

**PRODUCCIÓN DE SEMILLAS  
FORESTALES DE ESPECIES  
FORRAJERAS ENFATIZADOS EN  
SISTEMAS SILVOPASTORILES**

**POR**

**MARIO GARCIA ROA**

**AGOSTO 2003.**

1. INTRODUCCIÓN .....	4
2. OBJETIVO.....	4
3. ANTECEDENTES.....	5
4. Sistemas Silvopastoriles.....	6
4.1. Domesticación de Especies Leñosas para la Alimentación Animal .....	6
4.2. Sistemas Silvopastoriles Dominantes en América Central .....	7
4.2.1. Cercas Vivas.....	7
4.2.2. Bancos de Proteína y/o Energía .....	7
4.2.3. Pasturas en Callejones.....	8
4.2.4. Árboles Maderables o Frutales Dispersos en Potreros.....	8
4.2.4. Plantaciones Forestales .....	9
4.2.5. Cortinas Rompevientos. ....	9
4.2.6. Restauración de Suelos Degradados y Conservación de Agua.....	9
4.2.7. Conservación de la Biodiversidad.....	10
5. Modelaje de Sistemas de Uso de la Tierra en Fincas Ganaderas.....	11
6. Lagunas de Conocimiento para la Investigación Futura. ....	11
7. Especies promisorias forestales forrajeras para producción de semilla. ....	13
7.1. Genízaro .....	13
Medicinal.....	14
Ornamental.....	14
Plantación /Regeneración natural.....	15
Manejo en plantaciones.....	15
Plagas y enfermedades .....	15
7.2. Guácimo de Ternero.....	16
Usos.....	16
Medicinal.....	17
Manejo Silvicultural .....	17
Semillas .....	17
Regeneración natural y siembra directa .....	17
Vivero.....	18
Plantación.....	18
Manejo.....	18
Plagas y enfermedades .....	18
7.3. Helequeme Extranjero.....	18
Usos.....	19
Sistemas agroforestales .....	19
Forraje .....	19
Medicinal.....	20
Silvicultura .....	20
Semillas .....	20
Plantación/Manejo.....	20
Plagas y enfermedades .....	21
7.4. Leucaena.....	22
Usos.....	22
Forraje .....	22
Silvicultura .....	23

Semillas .....	23
Vivero.....	23
Plantación.....	23
Plagas y enfermedades .....	24
7.5. Madero Negro .....	24
Usos.....	25
Forraje .....	25
Fijación de Nitrógeno.....	25
Medicinal.....	26
Silvicultura .....	26
Semillas .....	26
Vivero y Propagación.....	26
Plantación.....	26
Manejo.....	26
Cercos vivos .....	27
Plagas y enfermedades .....	27
7.6. Marango .....	27
Usos.....	27
Forraje .....	28
Medicinal.....	28
Silvicultura .....	29
Semillas .....	29
Propagación vegetativa y botánica.....	29
Vivero.....	29
Plantación.....	30
Plagas y enfermedades .....	30
7.7. Ojoche.....	30
Usos.....	30
Forraje .....	30
Medicinal.....	31
Alimento humano .....	31
Silvicultura .....	32
Semillas .....	32
Plantación.....	32
Producción.....	32
Plagas y enfermedades .....	32
8. Bibliografía.....	33

## 1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de información, promoción, divulgación, asistencia técnica y transferencia de tecnología forestal ha sido detectada por el INAFOR, la cual a través de la Dirección de Fomento Forestal, el BANCO DE SEMILLA FORESTAL y las delegaciones distritales han estado proporcionándola a todos los proyectos gubernamentales y privados que demandan conocimientos y experiencia acumulados durante años.

Para este fin se ha realizado y se continúan realizando múltiples actividades de capacitación y extensión, así como la publicación de materiales técnicos escritos de los cuales este documento técnico constituye el más reciente logro.

El presente reúne información técnica sobre la producción de semillas de especies forestales forrajeras dentro de los sistemas de producción silvopastoril, generada durante muchos años de análisis e investigaciones, experiencias silviculturales y modelos Agroforestales en Nicaragua y Costa Rica y el resto de Centroamérica, sobre usos múltiples de 7 especies forestales y como alternativa alimenticia suplementada como son : **Brosimum alicastrum(ojoche)**, **Gliricidia sepium(madero negro)**, **Erythrina spp(Helequeme)**, **Guazuma ulmifolia(guazimo de ternero)**, **Moringa oleifera(Marango)**, **Samanea Saman(Genizaro)**, **Leucaena leucocephala** que pueden ser adaptada a sistemas de producción agrícola y ganadero como alternativa económica y que son demandadas para programas de reforestación. Por lo tanto son puestas a la disposición del numeroso público demandante de estos conocimientos y experiencias para que le sirvan de guía, norma u orientación en sus actividades de reforestación. Se incluyen 7 especies forestales de las diferentes formaciones boscosas del país.

La selección de las especies se basó en varios aspectos:

La demanda para los programas de reforestación fue un parámetro importantísimo por parte de proyectos y programas forestales.

En zonas de mayor presión demográfica en que se desarrollan algunas de las especies y que esta claro el área más crítica en el abastecimiento de leña y madera comercial con altos índices de deforestación, y serios problemas de erosión, destrucción de cuencas hidrográficas y contaminación del medio ambiente.

Además son las especies más ensayadas y con mayor información de campo y están basados en parámetros silvícola en producción de semilla que se son detalladas en este documento y que en la mayoría resultaron de parcelas y experimentos que se analizaron en los primeros años de crecimiento.

## 2. OBJETIVO

Proporcionar información técnica forestal a productores de semilla de 7 especies forestales forrajeras que permitirá encontrar opciones viables para aumentar la disponibilidad de semilla en la producción de plantas en sistemas silvopastoriles que servirán de alimento para ganado, madera, leña y postes de manera comercial en áreas completamente desértica, en fincas donde las opciones han sido solamente ganaderas y agrícolas siendo el componente forestal un alternativa de diversificación económica y capitalización a mediano (5 años) y largo plazo(10 años a más) a través de la producción forestal.

### 3. ANTECEDENTES

Durante los últimos 25 años, América Central ha mostrado incrementos en la producción de carne y leche, no obstante el aumento en la producción de carne bovina se relaciona más con el crecimiento de la población animal y de la superficie en pastos (Riesco, 1992). La productividad de los sistemas de producción bovina para carne ha tenido una tendencia a declinar, como consecuencia de la implementación de sistemas más extensivos y de la incorporación de suelos de menor fertilidad, en los que se plantaron especies no adaptadas, generando mayor proporción de pasturas degradadas y poco productivas (Pezo *et al*, 1992).

Por las razones anteriormente expuestas, el desarrollo pecuario en América Tropical debe estar orientado a incrementar la producción animal a una tasa que le permita cubrir la demanda de alimentos para una población que crece aceleradamente, rehabilitar las pasturas degradadas, prevenir el deterioro de los recursos naturales y asegurar que los productores locales puedan competir con ventaja ante la apertura de mercados. En este sentido, **conceptualizar la producción animal en el contexto de los sistemas silvopastoriles constituye un enfoque válido y necesario para el mejoramiento de la actividad pecuaria. Las combinaciones de leñosas perennes con pasturas y animales son muchas y muy diversas. Muchas de ellas forman parte de la "cultura productiva" de los países tropicales (pe. cercas vivas, árboles en potrero).**

A través de investigaciones realizadas por CATIE y otras instituciones de la región centroamericana, se han identificado gran cantidad de especies forrajeras para su uso en alimentación animal. Entre las especies cabe mencionar **Brosimum alicastrum, Gliricidia sepium, Erythrina spp, Guazuma ulmifolia. Moringa oleifera, Samanea Saman.**

La siembra de leñosas perennes como postes para la delimitación de potreros o propiedades (cercas vivas) es una práctica tradicional en América Central, con frecuencia en ellas se utilizan leguminosas arbóreas tales como Gliricidia sepium, Erythrina sp. Leucaena leucocephala y especies no leguminosas como Bursera simaruba y Spondias purpurea. En los últimos años se ha investigado sobre el cultivo de especies leñosas en bloques compactos y a alta densidad (bancos de proteína), con el fin de maximizar la producción de fitomasa para suplementación animal en diferentes sistemas de producción. Otra modalidad de sistemas agroforestales que se ha estudiado son las pasturas en callejones, que involucran la siembra de forrajeras herbácea entre las hileras de árboles o arbustos. En la región, la mayor parte de las fincas ganaderas se caracteriza por la presencia de árboles dispersos en potreros para proveer sombra y alimentos para los animales y generar ingresos a través de la venta de madera y frutales. El manejo de pastoreo dentro de plantaciones forestales en fincas ganaderas, ha recibido mucha atención debido a la necesidad de generar ingresos en el corto plazo y por su importancia en la reducción del riesgo de incendios. Las cortinas rompevientos son otros sistemas silvopastoriles muy frecuentes en fincas con producción intensiva de leche.

## 4. Sistemas Silvopastoriles

### 4.1. Domesticación de Especies Leñosas para la Alimentación Animal

El uso de follaje de árboles y arbustos para alimentar rumiantes es una práctica conocida por los productores en América Central desde hace siglos, de tal manera que el conocimiento local de los productores es de mucha importancia para la sistematización de investigación en leñosas forrajeras (Arias, 1987, Ibrahim 1998) y esto es lo que se conoce *sistemas silvopastoril*. Especies como ramón o ojoche (*Brosimum alicastrum*), madero negro (*Gliricidia sepium*), poro (*Erythrina* spp) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*), son generalmente utilizadas durante la época seca como suplemento para los animales en los sistemas de producción extensivos y semi-intensivos (doble propósito) (Flores, 1994; Ibrahim 1998). A través de investigaciones realizadas por CATIE y otras instituciones de la región, se han identificado gran cantidad de especies forrajeras para su uso en alimentación animal. Entre las especies cabe mencionar la morera (*Morus alba*), especie novedosa, de alto valor nutritivo (digestibilidad de materia seca *in vitro* (DIVMS) entre 80 y 86%, proteína cruda (PC) entre 14 y 17%) (Xochilt *et al.*, 1997) y la *Cratylia argenta* que tiene una buena adaptación en zonas secas (Ibrahim *et al* 1999).

En el CATIE se han realizado numerosos estudios para diseñar estrategias de alimentación utilizando leñosas forrajeras. Análisis detallados de la fracción nitrogenada en poró y madero negro han mostrado que el 75% de ésta se encuentra constituida por compuestos de nitrógeno no-proteico (Kass *et al*, 1993), lo que puede ser una limitante para su uso en monogástricos, pero no en rumiantes. Así mismo, una buena proporción de su nitrógeno insoluble está ligado a la fibra detergente ácido, por tanto es de baja disponibilidad para los animales que los consumen. La disponibilidad energética del follaje en muchas especies arbóreas y arbustivas es similar o superior a la observada en gramíneas tropicales (Escobar *et al*, 1996; Benavides, 1994); sin embargo algunas de ellas muestran una degradabilidad ruminal baja, por poseer altos contenidos de taninos (6-10% en base seca) (Valerio, 1990; Lascano y Pezo, 1994).

No se pretende hacer aquí una revisión exhaustiva de las experiencias desarrolladas para uso del follaje de especies arbóreas y arbustivas en la suplementación de rumiantes, ya que la información generada a partir de la década de los ochenta es amplia y ya ha sido recopilada y publicada por Pezo *et al* (1990), Benavides *et al* (1992), Kass *et al* (1992), Benavides (1993), Camero *et al* (1993), Kass *et al* (1993), Romero *et al* (1993) y Ibrahim (1998).

Sin embargo, un aspecto que conviene rescatar del uso de forraje de leñosas, arbustivas y arbóreas perennes, es que la incorporación restringida de ellos promueve el consumo de raciones basadas en gramíneas de madurez avanzada o en residuos fibrosos. El uso de como suplemento para ganado bovino en sistemas doble propósito, tuvo como resultado un incremento significativo (> 30%) en el consumo del pasto *Hyparrhenia rufa* (jaragua), que fue caracterizado con una baja DIVMS (33%) y PC (3.5%).

La proteína cruda del follaje de las leñosas perennes es de menor calidad que la de los suplementos proteicos tradicionales (pe. harina de soya, harina de pescado), pero superior a las fuentes de nitrógeno no proteico como la urea. Por ello, en los estudios con bovinos se ha detectado mayor producción de leche y ganancia de peso con las fuentes proteicas tradicionales, pero el beneficio económico siempre ha sido mayor con el uso del follaje de leñosas, arbustivas y arbóreas perennes.

## 4.2. Sistemas Silvopastoriles Dominantes en América Central

### 4.2.1. Cercas Vivas

La siembra de leñosas perennes como postes para la delimitación de potreros o propiedades (cercas vivas) es una práctica tradicional en América Central (Budowski, 1987; Ivory, 1990), con frecuencia en ellas se utilizan leguminosas arbóreas tales como: madero negro (*Gliricidia sepium*) y poró (*Erythrina berteroana*, *E. fusca* y *E. costarricensis*) en las zonas húmedas, mientras que en las zonas secas *Leucaena leucocephala* y especies no leguminosas como *Bursera simaruba* y *Spondias purpurea* son frecuentes (Budowski, 1987).

En los últimos años el sistema cercas vivas ha tomado mayor relevancia económica y ecológica, no sólo por que su establecimiento significa un ahorro del 54% con respecto al costo de las cercas convencionales (Holmann *et al*, 1992), sino, por que constituye una forma de reducir la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña, además de que representa una forma de introducir árboles en los potreros.

En el trópico húmedo de Costa Rica, se realizaron estudios agronómicos en el manejo de podas de cercas vivas de poro y madero negro, con el fin de incrementar la producción de forraje. Con podas tres veces por año produjeron 3500 a 6000 kg MS km<sup>-1</sup> cerca<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, con un nivel de DIVMS de 56 a 65% y PC de 20 a 26% (Romero *et al*. 1993). No obstante, a pesar de la buena información generada sobre producción de forraje en cercas vivas, en pocas fincas se hace uso de este recurso para alimentación animal. En algunos países (pe. Costa Rica y Panamá) el costo de mano de obra para el corte y acarreo probablemente representa una limitante en su uso. Sin embargo, se espera que estas tecnologías tengan mas importancia en la alimentación animal con el incremento en precios de insumos como el concentrado, las exigencias para la producción de leche, carne orgánica y beneficios que se tienen por servicios ambientales.

La integración de árboles maderables en cercas vivas o en linderos, es uno de los escenarios que más está evolucionando en América Central, debido a la demanda de madera y las necesidades para diversificar la producción ganadera. Sin embargo, hay que investigar el comportamiento y el manejo silvicultural de especies maderables plantadas en cercas vivas o en linderos de potreros.

### 4.2.2. Bancos de Proteína y/o Energía

En los últimos años se ha investigado sobre el cultivo de especies leñosas (leguminosas y no leguminosas) en bloques compactos y a alta densidad, con el fin de maximizar la producción de fitomasa para suplementación animal en diferentes sistemas de producción. En condiciones de trópico húmedo bajo, el CATIE (1991), demostró que varias especies de *Erythrina* (*E. berteroana*, *E. poeppigiana*, *E. cocleata*) y *G. sepium* son mejores opciones para su manejo en bancos de proteína que especies tales como *Acacia angustissima*, *Albizia sp.* y *Calliandra calothyrsus*. Estudios realizados durante cuatro años en el trópico húmedo muestran que un banco de *Erythrina berteroana* se producen cerca 6.0 ton ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de proteína cruda, lo cual alcanzaría para aportar durante un año el 30% de los requerimientos de proteína de 46 vacas de 400 kg de peso y con una producción de 8.0 kg leche vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.

El establecimiento de bancos de moringa en zonas altas como suplemento alimenticio para vacas en sistemas intensivos de producción de leche, ha dado como resultado niveles de producción de leche ligeramente inferiores o similares a los que se han observado con el uso de concentrado, no obstante los análisis económicos muestran una ventaja a favor del uso de moringa (Benavides, 1995). Cabe mencionar el proyecto Plama Virilla, ejecutado por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, en Costa Rica, donde se promueve el establecimiento de bancos forrajeros en laderas de zonas altas, con manejo bajo un sistema de corte y acarreo para suplementación en rumiantes. De la misma manera en El Salvador CENTA ha tomado esta iniciativa.

### 4.2.3. Pasturas en Callejones

Otra modalidad de sistemas agroforestales que se ha estudiado son las pasturas en callejones, que involucran la siembra de forrajeras herbácea entre las hileras de árboles o arbustos. Su objetivo es proveer a los animales mayor producción de forraje durante todo año, mejorar la calidad de suelo y reducir los procesos de erosión.

En el trópico húmedo de Costa Rica se investigó sobre la siembra de *Gliricidia sepium* y *Erythrina berteroana* en hileras cada cinco metros, dentro de pasturas de *Brachiaria brizantha* bajo pastoreo. Durante los cinco años de evaluación la *Erythrina berteroana*, tuvo mayor sobrevivencia (90%), comparada con *G. sepium* (3%), que prácticamente desapareció en la pastura (Abarca 1998). En muchos de estos sistemas de "cultivo en callejones" faltan evaluaciones económicas para determinar su rentabilidad económica. En el estudio de Janzen *et al* (1996) se evidenció que debido a los altos costos de establecimiento de la *E. berteroana*, la tasa interna de retorno (TIR) para un sistema *B. brizantha/A. Pintoi/E. berteroana* era menor (TIR=35%), que el obtenido para el asocio *B. brizantha/A. pintoii* (TIR=135%), pero no se evaluaron los posibles beneficios ecológicos por la introducción de la leguminosa arbórea. En este sistema la integración de árboles maderables en bajas densidades dentro de las hileras de los forrajeros, puede contribuir en mayores beneficios económicos para los productores, sin embargo hay que estudiar métodos de siembra, arreglos espaciales, competencia entre las especies y beneficios económicas para hacer recomendaciones a los productores.

### 4.2.4. Árboles Maderables o Frutales Dispersos en Potreros

En América Central la mayor parte de las fincas ganaderas se caracteriza por la presencia de árboles dispersos en potreros para proveer sombra y alimentos para los animales y generar ingresos a través de la venta de madera y frutales. En la zona del Pacífico las especies genízaro (*Pitcellobium saman* o *Semanea saman*), guanacaste (*Enterlobium cyclocarpum*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y roble de sabana (*Tabebuia rosea*), son las más frecuentes en los potreros, mientras que en el trópico húmedo bajo, son comunes laurel (*Cordia alliodora*), pilón (*Hyeronima alchornoides*), cedro macho (*Carapa guianensis*) y varias especies del género citrus. En las zonas altas es común el jaul (*Alnus acuminata*) en las fincas lecheras (Pezo y Ibrahim, 1997).

En los últimos años se ha observado un incremento en la extracción de madera en las fincas ganaderas, esto se relaciona posiblemente con la baja del precio de la carne y el alto precio pagado por la madera fina extraída de los potreros (pe. *P. saman*, *Cordia alliodora*). En la zona de Esparza, Costa Rica, se encontró que la extracción de árboles maderables de fincas pequeñas (< 40 ha), medianas (40 –100 ha) y grandes (> 100 ha), fue de 1.35, 0.55 y 0.13 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> respectivamente (Viera y Barrios 1997).

Debido a la importancia de la actividad forestal en la generación de ingresos adicionales, se ha observado una tendencia de incremento de la densidad de árboles maderables en potreros. Sin embargo, los ganaderos no tienen herramientas prácticas para manejar la regeneración natural de especies valiosas y para establecer y proteger árboles en potreros. Estudios preliminares en Nicaragua muestran que el uso de estiércol de ganado como un sustrato para la siembra de semillas de *P. saman*, resultó ser efectiva en el establecimiento de ésta especie en potreros. Los daños por insectos y pisoteo del ganado en la siembra en estiércol, fueron menor comparados con la siembra directa en suelo (12.2 vs 34.4% y 17.6 vs 56.3%, respectivamente). La sobrevivencia y crecimiento de *P. saman* 60 días después del pastoreo y luego de cuatro ciclos, fue mayor con carga animal moderada que con carga alta (73 vs 92% y 17.2 vs 8.5 cm, respectivamente). (Barrios, et al 1999)

#### 4.2.4. Plantaciones Forestales

El manejo de pastoreo dentro de plantaciones forestales en fincas ganaderas, ha recibido mucha atención debido a la necesidad de generar ingresos en el corto plazo y por su importancia en la reducción del riesgo de incendios. CATIE ha hecho varios estudios sobre especies herbáceas que puedan tolerar sombra y mantener un alto nivel de producción en sistemas silvopastoriles. El comportamiento agronómico de ocho especies de gramíneas mejoradas fue evaluado bajo pleno sol y en asocio con *E. Poeppigiana*, manejada con podas cada seis meses. Seis de las ocho gramíneas evaluadas tuvieron mayor producción (10 a 53%) en el sistema silvopastoril con poró (Bustamante *et al*, 1998). Las especies más productivas fueron *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 y *Panicum maximum* CIAT 16061.

Otro estudio realizado en Turrialba buscó las relaciones entre la producción del pasto *Panicum maximum* y densidades de *Pinus caribaea*, utilizando modelos lineales y no-lineales. Los resultados muestran que la relación de área basal del árbol (x) y *P. maximum* (y) genera un mejor rendimiento en el pasto cuando  $y = 28.76 - 1.08x$ . Se recomienda hacer estudios similares utilizando especies maderables que tengan estructura diferente a *Pinus caribaea*.

#### 4.2.5. Cortinas Rompevientos.

Las cortinas rompevientos son sistemas silvopastoriles muy frecuentes en fincas con producción intensiva de leche. En algunas zonas como Monteverde y Arenal, Costa Rica, el viento esta asociado con baja producción de leche y alta tasas de degradación de tierras; además hay reducción en la producción de pasto. Los resultados muestran que la siembra de cortinas rompevientos (pe. *Cupressus lusitancia*) se asocia con un aumento en la producción de leche y una reducción de la mortalidad de terneras (Harvey, 1998).

#### 4.2.6. Restauración de Suelos Degradados y Conservación de Agua

En América Central un alto porcentaje de las tierras en pasturas (> 35%) se encuentra en estados avanzados de degradación, debido a ello los árboles de uso múltiple pueden jugar un rol importante en la restauración ecológica de estas, mientras contribuyen con la sostenibilidad económica de los sistemas de producción ganadera (Szott *et al.*, 1999). Tratando de buscar eficiencia en la absorción de fósforo (SSP-FAO-1999.doc) dentro de suelos ácidos, compactados y lixiviados, la restauración de su fertilidad y de sus propiedades físicas, la investigación actual hace énfasis en el estudio de procesos simbióticos entre bacterias u hongos fijadores de nitrógeno, hongos micorrízicos y las especies leñosas y no leñosas presentes en sistemas silvopastoriles.

Estudios realizados en Panamá, bajo suelos ácidos (pH = 4.6), muestran que la integración de *Acacia mangium* en pasturas con *Brachiaria humidicola*, contribuye al mejoramiento de la calidad del forraje de *Brachiaria humidicola* y en el aumento del contenido de fósforo y nitrógeno del suelo, cuando se compara con el monocultivo de *B. humidicola*. (Bolívar 1998, Velasco 1998). Durante la época lluviosa, la presencia de la fauna del suelo, en especial de las lombrices, es mas alta en suelos con 240 árboles ha<sup>-1</sup> de *Acacia mangium*. En suelos fértiles, árboles leguminosos como *Erythrina berteroana* y *Gliricidia sepium* sembrados en hileras dentro de pasto *Brachiaria brizantha* alcanzaron niveles similares de densidad de lombrices y de contenido de nutrientes principales como el pasto mixto con la leguminosa herbácea *Arachis pintoi* (Esquivel 1997), es decir, bajo condiciones favorables los sistemas silvopastoriles no son necesariamente superiores a pastos mejorados.

En zonas altas donde se encuentra la mayoría de los sistemas intensivos de producción de leche (1300 - 2500 msnm), el árbol *Alnus acuminata*, representa una especie prometedora para restaurar la fertilidad de suelos bajo pastos degradados, debido a su simbiosis con hongos micorrízicos y el actinomiceto *Frankia* (Russo 1990). Sin embargo, el manejo de este sistema con altos insumos de fertilizantes de nitrógeno ( $1000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) podría reducir la eficiencia de *Frankia*, como ocurre en el caso de la bacteria *Rhizobium*.

Sistemas con pastoreo en callejones y cercas vivas incluyen frecuentemente especies leguminosas que son manejadas con podas dos a tres veces al año, con el objetivo de reducir la competencia entre árboles y pasto y recuperar los nutrientes acumulados en la hojarasca para el alcance del pasto. En un sistema de callejones con *E. poeppigiana* y *Pennisetum purpureum* manejada bajo corte y acarreo, el pasto produjo más biomasa en comparación con pasto puro, sin embargo, la extracción de nutrientes con el pasto, sobre todo de fósforo, magnesio y potasio, no se podía recuperar con las podas de los árboles (83% Ca, 71% N, 41% P, 29% Mg, 19% K; Libreros 1990). Los sistemas de corte y acarreo son muy exigentes en nutrientes y para mantener la sostenibilidad del sistema se requiere fertilizaciones adicionales con productos químicos u orgánicos.

#### **4.2.7. Conservación de la Biodiversidad.**

Actualmente no existe mucha información sobre la importancia de sistemas silvopastoriles para la conservación de la biodiversidad. Sin duda, la conversión de bosques en pasturas amenaza la sobrevivencia de muchas especies. Sin embargo, el impacto sobre la biodiversidad de los bosques podría ser menor, si los productores mantuvieran especies forestales o rodales de árboles en las pasturas, porque estos sirven como productores de semillas, fuentes de hábitat y alimentación de animales (Harvey *et al.* 1998). En Monteverde, Costa Rica, a 1200-1350 m snm, se encontraron 190 diferentes especies forestales en 240 ha de pasturas dentro de 24 fincas, que han producido leche durante los últimos 30 años. La densidad de los árboles fue muy variable ( $5 \text{ a } 80 \text{ árboles ha}^{-1}$ ), igual que el número de especies por finca (7 a 90). Las especies forestales encontradas se usan principalmente como sombra para los animales o para madera, postes, leña, rompevientos o alimentos para aves. En los pastos se notó la falta de la regeneración de las especies del bosque primario, debido al pastoreo y pisoteo de las plantas juveniles. Esto llevará necesariamente a la disminución de la diversidad de especies forestales y las especies dependientes de estas en los pastos, cuando los árboles adultos se mueran.

Linderos, cortinas rompevientos, cercas vivas u otras plantaciones forestales en línea a lo largo de las orillas de las pasturas, son sistemas diseñados por el hombre y muchas veces modificados con el tiempo por la naturaleza. La composición de las especies depende de las condiciones ecológicas, las preferencias de los productores y no por ende de la disponibilidad de las semillas forestales. La conexión de diferentes linderos en forma de corredor influye sobre el movimiento de los animales y la dispersión de las plantas (Burel 1996). Se puede de esta forma tener funciones de biocorredores, importantes en paisajes agrícolas caracterizadas por ecosistemas fragmentados.

Especialmente especies de plantas que evolucionaron en terrenos grandes sin perturbaciones marcadas, dependiendo de su dispersión por viento, requieren de estos corredores para su mayor difusión. Los sistemas silvopastoriles con árboles dispersos parecen ser limitados para lograr este objetivo, debido a que el libre pastoreo regularmente elimina la regeneración natural.

En Monteverde, Costa Rica, un 25 % de todas las 400 especies estimadas de la región encontraron su hábitat adecuado en las cortinas rompevientos ubicadas en pastos *Cynodon nlemfuensis* usados para la producción lechera. Las aves (89 diferentes especies usaron las cortinas como hábitat) fueron los vectores más importantes para la diseminación de las semillas de estas especies especialmente cuando la cortina estaba conectada con el bosque. Es decir, estos sistemas silvopastoriles proveen un apoyo potencial considerable para la conservación de especies forestales dentro de este paisaje agrícola. (Harvey 1999).

El pago de incentivos por este servicio ambiental, probablemente podría cambiar actitudes en fomentar especies, cuyo valor económico no es tan relevante, pero cuyo valor para la conservación de la biodiversidad es alto.

## **5. Modelaje de Sistemas de Uso de la Tierra en Fincas Ganaderas.**

Los modelos desarrollados por el proyecto REPOSA, fueron utilizados para evaluar las diferentes opciones de sistemas silvopastoriles en una finca doble propósito en el trópico húmedo. Se usaron la programación lineal y PASTOR un generador de coeficientes como herramientas. El modelo consideró las condiciones biofísicas, socioeconómicas e indicadores de sostenibilidad, como el balance de nutrientes del suelo (Botero *et al.*, 1999). El escenario base muestra que la siembra de árboles maderables (*Tectona grandis*) en linderos de pasturas naturales y la mezcla de *Brachiara brizantha* y *Arachis pintoii* fueron las opciones de uso de la tierra de mayor importancia para maximizar los ingresos de la finca (**Figura 1**), la siembra de plantaciones fue importante solo cuando el precio de madera subió en un 10%. Cuando la cantidad de N y K perdida por el suelo fue restringida, el modelo seleccionó un alto porcentaje de la tierra para la siembra de pastos con árboles de uso múltiple (35%) y asociaciones de *Brachiara brizantha* con *Arachis pintoii* (14.5%), dejando una área significativa (40%) sin uso. El área sin uso puede estar manejada con bosques secundarios pero esto dependerá de los beneficios e incentivos que los productores reciban para la conservación.

## **6. Lagunas de Conocimiento para la Investigación Futura.**

*Recuperación de conocimientos tradicionales e integración con conocimientos nuevos.* La investigación participativa para lograr la restauración de suelos degradados, estudios sobre sistemas silvopastoriles tradicionales, como por ejemplo la regeneración natural de especies forestales en pastos o la selección de especies promisorias, merecen mayor atención en la investigación. Los conocimientos acumulados durante muchos años de los productores presentan una fuente rica de información y experiencia que hasta ahora se empieza a reconocer. La integración de los conocimientos tradicionales con los conocimientos nuevos generados por la ciencia, llevarán al diseño de sistemas silvopastoriles sostenibles por ser más atractivos para los productores. Para lograr este objetivo hay que aplicar metodologías de investigación participativa en diferentes niveles conforme al objetivo específico del estudio.

*La selección de especies eficientes para restaurar suelos de diferente grado de degradación.* Se debe hacer énfasis en el análisis de los mecanismos con los cuales los árboles influyen sobre el suelo, como simbiosis con microorganismos, interacción con fauna y flora del suelo, actividad radicular, interacción raíz-suelo etc., en diferentes ecozonas del trópico. El manejo de los sistemas, su impacto sobre los organismos del suelo (pe. fertilización, inoculación de plántulas con micorrizas o bacterias) y su eficiencia sobre la recuperación de la fertilidad o el mejoramiento de la estructura del suelo requiere mayor información para su amplia y exitosa difusión.

*Árboles de uso múltiple y pasturas mejoradas.* Se tiene un gran potencial para incrementar el contenido de carbono del suelo, sin embargo hay pocos estudios sobre la dinámica del carbono del suelo y su estabilidad en el sistema durante el tiempo. Se recomienda hacer mas estudios sobre el flujo de carbono en sistemas silvopastoriles.

*Metodologías para la cuantificación de carbono y otros gases invernaderos en el ámbito de sistema y paisaje.* La cuantificación del carbono en los diferentes ecosistemas se basa principalmente en la acumulación de carbono (producción de biomasa) y la pérdida por respiración de CO<sub>2</sub> en los diferentes compartimentos del sistema. Según la literatura la variabilidad de los datos por unidad es enorme, dependiendo de factores como componentes de sistema, clima, suelo, ecozona, especies, manejo del sistema o factores socioeconómicos. Los sistemas silvopastoriles además son fuentes netas de gases invernaderos, sobre todo de CH<sub>4</sub>, que está emitido hacia la atmósfera a cantidades notables cada año (Dixon 1995). Para llegar a una base de datos sólida, que permite negociar incentivos forestales que pagan bonos para el almacenaje de C, se requiere desarrollar metodologías sencillas que permiten estimar la asimilación y emisión de gases invernaderos en el ámbito de sistema y paisaje con un mayor grado de confianza. La alimentación y el mejoramiento de modelos como el LUCS (Land Use Carbon Sequestration) diseñado por el World Resources Institute, podría servir para orientar a las entidades que toman las decisiones (pe. políticos, donantes, productores) sobre la disseminación e implementación de sistemas silvopastoriles bajo diferentes condiciones con el fin de mitigar los efectos del calentamiento global.

*El impacto de sistemas silvopastoriles en el recurso agua y reducción de la sedimentación de los ríos.* En las cuencas existen muchas áreas con pastos degradados que contribuyen a problemas con el manejo del recurso agua y la sedimentación de ríos. La investigación en sistemas silvopastoriles debe enfocarse a nivel de cuenca o paisaje para diseñar sistemas de uso de la tierra adecuados a las condiciones de cada entorno.

*Sistemas silvopastoriles para la conservación de la biodiversidad en el corredor biológico Mesoamericano e incentivos para los productores.* Los sistemas silvopastoriles pueden asumir un rol importante en la implementación exitosa del corredor biológico Mesoamericano, debido a que los pastos cubren un área mayor en esta región. Sin embargo, la información disponible sobre su contribución a conservar la biodiversidad es escasa y se refiere sobre todo a la regeneración de especies forestales y el movimiento de la fauna. Se espera que los corredores proporcionen camino, fuente y hábitat para las especies nativas y exóticas de la fauna (Saunders y Hobbs 1991). El inventario de las especies de plantas y fauna en los diferentes corredores de un paisaje son esenciales para su diseño y manejo exitoso. El acercamiento a este objetivo integra la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (GIS) a nivel macro y el inventario de especies a nivel micro.

Como en el caso del secuestro de carbono la conservación de la biodiversidad por medio de la siembra de redes de cortinas rompeviento, árboles dispersos en pastos, plantaciones forestales etc., va a requerir de incentivos monetarios para tener impacto. Los productores van a perder parte de su terreno productivo a favor de la conservación, sin tener siempre una compensación directa debido a interacciones benéficas entre el área de conservación y de producción. En el futuro hay que comprobar con una base de datos sólidos, si bien estos incentivos se justifican. En este sentido se requiere estudios sobre el impacto en la conservación de especies de plantas y animales de sistemas silvopastoriles en diferentes ecozonas de la región para elaborar instrumentos de decisión que sirvan a los gobiernos Mesoamericano y los donantes. Por el momento, no hay tiempo para esperar los resultados de estos estudios.

Hay que asumir, que los corredores tienen un beneficio, retener o difundirlos ampliamente y estudiar su función, antes de perderlos y detectar después que fue que se perdió (Saunders y Hobbs 1991).

*Modelaje de uso de la tierra.* Muchas de las investigaciones en sistemas silvopastoriles se realizaron con componentes a nivel de estación experimental o a nivel de finca. Sin embargo hay que diseñar modelos a una escala mayor por ejemplo región o paisaje, integrando componentes biofísicos, socioeconómicos, culturales y ambientales.

## 7. ESPECIES PROMISORIAS FORESTALES FORRAJERAS PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA.

### 7.1. Genízaro

**Nombre Común:** Genízaro. **Familia:** Mimosaceae **Nombre Científico:** *Samanea saman* *Albizia saman* (Jacq.) Muell. **Sinonimia:** *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth.

**Otros nombres comunes:** Algarrobo (México, Guatemala, Cuba), Dormilón, Guango (Puerto Rico), Cenicero (Guatemala, El Salvador y Costa Rica), Carreto, Zorra (El Salvador), Campano, Samaguare, Jenízaro (Colombia), Guacamayo Chico (Perú), Urero, Lara, Laro (Venezuela).

### Distribución

En América se extiende desde México hasta Bolivia y Brasil. Ha sido introducido en otros países tropicales. En Nicaragua se encuentra ampliamente distribuido en casi todo el territorio. Crece en la región ecológica I, sector del Pacífico, en la región ecológica II, sector norcentro. Se ha encontrado esta especie en forma natural en la región ecológica IV, sector Caribe sur.

### Usos

Se puede usar en construcciones en general, acabados y divisiones interiores, artículos torneados, gabinetes, molduras, ruedas de carreta, chapas decorativas, postes (tratados) y muebles. Es utilizado con preferencia para sombra de potreros o pastizales y como ornamental en carreteras. Las hojas frescas constituyen un excelente forraje, con 24 a 30% de proteína. Frescos, los frutos del Genízaro son dulces y muy apreciados por el ganado. La semilla en concentrado puede alcanzar hasta 30% de proteína y 35% de azúcares. *Albizia saman* es muy utilizado en sistemas silvopastoriles como árbol en potreros por la sombra y por su forraje. Las vainas que caen al suelo son muy palatables para el ganado, las hojas son menos palatables y los retoños también son consumidos.

Las cabras comen vainas y hojas. El contenido de proteína cruda en el follaje y tallos tiernos es de 24-30%, de las vainas enteras 13-18%; de la pulpa 14%. La digestibilidad "in vitro" de las hojas es del 36% al 48% y de las vainas enteras es 74%. Las vainas (legumbres) secas y molidas con las semillas constituyen un excelente alimento concentrado (hasta 30% de proteína).

## **Requerimientos**

Se encuentra en sitios con precipitaciones entre 760 a 3,000 mm. Anuales con una estación seca mínima de dos a cuatro meses. Generalmente crece mejor debajo de los 500 msnm. Esta especie se puede encontrar en suelos de textura arenosa, franco-arenosa y arcillosa, con ph neutro o ácido. Temperaturas cálidas y frescas, es una especie de gran plasticidad climática.

## **Medicinal**

La decocción de la corteza se usa en faumentos (medicamento líquido de uso externo, aplicado en paños) para curar constipados.

## **Ornamental**

Esta especie ha sido ampliamente utilizada en países tropicales como árbol ornamental por su sombra, buen porte y sus flores.

## **Descripción**

El árbol alcanza alturas hasta de 30 m. y diámetros hasta de 1.2 m., ocasionalmente mayores. Copa densa y extendida. Corteza externa gris-negrucza con grietas verticales y hendiduras horizontales. Hojas compuestas, bipinadas, alternas; las hojuelas son obtusas a redondeadas en el ápice y se cierran durante la noche. Inflorescencia en umbela con flores blanco-rosadas. Frutos en vainas rectas a ligeramente curvadas de 10 a 20 cm. de longitud y 1 a 2 cm. de ancho.

La madera del Genízaro es de variada utilización, excelente en sistemas silvopastoriles por la sombra en los potreros y su potencial forrajero; excepcional como ornamental bajo cuya sombra se recrean los visitantes de parques, restaurantes campestres y urbanos y los transeúntes en caminos y ciudades. Su copa extendida y su belleza espectacular en período de floración deleitan la vista de los admiradores de la naturaleza. No obstante, su importancia no radica solamente en su belleza sino en el aspecto económico, ya que por la calidad de su madera, que es catalogada como madera comercial, puede ser empleado en plantaciones industriales. La alta calidad de su forraje la hace indispensable en fincas y en los sistemas silvopastoriles, además, es una especie muy adaptable y muy resistente a diversas condiciones, por lo cual debe ser considerada preferiblemente en los programas de reforestación. En Nicaragua ha sido tradicionalmente plantada en parques, calles, patios, fincas, etc.

## **Manejo Silvicultura**

### **Semillas**

La época de recolección es en marzo. El número de semillas por kilogramo es de 4,440 a 6,500.

### **Vivero**

Las semillas deben tratarse sumergiéndolas en agua a 100 °C, retirándolas inmediatamente del fuego y dejándolas enfriar (agua con semillas), luego cambiar por agua corriente y dejar reposar

por 24 horas, cambiando el agua dos veces al día. Repetir el tratamiento con las semillas que no se hinchan. El volumen de agua deberá ser cinco veces el de las semillas.

Otro tratamiento alternativo consiste en la escarificación manual.

Las plantas se producen en bolsas depositando dos semillas en cada una y la permanencia en el vivero es de cuatro a seis meses. Se debe disminuir el riego durante el último mes con el objetivo de llevar una planta rustificada al sitio de plantación.

### **Plantación /Regeneración natural**

La regeneración natural es excelente, aunque entorpecida porque el ganado lo come en la época seca, por lo que el método más preciso para su reproducción es por plantación, cuidando de proteger el sitio con cercado para evitar que el ganado lo pisotee y se lo coma. Para la plantación el terreno debe tener una buena preparación y se debe ejercer un buen control de malezas. La época de plantación adecuada es entre junio y julio en las zonas secas, para que las plantas desarrollen un buen sistema radicular y puedan soportar el verano. El método más común de plantar es el ahoyado. El número de plantas por hectárea debe ser de 1,100 a 1,600 y puede plantarse en combinación con cultivos agrícolas (sistema- taungya) con el propósito de disminuir los costos de plantación.

Cuando el Genízaro se utiliza como árbol en potreros puede establecerse disperso (40-50 árb./ha) o bien en grupos de árboles (6 x 6 ó 7 x 7 dentro de los potreros).

### **Manejo en plantaciones.**

El Genízaro es una especie de crecimiento lento y difícil de manejar por la forma del fuste y la ramificación a baja altura. Debe ejercerse un buen control de malezas durante los primeros tres años. Por causa de su ramificación es necesario hacer poda de formación de las primeras ramas a los tres años en los mejores 500 árboles/ha. El programa de manejo se hará con raleos para permitir el desarrollo de los mejores árboles. Los raleos pueden ser cuatro a cinco dependiendo del espaciamiento inicial de la plantación y de la clase de sitio, dejando al final unos 150 a 200 árboles/ha. con un turno de aproximadamente 20 y 25 años.

### **Plagas y enfermedades**

El único enemigo natural de esta especie es el ganado y los animales silvestres como el venado y otros rumiantes. En la etapa de vivero cuando las plántulas están recién nacidas, son atacadas por el gusano de rosquilla, que es un miriápodo que se le enrolla en el talluelo succionando savia y causa la muerte de la plántula. Se hace tratamiento cultural eliminando manualmente.

## 7.2. Guácimo de Ternero

**Nombre Común:** Guácimo de Ternero. **Familia:** Sterculiaceae. **Nombre Científico:** *Guazuma ulmifolia* Lam. **Sinonimia:** *Theobroma guazuma* L., *Guazuma polybotrya* Cav. , *Guazuma tormentosa* HBK.

**Otros nombres comunes:** Guácimo; Tapaculo; Cuajolote, Guásimo Tapaculo; Cuajolote Prieto, Cuajote.

### Distribución

En América se extiende desde México hasta Argentina y Brasil. En Nicaragua se encuentra en toda la región ecológica I, sector del Pacífico. En la región ecológica II, sector norcentro; y en la región ecológica IV, sector Caribe. Es común en superficies deforestadas, principalmente en potreros donde, aunque no esté plantado, se deja crecer para sombra y forraje para el ganado, además es muy utilizado para leña.

### Requerimientos ambientales

Se encuentra en sitios con precipitaciones anuales de 700 a 1,500 mm., ocasionalmente hasta 2,500 mm.; en zonas cálidas con temperatura media anual mayor de 24 °C; en altitudes desde el nivel del mar hasta 1,200 msnm. Se adapta a unos amplios rangos de suelos pero no encharcados o mal drenados, siendo más frecuente en aquellos con ph superior a 5.5.

### Usos

Puede usarse en construcciones livianas, partes interiores de muebles y gabinetes, material de embalaje, mangos de herramientas, hormas para zapatos, estacas para cercas (tratadas).

El Guácimo de Ternero es uno de los árboles forrajeros con más potencial en Nicaragua, gracias a la buena palatabilidad de las hojas y frutos, su valor nutritivo y su adaptabilidad a variadas condiciones ambientales y edáficas. Las hojas son muy palatables para el ganado, las cabras y los cerdos. Los frutos maduros son palatables y muy consumidos cuando caen al suelo. Las hojas del guácimo contienen hasta el 17% de proteína cruda, con una digestibilidad «in vitro» del 40 al 60%; los frutos tienen hasta 7% de proteína cruda. Se puede usar como cerco vivo, obteniéndose beneficios como leña, varas y forraje. Apta para leña y carbón; fácil de rajarse y secar, arde bien con buena producción de calor y poco humo. El poder calorífico es de 18,400 kJ/kg.

### Características sobresalientes

La madera es liviana, fácil de trabajar, se utiliza para construcciones de interiores, muebles, cajas, postes. Es poco durable y no resiste a los comejenes. *Guazuma ulmifolia* es una de las especies nativas con mayor potencial como árbol forrajero en Nicaragua, debido a la buena palatabilidad de las hojas y frutos, a su alto contenido de proteínas y a su adaptabilidad a muchos ecosistemas. Generalmente se encuentra en forma dispersa en los potreros proporcionando sombra y protección al ganado. Las hojas, cogollos, frutos verdes y frutos secos son consumidos por animales silvestres como: venados, monos, ardillas, loras y chocoyos, zahínos, etc. Otros usos son: varas para construcciones rurales, aporrear frijoles, palos de escobas y tutores de cultivos agrícolas. La corteza es utilizada para cordeles.

## **Medicinal**

La corteza en cocimiento es utilizada como diurética. La corteza en agua fría contra diarreas, diarreas con sangre, pujo y afectaciones renales. Las raíces y los frutos molidos son emolientes y antivenéreos; el mucílago tratado con agua hirviendo, se aplica para insolación y quemaduras. La corteza es un magnífico astringente mucilaginoso. La tisana se prepara de la corteza sin epidermis. El mucílago sirve para clarificar la miel. En las Antillas la usan contra la gripe, tos y resfríos.

## **Descripción**

Árbol que comúnmente alcanza 12 a 20 m. de altura y diámetros hasta de 70 cm. a la altura del pecho; ramas pubescentes; corteza fisurada de color castaño grisáceo pálido a castaño oscuro. Hojas alternas, con pecíolos cortos, oblongas a ovadas, de 5 a 15 cm. de longitud y 2 a 6 cm. de ancho, ápice acuminado, redondeadas a profundamente cordadas en la base, borde aserrado. Inflorescencia en panículas axilares con flores pequeñas fragantes de color amarillo pálido o blanquecino. Frutos en cápsulas, globosos a ovados de 2 a 4 cm. de largo y 1.2 a 2.5 cm. de ancho, color verde amarillento y negruzco cuando maduran. La madera del Guácimo de Ternero es de color castaño muy pálido, textura media, grano recto a ligeramente entrecruzado, superficie medianamente brillante, olor y sabor no característicos. Madera de densidad media con una básica de 0.57 gr/cm.<sup>3</sup> y densidad anhidra de 0.58 gr/cm.<sup>3</sup>, contracción volumétrica total moderada (10.2) y relación de contracciones desfavorable (2.0); sus propiedades mecánicas son bajas a medianas clasificándose como madera estructural del grupo C; seca al aire a una velocidad moderada desarrollando defectos como arqueaduras, curvaturas y torceduras. Es poco durable, pero fácil de tratar con productos preservantes en albura y moderadamente tratable en duramen.

## **Fitoquímica**

Las hojas contienen alcaloides, esteroides, terpenoides, flavonoides, quinonas, saponósidos, compuestos fenólicos y taninos.

## **Manejo Silvicultural**

## **Semillas**

La recolección en Nicaragua se realiza en marzo. La extracción manual de la semilla puede hacerse después de secar los frutos durante unas seis horas; cuando el fruto está seco se le practica un corte para sacar las semillas. El número de semillas por kilogramo varía de 190,000-260,000 presentando un porcentaje de germinación de 70-80%.

## **Regeneración natural y siembra directa**

La regeneración natural del Guácimo es abundante y dispersada por el ganado en áreas abiertas y con preparación de suelos para la agricultura. Es una especie que puede dominar al resto de la vegetación. Es por estas características, aunque no hay datos experimentales, que la especie se puede propagar por siembra directa en suelos limpios y preparados.

## Vivero

Las semillas requieren de tratamiento pregerminativo: colocarlas en una bolsa de tela y sumergirlas en agua caliente a 100°C durante diez segundos, la cantidad de agua debe ser cinco veces el volumen de las semillas, luego ponerlas en agua corriente por 24 horas, después lavarlas bien para remover el mucílago que las cubre antes de sembrarlas. El período de germinación es de cuatro a 21 días en buenas condiciones de humedad. El tiempo de permanencia en el vivero es de cuatro a cinco meses.

## Plantación

El terreno debe tener una preparación profunda para disminuir la compactación y se debe ejercer un buen control de malezas. El distanciamiento adecuado es de 2 x 2 m. Esta especie puede ser utilizada en sistemas agroforestales (cercos vivos, bancos de forraje y árboles de sombra en potreros). Cuando se le utiliza como cerco vivo puede plantarse con espaciamientos de 0.5 a 2 m. en línea.

## Manejo

Es una especie utilizada más para leña y agroforestería que para madera. Como es muy afectada por la competencia de malezas se recomienda hacer dos a tres chapeas en el primer año.

El aprovechamiento para leña debe realizarse a tala rasa con una altura de tocón a 30 cm. del suelo; la capacidad de rebrote es alta y para continuar produciendo leña no es necesario hacer selección de rebrotes. Para árboles en potreros las podas se realizan a un altura de 2.2 m. cada tres a cuatro años. De crecimiento A pesar de que Guácimo de Ternero es una especie nativa abundante, no se han establecido muchas parcelas de investigación con esta especie. En sitios de buena calidad, puede crecer 1.50 m. En altura por año en los tres primeros años. Los árboles producen leña cada cuatro años, utilizando la metodología de corta de rebrotes, y la producción puede ser de unas 300 libras de leña por cada árbol.

## Plagas y enfermedades

En Nicaragua el Guácimo de Ternero es atacado por áfidos, por escarabajos (*Carambicidos*) que anillan y cortan las ramas; los frutos pueden ser atacados por varios insectos (*Lyctus spp*, *Bruchidae*).

## 7.3. Helequeme Extranjero

**Nombre Común:** Helequeme Extranjero. **Familia:** Fabaceae. **Nombre Científico:** *Eyihtrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook. **Otros Nombres Comunes:** Helequeme, Poró Extranjero (Nicaragua), Colorín, Chontal, Cochoquelite (México), Pito (Guatemala y Honduras), Coral, Coralillo, Machete, Mapolo, Gallito (Panamá), Peronilla, Mata Caimán (Colombia), Cambulo, Madre de Cacao, Bombón (Ecuador), Amasisa (Perú), Saibo (Bolivia).

## **Distribución**

Crece en la franja tropical y subtropical en bosques húmedos y secos. En Nicaragua se ubica en dos regiones ecológicas; la región ecológica I, sector del Pacífico, en la formación forestal zonal: bosques medianos o altos perennifolios de zonas muy frescas y húmedas; y en la región ecológica II, sector norcentro, en las formaciones forestales zonales: bosques medianos o altos subperennifolios de zonas frescas y húmedas.

## **Requerimientos ambientales**

El Helequeme Extranjero necesita una precipitación mínima de 1,250 mm./año y se puede aclimatar hasta en precipitaciones de 3,000 mm./año. Se ambienta de 22 a 29°C. Se puede desarrollar en alturas desde el nivel del mar hasta los 1,850 msnm. Los suelos preferidos por esta especie son los francos y francos arenosos. En el caso de plantaciones en el trópico húmedo puede darse bien en suelos arcillosos pero bien drenados. Puede desarrollarse en suelos con ph. Ácido y neutro.

## **Usos**

Sus propiedades limitan su utilización a material de embalaje, cajas, material aislante y tableros de partículas.

## **Sistemas agroforestales**

Es utilizada en cercos vivos por su capacidad de reproducción vegetativa, en sistemas silvopastoriles (árboles en potreros, bancos de proteínas) por la producción de forraje y en cultivos en callejones.

## **Forraje**

Estos datos corresponden a *Erythrina berteroana*. Las hojas no son muy palatables para el ganado y normalmente sólo las comen cuando hay escasez de pastos. Por otra parte, las cabras las comen muy bien. Las hojas contienen hasta el 25% de proteína cruda, con una digestibilidad “in vitro” de casi 60%. En las diferentes especies de *Erythrina* los contenidos de proteína cruda varían de 20 a 32%, con digestibilidad en el rango de 45 a 60%, por lo cual se le recomienda como suplemento proteico.

## **Características sobresalientes**

Existen aproximadamente 115 especies de *Erythrina* en el mundo, contando Centroamérica con 27 de ellas. En Nicaragua existen varias especies de *Erythrina*: *E. berteroana*, *E. fusca*, *E. poeppigiana*, *E. hondurensis*, etc., todas ellas de empleo y utilidad en sistemas agroforestales. Son árboles con potencial forrajero, para lo cual están siendo muy promovidas en otros países. También puede emplearse en cercos vivos y en cultivos en callejones, donde se comporta bien, fijando Nitrógeno y como especie apropiada para abonos verdes. La madera es blanda y se usa para herramientas, sillas y objetos decorativos. **Sombra para cultivos** Tradicionalmente utilizada para sombra de café y cacao.

## **Fijación de Nitrógeno**

Especie fijadora de Nitrógeno, por lo cual es recomendable utilizarla como sombra de cultivos (en cuyos casos mejora la fertilidad del suelo) y en cultivos en callejones.

## Medicinal

Se preparan infusiones de los frutos de Helequeme (*E. berteriana*) asociados con ramitas de Pochote para combatir la diarreas en niños.

## Silvicultura

### Semillas

Hay entre 2,000 y 2,500 semillas por kilogramo y se puede guardar por mucho tiempo. Germina rápidamente sin tratamiento previo, se puede practicar la siembra directa. El Poró se puede propagar fácilmente por estacas y estacones para cercas vivas, es preferible

### Descripción

Son árboles grandes, alcanzan un tamaño de hasta 30 m. y diámetros de más de 1 m. Las ramas jóvenes tienen espinas gruesas. Son deciduos y se cubren de flores usualmente cuando están desprovisto de hojas. El fuste es liso exceptuando unas espinas cónicas que lo cubren en parte, especialmente en las ramas y ramillas. Las raíces son tablares en árboles viejos. La corteza es de color pardo y con protuberancias que asemejan espinas. Las hojas características son alternas, se componen de tres folíolos anchos, reunidos en un pecíolo largo; de forma romboide o redondeada, de 9 a 20 cm. de largo con puntas agudas a obtusas; con dos glándulas prominentes entre las hojuelas.

Las flores anaranjadas se presentan en racimos erectos. Los frutos son vainas cortas, generalmente torcidas, con semillas grandes a menudo de color rojo. Madera de color blancuzco a amarillo pálido, textura media a gruesa, superficie poco lustrosa, olor y sabor no característicos. *Erythrina hondurensis* presenta una madera de muy baja densidad, con densidad básica de 0.19 gr/cm.<sup>3</sup> y anhidra de 0.25 gr/cm.<sup>3</sup>; contracción volumétrica total alta (23.8) y relación de contracciones favorable (1.041); sus propiedades mecánicas se clasifican como muy bajas. utilizar ramas que crecen verticalmente o la punta del tallo principal. Las estacas o estacones deben provenir de ramas de por lo menos dos años de edad, en árboles de cinco a ocho años. Deben tener un diámetro mínimo de 5 a 8 cm. El corte en la base debe hacerse de forma biselada o sea con dos cortes oblicuos. Las estacas o estacones deben estar completamente podados, sin superficie de transpiración. Se debe de enterrar por lo menos entre 20 a 30 cm. de profundidad y tener la tierra bien floja para luego apisonarla bien alrededor del estacón enterrado. El corte superior puede en-volverse con hojas para evitar que se seque por los rayos directos de sol o se pudra por la lluvia. Las estacas o estacones se deben de inclinar a 60° por que enraizan mejor

### Plantación/Manejo

Las diferentes especies de *Erythrina* son recomendadas para su utilización en variados sistemas agroforestales. Son especies prendedizas, es decir que pueden propagarse a través de estacas grandes, de aproximadamente 2 metros de largo. A continuación las recomendaciones específicas para cada sistema agroforestal.

## **Sombra para cafetales y cacaoales**

Se establece a través de estacas de 2 metros, con espaciamentos de 6 x 6 m. y 8 x 8 m. La poda podrá hacerse una o dos veces al año, antes de la cosecha del café; y la altura de poda de los árboles deberá ser de 2.5 a 4 m. La biomasa proveniente de las podas se distribuye sobre el suelo con el fin de aportar materia orgánica al mismo y favorecer el reciclaje de nutrientes en el sistema. En Nicaragua, lamentablemente el Helequeme no es manejado adecuadamente para el mejoramiento de la fertilización natural de cafetales y de cacaoales, ya que los agricultores no practican manejo y únicamente dejan crecer los árboles.

## **Cercos vivos**

Se establecen con estacas de 2.2 m. de largo a un distanciamiento de 1 a 2 m. entre plantas. La primera poda puede practicarse después del segundo año de establecido el cerco y podarse una o dos veces al año, según el objetivo de producción. La forma más adecuada de utilización del cerco es para la producción de forraje arbóreo como suplemento para el ganado; también puede emplearse para abonos verdes en áreas con cultivos agrícolas, además, como fuente de material vegetativo para establecer nuevos cercos.

## **Árboles en potreros**

Las estacas de 2 m. de largo se plantan con espaciamentos de 9 x 9 m. y de 10 x 10 m. El objetivo de establecer Helequeme en potreros es mejorar la fertilidad del suelo debido a que ésta es una especie fijadora de Nitrógeno, así como de proveer suplemento alimenticio al ganado, ya que es una especie forrajera. Las estacas deberán ser protegidas porque su follaje es apetecido por el ganado. El manejo recomendado es la poda de los árboles cada una o dos años a una altura de 2.5 m. para aprovechar forraje, estacas y reducir sombra sobre el pasto.

## **Banco de proteínas**

Se establecen las estacas con espaciamentos de 1 x 1 m. y 2 x 1 m; el sistema de podas se hará una o dos veces al año a 1 m. De altura. El forraje arbóreo puede suministrarse solo o combinado con pastos.

## **Cultivos en callejones**

Se puede establecer en plantas con bolsa o bien por estacas de 1.3 m. de largo; los espaciamentos indicados son de 6 x 1 m. y de 6 x 2 m., aunque también puede usarse distanciamientos menor-res. La primera poda de los árboles se practicará hasta el segundo año de establecidos, a la altura de 1 m. y se realiza antes de la siembra de los cultivos agrícolas. El material vegetal proveniente de las podas de los árboles se deposita sobre el suelo para favorecer la fertilidad de éste.

## **Plagas y enfermedades**

La *Eritrina* es atacada por muchos insectos y por el hongo que ataca también al cacao, cuando está de sombra.

#### 7.4. Leucaena.

**Nombre Común:** Leucaena. **Familia:** Mimosaceae. **Nombre Científico:** *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Otros Nombres Comunes:** Leucena, Ipil Ipil. Leucaena es originaria del interior del sur de México.

Se ha extendido desde México hasta Centroamérica. Ha sido introducida a lo largo de las Antillas desde las Bahamas hasta Tobago; Islas Filipinas, Indonesia, Nueva Guinea, Malasia, África oriental y occidental. En Nicaragua se encuentra en su mayoría en las regiones ecológicas I, sector del Pacífico, y la región ecológica II, sector norcentro, especialmente en las zonas bajas y de precipitación menor a los 1,400 mm./año, debido a que no crece bien en suelos ácidos.

#### Requerimientos ambientales

Leucaena crece mejor en áreas cuya precipitación anual varía de 600 a 1,400 mm., sin embargo, se le ha re-portado en algunos lugares tolerando períodos de sequía de hasta ocho meses y en sitios de hasta 2,500 mm./año. La temperatura óptima entre 22 y 29 °C pudiendo encontrarse a mayores temperaturas. Es una especie para tierras bajas, principalmente bajo los 500 msnm. Tolerancia un amplio rango de suelos desde rocosos hasta arcillosos pesados y coralinos.

#### Usos

Puede utilizarse para construcción rural, mangos de herramientas (palas, picos, martillos), tableros de partículas, puntales para minas, postes para cercas y muebles rústicos. Puede emplearse en cortinas rompevientos, cercas vivas, cultivos en callejones y en sistemas silvopastoriles como banco de proteínas. Leucaena es utilizada en mejoramiento de suelos por su alta capacidad de fijar nitrógeno.

#### Forraje

Las hojas son muy palatables (dulces) para el ganado, las cabras y los caballos. Su follaje es de alta digestibilidad (60-70%) y el contenido de proteínas de 20-30% para hojas y tallos tiernos. Una característica importante de Leucaena como forraje es que no debe utilizarse como dieta única sino como un componente suplementario en la dieta del animal. El suministro de esta especie en altas proporciones es un desperdicio y además es nocivo

#### Características sobresalientes

Su madera es apreciada como leña y carbón vegetal, construcciones livianas, cortinas rompe vientos, forraje para el ganado vacuno y otros poligástricos y control de erosión. Cuando se le utiliza como forraje es conveniente usar variedades producidas para tal fin o mezclar las hojas con las de otras especies forrajeras para reducir o eliminar los efectos tóxicos de la mimosina (aminoácido tóxico que contiene la hoja). para la salud de los animales debido a su toxicidad, la cual es causada por la presencia de mimosina. Se utiliza además para sombra del cafeto y cacaotales, tutores para cultivos agrícolas y abonos verdes

## **Silvicultura**

### **Semillas**

La recolección de semillas se debe realizar en los meses de marzo, abril y mayo, las vainas deben cortarse antes que se abran para recolectar las semillas. Cuando las vainas presentan una coloración café se realiza el secado al sol hasta que se abran y se desprenda la semilla. El número de semillas por kilogramo es de 17,000 a 18,500 y presenta un porcentaje de germinación de 70 a 90%.

### **Vivero**

Las semillas frescas no requieren de tratamientos pregerminativos, pero cuando se almacenan por más de un año,

### **Descripción**

Árbol comúnmente pequeño, raras veces grande, que alcanza alturas entre 5 y 20 m. Presenta diámetros entre 12 y 40 cm. a la altura del pecho. Corteza externa lisa a ligeramente fisurada de color gris parduzco con abundantes lenticelas longitudinales suberizadas. Hojas compuestas, bipinadas alternas de 9 a 25 cm. De largo con cuatro a nueve pares de pinas hasta de 10 cm. de largo y con 11 - 17 pares de hojuelas de forma oblongo-lanceoladas y 2 ó 3 hasta 5 mm. de ancho y 7 - 12 mm. de longitud. Inflorescencia en cabezuelas blancas y redondeadas con 100 – 180 florecillas suavemente perfumadas. Frutos en vainas aplanadas dehiscentes, de 10 - 20 cm. de largo y 2 cm. de ancho, de forma alargada, acuminada, con 15 - 60 vainas por ramillete; translúcidas cuando jóvenes pasando del verde al marrón oscuro cuando maduran, con 15 –25 semillas cada una. La madera tiene albura de color amarillo pálido, duramen amarillo; textura media; grano recto a entrecruzado; superficie poco lustrosa; olor poco característico; sabor no característico. Presenta densidad básica de 0.59 gr/cm.<sup>3</sup>, difícil de secar; mediana en sus propiedades de trabajabilidad. se sumergen por cinco minutos en agua a 85 °C y luego a temperatura ambiente durante 24 horas, cambiando el agua dos veces al día. Después se depositan 1-2 semillas en bolsas de polietileno. El tiempo de germinación varía entre cuatro y 18 días. Cuando las plantas alcancen un tamaño de 30 a 50 cm. de altura en 12 a 15 semanas, estarán listas para ser llevadas al campo.

### **Plantación**

Las labores que se realizan antes de establecer una plantación son limpieza del terreno y apertura de hoyos para plantas en bolsas. Cuando se utilizan pseudoestacas o siembra directa es conveniente realizar una buena preparación de tierra (arado-surcado). En cultivos asociados siempre se deben plantar primero los árboles. Los distanciamientos varían dependiendo del tipo de producto:

Producción de leña y carbón: 2 x 2 m. (2,500 árb/ha); 2.5 x 2.5 m. (1,600 árb/ha); 3 x 1.5 m (2,200 árb/ha) mecanizado.

Sombra de café: 5 x 5 m. (480 árb/ha) y 6 x 6 m. (300 árb/ha).

Producción de forraje: 0.5 x 0.5 m. (20,000 árb/ha); 1 x 1 m. (10,000 árb/ha) y 2 x 1 m. (5,000 árb/ha). Cercos vivos: 1 y 2 m. entre plantas.

Cultivos en callejones: 0.5 y 1 m. entre plantas y la distancia entre callejones 4-6-8 m.

**Crecimiento.** Se cuenta con datos correspondientes a 22 sitios en los cuales se evaluó el crecimiento de *Leucaena leucocephala* plantada a diferentes espaciamientos.

### **Plagas y enfermedades**

La mayor plaga que tiene la Leucaena, es el ganado y animales de la vida silvestre por lo que es apetitosa, principalmente durante el primer año de establecida. Otra plaga que la ataca fuertemente cuando está recién plantada son las hormigas desfoliadoras o zompopos y algunos insectos y mamíferos menores como la rata. Frente al ganado se debe proteger la plantación con cercos y ante las hormigas se debe utilizar el control mecánico de las madrigueras antes de plantar en el sitio definitivo. Respecto de las ratas, se debe crear condiciones para que los enemigos naturales ejerzan control biológico sobre ésta, es decir, las poblaciones de serpientes, gatos de monte y aves rapaces.

### **Características especiales**

Leucaena es una especie nativa de Latinoamérica y se dice que fue usada por los indios Mayas y Zapotecas hace unos 2,000 años. Llegó a Filipinas por la ruta mercantil de galeones que se inició en 1,565, que viajaba entre Acapulco y Las Filipinas después que los españoles conquistaron México. Se usaba como pasto para el ganado que transportaban los navegantes en esa época. Es un árbol de uso múltiple y rápido crecimiento con buen potencial para la producción de leña y de forraje. Su utilización como forrajero es de especial interés en Nicaragua dada la importancia que la ganadería tiene en la actualidad y que las especies arbóreas forrajeras están teniendo en muchos países. Por otra parte, Leucaena también es fijadora de Nitrógeno, lo cual la convierte en excelente componente de los sistemas silvopastoriles y en general en los sistemas agroforestales.

## **7.5. Madero Negro**

**Nombre Común:** Madero Negro **Familia:** Fabaceae. **Nombre Científico:** *Gliricidia sepium* (Jacq.)Kunth. ex Walpers. **Sinonimia:** *Gliricidia maculata* **Otros Nombres Comunes:** Madre Cacao, Madero, Mata Ratón, Palo de Hierro, Michigüiste (Nicaragua.); Madreado, Madrecacao (Costa Rica); Mata Ratón (Colombia); Cokoite (México).

Es una especie nativa de América, se extiende desde México y Centroamérica hasta Suramérica. Se ha naturalizado en Colombia, Guayanas y las Antillas. Crece en sitios bajos con climas secos a húmedos. Es un árbol de avanzada que invade terrenos pobres y pedregosos en determinadas zonas en donde la vegetación arborescente ha sido erradicada.

### **Requerimientos ambientales**

En su hábitat natural se le encuentra en lugares con precipitaciones de 900 a 1,500 mm. anuales y cinco meses de estación seca. Puede crecer en lugares con precipitaciones menores hasta de 500-600 mm./año y también se le ha reportado en lugares húmedos de hasta 3,500 mm. anuales. Esta especie se encuentra en un rango de temperaturas de 22 a 30 °C. Normalmente crece en sitios bajos, menores de 500 msnm. Crece bien en suelos secos a húmedos, incluso en suelos que tienen una gran concentración calcárea.

## Usos

Puede utilizarse en construcción rural, artículos pequeños, implementos agrícolas, mangos de herramientas y postes. Cercos vivos El uso más común de Madero Negro es como cerco vivo, para lo cual su capacidad de reproducción vegetativa (prendedizo o prendones) es una gran ventaja, además, los usuarios obtienen del cerco otros beneficios como leña.

## Características sobresalientes

Esta especie de uso múltiple es importante por su capacidad de fijar Nitrógeno, lo cual la convierte en favorita para la recuperación de suelos degradados. La adaptabilidad a diferentes condiciones adversas, la resistencia a períodos prolongados de sequía y la capacidad de prosperar en suelos relativamente pobres, hacen del Madero Negro una opción inevitable en la escogencia de especies para zonas difíciles que cumplan con sus requerimientos ambientales. Asimismo, es una de las más recomendadas y utilizadas en los sistemas agroforestales. La madera de esta especie sirve para construcciones pesadas, postes, mangos de herramientas, artículos de artesanía, implementos agrícolas. Es excelente para leña y protección y restauración de suelos por ser fijador de Nitrógeno; producción de forraje y abonos verdes. También es muy usado como prendón para cercas vivas y como tutor para cultivos de enramada como la uva, granadilla, paste, pitahaya, etc. forraje, sombra, etc. Es una de las especies preferidas por los campesinos para leña y carbón. Su poder calorífico es de 4,900 kcal/kg.

## Forraje

*Gliricidia sepium* es una especie forrajera cuyo valor nutritivo es comparable con la alfalfa y su digestibilidad es superior a muchos otros forrajes de leguminosas. Reporta valores de proteína cruda en el rango de 18 a 30% y digestibilidad de 48 a 77%.

## Descripción

El Madero Negro es un árbol de tamaño pequeño a medio, alcanzando alturas entre 6 y 20 m. y diámetros de 25 a 60 cm.. El tronco es un poco retorcido, ramas arqueadas, copa irregular. Corteza externa de color gris blancuzco, a veces amarillento. Hojas compuestas alternas imparipinadas con siete a nueve hojuelas de 3 a 36 cm. de largo y 3 a 12 cm. de ancho. Las hojas caen durante el verano y a continuación se da la floración. Inflorescencia en racimos con flores de color blanco rosadas. Frutos en vainas dehiscentes aplanadas de 5 a 20 cm. de largo y 1 a 3 cm. de ancho con tres a diez semillas. La madera tiene albura de color amarillo pálido, duramen castaño; textura fina a media; grano entrecruzado, olor y sabor no característicos. Su densidad básica de 0.67 gr/cm.<sup>3</sup>, contracción volumétrica moderada (10.98); posee buenas propiedades mecánicas; altamente resistentes a las termitas y a la pudrición; difíciles de trabajar aunque se obtienen acabados satisfactorios

## Fijación de Nitrógeno

Especie fijadora de Nitrógeno por lo cual se le usa en la restauración de suelos degradados. **Alimento humano** Las flores de Madero Negro pueden ser cocinadas y comidas, se pueden preparar con huevos. No obstante, se debe tener cuidado de no ingerir más que las flores, por problemas de toxicidad.

## **Medicinal**

Se usa en la medicina popular para el tratamiento de diarreas, desintería y amebas. En Honduras usan la hoja para curar el salpullido, rasquiña, sarna, erisipela, tumores y úlceras; la corteza como antidiarréico y las flores para quemaduras y picaduras de insectos.

## **Silvicultura**

### **Semillas**

En la costa del Pacífico de Centroamérica la producción de semillas de *Gliricidia sepium* se inicia a finales de enero y se extiende hasta comienzos de abril. El número de semillas por kilogramo es de 8,400-9,900. Los frutos deben colectarse cuando presentan una coloración amarillo parduzca. Una vez colectadas, las semillas se colocan al sol. Cuando están frescas tienen un alto porcentaje de germinación, entre 90-100%, sin necesidad de tratamiento pregerminativo.

### **Vivero y Propagación**

La propagación del Madero Negro puede hacerse por tres métodos: plantas en bolsas, estacas y siembra directa. Plantas en bolsas: las plantas se pueden producir en bolsas de polietileno utilizando dos semillas por postura. El sustrato a utilizarse puede ser una mezcla de suelo fértil y arena en proporción 3:1. El tiempo de germinación es de 3 a 12 días. Estacas: la plantación por estacas se usa principalmente para cercos vivos y debe realizarse a finales de la época seca para obtener un mejor prendimiento de las mismas. El tamaño debe ser de 2.2 m. de largo y 3-4 cm. de diámetro con cortes inclinados. Siembra directa: es el método más barato para establecer una plantación. Es necesario realizar una buena preparación de suelos (arado con bueyes o mecanizado). Se deben depositar dos o tres semillas por golpe y el suelo debe estar húmedo para favorecer la germinación.

### **Plantación**

La preparación del terreno consiste en un buen control de malezas para que el crecimiento inicial de las plantas no se vea afectado. Dicha preparación puede ser manual (chapeo, ahoyado) o mecánica (arado, surcado, etc.). El espaciamiento a utilizarse va a depender del objetivo de la plantación, pero una planta necesita al menos 3 m<sup>2</sup> en los primeros años para lograr un mejor desarrollo.

**Crecimiento** La supervivencia para casi todas las parcelas está en el rango de 70% a 93%. Los incrementos medios anuales en altura fluctúan entre 0.4 y 1.8 m/año y en diámetro de 1 a 2.4 cm./año. Esta especie no es espectacular en la ganancia volumétrica pues promedia entre 1.5 a 2.2 m<sup>3</sup>/ha/año

### **Manejo**

El manejo del *Gliricidia sepium* depende del uso final que se le va a dar (árboles para sombra y soporte, cercas vivas, cultivos en callejones, producción de leña y madera). Árboles para sombra: se requiere podas anuales, ej: sombra para café.

### **Cercos vivos**

Si se quiere producción de leña, postes y estacas, se realizarán podas cada dos o tres años; si se maneja para producción de forraje se efectuarán podas más frecuentes cada tres, cuatro a seis meses. La altura de poda recomendable es arriba de los dos me-tros. **Cultivos en callejones** Podar los árboles a una altura de 0.5 a 1.0 m. de altura cuando tengan uno a dos años; se debe podar al momento de establecer los cultivos y durante los mismos. Es recomendable incorporar toda la biomasa al suelo.

### **Plagas y enfermedades**

Esta especie sufre ataques de cochinillas y de áfidos, que reducen significativamente el crecimiento de las yemas terminales. También es atacada por insectos desfoliadores y por hormigas cortadoras del follaje.

## **7.6. Marango**

**Nombre Común:** Marango. **Familia:** Moringaceae **Nombre Científico:** *Moringa oleifera* Lam. **Otros Nombres Comunes:** Moringa, Marango, Paraíso, Paraíso Blanco (Centroamérica), Ángela, Jazmín Francés (Colombia y Puerto Rico), Palo de Abeja (R. Dominicana), Perlas (Guatemala), Terebinto (El Salvador), Jacinto (Panamá), Reseda (España). El Marango es originario del sur de Himalaya, noreste de India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán.

En América Latina y Centroamérica fue introducido y naturalizado en los años 20 del siglo XX como árbol ornamental, cerca viva y cortina rompevientos. En África la introducción cuenta más de 1,000 años. Se encuentra ampliamente distribuido en los países de la costa de África, también en Australia, Arabia y el Caribe.

### **Usos**

La madera del Marango no tiene las cualidades físicas mecánicas para ser considerada maderable, por lo que no es una especie productora de madera ni de leña. **Alimento humano** Los frutos, semillas, hojas y tubérculos en estado tierno son consumidos en sopas o tostados como recurso proteico, rico en vitaminas A, B1, B3, B6 y C. Se consumen hojas tiernas como ensaladas y condimentos. **Aceite.** El aceite sirve como retenedor de sustancias volátiles como perfumes y lubricantes de mecanismos finos (relojes), utilizado también en producción de pinturas para textiles. Una plantación de Marango con una productividad promedio puede dar 1,800 li-

### **Requerimientos ambientales**

En Centroamérica se encuentra en zonas con temperaturas de 6 a 38 °C. Es resistente al frío por corto tiempo pero no menos de 2 a 3 °C. En las temperaturas menores de 14°C no florece y solamente se puede reproducir por reproducción vegetativa (estacas). Se localiza desde el nivel del mar hasta 1,800 msnm. Se puede plantar en sitios con precipitaciones de 500 a 1,500 mm. anuales, no obstante, se desarrolla mejor en la época seca, en la cual también existe menos peligro de pudrición de los frutos. Es una especie adaptada a una gran variedad de suelos.

## **Características sobresalientes**

Además de ser un excelente poste vivo o prendedizo, esta especie tiene una característica especial que consiste en que es rico en néctar y polen y es una planta melífera por excelencia. También es alimento humano y planta medicinal. Como suplemento proteínico (la torta de semilla contiene un 60% de proteína y la semilla entre el 32 y el 40% de grasa) para raciones de ganado vacuno y ovino es un elemento esencial para la alimentación en época seca. El aceite industrial que se extrae de su semilla es de gran utilidad en la industria de maquinarias finas, además de ser utilizado en la industria de pinturas para textiles. Asimismo es útil en la industria de pulpas y jugos para flocular y sedimentar fibras y en la industria cervecera para la sedimentación de levaduras eliminando la turbidez y dándole brillo a la bebida. litros de aceite/ha/año; 2,000-2,100 kg. de torta proteínica con 60% de proteína. Las semillas contienen 30-42% de aceite. Después de la extracción del aceite queda la torta proteínica. **Floculante** De las semillas se extrae un floculante natural tipo polielectrolito con función aniónica y catiónica, el cual sirve perfectamente en la purificación de agua potable y para la sedimentación de partículas minerales orgánicas en aguas residuales. Asimismo es útil en la industria de pulpas y jugos para flocular y sedimentar fibras y en la industria cervecera para la sedimentación de levaduras eliminando la turbidez y dándole brillo a la bebida.

## **Forraje**

Se puede obtener de 8 a 10 toneladas de proteína pura/ha/año cuando se le siembra para producción de forraje en altas densidades de plantación y cuatro cortes al año.

## **Descripción**

Alcanza de 7 a 12 m. de altura y 20 a 40 cm. de diámetro a la altura del pecho, se considera un árbol mediano de copa ancha pero poco densa, copa abierta, tipo paraguas; fuste generalmente recto, pero ocasionalmente quebrado o mal formado. Ramas extendidas. Hojas grandes divididas en folíolos, ellos mismos con dos hileras de hojas de forma redondeadas, compuestas, alternas, tripinadas, con una longitud total de 30 a 70 cm. Las flores aparecen en racimos, son pequeñas, de color blanco, olorosas, bisexuales con pétalos blan-cos, estambres amarillos, perfumadas. Frutos en cápsulas alargadas, trilobuladas (trígonos), dehiscentes de 20 a 60 cm. de longitud, aunque existen algunas variedades que llegan a alcanzar 120 cm., con 12 a 25 semillas por fruto. Las semillas son de forma redonda y color castaño oscuro con tres alas blanquecinas y cada árbol puede producir 15,000 a 25,000 semillas por año. Para cualquier otro tipo de forraje. Las hojas contienen 20-28% de proteínas (base seca). La proteína de las hojas puede ser usada como alimento humano y animal. A su composición de aminoácidos hay que adicionarle glicina, metionina y triptofano.

## **Medicinal**

La extracción acuosa de las hojas se utiliza para combatir problemas digestivos y diarreas, así como úlceras estomacales. Las flores se emplean en problemas respiratorios, siendo también posible masticarlas o utilizarse como cataplasmas en el pecho. El extracto acuoso de flores, hojas y raíces tiene propiedades diuréticas y antiinflamatorias. Las semillas, corteza y raíces tienen propiedades fungicidas y bactericidas contra microorganismos gramo negativos y gramo positivos.

El aceite se utiliza para el tratamiento en dolores reumáticos. El extracto de las raíces se emplea en aplicaciones internas (ingerido) contra fiebres, epilepsia, histeria, tétano, parálisis, lepra, contra la presión alta y relajante en contracciones intestinales.

#### **Fitohormonas**

Las hojas contienen un alto nivel de fitohormonas de la clase de las citoquininas (lectinas), las cuales extraídas con metanol y etanol, se emplean como estimuladores del crecimiento en viveros y en frutales. **Agroforestería/Cercos vivos** La capacidad que presenta esta especie para reproducirse por estacas o prendones, así como su rápido crecimiento, la hacen apta para el establecimiento de cercos vivos.

#### **Otros**

Los extractos etanólicos de las raíces, hojas y corteza tienen un efecto antiimplantación y antifertilidad, que cuando son aplicados a ratas en laboratorios, producen el 100% de aborto en las mismas. Las semillas tostadas tienen un efecto mutágeno.

### **Silvicultura**

#### **Semillas**

Las semillas tienen tres alas blanquecinas que facilitan su propagación por el viento en condiciones naturales. El número de semillas por kilogramo varía de 4,000 a 4,800. El tiempo de germinación en semillero oscila entre cinco y siete días después de sembrada. La semilla no requiere tratamientos pregerminativos y presenta porcentajes altos de germinación, mayores de 90%, aún cuando se hayan empleado semillas de hasta dos años de edad.

#### **Propagación vegetativa y botánica.**

Esta especie puede propagarse en forma sexual (por semilla) y en forma asexual (empleando estacas o prendones). La forma más utilizada para plantaciones es la sexual. También se puede usar el método de siembra directa de las semillas en el sitio de plantación, especialmente cuando el objetivo es la producción de forraje.

#### **Vivero**

Los viveros para Marango se establecen en la última semana del mes de abril para que las plantas estén listas cuatro o cinco semanas después de la siembra. El sustrato para llenado de bolsas es cernido y desinfectado, mezclado con abono orgánico hasta un 25%. Se producen en bolsas de polietileno de 25 a 30 cm. de altura y de 10 a 12 cm. de ancho. La siembra de la semilla se realiza manualmente a una profundidad de 2 cm. La germinación ocurre a los cinco o siete días después de sembrada. El control de malezas se realiza manualmente. La planta está lista para salir del vivero al sitio de plantación a las cuatro o cinco semanas de edad, en las cuales ha alcanzado una altura de 30 cm. y siete a ocho ramas.

## Plantación

Las labores de preparación de suelo consisten en una limpia de obstáculos y barrido de los mismos, un pase de arado y subsoleo en caso de plantas en bolsas, por lo que no hay necesidad de hacer hoyos. En el caso de no utilizar subsolador, el ahoyado se realiza manualmente con dimensiones de 40 cm. de profundidad y 20 cm. de ancho. El control de malezas se puede hacer manualmente con azadón o mecanizado empleando desbrozadoras en las calles y alrededor de las plantas.

## Plagas y enfermedades

Las plagas predominantes en la plantación de Marango son las siguientes: gusano desfoliador (*Spodoptera spp.*), picudo abultado (*Phantomorus femoratus*), zompopo (*Atta spp.*), siendo este último el de mayor importancia económica. Para el control de desfoliadores y picudos se utilizan métodos manuales de eliminación ya que las poblaciones son bajas. Para el zompopo se realiza destrucción mecánica de madrigueras o zompoperas.

### 7.7. Ojoche.

**Nombre Común:** Ojoche. **Familia:** Moraceae. **Nombre Científico:** *Brosimum alicastrum* Swartz. **Sinonimia:** *Brosimum terrabanum* Pittier.

**Otros Nombres Comunes:** Ramón, Capomo, Mujú, Ujo, Mojo, Ojite, Ramón de Vaca, Flor de Camino. Se encuentra desde el sur de México, Belice, Centroamérica y las Antillas.

En Nicaragua está principalmente en el bosque húmedo tropical de la región ecológica IV, sector Caribe, también en todas las formaciones forestales zonales, y ha sido reportado en otras áreas, como la región ecológica, sector del Pacífico, en la formación forestal zonal de árboles de los bosques medianos o bajos subcaducifolios de zonas cálidas y semihúmedas.

## Usos

El Ojoche además de ser forrajero, es un árbol de uso múltiple: las hojas, tallitos y semillas hacen un excelente forraje; las hojas contienen de 19 a 24% de proteínas y las semillas hasta 20%. La digestibilidad es de hasta 60%. Aumenta la producción de leche en ganado y puede darse sin problemas a vacas, cabras, ovejas y cerdos. Las semillas son comestibles cocinadas y majadas en forma de harina y también tostadas para preparar una bebida parecida al chocolate. Puede usarse para construcción en general, postes para cercas y estacas (tratados), artículos deportivos y atléticos, mangos de herramientas y leña.

## Forraje

Las hojas son muy palatables para el ganado, los caballos, las cabras, los cerdos y las ovejas, que comen los frutos cuando éstos caen al suelo. El contenido de proteína cruda de las hojas es de 13 a 14% con digestibilidad «in vitro» del 60%. Las semillas contienen hasta 20% de proteína cruda.

## **Requerimientos ambientales**

Crece mejor por debajo de los 1,000 msnm, con precipitaciones mayores de 1,000 mm. anuales. Prefiere suelos neutros o alcalinos. Son árboles de clima cálido, que se cultivan hasta los 1,000 m. de altura. Se adapta a climas semihúmedos, húmedos y hasta semiáridos. Crece bien en suelos calizos y rocosos.

## **Características sobresalientes**

Especie nativa de Centroamérica caracterizada por ser un árbol de uso múltiple, aunque es más conocido por ser una especie potencial forrajera. El nombre Ojoche proviene del Nahuatl y significa «flor redonda y preñada». Ha sido conocida y utilizada desde la época de los indígenas mayas de Guatemala y México, quienes empleaban las semillas como uno de sus alimentos importantes. En Nicaragua se utiliza principalmente como sombra de cafeto, aunque en algunas zonas, como en Carazo, también es apreciada por su forraje de alto valor nutritivo.

## **Medicinal**

Las semillas son usadas como galactógenas (favorecen la producción de leche humana) y la infusión de las hojas contra afecciones del pecho y asma. La leche o látex se vende a un alto precio en las farmacias en Guatemala. Es usada contra dolores de estómago y pecho

## **Alimento humano**

Las semillas cocidas o tostadas son excelentes para alimentación humana por su alto valor nutritivo. La pulpa del fruto es comestible y utilizada en la preparación de mermeladas. El látex ha sido empleado como sustituto de la leche, por su sabor agradable y solubilidad en agua. Cuando se escasea el maíz, la semilla puede ser molida y mezclada con maíz.

## **Fotoquímica**

Las semillas contienen aceites volátiles, grasa, resina, cera, alcaloide, glucosa, dextrina, pectina, albúmina, ácido metarábico, almidón, celulosa y sales.

## **Descripción**

Árbol de 30-40 m., ocasionalmente 45 m. de altura y hasta 100 cm. de diámetro; fuste recto, a veces con gambas, copa amplia, densa y redondeada; corteza lisa con lenticelas dispuestas en filas horizontales, color gris oscuro; exuda látex color blanco a cremoso. Hojas simples, alternas ovadas a oblongo-ovadas, levemente subcaudadas a acuminadas en el ápice, obtusas a redondeadas en la base, de 10 a 25 cm. de largo y 3 a 9 cm. de ancho. Inflorescencia en cabezuelas masculinas y femeninas, globosas a elipsoides, color verdoso. Frutos dentro de un receptáculo carnoso redondeado de 1.5 a 2 cm. de diámetro color verde o amarillo, con una sola semilla color café. Presenta madera de color blanco-rosáceo, textura media, grano recto a entrecruzado, superficie medianamente lustrosa, olor y sabor no característicos.

La madera de Ojoche es de densidad media con una básica de 0.597 gr/ cm.<sup>3</sup> y densidad anhidra de 0.671 gr/ cm.<sup>3</sup>, contracción volumétrica total moderada (10.758) y relación de con-tracciones favorable (1.276); sus propiedades mecánicas están en el rango de muy bajas hasta muy altas clasificando como madera estructural del grupo «B»; seca al aire a una velocidad moderada con defectos moderados (grietas y curvaturas), poco resistente al ataque de hongos e insectos, pero fácil de tratar con productos preservantes en albura y duramen, mediana en sus propiedades de trabajabilidad. **Sistemas agroforestales** Se planta para cercas vivas y cortinas cortavientos, se emplea para sombra de cafeto y cacao.

## **Silvicultura**

### **Semillas**

Se reproduce por semillas que generalmente presentan buena germinación pero que pierden su viabilidad rápidamente. Aparentemente no es prendedizo. La época de recolección de semillas es en marzo y abril. La germinación se da a diez y 15 días de sembrada en buenas condiciones de humedad. La viabilidad es del 85 %, y se pone en canteros o bolsas de polietileno. La edad propicia para el trasplante definitivo es a los seis meses de estar en el vivero. El peso neto de la semilla es de 1,320 semillas por kilogramo.

### **Plantación**

El Ojoche se planta con distanciamiento variado dependiendo del objetivo de la plantación: para plantaciones puras se planta a 3 x 3 m., y en parcelas forrajeras intensivas, en hileras con distanciamiento entre 1.5 a 2.00 m. entre calles y con 25 a 30 cm. Entre plantas.

### **Producción**

El Ojoche puede dar anualmente entre 50 y 75 libras de frutos. Para forraje puede podarse dos o tres veces por año, aprovechando del 25 al 50% del follaje por desrame o por desmoche en plantaciones intensivas que producen de 10 a 15 toneladas de forraje por hectárea en cada corte. En Nicaragua no existen experiencias con plantaciones de Ojoche, de hecho solamente se le emplea como especie para sombra de café y como forraje. Para su uso como forrajero se le puede plantar estableciendo módulos agroforestales en las fincas con el objetivo de producir forraje de alta calidad; los espaciamientos recomendados son de 1 x 1 m., 2 x 1 m. y 2 x 2 m. Como esta especie también es productora de madera, para este objetivo los espaciamientos apropiados son 2.5 x 2.5 m., manejando la plantación con posteriores podas y raleos. Para la producción de forraje se maneja a través de podas anuales que se practican a diferentes alturas en el árbol; se cortan las ramas y las hojas son suministradas al ganado como suplemento alimenticio. Los árboles maduros rebrotan bien después de las podas moderadas; se le reporta como resistente a desrames de hasta el 50% del follaje en un año.

### **Plagas y enfermedades**

No se le conocen plagas y enfermedades debido a la poca experiencia con el manejo de plantaciones de esta especie. **Servicios ambientales** En forma natural se encuentra casi siempre protegiendo cañadas de altas pendientes y ayuda a la recuperación de suelos degradados.

## **8. Bibliografía**

**Salas Estrada, Juan Bautista, Árboles de Nicaragua.** Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA), Managua, Nicaragua, 1993.

**Herrera Alegría, Zoila y Morales Vargas, Aleyda, Propiedades y Usos**

**Potenciales de 100 Maderas Nicaragüenses.** Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA), Managua, Nicaragua 1993.

**Geilfus, Frans, El Árbol, Al Servicio del Agricultor.** Manual de Agroforestería para el Desarrollo Rural, ENDA-CARIBE, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, 1994.

**Especies para Leña. Arbustos y Árboles para la Producción Energía.** National, Academy of Sciences, Vol. I, 1981. Vol. II, Edición CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1984.

**Faurby, Ove y Barahona, Túpac. Silvicultura de Especies Maderables Nativas del Trópico Seco de Nicaragua.** NITLAPAN, UCA, Managua, Nicaragua, 1998.

**Base de Datos del ICRAF.** Nairobi, Kenya.

**Herrera Alegría, Zoila y Lanuza Rodríguez, Bernardo, Especies para Reforestación en Nicaragua.** Servicio Forestal Nacional, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARENA), Managua, Nicaragua 1995.

**Moya Aburto, Julio César. Manual de Viveros Forestales.** Dirección de Recursos Naturales Renovables (DIRENARE), MAG, Managua, Nicaragua 1975.

**Grijalva, Alfredo Dr., Plantas Útiles de la Cordillera de los Maribios.** Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA). Herbario Nacional de la UCA, FAO, Managua, Nicaragua.

**Thirakul, Souane, Manual de Dendrología del Bosque Latifoliado.** Programa Forestal Honduras-Canadá, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (AFE/COHDEFOR), Tegucigalpa, Honduras, 1990.

**Colección de Guías Silviculturales: Especies de Árboles de Uso Múltiple en América Central.** Informe Técnico N° 172, Proyecto Diseminación de Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (MADELEÑA-3), CATIE, Turrialba, Costa Rica, ROCAP, PROCAFOR/FINNIDA, 1992.

**Especies para Leña. Arbustos y Árboles para la Producción Energética.** Nacional, Academy of Sciences, Vol. I, 1981. Vol. II, Edición CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1984.

**Alagón, G. 1990.** Comparación del follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) con otras fuentes nitrogenadas de diferente potencial de escape a la fermentación ruminal, como suplemento para vacas lecheras alimentadas con caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 145 p.

**Araya, J. ; Benavides, J.E.; Arias, R y Ruiz, A.. 1994.** Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. In: J.E. Benavides (ed.). Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico No. 236, vol. 1. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 31-63.

**Arias R. 1987.** Identificación y caracterización de los sistemas de producción caprina, predominantes en la región del Altiplano Occidental de Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica, UCR/CATIE. 155 p.

**Barrios C., Beer J y Ibrahim M. 1999.** Cattle dung as a tool for protecting commercial timber trees in silvopastoral systems. In: Actas de la IV Semana Científica, CATIE Costa Rica, CATIE, pp 240 -243

**Benavides, J. 1995.** Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. Agroforestería en las Américas 2(7): 27-30

**Benavides, J.E. 1994.** Utilización del poró (*Erythrina spp.*) En sistemas agroforestales con rumiantes menores. In: S.B. Westley y M. H. Powell (eds.). *Erythrina* in the New and Old Worlds. NFTA, Paia, Hawaii, U.S.A. p. 237-249.

**Benavides, J.E. 1994.** La investigación en árboles forrajeros. In: J.E. Benavides (ed.). Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico No. 236, vol. 1. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 3-28.

**Benavides, J.E.; Ramlal, H. y Pezo, D. 1992.** Feeding resources for goats in Central America and the Caribbean Region. In: R.M. Acharya (ed.). Vth International Conference on Goats, New Delhi. Invited Papers, vol 2, part 1, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, India. p. 134-142.

**Bolívar, D.M., 1998.** Contribución de *Acacia mangium* al mejoramiento de la calidad forrajera de *Brachiaria humidicola* y la fertilidad de un suelo ácido del trópico húmedo. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, C.R.

- Botero J., Ibrahim M., Bouman, B., Andrade H. y Camargo J. 1999.** Exploración de opciones silvopastoriles sostenibles para el sistema ganadero de doble propósito en el trópico húmedo. In: Actas de la IV Semana Científica, CATIE, Costa Rica, CATIE pp 248 -251
- Bronstein, G.E. 1984.** Producción comparada de una pastura de *Cynodon nlemfuensis* asociada con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis *Mag. Sc.*, UCR-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 110 p.
- Budowski, G. 1993.** The scope and potential of agroforestry in Central America. *Agroforestry Systems* 23: 121-131.
- Burel, F.,1996.** Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 15(2), 169-190.
- Bustamente J., Ibrahim M y Beer J. 1998.** Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poro (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 5(19): pp 11-16.
- Camero, A.; Vázquez, R.; Alagón, G.; Kass, M. y Romero, F. 1993.** Uso de *Erythrina poeppigiana* como suplemento a forrajes con bajo contenido proteico. *In:* S.B. Westley y M. H. Powell (eds.). *Erythrina in the New and Old Worlds*. NFTA, Paia, Hawaii, U.S.A. p. 231-236.
- Dixon, R.K., 1995.** Agroforestry Systems: sources or sinks of greenhouse gases? *Agroforestry Systems* 31, 99-116
- Esquivel, J., 1997.** Efecto del componente arbóreo de un sistema silvopastoril sobre la distribución de nutrientes, biomasa microbial y densidad de lombrices en un suelo bajo pastoreo en la Zona Atlántica de Costa Rica. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, C.R.
- Flores O. 1994.** Caracterización y evaluación de follajes arbóreos para la alimentación de rumiantes en el departamento de Chiquimula, Guatemala. In J. Benavides (ed), *Arboles y Arbustivos Forrajeros en América Central*, CATIE, pp 117 - 133
- Harvey, C.A., Haber, W.A., Mejias, F., Solano, R., 1998.** Remnant trees in Costa Rican pastures. *Tools for conservation? Agroforestry Trees* July-Sept. 1998, 7-9.
- Holmann, F. y Estrada R. 1997.** Alternativas agropecuarias en la región pacífico central de Costa Rica: Un modelo de simulación aplicable a sistemas de doble propósito. En C.E. Lascano y F. Holman *Conceptos y metodológicas de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito*. CIAT, Cali, Colombia. Pp 134 –150.
- Holman, F.; Romero, F.; Montenegro, J.; Chana, C.; Oviedo, E. y Baños, A. 1992.** Rentabilidad de los sistemas silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica: primera aproximación. *Turrialba* 42: 79-89.
- Houghton, R.A., Skole, D.L., Lefkowitz, D.S., 1991.** Changes in the landscape of latin América between 1850 and 1985. II. Net release of CO<sub>2</sub> to the atmosphere. *Forest Ecology and Management* 38, 173-199.
- Ibrahim M., Franco, M., Pezo, D., Camero A., Araya J. 1999.** Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia rufa* in the sub-humid tropics of Costa Rica. *Agroforestry systems* (en revisión)
- Ibrahim M., Canto G y Camero A. 1998.** Establishment and management of fodder banks for livestock feeding in Cayo. In M. Ibrahim y J. Beer (eds) *Agroforestry prototypes for Belize*, CATIE /GTZ, Costa Rica, pp 15 –39.
- Ivory, D.A. 1990.** Major characteristics, agronomic features and nutritional value of shrubs and tree fodders. *In:* C. Devendra (ed.). *Shrubs and Tree Fodders for Farm Animals*, Proceedings of a Workshop held in Denpasar, Indonesia, July 24-29, 1989. IDRC, Ottawa, Canadá. p. 22-38.

**Jansen, H.G.; Nieuwnhuysse, A. e Ibrahim, M. 1996.** Evaluación económica de sistemas mejorados de producción de ganado vacuno en la Zona Atlántica de Costa Rica. Agroforestería en las Américas 3.

**Kass, M.; Benavides, J.; Romero, F. y Pezo, D. 1992.** Lessons from main feeding experiments conducted at CATIE using fodder trees as part of the N-ration. *In:* A. Speedy y P. Pugliese (eds.). Legume Tree and other Fodder Trees as Protein Sources for Livestock. Proceedings of the FAO Expert Consultation held at MARDI, Kuala Lumpur, Malaysia. FAO, Animal Production and Health Paper No. 102. FAO, Rome, Italy. pp. 161-175.

**Lascano, C.E. y Pezo, D.A. 1994.** Agroforestry Systems in the humid forest margins of Tropical America from a livestock perspective. In: Copeland, J.W., Djajanegara, A. and Sabrani, M. (eds.). Agroforestry and Animal Husbandry for Human Welfare. Proceedings, International Symposium, Bali, Indonesia. July 11-16, 1994. ACIAR Proc. No. 55. pp. 17-24.

**Libreros, H., 1990.** Efecto de depositar en el suelo material de poda de poró (*Erythrina poeppigiana*) sobre la producción y calidad de la biomasa del king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) establecido en asocio. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, C.R.

**Lopez, A., Schlönvoigt, A., Ibrahim, M., Kleinn, C., Kanninen, M., 1999.** Cuantificación del carbono almacenado en el suelo de un sistema silvopastoril en la zona Atlántica de Costa Rica. Agroforestería en las Américas 6(23), in press.

**Pezo, D., Ibrahim, M., 1998.** Sistemas silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2. CATIE-GTZ, Turrialba, C.R.

**Pezo, D.; Kass, M.; Benavides, J.; Romero, F. y Chaves, C. 1990.** Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. *In:* C. Devendra (ed.). Shrubs and Tree Fodders for Farm Animals, Proceedings of a Workshop held in Denpasar, Indonesia, July 24-29, 1989. IDRC, Ottawa, Canada. p. 163-175.

**Pezo, D.A., Romero, F. e Ibrahim, M. 1992.** Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. *In:* Fernández-Baca, S. (ed.). Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano. FAO, Santiago, Chile. pp. 47-98.

**Riesco, A. 1992.** La ganadería bovina en el trópico americano: Situación actual y perspectivas. *In:* S. Fernández-Baca (ed.). Avances en la Producción de Leche y Carne en el Trópico Americano. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. p. 13-46.

**Rodríguez F., R.A. 1985.** Producción de biomasa de poró gigante (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) intercalados, en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda del poró. Tesis Mag. Sci. CATIE/UCR, Turrialba, Costa Rica. 96 p.

**Romero, F.; Abarca, S.; Corado, L.; Tobón, J.; Kass, M. y Pezo, D. 1993.** Producción de leche de vacas en pastoreo suplementadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Costa Rica. *In:* S.B. Westley y M. H. Powell (eds.). *Erythrina* in the New and Old Worlds. NFTA, Paia, Hawaii, U.S.A. p. 223-230.

**Romero, F.; Montenegro, J.; Chana, C.; Pezo, D. y Borel, R. 1993.** Cercas vivas y bancos de proteína de *Erythrina berteroana* manejados para la producción de biomasa comestible en el trópico húmedo de Costa Rica. *In:* S.B. Westley y M. H. Powell (eds.). *Erythrina* in the New and Old Worlds. NFTA, Paia, Hawaii, U.S.A. p. 205-210.

**Russo R., 1990.** Evaluating *Alnus acuminata* as a component in agroforestry systems. Agroforestry Systems 10, 241-252

**Saunders, D.A., Hobbs, R.J., 1991.** The role of corridors in conservation: what do we know and where do we go? In: Nature Conservation: the role of corridors. Saunders, D.A., Hobbs, R.J. (eds.), Beathy and Sons, Australia. Pp. 421-427.

**Suzano-Hernández, R. 1981.** Especies arbóreas forestales susceptibles de aprovecharse como forraje. *Revista Ciencia Forestal (México)* 29: 31-39.

**Szott L., Ibrahim, M. y Beer J. 1999.** The Hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America, CATIE, Costa Rica (en edición).

**Valerio, S. 1990.** Efecto del secado y métodos de análisis sobre los estimados de taninos y la relación de estos con la digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. Tesis *Mag. Sc.*, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 94 p.

**Velasco, J.A., 1998.** Productividad forrajera, aporte de fósforo foliar y dinámica de los hongos endomicorrízicos y lombrices, en una pradera de *Brachiaria humidicola* sola y en asocio con *Acacia mangium*. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, C.R.

**Veldkamp, E., 1993.** Soil organic carbon dynamics in pastures established after deforestation in the humid tropics of Costa Rica. Tesis Ph.D., Universidad de Wageningen, NL

**Viera C y Barrios C. 1997.** Exploración sumaria de la producción de maderas en porteros de la zona ganadera de esparza: especies, manejo, y dinámica de componentes maderables. Trabajo presentado para el curso de Manejo de Forestal II, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 25 p