, P, K, Ca y Mg en la biomasa cosechada y la hojarasca caída al suelo, tanto al inicio como al final del trabajo.

TABLA 20. Balance de nutrientes del ecotipo "Monterrico" (10,000 plantas/ha)

Contenido	N	P	K	Ca	Mg
	kg/ha				
Biomasa	810.90	48.53	406.90	286.80	84.43
Suelo (5 cm)					
- Inicial	792.50	68.38	198.90	1,180.00	292.20
- Final	907.50	74.25	124.80	1,049.00	318.60
Hojarasca	48.06	2.40	19.90	76.40	18.40

Fuente: Gómez ME, 1993

TABLA 21. Balance de nutrientes del ecotipo "Bolívar" (10,000 plantas/ha)

Contenido	N	P	K	Ca	Mg
	kg/ha				
Biomasa	520.80	29.10	236.39	262.60	68.82
Suelo (5 cm)					
-Inicial	650.00	60.21	273.00	878.00	239.40
-Final	912.50	74.86	276.90	905.00	265.20
Hojarasca	58.11	1.70	16.10	68.90	19.80

Fuente: Gómez M. E, 1993

TABLA 22. Balance de nutrientes del ecotipo "Cuyotenango" (10,000 plantas/ha)

Contenido	N	P	K	Ca	Mg
	kg/ha				
Biomasa	556.40	31.56	270.88	266.90	84.67
Suelo (5 cm)					
-Inicial	625.00	62.94	204.75	1,021.00	231.00
-Final	1,195.00	78.65	327.60	943.00	261.60
Hojarasca	47.98	1.30	20.80	66.30	15.80

Fuente: Gómez M. E, 1993

En el balance realizado para cada uno de los ecotipos (Tabla 23) se encontró que en el sistema había fijación y liberación de nutrientes concluyendo que *Gliricidia* además de proveer nitrógeno activa la absorción y recirculación de los otros elementos como fósforo, potasio, calcio y magnesio por medio de su extracción del suelo.

Los aportes de N por parte de la hojarasca son bajos si se comparan

con lo que se extrae anualmente, pero este aporte es importante dentro del proceso de fijación del nitrógeno atmosférico.

Ecuación de Balance:

$$Q_i = Q_{fv} + Q_h + Q_f$$

Q_i = Cantidad inicial en Kg/ha (de M.O, P, K, Ca, Mg) para cada elemento determinado en análisis desuelo.

Q_{Fv} = Cantidad de nutrientes (BS) en Kg, determinado por análisis

TABLA 23. Ecuación de balance para las diferentes procedencias

Nutrientes	Procedencias		
	Monterrico	Bolivar	Cuyotenanago
Nitrógeno	792.2<1,766.4	650<1,491	625<1,799.3
Fósforo	68.38<125.18	60.21<105.66	62.94<125.2
Potasio	198.9<576.95	273< 529.39	204.7<619.2
Calcio	1,180<1,412.2	878<1,236.5	1,021<1,261.09
Magnesio	292 2<421.4	239.4<353.82	231<355.69

Fuente: Gómez M E, 1993

de tejido en el forraje verde (hojas extraídas pero la disponibilidad y tallo tierno). de fósforo se puede estar

$Q_h =$ Cantidad de nutrientes incrementando por actividad de Kg/ha (B.S) determinado por microorganismos asociados.

análisis de tejido en la hojarasca.

$Q_f =$ Cantidad final en Kg/ha (de M.O, P, K, Ca, Mg) para cada Como las plantas fueron propagadas por semilla, su elemento determinado en análisis sistema radicular alcanzó de suelo. profundidades entre 80 y 90 cm.

$Q_i > Q_{fv} + Q_h + Q_f$ Pérdidas Las raíces que se encuentran a (Lixiviación o volatilización) esta profundidad son importantes

$Q_j < Q_{fv} + Q_h + Q_f$ Aportes en los procesos de captación de (Fijación y liberación) agua de niveles freáticos profundos.

La disponibilidad de fósforo al igual que otros nutrientes se ve influida por microorganismos de la rizosfera ya que intervienen en el proceso de sintetizar compuestos de fácil asimilación por las plantas (Stinner y Glick 1992).

La deposición de fósforo en la hojarasca es mínima con respecto a las cantidades *Gliricidia sepium* es una planta con alto potencial productivo, su cultivo intensivo para forraje ha demostrado que mediante fijación de N, la hojarasca y los residuos de cosecha como tallos lignificados que vuelven al suelo constituyen un sistema donde los nutrientes son reciclados eficientemente, donde la fertilidad

y la producción se mantienen en niveles óptimos. Este trabajo muestra tendencia hacia la autosuficiencia de los principales nutrientes y explica el porqué la producción no ha decaído en más de seis años de cosecha de forraje.

1.9 UTILIZACIÓN EN NUTRICIÓN ANIMAL

1.9.1 Composición química y valor nutritivo

Los datos que se han publicado sobre los nutrientes del Matarratón *Glycidia sepium* indican que contiene niveles altos de proteína (23%), (45% de fibra neutra detergente) y calcio (1.7%), y niveles bajos de fósforo (0.2%). Los niveles de aminoácidos sulfurados y de triptófano parecen bajos mientras que el de

usina es comparativamente satisfactorio.

1.9.2 Efecto de la frecuencia de recolección sobre la composición química de las hojas de matarratón

En la Tabla 24 se resumen los resultados del análisis de las hojas del matarratón en una plantación de 5 años, cuya recolección se realizó a intervalos de 2, 3, 4, 5, y 6 meses de edad entre cortes.

Con la disminución de la frecuencia de corte hubo reducción del contenido de proteína total, extracto de etéreo (grasa) y calcio; mientras que aumentó el contenido de fibra y fósforo.

Los resultados anteriores son similares a los obtenidos en Colombia y otros países, donde se

TABLA 24. Composición química de las hojas de Matarratón en función del intervalo de recolección

IEC meses	P.B %	F.B %	Grasa %	Ceniza %	Ca %	P %
2	27.60	16.38	2.42	10.36	1.19	0.191
3	27.40	20.96	1.81	12.09	1.75	0.210
4	27.32	21.32	1.79	10.60	1.69	0.229
5	26.77	22.95	1.52	10.03	1.38	0.210
6	23.36	23.08	1.44	10.74	1.38	0.179

IEC = Intervalo entre cortes. PB = **Proteína** Bruta. FB = Fibra Bruta. - Fuente: Chadhokar P A 1982

TABLA 25. Comparación química del **matarratón** y **leucaena** (% en Base Seca) cosechados a intervalos de tres meses

ESPECIE	Prot bruta	Fibra bruta % M S	Grasa	Ca	P	K	Mn ppm	B
Matarratón <i>Gliricidia sepium</i>:								
Hojas	22.72	16.77	2.00	2.44	0.175	2.35	60	90
Tallos verdes	13.12	33.85	0.94	2.06	0.181	3.50	40	20
Tallo	5.60	58.46	0.37	0.44	0.069	1.60	20	6
Leucaena <i>Leucaena leucocephala</i>:								
Hojas	19.53	21.99	2.21	2.00	0.163	2.00	45	37
Tallos	6.34	50.80	2.09	0.56	0.690	1.40	20	10

Fuente: Chadhokar P A, 1982

comprueba de nuevo una de las bondades de los árboles forrajeros, relacionada con la flexibilidad en el manejo, si tenemos en cuenta que con el pasó del tiempo la pérdida en el valor nutricional no es drástica como sucede con la mayoría de los recursos alimenticios fibrosos presentes en el trópico, en especial las gramíneas.

1.9.3. Comparación del valor nutritivo del matarratón con la Leucaena *leucocephala*

En la tabla 25 se resumen los resultados obtenidos, en una comparación del valor nutritivo del matarratón vs la leucaena, el árbol forrajero más estudiado en el mundo tropical.

Se observa cómo varios elementos químicos están más concentrados en el follaje del matarratón que en la leucaena.

Contenido de aminoácidos en *Gliricidia sepium*

En un estudio realizado en el instituto de Investigaciones Médicas de Sri Lanka con hojas de Matarratón y otras especies vegetales de edad no determinada, se aislaron las proteínas y sus elementos para el consumo humano. El contenido total en nitrógeno del matarratón fue del 3.99%, con un 12% de esta cantidad formado por nitrógeno no proteico. En la tabla 26 se presenta el contenido en aminoácidos esenciales del

matarratón comparado con la comprobó que era bastante (Leucaena leucocephala), el apetecido tanto para el ganado cocotero (Cocos nucifera) y la vacuno como para el ovino, alfalfa (Medicago sativa).

incluso después de haberlo administrado en grandes cantidades durante un largo período de tiempo. Casi todos los valores de cantidades durante un largo período de tiempo. superiores a los de leucaena y la alfalfa.

1.9.4 Consumo

Contrario a algunos registros sobre problemas de consumo del matarratón *Glicidia sepium* por

parte de los bovinos y ovinos (Mahadevan 1956, Instituto Forestal de la Universidad de Oxford 1981), en Sri Lanka se

En Colombia en la Granja El Hatico se utiliza desde hace siete años sin encontrar problemas de consumo, se llega a suministrar hasta el 5% del peso vivo del animal en matarratón fresco.

En los ovinos se observó al comienzo bajo consumo, pero después de 60 días lo siguieron consumiendo sin problema.

TABLA 26. Contenido en aminoácidos del Matarratón comparado con *Leucaena*, el Cocotero y la Alfalfa

Aminoácidos	Matarratón	Leucaena	Cocotero	Alfalfa
	----- mg/g de N -----			
Arginina	399	294	82	357
Cistina	99	88	76	77
Histidina	127	125	128	139
Isoleucina	300	563	244	290
Leucina	603	469	419	494
Lisina	282	313	220	368
Metionina	105	100	120	96
Metionina + cistina	204	188	196	173
Fenilalanina	386	294	283	307
Treonina	300	231	212	290
Tirosina	280	263	167	232
Valina	401	338	339	356

Fuente: Chaldhokar P.A 1982

TABLA 27 Consumo **diario** de cada una de las procedencias

Procedencia	Base fresca (g)	Base seca (g)
Colombia	1217c	279c
Guatemala 124	540ab	101a
Guatemala 125	674ab	119ab
Nicaragua	721b	164b
Nigeria	692ab	143ab
P _≤	0.001	0.001
±ES	41	12

Fuente: Benneker C y Vargas J, 1994

En un estudio de consumo voluntario de cinco procedencias de matarratón ***Glicidia sepium*** por ovejas africanas con tres dietas diferentes realizado por Benneker C. y Vargas J. en 1994, encontraron diferencias significativas en el consumo de las tres procedencias (tabla 27).

Las letras diferentes indican diferencias significativas en la prueba de Duncan 1 %.

En los dos tratamientos que tenían cogollo, los animales prefirieron el matarratón.

La procedencia Colombiana fue la más consumida (5 veces más que el cogollo), sin embargo los consumos de las otras procedencias fueron superiores al normal utilizado en forma comercial 3 Kg B.F/100 Kg de peso vivo al día (tabla 28).

1.9.5 Utilización en bovinos

Algunos investigadores han evaluado el nivel de degradación del matarratón en el rumen y los resultados han demostrado siempre tener alta degradabilidad. En un estudio comparativo del índice de digestión en el rumen de distintas fuentes de proteína del ganado vacuno, Minor y Hovell (1979) señalaron que las hojas de batata eran, de los cinco forrajes examinados, las que se degradaban con mayor rapidez, seguidas de las hq'as de matarratón. En la tabla 29 figuran los valores de semidegradación de los cinco forrajes, y se observa mejor degradación del matarratón que de ***Leucaena*** ***teucocephala***, leguminosa forraje-**comercial** 3 Kg B.F/100 Kg de ra semejante y que suele compararse con él.

TABLA 28. Consumo de **matarratón** expresado como **Kg de matarratón/día/100 Kg** de peso vivo

Base Fresca	M	MC	MCB
Matarratón	24	23.2	22.1
Matarratón Cogollo	24	27.8	27.4
Total	24	27.8	27.6
Matarratón % dieta	100	84	80

M = Matarratón (hoja peciolo). MC = Matarratón + Cogollo de Caña de azúcar. MCB = Matarratón + Cogollo + Bloque **melaza/urea** (10% urea).

Fuente: **Benneker C, Vargas J 1994**

TABLA 29. Degradabilidad de forrajes tropicales en rumen

Forraje	Semidegradación (h o r a s)	
	MS	N
Hojas de batata (<i>Ipomea batata</i>)	6.4	5.6
Hojas de Matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>)	12.0	7.9
Hojas de yuca (<i>Manihotsculenta</i>)	13.1	20.5
Hojas de Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	23.2	21.2
Hojas de banano (<i>Musa acuminata</i>)	50.2	28.7

MS = materia seca N = nitrógeno.

Fuente: **Minor y Hovell 1979**

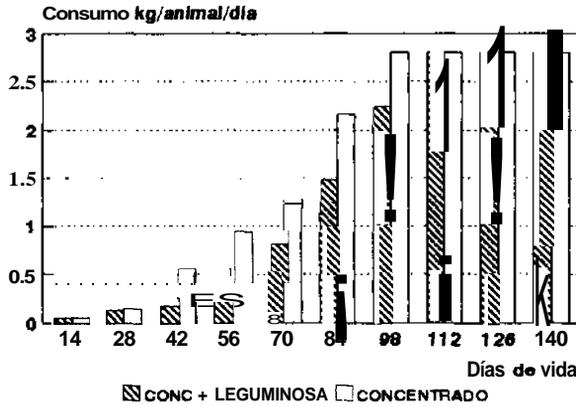
1.9.5.1 Suplementación de terneros en la etapa de cría

En la búsqueda de la reducción de costos de suplementación en la etapa de cría y la dependencia de insumos introducidos al sistema de producción se hizo una evaluación incluyendo el matarratón *Gliricidia sepium* en

base fresca a voluntad a terneras menores de 6 meses de edad, logrando reducir el 15% en el consumo de concentrado comercial (Rgura 7).

La ganancia de peso por ternera día fue 557 y 507 gramos para el grupo que recibió concentrado más leguminosa arbórea

FIGURA 7: Consumo de concentrado en cria de terneras, con y sin leguminosa



FUENTE: Granja El Hatoo, 1991

(matarratón) y las que sólo tuvieron concentrado comercial como suplemento respectivamente.

En el cuadro 2 se observan los consumos de leche, concentrado y leguminosa arbórea y sus costos para cada uno de los tratamientos, lográndose una reducción en costos importante a favor del tratamiento que tuvo el matarratón más el concentrado explicado por la disminución en el consumo del último y la mayor ganancia de peso (50 gramos).

En la figura 7 se observa el consumo de concentrado; en los últimos 30 días se limitó el ofrecimiento de concentrado a 2,800 g/animal/día buscando no

incrementar demasiado los costos por el alto consumo que se logra en el período.

El consumo de la leguminosa arbórea fue de un kilo promedio por ternera día, presentándose 300 a 500 gramos por animal en los primeros 60 días y

más de dos kilos por animal por día en los últimos 30 días de la evaluación.

1.9.5.2 Matarratón fresco *Gliricidia sepium* al 3 y 5% del peso vivo en el levante de bovinos

Tomando como base trabajos realizados con terneros lucerna recién destetos donde se utilizó un nivel máximo de 2.5% del peso vivo, de matarratón fresco como suplemento de una dieta básica de caña de azúcar picada y hubo ganancias de 400 g/animal/día, se planteó suplementar terneros recién destetos con niveles hasta del 5% del peso vivo en base fresca de matarratón.

Como se observa en la tabla 30 el **CUADRO 2: Análisis de costos de la cría, con y sin matarratón**

experimento se realizó con 4 animales por tratamiento con dos niveles de matarratón (3 y 5%) con una dieta base de caña de azúcar, suplementada con bloque multi-nutricional con 20% de urea, salvado de arroz, gallinaza y el matarratón que era el recurso en estudio.

Los animales (figura 8) que recibieron el 5% de matarratón ganaron 634 g/día vs 417 (52%

	CTRADO + LEGUM		CONCENTRADO	
	Cantidad	Costo (\$)	Cantidad	Costo
INGRESOS:				
- Peso ternera (kg)	116	\$98,600	109	\$92,650
EGRESOS:				
• Leche (lt)	60	(14,400)	60	\$14,400
• Concentrado (kg)	190	\$34,770	227	\$41,541
• Matarratón (kg)	140	\$2,800		---
TOTAL EGRESOS:		\$51,970		\$55,941

Costos a julio/93
U\$ = \$760

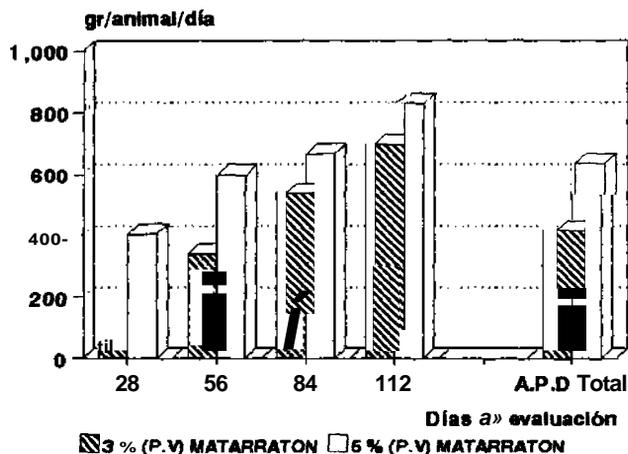
más) de los terneros suplementados con el 3%. Se concluye en la evaluación que los animales recién destetos alimentados con caña de azúcar como dieta básica, requieren

TABLA 30. Matarratón fresco *Gliricidia septum* al 3 y 5% del peso vivo en el levante de machos

Parámetro	Unidad	3%	5%
Animales	#	4	4
Duración	Días	112	112
Peso inicial	kg	192	196
Peso final	kg	239	267
* APD	kg	0.417	0.634
Consumo			
Caña integral	kg	18	17
Bloque mult.	kg	0.416	0.550
Matarratón	kg	6.5	11.6
Gallinaza	kg	0.500	0.500
Salv. de arroz	kg	0.500	0.500
Sal	g	50	50

* Aumento de peso **diario**. Fuente: Granja El Hatico, 1992

FIGURA 8: Niveles de matarratón en levante de terneros



FUENTE: Granja El Hatico

niveles altos de proteína que pueden ser aportados por leguminosas arbóreas como el matarratón en niveles que superen el 4% del peso vivo (B.F).

1.9.5.3 Suplementación de novillos de ceba con Matarratón

En una revisión de los trabajos realizados en ceba de novillos lucerna tanto en la hacienda "Lucerna" como en la Granja "El Hatico", con el uso de caña de azúcar como dieta básica en confinamiento total y suplementados con matarratón, bloque multinutricional como vehículo de la urea y salvado de arroz - gallinaza se han obtenido

60% de la materia seca consumida por el animal.

Matarratón *Glicidia sepium*: Para animales por encima de 250 kilos de peso, niveles del 2 al 2.5% del material fresco en relación al peso vivo son buenos para conseguir ganancia de peso por encima de 600 gramos.

Bloque multinutricional: Es la forma más apropiada y segura de vehiculizar la urea. En los últimos trabajos se han utilizado bloques con 20% de urea, buscando reducir los costos en comparación a la utilización del bloque del 10%, consiguiendo consumos de 10 a 14 g de urea/kilo de materia seca de alimento ingerido por el animal.

ganancias de 700 g/animal/día asegurando los siguientes consumos:

Caña de azúcar ***Saccharum officinarum***: A voluntad, ofreciendo 70 g/kilo de peso vivo por animal día. Lo anterior corresponde al

TABLA 31. Composición de los diferentes tratamientos

Materia prima (%)	Tratamientos			
	1	2	3	4
Azúcar cruda	55.00	55.00	36.50	60.00
Torta de algodón	12.00	-	-	•
Torta de girasol	-	12.00	-	,
Harina de matarratón	-	-	30.50	,
Sal mineralizada	1.00	1.00	1.00	1.00
Composición:				
Proteína %	16.99	16.75	16.13	13.60
Energía Megcal/kg	2.96	2.87	2.87	2.96
Materia seca %	89.00	88.70	88.70	88.70
Fibra %	6.67	6.91	8.51	6.30

Fuente: Muriel E y Valencia P, 1987

Salvado de arroz: Teniendo en cuenta el bajo contenido de lípidos en los recursos alimenticios fibrosos a nivel del trópico, es necesario suplementar con fuentes ricas en ácidos grasos de cadena larga, que sean sobrepasantes a nivel del rumen para ser absorbidos en el intestino.

Gallinaza: Se utiliza como fuente de minerales y nitrógeno no proteico. Tanto para el salvado como para la gallinaza se ha visto que niveles de 500/día gramos de cada uno, son suficientes en la dieta propuesta para animales entre 250 y 450 kg de peso.

1.9.5.4 Suplementación de vacas con harina de Matarratón

Kaasschieter *et al* (1983) realizaron un estudio con animales lecheros, administrando a búfalas Surti lactantes una dieta a base de paja de arroz ensilada con úrea con uno de los siguientes suplementos:

Leucaena; matarratón; torta de coco; matarratón y torta de coco; leucaena y torta de coco. Señalaron que la suplementación con matarratón reducía el consumo del forraje y no tenía un efecto significativo sobre el

rendimiento de leche, el rendimiento de grasa de la leche o los cambios de peso durante la lactancia. En un estudio anterior con el mismo hato, sin embargo, Perdok *et al* (1982) indicaron que el suplemento diario de 1,600 gramos de materia seca de matarratón por cabeza aumentaba el rendimiento de leche y grasa de la leche.

En 1987 Muriel E y Valencia P, realizaron en la Granja "El Hatico" (Colombia), un estudio (Trabajo de tesis de pregrado) donde se comparó la torta de algodón, torta de girasol y harina de matarratón y azúcar + mogolla de trigo (15%) como fuentes de proteína del suplemento para vacas en el primer tercio de lactancia y en pastoreo intensivo. La composición de los diferentes suplementos se presenta en la tabla 31.

La duración del trabajo fue de 13 semanas (91 días); no se detectó diferencia estadística ($P < 0.05$) para producción de leche; obteniéndose 1,324, 1,330, 1,319, y 1,324 kg de leche para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

La diferencia se logró económicamente teniendo en

cuenta que con valores de 1,993 el tratamiento 3 (con harina de matarratón) es \$40 (U\$ 0.05) por kilo más barato que los otros tratamientos, con la ventaja adicional de producir la fuente de proteína en la misma finca.

1.10 BIBLIOGRAFÍA

- Acosta C, Gómez M E, Restrepo J D, Vanden enden H 1988 Producción Animal Tropical y Desarrollo rural Matarratón *Gliricidia sepium* (Jacq.) Avances en su cultivo intensivo. CIPAV Cali.
- Altieri A Miguel 1983 Agroecología Cetal Ediciones Berkeley California 183 pp.
- Baggio A J 1982 Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Costa Rica Turrialba.
- Bartholomaeus A, De la Rosa A, Santos J, Acero L y Moosbrugger W 1990 EL Manto de la tierra CAR GTZ KFW Bogotá 332p.
- Beer J W, Fassbender H W, Heuvelodop J 1989 Avances en la Investigación agroforestal CATIE GTZ Turrialba CR 451p
- Benneker C y Vargas J E 1994 Livestock Research for Rural Development (6) 1 CIPAV Cali Colombia.
- Botero Raúl 1988 Sistemas Intensivos para Producción animal y Energía Renovable con Recursos Tropicales (Seminario Taller) Cali.
- Budowsky G. 1979 Sistema Agroforestales en América Tropical. Simposio Internacional sobre las Ciencias Forestales y su contribución al desarrollo de la América Tropical San José Costa Rica.

- Burbano O H 1989 El suelo una visión sobre sus componentes biogénicos Serie de investigaciones N.1 Universidad de Nariño Pasto Colombia 447pp.
- Caldas L 1979 La flora Ornamental Tropical y el Espacio Urbano. Biblioteca Banco Popular Cali Colombia 459pp.
- Camacho Y. 1992 Material de estudio 'Mediciones del Componente Arbóreo y Cercas vivas y Cortinas rompevientos'. Curso Internacional JICA-CATIE Desarrollo de sistemas Agroforestales Turrialba Costa Rica
- CATIE 1991 Madero negro (*Gliciridia septium*) (Jacq) especie de árbol de uso múltiple en América Central (Serie técnica). Informe técnico/CATIE N. 180 72p
- Chadhokar P A 1982 *Gliciridia Maculata*, una leguminosa forrajera prometedora, Revista Mundial de Zootecnia 44 pp36-43.
- Chadhokar P A 1990 Matarratón, una leguminosa forrajera prometedora, Revista Pardo suizo.
- De las Salas G 1987 Suelos y Ecosistemas Forestales IICA Costa Rica.
- Dommeerques Y 1982 Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture CIAT Cali.
- Dommeerques Y 1982 Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture CIAT Cali.
- Gavina L D 1989 Fixing tree research reports Volumen 7: 94-95
- Glover N 1986 EN: NAFTA Panorama General de árboles fijadores de Nitrógeno En: *Gliciridia septium* - Sus nombres dicen su Historia
- Gómez M E, Molina C H, Molina E J, Murgueitio E 1990: Producción de biomasa de seis ecotipos de matarratón *Gliciridia septium* Livestock Research for rural Development (2) 3 CIPAV Cali Colombia.
- Gonzales MIM y Gallardo JF 1986 Anales de Edafología y Agrobiología Instituto de Edafología y Biología Vegetal CSIC Madrid.
- Holdridge R Leslie 1987 Ecología basada en zonas de vida MCA Costa Rica.
- Kang B. T and Molunoy 1987 EN: NAFTA *Gliciridia septium* (Jacq) Magnamnet and Improvement NAFTA. Proceedings of workshop held at CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Kass D L, Jiménez M, Camacho Y 1986 Informe Técnico anual del Proyecto *Erythrina* spp.
- Maecha G y Echeverri R 1983 Árboles del valle del Cauca. Progreso Corporación Financiera S.A Litografía Arco Bogotá 208p
- Milthorpe FL y J Moorby 1982 Introducción a la Fisiología de los cultivos. Editorial Hemisferio Sur S A Argentina 259 pp
- Molina J P 1990 Plagas del cultivo de matarratón y agentes de control biológico. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira.
- Moreno A H 1985 Sistemas Agroforestales con *Gliciridia septium*. Seminario sobre Avances sobre Sistemas Agroforestales. CATIE Turrialba 28 pp.
- Muriel B E, Valencia B P 1987 Harina de matarratón, torta de girasol, torta de algodón y azúcar en la preparación de suplementos para la fase temprana de lactancia. Tesis de grado facultad de zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.
- NAFTA. 1987 *Gliciridia septium* (Jacq) Walp: Management and Improvement. Proceedings of a Work held at CATIE Turrialba Costa Rica 1987 226pp.

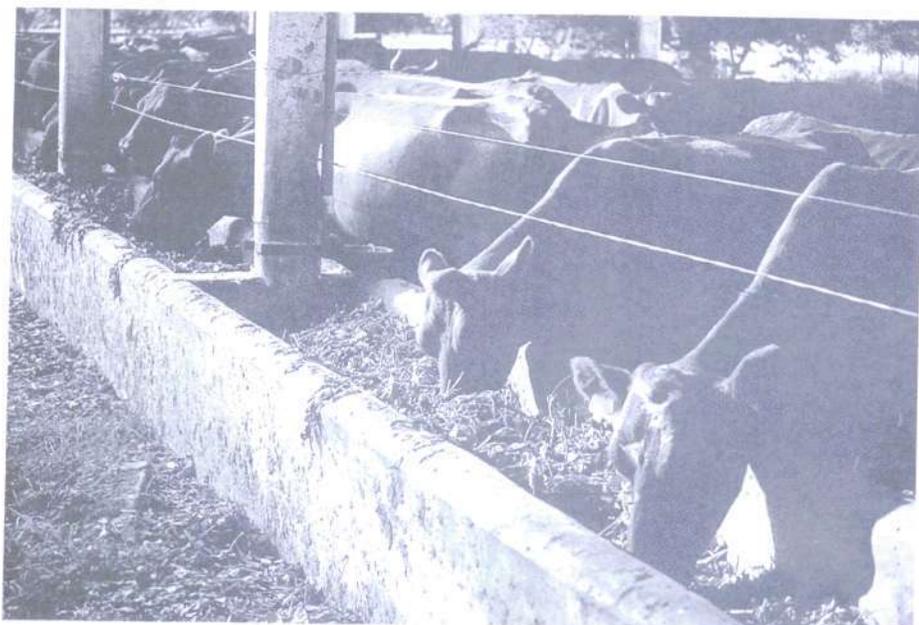
- NAFTA. 1989 Panorama General de los árboles fijadores de nitrógeno Wimanalao Hawai.
- National Academy of sciences 1987 *Leucaena leucocephala*; New foraje an tree crop for the tropics Washinton 31 pp
- Organización para Estudios Tropicales Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza 1986 Sistemas Agroforestales Costa Rica 810 pp.
- Perdok A D Thamoataram M Blum J et al 1982 Practical experiences with urea enside straw in Sri Lanka. Maximun Livestock production from minimum land. Agricultura University and Baro; Dacca.
- Sánchez P 1981 Suelos del trópico características y manejo IICA Costa Rica.
- Parent Guy 1989. Guia de reforestación. edit Sena Bucaramanga Colombia pp 80
- Pérez A E 1990 Planta útiles de Colombia. edit Víctor Hugo. pp158 Medellín Colombia.
- Vilas B O 1990 Descomposición de la hojarasca y mineralización del nitrógeno de la materia orgánica del suelo bajo cuatro sistemas agroforestales, en Turrialba Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica, UCR/CATIE.



SLA/99

2 mm

Omiodes martinalis



Consumo de forraje de matarratón (*Gliricidia sepium*) por vacas "Lucerna" doble propósito. Hacienda Lucerna, Bugalagrande, Valle del Cauca, Colombia



Árbol de matarratón (*Gliricidia sepium*) en floración. Valle del Cauca, Colombia



Cerco vivo de matarratón (*Gliricidia sepium*) Chimichagua,
Cesar, Colombia

2. NACEDERO *Trichanthera gigantea* (H. ef B.) Nees

Gómez María Elena, Ríos Clara Inés [Investigadoras CIPAV en el Instituto Mayor Campesino (IMCA)], Murgueitio Enrique [Investigador O.E CIPAV]

2.1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA (Leonard 1951)

Reino Vegetal
División Spermatophyta
Clase Dicotiledoneae
Orden Tubiflorales
Familia Acanthaceae
Subfamilia Acanthoideae
Serie Contortae
Tribu Trichanthereae
Genero *Trichanthera*
Especie *Trichanthera gigantea*

silvestre y que pueden ser cultivadas para fines específicos, son cosmopolitas en trópicos y subtropicos y están especialmente bien desarrolladas en los Andes Americanos (Pérez Arbeláez 1990).

El nacedero es un árbol mediano que alcanza 4-12 m de altura y copa de 6 m de diámetro, muy ramificado. Las ramas poseen nudos muy pronunciados, hojas opuestas aserradas y vellosas verdes muy oscuras por el haz y más claras por el envés; las flores dispuestas en racimos terminales son acampanadas de color amarillo ocre con anteras pubescentes (peludas de allí su género *Trichanthera*) que sobresalen de la corola. El fruto es una cápsula pequeña redonda con varias semillas orbiculares (Pérez A 1990).

2.2 SINÓNIMOS

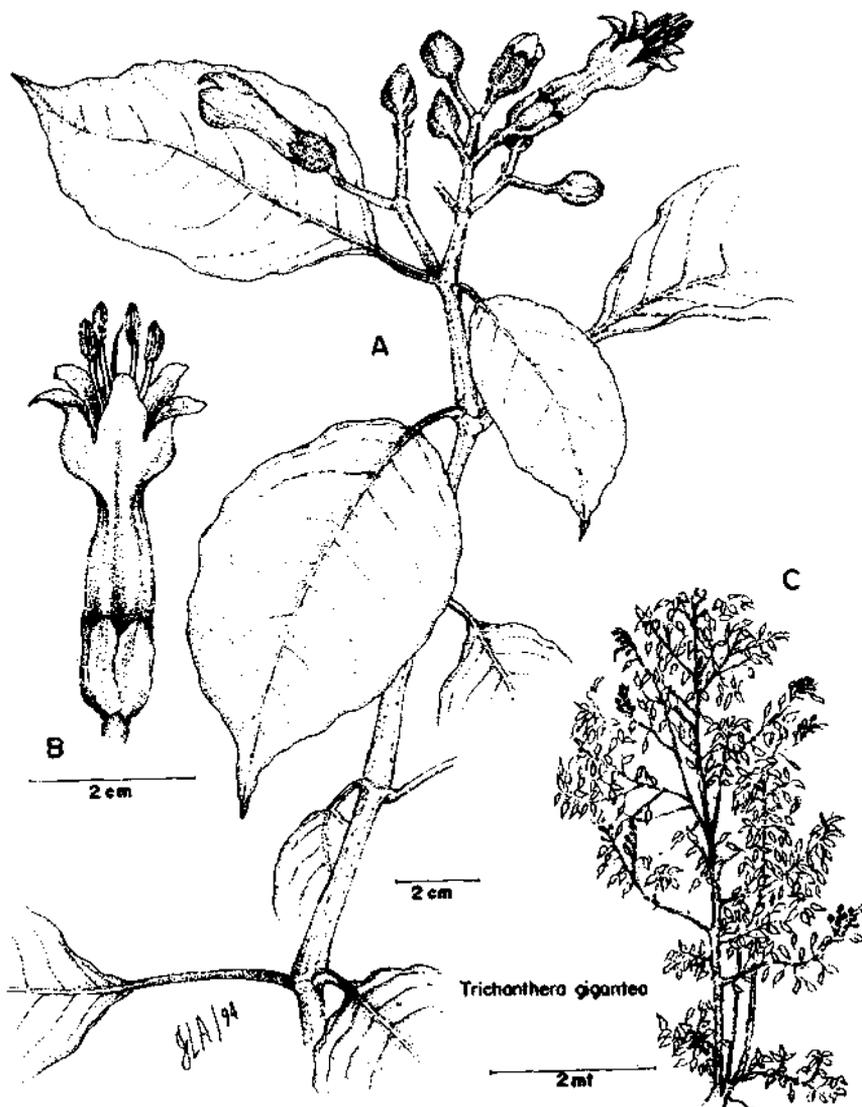
Ruéfia gigantea (H. ef B.). Es conocido con numerosos nombres vulgares como: quiebrabarrigo (zona cafetera del Valle del Cauca, Antioquia, Caldas, Tolima), aro (Santander), cajeto (Ocaña, Cundinamarca), fune y madre de agua (Villavicencio), yátago (cañón del Chicamocha, Boyacá y parte de Santander), suiban y cenicero (Bolivia), tuno (Guatemala), naranjillo (Venezuela), palo de agua (Panamá), beque, pau santo (Brasil) (Pérez Arbeláez 1990, Gómez M. E 1993 y Ríos C. 1994).

2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Las acantáceas son plantas vistosas que crecen en forma

2.3.1 Producción de semillas

En un trabajo realizado en el Parque Nacional Soberanía de Panamá, relacionando el número de granos de polen en los estigmas de las flores de nacedero, con el número de semillas maduras en cada fruto, se encontró que se necesita un mínimo de ocho granos de polen



para que un fruto madure y el promedio de semillas maduras fue menos de uno (de un máximo de ocho). Estos resultados sugieren que la polinización es el factor limitante en la producción de semillas para esta especie en esta zona. También se determinó que las flores de esta especie no se autopolinizan (Mc Dade 1983). Revisando muestras de herbario en la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales de Venezuela, se observó en algunos frutos, la producción de dos semillas maduras y dos a cuatro aparentemente abortadas por fruto (Ríos 1993). No se encontró producción de semilla sexual madura en 820 frutos, tomados de 40 árboles en tres sitios del Valle del Cauca (Sevilla, Buga y El Cerrito) (Ríos C 1994).

Parra G (1987) estudió la polinización de la especie en Buga (Valle) y registró como visitantes los colibríes **Chlorostilbon cf. ginsony**, **Chlorostilbon sp.**, **Antracothorax nigricollis**, **Amazilia tzacatl**. Un murciélago **Glossophaga soricina**, la abeja **Eulaema sp.** y un lepidóptero de la familia Sphingidae.

Se ha observado un murciélago nectarívoro (**Glossophaga soricina**) libando en la flor, lo cual

pone de manifiesto una estrecha relación evolutiva entre las plantas y sus polinizadores (Alberico citado por Gómez y Murgueitio 1991). También se han observado abejas, hormigas y colibríes visitando las flores (Pérez 1990).

2.4 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

El nacedero pertenece a la familia Acanthaceae constituida por cerca de 200 géneros con más de 2000 especies en su mayoría nativas de los trópicos (Heywood V H 1985). En América casi todas las especies son hierbas, arbustos y trepadoras, encontrándose únicamente tres o cuatro especies de árboles en los géneros **Trichanthera**, **Bravaisia** y **Suessenguthia** (Gentry A 1993).

"Se ha registrado en Venezuela, Panamá, Costa Rica (Leonard 1951), Bolivia, Guatemala y Brasil (pérez Arbeláez 1990). En Colombia se encuentra distribuida desde el nivel del mar hasta 2150 msnm (Ríos C. 1993), en diversos agroecosistemas con precipitaciones que van desde menos de 600 mm/año, en el Cañón del Chicamocha, hasta más de 4500 mm/año en la Costa Pacífica (vereda Llano Bajo) (Ríos C. 1993).

Con base en la clasificación de L. R. Holdrige (Espinal L. S. y

colaboradores 1977) se ha encontrado en:

Bosque pluvial tropical, en el río San Juan (Chocó), Río Calima (Valle/Chocó) y río Anchicayá (Valle). Bosque húmedo tropical en los ríos Dagua Anchicayá (Valle), río Guiza (Nariño), Alto San Juan (Risaralda y Chocó) y San José del Palmar (Chocó). Bosque húmedo tropical en el Magdalena medio, río Meta en Puerto Gaitán, Valle del Sinú y Villavicencio. Bosque seco tropical en el Valle del Cauca: Vijes, Mediacanoa y Buga. Bosques húmedo premontano y montano en las cordilleras Central y Occidental del Valle, Cauca, Nariño, Risaralda, Quindío, Caldas y Antioquia en zona cafetera. Bosque muy húmedo premontano en la cordillera Occidental vertiente occidental en Valle, Risaralda, Nariño y Chocó y matorral espinoso premontano en Chicamocha (Boyacá) (Murgueitio E. Comunicación personal, 1992)." (Ríos C. 1994).

2.5 HISTORIA

"La primera descripción botánica la realizó el sabio José Celestino Mutis en 1779. En 1809 es descrito y clasificado por Humboldt y Bonpland bajo el nombre de **Ruellia gigantea**, con base en muestras colectadas a lo largo

del río Magdalena (Leonard 1951). Al publicar Kunt las plantas del viaje de Humboldt y Bonpland (1817) le dejó el nombre y sugirió la creación del género **Trichanthera**, que quiere decir planta de anteras peludas; años después Nees de Essenbeck (1847), en el Prodomus de Augusto de Príamo De Candolle, creó el género **Trichanthera** (Pérez-Arbeláez 1990). " (Ríos C. 1994).

2.6 ADAPTACIÓN

Tiene un rango muy amplio de distribución y por lo tanto posee una gran **capacidad** de adaptarse a diferentes ecosistemas.

Crece en suelos profundos, aireados y de buen drenaje (Acero E 1985), tolera valores de pH ácidos (5.0) y bajos niveles de fósforo y otros elementos tradicionalmente asociados a los suelos tropicales de baja fertilidad (Murgueitio E 1988).

2.7 FENOLOGÍA

Un estudio sobre el comportamiento fenológico del nacedero, registrado en la Estación Biológica del Vínculo (Buga), registra la aparición de hojas nuevas y apertura de flores durante todo el año (Parra G.1986). En Viotá

(Cundinamarca), ubicado a 1750 msnm, donde se presentan dos picos de precipitación en abril y noviembre, temperatura promedio de 19 °C, se registra floración de noviembre a marzo y fructificación de marzo a octubre (Acero 1985).

2.8 USOS

Los nombres "nacedero" y "madre de agua", significan que el árbol crece en los nacimientos de las aguas (Pérez 1990).

El uso más generalizado es como cerca viva y como planta destinada a proteger y mantener nacimientos de agua. En la actualidad esta especie se está incorporando con gran énfasis en programas de reforestación y protección de cuencas que realizan entidades estatales, privadas y comunitarias (Ríos C 1993).

También se usa como parte de cultivos multiestratos (café, cacao, huertos habitacionales), construcción de caneyes para secar tabaco y casas, utilizando el tronco en las partes aéreas (Ríos C 1994).

Usado para la conformación de cercas vivas a partir de estacones

que además aporta forraje para los animales (Devia 1988).

En un trabajo de etnobotánica realizado en Colombia se registran 74 formas de uso del nacedero (ver Tabla 1). Se encontró una tendencia al manejo de mayor cantidad de conocimientos sobre usos del nacedero por los ancianos: 3.3; las generaciones más jóvenes repollaron en promedio 2.97 (se registró información de 10 ancianos y 36 no ancianos). Si estos conocimientos no son pasados por algún mecanismo a las nuevas generaciones, o simplemente éstas no los practican, la especie puede ir perdiendo "importancia" y en cualquier momento la podrían eliminar de los predios.

Medicinal

En la época de la República (1882) se atribuyeron a esta planta aplicaciones útiles contra la viruela en poblaciones invadidas por este virus (Comunicación personal Zoraida Calle, bióloga, julio de 1993).

En Boyacá (veredas Huerta Vieja y Cuicas Buraga) se encontró esta especie ligada a tradiciones religiosas. Para fabricar la cruz el

día tres de Mayo de cada año y para la "siembra de agua", que consiste en colocar un recipiente de madera con agua bendecida, en un hoyo, cavado en un sitio húmedo, donde siembran nacedero y heléchos. Ahí según lo registran campesinos de la región "nace" agua en un año (Ríos C 1994).

En zonas rurales se usa para tratar varias clases de reumatismo, afecciones del hígado, riñones, tomado en tisana preparada con hojas (González A. mencionado por Pérez Arbeláez 1990). Para bajar la tensión arterial, colocando trozos de tronco en agua y bebiendo el agua al día siguiente.

En San Agustín (Huila) se reporta como medicina para el herpes zoster, utilizando las hojas en forma de cataplasma y los peciolos tiernos hervidos para la tensión alta, tomando esta bebida en ayunas. En Caquetá utilizan sus hojas cocidas con agua, para control de parásitos en los niños tomándola en ayunas, durante nueve días en menguante (Comunicación personal Zuluaga G., Médico etnobotánico 1993).

En la vereda Llano Bajo Buenaventura (costa pacífica) se

dice que el árbol de nacedero es el "árbol de la mujer" y es utilizado en formas diversas antes y después del parto (Ríos C 1993).

En Anserma Caldas, es usado como bebida para madres lactantes (Ruiz M 1992 Comunicación personal).

Su uso en animales estaba limitado a propiedades medicinales contra la fiebre, expulsión de la placenta y otras enfermedades de los cerdos, en equinos para curar hernias (Uribe J. mencionado por Pérez Arbeláez 1990).

Forrajero

Se reporta como alimento de especies en cautiverio, especialmente mamíferos, usando las hojas como forraje (Patino 1990).

La Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV, ha trabajado desde hace algunos años en la búsqueda de alternativas para la alimentación animal. En la granja del Instituto Mayor Campesino ubicada en Buga (Valle), se han realizado

USOS REGISTRADOS DEL NACEDERO (Tomado de Ríos C 1994)

SITIOS	Do	Da	Ta	Ca	Re	PI	Ch	Ll	Qu	Ce	Gu	Se	St	Ve
AGUA (3)	3	3		3	2	1	5		1	1	1	1		1
SUELO (2)		1		1			1							
FORRA JE (11)														
Monogást.	4	9	3	4	4	2	2	2	3					2
Rumiantes	3	2		2	2		1	0						
MEDIC. HUMANA (26)														
Transtor.resp.							6							
Reprod.			13				2							1
Digest	1						1							
Endocri.							1							
Muscul.	2											1		1
Gnral.	1	1	1	2			2							
Piel							3							1
Otros	1						2							
MEDIC. ANIMAL(17)														
Cerdos	1	1	1		4									
Vacas	1	1		2		1	6		1					
Pollos					4									
CERCO VIVO(4)	2	2		2	2	2	6	1	1	1			1	1
CULT.ASOCIA.(6)	3	4	2	2	2			2				1	1	
CONSTRUC.(2)							3							1
OTROS(3)							5							1
A.TOT.USOS/SITIO	12	13	14	14	15	4	33	4	6	2	1	3	2	9
B.TOTAL REGISTROS	22	24	20	18	20	6	55	5	6	2	1	3	2	9
C.TOTAL DE USOS	74													
%RPS	11	12	10	9	10	3	29	3	3	1	1	2	1	5

%RPS: Porcentaje de registros por sitio, con respecto al total de usos reportados

Do: El Dovio - Valle

Ca: Caldono - Cauca

Ch: Chicamocha - Boyacá

Ce: El Cerrito - Valle

St: Santander

Da: Dagua - Valle

Re: Restrepo - Valle

Ll: Llanos - Meta

Gu: Guaviare

Ve: Venezuela

Ta: Tatabro - Valle

Pl: Planada - Nariño

Qu: Quindío

Se: Sevilla - Valle

ensayos de cultivo intensivo y alimentación de diferentes especies animales con nacedero, especialmente conejos, cuyes, gallinas, ovejas africanas y cerdos de ceba y cría.

comparado con el testigo. Los primeros rebrotes aparecieron a los 21 días, el prendimiento máximo se verificó a los 41 días y el porcentaje de supervivencia a los 48 días fue del 86.6% (Gómez *et al* 1988).

2.9 ASPECTOS AGRONÓMICOS DE CULTIVO

2.9.1 Propagación

La germinación por semilla es muy baja del 0 al 2% (Parent 1989), de allí que su multiplicación en forma natural se haya hecho vegetativamente ya sea por ramas que se doblan y en contacto con el suelo forman raíces rápidamente convirtiéndose en una nueva planta.

Las comunidades han propagado esta especie utilizando material vegetativos (estacas) para su respectivo uso.

En el CIPAV, en los primeros ensayos se usaron estacas pequeñas cuyo principal requisito era tener 2 nudos; los diferentes tratamientos correspondían al uso de sustancias enraizadoras como ácido naftalenoacético al 0.2% y 0.4% y ácido indolacético al 2%. No se observó diferencia con respecto al prendimiento

En ensayos realizados enraizando estacas de 1, 2 y 3 yemas (en enraizador preparado con materia orgánica y calfos, cubierto con plástico durante todo el tiempo con el fin de controlar la malezas se obtuvieron los mejores resultados con estacas de tres yemas: porcentaje de germinación 84%, número de raíces = 17 y peso de raíces secas = 2.17 g (Krause 1990).

Rivera y Jaramillo 1991 encontraron que las características de la estaca más favorables para propagar esta especie eran: longitud 20 cm, diámetro: 2.2-2.8 cm, número de nudos 3, observándose que si el corte de la parte que va a ser enterrada se hace debajo del nudo hay una mayor proliferación de raíces.

Las plántulas pueden ser producidas en vivero sembrando las estacas en bolsas de 1 kg lo que permite un mejor desarrollo

de la raíces, para su llenado se puede utilizar una mezcla de arena, tierra y abono orgánico en relación 3:3:1.

2.9.1.1 Disposición en el campo

Cuando se habla de disposición en el campo se puede referir a:

La siembra de las estacas puede hacerse directamente en el campo asegurándose buenas condiciones iniciales (control de malezas y agua) a fin de permitir un buen establecimiento y desarrollo de las plantas. También puede realizarse trasplante a raíz desnuda, previo enraizamiento de las estacas, después de haber retirado parte del follaje para evitar deshidratación al ser establecida en el campo. Estas dos prácticas disminuyen altamente los costos en comparación con el sistema de vivero (siembra en bolsas y trasplante al campo).

El éxito de tener un alto porcentaje de prendimiento y poblaciones uniformes en el campo radica en una buena selección del material de propagación y de proporcionar condiciones adecuadas para su desarrollo inicial como son disponibilidad de agua y disminución de competencia por las malezas.

- Utilización de espacio físico.
- Combinación con otras especies en el mismo o diferente sustrato
- Distancias de siembra que definen una población y la forma de manejo

Todas estas formas van encaminadas a obtener un mejor desarrollo del cultivo y una mejor utilización del espacio.

En lugares donde las condiciones climáticas como precipitación y temperatura, se combinan de manera favorable (bosque húmedo tropical, bosque montano y pre-montano) para el desarrollo del cultivo se puede sembrar en un mismo estrato combinado con especies de árboles leguminosas (nace-dero con cachimbo *Erythrina poeppigiana*) que harán aportes benéficos a la asociación como fijación de nitrógeno, barrera contra el ataque especializado de los insectos, aportes de hq'arasca que actuara como

cobertura de nutrientes al descomponerse y mejor regulación hídrica.

DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS EN EL CAMPO

Cultivo en un mismo estrato

Sin asociar



En condiciones de bosque seco tropical es necesario modificar el sistema de cultivo para que la especie desarrolle al máximo su potencial, utilizando un sustrato alto que le proporcione sombra, evite la acción directa del sol y los vientos facilitando una mayor conservación de la humedad. Arboles resistentes a la sequía como el algarrobo (*Prosopis juliflora*) permiten un estrato superior que beneficia al nacedero.

Asociado



+ Leguminosa asociada

Cultivo **multiestrata**



Los cultivos mixtos con leguminosas se siembran alternando las especies en hileras.

X estrato superior

substrato alto se siembran a 6 y 8 m de distancia y el nacedero separado 1-2 m entre sí.

En cultivos multiestrato se tiene en el sustrato alto conformado preferencialmente por una leguminosa: *Erythrina* spp/ *Prosopis juliflora*/ *Gliricidia sepium*/ *Inga* sp/ *Albizia* y en el sustrato medio nacedero. Los árboles del

2.9.2 Altura y frecuencia de corte

En diferentes ensayos realizados con respecto a la altura de corte

TABLA 1. Producción promedio de forraje verde (t/ha)

Altura de Corte (m)	Cortes			
	1	2	3	4
1.0	16	11.18	11.77	12.68
0.6	17.14	10.98	8.43	11.38

Fuente. Gómez M. E 1991

se concluyó que la altura ideal es de 1 m (por control de malezas), el corte se realiza dejando un tallo principal y teniendo cuidado de no atrofiar los puntos de crecimiento (nudos) para la formación de follaje en los posteriores cortes. A través del tiempo y dependiendo de los parámetros productivos y el estado del cultivo se puede ir rotando el tallo principal.

El manejo de las alturas de corte está estrechamente relacionado con las condiciones climáticas, por ejemplo en sitios donde las temperaturas son elevadas y el régimen de lluvias escaso es necesario manejar estratos entre 1.3 y 1.5 m para que proporcione un microclima adecuado que permita mejores rendimiento en la producción.

En un ensayo realizado en el IMCA donde se evaluó la

incidencia de la altura de corte (0.6 m y 1 m) sobre la producción de forraje verde en nacedero sembrado a 0.75 m por 0.75 m, con un año de establecido, donde se realizaron cortes cada tres meses se obtuvieron las producciones que se muestran en la Tabla 1.

Entre las producciones obtenidas no se presentaron diferencias significativas ($P=0.53$) entre las dos alturas evaluadas, debido posiblemente a que los árboles cortados a 1 m habían perdido puntos de rebrote comportándose como árboles cortados a 0.6 m.

En las parcelas anteriores se realizó un corte de uniformización a 1 m de altura y posteriormente se evaluó la producción de forraje a diferentes intervalos de corte 3, 4, 5 y 6 meses, obteniéndose los

TABLA 2 Producción de forraje verde ton/ha a diferentes intervalos de corte.

Intervalo entre cortes (meses)	Promedio de forraje verde t/ha
3	12.57 bP=0.035*
4	8.47a
5	13.66b
6	13.38b

Fuente: Gómez M. E 1992.

resultados Tabla 2. En este ensayo se presentaron diferencias significativas entre el corte realizado a los 4 meses y los realizados a los 3, 4, 5 y 6 meses debido posiblemente a la influencia de las condiciones climáticas (precipitación) tienen un mayor efecto sobre la producción que la periodicidad de los cortes.

Es importante anotar que durante el tiempo en que se realizaron los ensayos no se realizó ningún tipo de fertilización.

En material propagado por estaca, sembrado a 0.5 m x 0.5 m y cortado por primera vez a los 4, 6, 8 y 10 meses se obtuvieron producciones de 4.16, 7.14, 15.66 y 16.74 t/ha de forraje verde respectivamente; mientras que a menor densidad (10.000

plantas/ha) que corresponden a distancias de 1 m x 1 m, las producciones fueron de 0.79, 3.52, 3.92, 3.23 t/ha (Rivera y Jaramillo 1991).

En parcelas con 6 meses de establecidas se realizó el primer corte cosechando el 30% y el otro corte a los 9 meses cosechando el 70% del forraje con el fin de observar la respuesta de rebrote de las plantas con el fin de obtener una aproximación sobre su manejo (ver tabla 3).

Por estas observaciones se concluyó que el corte debería ser en su totalidad (100%), ya que había una mejor respuesta en el rebrote al cosecharse el 70%.

En árboles dispuestos en línea separados 1 m entre sí y bordeando cultivos de caña se

TABLA 3. Producción de forraje verde de nacedero 13,333 plantas/ha cosechando un porcentaje del follaje total producido por las plantas en el primer corte.

Cosecha (meses)	Poda (%)	Materia verde (g/árbol)
6	30	40
9	70	1 000

Fertilizado con 400 g de caprinaza por árbol - Fuente: Gómez M.E 1990

han obtenido producciones de forraje verde de 9.2 toneladas/año (cortes cada 3 meses) por kilómetro lineal.

En cultivos intensivos de árboles sembrados a distancia de 1 m x 1 m (entre surco y entre plantas) con intervalos de corte de 3.5 meses se han obtenido producciones de 460 g de hoja verde y 1100g de tallo para una producción total de 1500 g de biomasa total/árbol/corte equivalente a 53 toneladas de biomasa total/ha/año.

Se está midiendo un sistema multiestrato de 4 alturas donde el guamo *Inga edulis* es el estrato superior, el nacedero forma el segundo estrato, la pñngamosa u Ortiga *Urera baccifera* el tercer estrato y confrey *Symphytum peregrinum ledeb* esta cubriendo el suelo. El nacedero está sembrado a una distancia de 3 m

x 3 m y la ortiga a 1 m x 3 m se han obtenido producciones de ortiga 120 días después de un corte de uniformización del orden de 3.9 kg/planta de tallo y 13 kg/planta de hoja, para la segunda época 150 días después produjo 4.96 kg/planta de tallo y 8.5 kg/planta de hoja y producciones de forraje verde de nacedero en un período de 6 meses (primera época) fueron del orden de 5.37 kg de tallo por planta y promedio 8.5 kg/planta de hoja verde (Mafla H 1993) La producción equivalente en una hectárea será de 26.4 ton de forraje verde de nacedero y 7 de pñngamosa por año lo que suma 1.2^o ton de proteína seca. El guamo aporta 12.3^o ton de hojãrasca al suelo.

2.9.3 Fertilización

En Colombia aún no se han realizado ensayos sobre el efecto

de la fertilización sobre la producción de forraje; sin embargo, en las evaluaciones consecutivas de producción de forraje vs altura o intervalo, donde no se ha aplicado ningún tipo de fertilizante, se evidencia una disminución en la biomasa producida así como también la disminución en los contenidos de nutrientes, tanto en el forraje como en el suelo a través del tiempo (4 años de cultivo). Es importante anotar que cuando estas especies que han crecido en forma silvestre son introducidas a sistemas de producción es necesario investigar sobre la relación planta-suelo respecto a la dinámica de los nutrientes que hacen parte misma del sistema.

En un ensayo realizado en Vietnam sobre el efecto de diferentes dosis de nitrógeno (80 y 160 kg/ha) sobre la producción de biomasa en el primer corte se obtuvieron producciones de 12.5, 25 y 32.5 ton/ha de forraje verde para el testigo, aplicaciones de 80 y 160 kg/nitrógeno respectivamente (Preston T comunicación personal).

Campeños de las zonas cafeteras de la cordillera

occidental del Valle aplican abonos orgánicos especialmente humus de lombriz y aunque todavía no hay datos cuantificados la apariencia de los cultivos es sobresaliente frente a los del valle geográfico.

En cultivos de nacedero establecido se han encontrado en forma natural asociadas a esta especie, poblaciones importantes de micorizas (64 esporas/24 g de suelo) (Mafia H F) que se considera bueno según la tabla que registra contenidos mayores de 50 en esta escala; de allí la importancia de profundizar estudios en esta área, lo que permitiría potencializar su uso y obtener beneficios en cuanto a la disponibilidad y utilización de nutrientes.

2.9.4 Manejo de malezas

La competencia y el incremento en los costos de producción a generado alternativas para el manejo de las especies no deseables dentro del cultivo como son: alturas de corte mayores (1- 1.5 m) donde el efecto de la sombra es mayor, retardando el crecimiento de las mismas, utilización de cobertura muertas como el bagazo de caña y vivas como algunas

especies de leguminosas como *Canavalia ensiformis* y *Dolichus* hasta la fecha; su importancia económica está en observación. sp, y establecimiento de sombrío.

2.9.5 Plagas y enfermedades

En el transcurso de las investigaciones realizadas en los cultivos establecidos no se han presentado problemas generalizados por el ataque de plagas o presencia de enfermedades, esto obedece en una buena medida a la asociación con otras especies vegetales y a la no utilización de agrotóxicos que han permitido un equilibrio en las poblaciones naturales de insectos.

En la vereda La Virgen, municipio de Dagua Valle del Cauca después de tres años de cultivo, ha aparecido un gusano comedor de follaje no clasificada

2.10 COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO

La composición química del forraje varia de acuerdo al tipo de suelo, a los intervalos de corte y las condiciones climáticas, como se puede ver en las tablas 4, 5 y 6.

En los diferentes análisis de minerales presentes en el nacedero se observa un alto contenido Ca y P, que lo hace ideal para animales en lactancia (Galindo W *et al* 1989).

En cuanto a la tasa de degradabilidad en el rumen de la hoja de nacedero se encontró que a las 12 horas era del 52%, a las 24 horas 60% y 77% a las 48 horas (Ángel J E 1988).

TABLA 4. Composición química (% base seca) del tallo y de las hojas de Nacedero (intervalo de corte 3 meses).

Item	MS	N x 6.25	N	P	K	Ca	Mg
Tallo grueso	27	4.6	0.74	0.36	3.8	2.19	0.48
Tallo delgado	17	8.7	1.39	0.42	6.96	2.61	0.72
Hoja	20	18	2.87	0.37	3.76	2.34	0.75

Fuente: Gómez M. E 1990 en laboratorio de Cenicaña

TABLA 5. Parámetros de calidad **nutricional** del nacedero en porcentaje de la materia seca.

Proteína Total	Proteína Verdadera	Fibra	Ceniza
16.61	14.13	16.76	16.87

Fuente: Gómez M. E 1990 en laboratorio de **Nutribal**

TABLA 6. Contenido de nutrientes del follaje en el primer y último corte (% base seca) en un ensayo realizado durante 1 año con cortes cada tres meses.

	N x 6.25	N	P	K	Ca	Mg
Primer corte	17.9	2.87	0.37	3.76	2.3	0.75
Último corte	17.03	2.72	0.29	2.13	3.42	0.93

Fuente: Gómez M. E 1990

2.10.1 Compuestos antinutricionales

Los metabolitos secundarios que poseen las plantas desarrollándolos como mecanismos de coevolución contra los herbívoros (especialmente insectos) actúan en algunas ocasiones como medio de defensa ante los consumidores causando efectos tóxicos sobre el animal o como precursores de compuestos antinutricionales. También en los animales domésticos pueden causar efectos benéficos como reducción de grasa en canal, control de parásitos internos, reducción de

riesgo de limpanismo y además proteger la proteína, haciendo que sobrepase la fermentación del rumen.

Al trabajar en dietas para alimentación animal con base en árboles forrajeros es necesario determinar, si hay presencia de compuestos antinutricionales como fenoles, saponinas, alcaloides y esteroides, además de analizar su valor nutricional. En el caso del follaje de nacedero en base fresca, se encontraron fenoles en proporción de 450 ppm (expresado como ácido caféico) y esteroides 0.062% (expresado como colesterol), no

se encontraron alcaloides y el contenido de saponinas y esteroides resultó bajo. La ausencia de estos compuestos se ha corroborado en ensayos realizados con nacedero para alimentación animal, en los cuales no se ha presentado ningún síntoma de toxicidad (Galindoy Rosales 1988).

La concentración de fenoles varía con la edad de la planta y es mayor en las hojas que en los tallos; en las hojas fue en aumento hasta los 8 y 10 meses después de la siembra con 33,000 ppm y en los tallos varió alrededor de 5,000 ppm (Jaramillo y Rivera 1991).

En cuanto a los fenoles, los resultados encontrados en diferentes ensayos han sido inconsistentes, en parte por la ausencia de equipos y pruebas cuantitativas especializadas. Sin embargo la capacidad de ellos para reaccionar con la proteína es bastante alta, en muestras con altos contenidos de fenoles totales; esto podría implicar algún potencial de su proteína para escapar a la fermentación ruminal, todavía está por demostrarse esta hipótesis y aún falta explicar las causas de estas variaciones (Rosales 1993).

2.11 UTILIZACIÓN EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

2.11.1 Conejos

En alimentación de conejos de raza Nueva Zelanda se realizó un ensayo de ceba, en una explotación comercial en el Municipio de Candelaria Valle, utilizando animales de 35 días de edad a los cuales se les suministró dietas balanceadas con suplemento proteico peletizado conteniendo diferentes niveles de nacedero: 10, 20 y 30%.

Las mejores respuestas biológicas se obtuvieron con el nivel del 30% de nacedero, alcanzando incrementos de 32.12 g de peso por día y conversión de 4.27, comparables con el testigo de concentrado comercial en el cual se obtuvo un incremento de 32.29 g de peso por día y conversión de 3.49 (Arango 1990).

En la , del IMCA en se probaron tres dietas para alimentar conejos: una con concentrado y las otras con jugo de caña, harina de arroz y nacedero fresco o en forma de harina. Los animales no

consumieron el nacedero en forma de harina. Al comparar los resultados entre la dieta no convencional y el concentrado comercial no se encontró una diferencia marcada para la ganancia de peso (12 y 14 g/animal/día respectivamente), pero el incremento diario de los animales consumiendo concentrado estaba por debajo de lo reportado en la literatura (42 g/animal/día), probablemente por un efecto ambiental ya que la temperatura al interior del galpón donde estaban los animales, sobrepasaba en las horas más calientes del día los 30 grados centígrados. El tratamiento con concentrado dio pérdidas económicas (Vargas, 1990).

2.11.2 Cuyes

En un ensayo de alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en el que se evaluó el reemplazo de la proteína del concentrado por la proteína del nacedero y de la energía de los cereales por el jugo de caña se obtuvo la mayor ganancia diaria y conversión, con la dieta de nacedero y de jugo de caña a voluntad, adicionando 30 g de suplemento proteico de

40% de Proteína con 9 g de incremento de peso por día por animal y conversión en base seca de 4.7, superando al testigo que consistía en el suministro de pasto india *Panicum maximun* y confrey *Symphytum peregrinum* a voluntad más 50 g de concentrado del 22% de proteína por animal, presentándose un incremento de peso de 6.89 g por día y conversión de 10.15.

En cuanto a las utilidades económicas el tratamiento con nacedero, jugo y suplemento triplicó al testigo, los otros dos tratamientos arrojaron pérdidas en el análisis financiero.

Con este ensayo se demostró que la cría de cuyes para climas cálidos y medios con esta dieta alternativa es factible para las condiciones del pequeño productor ya que supera ampliamente el sistema de alimentación convencional (Mejía, 1989).

2.11.3 Gallinas criollas

Se probaron cuatro dietas para alimentar gallinas criollas, tres de ellas incluyeron nacedero mezclado con maíz, lombriz y/o

grano de soya. Se comparó con una dieta con base en concentrado comercial. Los aumentos promedio/día para las dietas alternativas estaban entre 8.4 y 16.8g/día, con concentrado se alcanzaron 17.4 g/día, pero a un mayor costo de producción (Chara 1992).

En los últimos años el uso de nacedero en gallinas criollas, gallinas de postura y pollos de engorde está siendo utilizado por muchos campesinos en la zona cafetera y algunas veredas del Pacífico.

2.11.4 Cerdos

En la granja del IMCA se realizó un ensayo de alimentación de cerdos de engorde con jugo de caña *Sacharum officinarum* como única fuente de energía y follaje de nacedero como reemplazo parcial de torta de soya. La cantidad de proteína suministrada en todos los casos fue de 200 g/cerdo día. Los tratamientos consistieron en: un testigo donde la fuente de proteína fue un suplemento proteico que contenía el 92% de torta de soya además de minerales y vitaminas aportando

40% de proteína, que se ofreció a razón de 500 g/día/cerdo. Los demás tratamientos fueron 5%, 15% y 25% de reemplazo de la proteína del suplemento proteico por proteína del follaje de nacedero. Durante las primeras 10 semanas el follaje se secó al sol y se molió antes de mezclarlo con el resto de suplemento. En las últimas 6 semanas se dio follaje fresco separado del suplemento de soya. Los resultados más importantes se presentan en la tabla 7.

La mayor inclusión de nacedero tuvo un efecto negativo sobre el incremento de peso y la conversión alimenticia.

Cuando se aumentaron los niveles de nacedero en la dieta se observó una disminución en el consumo del jugo (cuando se ofreció nacedero fresco) y en el consumo de suplemento (cuando se ofreció nacedero seco). Se sospecha que la reducción del consumo resultó por un desbalance en los nutrientes a nivel metabólico, debido a un inadecuado aporte de aminoácidos esenciales (Sarria et al, 1991).

El nacedero también se ha evaluado en cerdas gestantes

TABLA 7. Efecto del reemplazo de torta de soya por follaje de nacedero en cerdos de engorde (113 días de ensayo).

ÍTEMS	Niveles de reemplazo en %			
	0	5	15	25
Peso vivo (Kg)				
-Inicial	27.0	26.0	25.0	24.9
-Final	98.0	92.0	84.0	75.8
Ganancia/día (Kg)	0.63	0.59	0.52	0.5
Conversión	3.27	3.56	3.80	4

Fuente: Sarria P 1991

alimentadas con jugo de caña de azúcar como fuente de energía. En este trabajo se reemplazó hasta el 75% del aporte proteico del suplemento basado en soya con hojas de nacedero, sin afectar los parámetros productivos (Sarria 1991).

La razón de la gran diferencia en la respuesta de los animales en los dos ensayos, podría ser el restringido nivel alimenticio en cerdas gestantes (el consumo de jugo se controló en 9 lt/día) y por lo tanto la velocidad de paso por el aparato digestivo fue menor favoreciendo la digestibilidad de la proteína. Las cerdas gestantes alcanzaron a consumir 4 Kg/día de follaje fresco (alrededor de 4% del peso), mientras que los cerdos en la fase de levante-engorde solo consumieron 0.6 Kg de follaje

equivalente al 1% de su peso (Sarria 1991).

2.11.5 Ovejas de pelo

En una prueba de selectividad a los forrajes para ovejas africanas con forrajes de nacedero *Trichanthera gigantea*, matarratón *Gliricidia sepium*, y acacia forrajera *Leucaena leucocephala* y cuya dieta estaba compuesta por cogollo de caña *Sacharum officinarum*, bloque multinutricional, pollinaza y el forraje de los árboles a voluntad se encontraron los consumos que presenta la tabla 8.

En este ensayo la ovejas prefirieron los follajes en el siguiente orden: matarratón, nacedero y leucaena planteándose que el factor que más influye sobre el consumo es el acostumbramiento al mismo,

TABLA 8. Consumos diarios de cada alimento ofrecido, en base fresca y seca.

Componentes	Fresca kg	Seca kg	Fresca (kg/100kg PV)	Seca (% Dieta)
Matarratón	1.96	0.37	1.84	38
Cogollo	1.11	0.27	1.33	28
Nacedero	0.93	0.15	0.73	15
Leucaena	0.24	0.04	0.19	4
Pollinaza	0.12	0.12	0.59	12
Bloque M	0.03	0.02	0.12	2
Total	4.38	0.97	4.81	100

Fuente: Mejía y Vargas 1993

por lo tanto en el caso de introducción de forrajes arbóreos los animales requieren tiempo para adaptarse antes de alcanzarse niveles apreciables de consumo (Mejía C y Vargas J 1993).

2.11.6 Otras especies

El nacedero es cada vez más utilizado en la alimentación de vacas doble propósito, vacas lecheras, cabras de cría y leche, equinos, mulares y búfalos haciendo una valiosa contribución a los sistemas pecuarios sostenibles.

2.12 BIBLIOGRAFÍA

Acero L E 1985 Arboles de la zona cafetera Colombiana. Ediciones Fondo Cultural Cafetero, volumen 16 pp 267-268

Alberico M 1990 Interrelaciones faunísticas. En: Selva Húmeda de Colombia, Villegas editores pp78-79

Ángel J E 1988 Avances en la evaluación de recursos nutricionales tropicales en Colombia. En: Reporte de Investigación 1(1) CIPAV Cali Colombia, p 26.

Arango J F 1990 Evaluación de tres niveles de nacedero (*Trichanthera gigantea*) en ceba de conejos Nueva Zelanda. Tesis de Zootecnia Universidad Nacional de Colombia Palmira

Galindo W, Rosales M, Murgueitio E y Larrahondo J 1990 Sustancias antinutricionales en las hojas de guamo, Nacedero y Matarratón. *Livestock Research for rural development* (1):36-47.

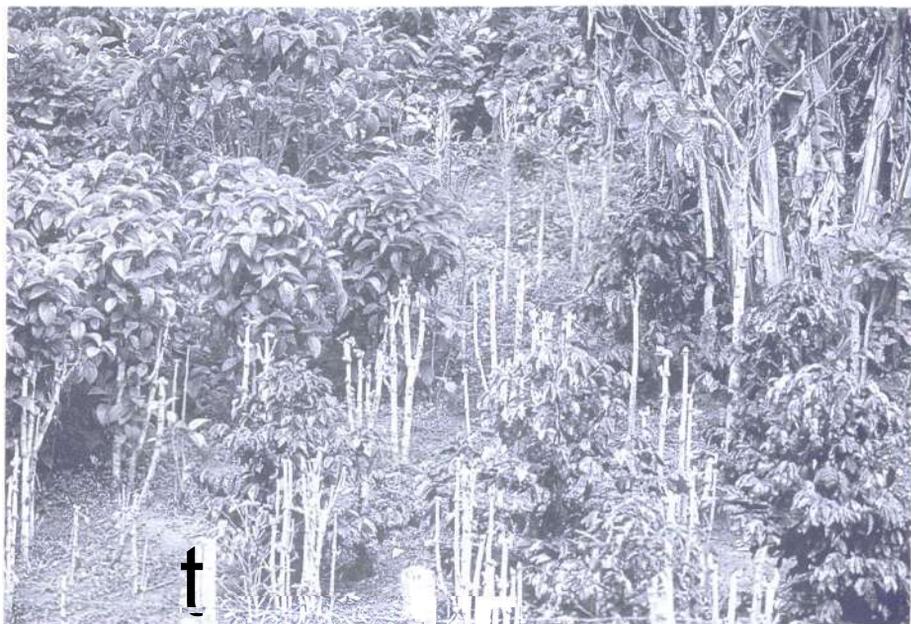
Gentry AH 1993 A Field guide to the families and genera of woody plants of North west South America (Colombia, Ecuador, Perú) with supplementary notes of herbaceous taxa. *Conservation International*. Washinton D C p 205-207

Gómez M E, Restrepo D y Hurtado M 1988 Producción animal Tropical y Desarrollo Rural, Volumen 14, Número 1, p22

- Gómez M E y Murgueitio E 1991 Efecto de la altura de corte sobre la producción de biomasa de nacedero (*Trichanthera gigantea*) Livestock Research for Rural Development 3(3).
- Heywood V H 1985 Flowering plants of the world. Prentice Hall Inc. Yugoslavia
- Jaramillo P H y Rivera P E 1991 Efecto del tipo de estaca y la densidad de siembra sobre el establecimiento y producción inicial de nacedero *Trichanthera gigantea* Humboldt & Bonpland. Tesis Zootecnia Universidad Nacional de Colombia Palmira
- Krause H 1990 Enraizamiento de estacas de (*Trichanthera gigantea*). Prodesarrollo, Fedecafé. Pereira.
- León J 1987 Botánica de los cultivos tropicales IICA San José Costa Rica 445p
- Maecha G y Echeverri R 1983 Arboles del valle del Cauca. Litografía Arco Bogotá.
- Mafia H F 1993 Determinación del estado de desarrollo y producción de biomasa de la ortiga *Urera caracasana* en un sistema multiestrata nacedero *Trichanthera gigantea*, guamo *Inga edulis*, confrey *Symphytum peregrinum* ledeb Proyecto IMCA-CIPAV
- McDade 1983 Pollination intensity and seed set in *Trichanthera gigantea* Biotropica 15(20) 122-124.
- Mejía C E 1989 Reporte de investigación I semestre CIPAV.
- Murgueitio E 1990 Los árboles forrajeros como fuente de proteína. Convenio Inter-institucional para la producción agropecuaria del Valle de río Cauca CIPAV. Cali Colombia.
- Murgueitio E 1988 Los árboles forrajeros en la alimentación animal. Memorias primer Seminario regional de biotecnología Cali Colombia.
- NAFTA (asociación de árboles fijadores de nitrógeno) 1989 Panorama General de los árboles fijadores de nitrógeno Waimanaloa USA
- Osorno M 1989 Bibliografía anotada sobre sistemática y taxonomía de flora colombiana. Instituto Colombiano de cultura Hispánica Revista El Mirador del sabio Mutis Bogotá.
- Parent Guy 1989. Guía de reforestación. edit Sena Bucaramanga Colombia 80 p
- Parra G. 1987 Polinización de especies útiles de la Estación Biológica "El Vínculo" Buga-Valle. Instituto de Investigaciones Científicas del Valle (INCIVA). Imprenta Departamental Cali 64 p
- Pérez A E 1990 Planta útiles de Colombia. edit Victor Hugo. pp158 Medellín Colombia.
- Posada A A 1882 Correspondencia personal dirigida por Nicolás Villa, despacho de Gobierno y Guerra de la Secretaría de Estado, Bogotá Colombia.
- Ríos C I 1994 Apuntes etnobotánicos y aportes al conocimiento del nacedero *Trichanthera gigantea* (H y B) Nees. Tesis Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Universidad Javeriana - IMCA - CIPAV. Cali 71 p
- Ríos K C I 1993 El Nacedero *Trichanthera gigantea* H & B, Un árbol con potencial para la construcción de sistema sostenibles de producción. Convenio IMCA-CIPAV
- Sarria P, Villavicencio E, Orejuela L E 1991 Livestock Research for Rural Development 3(2) pp 51-58.
- Uribe L Botánica 1970 Editorial voluntad Bogotá Colombia 313p



Árbol de nacedero (*Trichanthera gigantea*) (H. et B.) Nees, estimado por campesinos en una edad cercana a cien años. San Mateo, Boyacá, Colombia



Cultivo de nacedero (*Trichanthera gigantea*) (H. et B.) Nees en corte para forraje, asociado con café. Granja "El Ciprés", Bella Vista, El Dovio, Valle del Cauca, Colombia



Árbol de nacedero (*Trichanthera gigantea*) (H. et B.) Nees
cultivado

3. GENERO ERYTHRINA

Rodríguez Lylian [Investigadora CIPAV en la granja Arizona],
Murgueitio Enrique [Investigador D.E CIPAV]

3.1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Reino. Vegetal
División (Phylum) Tracheophyta
Clase. Angiospermae
Subclase. Dicotyledoneae
Orden Leguminosae (leguminales)
Familia Papilionaceae (fabaceae)
Género. *Erythrina*
(Huertas A y Saavedra E 1990)

3.2 GENERALIDADES

El nombre del género ERYTHRINA viene del griego *erythros* = rojo por el color de sus flores. Incluye más de 100 especies tropicales de árboles, arbustos, hierbas y bejucos. Presenta generalmente espinas cónicas en las ramas jóvenes y peciolos. Posee hojas trifoliadas con estipula simple en la base de los folios laterales y doble en la base del terminal. Presenta folios elípticos, deltoides o romboides, los laterales generalmente zigomorfos, el terminal más grande y simétrico (Huertas *et al*, 1990).

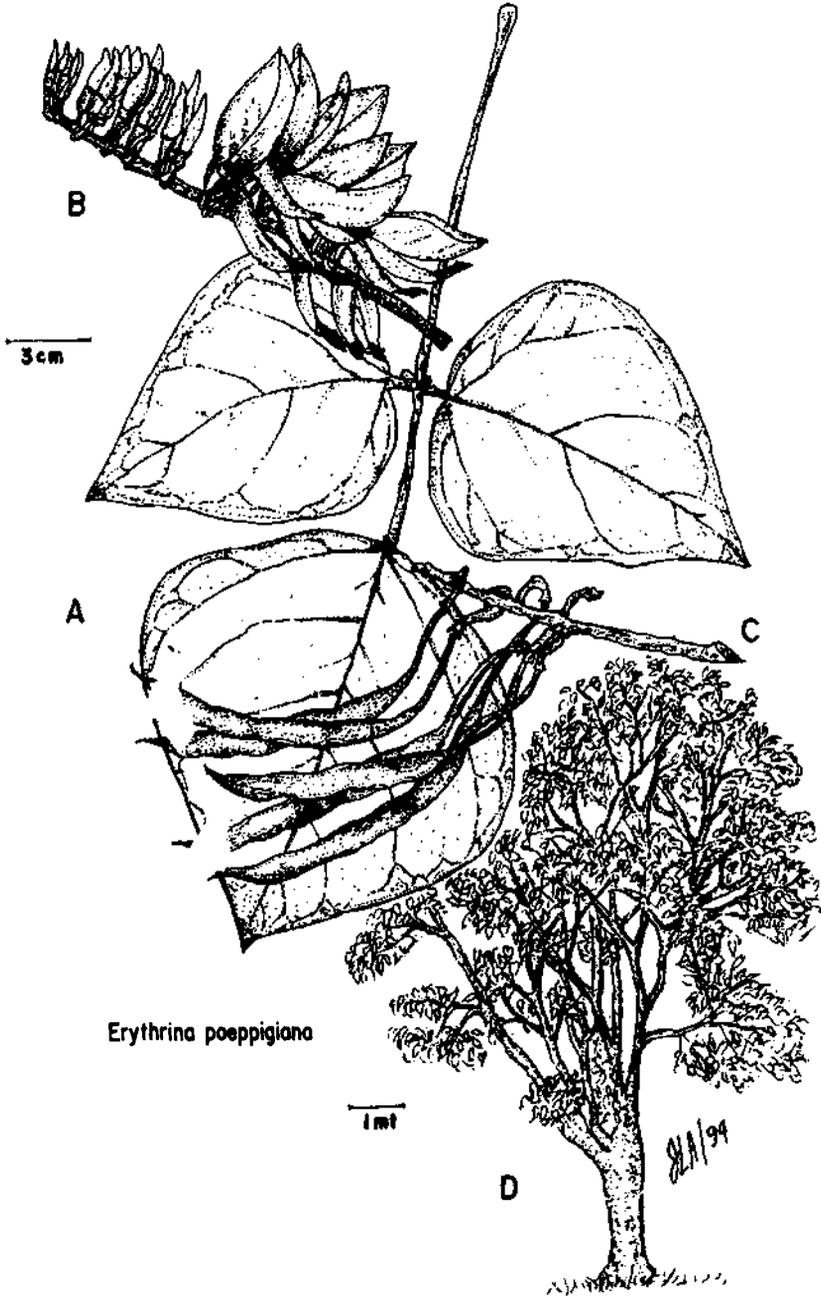
Las flores aparecen antes o junto con las primeras hojas o en épocas secas. Muy vistosas, generalmente rojas, rosadas o anaranjadas. Las semillas son ovoides, brillantes, de color rojo,

carmin o marrón y algunas con una mancha negra (Huertas A y Saavedra E 1990).

3.3 HABITAT Y ADAPTACIÓN

Se encuentra en bosques abiertos, malezas, pantanos, orillas de ríos y zonas costeras. Algunas especies están adaptadas a regiones secas, rocosas y arenosas y otras especies están adaptadas a las montañas Andinas (Huertas A y Saavedra E 1990).

Son árboles muy usados para sombrío en café y cacao, como cerca viva por su fácil reproducción por estaca, como árbol de ayuda en plantaciones de pimienta (India) y de vainilla (Puerto Rico) y como sombrío de potreros en zonas tropicales (Costa Rica). Sus hojas son de gran valor como abono verde. De madera grisácea, esponjosa y liviana; fuerte pero poco durable. Muy utilizada para flotadores, tablas de surf, cajas rústicas para tomate y frutas y construcción de canoas. Su madera seca y la corteza son utilizadas para la fabricación de corcho (Maecha V *et al* 1983, Pérez Arbeláez 1990).



Erythrina poeppigiana

TABLA 1. Especies de *Erythrinas* forrajeras utilizadas en Colombia

Nombre común	Nombre científico	Adaptación	Proteína en hojas %
Pízamo Chambul Chamburo	<i>E. fusca</i> (<i>glauca</i>)	0 - 1,600 msnm 1,000 - 5,000 mm/año Temp > 19 °C	25
Cachimbo Poro Cámbulo	<i>E. poeppigiana</i>	600 - 1,400 msnm 1,000 - 2,500 mm/año Temp 20 - 25 °C	20
Chachafruto Sachaporuto Balú, Poroto	<i>E. edulis</i>	1,500 - 2,500 msnm 1,800 - 2,600 mm/año Temp 15 - 21 °C	19.5

Fuente: CIPAV, citado por Rodríguez L, 1992

Los aborígenes de distintas partes del mundo han utilizado semillas como narcótico, purgativo, diurético y soporífero. Las semillas molidas se han utilizado como veneno de ratas. Todas las especies de *Erythrinas* estudiadas hasta el momento tienen un efecto tóxico similar al del curare.

En Colombia este género está distribuido en los tres ramales de la cordillera de los Andes y en la Sierra Nevada de Santa Marta. La Tabla 1 recoge las especies de *erythrinas* usadas como forrajeras en Colombia en los valles Interandinos, piedemonte Llanero, costa Atlántica y selva Amazónica (Huertas A y Saavedra E 1990).

3.4 ESPECIES

3.4.1 *Erythrina poeppigiana*

El nombre de la especie en honor del botánico alemán Eduardo Poeoig, 1798-1868. Es originaria de los Andes del Perú, se expande por el trópico ecuatorial americano, del Salvador a Puerto Rico a Brasil y Bolivia.

3.4.1.1 Descripción

El cámbulo o cachimbo es un bello árbol de gran porte, de hojas alternas trifoliadas, romboides, la hojuela terminal mayor que las dos laterales, de hasta 15 cm de ancho, que cae

poco antes de que inicie el período de floración. Las flores, color rojizo anaranjado brillante, crecen en racimos, con apariencia de mariposas. Florecen de marzo a mayo o julio a septiembre. Un buen ejemplar puede crecer hasta 24 m, siendo la especie más alta de las ERYTHRINAS, con una forma muy característica, el tronco muy alto hasta las primeras ramas, de corteza grisácea o habana clara, armado con espinas oscuras, y las ramas fuertes, formando tres o cuatro pisos frondosos (Huertas A y Saavedra E 1990).

3.4.1.2 Propagación

Lo más recomendado es por semilla (previa etapa de vivero), ya que la estaca es poco resistente (Gowda J H 1990).

3.4.1.3 Usos

Se utiliza para reforestaciones, para parques o grandes extensiones verdes, se destaca espléndidamente por el color de sus flores; también se usa en elaboración de cajonería, tableros aglomerados y formaletas, para alimentación animal y sombrío. Como sombrío de cafetales y cacaotales y para protección de aguas. La madera es bastante liviana, aunque es poco durable por ser susceptible a la pudrición cuando esta en

contacto con el suelo (Maecha V et al 1983 y Pérez Arbeláez 1990).

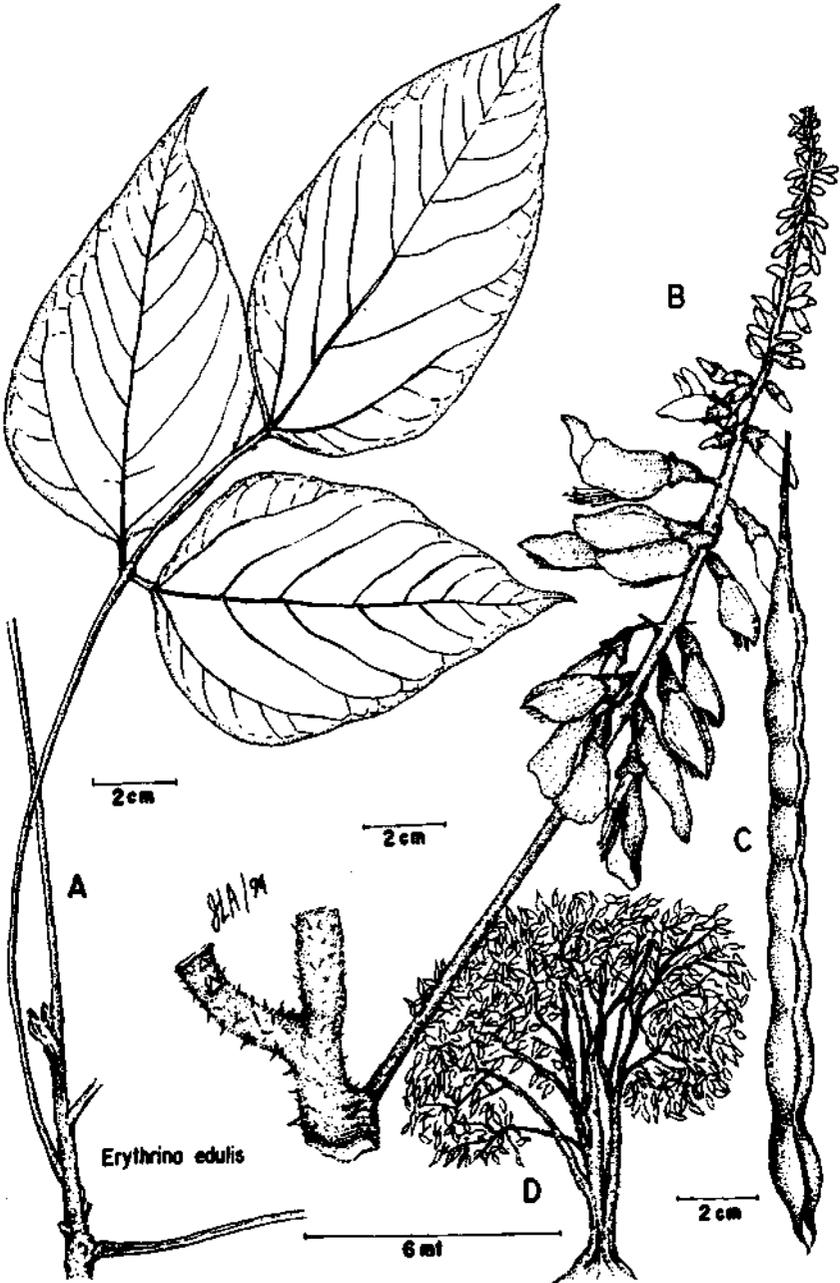
3.4.2 *Erythrina edulis*

3.4.2.1 Nombres comunes y distribución

Chachafruto, Balú, poroto o Chaporuto, Sachaporoto, Ñopas. El Chachafruto o frijol de árbol; chacha = árbol y purutu = frijol, es una leguminosa arbórea que crece entre los 1,300 y los 2,600 msnm; originaria de América y su área de dispersión comprende desde Mérida (Venezuela) hasta Bolivia (Barrera N 1989, Pérez Arbeláez 1990).

En Colombia se ha observado en toda la zona cafetera (1,300-2,000 msnm) en alturas hasta 2,200 y 2,250 msnm, en Cerrito, Valle y 2,600 en el altiplano Cundiboyacense. En el Putumayo existe un bosque nativo de "porotos" a 2,250 msnm que le da el nombre a una vereda ubicada al sur del Valle de Sibundoy y que es objeto de leyendas entre las comunidades indígenas, Ingas y Camsá que allí habitan (Barrera N 1989).

En general los habitantes de dichas zonas han utilizado



tradicionalmente el Chachafruto así: la vaina completa, cocida para alimentar gallinas y pollos, las hojas para el ganado, los tallos para las cercas vivas. Para su propia alimentación han utilizado generalmente las semillas cocidas con sal y otras preparaciones con las semillas cocidas y molidas (Barrera N 1989).

También ha sido utilizada como cerca viva y como árbol de sombra en la zona cafetera, por ser semicaducifolia, es decir que deja caer sus hojas periódicamente, enriqueciendo el suelo (Barrera N 1989, Pérez Arbeláez 1990).

3.4.2.2 Descripción

El chachafruto alcanza 8 - 14 metros de altura; su tronco, ramas y hojas tienen espinas, parte del follaje del árbol se cae en determinada época del año. Las flores son de un bello rojo carmín y van dispuestas en racimos de unos 40 cm de longitud. Los frutos con vainas de 30 cm de longitud por 3 cm de ancho, van agrupadas en racimos de hasta 10 legumbres cada uno; una legumbre puede tener hasta 11 semillas. La vaina o cascara del fruto constituye la mitad de su peso y son entre 7 y 8 en número de frutos por kg en peso verde. Las semillas tienen forma de frijol y su cubierta es de color marrón o

amarilla. En Colombia es la leguminosa que produce el grano comestible de mayor tamaño, al alcanzar en promedio 5 cm de largo por 2.5 cm de grueso (Barrera N 1989).

En gran parte de Colombia se presentan 2 grandes cosechas, entre abril y junio y entre agosto y octubre, pero durante todo el año hay algo de fruto.

El chachafruto es rico en proteína cruda (Tabla 2). Las semillas utilizadas en la alimentación humana son de buena calidad en cuanto al contenido de aminoácidos; teniendo un Índice de aminoácidos esenciales de 90; siendo muy superior al del frijol (64) y al de la arveja (59) (Barrera N 1989).

3.4.2.3 Propagación

El chachafruto posee una gran capacidad para multiplicarse, tanto por semilla sexual como por estaca. Por semilla sexual se ha calculado un porcentaje de germinación de un 90% con una alta viabilidad, si se siembra en los primeros 15 días después de cosechado, pero se deben seleccionar semillas libres de larvas de insectos que son muy frecuentes en la misma (Barrera N 1989).

TABLA 2. Contenido de proteína del *Erythrina edulis*.

ITEM	PROTEINA
Vaina	20.9
Hojas	24.3
Semillas	20.5

Fuente: Barrera N, 1989

3.4.2.4 Producción

De acuerdo con L E Acero (1985) en Biotá, Cundinamarca, Colombia, en cultivos de plantas a una distancia de 6 X 6 con 278 árboles por ha, se ha calculado una producción de unas 46.15 de fruto/ha/año y unas 21.4 de vaina/ha/año. Árboles manejados en cultivo asociado con café y buen manejo a distancias 6 X 6 a 1,700 msnm en Jamundí, Valle han comenzado su producción de frutos a los 16 meses.

Estudios realizados sobre el contenido proteico de algunas especies de erythrinas comunes en nuestro país, y que representan una alta potencialidad en su uso como forraje en la alimentación animal, iniciaron la investigación en algunos sistemas de propagación de estas especies y de selección de los más adecuados.

3.4.3 *Erythrina fusca*

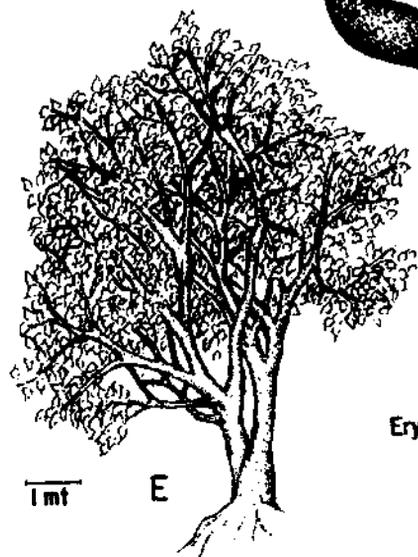
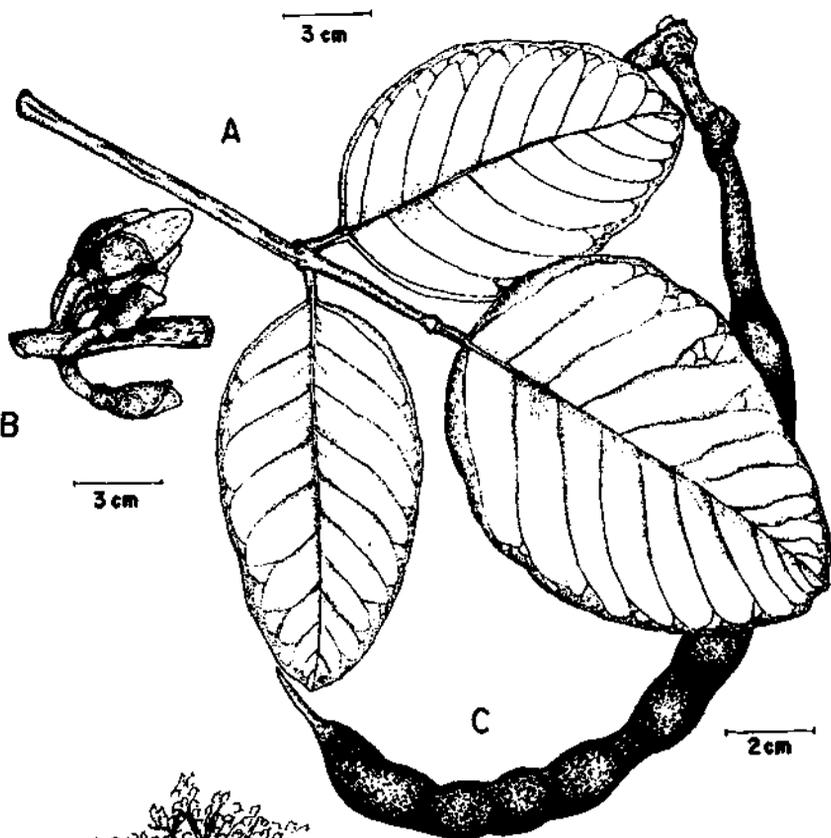
Tiene como sinónimos E **glauca** willd del latín *glaucus*, que quiere decir blanco, lo cual describe el envés de las hojas cubierto con pelusa blancuzca (E patens. Moc. et Sessé).

Nombres comunes: chambul, chamburo, anaco, búcaro, pízamo, ceibo, pito, guisante, barbatuscas, cantagallo, chengue (Huertas A y Saavedra E 1990, Pérez Arbeláez 1990, Rodríguez L 1992).

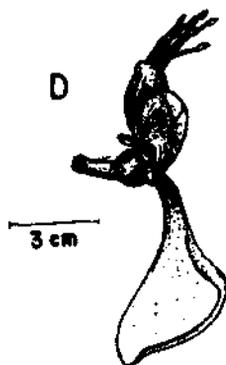
3.4.3.1 Fenología

Floración.	Enero y Diciembre
Fructificación.	Abril, Mayo y Junio
Altura.	450 - 1,400 msnm
Temperatura.	18 - 27 ° C
Precipitación.	800 - 3,000 mm
Zonas de vida.	bsT, bhT, bhPM, bnh-PM
Drenaje.	Tolera suelos de alto nivel freático e incluso inundaciones.
Textura.	Arcillosa a Franca
pH.	de 4.5 hasta alcalinos
Fertilidad.	Media

(Rodríguez L 1992)



Erythrina fusca



3.4.3.2 Origen

Es un árbol nativo del norte de Sur América, cuya área de distribución va desde Guatemala a Bolivia y Brasil, se ha introducido en las Antillas y ha sido plantado en el sur de Florida y en los trópicos del viejo mundo (Maecha V et al 1983).

Contiene 2,548 semillas por kg (Acero LE 1985).

Vivero

En la etapa de vivero se determinó para el pízamo (Acero E 1985):

Semilla en agua 24 horas antes de ser sembrada.

3.4.3.3 Descripción

Por término medio alcanza una altura de 9 a 15 m pero puede alcanzar hasta 24 m. Sus raíces son profundas con nodulos excelentes fijadores de nitrógeno. Las hojas son alternas, trifoliadas, ovadas, caducifolias, son más gruesas que las del cachimbo (**E. poeppigiana**) y lo distinguen por su apariencia verde grisácea en el envés, que le da un aspecto cambiante con el menor golpe de viento (Maecha V et al 1983).

Porcentaje de germinación
(semilla sexual) 21%
Inicio de la germinación a los 13 días.
Periodo de germinación 21 días
Punto máximo de energía germinativa . . . 6 días
Tipo de germinación **Hipogea**
Porcentaje de germinación estacas 90%
(Acero LE 1985)

De acuerdo a observaciones de campo realizadas en los últimos años al propagar el pízamo por semilla la germinación ha sido de un 95% aproximadamente.

3.4.3.5 Usos

Sus flores son menos vistosas que las del cachimbo, raleadas entre el follaje persistente, gruesas y suaves al tacto y de color ladrillo pálido o salmón. Los frutos son vainas rectas, cilíndricas de color castaño oscuro.

Como cerca viva en nacimientos de agua y nitrificante de suelos; también utilizado como sombrío de cafetales y cacaotales, por su sistema radicular muy profundo y sus ramificaciones muy altas, que conforman una copa que cubre más o menos 15m de diámetro.

3.4.3.4 Propagación

Por semilla es más aconsejable, aunque también se hace por estaca. Permite el trasplante.

La cocción de unas 5 flores en medio litro de agua es sedativo y los frutos y corteza son narcóticos y ligeramente laxantes (Maecha V et al 1983).

TABLA 3. Tipo de estacas para propagación vegetativa.

	Long (cm)	Diámetro (cm)
Chachafruto <i>E edulis</i>	25	0.2-2.0
Cachimbo <i>E poeppigiana</i>	25	0.6-1.7
Pízamo <i>E fusca</i>	25	0.5-2.0

Fuente: Gómez *et al* 1989

3.5 PROPAGACIÓN POR ESTACA DE TRES ESPECIES

Se ha determinado la forma de propagación vegetativa dependiendo de la longitud y el diámetro de la estaca (Tabla 3).

Se utilizaron hormonas de crecimiento como:

- ANA Acido naftaleno acético 0.2%
- AIA Acido indol acético 0.2%
- ANA Acido naftaleno acético 0.4%

Tratamientos

Se emplearon los siguientes tratamientos:

- T Testigo (sin ninguna aplicación)
- AIA A. Indolacético.
- ANA A. Naftaleno acético.
- Hormonagro A. Naftaleno acético (0.4%)

Se emplearon 30 estacas por tratamiento. El Chachafruto (*E. edulis*) fue inoculado con micorriza (*Entrophospora colombiana*) usando 30 g/planta.

Cada una de las especies se comparó con un testigo. No hubo diferencia significativa en el prendimiento con la

TABLA 4. Propagación por semilla

ESPECIE	Porcentaje de prendimiento de estacas			
	T	AIA	ANA	Hormonagro
<i>E edulis</i>	0.6	0.46	0.43	0.46
<i>E fusca</i>	0.4	0.53	0.50	0.20

Fuente: Gómez *et* 1989

TABLA 5. Propagación por estacas

Especies	Aparición de los rebrotes (# de días)	Prendimiento Máximo (# de días)	% prendimiento Supervivencia (a los 48 días)
<i>E edulis</i>	35	72	49.16
<i>E fusca</i>	21	40	47.77

Fuente. Gómez *et al* 1989

utilización de las diferentes hormonas con respecto al testigo en las diferentes especies (Tablas 4 y 5). Por lo tanto no se hace necesario el empleo de estas sustancias.

El análisis químico de las *Erythinas* se puede observar en la Tabla 6.

3.6 LA *Erythrina Fusca* EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

En Colombia se trabaja con *Erythrina fusca* (sinónimo de *E glauca*) desde hace 6 años en suplementación de vacas

lecheras y crianza de terneras con resultados interesantes.

Los cultivos se vienen estableciendo en densidades inferiores al *Gliroidia* el cual se siembra en rangos entre 20,000-40,000 árboles/Ha, ya que el tamaño del árbol adulto es muy superior. También para las regiones andinas de vertiente la adaptación natural de *E poeppigiana* y sobre todo *E edulis* "chachafruto" o "balú" (Acero 1988) ha permitido cubrir agroecosistemas donde *Gliroidia* no se adapta, logrando inclusive ser adoptados como cultivo forrajero por campesinos

TABLA 6. Análisis químico de las *Erythinas*

ESPECIE	Proteína	N	P	K	Ca	Mg
<i>E edulis</i>	16	2.17	0.33	1.71	1.59	0.62
<i>E poeppigiana</i>	19	3.12	0.20	1.47	1.86	0.40
<i>Efusca</i>	19	3.13	0.28	2.10	1.02	0.25

Fuente: CIPAV en laboratorios de CENICAÑA, 1987

TABLA 7. Análisis químico del pízamo *Erythrina fusca*

Partes de la Planta	Proteína %	Taninos %	N soluble pepsina %
Hoja	21.50	0.63	62.20
Pecíolo	11.81	0.80	71.10

Fuente: CIPAV en laboratorios del CIAT, 1986

minifundistas en densidades hasta de 10,000 árboles /ha.

resultados después de 4 cortes periódicos.

3.6.1 Rendimiento en follaje comestible de matarratón y pízamo

En la Finca Arizona (Jamundí-Valle-Colombia) en 1986 se llevó a cabo un ensayo de producción de forraje verde de árboles adultos (de más de 20 años) de dos leguminosas (*Glicidia sepium* y *Erythina fusca*) con el objeto de determinar la productividad de estos árboles al ser sometidos a diferentes frecuencias de corte (90, 140 y 180 días) (Rodríguez L 1992).

En el caso del pízamo se seleccionaron al azar 39 árboles que tenían aproximadamente 20 años. Todos fueron podados a una altura entre 2 y 5 m del suelo, se distribuyeron en tres grupos a los cuales se les asignó un tratamiento. Se obtuvieron

Con los árboles de matarratón se aplicaron los mismos tratamientos pero con un número de repeticiones menor (18), pues la disponibilidad de esta leguminosa es menor en esta empresa.

En ambas leguminosas se realizó el primer corte (de nivelación) en junio de 1986. Se recolectó todo el follaje comestible (incluyendo las ramas verdes, los peciolo y las hojas).

3.6.1.1 Producción de follaje comestible

Se cuantificaron las producciones de follaje según la frecuencia de corte (ver Tabla 8).

Este trabajo permitió aproximarse al manejo del pízamo como árbol forrajero, destacándose la tendencia a un rebrote más lento

que el matarratón pero con una producción de biomasa proteica interesante (Rodríguez L 1992).

3.6.2 Sistema silvopastoril (*E fusca* - *C nlemfuensis*)

La integración de la producción animal en sistemas agrícolas es una forma de asegurar que dichos sistemas sean sostenibles y que además permitan optimizar el uso de los recursos disponibles (Preston y Leng 1989).

Los sistemas agroforestales son una alternativa para el uso de los recursos naturales esperando que aumenten o al menos mantengan la productividad de la tierra sin causar la degradación que ocasionan los animales en libre pastoreo (Murgueitio E 1990).

Los sistemas silvopastoriles permiten alcanzar una mayor

eficiencia en la utilización del agua, en el reciclaje de nutrientes minerales, además de mejor aprovechamiento de la energía solar en los procesos fotosintéticos (Preston T R y Murgueitio E 1992).

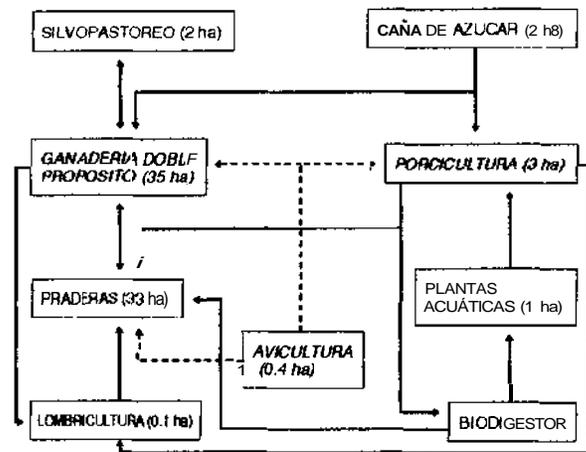
El cultivo se inició en forma de banco de proteína y posteriormente se han utilizado dos densidades de siembra en cultivo comercial.

El manejo del árbol consiste en realizar podas cada 3.5 meses en promedio a partir del primer año de su establecimiento. El rendimiento ha estado en un rango entre 27 y 52 toneladas/ha/año de forraje comestible (hojas, pecíolos y ramas verdes). Durante los

TABLA 8. Valores promedios de rendimiento de follaje comestible de los árboles de matarratón y pízamo según la frecuencia de corte

Intervalo (días)	Pízamo (<i>Efusca</i>)		Matarratón (<i>G sepium</i>)	
	Producción (kg/árbol/año)	Periodo (días)	Producción (kg/árbol/año)	Periodo (días)
90	88±17	268	152±27	207
140	76±19	281	85±14	282
180	110±11	180	34±10	180

Fuente: CIPAV, 1986



fracción orgánica del suelo o es absorbida directamente por las especies forrajeras asociadas (Bronstein, 1984).

El incremento del nitrógeno en el suelo frecuentemente propicia un

primeros años de establecido el aumento sustancial en la cultivo, el forraje fresco, cortado y cantidad y composición botánica picado se ha utilizado en de la pastura, tendiendo a proporciones bajas de la dieta de aumentar aquellas especies más vacas en producción, vacas productoras que responden a un secas y novillas de levante. La incremento en la fertilidad del estrella se somete al pastoreo con suelo (Bryan y Velázquez 1982 terneras de cría y de levante mencionado por Montagnini et utilizando cercas eléctricas para CATIE 1992). Según la especie y las condiciones edáficas, los árboles son capaces de llegar a horizontes más profundos del

En los sistemas silvopastoriles donde se trabaja con árboles leguminosos existe una intervención de los árboles en el ciclo de nutrientes, en la estructura y en el balance hídrico del suelo. La descomposición del material arbóreo que se deposita en el suelo puede ser rápida y una gran proporción de los residuos no consumidos se incorpora en la

suelo, absorber nutrientes y retornarlos a la superficie con la caída natural del follaje, ramas y frutos.

Para evidenciar el efecto de los árboles sobre el pasto en los lotes 2 y 3 cuya producción se señaló en las Tablas 9 y 10 se tomaron muestras de suelo a diferentes profundidades 0-5 cm, 5-10 cm y

TABLA 9. Cuantificación de algunas variables de los diferentes lotes

ITEM	VALOR
LOTE # 1	
Area (m ²)	231
Nº árboles, Pizamo <i>Erhytrina fusca</i>	249
Distancia de siembra entre surcos (m)	0.9
Distancia de siembra entre árboles (m)	0.9
Producción/árbol/corte (kg)	10.3
Nº cortes/año	3.5
Producción total FV (ton)	9
Edad primer corte (meses)	16
LOTE # 2	
Area (m ²)	9,913
Nº árboles, Pizamo <i>Erhytrina fusca</i>	512
Distancia de siembra entre surcos (m)	4
Distancia de siembra entre árboles (m)	4
Producción/árbol/corte (kg)	15.7
Nº cortes/año	3.5
Producción total FV (ton/ha/año)	28
Edad primer corte (meses)	16
Sistema de siembra estaca y semilla.	
Pasto Estrella <i>Cynodon nlemfuensis</i>	
Producción aprox/m ² (kg)	0.9
Nº de divisiones del lote	6
Area divisiones (m ²)	1,652
Producción/división/corte (kg)	1,487
Período ocupación (días)	7
Período descanso (días)	28
Nº Cortes/año	10
Producción total FV/ha/año (t)	90
LOTE # 3	
Area (m ²)	10,000
Nº árboles, Pizamo (<i>Erhytrina fusca</i>)	1,102
Distancia de siembra entre surcos (m)	3
Distancia de siembra entre árboles (m)	3
Producción/árbol/corte (kg)	13.3
Nº cortes/año	3.5
Producción total FV (ton)	51
Sistema de siembra estaca y semilla.	
Rendimiento de la madera m ³ tallo/ha/año	44.1
Pasto Estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i>)	
Producción aprox/m ² (kg)	0.8
Nº de divisiones del lote	5
Area divisiones (m ²)	2,000
Producción/división/corte (kg)	1,600
Período ocupación (días)	5
Período descanso (días)	25
Nº Cortes/año	12
Producción total FV/ha/año (ton)	%

Fuente: Rodríguez L, 1992

TABLA 10. Capacidad de sostenimiento por hectárea de silvopastoreo

Ítems	Valores
Producción de forraje verde (t/año/ha)	
<i>Erythrina fusca</i> (625-1111 árboles/ha)	28-51
- Consumo de leguminosa/animal (300 kg de PV)	9 kg/día
- Capacidad (animales suplementados/ha/año)	8-13
- Producción de Forraje verde (t/ha/año) con estrella	96
- Capacidad de Carga de la Estrella	3 UA/ha

Fuente: Rodríguez L, 1992

TABLA 11. Resultado de Análisis de suelos

MUESTRAS	MO %	N (org) ppm	P ppm	K Meq*	Ca Meq*
Estrella					
0-5 cm	5.9	2,114	5.3	0.22	10.2
5 - 10 cm	4.9	1,778	3.0	0.11	9.34
10 - 20 cm	4.1	1,218	1.8	0.09	9.31
Pízamo 4 x 4 m					
0 - 5 cm	8.1	2,898	8.0	1.09	11.04
5 - 10cm	7.5	2,450	47.8	0.83	11.13
10 - 20 cm	5.9	2,226	39.1	0.70	10.53
Pízamo 3 x 3 m					
0-5 cm	7.4	3,010	85.0	1.60	10.09
5 - 10 cm	7.6	2,450	100.0	1.16	10.97
10 - 20 cm	5.9	2,002	37.1	0.87	9.90

* Meq/100 g de suelo - Fuente: CIPAV en laboratorios del CIAT - Hacienda Arizona, 1992.

10-20 cm, de 2 lotes en sistema silvopastoril (*E fusca* - *C niemfuensis*) y de un lote sembrado en estrella (*C niemfuensis*) sin árboles, encontrando los siguientes resultados:

Se nota un aumento de los niveles de Materia Orgánica y Nitrógeno orgánico en los lotes en que se trabaja la gramínea en asociación con los árboles forrajeros. Estos al momento de ta

siembra fueron plantados con residuos de siderúrgica ricos en fósforo, calcio y otros minerales, lo que explica la gran diferencia en los contenidos de fósforo, sin embargo no se descarta la fijación o movilización de este nutriente gracias a los complejos Micorrizas-Rizobium-Macroartrópodos, en el suelo ya que la aplicación fue selectiva a los huecos de los árboles y no a la pradera de donde provienen las muestras. El potasio también muestra tendencia a tener mayor concentración en todas las muestras de lotes arborizados mientras que con el calcio las diferencias son mínimas. Estos datos pueden explicar por si solos los beneficios de la presencia de la *Erythrina fusca* en la pradera de estrella expresados en la producción sostenida de los forrajes sin requerir fertilizantes externos (Rodríguez L 1992).

TABLA 12. Análisis bromatológico

ITEM	%
Proteína	19.8
Fibra	20.8
Grasa	2.5
Cenizas	13.3

Fuente: Hacienda Arizona 1993

3.6.3 La hoja de pízamo como suplemento

Con el fin de reemplazar parte del suplemento de las vacas en producción, se aumentó la oferta del pízamo, suministrándolo en el momento de salir del pastoreo y antes del ordeño. El consumo fue insignificante, aun cuando se mantuvieron los animales en estabulación durante un período más prolongado (Rodríguez L 1992).

El contenido nutricional del pízamo se puede observar en la Tabla 12.

3.6.3.1 Utilización de pízamo para terneras de levante en dietas a base de bagazo

Para superar el bajo consumo del pízamo se ensayaron varias alternativas de suministro: rociando el forraje con mezclas de jugo de caña, licor de cervecería, melaza y vinaza. Todas las alternativas mostraron efectos positivos sobre el consumo, aunque el nivel logrado quedó relativamente bajo.

De acuerdo con estas experiencias, se decidió evaluar el efecto del método de procesamiento del pízamo sobre

el comportamiento animal, escogiendo como dieta básica la fracción residual del talló de la caña después de extraer el **jugo** mediante el **prensaje** en un trapiche de tres masas con el cual se alimentan los cerdos de la finca.

Se compararon cuatro fuentes de forraje verde como suplementos proteicos:

Forraje Verde - FV (**festigo**): Forraje verde a nivel de 4.5% del peso vivo (base fresca)

Pízamo Fresco - PF: Pízamo (**Erythrina fusca**) a voluntad (nivel de oferta de aproximadamente 4.5% del peso (base fresca)

Pízamo Oreado - PO: Igual que PF pero dejando **orec** el forraje en

el piso en una capa delgada (3-5 cm), bajo techo, 24 horas.

Pízamo con **jugo** - PJ: Igual que PF pero con la adición de 200 ml de una mezcla de jugo de caña y vinaza residual de la fabricación de licores (80:20 con base en sólidos solubles) por kg de **forraje**.

En el tratamiento FV, el forraje consistió de cogollo de caña, pasto Pangóla (**Digitaria decumbens**) ó King grass (**P. purpureum x P. americanum**), según la disponibilidad de uno u otro.

Todos los animales recibieron 500 g/día de salvado de arroz y tuvieron acceso libre a sal mineralizada, agua y a una mezcla de vinaza concentrada (60 grados **Brix**) con 5% de urea (P/v).

TABLA 13. La hoja de pízamo como suplemento **protéico**

TRATAMIENTO	GANANCIA (kg/día)
Forraje verde	-0.278
P Fresco a voluntad	-0.084
P Oreado bajo techo	0.556
P Fresco + 200 ml de mezcla de jugo y vinaza (80:20)	0.520

* El suministro de pízamo y forraje es del 4.5% del PV en BF. Todos los tratamientos recibieron 500 g/día de salvado de arroz y libre acceso a mezcla de vinaza-urea al 5%.

Fuente: Cuéllar P. y Rodríguez L., 1992.

El comportamiento animal fue superior con las dietas con pízamo oreado o rociado con jugo/vinaza. La ganancia de peso (kg/d) fue: FV-0.278; PF-0.084; PO 0.556; PJ 0.520 ($P=0.026$; $ES \pm 1.118$). Los animales consumieron el 2.5% del peso vivo en bagazo. El consumo del pízamo alcanzó un nivel del 4% del peso vivo (ver Tabla 13) (Rodríguez L 1992).

Las mediciones realizadas en este trabajo no permiten explicar la razón por la cuál el pízamo oreado o rociado con jugo/vinaza dio los mejores resultados. En una evaluación de las tasas de degradabilidad de la materia seca del forraje de diversas plantas tropicales, el pízamo mostró valores relativamente bajos (Vargas, J, datos no publicados) indicando la presencia de sustancias antinutricionales (fenoles o taninos) en esta especie. Es posible, que el proceso de orear ó de adicionar azúcares (jugo de caña) al pízamo, propicie la desnaturalización de éstos factores antinutricionales, incrementando así la disponibilidad de la proteína a nivel intestinal (Cuéllar P, Rodríguez L 1992).

3.6.3.2 Utilización de pízamo como suplemento para vacas doble propósito en producción de leche

Durante un tiempo existió cierta incompatibilidad entre el pastoreo y la suplementación con hoja de pízamo en vacas F-1 (Cebú x Holstein) en producción por el bajo consumo de follaje. Debido a esto se inició una mezcla de forraje de pízamo oreado (82%), aceite de palma africana, cal y melaza obteniendo excelentes resultados en cuanto aceptación por parte de los animales, logrando consumos hasta de 6.56 kg de pízamo oreado por vaca en producción de leche sometida a pastoreo rotacional durante todo el tiempo.

El aceite obtenido del procesamiento del fruto de la palma africana, presenta las siguientes características (Fedepalma 1983 citado por Ocampo A 1995):

- su punto de fusión está por debajo de 50°C, y su digestibilidad es superior al 93%.
- tiene alto contenido de ácidos grasos esenciales.
- el contenido de carotenos A y B, y de provitamina A son altos.

TABLA 14. Participación de las oleaginosas en la producción nacional de aceite.

OLEAGINOSA	PARTICIPACIÓN %
Palma Africana	57
Algodón	15
Origen animal	14
Soya	9
Ajonjolí	4
Maiz	2

Fuente: Fedepalma, 1986 (Citado por Ocampo, 1991)

- contiene tocoferoles que interactúan con la vitamina E, actuando como potentes antioxidantes y protectores de tejidos.
 - es un aceite menos expuesto a la oxidación.
 - contiene grasa neutra en los niveles de colesterol.
 - alta densidad energética (8,000 kcal/kg)
- incrementada con altibajos en el comercio del aceite de palma a nivel nacional e internacional, se estudió la posibilidad de incluir el aceite de palma en la ración de las vacas de ordeño, después de adicionarle cal con el objetivo de saponificar la grasa formando jabón de calcio para escapar a la fermentación ruminal haciendo sobrepasante la energía.

Teniendo en cuenta la composición y disponibilidad El aceite de palma tiene un porcentaje alto de participación

TABLA 15. Mezcla para suplementación utilizada en la finca **Arizona**.

ÍTEMS	%
Pollinaza	20
Salvado de arroz	38
Torta de Palmiste	25
Vinaza	16
Sal mineralizada (8%)	1

\$/kg: 85.00 US \$ 0.10 - Fuente: CIPAV - Hacienda Arizona, 1993

TABLA 16. Mezcla de Pízamo (*Erythrina fusca*) + Aceite de palma

ÍTEMS	%
Pízamo Oreado	82.5
Aceite de Palma	7
Cal	1.3
Melaza	9.2

\$/kg: 48.60 US \$ 0.059 - **Fuente:** CIPAV- Hacienda Arizona 1993

dentro de la producción nacional de aceite (Tabla 14).

Las vacas F-1 en producción se dividieron en 3 grupos (1=10 vacas, 2=9 vacas y 3=10 vacas) distribuidos al azar. Se tuvo en cuenta que en cada grupo existieran vacas en los diferentes períodos de lactancia (<100 días, 100-200 días y >200 días) para hacer la comparación entre la mezcla para suplementación de las vacas de la finca y la utilización de aceite de palma + cal y pízamo oreado. El grupo 1 ó

testigo con 4 kg de mezcla/día (Tabla 15), el grupo 2 con 4 kg de mezcla de pízamo+aceite de palma (Tabla 16) y 2 kg de la mezcla preparada con una oferta de 280 g de aceite/animal y 3.3 kg de pízamo oreado; al grupo 3 se le suministraron 8 kg de la mezcla a un grupo con una oferta de aceite de palma equivalente a 560 g/animal y 6.6 kg de pízamo oreado (Tabla 17).

El análisis estadístico se realizó por covarianza teniendo en cuenta que todos los animales estuvieron

TABLA 17. Tratamientos utilizados en el ensayo I.

Tratamiento	Mezcla kg	Pízamo+ Aceite P. kg	\$	US\$
1	4	-	340.0	0.412
2	2	4	364.4	0.442
3	0	8	388.8	0.471

Fuente: CIPAV-Hacienda Arizona 1993

TABLA 18. Producción de leche en vacas F-1 (Cebú x Holstein) en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Producción de leche (l/día)
1	10.48 a
2	11.23 b
3	11.14 b

* P=0.003 - Fuente: CIPAV-Hacienda Arizona 1993

antes de iniciar el ensayo diferencia entre los tratamientos; sometidos a la dieta basada en la logrando así integrar la hoja de mezcla preparada en la pízamo al sistema de producción hacienda. Los resultados y haciendo a la granja más presentaron diferencias signifi autosuficiente (ver Tabla 18) cativas (P=0.003) en producción (Rodríguez L 1992).

de leche; la media para el tratamiento 1 fue de 10.48, para Se realizó un segundo ensayo el tratamiento 2 fue de 11.23 y ajustando las cantidades de para el tratamiento 3 de 11.14 aceite de palma a 250 g y a 500 g y 3.3 y 6.6 kg de pízamo presentándose un aumento en la g y 3.3 y 6.6 kg de pízamo producción cuando se trabaja respectivamente. Se conformaron pízamo y aceite de palma; en 3 grupos de vacas (grupo 1=8 condición corporal no hubo vacas, grupo 2=8 vacas y grupo

TABLA 19. Mezcla utilizada en Producción

ÍTEMS	%
Residuos fábrica de pastas alimenticias . . . . .	.20
Salvado de arroz . . . . .	.23
Torta de Palmiste . . . . .	.30
Vinaza . . . . .	.16
Pízamo seco y molido . . . . .	.10
Sal mineralizada (8%) . . . . .	.1

\$/kg: 86.00 US\$ 0.104 - Fuente: CIPAV - Hacienda Arizona, 1993

TABLA 20. Mezcla de Pízamo + Aceite

ÍTEMS	%
Pízamo Oreado	83.5
Aceite de Palma	6.3
Cal	1.0
Melaza	9.2

\$/kg: 43.00 US\$ 0.053 - Fuente: Rodríguez L, Cuéllar P, 1993

3=9 vacas), teniendo en cuenta que en cada grupo existieran vacas en los diferentes períodos de lactancia (<100 días, 100-200 días y >200 días). El grupo 1 o testigo con 4 kg de mezcla de producción (Tabla 19), el segundo grupo con 4 kg de mezcla de pízamo (Tabla 20) y el tercer grupo con 8 kg de mezcla de pízamo. A los grupos 2 y 3 se les suministró 1 kg de mezcla de pízamo por ordeño y 2 y 6 kg en el establo repartidos antes de cada uno de los ordeños respectivamente (ver Tabla 21).

La mezcla de pízamo oreado trabajada se ajustó para que al suministrar 4 kg se obtuviera un aporte de 250 g de aceite de palma y al suministrar 8 se aportaran 500 g de aceite de palma.

El análisis estadístico se efectuó por covarianza y arrojó diferencias altamente significativas ($P<0.01$) entre los tratamientos 2 y 3 existiendo una tendencia a ser mayor la producción de leche (10.32 l/día) cuando se suministran 500 g de aceite y 6.68 kg de

TABLA 21. Tratamientos utilizados en el ensayo 2

Tratamiento	Mezcla kg	Pízamo+ Aceite P. kg	\$	US\$
1	4	-	344.0	0.417
2	0	4	172.0	0.208
3	0	8	344.0	0.417

Fuente: Cuéllar P, Rodríguez L 1992

TABLA 22. Producción de leche en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Producción de leche (l)
1	9.72 a
2	9.66 a
3	10.30b

*P=0.000

Fuente: Cuéllar P., Rodríguez I, 1992

pízano oreado, comparada con el tratamiento 2 cuya media para producción de leche fue 9.66 l/día cuando se suministran 250 g de aceite y 3.34 kg de pízano oreado. El testigo arrojó una media para producción de leche de 9.72 l/día de leche; lo que significa que es igual suministrar mezcla de concentrado o 4 kg de mezcla de pízano en cuanto a producción de leche pero la disminución en costos es muy significativa: \$ 172.00 para el trata-

miento 2 y \$ 344.00 para el tratamiento 1. La suplementación con el tratamiento 3 tiene un costo de \$344.00 es decir igual al 1 pero con un aumento de 0.6 litros que tienen un \$ de venta de \$139.32 y una utilidad de \$53.52 (Rodríguez L. 1992).

3.6.3.3 Alimentación de Animales por grupos

Los terneros lactantes de más de 70 kg en sistema de amamantamiento restringido están en pastoreo desde las 9 a.m. (después del ordeño) hasta las 2:30 pm de la tarde (antes de iniciar el ordeño); a las 5 pm salen a los corrales, (ver Tabla 23) y obtienen una ganancia de peso de 650 g/día.

Los terneros destetos salen al silvopastoreo a las 9 de la

TABLA 23. Dieta terneros lactantes > de 70 kg

Ítems	Oferta
Silvopastoreo	9 am-2 pm
Leche residual (litros)	1 - 1.5
Establo: Forraje (cogollo-pangola-kinggrass)	a voluntad
Bloque multinutricional (10% urea)*	a voluntad
Mezcla de pízano + aceite de palma	2 kg
Concentrado (19% proteína) < 70 kg	0.3 kg

* Consumo promedio de 260 g. - Fuente: CIPAV - Hacienda Arizona, 1993

TABLA 24. Dieta Terneros Destetos

Ítems	Oferta
Establo: Forraje (cogollo-pangola-kinggrass)	a voluntad
Bloque multinutricional (10% urea)*	a voluntad
Mezcla de pízamo + aceite de palma	3 kg

* Consumo promedio de 850 g.

Fuente: CIPAV - Hacienda Arizona, 1993

mañana y entran a los corrales a (cebú x holstein), si se tiene en las 4 de la tarde (ver Tabla 24). La cuenta que los terneros son ganancia promedio de peso es levantados en sistema de de 550g/día. amamantamiento restringido,

Es importante analizar los (con pízamo) y las vacas son parámetros productivos (Tabla suplementadas con hoja de 25) del ganado doble propósito pízamo oreada.

TABLA 25. Parámetros ganado F-1 (Cebú x Holstein)

ÍTEMES	LACTANCIA		
	1	2	3
Edad al 1er servicio, meses	22.3	-	-
Edad al 1er parto, meses	33.0	-	-
Días abiertos	139.8	87.5	59.2
Peso al nacimiento H y M, kg	33.7	34.3	36.4
Peso promedio destete H y M, kg	192.0	177.6	194.3
Período seco, días	98.1	92.1	97.7
Duración de la lactancia , días	311.1	281.3	243.3
Producción leche/lactancia , l	2671.2	2541.9	2612.5
Intervalo entre partos, meses	13.5	12.5	11.3
Producción leche/día IEP, l	7.0	6.8	7.8
Producción carne/día IEP (kg)	0.380	0.377	0.469

Fuente: Cuéllar P, Rodríguez L 1992

3.7 BIBLIOGRAFÍA

- Acero L E 1985 Arboles de la Zona Cafetera colombiana Ediciones Fondo Cultural Cafetero. Vol16 Ed. Andes. Bogotá, Colombia. 308 p
- Barrera Nancy 1989 Recetario Chachafruto, Balú o Sachaporoto-*Erythrina edulis* Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Valle
- Bustamante J, Romero F 1991 Producción ganadera en un contexto agroforestal: Sistemas silvopastoriles. Carta de Rispal
- Caldas B Lida 1979 La flora Ornamental y el espacio urbano. Biblioteca Banco Popular. Cali pg 61,62 y 81,82
- CIPAV 1987 Las leguminosas arbóreas; su productividad y valor nutritivo. Suplemento Ganadero 2:41-48
- CIPAV 1987 Las leguminosas arbóreas: su productividad y su valor nutritivo. pp 11442-47. Informe Técnico CIPAV
- Cuellar P, Rodríguez L 1992 Utilización de Pízamo (*Erythrina fusca*) como suplemento proteico en dietas de tallo de caña prensado para temeras de levante. LRRD 1992 Vol 4 # 1.
- Gómez M, Restrepo J y Hurtado M 1989 Propagación de árboles forrajeros. Producción Animal Tropical y Desarrollo Rural. Publicado por CIPAV. Suplemento Vol 14, # 2 pp22-24
- Gowda J H 1990 Evaluación de dos especies arbóreas del Valle del Cauca en la parte central de Colombia: *Erythrina poeppigiana* y *Trichanthera gigantea*. Swedish University of Agricultural Sciences pp 4-5
- Huertas A y Saavedra E 1990 Apuntes de Dendrología. Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Forestal. Departamento Forestal
- Maecha V Gilberto E y Echeverri R Rodrigo 1983 Arboles del Valle del Cauca
- Montagnini F y 18 colaboradores 1992 Sistemas Agroforestales: Principios y Aplicaciones en los Trópicos. 2 ed. rev. y aum. Organización para Estudios Rurales. San José, Costa Rica. 622p
- Murgueitio E 1990 Los árboles forrajeros como fuente de proteína. CIPAV
- Ocampo A 1995. La Palma Africana, recurso estratégico en Sistemas Integrados de Producción Tropical. Tesis de Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Universidad Javeriana - IMCA - CIPAV. 260 p
- Pérez Arbeláez Plantas Útiles de Colombia. Tercera edición. 1990 pp 592,593,594.
- Pezo P, Kass M, Benavides J, Romero F and Chavez C 1989 Potential of legume tree fodders as animal feed in Centro America. Shrubs and tree fodders for farm animáis. CATIE: Turrialba, pp34
- Preston T R y Leng R A 1989 Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. CONDRIT: Cali, pp312
- Preston T R y Murgueitio E 1992 Strategy for Sustainable Livestock Production in the Tropics. CIPAV-SAREC
- Rodríguez L 1992 Experiencia Colombiana con Pízamo (*Erythrina fusca*) en Sistemas Agropecuarios, Trabajo enviado al primer congreso mundial de *Erythrin*as en Costa Rica 1992.



Cultivo de botón de oro (*Tithonia **diversifolia***) (Hemsl.) Gray. Granja "Mi pequeño recuerdo", Bella vista, El Dovio, Valle del Cauca, Colombia



Arboles de pízamo (*Erythrina fusca*) en cerco vivo. Hacienda Arizona, Jamundí, Valle del Cauca, Colombia



Flores de píamo (*Erythrina fusca*)

4. BOTÓN DE ORO *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray

Clara Inés Ríos Katto [Investigadora CIPAV en el Instituto Mayor Campesino]

4.1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA (Leonard 1951)

Reino. Vegetal
División. **Spermatophyta**
Clase. **Dicotiledoneae**
Orden. **Campanuladas**
Familia. **Compositae**
Genero. ***Tithonia***
Especie. ***Tithonia diversifolia***

ellas, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, fue introducida a las Indias Occidentales y a Ceylan.

Actualmente se encuentra ampliamente distribuida en la zona tropical; se tienen registros del Sur de Méjico, Honduras al Salvador, Guatemala, Costa Rica, Panamá, India, Ceylan (Nash 1976), Cuba (Roig y Mesa 1974) y Colombia.

4.2 NOMBRES COMUNES

En Colombia se le conoce como Mirasol o Botón de Oro, debido a su color. En Cuba se le denomina Margaritona o Árnica de la Tierra, por su uso (Roig y Mesa 1974). También se le conoce como Quil Amargo, en Guatemala (Nash 1976).

4.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La familia de las compuestas posee unas 15.000 especies ampliamente distribuidas por todo el mundo y es posiblemente la que posee más ejemplares dentro de la flora apícola colombiana (Gómez y Rivera 1987).

El género **Tithonia** comprende diez especies, todas originarias de México o Centro América. Una de

4.4 ADAPTACIÓN

De acuerdo con observaciones preliminares, en Colombia esta planta crece en diferentes condiciones agroecológicas desde el nivel del mar (30°C) hasta 2.500 msnm (10°C) y precipitaciones de 800 hasta 5000 mm/año y en distintos tipos de suelos de neutros a ácidos y desde fértiles hasta muy pobres en nutrientes.

4.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Esta especie fue descrita como planta herbácea de 1.5 a 4.0 m de altura, con ramas fuertes subtomentosas, a menudo glabras, hojas alternas, pecioladas, las hojas en su

mayoría de 7.0 a 20 cm de largo y, de 4.0 a 20.0 cm de ancho. Con 3 a 5 lóbulos profundos cuneados hasta subtruncados en la base y la mayoría decurrentes en la base del peciolo, bordes aserrados pedúnculos fuertes de 5 a 20 cm de largo (Nash 1976), inflorescencia en capítulos, con pétalos amarillos.

4.6 USOS

Es utilizada en apiarios de la zona cafetera como fuente de néctar y polen; cerca a los cultivos es atrayente de insectos benéficos que controlan plagas. Por estas características se constituye en un elemento importante en el diseño de sistemas sostenibles de producción para nuestro medio (Ríos C I 1993). Además es utilizada como barrera viva para impedir el ataque de las abejas debido a que se ven forzadas a cambiar su forma de vuelo directo, cuando se encuentran con ella. También sirve como barrera contra el viento en el apiario (comunicación personal Reynel Muñoz. Técnico apicultura y piscicultura 1992).

Las hojas en maceración alcohólica son utilizadas como la verdadera árnica en Cuba

(Souza citado por Roig y Mesa 1974), como remedio para la malaria y en el tratamiento de eczema e inflamaciones de la piel de animales domésticos (Nash 1976).

En Riofrío (Valle del Cauca), está siendo utilizado como cerca viva, para rodear fragmentos de bosque indispensables para la conservación de fuentes de agua (Héctor Mafia, investigador CIPAV comunicación personal, 1994).

4.7 ASPECTOS AGRONÓMICOS DE CULTIVO

4.7.1 Propagación

La propagación puede realizarse por estaca o por semilla. Se han utilizado estacas de 20 a 30 cm de largo, de la parte media de tallos verdes; esto permite un enraizamiento rápido. La semilla puede sembrarse en semillero o directamente en el campo.

En un ensayo de propagación vegetativa realizado en la granja del IMCA, Buga (Valle del Cauca), se utilizaron estacas del primer tercio o parte más leñosa del tallo, del segundo tercio o zona intermedia y último tercio, o parte más tierna del tallo.

Se evaluó el número de raíces por estaca y el porcentaje de prendimiento, a los 15 días después de la siembra. No se presentaron diferencias en el número de raíces por tallo ($P=0.164$) para los diferentes tipos de estaca, presentando valores de 4.25 en promedio para las estacas del segundo tercio, 3.5 para las del primero y 0.65 para las del último tercio.

Se encontraron diferencias altamente significativas en el porcentaje de prendimiento ($P<0.01$), el cual varió entre el primero y último tercio así: 93.6%, 58.19% y 6.25%. De acuerdo a estos valores, lo más recomendable es sembrar estacas del primero y segundo tercio (Salazar 1992).

Para el establecimiento alrededor de apiarios se recomienda usar estacas sembradas a 1.0 m x 1.0 m (Reynel Muñoz, comunicación personal 1992).

Se han realizado pruebas preliminares de propagación por semilla encontrando que germina si se deja secar en la planta (Comunicación personal José Gabriel Rivera 1992). Otros intentos no han sido tan efectivos, por lo cual se ha utilizado material

vegetativo proveniente de plantas jóvenes sin florecer; tomando tallos de aproximadamente 50 cm de longitud, 2.0 a 3.5 cm de diámetro y que posean 4 ó 5 yemas. Estos son sembrados de manera horizontal o inclinada sin cubrirlos totalmente de tierra (Rodríguez y Navarro 1991 citados por Rodríguez 1990).

En un cultivo establecido a partir de estacas del primero (parte leñosa) y segundo tercio, en Buga (Valle del Cauca), bajo condiciones de bosque seco tropical (bsT - de acuerdo con la clasificación de Holdridge), se realizó un riego después de la siembra y se colocó cobertura de bagazo de caña, hq'arasca y pasto seco para conservar la humedad y controlar las hierbas indeseables. Posteriormente se realizaron otros riegos, pero escasos. El cultivo se desarrolló en un período bastante seco, con precipitaciones que sumaron 172.8 mm en todo el período de crecimiento (110 días) de las plantas (Ríos 1993a).

4.7.1.1 Disposición en el campo y manejo

Los apiarios se rodean con botón de oro haciendo podas parciales

del cultivo a 30 cm de altura sobre el suelo. Se determinan tres áreas circulares de poda, las cuales se trabajan escalonadas con un intervalo de 4 meses entre cortes, así se establece una frecuencia anual, en cada área. Toda la biomasa producida en el corte es picada para que se descomponga e incorpore al suelo. Hasta ahora se reportan 10 años de duración del cultivo con este manejo y se observa en buenas condiciones (Reynel Muñoz, comunicación personal, 1992).

En la granja del IMCA (Buga - Valle del Cauca), se estableció un policultivo biológico (sin agroquímicos) que incluía yuca (*Manihot sculenta*), canavalia (*Canavalia ensiformis*), maíz, crotalaria (*Crotalaria júncea*) y botón de oro, este último se sembró alrededor del policultivo, con dos fines: atracción de insectos benéficos, dejando florecer algunas plantas y producción de forraje, realizando cortes antes de floración (Ríos C I 1994). También se establecieron parcelas experimentales en

TABLA 1. Efecto de la densidad de siembra

	Plantas/m²			
	2.66	1.77	1.33	ES/P
Biomasa fresca				
(kg/planta)	3.08	3.22	3.41	0.45/0.875
peso tallos (kg)	1.8	1.4	2.2	0.24/0.322
peso hojas (kg)	1.1	0.7	1.2	0.34/0.703
peso flores (kg)	0.72	0.49	1.14	0.17/0.287
potencial (ton/ha)	82	57	46	10.0/0.069
No. flores	132	81	194	25.0/0.224
No. tallos	8.3	7.8	17.8	0.85/0.033
Altura de planta				
(cm/21 días)	6.8	6.2	5.9	0.42/0.43
(cm/35 días)	25	19	21	2.0/0.2
(cm/49 días)	48.5	44	45	2.0/0.365
(cm/110 días)	190	180	176	7.0/0.425
Incremento diario				
(cm/día)	2.1	2,0	1.97	0.08/0.514

Fuente: Ríos C I y Salazar A 1994

TABLA 2. Efecto de la altura de corte

	Altura		ES/P
	10	50	
Biomasa fresca			
(kg/planta)	3.37	3.11	0.36/0.628
potencial (ton/ha)	60	63	8/0.802

Fuente: Ríos C I y Salazar A 1994

monocultivo, las cuales eran cosechadas en su totalidad, para ser evaluadas (Ríos 1993a), y posteriormente se suministraba el forraje a ovinos y bufalinos.

4.7.2 Densidades de siembra, altura y frecuencia de corte

En Buga (Valle), durante el segundo semestre de 1992, se evaluó la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* en tres distancias de siembra (0.5 m x 0.75 m, 0.75 m x 0.75 m y 1.0 x 0.75 m) y, dos alturas de corte sobre el nivel del suelo (10 cm y 50 cm). Se evaluó también altura de la planta a los 21, 35, 49 y 110 días después de la siembra, número de flores, número de tallos, peso de la planta y relación hoja:tallo:flor. El cultivo se había propagado por estaca en Junio de 1992 y tenía 110 días de sembrado, encontrándose en época de floración en el momento del corte.

Al evaluar la producción de biomasa fresca en las tres distancias de siembra no se encontraron diferencias significativas ($P=0.875$), tampoco entre las dos alturas de corte ($P=0.628$). Los promedios de peso por planta en cada distancia de siembra fueron de 3.08 kg para la distancia uno, 3.22 kg para la dos y 3.41 kg para la tres. Estos valores tan similares parecen indicar que las densidades utilizadas en el ensayo son adecuadas para esta especie y, no generan una competencia tan grande que se refleje en la producción de biomasa (ver Tabla 1). Cuando se realizó el corte a los 10 cm se obtuvieron 3.37 kg por planta y para el corte a los 50 cm de altura 3.11 kg (ver Tabla 2).

Para la variable altura no se encontraron diferencias significativas entre las densidades ($P=0.425$). Esta variable alcanzó valores promedio de 190 cm en la

densidad uno, 180cm en la dos y, promedios de 8.3 tallos para la 176 cm en la tres. Hay una ligera densidad uno, 7.8 para la dos y tendencia a presentar mayor 17.8 para la tres; este incremento altura en la densidad uno, puede ser debido a la posiblemente porque se genera disponibilidad de más espacio por algo de competencia entre planta, lo que permitió el plantas por luz, lo que provoca desarrollo de una mayor cantidad una mayor elongación de tallos de yemas. Finalmente esto no se (ver Tabla 1). El incremento diario vio reflejado en la producción de de altura tampoco presentó biomasa, debido a que los tallos diferencias significativas entre eran más delgados; se encuentra tratamientos (P=0.514). Se entonces una tendencia de la obtuvieron valores entre 1.97 cm planta a guardar un equilibrio y 2.1 cm/día (ver Tabla 1). entre sus diferentes componentes.

Esta afirmación se corrobora al El número de flores por planta no analizar la proporción mostró diferencias significativas tallo:hoja:flor encontrada, la cual entre densidades de siembra no varió con la densidad de (P=0.224), se obtuvieron valores siembra (ver Tabla 1). promedio de 132 flores por planta para la densidad uno, 81 para la La proporción tallo:hoja:flor fue dos y 194 para la tres (Tabla 1). 5:3:2, en los tres tratamientos.

Para la variable número de tallos En otro trabajo realizado sobre el por planta, sí hubo diferencias mismo cultivo, se evaluó la significativas entre densidades producción de biomasa de (P=0.033). Se encontraron *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray,

TABLA 3. Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de biomasa del botón de oro

Densidad	Peso por planta	Producción potencial (kg/ha)
0.5 m x 0.75 m	1.3a	37,922 b
0.75 m x 0.75 m	1.8 b	31,463a
1.0m x 0.75 m	2.0 b	27,106a

Fuente: Ríos C I 1993b

en cortes sucesivos realizados cada siete semanas, utilizando las tres densidades de siembra (0.5 m x 0.75 m, 0.75 m x 0.75 m y 1.0 m x 0.75 m) y dos alturas de corte sobre el nivel del suelo (10 cm y 50 cm) (ver Tabla 3). Se evaluó también el incremento de altura, el peso promedio por planta y, la proporción hoja:tallo.

Estos datos permiten un acercamiento a la densidad de siembra que podría ser más adecuada para esta especie, si el propósito es producir forraje. En la evaluación de producción de biomasa (Ríos C I y Salazar A 1994), no se encontraron diferencias entre las tres densidades de siembra. Al someter las plantas a cortes frecuentes, el mejor comportamiento se presentó con las densidades más amplias (1.0 m x 0.75 m y 0.75 m x 0.75 m). Esto indica que se genera una competencia entre plantas más marcada en la densidad mayor repercutiendo en el desarrollo de las mismas.

La altura de corte no mostró diferencias significativas ($P=0.08$), para la variable peso de la planta. Tampoco se encontraron diferencias en la interacción de la

altura de corte con la densidad de siembra ($P=0.39$).

Al analizar el incremento de altura en las plantas, se encontraron diferencias altamente significativas para la altura de corte ($P=0.00$). Se encontró un mayor incremento de altura en las plantas al realizar los cortes a 10 cm del suelo (135 cm y 109 cm con cortes a 10 y 50 cm respectivamente).

Se analizó la proporción hoja:tallo en las plantas. Con base en el análisis de producción de hojas con respecto al peso total de las plantas (hojas + tallos), se encontraron diferencias significativas entre alturas de corte ($P=0.016$). Al cortar las plantas a 10 cm del suelo, se obtuvo un 45% de hojas, a los 50 cm, un 48%.

4.7.3 Fertilización

No se conocen trabajos escritos sobre fertilización en esta especie. Al realizar cortes sucesivos a las plantas, éstas van disminuyendo la producción de biomasa, cuando no se fertiliza ni se riega el cultivo (Ríos, 1993).

Los productores que están utilizando esta especie para

alimentación animal, aplican materia orgánica como estiércol de animales o lombricompost, después del corte.

4.7.4 Manejo de plantas acompañantes al cultivo

En las parcelas experimentales sembradas en monocultivo, se colocó cobertura de bagazo de caña, hojarasca y pasto seco inmediatamente después de la siembra. En dos años y medio de cultivo no se ha realizado ningún control dirigido a las plantas acompañantes. Después del corte el desarrollo de la planta permite el control de otras especies por competencia de luz, nutrientes y agua. Algunas plántulas de árboles como chiminango (*Pithecellobium dulce*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*) que se adaptaron a estas condiciones se dejaron desarrollar (Ríos 1994).

4.7.5 Problemas fitosanitarios

Hasta el momento no se han presentado ni registrado problemas fitosanitarios limitantes en el desarrollo de las plantas. Es importante resaltar que no se aplicó en ningún insumo químico al cultivo (Ríos 1994).

4.8 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO

4.8.1 Contenido nutricional

En un trabajo realizado en Ibagué durante el primer semestre de 1990, se evaluaron contenidos de minerales y proteínas en la planta en cinco épocas de desarrollo 30, 50, 60, 74 y 89 días.

Se encontró que el contenido de proteína bruta variaba desde 28.51% a los 30 días de edad hasta 14.84% de la materia seca, cuando se evaluaba a los 89 días. La proteína digestible por los bovinos, también disminuía del 22.19% al 10.08%, para las mismas épocas de crecimiento.

El porcentaje de fibra cruda de la materia seca era variable a través del tiempo, con valores entre 1.63% y 3.83%. El porcentaje de humedad del forraje verde varió de 85.9% (a los 30 días), hasta 76.75% (a los 89 días).

Los contenidos de calcio y fósforo, expresados como porcentaje de la materia seca, disminuían a medida que se desarrollaba la planta, de 2.25% a 1.65% para el calcio y, de 0.39 a 0.32% para el fósforo. Los valores

de magnesio variaban entre 0.046 (Rodríguez y Navarro 1990 y 0.069% de la materia seca. mencionados por Rodríguez 1990).

Al comparar estos contenidos con un análisis de suelos del lote donde se desarrolló el cultivo, se encontró una relación entre los niveles de contenido de minerales en el botón de oro y los contenidos de éstos en el suelo (Navarro y Rodríguez 1990).

En análisis cualitativos del follaje de botón de oro por medio de los cuales se trató de conocer sobre contenido de metabolitos secundarios, no se encontraron taninos ni fenoles (Rosales 1992). Mientras que Vargas (1994), encontró un bajo contenido de

En otro estudio realizado con follaje de botón de oro se encontró 24.26% de proteína, 23% de materia seca, 21.4% de ceniza y 78.6% de materia orgánica (Rosales 1992).

4.8.2 Análisis fitoquímicos

En un estudio fitoquímico de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, se encontró una cumarina, posiblemente la colina pero no se cuantificó su nivel (Sánchez 1991 mencionada por Rodríguez 1990). Sin embargo no se observaron manifestaciones de intoxicación en bovinos y conejos a los que se les suministró forraje de esta especie por varios días consecutivos. Lo anterior induce a pensar que el nivel puede ser bajo, aunque no se descartan niveles acumulativos por el consumo durante varias semanas

4.8.3 Pruebas de degradabilidad en sacco

En pruebas realizadas utilizando toda la planta se encontró contenido de proteína del 14%, degradabilidad de la materia seca del 59% a las 24 horas y degradabilidad de proteína del 83%. Al realizar estas pruebas con el follaje el contenido de proteína fue del 16%, degradabilidad de la materia seca 72% degradabilidad de proteína del 79%. En los tallos estos valores disminuyeron siendo proteína del 4%, degradabilidad de la materia seca 40% y degradabilidad de proteína 47%. Con base en estos datos se puede pensar que este forraje tiene potencial para ser usado en dietas de

monogástricos, debido a que presenta valores alrededor del 50% y más de degradabilidad de la proteína (Vargas 1994).

4.8.4 Pruebas biológicas

Se realizaron pruebas biológicas con pollitos de siete días de nacidos, a los cuales se les sustituyó el 20% del concentrado comercial por follaje seco y molido de botón de oro, durante siete días. La ganancia de peso y el consumo en esta prueba, estaban entre el 75 y 99% con respecto al control. La conversión estuvo entre el 125 - 150% comparada con el control, esto se explica porque este material tiene un buen contenido de proteína, bajo contenido de fenoles y una muy alta digestibilidad ruminal (Vargas 1994).

4.9 UTILIZACIÓN EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

4.9.1 Ovinos de pelo

En Buga (Valle del Cauca), se realizó una evaluación de aceptación de botón de oro con cuatro ovinos de pelo, a los cuales se les suministraron dos dietas con el 50% y 100% de la

dieta básica a partir de botón de oro picado (partículas de dos a cuatro centímetros) durante cinco días. El botón de oro estaba en floración cuando se cosechó. Ambas dietas recibieron bloque multinutricional (10% de urea) a voluntad y follaje de matarratón (3% peso vivo, base fresca); la dieta con 50% se complementó con cogollo de caña picado.

El consumo de botón de oro en la dieta del 50% fue de 868 g/día en base fresca, que correspondieron a 369 g/día, en base seca. En la dieta del 100% consumieron 1668 g/día en base fresca, equivalentes a 712 g/día en base seca.

Estos resultados muestran la posibilidad de usar esta especie en la alimentación de ovinos, para lo cual se recomienda cosechar en prefloración cuando posee un mayor porcentaje de proteína (Vargas 1992).

4.9.2 Conejos

En la finca La Isabela, ubicada en el Municipio de Valle del San Juan (Tolima), se ha utilizado el follaje de botón de oro en la alimentación de conejas de cría y animales de ceba, desde hace

cuatro meses. El follaje se mezcla con concentrado y pasto de corte para la fase de acostumbramiento. Posteriormente, se utilizará el botón de oro como fuente alternativa de proteína (José Gabriel Rivera 1992 comunicación personal).

4.9.3 Cerdos

En La Vereda La Virgen, ubicada en el Municipio de Dagua, el botón de oro es utilizado como parte de la dieta de los cerdos, en mezcla con otros forrajes de la finca como el nacedero (*Trichanthera gigantea*), plátano (*Musa* sp) y cidra (*Chayota* sp), entre otros (Solarte 1994).

4.9.4 Otras especies

El ganado, las cabras, ovejos, curies y conejos consumen bien este forraje sin necesidad de ser trozado, hasta un diámetro de tallo de 1.0 a 1.5 cm, especialmente cuando se suministra tierno (alrededor de 50 días de edad), época en la cual presenta un buen valor nutricional (Rodríguez y Navarro 1990 citados por Rodríguez 1990).

El botón de oro ha sido utilizado como parte de la dieta para

alimentar búfalos en el Instituto Mayor Campesino de Buga, en el Valle del Cauca (Ríos 1994).

4.10. BIBLIOGRAFIA

- ENDA- CARIBE CATIE 1989 el árbol al servicio del agricultor: Manual de Agroforestería para el desarrollo rural: (2) Guía de especies, Santo Domingo 778 pp.
- Gómez y Rivera 1987 Descripción de malezas en plantaciones de café. Centro Nacional de Investigación en café, Chinchiná (Caldas) 490 p
- Nash 1976 Flora de Guatemala EN: Fieldiana: Botany 24:323-324
- Navarro F y Rodríguez E F 1990 Estudio de algunos aspectos bromatológicos del mirasol (*Tithonia diversifolia*; Hemsl y Gray) como posible alternativa de alimentación animal. Tesis Universidad del Tolima
- Pérez E 1990 Plantas útiles de Colombia. 14ª edición Medellín 832 p
- Ríos C I 1993a Efecto de la densidad de siembra y altura de corte sobre la producción de biomasa del botón de oro (*Tithonia diversifolia*; Hemsl y Gray). Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Convenio CETEC - CIPAV - IMCA. Informe de avance Enero de 1992- Junio de 1993. Cali p 119 - 124
- Ríos C I 1993b Efecto de la densidad de siembra y altura de corte sobre la producción de biomasa del botón de oro (*Tithonia diversifolia*; Hemsl y Gray), evaluada en cortes sucesivos. Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Convenio CETEC - CIPAV - IMCA. Informe de

- avance Enero de 1992 - Junio de 1993. Cali p 81 - 83
- Ríos C I 1994 Observaciones de trabajo en campo, sin publicar
- Ríos C I y Salazar A 1994 ***Tithonia diversifolia*** (Hemsl.) Gray una fuente proteica alternativa para el trópico. Primera parte. En proceso para ser publicado
- Roig J T y Mesa A 1974 Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. La Habana p 709
- Rodríguez E 1990 Mirasol (***Tithonia diversifolia***; Hemsl y Gray) posible alternativa forrajera no convencional para la alimentación animal en el trópico 1 ó p
- Rosales M 1992 Nutritional value of colombian fodder trees. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria and Natural Resources Institute United Kingdom 50p
- Salazar A 1992 Evaluación agronómica del "botón de oro" (***Tithonia diversifolia***) (familia compuesta) y el "pinocho" o "resucitado" (***Malvaviscus penduliflorus***) (familia malvaceae). En: Informe de becarios II semestre de 1991 y I semestre 1992 de la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria Cali p 27-31
- Solarte A 1994 Experiencias de investigación participativa en Sistemas de Producción Animal en dos zonas del Valle del Cauca. En: Memorias III Seminario Internacional Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios, Maestría en Sistemas Sostenibles de Producción Animal en los Trópicos. Cali p 49-72
- Vargas J E 1992 Evaluación de aceptación del botón de oro en la dieta de las ovejas de pelo. Documento sin publicar
- Vargas J E 1994 Caracterización de recursos forrajeros disponibles en tres agroecosistemas del Valle del Cauca. En: Memorias III Seminario Internacional Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios, Maestría en Sistemas Sostenibles de Producción Animal en los Trópicos. Cali p 135- 149

5. AVANCES EN LA INVESTIGACIÓN EN EL VALOR NUTRICIONAL DE NACEDERO (*Trichanthera gigantea* (Humboldt et Bonpland) Nees.)

Rosales, M. Mauricio [Ph.D. Investigador]

5.1 INTRODUCCION

A raíz de los trabajos de investigación adelantados por la Fundación CIPAV, sobre la utilización del nacedero como árbol forrajero, se ha incrementado el cultivo, la distribución y la investigación agronómica y zootécnica en esta especie tanto nacional como internacional. Los primeros resultados de esta expansión, especialmente ensayos de alimentación con animales, se han caracterizado por ser considerablemente diversos. Las diferencias encontradas en los distintos ensayos podrían ser atribuidas a la variación genotípica de esta especie (diferentes procedencias), a la variación fenotípica (como una respuesta a las diferentes condiciones ambientales en las cuales se ha estado propagando), a una combinación de ambos factores, o a las variaciones intrínsecas de los análisis realizados (efecto del muestreo, laboratorio, etc.). En la

mayoría de los casos se desconoce la procedencia del material vegetativo, por lo que se hace imposible determinar las causas de la variación en cada ensayo en particular. Por otro lado, debido a que la propagación de *Trichanthera gigantea* es vegetativa en la mayoría de las regiones estudiadas (Ríos, 1994), se puede presentar la posibilidad de propagar materiales que sean uniformes genéticamente, es decir, que su propagación se haga a partir de unos pocos individuos parentales. Por esta razón, se planteó la necesidad de establecer si la variación encontrada en los ensayos de alimentación y agronómicos es fenotípica y/o genotípica. Desde entonces, la Fundación CIPAV inició una colección de germoplasma de *Trichanthera gigantea* con el fin de contar con un banco de material genético de procedencia conocida. Hasta entonces, sólo se había reportado una variedad de esta especie en la literatura, encontrada en

Guyana, *Trichanthera gigantea* var. *guyanensis* (Record y Hess, 1992). La colección actual de germoplasma tiene ejemplares representativos de varias regiones de Colombia y hasta la fecha se han identificado cinco (5) procedencias genéticamente diferentes, mediante el método de isoenzimas (Ríos, 1994).

En este capítulo se dan a conocer resultados iniciales que ilustran la variación fenotípica y genotípica en el valor nutricional del nacedero. En la primera parte se muestran los resultados obtenidos en diversos ensayos con esta especie, sin conocer sus procedencias, para mostrar la fluctuación en su contenido nutricional. En la segunda parte se muestran los avances en la caracterización del valor nutricional de algunas de las procedencias de la colección de *Trichanthera gigantea* que empieza a dar un indicio sobre la diversidad genética de esta especie.

5.2 ANTECEDENTES

5.2.1 Valor nutricional

Los análisis del valor nutricional del nacedero efectuados desde

1989, revelan la variación en la composición química de hojas y tallos (ver Tabla 1). En algunos análisis se incluyeron los tallos delgados, que también son consumidos por los animales.

El contenido de proteína cruda de las hojas varía del 15.0 al 22.5% y, aparentemente, la mayor parte es proteína verdadera. Las variaciones en los contenidos de agua y materia orgánica son del 20 al 27% y de 16 al 20% respectivamente. Se ha encontrado que el contenido de calcio es particularmente alto comparado con otros árboles forrajeros (Rosales y Galindo, 1987., Rosales *et al.*, 1992). Esto puede explicarse por la presencia de cístolos en las hojas, lo cual es una de las características de la familia *Acanthaceae*. Los cístolos son pequeñas concreciones minerales similares a diminutas líneas cortas que aparecen en la superficie superior de la lámina foliar, en las porciones más altas de los tallos, en las ramas de la inflorescencia y en el cáliz (Leonard, 1951). Los altos niveles de calcio pueden explicar el uso que los campesinos hacen en Colombia de *Trichanthera gigantea* como una bebida lactogénica (Pérez Arbeláez,

TABLA 1. Composición química (g/kg) de *Trichanthera gigantea* (base seca)

Materia Seca	Proteína Cruda	Proteína verdadera	Ceniza	Fibra Cruda	FDN*	Ca	P	K	Mg	Fenoles Totales (ppm)
-	152.5	-	-	-	- 38.0	2.6	31.8	11.4	-	450a
200	179.3	-	-	-	- 23.4	3.7	37.6	7.5	-	b
-	166.2	141.3	167	167	-	-	-	-	-	b
-	150.9	-	-	-	-	-	-	-	-	22.200*
224	169.3	-	-	-	- 24.0	3.8	24.2	9.0	-	50.288 ^d
269	225.0	-	171	-	297	-	-	-	-	e
-	182.0	-	199	183	- 43.0	9.2	-	-	-	f
Hojas y tallos										
191	223.0	-	220	-	440	-	-	-	-	e
Tallos										
-	11.9	-	313	300	- 64.0	2.1	-	-	-	f
Tallos delgados										
170	86.7	-	-	-	- 26.1	4.2	69.6	7.2	-	b
Tallos gruesos										
270	46.3	-	-	-	- 21.9	3.6	38	4.8	-	b

*FDN: Fibra Detergente Acida.

Fuentes:• Rosales *et al.*, 1989.^b Gómez y Murgueitio, 1991.^c Jaramillo y River, 1991.^d Rosales *et al.*, 1992.^e Solarte, 1994.^f Nhan, *et al.*, 1996.

1990). Esto también sugiere un buen potencial para alimentar animales en lactancia.

5.2.2 Factores anti-nutricionales

Los factores anti-nutricionales son compuestos del metabolismo secundario de las plantas de

importancia en el estudio de su valor nutricional (ver página 82).

En una prueba cualitativa de escrutinio (prueba fitoquímica preliminar) para determinar la presencia de factores anti-nutricionales, no se encontraron

alcaloides ni taninos condensados en *Trichanthera gigantea* y los contenidos de

saponinas y esteroides fueron muy bajos. En otros ensayos de laboratorio más sensibles, se encontraron contenidos de fenoles totales y esteroides de 450 ppm y 0.062% respectivamente (Rosales *et al*, 1989). La fluctuación en su contenido de fenoles totales desde 450 hasta 50,288 ppm (ver Tabla 1), sugiere que esto sea una posible causa de la variación en su valor nutricional. Sin embargo, esto está aún por comprobarse.

Es imposible determinar en esta revisión las causas de la variación en los componentes químicos de las hojas. Esto sugiere la importancia de determinar con mayor precisión, las variaciones nutricionales en esta especie.

5.2.3 Degradabilidad de la materia seca

La degradabilidad de *Trichanthera gigantea* también se ha determinado (ver Tabla 2).

En la Tabla 2 se evidencia que existe poca o ninguna variación en la degradabilidad *in sacco* de esta especie (sin embargo, se necesitan muchos más datos para corroborar esta hipótesis). Como se puede ver en la tabla

TABLA 2. Degradabilidad *in sacco* (%) de las hojas de *Trichanthera gigantea* (en base seca)

	12 horas	24 horas	48 horas
	52.4	70	77.2 ^a
	52.0	60	77.0 ^b
	-	60	- ^c

Fuentes:

^a Rosales y Galindo, 1987.

^b Ángel, 1988.

^c Rosales *et al.*, 1992.

hay una rápida degradación de más del 50% del material en las primeras 12 horas y que durante las primeras 24 horas casi un 70% del material ha sido degradado. La tasa de degradación se hace mucho más lenta entre las 24 y 48 horas. La rápida degradación inicial sugiere que las hojas están compuestas por carbohidratos de rápida fermentación (carbohidratos simples o no estructurales). Debido a la capacidad de los rumiantes de aprovechar materiales de baja degradabilidad, se prefiere el uso de esta especie arbórea para animales monogástricos.

5.3 AVANCES EN LA CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL

A pesar del importante número de análisis químicos realizados en *Trichanthera gigantea* se conoce

muy poco acerca de su composición. Los esfuerzos iniciales en la caracterización del valor nutritivo del nacedero, se hicieron para conocer los compuestos principales de esta especie (especialmente proteína, cenizas, fibra, minerales y sus factores anti-nutricionales). Recientemente se realizó una caracterización más completa del valor nutricional de *Trichanthera gigantea* a partir de muestras de hojas de árboles de la parte plana del Valle del Cauca. Existe la posibilidad de que todos los individuos

evaluados tengan la misma procedencia (Tabla 3). Los análisis de la fracción de carbohidratos revelan altas cantidades de carbohidratos solubles en agua, azúcares totales y azúcares reductores. También muestra un gran nivel de almidón y baja cantidad de fibra detergente neutra. Las altas cantidades de carbohidratos de almacenamiento y no estructurales combinados con las bajas cantidades de carbohidratos estructurales pueden explicar los buenos

TABLA 3. Composición química (g/kg) de *Trichanthera gigantea* (en base seca)

Proteína cruda	178.2
Proteína soluble en agua	35.4
Proteína soluble como % de la proteína	19.8
Carbohidratos solubles en agua	43.2
Almidón	248.2
Azúcares totales	170.1
Azúcares reductores	91.6
Pared celular (FND)	294.1
Ligno-celulosa (FDA)	217.6
Extracto etéreo	31.2
Materia orgánica	804.1
Capacidad de precipitar proteína (cm ² /g)	323.5
Taninos condensados (densidad óptica/g)	0
Fenoles totales (densidad óptica/g)	208.8

Fuente: Rosales, 19%.

resultados biológicos que se han obtenido con animales monogástricos. Estos resultados se comparan con aquellos obtenidos con otras especies arbóreas forrajeras colombianas en la Tabla 4.

En la Tabla 4 se confirma que los contenidos de carbohidratos solubles, almidón, azúcares totales son más altos en el nacedero que en las otras especies. A su vez los contenidos de carbohidratos estructurales (FDN y FDA) son más bajos que en las otras especies estudiadas.

La fermentabilidad potencial de *Trichanthera gigantea* y otras especies arbóreas se evaluó por el método de producción de gas. Este método simula las condiciones del rumen y mide el gas producto de la fermentación de muestras de forrajes por bacterias ruminales. La medida del gas producido permite establecer la fermentabilidad de la muestra (producción total de gas) y la velocidad de la fermentación. La fermentación se llevó a cabo por espacio de 166 horas de acuerdo al método propuesto por Theodorou *et al.*,

Tabla 4: Composición química (g/kg) de follaje de cinco especies arbóreas.

	<i>Trichanthera gigantea</i> ¹	<i>Erythrina edulis</i> ²	<i>Leucaena leucocephala</i> ³	<i>Inga</i> sp. ⁴	<i>Gliricidia sepium</i> ⁵
Materia orgánica	804.1	891.7	887.1	909.1	878.8
Proteína cruda	178.2	256.2	284.1	225.8	303.3
Proteína soluble	35.4	53.3	42	30.1	129.4
Carbohidratos solubles	43.2	12.6	18.4	3.3	20.7
Almidón	248.2	204.8	155.9	192.5	109.5
Azúcares totales	170.1	70.9	99.1	84.4	88.8
Azúcares reductores	91.6	18.2	95.2	59.5	63.2
FDN	294.1	612.6	308.1	630.8	298.4
FDA	217.6	264.2	247.5	620	220.2
Extracto etéreo	31.2	23.6	32.2	8.5	22.6
Capacidad de precipitar proteína cm ² /g	323.5	132.8	244.1	529	163.6
Taninos condensados	0	0	284.2	595.4	0
Fenoles totales DO/g	208.8	38.6	111.2	151.9	39.2

DO: densidad óptica.

¹Nacedero. ²Chachafruto. ³Acacia forrajera. ⁴Guamo. ⁵Matarratón.

Fuente: Rosales (1996).

(1994). Los resultados se expresan en la Tabla 5. Los resultados en la Tabla 3 muestran sólo la presencia de fenoles con gran capacidad de reaccionar con proteínas (ver página 83). No se encontraron taninos condensados. Cuando se compara con otras especies (ver Tabla 4), los contenidos de fenoles totales son más altos en esta especie (ver Tabla 2). En *Trichanthera gigantea*. La capacidad de precipitar proteína es superada solamente por *Inga* sp., especie particularmente rica en taninos condensados. Los resultados de pruebas de espectrofotometría realizadas con material de una misma procedencia cosechado en dos épocas diferentes, se muestran en las figuras 1 y 2. Estas pruebas se hicieron para lograr una caracterización más completa de los compuestos fenólicos. En los perfiles fenólicos puede identificarse la presencia de cinco

Los resultados muestran que el nacedero tiene una alta fermentabilidad similar a la de *Gliricidia sepium*. Esto concuerda con los resultados de la alta degradabilidad en el rumen de esta especie (ver Tabla 2). En ambos casos, ocurre una rápida fermentación, que se ilustra aquí por la tasa de fermentación de la fracción rápidamente fermentable y al igual que en el caso de la degradabilidad, la mayoría de la fermentación ocurre durante las primeras doce (12) horas. Esto se relaciona con las altas cantidades de carbohidratos de almacenamiento y no estructurales (fermentables) que se encontraron en análisis anteriores (ver Tabla 3).

TABLA 5. Cinética de la fermentación de cinco especies forrajeras arbóreas.

	<i>Trichanthera gigantea</i> ¹	<i>Erythrina edulis</i> ²	<i>Leucaena leucocephala</i> ³	<i>Inga sp.</i> ⁴	<i>Gliricidia sepium</i> ⁵
Producción total de gas (ml)	218.6	183	189.4	82.6	219.4
Tasa de fermentación (h ⁻¹)					
Fracción rápidamente fermentable	2.83	3.53	2.74	2.12	3.55
Fracción lentamente fermentable	0.2	0.68	1.26	1.19	0.49

¹Nacedero. ²Chachafruto. ³Acacia forrajera. ⁴Guamo. ⁵Matarratón.

Fuente: Rosales (1996).

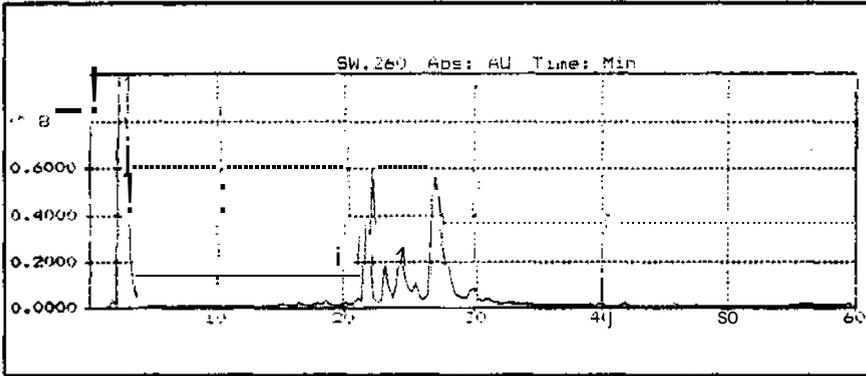


Figura 1. Perfiles de compuestos fenólicos de *Trichanthera gigantea* (4 meses de edad).

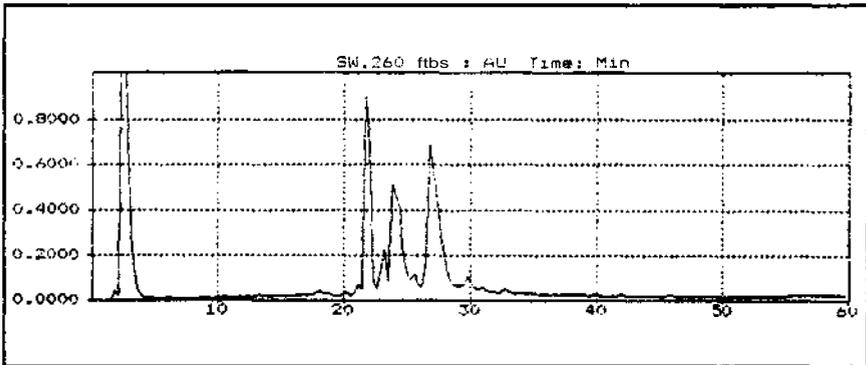


Figura 2. Perfiles de compuestos fenólicos de *Trichanthera gigantea* (10 meses de edad).

(5) picos fenólicos prominentes en los cromatogramas (entre 20 y 30 minutos). La ausencia de un pico en la región de los 10 minutos confirma que esta planta no tiene taninos condensados. Estos resultados comprueban que en esta especie los taninos responsables de la precipitación de proteína son del tipo

hidrolizable y son probablemente sólo 5 compuestos. Los cromatogramas también muestran un aumento de la cantidad de compuestos fenólicos relacionada con la edad de la planta.

Se encontró un valor de proteína foliar cercano al 18% y se observó

que casi un 20% de ésta era proteína soluble (ver Tabla 3), lo que puede permitir un mejor aprovechamiento por parte de animales no rumiantes.

Debido a que el uso principal de este forraje es la suplementación de proteína para monogástricos, es importante caracterizar la composición de aminoácidos. Se realizó un aminograma con muestras de árboles (n=3) colectadas en el Valle del

TABLA 6: Contenido de aminoácidos de *Trichanthera gigantea* (Las muestras se recolectaron en plantas de 4 meses de edad).

Aminoácido	Expresados como g/16g		Expresados como g/kg de	
	N		hoja	
	Promedio	Desviación	Promedio	Desviación
Acido aspártico	10.9	0.04	16.4	2.45
Treonina*	5.1	0.29	7.8	1.22
Serina	5.1	0.26	7.8	1.10
Acido glutámico	11.9	0.16	18.2	2.36
Glicina	6.1	0.29	9.4	1.44
Alanina	6.2	0.22	9.5	1.42
Valina*	6.1	0.19	9.3	1.32
Isoleucina*	4.9	0.29	7.5	1.25
Leucina*	8.7	0.46	13.3	2.09
Tirosina	4.0	1.11	6.0	1.14
Fenilalanina*	6.0	0.33	9.1	1.55
Histidina*	2.8	0.49	4.4	1.29
Arginina*	6.5	0.42	9.8	0.90
Prolina	5.5	0.38	8.5	1.51
Lisina total*	4.0	0.82	6.0	0.95
Cisteína	1.7	0.15	2.6	0.38
Metionina*	2.0	0.26	3.0	0.10

* Aminoácidos esenciales.

Fuente: Rosales (1997).

Cauca. En la Tabla 6 se muestran los aminogramas completos para la hq'a de *Trichanthera gigantea*. Esta especie parece ser particularmente rica en aminoácidos esenciales como arginina, leucina y fenilalanina y no esenciales como ácido aspártico y ácido glutámico.

Al comparar el contenido de proteína de las hojas de *Trichanthera gigantea* con una proteína ideal basada en lisina

(Wang y Fuller, 1989)), se observa que tiene un buen balance de aminoácidos (Tabla 7).

La comparación de los aminogramas de *Trichanthera gigantea* con los de la torta de soya y *Azolla* sp. revelan que su composición de aminoácidos es mejor que la de *Azolla* sp. y que ambas especies tienen un balance de aminoácidos mejor que el del grano de soya. En todos los casos, los aminoácidos de *Trichanthera gigantea* están muy por encima de la proporción que debería tener una proteína ideal.

El buen balance de aminoácidos, el nivel adecuado de proteína y los niveles altos de carbohidratos solubles y de almacenamiento, la alta fermentabilidad y

degradabilidad y la ausencia de taninos condensados demuestran el potencial de *Trichanthera gigantea* como forraje. No obstante, los resultados biológicos indican que existe algún limitante para expresar este potencial. En cerdos por ejemplo, el nivel de sustitución para lograr parámetros biológicos similares a dietas con soya no ha podido incrementarse por encima del 20%. Este forraje es muy palatable para cerdos, especialmente para cerdas gestantes. Sin embargo, aun cuando existe un consumo que teóricamente satisface todas las necesidades de proteína, las cerdas gestantes no logran una condición corporal equivalente a una ración convencional, cuando *Trichanthera gigantea* es la única fuente de proteína de una dieta de jugo de caña de azúcar

TABLA 7; Balance de aminoácidos esenciales en una proteína "ideal" (requerimientos estimados con dietas puras y expresados como porcentaje de lisina (Wang y Fuller, 1989)) comparado con los balances de torta de soya, *Azolla* y *Trichanthera gigantea*.

Aminoácido	Proporción en la proteína (como % de Usina)			
	Ideal	Torta de Soya	<i>Azolla</i>	<i>Trichanthera gigantea</i>
Triptófano	18	21	31	Nd.
Isoleucina	60	75	60	97
Metionina +	63	49	63	81
Treonina	72	62	72	100
Valina	75	85	103	134
Leucina	110	129	138	172
Fenilalanina +	120	152	149	217

(ver página 85). La baja digestibilidad de la proteína (aún sin estimar) o la presencia de fenoles con alta capacidad de precipitar proteína podrían ser los limitantes.

5.4 AVANCES EN LA CARACTERIZACIÓN DE LA VARIACIÓN EN EL VALOR NUTRICIONAL

En un estudio más reciente sobre la caracterización del valor nutricional de nacedero se realizó una serie de análisis químicos de muestras recolectadas en tres sitios diferentes. Se tomó un conjunto de muestras (n=6) en la cordillera occidental en la localidad de El Dovio (Valle del Cauca). Otro conjunto (n=12) se

recolectó en Buga en la parte plana del Valle del Río Cauca. Se tomaron muestras de plantas que estaban creciendo a distancias de un (1) metro y 0.5 m. El tercer conjunto de muestras (n=6) se recogió en la costa Pacífica, en la localidad del Tatabro, río Anchicayá, de árboles sembrados cerca a la orilla del río y en la parte drenada más alta. Las condiciones ambientales de los sitio de recolección se muestran en la Tabla 8 y los resultados de los análisis en la Tabla °

En esta Tabla se observan diferencias en la composición química aunque no es posible determinar con estos datos si la variación es debida a causas genéticas o ambientales. La materia orgánica varió desde 73 a

Tabla 8: Características agroecológicas de los sitios de recolección

	El Dovio	Buga	Tatabro
Altura m.s.n.m	1750	1052	50
Precipitación anual mm	1350	mm	6000
Estaciones	2 estaciones secas más cortas que en la zona plana.	1 estaciones secas en el año (enero-marzo, junio-septiembre)	Sin estaciones secas.
Humedad relativa %	90	70	>100
Temperatura ambiental °C	18	24	28
Suelo	Arcilla-ceniza volcánica Acido.	Aluviales y coluviales. Neutro	Sedimentario-aluvial. Acido

TABLA 9. Composición química de diferentes procedencias de *Trichanthera gigantea* (base seca).

Lugar de recolección	Descripción	MO	PC	FDN	FDA	FT	CPP	Fermentabilidad*
		%	%	%	%	mg	cm ² /g	ml
El Dovio	Crecimiento sin cosecha	73.2	19.6	41.2	28.6	0.4	33.6	45.7
Buga	1m/planta cosecha 3 meses	76.1	9.0	38.8	25.1	0.7	69.1	47.9
Buga	0.5m/planta cosecha 3 meses	77.2	12.8	41.7	29.2	0.4	55.2	42.9
Buga	0.5m/planta cosecha 1 mes	75.7	16.7	38.7	21.8	0.7	58.7	36.5
Buga	1m/planta, 3 meses sombra	72.5	17.8	40.5	25.3	0.2	33.2	31.7
Tatabro	Crecimiento sin cosecha Orilla río	83.3	12.7	49.5	27.4	1.0	<1.8	34.0
Tatabro	Crecimiento sin cosecha Drenado	77.8	15.3	45.0	26.1	0.5	48.8	34.6
Promedios								
El Dovio		73.2	19.6	41.2	28.6	0.4	33.6	45.7
Buga		75.4	14.1	39.9	25.3	0.5	54.0	39.7
Tatabro		80.5	14.0	47.3	26.8	0.8	65.3	34.3

MO: Materia orgánica. PC: Proteína cruda. FDN: Fibra Detergente Acida (Pared Celular). FDA: Fibra Detergente neutra (Ligno-celulosa). FT: Fenoles totales (Equivalentes a ácido gálico). CPP: Capacidad de Precipitar Proteína.

* Producción de gas en 48 horas.

considera como contenidos altos. La proteína varió desde el 9.0 hasta casi el 20%. Se encontró la cantidad más alta de proteína en promedio en las plantas que estaban creciendo naturalmente en la localidad de El Dovio; mientras que la cantidad de proteína más baja en promedio se encontró en las plantas que estaban creciendo en un sistema más intensivo, en Buga en plantas cosechadas cada tres (3) meses y con intervalos entre plantas de un

metro. Para la cantidad de pared celular, los contenidos más altos se obtuvieron en promedio en las plantas que estaban creciendo en el Tatabro. No se evidenció ninguna tendencia en cuanto a los contenidos de ligno-celulosa.

En los análisis de fenoles totales se obtuvieron los promedios más altos en plantas recolectadas en la zona húmeda de la costa Pacífica (Tatabro) y los más bajos en las plantas que crecían bajo la

sombra en Buga y cosechadas cada tres (3) meses. Las muestras con mayor capacidad de precipitar proteína procedieron de plantas recolectadas en la costa Pacífica y que crecían en una zona húmeda, lo cual corresponde, como se espera, con la cantidad de fenoles totales citada antes (se encontró una correlación del 80% entre la capacidad de precipitar proteína y la presencia de fenoles en estas muestras). Las capacidades más bajas de precipitación de proteína se encontraron en las plantas que crecían bajo la sombra en Buga y eran cosechadas cada tres (3) meses. En promedio la menor capacidad de precipitar proteína se encontró en aquellas muestras recolectadas en la localidad de El Dovio. Los factores antinutricionales como los fenoles, son una respuesta a las condiciones ambientales; sin embargo es claro que la planta debe tener la disposición genética para producirlos. En este caso, se evidencia que *Trichanthera gigantea* tiene esta disposición. Este trabajo da indicios sobre cómo las condiciones de humedad, sombra y sistema de cultivo pueden influir en la presencia de

fenoles con alta capacidad de precipitar proteína y en general en el valor nutricional de *Trichanthera gigantea*.

En la prueba de fermentabilidad *in vitro* (periodo de incubación de 48 horas) se encontró que las muestras con mayor fermentación correspondían a aquellas provenientes de un cultivo más intensivo (plantas cultivadas en Buga a un (1) m de intervalo y cosechadas cada tres (3) meses). Las de más baja fermentabilidad correspondieron a plantas cultivadas bajo la sombra en Buga.

La comparación de los resultados por localidades muestra que los contenidos más altos de proteína cruda correspondieron a las plantas cosechadas en El Dovio, las cuales también tuvieron la menor cantidad de fenoles totales y por lo tanto la menor capacidad de precipitar proteína. En cuanto a la fermentabilidad, las muestras más fermentables también correspondieron a aquellas recolectadas en El Dovio, mientras que las menos fermentables correspondieron a aquellas recolectadas en el Tatabro.

En la Figura 3 se muestran los perfiles de fermentación para diferentes procedencias de *Trichanthera gigantea*, donde se evidencia que las muestras recolectadas en la localidad de El Dovio obtuvieron una fermentabilidad más alta, seguidas por las que crecían en Buga y por último por las muestras recolectadas en el Tatabro.

La procedencia de la planta podría explicar por qué las muestras de El Dovio tienen una fermentación significativamente más alta que aquellas recolectadas en el Tatabro. Aunque *Trichanthera gigantea* se distribuye en un rango altitudinal amplio, su distribución principal es en las laderas de los Andes (se

presume que esta distribución es principalmente antrópica, debido a los múltiples usos de esta especie, ver páginas 71 a 74). Es tal vez en esta región donde puede tener un desarrollo mucho más favorable, lo que podría reflejarse en su valor nutritivo y en los patrones de fermentabilidad. La mayor proporción de proteína cruda, mayor fermentabilidad, la menor cantidad de fenoles totales y menor capacidad de precipitar proteína, podrían explicar por qué el nacedero de El Dovio y de regiones cafeteras similares es tan apreciado por los campesinos como forrajero. En el caso de las plantas que crecen en el Tatabro, las altas condiciones de humedad y el bajo contenido de nutrientes del

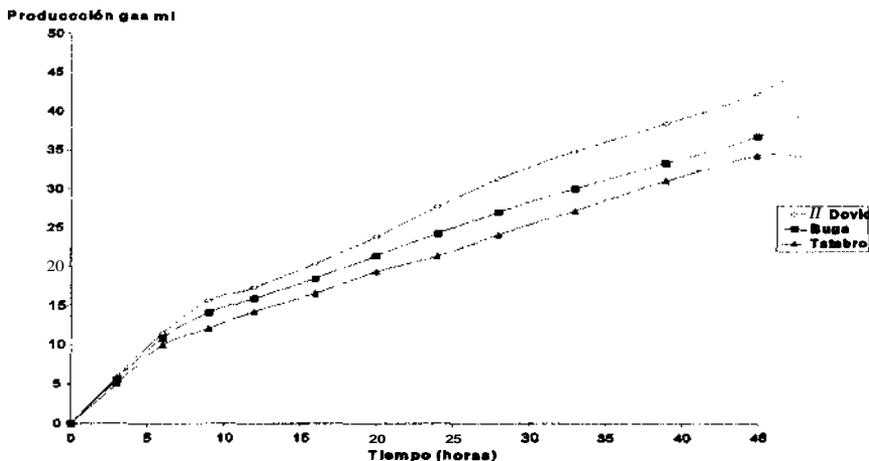


Figura 3: Perfiles de fermentación de tres procedencias diferentes de *Trichanthera gigantea*.

suelo de esta zona, pueden hacer un medio libre de nitrógeno que que el valor nutricional de la facilita el poder determinar el especie no se exprese en la aporte de la proteína del forraje misma forma que en las muestras para las bacterias ruminales (las recolectadas en El Dovio y por diferencias en las escalas de esto puedan mostrar una producción de gas y tiempo, que fermentabilidad mucho más baja. se encuentran entre los resultados En las muestras recolectadas en ilustrados en las figuras 3 y 4 se el Tatabro se encontró que éstas deben precisamente al uso de tenían la más alta cantidad de medios de incubación diferentes). fenoles totales y las mayores La fermentación se llevó a cabo capacidades de precipitación de por 70 horas. Las seis (6) proteínas. Esto se refleja en la procedencias de esta especie Figura 3, donde se ve que la pertenecen a la colección de la fermentabilidad es mucho más Fundación CIPAV y son cultivadas baja. En estudios anteriores se ha bajo las mismas condiciones en la demostrado que existe una parte plana del Valle del río correlación directa entre la Cauca (Buga). Todas las plantas cantidad de fenoles totales y la son de la misma edad y las fermentabilidad (Rosales, 1996). muestras fueron cosechadas al mismo tiempo.

Estos resultados empiezan a caracterizar de alguna forma la Se Se encontraron diferencias variación fenotípica que puede altamente significativas ($p < 0.01$) existir en el valor nutricional de en la fermentación de las seis (6) esta especie. El efecto de la procedencias. En la Figura 4 se variación genotípica se puede observan los perfiles de observar por medio de análisis de fermentación. Las respuestas las plantas pertenecientes a la fueron muy variadas, los perfiles colección de germoplasma que de fermentación más altos estén creciendo bajo las mismas correspondieron a la condiciones. procedencia P3, mientras que los más bajos correspondieron a la

Se realizó la prueba de Se Se realizó la prueba de fermentación *in vitro* con seis (6) intermedios para el resto de las diferentes procedencias de procedencias. No se ha hecho *Trichanthera gigantea* utilizando ningún otro tipo de análisis en

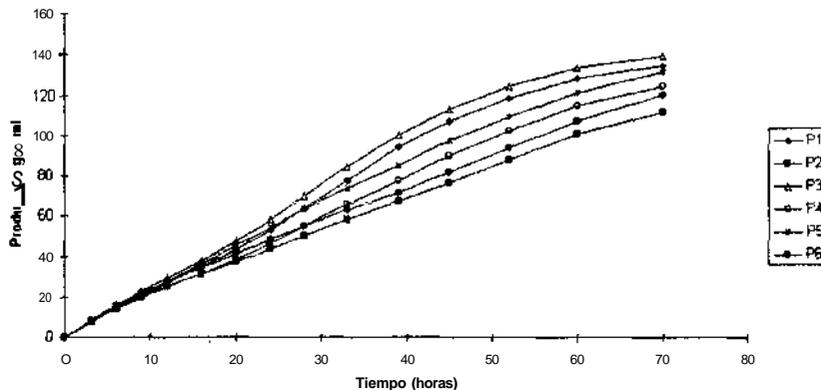


Figura 4: Perfiles de fermentación de seis procedencias de *Trichanthera gigantea*.

estas muestras. En general, estos resultados muestran que para esta especie existe una variación genética importante.

El potencial genético de esta especie es impresionante. En cultivos de *Trichanthera gigantea* en condiciones controladas de invernadero, se obtuvieron hojas de mayor tamaño que lo referenciado en la literatura. Muestras de hojas de 11 plantas tuvieron un promedio de 38.7 cm de largo por 19.7 cm de ancho. El valor máximo registrado por Leonard (1951) es de 26 cm de largo por 14 cm de ancho en condiciones naturales. Los valores máximos encontrados en invernadero fueron de 43.4 cm de largo y 23 cm de ancho (la hoja de mayor tamaño presentó 42.4

cm de largo por 23 cm de ancho). El área de las hojas fue en promedio 458.3 cm² con un valor máximo de 648.9 y un mínimo de 358.8 cm².

5.5 CONCLUSIONES

Estos resultados son el comienzo de una caracterización más completa del nacedero. En ellos se evidencia el potencial del forraje de *Trichanthera gigantea* para la alimentación animal, especialmente para monogástricos y animales en lactancia. Se identificaron algunos de los factores que pueden estar influyendo en la variación del valor nutricional de *Trichanthera gigantea*, como son clima, humedad, suelo, sombra y sistema de cultivo. Es probable

que existan otros factores igualmente importantes. La variación genotípica expresada en el valor nutricional, aunque todavía falta mucha investigación al respecto, ofrece los primeros indicios de la existencia de algunos ecotipos de mejor valor nutricional que otros. La importancia de establecer la variación fenotípica y genotípica radica en la necesidad de establecer pautas de manejo y estrategias de propagación adecuadas para esta especie.

5.6 BIBLIOGRAFÍA

- Ángel, J. E. 1988. Avances en la evaluación de recursos nutricionales tropicales en Colombia. En: Reporte de Investigación 1(1) CIPAV, Cali, Colombia, pp 26.
- Gómez, M. E. y Murgueitio, E. 1991. Efecto de la altura de corte sobre la producción de biomasa de nacedero (*Trichanthera gigantea*). Livestock Research for Rural Development 3 (3):14-23.
- Jaramillo, P. H. y Rivera, P. E. 1991. Efecto del tipo de estaca y la densidad de siembra sobre el establecimiento y producción inicial de nacedero *Trichanthera gigantea* (Humboldt & Bonpland). Tesis de Grado. Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia.
- Nhan, N. T. H., Van Hon, N., Preston, T. R. and Dolberg, F. 1996. Effect of shade on biomass production and composition of the forage tree *Trichanthera gigantea*. Livestock Research for Rural Development, Volume 8, Number 2, pp 93.
- Pérez-Arbeláez, E. 1990. Plantas útiles de Colombia. Editorial Víctor Hugo, Medellín. 14th edición. 832 pp.
- Record, S.J y Hess, R. W. 1972. Timbers of the new world. Use and abuse of America's natural resources. Arno Press. New York. 642 pp.
- Ríos, Kaffo, Clara I. 1994. Apuntes etnobotánicos y aportes al conocimiento del Nacedero *Trichanthera gigantea* (Humb. & Bonpl.) Nees. Tesis de Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Universidad Javeriana - IMCA - CIPAV. 62 pp.
- Rosales, M. 1996. *In vitro* assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees. Tesis de Doctorado D.Phil., Department of Plant Sciences, Oxford University, Oxford, UK. 214 pp.
- Rosales, M. 1997. *Trichanthera gigantea* (Humboldt. Et Bonpland.) Nees, a review. En: Livestock feed resources and integrated farming systems. II FAO electronic conference on tropical feeds. Roma, 9 pp. (en prensa).
- Rosales, M. and Golindo, W. 1987. Aportes al desarrollo de un sistema de alimentación para cabras en el trópico. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias; Palmira.
- Rosales, M. Golindo, W. F., Murgueitio, E., and Larrahondo, J. 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de Guamo, Nacedero y Matarratón. Livestock Research for Rural Development. An International Computerised Journal Vol 1, No.1. 29,748 Bytes.

- Rosales, M., Preston, T.R., Vargas, J.E. 1992. Advances in the characterization of non conventional resources with potential use in animal production. British Society of Animal Production. Animal Production in Developing Countries. Occasional Publication No.16. pp.228-229.
- Solarte, J. A. 1994. Experiences from two ethnic groups of farmers participating in livestock research in different ecological zones of the Cauca Valley of Colombia. M.Sc. Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. 80pp.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B. and France, J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminants feeds. Animal Feed Science and Technology 48:185-197.
- Wang, T. C. y Fuller, M. F. 1989. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 1. Experiments by amino acid deletion. British Journal of Animal Nutrition. 62:77-89.

ANEXOS

Dado que parte de las evaluaciones que se presentan en este libro han sido realizadas en la granja El Hatico, la hacienda Arizona y el Instituto Mayor Campesino (IMCA); a continuación se describen las características agroecológicas de cada una de las zonas.

1. GRANJA EL HATICO

Ubicación. . . . .	.Departamento del Valle del Cauca
Municipio. . . . .	.Cem'to
Vereda. . . . .	.Amoime
Zona de vida (Holdridge). . . . .	.Bosque seco tropical
Altura. . . . .	.1,000 msnm
Temperatura. . . . .	.24°C
Precipitación. . . . .	.814 milímetros, bimodal
Época seca. . . . .	.Dic 1 a Mar 15 y Jun 15 a Sep 30
Época lluviosa. . . . .	.Mar 16 a Jun 14 y Oct 1 a Nov 30
Humedad Relativa. . . . .	.75%
Evaporación. . . . .	.1,500 milímetros
Suelos. . . . .	.Franco arcillosos
Textura. . . . .	.Arcillosa
Materia orgánica. . . . .	.O - 30cm 4%
pH. . . . .	.6.5
Fósforo. . . . .	.30 ppm

2. HACIENDA ARIZONA

Ubicación. . . . .	.Departamento del Valle del Cauca
Municipio. . . . .	.Jamundí
Vereda. . . . .	.El Guabal
Zona de vida (Holdridge). . . . .	.Bosque húmedo tropical
Altura. . . . .	.923 msnm
Temperatura. . . . .	.24°C
Precipitación. . . . .	.1,800 milímetros, bimodal
-Época lluviosa. . . . .	.Mar-Abril-Mayo y Sep-Oct-Nov
Suelos. . . . .	.Niveles freáticos altos
Textura. . . . .	.Arcillosa
Materia orgánica. . . . .	.4.42%
pH. . . . .	.5.5 - 6.5
Fósforo. . . . .	.28.7 ppm

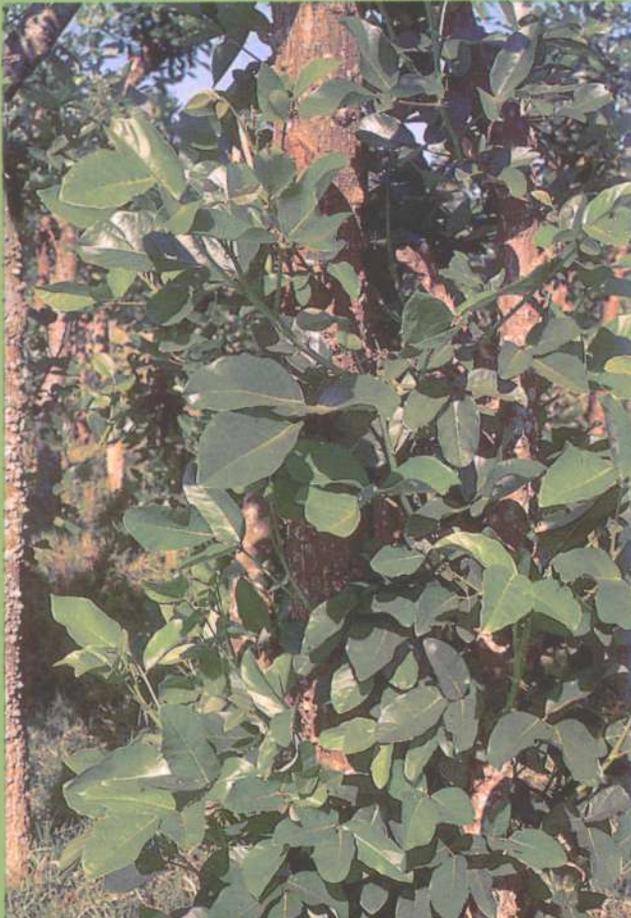
3. INSTITUTO MAYOR CAMPESINO - IMCA

Ubicación. . . . .	.Departamento del Valle del Cauca
Municipio. . . . .	.Bugá
Vereda. . . . .	.Quebrada seca
Zona de vida (Holdridge). . . . .	.Bosque seco tropical
Altura . . . . .	.1,052 msnm
Temperatura. . . . .	.24°C
Precipitación. . . . .	.1,200 milímetros, bimodal
Época seca. . . . .	.Dic 1 a Mar 15 y Jun 15 a Sep 30
Época lluviosa. . . . .	.Mar 16 a Jun 14 y Oct 1 a Nov 30
Suelos. . . . .	.Formados a partir de materiales aluviales y coluviales
Textura. . . . .	.Arcillosa
Materia orgánica. . . . .	.0 - 20 cm 2.43%. 20 - 40 cm 1.93%
pH. . . . .	.6.5
Fósforo. . . . .	.28.7 ppm

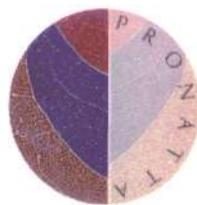
BALANCE HIDRICO DEL INSTITUTO MAYOR CAMPESINO (método de **Thornthwaite**)

MES/CON.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
Etp.mm.	73.0	72.0	78.0	71.0	65.0	78.0	81.0	83.0	80.0	73.0	76.0	71.0	901.0
PREC.mm.	112.0	94.0	31.0	13.0	32.0	41.0	47.0	79.0	56.0	19.0	42.0	76.0	642.0
Var.reser.suel.	+39	+22	-47	-14									
Almace.en suelo.	39.0	61.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	
Evt.real(etr.)	73.0	72.0	78.0	27.0	32.0	41.0	47.0	79.0	56.0	19.0	42.0	71.0	637.0
Déficit.	-	-	-	44.0	33.0	37.0	34.0	4.0	24.0	54.0	34.0	-	264.0
Excedente	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0
Escurrimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
P-Etp	39.0	32.0	-47.0	-58.0	-33.0	-37.0	-34.0	-4.0	-24.0	-54.0	-34.0	5.0	
Coef. de thor.	0.5	-0.6	-0.8	-0.5	-0.5	-0.4	0.0	-0.3	-0.7	-0.4	-0.1		

Fuente: Mafia HF 1994



COLCIENCIAS



Arboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica