



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO



DIVISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE

TRABAJO MONOGRÁFICO TITULADO

"Potencial de aprovechamiento de *Tabebuia rosea* Bertol (Bertero) Ex. A. DC.
en Quintana Roo."

ELABORADO POR

EFRAÍN ULISES GUTIÉRREZ SÁNCHEZ

BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA Y
APROBADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

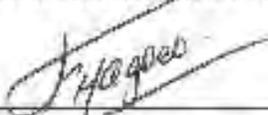
LIC. EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

COMITÉ DE SUPERVISOR

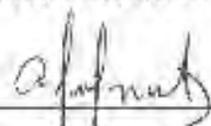
SUPERVISOR:


DRA. ROBERTA CASTILLO MARTÍNEZ

SUPERVISOR:


DRA. PATRICIA FRAGOSO SERVÓN

SUPERVISOR:


DRA. ANGELICA NAVARRO MARTÍNEZ



Chetumal, Quintana Roo, México, julio de 2021



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Potencial de aprovechamiento de *Tabebuia rosea* Bertol (Bertero) Ex. A. DC. en Quintana Roo.

Trabajo monográfico
para obtener el grado de

LIC. EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

PRESENTA

Alumno: EFRAÍN ULISES GUTIÉRREZ SÁNCHEZ

DIRECTOR DE TESIS

DRA. ROBERTA CASTILLO MARTÍNEZ

ASESORES

DRA. PATRICIA FRAGOSO SERVÓN
DRA. ANGÉLICA NAVARRO MARTÍNEZ



Chetumal Quintana roo, México, julio de 2021

CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	5
1.1. Antecedentes.....	6
1.2 Justificación	7
1.3 Definición de la pregunta de investigación	8
1.4 Objetivos	8
1.5. Metodología	8
2. Clasificación taxonómica.....	9
2.1.1 Nombres comunes.....	9
2.2.2 Sinonimia	10
2.2.3 Categoría de riesgo.	10
2.2.4 Características botánicas	10
2.4 Aspectos biológicos	15
2.4.1 Fenología	17
2.5 Ecología	18
2.6. Características de la madera	18
2.6.1. Ornato.....	22
2.6.2 Apícola	22
2.6.3 Medicinal	23
2.6.4 Importancia económica	23
3. Requerimientos agroecológicos	24
3.1 Ambientales.....	24
3.2 Clima	24
3.3 Altitud.....	24
3.4 Temperatura	25
3.5 Precipitación	25
4. Daños en el desarrollo de <i>Tabebuia rosea</i>	25
4.1 Agentes causales bióticos	26
4.1.1 Enfermedades	26
4.2 Agentes causales abióticos	29
5. Silvicultura y manejo.....	31

5.1 Colecta y almacenamiento de semilla.	32
5.2 Germinación	31
5.3 Propagación.	33
5.4 Establecimiento de la plantación	35
5.5 Mantenimiento de la plantación	36
5.6 Crecimiento.....	37
5.7 Predicción del volumen	37
5.8 Costo de semillas en el mercado	39
5.9 Tiempo de corte	40
6. Propuesta de un sistema de manejo sostenible de <i>Tabebuia rosea</i> en Quintana Roo.	40
7. CONCLUSIONES	56
8. Bibliografía	57
9. Anexos.....	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>

1. INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación documental describe las potencialidades de *Tabebuia rosea* en Quintana Roo, los múltiples usos que se le pueden dar a esta especie maderable son de importancia económica para el ser humano debido a las diversas características con las que cuenta.

Actualmente nos encontramos en una época donde derrochamos y hacemos mal uso de los recursos forestales sin la preocupación de carecer de ellos en un futuro. Vivimos con el pensamiento erróneo de que el recurso forestal es tan extenso que su agotamiento pareciera inalcanzable.

Sin embargo, a través de los años el ser humano ha llevado a cabo actividades agrícolas, ganaderas y forestales para su subsistencia, pero en los últimos años se ha visto un deterioro notable en el ambiente, esto se debe principalmente a las prácticas inadecuadas en el manejo de las tierras, como quemas no controladas, prácticas de labranza inapropiadas, sobrepastoreo, entre otras.

Es más que evidente que es necesario incorporar mecanismos encaminados al manejo sostenible, es decir, del cual se pueda recibir ingresos económicos al mismo tiempo que cuidamos de nuestro ambiente.

Este trabajo tiene el fin de exponer las potencialidades de la especie *Tabebuia rosea* y dar a conocer alternativas de aprovechamiento del recurso en beneficios de la sociedad, con bajo impacto ambiental.

1.1. Antecedentes

Existen múltiples trabajos que contienen la información pertinente para instruirse y llevar a cabo un manejo adecuado de la especie *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. (1845), conocido comúnmente como Maculís o Macuilís, la cual se caracteriza por contar con una amplia distribución a lo largo de casi todo el continente americano (Longwood, 1971).

La amplia distribución de esta especie se debe a que cuenta con una alta adaptabilidad en diversas condiciones ambientales, como son: los suelos (CONIF, 1998), (Webb, 1980), (Pennington y Sarukhán, 1968), climas (INIFAP, 2012), la altitud (CONAFOR, 2001), la exposición solar (Webb, 1980) y precipitación (SEDER, 1995), que en conjunto son factores indispensables y sustanciales para el desarrollo del Maculís.

El conocimiento de los requerimientos ecológicos es importante debido a que son pieza fundamental para hacer un buen manejo (P&C, 2013). Cabe destacar que aunque este árbol cuenta con una excelente madera de muy alta calidad que se utiliza para la construcción de un gran número de cosas como por ejemplo; acabados de interiores, paneles, ebanistería, pisos, cubiertas de barco, carpintería mecánica, manijas para artículos deportivos, etc. (Herrera y Morales 1993, Longwood 1971), no solamente tiene un aprovechamiento maderable sino que es útil también en el ámbito medicinal (UNAM, 2009), apícola (Arce *et al.*, 2001) y ornamental (Hoyos, 1985), lo que la convierte en una especie con gran potencial de aprovechamiento.

A través del tiempo se han descubierto los potenciales con las que cuenta *T. rosea*, a partir de ello, se ha dedicado tiempo a su investigación y propagación con la finalidad de obtener algún tipo de beneficio.

De las investigaciones encaminadas al aprovechamiento de *T. rosea* han surgido distintos sistemas de cultivo; algunos de los cuales son sistemas de cultivo sostenibles, como lo es el caso de los sistemas silvopastoriles, donde se enfocan

al aprovechamiento de esta especie, al mismo tiempo que procuran el cuidado del ambiente.

1.2 Justificación

El uso de los recursos naturales y su buen manejo son indispensables en el mundo moderno, ya que cubren una gran parte de las necesidades de los seres humanos. La especie *Tabebuia rosea*, al igual que todos los recursos maderables, es importante porque puede aportar una gran variedad de bienes y servicios.

El Macuilís es el representante más importante de un grupo de maderas pertenecientes al género *Tabebuia* que se comercializa como "roble" (la madera tiene una semejanza superficial a los encinos norteamericanos del género *Quercus*). Se le considera una de las maderas muy bien conocidas y útiles en su área de distribución, tanto por sus buenas propiedades como por ser una madera altamente atractiva. (Richter et al., 2012).

Un aspecto relevante es que Quintana Roo cuenta con las condiciones ambientales adecuadas para su cultivo y hoy en día tiene un desarrollo excelente en el Estado; es un árbol muy común en los camellones de las avenidas de Chetumal por ser empelado como árbol de ornato.

Quintana Roo es un Estado con la necesidad de implementar sistemas de aprovechamiento sostenibles, pues debido a los métodos agropecuarios convencionales que se utilizan, las áreas con vegetación y suelos degradados van en aumento, con los consecuentes problemas ambientales, sociales y económicos que ello conlleva.

El aprovechamiento adecuado de un recurso en Quintana Roo, como lo es el Maculís, podría ayudar en determinado momento a disminuir la presión alta que

recibe un grupo exclusivo de especies maderables como el cedro (*Cedrela adorata* L.) y la caoba (*Swietenia macrophylla King*), en donde se ha centrado la atención de los productores forestales.

1.3 Definición de la pregunta de investigación

¿Es la especie *Tabebuia rosea* (Bertol) Bertero Ex A. DC un recurso apto para ser aprovechado en Quintana Roo?

1.4 Objetivos

El presente trabajo documental tiene como finalidad la sistematización de la información bibliográfica existente sobre *Tabebuia rosea* (Bertol) Bertero Ex A. DC (maculís), enfatizando aquella relacionada con su manejo y aprovechamiento, de forma que sirva de base para proponer sistemas de cultivos sostenibles de la especie en Quintana Roo.

1.5. Metodología

Búsqueda y sistematización de información en internet sobre *T. rosea*: artículos, libros, páginas de instituciones académicas de investigación de prestigio a nivel nacional e internacional.

Revisión de libros y revistas científicas y de divulgación en bibliotecas de instituciones académicas como la Universidad de Quintana Roo (UQROO), El colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), el Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM), el Instituto Tecnológico de Chetumal, (ITCH), entre otros.

Pláticas formales con expertos en el área forestal.

Revisión y análisis de bases de datos de inventarios forestales ejidales para determinar la abundancia, estructura y distribución de la especie.

2. Clasificación taxonómica

De acuerdo a INIFAP (2006) la clasificación taxonomica de *T. rosea* es la siguiente:

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Scrophulariales

Familia: Bignoniaceae

Género: *Tabebuia*

Nombre científico: *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. (1845)

2.1.1 Nombres comunes

Tabebuia rosea es una especie conocida en varias regiones del país, se le conoce como Maculís, (Tabasco, Chiapas, Quintana Roo; palo de rosa (Tamaulipas, San Luis Potosí; norte de Puebla, norte de Veracruz); roble, roble blanco (Oaxaca, Guerrero, San Luis Potosí); amapa rosa (Nayarit); macuil (costa de Oaxaca); amapola (Sinaloa); rosa morada (Campeche, Quintana Roo); cul (lengua huasteca) San Luis Potosí); macuelis de bajo (zona lacandona de Chiapas); hok"ab, kok"ab (lengua maya, Yucatán); li-ma-ña (lengua chinanteca, Oaxaca); maculishuate, Chiapas); nocoque (San Luis Potosí); palo blanco, Chiapas); palo yugo, primavera (Sinaloa); roble prieto (norte de Oaxaca); roble de San Luis (San Luis Potosí); satanicua (Guerrero); tural, yaxté (tojolobal, Chiapas); cachahua, ícotl (sureste de San Luis Potosí) (CONAFOR, 2001).

2.2.2 Sinonimia

Como para otras especies vegetales se han registrado diversos sinónimos de *T.rosea*. Niembro (1986) menciona que, *Tecoma rosea* Bertol, *T. evenia* Donn-Smith, *T. punctatissima* Kranzl, *Tabebuia mexicana* (Mart. Ex DC), *T. pentaphylla* (L.) Hemsley, *T. punctatissima* (Kransl) Stand, *Couralia rosea* (Bertol) Donn-Smith, *Sparattosperma rosea* (Bertol) son sinónimos de *T. rosea*. Geilfus (1989) reporta también a *Tabebuia heterophylla* en el Caribe.

2.2.3 Categoría de riesgo.

Hasta el año 2010, en el cual se llevó a cabo la última actualización de la NOM-059 la especie *Tabebuia rosea* no se encontraba enlistada bajo alguna categoría de riesgo (PROFEPA, 2010).

2.2.4 Características botánicas

Tabebuia rosea es un árbol que alcanza una altura hasta de 30 m y un diámetro de altura al pecho hasta de 1 m (CONABIO, 1999; Lorenzo-Cardenas, 2011). En zonas urbanas no excede los 18 m de altura y los 60 cm de diámetro (Silva, 2007). Alcanza de 6 a 10 metros de altura en cultivo (Figura 1).



Figura 1. *Tabebuia rosea*

La copa es ancha de color verde claro, que puede ser de forma cónica o irregular (ITTO, 2018) mide 12 a 15 m de amplitud (Figura 2), Cuando el árbol es adulto es de forma oblonga a sub-oblonga (Silva, 2007).



Figura 2. Copa de *Tabebuia rosea*

Las hojas son decusadas, digitado compuestas, de 10 a 35 cm de largo, incluyendo el pecíolo (Figura 3). Geilfus (1989) menciona que al presentar la hoja una división de 5 foliolos, se asemeja a los dedos de una mano. Pennington y Sarukhán (1998) también mencionan que cada hoja se divide en 5 foliolos, los dos inferiores más pequeños de 3 por 1.5 a 8 por 4 cm, la terminal más grande de 7.5 por 4 a 16 por 8 cm, lanceoladas o elípticas, con el margen entero, ápice agudo o acuminado, base cuneada, redondeada o truncada; por el haz son de color verde oscuro y por el envés de verde amarillento y con abundantes y pequeñísimas escamas en ambas superficies. Los pecíolos son de 4 a 14 cm de largo, escamosos; peciolulos pulvinados, muy cortos en los foliolos basales, hasta de 6 cm de largo en los otros foliolos de forma escamosa (Pennington y Sarukhán, 1998).

Es importante mencionar que el follaje de maculís es caducifolio, esta especie tira las hojas de marzo a junio (temporada seca) (CONABIO, 1999), (Vester & Navarro, 2007).



Figura 3. Hojas y flores de *Tabebuia rosea*.

El tronco de *T. rosea*, en su fase inicial de crecimiento, puede tener una ramificación dicotómica pero eventualmente el árbol llega a formar un excelente fuste sobre todo si hay sombra lateral de la misma especie o de un árbol nodriza. El tronco es derecho, a veces ligeramente acanalado, Con ramificación simpódica (CONABIO, 1999), a veces cuenta con varias raíces en la base. Las ramas pequeñas son sub-tetragonal (Gentry, 1992).



Figura 4. Tronco de *Tabebuia rosea*.

La corteza externa es fisurada y suberificada (Figura 5), de aspecto compacto, con las fisuras longitudinales más o menos superficiales que se entrelazan formando un retículo; es de color café grisáceo oscuro a amarillento y se desprenden en tiras largas (Vester & Navarro, 2007). Tiene un grosor total de 16 a 30 mm (CONABIO, 1999). La corteza interna es de color claro a crema rosado, fibrosa, con sabor amargo a agridulce.



Figura 5. Corteza de *Tabebuia rosea*

Una de las características más visuales de esta especie son sus grandes y vistosas flores rosadas, que se tornan casi blancas al envejecer (González & Marín, 2008). Las flores pueden alcanzar una dimensión de hasta 8 cm de largo (Castillo, 2012). El cáliz es de color verdoso o marrón verdoso, tubular y bilabial de 2 a 2.5 cm de largo. La corola de 7 a 10 cm de largo, es basalmente en forma campanulada, pentalobulada, membranosa, con la corola expandida; es blanquecina en la base y de color rosa, magenta, o blanco en las orillas, con una abertura de cuello amarillo (Gentry, 1992). Las flores se encuentran dispuestas en panículas cortas con las ramas cimosas, axilares, de hasta 15 cm de largo, escamosas. Este árbol polinizado por insectos y visitado por aves (CONABIO, 1999).

El androceo tiene cuatro estambres, en pares de diferente longitud, con teca divaricados, alternando con los lóbulos de la corola y se inserta en el tubo de

la corola. Un estaminodio también está presente. La dehiscencia de antera es longitudinal. El gineceo está rodeado por un espesor de néctar. El ovario es lineal y bilocular con muchos óvulos biseriado en cada lóculo; el estilo es largo y el estigma, bífido (Flores & Marín, 2004).



Figura 6. Flores de *Tabebuia rosea*

Los frutos son una vaina delgada (Fig. 7), linear-cilíndrica, lisas, con 2 suturas laterales, péndulas, pardo oscuras, cubiertas por numerosas escamas, dehiscente de 18 a 35 cm de largo, 15 mm de diámetro, y atenuada en ambos extremos, que contiene 240-300 semillas, verde oscuro o marrón cuando está madura (Castillo, 2012); el cáliz es persistente (Flores, 1999; Gentry, 1992; Salas, 1993 CONABIO, 1999). Los frutos se recogen del árbol antes de abrir, maduran de febrero hasta abril (Flores & Marín, 2004).

Las semillas son de color blanquecino, delgadas, con alas anchas, hialino membranáceas; la dispersión de semillas es anemócora (Flores & Marín, 2004).

Las semillas son aladas, muy delgadas de color blanco rosado, que miden de 2 a 3 cm de largo, incluyendo el ala (Velzquez, *et al.* 2009). Se retiran de las vainas y se pueden almacenar a temperatura y humedad ambiente durante varios meses (Flores & Marín, 2004).

El promedio de semillas por kilogramo es de 40.000 a 45.000. El contenido de agua en las semillas frescas es de 12 a 13 por ciento. El comportamiento de las semillas es ortodoxo y el porcentaje de germinación varía de 75 a casi 100 por ciento. Las semillas no requieren un tratamiento especial (Flores & Marín, 2004).



Figura 7. Frutos de *Tabebuia rosea*

2.4 Aspectos biológicos

Tabebuia rosea es un árbol nativo del continente americano. Comúnmente es encontrado en tierras bajas húmedas y zonas altas secas del sur de México, hasta Venezuela y la costa de Ecuador (Gentry 1992). La especie puede ser encontrada esencialmente es su estado natural, también como arboles aislados en el bosque mixto (Longwood, 1971). Su distribución geográfica es ininterrumpida desde Sudamérica hasta México (Rzedowski, 1978) y del oeste de los andes hasta las costas del Ecuador (CONABIO, 1999).

En México se encuentra en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (CONABIO, 1999; Figura 8).

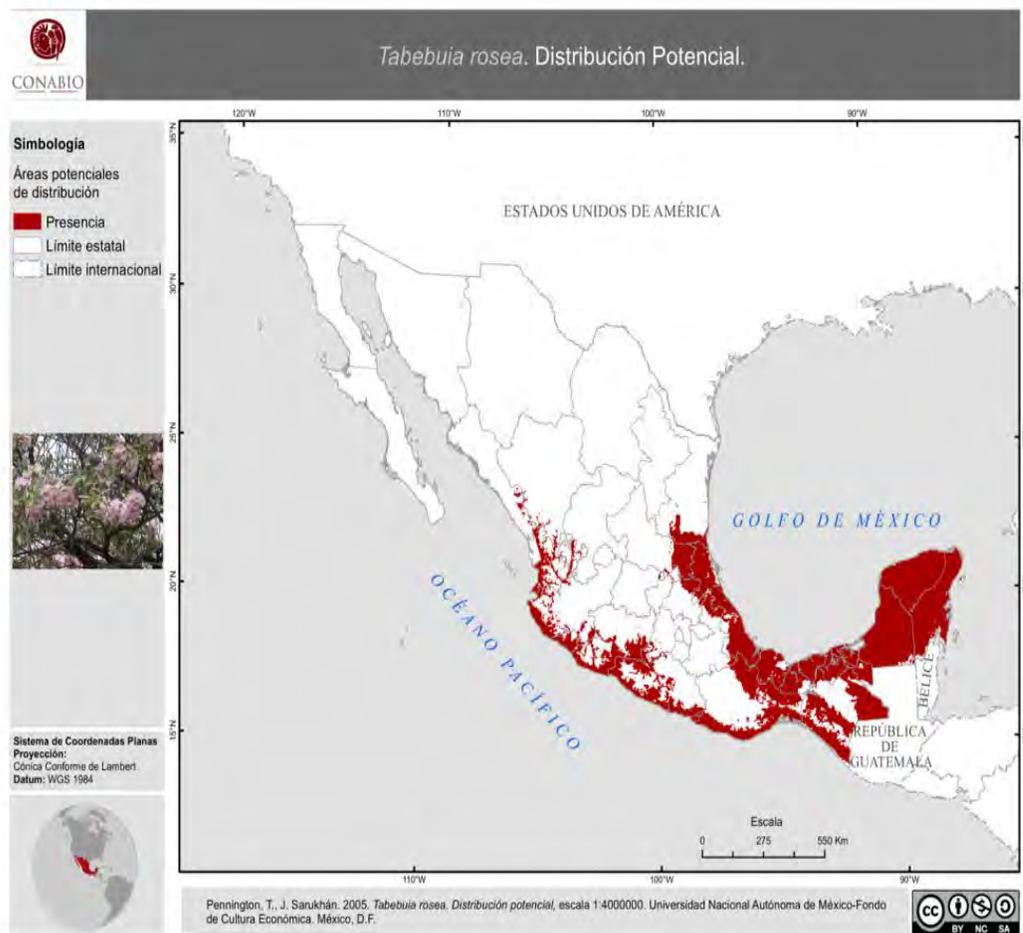


Figura 8. Mapa de distribución de *Tabebuia Rosea* en la Republica Mexicana. Fuente: (CONABIO, 1999).

Respecto a su distribución en el estado de Quintana Roo de acuerdo con datos recabados en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2014) y el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS, 2009-2014) permiten apreciar la

pérdidas durante la época de lluvias, brotes nuevos aparecen inmediatamente después de eso (Reich and Borchert, 1984).

2.5 Ecología

T. rosea se encuentra en selvas altas y medianas subperenifolias y subcaducifolias, pero no parece tener preferencias por los suelos (Gentry, 1976) además de vegetación perturbada en bosques tropicales y bosques espinosos (UNAM, 2009). Es tolerante a la inundación. Las semillas germinan en la sombra, pero las plantas sobreviven mejor en claros (Augspurger, 1984).

Rzedowski (1978) reporta a esta especie como un elemento propio de la vegetación secundaria y de lugares perturbados. Se desarrolla en terrenos planos, arcillosos y más o menos inundados durante largas temporadas del año (Kinsman, 2004).

T. rosea se asocia con *Smilax* sp., *Hura* sp., *Lysiloma* sp., *Acacia* sp., *Bursera* sp., *Ceiba* sp., *Cedrela* sp., *Pithecellobium* sp., *Pinus* sp., *Liquidambar* sp., *Panicum maximum*, *Brosimum* sp., *Terminalia* sp., *Bunchosia* sp. (CONABIO, 2001).

T. rosea es visitada por una amplia variedad de insectos (abejas, abejorros, mariposas), aves melíferas como los colibríes, además de los murciélagos y diversas especies de loros (Garzón, 2008).

2.6. Características de la madera

En Zamorano, Honduras la especie es considerada como la madera de más alto valor económico después de la caoba (Castillo, 2012).

La madera de *T. rosea* es de excelente calidad, fuerte y pesada, por lo que se utiliza, en general para la fabricación de muebles, acabados de interiores, paneles, ebanistería, pisos, cubiertas de barco, carpintería mecánica, manijas para artículos deportivos, implementos agrícolas, remos, tejas, acabados de madera, carretas, cajas y cajones (Herrera y Morales 1993, Longwood 1971). También se emplea para postes, chapa para madera terciada, culatas para armas de fuego, ebanistería, (Castillo, 2012), artesanías y en la elaboración de instrumentos musicales (CONABIO, 1999).

La albura es cremosa, de color amarillento o marrón; el duramen es de color marrón claro con un tono grisáceo o dorado (Longwood, 1971).

La gravedad específica básica (GE) o densidad de la madera es una característica que está asociada con el peso y la dureza de la misma. Ha sido definida como la relación entre la masa y la unidad de volumen (Pashin y de Zeeuw, 1970). La GE se consideró de acuerdo con lo propuesto por la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA, 1989) de la siguiente manera: baja ($X < 0.40 \text{ gr/cm}^3$), mediana ($0.40 \text{ gr/cm}^3 > X < 0.75 \text{ gr/cm}^3$) y alta ($0.75 \text{ gr/cm}^3 > X$) (Rodríguez, Bonilla, & Morales, 2001). La gravedad específica básica del Maculís es desde $0,48 \text{ gr/cm}^3$ hasta $0,60 \text{ gr/cm}^3$.

El Macuilís tiene un veteado que da a la madera una figura distintiva en la superficie radial y en forma de pluma en la superficie colindante (Longwood, 1971). Su textura va de media a gruesa. La fibra es lineal o entrelazada, el brillo es medio. La madera no tiene sabor ni olor cuando se seca. El secado de la madera es rápido y causa pequeñas fracturas y deformación.

La madera de Maculis es fácil de trabajar, salvo en el cepillado y tiene una tasa moderada de reducción (intermedio: entre caoba y nogal negro) (Longwood, 1971). Puede ser aserrada, moldeada, perforada y transformada con excelentes resultados; el cepillado requiere un poco de atención para evitar que se rompa o se astille (Longwood, 1971).

La durabilidad natural es media. La madera es moderadamente resistente a la podredumbre blanca de hongos, resistente a los hongos de pudrición marrón, susceptible a las termitas y la polilla de mar (Longwood, 1971).

Se clasifica como un tipo de madera estructural B, esto significa que se utiliza en trabajos generales de construcción principalmente (Flores & Marín, 2004).

Las propiedades físicas, mecánicas de flexión compresión, cortadura, dureza, entre otras (Cuadros 1, 2 y 3), permiten catalogarla como la cuarta madera de mejor calidad en el mercado después de la caoba (*Swietenia macrophylla*), el cedro (*Cedrela odorata*) y la *Ceiba tolúa* (*Bombacopsis quinata*) (Colorado, 2003).

Cuadro 1. Propiedades físicas de la madera de *Tabebuia rosea*.

CONDICIÓN	FLEXIÓN ESTÁTICA			COMPRESIÓN		CIZALLADURA		
	CH%	ELP	MOR	MOEx10 ³	Paralela	Perpendicular	Radial	Tang.
				ER	ELP	ER	ER	
	Kg/Cm ²	Kg/Cm ²	Kg/Cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²			
VERDE +30%	404	837	125	385	42	---	91	84
SECO AL AIRE 12 %	587	1104	124	635	65	---	141	125

Fuente: (Medellín, ND)

Cuadro 2. Propiedades mecánicas de la madera de *Tabebuia rosea*.

DENSIDAD (g/cm ³)	VERDE	SECA AL AIRE	ANHIDRA	BASICA
	0.95	0.65	0.61	0.54
CONTRACCION NORMAL (%)	TANGENCIAL	RADIAL	VOLUMETRICA	T/R
	2.9	1.9	4.8	1.52
CONTRACCION TOTAL (%)	6.9	4.6	11.5	1.50

Fuente: (Medellín, ND)

Cuadro 3. Propiedades mecánicas de la madera de *Tabebuia rosea*.

CONDICION CH %	DUREZA KG		TENACIDAD Kg-M	
	Lados	Extre	Radial	Tang.
VERDE +30%	427	513	2.06	2.13
SECO AL AIRE 12%	562	761	1.50	1.70

ELP: Esfuerzo en el límite proporcional.

MOR: Módulo de ruptura.

MOE: Módulo de elasticidad.

Fuente: (Medellín, ND).

2.6.1. Ornato

El principal uso de esta especie es como planta de sombra y ornato, a la orilla de los caminos, avenidas, en parques y jardines por la belleza de sus panículas florales rosadas (Hoyos, 1985) el color de sus flores (blanco a morado o lila morado) hace que sea un árbol sumamente vistoso (Kinsman, 2004).

2.6.2 Apícola

El interés en estudiar la *T. rosea* es su notable valor apícola, porque sus flores son auto incompatibles y requieren de polinización cruzada (Arce *et al.*, 2001). Los granos de polen son pardos, prolados de aproximadamente 30 mm de diámetro, tricolpados, con exina reticulada. Color ámbar claro y sabor delicado (Arce *et al.*, 2001).

T. rosea produce néctar y polen (Arce *et al.*, 2001; Crane, 1990; López-Palacios, 1986); sin embargo, a veces es poco visitada por abejas (Tapias, 1990). Las abejas no se ven porque realizan visitas largas de casi un minuto adentro de las flores. El tronco de maculís es utilizado por abejas sin aguijón para nidificar (Arce *et al.*, 2001). Además, este árbol es visitado por abejas sin aguijón como alazana o mandinga (*Trigona fulviventris*) (Salvador, 2001).

Por ser una gran fuente de néctar, *T. rosea*, resulta ser el principal recurso apícola, para la abeja de castilla (*Apis mellífera*) y las abejas aceiteras (Apidae-Centridini: *Centris aethyctera* y *C fuscata*). Sin embargo, también hay referencias que lo califican como fuente secundaria (Salvador, 2001).

La abeja sin aguijón (característica de la Península) (Apidae-Meliponini: *Tetragonisca angustula*) (chumelo) también colecta polen de la flor de *T. rosea*. La miel de maculís tiene un sabor muy delicado y es de un color ámbar claro.

2.6.3 Medicinal

Investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2009) ha realizado estudios sobre el uso medicinal de la especie e indica que la parte de la planta que más se emplea como medicina es la corteza en decocción y administrada oralmente. Esta se utiliza para aliviar la disentería y la fiebre; así como inflamaciones del estómago y el reuma. En el último caso también se puede aplicar en baños. Para callos, la corteza se utiliza frotada en la parte afectada. Las hojas y yemas fritas y colocadas en el cuello se indican para combatir el catarro.

El uso más común de esta especie es para bajar la calentura. En el estado de Oaxaca, se hierve un trozo de la corteza en suficiente agua, con un limón tierno o un pedazo de la corteza del palo mulato (*Bursera simaruba*), luego se deja entibiar y con esta decocción se baña al enfermo.

La infusión de las hojas se utiliza como febrífugo. La corteza cocida sirve para la diabetes, paludismo, tifoidea, parasitosis (CONABIO, 1999). Además, se sabe de su uso para calmar las hemorragias internas y anemia.

2.6.4 Importancia económica

Tabebuia rosea ha sido plantada extensamente por las siguientes características u objetivos: por la calidad de la madera, reforestación, ornamental por el color de la flor, como cerca viva en la ganadería, sombra para café y cacao en sistemas agroforestales, cortina rompe-vientos y retención de suelo para evitar erosión, en algunos casos son preferidas para la construcción de botes en las Antillas Menores (Castillo, 2012).

Esta especie es recomendada para plantar en zonas de riesgo por deslizamiento, puesto que su sistema radicular profundo, aporta estructura al suelo (Garzón, 2008).

3. Requerimientos agroecológicos

3.1 Ambientales

Tabebuia rosea se encuentra tanto en suelos profundos como en superficiales, pero crece mejor en suelos bien drenados de textura ligera. Es frecuente en los bosques inundados periódicamente o suelos con moderado o bajo drenaje (Flores & Marín, 2004.).

Requiere de suelo con un pH que varía de 5.5 a 6.5. Se ha reportado también buen desarrollo en suelos con regular drenaje, altos contenidos de nutrientes y saturación de bases en 37% y 68% y con déficit de fosforo (CONIF, 1998).

Es una especie que se adapta a suelos con textura arenosa o franco-arenosa, (Webb, 1980). Se presenta indiferentemente en suelos de origen calizo, ígneos o aluviales, pero requiere un buen drenaje; alcanza su mejor desarrollo en los estados de Tabasco, Campeche y Chiapas (Pennington y Sarukhán, 1968).

3.2 Clima

Requiere de un clima húmedo, con un régimen pluvial uniforme, una estación seca de 0 a 3 meses. Se adapta a climas cálidos húmedos y subhúmedos, es una especie caducifolia, altamente demandante de luz y de día largo (INIFAP, 2012).

3.3 Altitud

Crece desde el nivel del mar hasta los 1200 msnm, principalmente entre los 1,442.5 a 1,500, a una altitud mínima: 1,250 y máxima: 1,580 (CONAFOR, 2001).

3.4 Temperatura

Se reporta que *T. rosea* se desarrolla en áreas con temperaturas máximas promedio del mes más cálido de 23 a 30 °C, temperaturas mínimas promedio del mes más frío 17 a 22 °C, y una temperatura promedio anual de 22 a 32 °C (Webb, 1984).

También se reporta que la especie se desarrolla en climas que presentan temperaturas medias de 20 °C a 27 °C. Esta última está reportada como el valor óptimo para su buen desarrollo

3.5 Precipitación

Requiere precipitaciones anuales entre los 1250 a 2500 mm (Webb, 1980), pero también puede desarrollarse en precipitaciones mínimas de 700 mm y máximas de hasta 3000 mm (SEDER, 1995).

4. Daños en el desarrollo de *Tabebuia rosea*

Las razones para la interrupción del crecimiento saludable de un árbol pueden dividirse en dos categorías principales: factores agentes causales bióticos y abióticos. En cualquier momento, más de un factor puede afectar la salud de un árbol. Puede hacerse una distinción útil entre plagas primarias, que principalmente afectan la salud del árbol, y las plagas secundarias que tienen una influencia menos importante que usualmente afectan árboles ya debilitados por un factor predisponente (Boa, 2008).

El impacto de los insectos plaga a menudo se ve incrementado por un debilitamiento previo del vigor del árbol y un descenso de su resistencia natural a la infestación. Por ejemplo, por anegamiento o deficiencias de nutrientes. Uno de los factores que predisponen a las plantas; más comunes; es el mal manejo de los viveros. Los árboles que se destinan a macetas como vástagos, no desarrollan un

sistema radical saludable y, por lo tanto, crecen débilmente cuando se plantan (Boa, 2008).

El estrés y los factores externos indudablemente desempeñan un papel importante para determinar la salud o condición de los árboles, tales como suelo y drenaje pobres. No obstante, el excesivo énfasis en suelos pobres o eventos climáticos adversos tales como sequía y heladas tomadas como causas primarias de los síntomas y daños observados en los árboles, puede impedir una búsqueda más cuidadosa acerca de las posibles influencias bióticas (Boa, 2008).

4.1 Agentes causales bióticos

4.1.1 Enfermedades

En viveros se han reportado daños en las plántulas por “Damping off”, ocasionados por *Rhizoctonia* sp. y *Phoma* sp, los cuales se presentan principalmente en las eras de germinación. También, se han detectado problemas por nematodos, principalmente *Meloidogyne incógnita*, que ocasionan amarillamiento, deshidratación de las plántulas y reducción del sistema radical (PINZON, 1997).

La roya del roble (*Prospodium* sp.), ha sido reportada en plantaciones de *T. rosea* de 9 años, en la Costa Atlántica. Las hojas de esta especie, presentan puntuaciones irregulares de verde claro, que luego revierten a puntos necróticos prominentes de color negro. Posteriormente, se presenta un secamiento total de la hoja. Se recomienda la utilización de fungicidas tales como: tradimenol, mecozeb y oxicarbonxin (Ramirez, 1997)

En las semillas, *T. rosea* sufre daño por hongos del género *Amblycers*. Se han aislado hongos que afectan la semilla dándole una coloración oscura cuando ya se han deteriorado. En análisis fitosanitarios se han detectado los géneros

Fusarium, *Cladosporium*, *Nigrospora*, *Curvularia*, con incidencia de 35% y *Phomosis*, *Ascochyta*, con una incidencia de 12%. En la germinación se reporta mal del talluelo ocasionado por *Rhizoctonia sp* y *Phoma sp* (Castillo, 2012).



Figura 10. Hiperplasias en las ramillas terminales de *Tabebuia rosea* producidas por la roya *Prospodium sp*. Fuente: (Arguedas, 2007).

Cuadro 4. Patógenos que afectan a *Tabebuia rosea*

Patógenos	Estructura atacada del árbol
<i>Glomerularia sp.</i>	Follaje
<i>Prospodium sp.</i>	Ramas
<i>Sp. no id. (Capnodiales)</i>	Follaje

4.1.2. Plagas

Cuadro 5. Insectos que afectan a *Tabebuia rosea*

Insectos	Familia	Especie	Estructura del árbol atacada
<i>Akantaka insidiosa</i>	Chrysomelidae	<i>Coleóptera</i>	Follaje
<i>Eulepte sp.</i>	Pyralidae	<i>Lepidóptera</i>	Follaje

<i>Longitarsus sp.</i>	Chrysomelidae	<i>Coleóptera</i>	Follaje
<i>Phiditia sp.</i>	Apatelodidae	<i>Lepidóptera</i>	Follaje
<i>Rhabdopterus sp</i>	Chrysomelidae	<i>Coleóptera</i>	Follaje
<i>Sp. no id</i>	Fam. No id	<i>Lepidoptera</i>	Brotes
<i>Sp. no id</i>	Hepialidae	<i>Lepidoptera</i>	Fuste
<i>Sp. no id</i>	Chrysomelidae	<i>Coleóptera</i>	Follaje
<i>Sp. no id</i>	Chrysomelidae	<i>Coleóptera</i>	Follaje
<i>Sp. no id</i>	Chrysomelidae	<i>Coleóptera</i>	Follaje
<i>Sp. no id</i>	Microlepidoptera	<i>Lepidóptera</i>	Follaje
<i>Sp. no id</i>	Pyralidae	<i>Lepidóptera</i>	Follaje

Fuente: (Arguedas, 2007).



Figura 11. Hoja de *Tabebuia rosea* plagada por *Eulepte sp.* (Pyralidae, Lepidóptera). Fuente: (Arguedas, 2007)



Figura 12. Perforaciones múltiples producidas a las hojas de *Tabebuia rosea* por *Rhabdopterus sp.* (Chrysomelidae, Coleóptera). Fuente: (Arguedas, 2007).

4.2 Agentes causales abióticos

Los agentes causales abióticos que afectan la salud de los árboles de *Tabebuia rosea* son diversos (Cuadro 6). Es necesario un examen cuidadoso de los efectos del suelo pobre en nutrientes y las condiciones generalmente adversas para el crecimiento y la salud de los árboles y su asociación causal con los síntomas observados (Boa, 2008).

Los desórdenes de nutrientes producen síntomas similares a los producidos por enfermedades virales y otras infestaciones de plagas o infecciones y, a menudo, la falta de información dificulta aun la preparación de un diagnóstico preliminar del problema. (Boa, 2008).

Cuando las condiciones pobres de crecimiento han producido efectos a largo plazo en la salud de un árbol, el examen de los anillos de crecimiento puede ayudar a revelar la historia de factores tales como períodos prolongados de sequía. Otra evidencia puede ser más inmediata y visible (Boa, 2008).

Cuadro 6. Factores abióticos que afectan a *T. rosea*

FACTOR PRINCIPAL	CATEGORIAS Y EJEMPLOS	NOTAS
Químicos	<ul style="list-style-type: none"> • TÓXICOS: Plaguicidas, herbicidas. • CONTAMINACIÓN: acumulación sobre plantas, atmosférica, desechos industriales. • MISCELÁNEOS: Sal, aceite vertido en el suelo. 	<p>El papel de la contaminación atmosférica en el decaimiento de los árboles puede estar sobredimensionado.</p>
Agentes mecánicos	<ul style="list-style-type: none"> • MAQUINARIA: usada en agricultura y para construcción. • HUMANOS: Malintencionados, accidentales. 	<p>El daño mecánico puede proporcionar medios para la entrada de patógenos (mayormente hongos).</p>
Condiciones del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES: Deficiencia, exceso. • ESTRUCTURA FÍSICA: Mal drenaje, inhibición del desarrollo de las raíces. 	<p>Los árboles responden en forma diferentes a la falta de nutrientes específicos.</p>
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • DEMASIADA: Inundación; anegamiento. • INSUFICIENCIA: Sequía 	<p>Los árboles difieren en sus capacidades de soportar el exceso o la poca disponibilidad de agua.</p>
Clima	<ul style="list-style-type: none"> • TEMPERATURA: 	<p>Los efectos del clima en</p>

- Demasiada alta o la salud de los árboles
demasiada baja. usualmente no son
- Otros: Rayos, granizo, vientos, nieve. inmediatos.
-

Fuente: (Boa, 2008).

5. Silvicultura y manejo

5.1 Colecta y almacenamiento de semillas.

La recolección de semilla se hace en toda su área de distribución (CONABIO, 2001). La colecta de semillas debe hacerse antes de que los frutos abran, cuando las cápsulas adquieren un color café claro y son quebradizas; es decir, antes de la dispersión por la acción del viento, lo que dificulta su colecta. Se recomienda coleccionar los frutos de la parte media y superior de la copa. La época de colecta es en la primera quincena de abril hasta el mes de junio (CONABIO, 2001).

Los árboles de maculís inician la producción de semilla a la edad de tres años. Los frutos se extienden sobre una manta o plástico, a la sombra, por un periodo de tres días, en cuanto abren se limpia la semilla y luego se empaca para almacenamiento y/o uso (Kinsman, 2004).

Geilfus (1989) menciona que la semilla se puede conservar hasta por seis meses a temperatura ambiente, y hasta por dos años en refrigerador (Kinsman, 2004).

Las recomendaciones para el almacenamiento de las semillas son: a temperatura de 20 °C con un contenido de humedad del 8% en recipientes herméticos (bolsas de aluminio o polietileno).

5.2 Germinación.

Como las semillas de maculís recién colectadas presentan un alto contenido de humedad, se debe realizar un proceso de secado natural y/o artificial para que no pierda la viabilidad (CONIF, 1998).

La semilla de *T. rosea* no requiere de tratamiento pregerminativo, sin embargo, para homogenizar la germinación se puede remojar en agua durante doce horas; la germinación alcanza del 70 al 90% (CONIF, 1998).

Las semillas pueden ser sembradas bajo sombra parcial en camas o bolsas de plástico llenas de arena húmeda o una mezcla de tierra y arena. El desarrollo de la plántula es rápido y las pequeñas plántulas pueden ser trasplantadas a las bolsas de plástico ocho días después de la germinación (Flores & Marín, 2004).

La germinación se produce ya sea en la sombra o la luz solar directa, siempre y cuando la humedad se mantenga estable. La germinación es epigea y las plántulas son fanerocotilar, lo que significa que los cotelidones emergen de la semilla. La imbibición de la semilla dura 24 horas y la aparición de las raíces se produce de 3 a 4 días después de la siembra (Flores & Marín, s.a.).

Tabebuia rosea es una especie de rápido germinación, el cual inicia a los siete días y se completa a los 27 días después de la siembra, obteniéndose un 75 a 80% de germinación a los 12 días sin pretratamiento (CONABIO, 2001).

El porcentaje de germinación al momento de la colecta puede ser de 100%, pero a un mes baja a 78% y en 2 meses baja a 10% de germinación cuando se almacena la semilla bajo condiciones ambientales bajo la sombra. Almacenadas en refrigerador mantienen su viabilidad por dos años con una germinación de 22%. Bajo la sombra, a medio ambiente, las semillas permanecen viable por dos meses (CONABIO, 2001).

Referente a su método de siembra Puede ser directa en envases individuales, o por semillero. Si la técnica es la siembra directa, se colocan dos semillas en la bolsa a una profundidad de 1 cm, posteriormente se deja una plántula por envase; este último método es el más adecuado ya que se evitan contratiempos y el estrés de la planta. La siembra en semilleros se realiza colocando la semilla a una profundidad de 5 mm (Kinsman, 2004).

5.3 Propagación.

En el vivero la planta se produce en almácigos formando hileras y realizando el trasplante en bolsas en donde las semillas germinan en ocho días. El tiempo de permanencia en el vivero es de cuatro a cinco meses (CONABIO, 2001).

Característica del sustrato: El sustrato utilizado para los semilleros de ésta y otras especies tropicales, debe presentar consistencia adecuada para mantener la semilla en su sitio, el volumen no debe variar drásticamente con los cambios de humedad, textura media para asegurar un drenaje adecuado y buena capacidad de retención de humedad. Fertilidad adecuada, libre de sales y materia orgánica no mineralizada (CONABIO, 2001).

Por su parte Pérez y Chacón (1994) citado por Martínez (1997), reportan que el trasplante del almácigo a las bolsas o envases, se debe realizar cuando la planta tenga de 4 a 5 cm de altura, un mes de edad, o tenga solamente la raíz principal; el objetivo de esto es proveer a la planta suficiente espacio para su desarrollo; las plantas en almácigo también se deben proteger bajo la sombra para disminuir su evaporación y evitar una deshidratación (Kinsman, 2004).

Reproducción asexual: Es posible reproducir al árbol del maculís por estacas, y acodos (Cuadro 7) (CONABIO, 2001).

Cuadro 7. Tipos de reproducción asexual aplicables a *Tabebuia rosea*

Estacas	En la propagación por estacas, una parte del tallo, de la raíz o de la hoja se separa de la planta madre, se coloca bajo condiciones ambientales favorables y se le induce a formar raíces y tallos, produciendo así una nueva planta independiente, que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta de la cual procede (Apaza, s.a.).
Acodos	El acodado es un método de propagación en el cual se provoca la formación de raíces adventicias a un tallo que está todavía adherido a la planta madre. Luego, el tallo enraizado, acodado, se separa para convertirlo en una nueva planta que crece sobre sus propias raíces (Apaza, s.a.).

Manejo de la planta en vivero

Tipo de envase: En ambos métodos de siembra, ya sea, semilleros o directamente en bolsa, se recomienda utilizar envases de polietileno negro de 13 x 18 cm ó de 15 x 23 cm de calibre 400, con fuelle, y suficientes perforaciones en la base para facilitar el drenaje (CONABIO, 2001).

Media sombra: Para evitar la evaporación después de la siembra y prevenir daños a la plántula, es necesario colocar malla con media sombra o palapas, por un período de 20 a 30 días (CONABIO, 2001).

Deshierbes: El deshierbe continuo de los pasillos y al interior de los envases que contienen las plantas evitará problemas de competencia por luz, agua y nutrientes; además, favorecerá condiciones de sanidad. Es importante tener cuidado con el número de plántulas o estacas que se encuentran en los envases, lo más

recomendable es mantener solamente una planta o estaca por envase, la más vigorosa, eliminando las restantes (CONABIO, 2001).

Por lo menos un mes antes de su traslado al sitio de plantación se deberá iniciar el proceso de endurecimiento de las plantas, éste consiste en suspender la fertilización, las plantas deberán estar a insolación total, y los riegos se aplicarán alternadamente entre someros y a saturación, además de retirar los riegos durante uno o dos días. Esto favorecerá que las plantas presenten crecimiento leñoso en el tallo y ramas (CONABIO, 2001).

Elegir las plantas más vigorosas, libres de plagas y enfermedades (CONABIO, 2001). Aunque las características físicas dependerán de la especie, existen criterios generales que indican buena calidad en las plantas. La raíz deberá ocupar por lo menos el 50% del volumen total del envase, el diámetro basal del tallo deberá ser mayor o igual que 0.25 cm, la altura total del vástago no mayor a 30 cm, y por lo menos 1/4 parte de la longitud total del tallo con tejido leñoso. Se recomienda aplicar un riego a saturación un día antes del transporte de las plantas (CONABIO, 2001).

5.4 Establecimiento de la plantación.

Preparación del terreno: Se recomienda realizar una limpia total del terreno cuando se va a reforestar un área que ha pertenecido a potreros o presenta suelos sobrepastoreados; es conveniente aflojar el terreno por medio del arado, rastrillado y/o subsolado con la finalidad de permitir un adecuado crecimiento del sistema radical (CONIF, 1998).

Trazado y ahoyado: el trazado de la plantación se puede hacer en cuadro en terrenos planos con pendientes menores al 15%; el hoyo debe ser amplio de 30 x 30cm, pero si existen problemas por pisoteo y compactación del suelo, el hoyo debe ser más amplio y profundo; también se recomienda realizar un repicado alrededor del hoyo (CONIF, 1998).

Sistema de siembra: *T. rosea* es una especie que se puede plantar en asociaciones agroforestales, silvopastoriles o en plantaciones puras (CONIF, 1998). Las dimensiones recomendadas para esta especie son de 2 x 2 m y 3 x 3 m, se debe evitar la competencia con otras plantas (CONAFOR, 2001).

Tipo de plántula: Se utilizan pseudoestacas que son un sistema similar a la estaca, pero compuesta por una parte de raíz y otra de tallo, sin hojas ni raíces secundarias (CONIF, 1998).

Fertilización: el Macuilís requiere de buenas condiciones edáficas, para obtener un adecuado desarrollo y crecimiento. Al momento de efectuar la plantación se recomienda realizar aplicaciones de correctivos y fertilizantes; en forma general se aplican 150gr de NPK y 500 gr de calfos al fondo del hoyo, teniendo como precaución aplicar una capa de tierra para evitar el contacto directo de las raíces con el fertilizante; estas recomendaciones son en forma muy general, por consiguiente se recomienda realizar el análisis de suelos respectivo para poder determinar las cantidades de fertilizantes y correctivos más adecuados a cada sitio donde se vaya a establecer un proyecto de reforestación (CONIF, 1998).

5.5 Mantenimiento de la plantación.

Limpias: para un adecuado crecimiento y desarrollo de la especie, es necesario eliminar las malezas que compiten por agua y nutrientes; entre estas se destacan principalmente gramíneas y enredaderas, las cuales son muy agresivas y de muy rápido crecimiento, situación que hace que se intensifique el número de limpiezas, especialmente en los dos primeros años de la plantación. Para ello, se recomienda por lo menos realizar tres limpiezas cada año y, a partir del tercero al quinto año, por lo menos dos limpiezas anuales (CONIF, 1998).

Podas: de acuerdo con las experiencias obtenidas en el establecimiento y manejo de plantaciones de macuilís se recomienda efectuar podas de formación a partir del segundo año, de tal forma que se alcance un fuste libre de 4 a 5 m; esta

condición se complementa realizando limpiezas en fajas. Otra forma de inducir la formación de pocas ramas es mediante el empleo una mayor densidad de siembra inicial (CONIF, 1998).

Raleos o entresacas: se recomiendan tan pronto las copas se toquen, para evitar la competencia entre los árboles. La primera entresaca se realiza al año 7, empleando una intensidad del 40%; una segunda al año 11, con una intensidad del 3% de los arboles restantes, dejando los mejores 323 árboles (CONIF, 1998).

5.6 Crecimiento

El desarrollo de *T. rosea* en etapas iniciales es de rápido crecimiento y puede alcanzar hasta tres metros de altura durante el primer año, pero conforme avanza el tiempo disminuye su velocidad de crecimiento. Presenta un patrón de desarrollo que se le conoce como “reiteración”; es decir, que al llegar a la altura de dos a tres metros disminuye drásticamente su crecimiento vertical e inicia el desarrollo de sus ramas, bifurcándose; después de un periodo de crecimiento las ramas dejan de crecer y emiten un eje vertical nuevo y finalmente se repite nuevamente la bifurcación (Mark *et al.*, 2002 en Sánchez *et al.*, 2011).

Para el sureste de México, Pérez y Chacón (1994) citado por Martínez (1997), reportan que en general el crecimiento en altura varía entre 1.5 a 2 m y de diámetro entre 1.5 y 2 cm por año (Kinsman, 2004).

5.7 Predicción del volumen

Referente a su rendimiento se considera que el *T. rosea* es una especie de mediano crecimiento; se estima un rendimiento anual que varía entre 18 y 20 m³/ha/año, esperando un aprovechamiento final 170m³/ha (CONIF, 1998).

Webb *et al.* (1984), citado por Martínez (1997), reporta que la producción en volumen de madera en esta especie alcanza de 10 a 20 m³/ha /año. Por otra parte Pérez y Chacón (1994), mencionan que con base a previos estudios, han estimado un incremento de 15 a 25 m³/ha/año (Kinsman, 2004).

De manera general, se ha reportado que los métodos mecanizados a raíz desnuda y con cepellón, permiten un mayor incremento de altura que cuando no se utiliza maquinaria (Cuadro 8). La altura promedio de los árboles en los métodos mecanizados, en campo abierto, alcanzan un incremento de 22.1 cm, mientras que con los métodos manuales sólo se alcanzó de 19.1 cm. Cierta diferencia se encontró bajo dosel protector (Cuadro 9), donde por los métodos mecanizados se logró una altura de 20.4 cm, mientras que con los manuales, sólo se obtuvo un incremento de 12.1 cm (Pérez y Chacón, 1994).

Cuadro 8. Comparación en el incremento en el diámetro de la base de *T. rosea* en plantas establecidas a raíz desnuda y con cepellón en terrenos mecanizados y sin mecanizar, en Chontalpa, Tabasco.

Material De plantación	Preparación del suelo			
	Mecanizado		Manual	
	Campo abierto	Bajo dosel	Campo abierto	Bajo dosel
	Incremento en diámetro de la base (cm)			
Raíz desnuda	0.48	0.40	0.16	0.18
Cepellón	0.60	0.39	0.70	0.31
Promedio	0.54	0.39	0.43	0.24

Fuente: (Pérez y Chacón, 1994)

Cuadro 9. Comparación del métodos mecanizados y no mecanizado y su efecto en la altura de *T. rosea*, en campo abierto y bajo dosel protector, en Chontalpa, Tabasco.

Preparación del suelo				
Material De plantación	Mecanizado		Manual	
	Campo abierto	Bajo dosel	Campo abierto	Bajo dosel
	Incremento en diámetro de la base (cm)			
Raíz desnuda	19.24	20.26	8.84	11-82
Cepellón	25.03	20.53	29.52	14.17
Promedio	22.10	20.40	19.10	12.10

Fuente: (Pérez y Chacón).

5.8 Costo de semillas en el mercado

El costo de las semillas en México es variable, dependiendo de su procedencia, el cual oscila entre \$9 pesos hasta \$269, de acuerdo a precios encontrados en mercado libre. El costo de las semillas por kg puede alcanzar un precio alto (cuadro 10).

Cuadro 10. Costo de semillas en el mercado

Lista de semillas a la venta 2013		
(Disponibilidad y precios pueden variar con el tiempo)		
Especie	Semillas viables/ kg	Precio US\$/KG
Roble de sabana (<i>Tabebuia rosea</i>)	25, 400	165

Fuente: (CATIE, 2013).

5.9 Tiempo de corte

Es una especie cuyo turno de aprovechamiento se estima en 20 años de plantada, sin embargo, se podrán obtener beneficios parciales cada 5 años, mediante las cortas intermedias o aclareos que se contemplan en el manejo silvícola que se recomienda efectuar en este tipo de plantaciones (CONAFOR, 2009). Sin embargo, Carvajal y López (2004) manifiestan que *Tabebuia rosea* es utilizada desde se que tiene 8 años con 10 m de altura; otros, cuando tiene 20 años; y otros más, a los 30 y 40 años de edad, incrementando el diámetro hasta 1.50 m.

De árboles maduros de bosque natural es posible obtener piezas de madera de buena calidad de 12-25 m de largo y 25-70 cm en diámetro (Salazar, 1997).

6. Propuesta de un sistema de manejo sostenible de *Tabebuia rosea* en Quintana Roo.

Sistema silvopastoril (SSP)

El sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria en la cual las plantas leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales del sistema pastoril (animales y plantas forrajeras herbáceas) bajo un sistema de manejo integral.

Entre los componentes de un sistema silvopastoril se pueden encontrar los siguientes: árboles o arbustos para producir madera, frutos u otros productos, con énfasis en la producción de alimentos para el componente animal (ganado mayor o menor), donde los bancos de forraje son esenciales. Los árboles y arbustos pueden ser establecidos de tal forma que cumplan funciones de cercas vivas y cortinas rompevientos.

Los beneficios que producen las cercas vivas son numerosos (Cuadro 11) y no tienen comparación con la utilización de cercas muertas, las cuales además de tener un precio mas elevado, tiene una duración mucho mas corta, debido a su alta susceptibilidad a daños causado por insectos.

Cuadro 11. Beneficios de la implementación de cercas.

Beneficios para el rancho	Beneficios ambientales
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tienen mayor vida útil ▪ Dividen los potreros ▪ Marcan los linderos del rancho ▪ Brindan sombra para el ganado ▪ Producen madera, postes y leña ▪ Producen frutos para el consumo humano ▪ Son fuentes de forraje y frutos para alimentar ganado ▪ Incrementa el valor del rancho 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sirven como cortafuegos ▪ Reducen presión sobre los bosques porque las cercas vivas aportan leña y madera. ▪ Mantienen y mejoran los suelos ▪ Fijan carbono (importante para reducir el calentamiento global) ▪ Conservan la biodiversidad ▪ Incrementan la conectividad estructural en el paisaje para establecer corredores biológicos y facilitar el movimiento de la fauna silvestre ▪ Mejoran la belleza escenica del paisaje

Fuente: (Jiménez & Alvarado,s.a.)

Según la cantidad de especies y la altura de las copas, los sistemas silvopastoriles pueden llamarse simples o multi-estratos. Las simples son aquellas que tienen una o dos especies dominantes, generalmente, se podan cada 2 años y tienen una alta capacidad de rebrote. Las multi-estratos tienen más de dos especies de diferentes alturas y usos (maderables, frutales, forrajeras, medicinales, ornamentales). Por lo general, algunas de estas especies no se podan y generan una mayor cobertura

durante todo el año, lo cual es importante para los animales silvestres que viven o se refugian en estos árboles (Jiménez & Alvarado, s.a.).

En sistema silvopastoril que se sugiere para Quintana Roo, por la variedad y cantidad de árboles es el tipo multi-estrato, este tipo de sistema es importante debido a que es el sostén de cualquier ecosistema es la diversidad.

La decisión de la implementación de un sistema silvopastoril multi-estrato, tiene el propósito de que nuestro sistema cuente con una mayor diversidad. Hay que tener en mente que un agroecosistema simple es semejante a un monocultivo, el cual por su baja diversidad genera una cadena de conflictos ambientales, ya que al existir una baja diversidad vegetal, también reduce la diversidad animal. Los insectos y animales que antes consumían de otras especies vegetales tienden a desaparecer y por ende también sus depredadores. En consecuencia, proliferan las plagas que dañan al cultivo, y al rociar pesticidas para su control, se contamina el agua, la tierra, el aire, etc. Por otra parte, se dañan a los suelos considerablemente, ya que se pierde fertilidad, pues se empobrece la tierra al absorber la misma especie siempre los mismos nutrientes.

Especies animales y vegetales que conforman el SSP que se propone para Quintana Roo.

Además de *T. rosea*, se proponen otras especies de árboles y arbustos, con el fin de incrementar la diversidad estructural y funcional del sistema agrosilvopastoril. Las especies sugeridas reúnen muchas cualidades, como se describen a continuación.

1. El Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) (Fig.13 y 14) es un árbol perenne, ampliamente conocido por los pobladores del estado de Yucatán, muy apreciado en la ganadería por poseer follaje con altos contenidos nutritivos para el ganado vacuno y caprino principalmente, así como por la excelente

sombra que proporciona a lo largo de todo el año en parques, aceras, áreas verdes, escuelas y solares a lo largo y ancho del estado (Tuz & Herrera, 2009).

En el estado de Yucatán el ramón es un árbol perenne de porte mediano a grande de 12 hasta 20 m de altura y con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1 m. Tronco derecho con contrafuertes grandes, con ramas ascendentes y luego colgantes. Presenta copa piramidal y densa. Corteza externa lisa en árboles jóvenes, y en adultos es áspera, frecuentemente escamosa en piezas grandes y cuadradas, de color gris clara a parda. Corteza interna de color crema amarillento, fibrosa a granulosa, con abundante exudado lechoso, ligeramente dulce. Hojas alternas simples de color verde oscuro y brillante en el haz y verde grisáceas en el envés, ovadolanceoladas a ovadas o elípticas (2-7.5 cm de ancho por 4-18cm de longitud), ápice agudo o notablemente acuminado en las hojas jóvenes. Margen entero. La lámina de la hoja presenta con mucha frecuencia en el haz, agallas amarillentas en forma de dedos de guante de 3 a 4 mm de largo. Flores en cabezuelas axilares de 1 cm de diámetro, especie monoica, cada cabezuela verdosa consiste en muchas flores masculinas y una sola flor femenina. Producen polen. La madera tiene albura de color crema amarillenta (Tuz & Herrera, 2009).



Figura 13. Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz.). Fuente: (Tuz & Herrera, 2009).

2. ***Leucaena leucocephala***, conocida comunmente como „huaxin“ en la Península de Yucatán, es árbol o arbusto (Fig. 15) caducifolio o perennifolio, de 3 a 6 m (hasta 12 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 25 cm. La forma de su copa es redondeada, ligeramente abierta y rala. Sus hojas son alternas, bipinnadas, de 9 a 25 cm de largo, verde grisáceas y glabras; folíolos 11 a 24 pares, de 8 a 15 mm de largo, elípticos y algo oblicuos. El tronco de esta especie usualmente se encuentra torcido y se bifurca a diferentes alturas. Las ramas son cilíndricas ascendentes y su corteza es lisa a ligeramente fisurada, grisnegruzca, con abundantes lenticelas longitudinales protuberantes (CONABIO, 1999).

Leucaena leucocephala es originaria de América tropical, aparentemente del sur de México (Yucatán). Se adapta muy bien a las tierras bajas, crece desde sitios secos con 350 mm/año hasta húmedos con 2,300 mm/año y temperatura media anual de 22 a 30 °C (CONABIO, 1999).

Leucaena leucocephala es una especie con un gran potencial por sus múltiples características como es su crecimiento en una amplia variedad de suelos, desde neutros, hasta alcalinos, siempre y cuando sean suelos bien drenados. Es útil para reforestación productiva tanto en zonas degradadas de selva como en zonas secas y áridas. Además, sirve como forraje para rumiantes, debido a que las hojas constituyen un excelente forraje (4 a 23 % de materia fresca; 5 a 30 % de materia seca; 20 a 27 % de proteína, rico en calcio, potasio y vitaminas). Tienen un porcentaje de digestibilidad de 60 a 70 % (CONABIO, 1999) en resumen el huaxin es un árbol leguminoso del trópico de alto valor nutricional, rápida recuperación después del ramoneo, fija nitrógeno y tolera períodos de sequía prolongados (Uribe, 2011).



Figura 14. Arbol huaxin (*Leucaena leucocephala*). Fuente: (Cáceres, 2012).

3. ***Gliricida sepium***, conocido comunmente en la península de Yucatán como sakyab, es un árbol o un arbusto caducifolio, de 2 a 15 (hasta 20) m de altura, con un diámetro a la altura del pecho entre 25 y 60 cm, normalmente más pequeño (30). Su copa es irregular con amplia cobertura del follaje. Tiene las hojas alternas, compuestas e imparipinnadas. Miden de 12 a 30 cm de largo (incluyendo el pecíolo). El tronco es un poco torcido. La corteza externa es escamosa a ligeramente fisurada, pardo amarillento a pardo grisácea y la interna es de color crema amarillenta, fibrosa, con olor y sabor a rábano. Sus flores son rosadas y se agrupan en racimos densos de 10 a 20 cm de largo, situados en las axilas de las hojas caídas. Cada racimo tiene de 15 a 50 flores zigomorfas, de 2 a 3 cm de largo, dulcemente perfumadas (CONABIO, 1999).

Su facilidad de propagación, múltiples usos y potencial en la recuperación de suelos degradados, le ha justificado la atención prestada a esta especie. Después de *Leucaena leucocephala*, *G. sepium* quizás sea el árbol tropical más ampliamente cultivado e investigado agrónomicamente (CONABIO, 1999).

Su capacidad de adaptación la ha llevado a ocupar dunas costeras ligeramente salinas, bancos ribereños, planicies inundables, faldas de montañas, barrancos, áreas perturbadas, terrenos abiertos y terrenos inestables de las orillas de los ríos. Es un árbol abundante en las regiones tropicales (CONABIO, 1999).

G. sepium en este sistema silvopastoril servirá como árbol forrajero ya que sus hojas contienen un alto porcentaje de proteína cruda (18 a 30 %). Su valor de digestibilidad de la hoja seca es alto, va de 48 a 78 % (CONABIO, 1999).



Figura 15. Árbol Sakyab (*Gliricida sepium*). Fuente: (UFOREST, 2014)

4. ***Moringa oleífera***, comunmente llamada „moringa“, es un árbol siempre verde o deciduo de tamaño pequeño y crecimiento acelerado que usualmente alcanza de 10 a 12 m de alto. Tiene una copa abierta y esparcida de ramas inclinadas y frágiles, un follaje plumoso de hojas pinadas en tres, y una corteza gruesa, blanquecina y de aspecto corchoso. Se valora principalmente por sus frutas, hojas, flores, raíces, todas comestibles, y por el aceite (también comestible) obtenido de las semillas. Este cultivo puede ser propagado por medio de semillas o por reproducción asexual (estacas), aún en suelos pobres; soporta largos períodos de sequía y crece bien en condiciones áridas y semiáridas (Cáceres & Díaz, 2005).

Los motivos por los cuales la „moringa“ ha sido considerada para este sistema silvopastoril, es debido al abanico de posibilidades que presenta para ser aprovechada, ya que, puede ser usada, entre otras cosas, como proveedor de biogas, como agente doméstico de limpieza, como tinte, productor de goma natural, clarificador y productor de miel. También tiene usos medicinales y ornamentales, función como coagulante natural para clarificación de agua, entre otros. Por ello, tiene usos importantes en diversas industrias cosméticas,

farmacológicas, sanitaria entre otras (Sánchez Martín, 2004 en Torres, Cubias, & Diaz, 2013).

La principal función que tendrá *M. oleífera* en esta propuesta silvopastoril es brindar forraje, ya que es catalogado como superior a cualquier otro tipo de forraje con relación al rendimiento promedio en biomasa comestible en toneladas por hectárea por año. Las hojas contienen de 20-28% de proteína (base seca) (Barrera y Bello, 2004 en Torres, Cubias, & Diaz, 2013). Contiene vitaminas, principalmente A y C, en altas cantidades, así como antioxidantes potentes (Martinez, 1959; Reyes *et al.*, 2006 en Olson & Fahey, 2011).

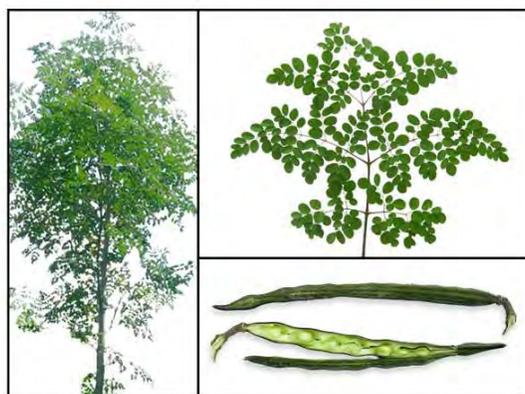


Figura 16. Moringa (*Moringa oleífera*). Fuente: (Sandoval, 2012)

5. ***Brachiaria decumbens***, comunmente conocido como „signal grass“ es originario de África Ecuatorial (Anon, 1986) y crece de forma natural en sabanas abiertas o con presencia de arbustivas. Esta especie se caracteriza por ser una planta herbácea, perenne, semierecta a postrada, de 30 a 100 cm de altura (Olivera, Machado, & Pozo, 2006) produce aproximadamente 10 toneladas de materia seca por hectarea al año (Figuroa, 2013).

Sus raíces son fuertes y duras, con presencia de pequeños rizomas. Las hojas miden entre 20 y 40 cm de largo y de 10 a 20 mm de ancho y están cubiertas por tricomas. Presentan bordes duros y ásperos. Estas son de color verde oscuro, principalmente en el primer año, debido al alto contenido de clorofila. La inflorescencia es en forma de panícula racemosa, de 25 a 47 cm de longitud; está formada por dos a cinco racimos de 4 a 10 cm de largo. Las espículas son

oblongo-elípticas, gruesas, de 3 a 4 mm de largo, alineadas en filas dobles y con pedúnculo corto. Las semillas se reproducen a partir del mecanismo de la apomixis y algunas son infértiles, por lo cual el pasto se propaga principalmente por medio de material vegetativo (Olivera, Machado, & Pozo, 2006).

Esta gramínea se puede desarrollar en suelos fértiles, ácidos (pH~ 4,2), así como en los que son calcáreos y pedregosos con pH~8.5. También se establece en clima moderadamente húmedo, pero no soporta inundaciones prolongadas. Esta especie se caracteriza por ser muy agresiva en pastoreo. Franco y colaboradores (1998) indicaron que está entre las más cultivadas en los sistemas de producción ganadera en el trópico bajo. Se adapta a distintas condiciones agroecológicas, como puede ser en regiones con alturas desde el nivel del mar hasta 2 200 msnm, y a la sequía, lo que le permite establecerse en regiones tropicales donde predominen períodos secos de cuatro a cinco meses. Tolera las altas precipitaciones, el pastoreo intensivo y los suelos ácidos y pobres (Olivera, Machado, & Pozo, 2006).

La importancia de incorporar *Brachiria decumbens* en esta propuesta de sistema silvopastoril se debe no solamente a su amplia tolerancia y adaptabilidad para ser aprovechado, si no también, a su resistencia a la sombra, lo cual es muy importante, para que los árboles usados en este sistema no interrumpan o trunquen su crecimiento con su sombra.



Figura 17. Signal grass (*Brachiria decumbens*).

Fuente: (Heuzé V, 2016).

6. El elemento animal que se propone para el sistema silvopastoril es el borrego Black belly (*Ovis aries*). El borrego *B. belly* o Barbados es un ovino de pelo, originario de áreas tropicales, desarrollado en la isla de Barbados. Actualmente se encuentra diseminado por todo el Caribe y diversas partes del norte, centro y sur de América (AMCO, 2011 en Femat, 2011). Son de talla media, peso en hembras de 40-45 Kg. y en machos 60-80 kg (Castelán, 2007).

En México se ha difundido ampliamente en todos los climas desde el trópico hasta las áreas templadas, áridas y semiáridas (AMCO, 2011). Los animales de esta raza se caracterizan por ser muy rústicos; las hembras son muy prolíficas, con una estación reproductiva muy amplia; tienen una excelente habilidad materna y abundante producción de leche, lo cual les permite criar a dos o tres corderos con facilidad si cuentan con una alimentación adecuada (AMCO, 2011 en Femat, 2011).

La importancia de esta especie esta en su distribución ya que, en distintas regiones tropicales habitualmente se ha reproducido el ovino Blackbelly, debido a su alta tasa de prolificidad, por cumplir con las condiciones necesarias para desarrollarse en un ambiente tropical y por estar amplia distribución se puede adquirir un pie de cría de calidad a un precio moderado.



Figura 18. Borrego Black belly (*Ovis aries*). Fuente: (BBSAI, 2017).

Esquemas de distribución

La propuesta silvopastoril que se recomienda esta calculada para una unidad de terreno de 1 hectárea, conformada por cuatro potreros, cada uno con una medida de 50 x 50 m (figura 19).

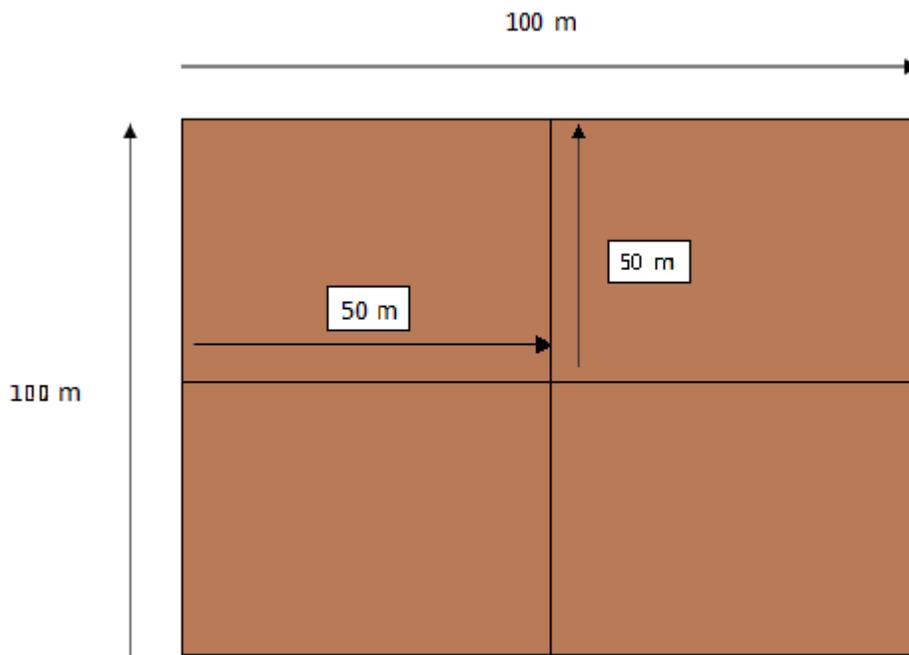


Figura 19. Medidas del terreno y delimitación de potreros.

Para contar con el espacio necesario requerido para que cada especie vegetal tenga un desarrollo óptimo, la distancia de plantación que se propone es de 3 m entre cada especie (figura 20). De tal manera que en una hectárea de terreno habrán aproximadamente 135 individuos de *Tabebuia rosea* y 99 de *Brosimum alicastrum* Swartz.

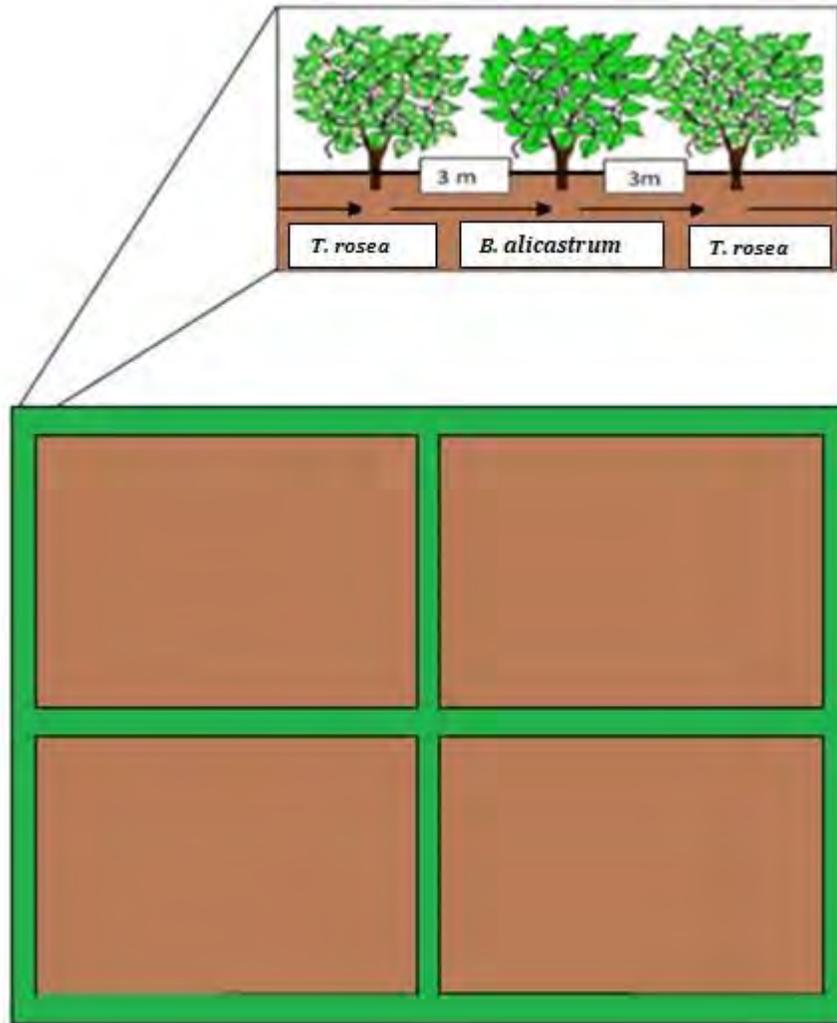


Figura 20. Cuadrantes donde se propone cultivar *T. rosea* y *B. alicastrum* a manera de cercos vivos.

Las especies *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleífera*, *Gliricidia sepium* y *Tabebuia rosea* estarán distribuidas estratégicamente en el terreno de tal manera que se emplearán para sombra y forraje para el ganado ovino.

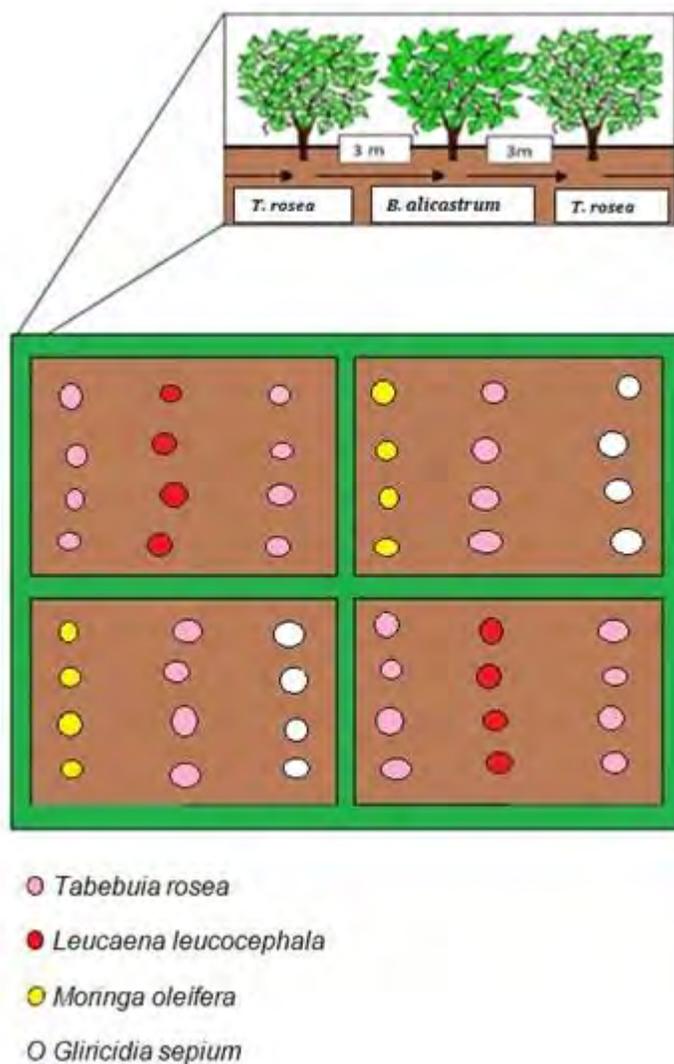


Figura 21. Diseño para la plantación de las especies de árboles *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleífera*, *Gliricidia sepium* y *Tabebuia rosea* en el sistema agroforestal propuesto.

Para incorporar la pastura al sistema silvopastoril existen varios factores que se deben tener en cuenta antes de llevar a cabo el sembrado, tales como la

topografía del área, la fertilidad del suelo, humedad del terreno y el nivel tecnológico (Figuroa, 2013).

Para cubrir la totalidad de los suelos de los cuatro potreros, en el espacio disponible entre los árboles se cultivará el pasto *Brachiria decumbens*. Después de 90 días de sembrado *B. decumbens* se puede realizar un primer pastoreo (Figuroa, 2013).

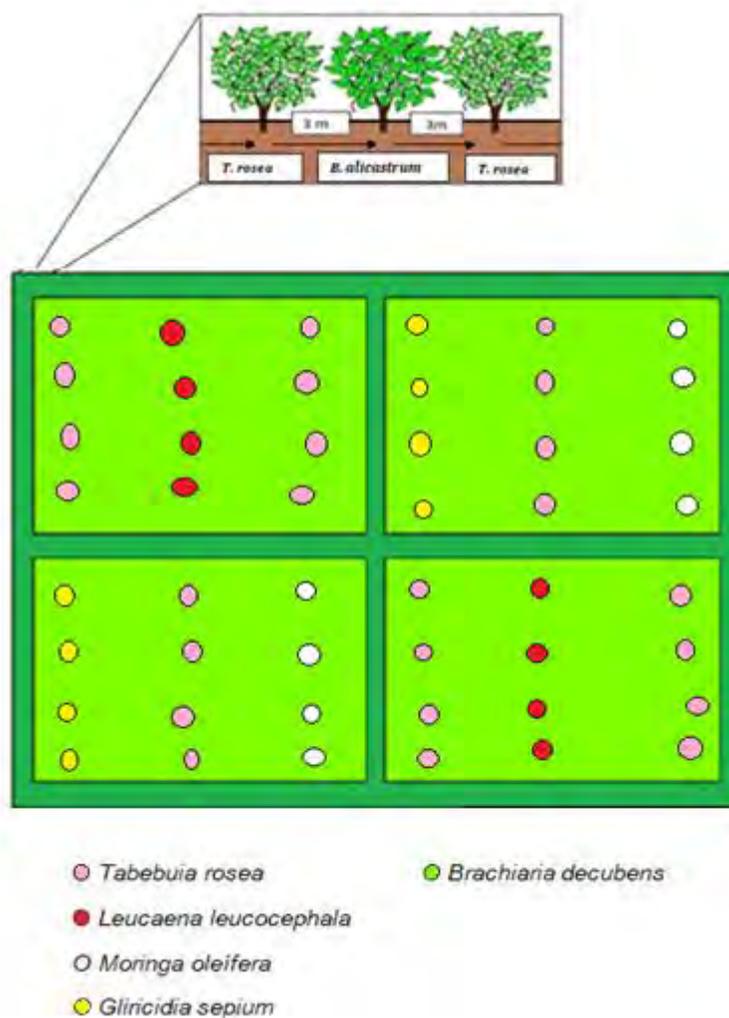


Figura 22. Incorporación al terreno de pasto *Brachiria decumbens*.

Para completar el sistema silvopastoril se debe incorporar la especie comunmente conocida como black belly, para ello, es necesario conocer el cohefiente de agostadero.

El coheficiente de agostadero es la relación área-unidad animal, adecuada para mantener una explotación ganadera en forma económica y productiva permanente, sin deteriorar el recurso natural; esto es, sea la superficie necesaria para mantener una unidad animal en explotación y producción animal máxima y permanente en un área dada, compatible con la perpetuación de los recursos naturales. Por su parte, Quintana Roo cuanta con un coheficiente de agostadero de 3.72 Ha/U (SAGARPA, s.a.).

Una unidad animal se refiere a una vaca gestante y lactante con un peso aproximado entre 400 y 450 kg. Se considera como el animal básico para establecer equivalencias con otros animales en relación al consumo de materia seca por día o por año. En la siguiente tabla (cuadro 12) se muestran las equivalencias por unidad animal para ovinos y caprinos

Cuadro 12. Equivalencias de la unidad animal.

Ovino y caprino	Unidad animal
Una oveja con su cría	0.20
Un cordero o cabrito, al destete hasta los 12 meses	0.12
Un cordero o tripón destetado de mas de 12 meses	0.14
Una cabra con su cría	0.17
Sementales caprinos y ovinos	0.26

De acuerdo el cuadro 12, el valor mas alto es 0.26 de unidad animal, si se divide entre el coheficiente de agostadero de Quintana Roo, que es de 3.72 Ha/U daría

la cantidad de 14.30, lo que significa que una hectarea de terreno podría sostener a 14 borregos blackbelly.

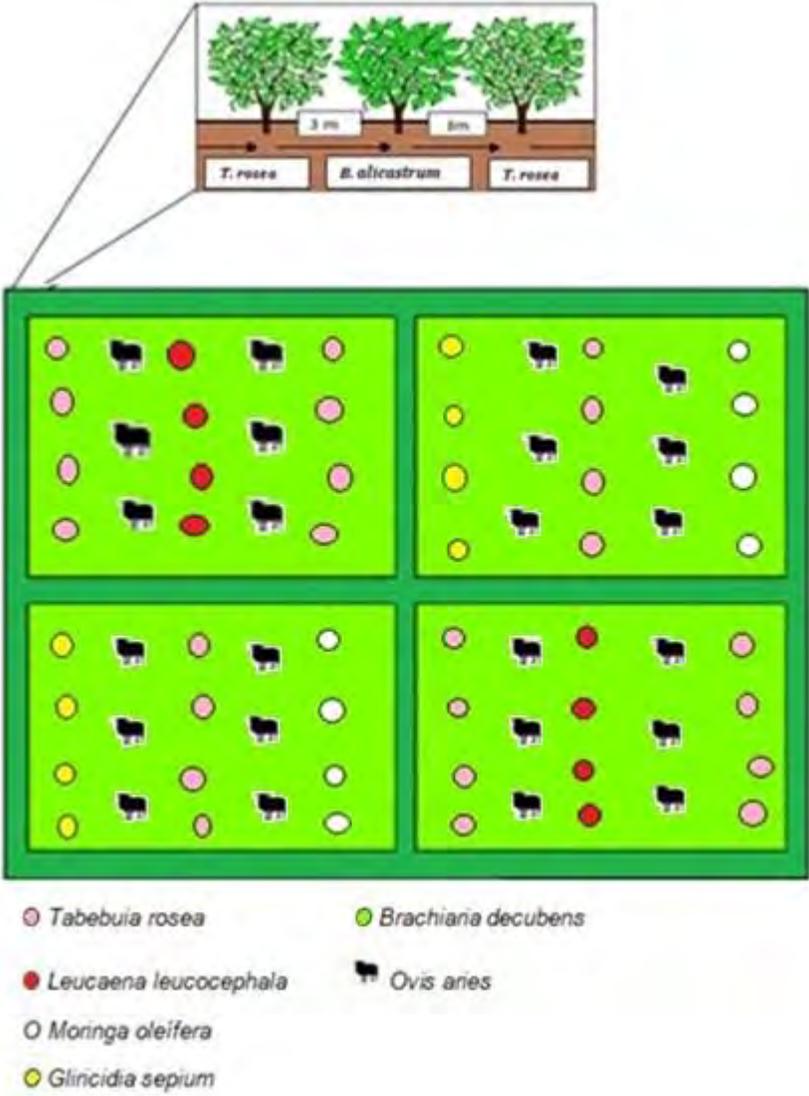


Figura 23. Sistema silvopastoril de cercas vivas.

7. CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación documental enfocado al manejo de *Tabebuia rosea* proporciona una alternativa para manejar y usar este recurso al mismo tiempo: que preserve al recurso y al entorno natural que lo rodea. Con esto, se crea una nueva perspectiva de aprovechamiento, misma que rompe los paradigmas de solamente explotar el recurso hasta sus límites.

Debido a la presión que hemos ejercido específicamente sobre algunos recursos maderables la importancia de aprovechar a la especie *Tabebuia rosea* ayudaría a desviar un tanto la atención a aquellas especies maderables las cuales ya se encuentran en alguna categoría de riesgo.

Para apostarle a un aprovechamiento de esta especie en Quintana Roo, se deben considerar sus múltiples bondades de la misma como su distribución natural en el sureste, incluyendo los Estados que conforman la península de Yucatán. Otro atributo muy importante de la especie, para ser aprovechada en Quintana Roo, es su alta adaptabilidad a diversas condiciones ambientales: variación climática, exposición solar, precipitación, altitud y algo muy importante no tiene preferencia en cuanto a tipo de suelos, incluso se desarrolla en suelos inundables, todo lo anterior posiblemente se debe a que es una especie nativa de la región.

Todas las bondades de *T. rosea*, explicadas anteriormente, justifica porqué debe fomentarse su aprovechamiento en Quintana Roo, pero debe efectuarse de una manera sostenible. Por tal razón, un sistema silvopastoril podría ser una manera adecuada para su cultivo, donde se obtendrían beneficios no solo de la madera del macuilis, sino también del elemento animal, tal como se propuso en el presente trabajo. Sin embargo, es obvio que faltan estudios por realizar para saber a ciencia cierta la carga de Black belly por ha en un sistema pastoril, que seguramente será mayor a lo calculado para el presente trabajo.

8. Bibliografía

- Aguilar, R. L., & Domínguez, S. R. (1999). *Deforestación en la Península de Yucatán, los retos que enfrentar*. Recuperado el 30 de 06 de 2014, de <http://www.redalyc.org/pdf/617/61750202.pdf>
- Aldana, J. P., & Quijada, J. S. (2005). *Universidad de Los Andes Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales; Sistemas silvopastoriles*. Recuperado el 28 de 10 de 2014, de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/95-sistemas_silvopastoriles.pdf
- Apaza, W. H. (N.D.). *Métodos de reproducción asexual de plantas y su aplicación*. Recuperado el 11 de 02 de 2015, de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/propagacion-asexual-plantas-y-su-aplicacion/propagacion-asexual-plantas-y-su-aplicacion.pdf>
- Arguedas, M. (2007). *PLAGAS Y ENFERMEDADES FORESTALES EN COSTA RICA*. Recuperado el 14 de 01 de 2015, de http://www.edeca.una.ac.cr/files/Plagas_y_enfermedades_forestales_en_Costa_Rica.pdf
- Autoridad del Canal de Panamá Departamento de Ambiente, A. y. (10 de 2007). *Manual de Reforestación: Especies Maderables Tradicionales*. Recuperado el 05 de 05 de 2014, de <http://www.micanaldepanama.com/wp-content/uploads/2012/06/manual-de-reforestacion-vol2.pdf>
- Boa, E. (2008). *Guía ilustrada sobre el estado de salud de los árboles reconocimiento e interpretación de síntomas y daños*. Recuperado el 11 de 09 de 2014, de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/y5041s/y5041s00.pdf>
- Borchert, R. (06 de 1983). *Phenology and control of flowering in tropical trees*. Recuperado el 06 de 01 de 2015, de http://www.biology.ku.edu/tropical_tree_phenology/documents/01_Borchert_1983.pdf
- Buenfil, G. Z., Reyes, L. O., Rodríguez, D. P., & Rubio, E. E. (08 de 07 de 2003). *Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos*. Recuperado el 2015 de 02 de 24, de <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200405281749.pdf>
- Carbajal, O. D., Solorio, J. D., & Sanchez, A. R. (2008). *Evaluación del crecimiento de una plantación experimental de 1992 al 2005 de Cedrela odorata, Swietenia macrophylla, Enterolobium cyclocarpum y Tabebuia rosea en la costa de Jalisco*. Recuperado el 27 de 04 de 2014, de [http://www.cucba.udg.mx/anterior/publicaciones1/avances/avances2008/Agronomia/ProduccionForestal\(pp87-122\)/DistanciaCarbajalOlivia/93-102.pdf](http://www.cucba.udg.mx/anterior/publicaciones1/avances/avances2008/Agronomia/ProduccionForestal(pp87-122)/DistanciaCarbajalOlivia/93-102.pdf)

- Carvajal, L. G., & López, J. D. (2004). *Especies forestales de uso tradicional del estado de Veracruz potencialidades de especies con uso tradicional del estado de Veracruz, como opción para establecer Plantaciones Forestales Comerciales*. Recuperado el 19 de 02 de 19, de <http://www.verarboles.com/Roble2/roble.html>
- Castelán, J. d. (2007). *Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos*. Recuperado el 26 de 05 de 2015, de http://www.uno.org.mx/razas_ovinas/catalogo_razas.pdf
- Castillo, P. F. (NOVIEMBRE de 2012). <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1244/1/T3325.pdf>. Recuperado el 15 de MARZO de 2014, de <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1244/1/T3325.pdf>: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1244/1/T3325.pdf>
- CATIE. (2013). *Banco de semillas forestales*. Recuperado el 7 de 10 de 2014, de <http://www.catie.ac.cr/images/pdfs/listasemillas.pdf>
- Colombo, A. (2006). *La reproducción por esquejes*. Barcelona: Editorial De Vecchi.
- CONABIO. (1999). Recuperado el 16 de MARZO de 2014, de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/11-bigno7m.pdf
- CONABIO. (1999). *Guazuma ulmifolia*. Recuperado el 15 de 03 de 11, de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/66-sterc1m.pdf
- CONABIO. (1999). *Leucaena leucocephala*. Recuperado el 11 de 03 de 2015, de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/44-legum26m.pdf
- CONABIO. (2001). *Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la refores*. México: Instituto de ecología.
- CONAFOR. (2001). Recuperado el 27 de 04 de 2014, de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1008Tabebuia%20rosea.pdf>
- CONAFOR. (12 de 2009). *Establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales comerciales de Tabebuia rosea, en Nayarit*. Recuperado el 19 de 02 de 2015, de <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/INIFAP-TECNOLOGIAS-FORESTALES%202004-2009.pdf>
- CONAFOR. (2013). Recuperado el 2014 de 09 de 18, de www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/download/1342
- CONIF. (11 de 1998). *Guía para plantaciones forestales comerciales Córdoba*. Recuperado el 08 de 09 de 2014, de [http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD39%2095/pd%2039-95-5%20rev%201%20\(F\)%20s.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD39%2095/pd%2039-95-5%20rev%201%20(F)%20s.pdf)

- Díaz, V. A. (N. D.). *Descripción y adaptación de forrajes*. Recuperado el 26 de 05 de 2015, de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/brochure_victoria.pdf
- F. Uribe, A. Z. (2011). *Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. Recuperado el 25 de 05 de 2015, de <http://www.cipav.org.co/pdf/1.Establecimiento.y.manejo.de.SSP.pdf>
- Femat, H. B. (07 de 2011). *Diferencias estacionales en la curva de desarrollo testicular en corderos Black belly*. Recuperado el 30 de 03 de 2015, de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/29717/1/BALDERAS%20FEMAT.pdf>
- Figuroa, E. R. (2013). *Manejo de pastos y rotación de potreros*. Recuperado el 29 de 05 de 2015, de <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/034-c-pasturas.pdf>
- Flores, E. M., & Marín. (n.d.). *Tabebuia rosea (Bertol.) DC*. Recuperado el 29 de 06 de 2014, de [file:///C:/Users/Efrain-HP/Downloads/Tabebuia%20rosea%20-Bertol.-%20DC.%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Efrain-HP/Downloads/Tabebuia%20rosea%20-Bertol.-%20DC.%20(2).pdf)
- Garzón, B. V. (01 de 2008). *Árboles para Popayán especies que fortalecen la Estructura Ecológica Principal*. Recuperado el 15 de 09 de 2014, de dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3396647.pdf
- Giraldo, A. (1998). *Potencial de la arborea guácimo (Guazuma ulmifolia), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles*. Recuperado el 17 de 04 de 2015, de <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Girald13.PDF>
- González, J. S., & Marín, A. C. (2008). *Árboles ornamentales del Valle Central de Costa Rica: especies con floración llamativa*. Recuperado el 05 de 05 de 2014, de http://www.inbio.ac.cr/web-ca/biodiversidad/costa_rica/ArbolesOrnamentalesVC-b.pdf
- Gutiérrez, E. V. (N.D.). *Manuel de manejo de parcelas en pastoreo*. Recuperado el 2014 de 10 de 30, de http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/vaquillas/manuales/manual_pastoreo.pdf
- INECC. (2010). *Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México*. Recuperado el 23 de 10 de 2014, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetas/641/estimacion.pdf>
- INIFAP. (Mayo de 2005). *Pastoreo rotacional en agostaderos*. Recuperado el 2014 de 10 de 23, de http://www.reproduccionanimal.com.mx/AIM_B_Pastoreo%20Rotacional%20en%20Agostaderos%20INIFAP.pdf
- Isidro E. Suárez, A. J. (20 de 11 de 2006). *DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA PROPAGACION IN VITRO DE ROBLE (Tabebuia rosea Bertol DC)*. Recuperado el 21 de 04 de 2014, de <http://www.unicordoba.edu.co/revistas/rta/documentos/11-2/112-6.pdf>
- Jiménez, J. E., & Alvarado, C. Ó. (N.D.). *Establecimiento y manejo de cercas vivas*. Recuperado el 2014 de 11 de 04, de

- <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/Publicaciones-Sinaloa/Resultados-de-Proyectos-2010-2011/RP%20Manejo%20agroforestal%202011.pdf>
- Kinsman, A. C. (11 de 2004). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO*. Recuperado el 2014 de 09 de 22, de <http://www.chapingo.mx/dicifo/tesislic/2004/Carlson%20Kinsman%20Aracely%202004.pdf>
- Longwood, F. R. (07 de 1971). *Present and potential commercial timbers of the caribbean*. Recuperado el 24 de 11 de 2014, de <http://edicionesdigitales.info/biblioteca/caribbeanpotentialtimbers.pdf>
- Lorenzo-Cardenas, J. M. (2011). <http://www.arbolesornamentales.es/Tabebuia%20rosea.pdf>. Recuperado el 10 de 04 de 2014, de <http://www.arbolesornamentales.es/Tabebuia%20rosea.pdf>
- Luna, R. G., Cháirez, F. G., González, H. S., Ramírez, M. D., Nájera, M. d., & Ortiz, M. Á. (Marzo de 2006). *Producción caprina bajo pastoreo rotacional diferido y continuo*. Recuperado el 2014 de 10 de 30, de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3652/3096produccion%20caprina%20bajo%20pastoreo.pdf?sequence=1>
- Mahecha, L. (05 de 11 de 2002). *Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana*. Recuperado el 28 de 10 de 2014, de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3242215.pdf>
- Más, E. G., & Garcia-Mollinari, O. (2006). *Cynodon plectostachyus*. Recuperado el 11 de 03 de 2015, de http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_36.pdf
- Medellín, U. N. (ND). *Roble - Flor Morado*. Recuperado el 2014 de 09 de 18, de <http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Roble,%20flor%20morado.pdf>
- MORA, R. P. (18 de 02 de 2013). *INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR DE JESUS CARRANZA*. Recuperado el 10 de 04 de 2014, de http://www.academia.edu/4399430/PROYECTO_SILVOPASTORIL
- Navarrete, E. T. (N.D). *El Semillero: Clave para una Plantación Productiva* . Recuperado el 18 de 02 de 2015, de http://www.iica.int/Esp/regiones/andina/colombia/pfg/Documents/Bibliografia/especies/El_Semillero_forestal_Viveros%20MyM.pdf
- Olivera, Y., Machado, R., & Pozo, P. d. (2006). *Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género Brachiaria*. Recuperado el 20 de 04 de 2015, de

- <http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/notas-tecnicas/caracteristicas-brachiaria/brachiaria.pdf>
- Olson, M., & Fahey, J. (2011). *Moringa Oleifera: Un árbol multiusos para las zonas tropicales secas*. Recuperado el 2015 de 04 de 2015, de http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/revista%2082_4/1-773.pdf
- P&C. (09 de 2013). *CATALOGO P&C MADERAS MATILISGUATE*. Recuperado el 24 de 06 de 2014, de [http://www.pcmaderas.net/SoporteTecnico/Matilisguate\(TabebuiaRosea\).pdf](http://www.pcmaderas.net/SoporteTecnico/Matilisguate(TabebuiaRosea).pdf)
- Paz, M. d. (07 de 2010). *UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO*. Recuperado el 22 de 04 de 2014, de <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/5278/1/RESPUE~2.PDF>
- Plath, M., Dorn, S., Riedel, J., Barrios, H., & Mody, K. (9 de 12 de 2011). *PLANT-ANIMAL INTERACTIONS - ORIGINAL RESEARCH*. Recuperado el 2014 de 06 de 20
- Rodriguez, S. A., Bonilla, L. A., & Morales, J. B. (2001). *Comparación de la gravedad específica y características anatómicas de la madera de dos comunidades vegetales en México*. Recuperado el 13 de 01 de 13, de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/91944.pdf>
- SAGARPA. (N.D.). *Agostaderos*. Recuperado el 26 de 05 de 2015, de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/35/10.pdf>
- SAGARPA. (N.D.). *Sistemas silvopastoriles*. Recuperado el 23 de 10 de 2014, de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Sistemas%20silvopastoriles.pdf>
- Salazar, R. (1997). *Nota tecnica sobre semillas de arboles forestales*. Recuperado el 13 de 07 de 2014, de http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/tabebuia_rosea.pdf
- Salvador, U. d. (2001). *Árboles melíferos para reforestar*. Recuperado el 19 de 09 de 2014, de http://www.bio.uu.nl/promabos/arbolesmeliferos/pdf_files/Maquilishuat.PDF
- Salvador, U. d. (05 de 06 de 2011). http://www.bio.uu.nl/promabos/arbolesmeliferos/pdf_files/Maquilishuat.PDF. Recuperado el 10 de 04 de 2014, de <http://enprodelagro.blogspot.mx/2011/06/maquilishuat-arboles-meliferos-para.html>
- Sánchez, A. R., Solorio, J. d., Camacho, E. A., Reyes, J. T., Ruíz, J. Á., & Castañeda, A. M. (12 de 2011). *EVALUACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES DE Tabebuia rosea EN EL ESTADO DE JALISCO*. Recuperado el 08 de 05 de 2014, de

<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3400/Evaluacion%20de%20plantaciones%20forestales%20comerciales%20de%20Tabebuia%20rosea%20en%20el%20estado%20de%20Jalisco%208%20junio%202012.pdf?sequence=1>

Sánchez, D., Villanueva, C., Torres, M., Tobar, D., & DeClerck, F. (2008). *Cercas vivas y su valor para la producción y conservación*. Recuperado el 28 de 10 de 2014, de <http://biblioteca.catie.ac.cr:5151/repositoriomap/bitstream/123456789/101/3/171.pdf>

SEDUMA. (2012). Recuperado el 5 de 05 de 2014, de <http://www.seduma.yucatan.gob.mx/flora/fichas-tecnicas/Maculis-morado.pdf>

SEMARNAT. (Junio de 2009). *Coeficientes de agostadero por entidad*. Recuperado el 23 de 10 de 2014, de http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/archivos/02_agrigan/d2_agrigan04_06.pdf

SEMARNAT. (30 de 12 de 2010). *NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Recuperado el 18 de 09 de 2014, de http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf

Silva, J. A. (2007). *Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque húmedo tropical*. Recuperado el 25 de 05 de 2015, de <http://nuevoportal.corantioquia.gov.co/Publicaciones/Publicaciones%20Institucionales/Bolet%20C3%ADn%20T%20C3%A9cnico%20Biodiversidad%20No%202.pdf>

Torres, A. G., Cubias, R. K., & Diaz, I. A. (03 de 2013). *EVALUACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES DELTEBERINTO (Moringa oleífera) COMO GENERADOR DE MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA QUÍMICA*. Recuperado el 17 de 04 de 2015, de <http://ri.ues.edu.sv/3167/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20los%20usos%20potenciales%20del%20Teberinto%20Moringa%20ole%C3%ADfera%20como%20generador%20de%20materia%20prima%20para%20la%20industria%20qu%C3%ADmica.pdf>

UNAM, B. d. (2009). *Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana*. Recuperado el 08 de 05 de 09, de <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7453>

Universidad de Los Andes, M. V. (2004). *Tabebuia rosea (Bertol.) DC. Ficha botánica e interés apícola en Venezuela, No. 7*. Recuperado el 2014 de 06 de 2014, de <http://webdelprofesor.ula.ve/farmacia/vit/articulos%20pdf/7%20Tabebuia.pdf>

Vasquez, E. L., Escobar, J. J., & Muñoz, A. X. (18 de 02 de 2013). *INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE JESUS CARRANZA*. Recuperado el 29 de 04 de 2014, de http://www.academia.edu/4399430/PROYECTO_SILVOPASTORIL

Velázquez, J. R., Collin, P. S., & Garcia, G. J. (03 de 2009). *Frutos y semillas de árboles tropicales de México*. Recuperado el 23 de 06 de 2014, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/616.pdf>

Vester, H. F., & Navarro, A. (2007). *Fichas Ecológicas arboles maderables de Quintana Roo*. Recuperado el 22 de 04 de 2014, de http://www.academia.edu/1861273/Fichas_Ecologicas_arboles_maderables_de_Quintana_Roo

Villanueva, C., Ibrahim, M., Casasola, F., & Arguedas, R. (04 de 2005). *Las cercas vivas en las fincas ganaderas*. Recuperado el 13 de 04 de 2015, de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/instalaciones/16-cercasvivas.pdf