

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
PROPUESTA PARA LA POSIBLE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE MADERA
GUAYACÁN ROSADO Y SU APROVECHAMIENTO EN CONSTRUCCIÓN.**

HENRY ALEXANDER CASTAÑEDA ROJAS



Universidad Industrial de Santander

FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2014

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
PROPUESTA PARA LA POSIBLE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE MADERA
GUAYACÁN ROSADO Y SU APROVECHAMIENTO EN CONSTRUCCIÓN.**

HENRY ALEXANDER CASTAÑEDA ROJAS

Trabajo de grado en la modalidad de investigación.

para optar por el título de Ingeniera Civil

DIRECTOR

RICARDO ALFREDO CRUZ HERNANDEZ
Ingeniero civil, M.Sc – Profesor UIS

Universidad Industrial de Santander
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA

2014



AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero WILSON FERNANDO ANAYA GOMEZ, un sincero agradecimiento por la ayuda y conocimientos aportados, formando el empalme entre la ingeniería civil y la ingeniería forestal.

Y al ingeniero RICARDO ALFREDO CRUZ HERNANDEZ, director de proyecto, por su disposición y orientaciones en la realización del proyecto.

A mi familia y amigos que estuvieron presentes en el proceso de pregrado, brindándome su guía y compañía.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
1. PROPIEDADES DE LA MADERA GUAYACAN ROSADO	12
1.1 Taxonomía	12
1.2. Características Biológicas.....	12
1.3. Propiedades Físico Mecánicas	13
1.4. Usos Principales	15
1.5. Produccion.....	15
1.6. Almacenamiento	15
1.7. Siembra	15
1.8. Manejo de Plántulas	15
1.9. Preparación de Terreno	15
1.10. Mantenimiento	16
1.11. Plagas y Enfermedades.....	16
2. ZONAS POTENCIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE GUAYACÁN ROSADO EN SANTANDER	16
3. ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN	17
4. CONCLUSIONES	18
BIBLIOGRAFÍA	19
ANEXOS	20



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árbol guayacán rosado.....	13
Figura 2. Hoja guayacan rosado.....	13
Figura 3. Areas de posible producción de guayacán rosado	16
Figura 3. Cuadro conceptual de Proceso alternativo de producción.....	17



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Módulo de elasticidad verde.	14
Tabla 2. Módulo de elasticidad seco.....	14
Tabla 3. Módulo de rotura verde.....	14
Tabla 4. Módulo de rotura seco.	14
Tabla 5. Propiedades fisicomecanicas de contracción porcentual, densidad debido a porcentaje de agua.	14
Tabla 6. Tenacidad de guayacán rosado.....	14



LISTA DE ANEXOS

(Este archivo se encuentra en documento adjunto)

ANEXO A. Investigacion previa

RESUMEN

TÍTULO: PROPUESTA PARA LA POSIBLE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE MADERA GUAYACÁN ROSADO Y SU APROVECHAMIENTO EN CONSTRUCCIÓN.

AUTOR: HENRY ALEXANDER CASTAÑEDA ROJAS.¹

PALABRAS CLAVES: Construcción estructural, Producción industrial, Madera.

DESCRIPCIÓN:

Este trabajo de investigación esta busca establecer el proceso de producción de madera, especie guayacán rosado con el fin de aprovecharla en la construcción estructural, para ello se realiza un reconocimiento a las propiedades fisicomecanicas y biológicas, para así establecer las zonas de producción determinado los requerimientos climáticos, manejo de la especie, enfermedades y plagas que la afectan, el proceso de producción industrial de la misma. Con base en estos datos se formuló una propuesta y se estableció que el guayacán rosado es un alternativa adecuada para construcción estructural, además que tiene un proceso tecno- económico viable para el fomento de cultivos en el departamento de Santander que proporciones las características deseadas en la madera.

La propuesta presentada en este trabajo está basada en las investigaciones realizadas en Colombia, México, Argentina y Chile, quienes han desarrollado tecnologías adaptables a nuestro entorno para mejorar las cualidades de la madera en su nivel estructural. La investigación que se llevó a cabo, en la cual se tuvo en cuenta los parámetros de afectación del material en la aplicación es elementos estructurales, que es el fin de esta investigación; proporcionar el mejoramiento en las características del material y evocar un mejor comportamiento en la construcción estructural, para así fomentar una producción de madera de guayacán rosado encaminada a su aprovechamiento en la construcción.

¹Proyecto de grado. modalidad proyecto de investigación

²Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil.
Director Ricardo Alfredo Cruz Hernández.

SUMMARY

TÍTULO: PROPOSAL FOR POSSIBLE INDUSTRIAL PRODUCTION WOOD
GUAYACÁN PINK AND USE IN CONSTRUCTION.*

AUTHOR: HENRY ALEXANDER CASTAÑEDA ROJAS.**

KEYWORDS: Structural Construction, Industrial Production, Wood.

DESCRIPTION:

This research seeks to establish the production process of wood species guayacán pink in order to take advantage of the structural construction, for it recognizes the physico-mechanical and biological properties is performed, in order to establish certain areas of production requirements climate , management of the species , pests and diseases that affect the industrial production process thereof. Based on these data a proposal was formulated and established the pink guayacán is a suitable alternative for structural building also has a viable crop development in the department of Santander proportions features techno- economic process desired in the timber.

The proposal presented in this paper is based on research conducted in Colombia, Mexico, Argentina and Chile, who have developed technology to suit our environment to enhance the qualities of wood in its structural level. The research was carried out , which took into account the parameters of involvement in the implementation of the material is structural, that is the end of this research , providing improved material characteristics and evoke a better performance in structural construction , thus fostering a pink timber production guayacán aimed at its use in construction.²

* Proyecto de grado. Modalidad de Práctica Empresarial.

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil.
Director Ricardo Alfredo Cruz Hernández.

PROPUESTA PARA LA POSIBLE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE MADERA GUAYACÁN ROSADO Y SU APROVECHAMIENTO EN CONSTRUCCIÓN.

Introducción

En Colombia siendo el decimotercer país con mayor cantidad de recursos forestales a nivel mundial según la organización de naciones unidas (ONU), se ha mostrado poco conocimiento de esta metería prima que podría ser de gran potencial en los diversos campos industriales, experiencia mostrada en países del continente americano que desarrollaron procesos de mejoramiento en la producción [1, 2]. Este material es poco aprovechado por el limitado conocimiento como alternativo en la industria constructora, que establece el concreto y el acero como materiales estructurales por excelencia. En la búsqueda de elementos alternativos que puedan contribuir a la funcionalidad estructural pero con miramientos económicos, se propone la madera en este sentido, teniendo en cuanta que Argentina, México y Chile países pioneros que han desarrollado una industria muy fuerte encaminada a formular proyectos de infraestructura de vivienda, puentes, bibliotecas, entre otros [6, 11, 16, 17]. Buscando nuevos sistemas estructurales más óptimos y sustentables. Formando desarrollo en las zonas rurales impulsando una demanda mayor de los materiales forestales estableciendo controles que nos proporcione las propiedades requeridas para la industria[19], Para fortalecer la oferta y el cuidado ambiental con procesos equilibrados.

De acuerdo con lo anterior, se determinó evaluar las siguientes especies de las cuales se tienen caracterizadas [18]: Abarco, Caobo, Eucalypto, Cedro Negro, Cedro Cebollo, Punte Amarillo, Teca, Cabo de Oro, Guayacán Amarillo, Nogal Cafetero, Sapan y Guayacán Rosado, de estas maderas se tiene su módulo de elasticidad, módulo de rotura, capacidad portante. Así mismo estas especies se les permite su explotación, revisando sus restricciones legales y características como tipo de crecimiento, rendimiento, lustre, aparición en libro rojo de las especies, estudio que se anexa en digital. Con lo anterior se encontró que el Guayacán Rosado ofrece mejores características y facilidades de producción. Proporcionando así un soporte para elegir la especie propósito de esta investigación. Esta especie nativa se encuentra desde el sur de México al norte de Venezuela y el oeste de los Andes hasta las costas de Ecuador y las Antillas.

1. PROPIEDADES DE LA MADERA GUAYACAN ROSADO

1.1 Taxonomía

Nombre científico *Tabebuia rosea* (Bertol.) [17] DC., sinónimos; En Colombia se le conoce comúnmente como guayacán rosado, flor morado, roble, ocobo, roble de río, roble morado, roble sabanero, guayacán morado[20].

1.2 Características biológicas

El árbol (figura 1) llega a medir hasta 50 m de alto y 2 metros de diámetro; corteza con surcos, largos

y poco profundos, la madera es extremadamente dura.



Figura 1. *Árbol guayacán rosado*. [1]

Las hojas son “palmadas” (figura 2), tienen forma similar a una “mano. Las flores se encuentran reunidas en racimos al final de las ramas, en grupos de 2 a 3, con forma de campanas de color rosado. El fruto es una cápsula cilíndrica de 29 a 61 cm de largo y de 1 a 3 cm de ancho, la superficie es lisa y las semillas miden 1 cm de largo y entre 2 y 4 cm de ancho; se encuentran adheridas a alas membranosas, su fructificación es de marzo a junio, esta especie se asocia normalmente a Bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, y bosque tropical caducifolio. La calidad de la madera es buena a excelente para trabajar.



Figura 2. *Hoja guayacan rosado*. [1]

El guayacán rosado logra su mejor desarrollo en suelos fértiles bien drenados, francos a franco arenosos, y de reacción neutra a alcalina (pH 6.0-8.5). El guayacán rosado requiere plena exposición solar, se adapta a una gran variedad de suelos y climas: desde suelos calcáreos, arcillosos y cenagosos, de textura franca a franca arcillosa, con pH alcalinos, neutros o ácidos. Aunque generalmente crece desde los 100 hasta los 1700 m, ocasionalmente se puede encontrar a altitudes mayores. Su mejor desarrollo se presenta en las formaciones bosque húmedo (bh-T) y muy húmedo tropical (bmh-T), con una precipitación anual que varía entre 1100 y 3000 mm por año y temperaturas entre los 17 y los 32 °C. Esta especie puede soportar inundaciones ocasionales y periodos secos de hasta 4 meses [20].

1.3 Propiedades Físico Mecánicas

[21] muestra una caracterización del guayacán rosado dentro de las cuales las más relevantes son:

- sin proceso de secado: su módulo de elasticidad a la flexión es de 20,1 MPa y el módulo de elasticidad a la compresión de 21,48 MPa, su módulo de rotura a flexión es de 155,44 MPa y la resistencia a la compresión paralela es de 71,39 MPa.
- Con proceso de secado parcial: se obtienen que su módulo de elasticidad a la flexión es de 21,67 MPa y el módulo de elasticidad a la compresión es de 22,46 MPa, su módulo de rotura a flexión es de 174,86 MPa y la resistencia a la compresión paralela es de 89,73 MPa.



Tabla 1. *Módulo de elasticidad verde* [21].

VERDE		
Módulo de elasticidad en [Mpa]	Flexión	20,10
	compresión	21,48

Tabla 2. *Módulo de elasticidad seco* [21].

SECO		
Módulo de elasticidad en Mpa	Flexión	21,67
	compresión	22,46

Tabla 3. *Módulo de rotura verde* [21].

VERDE		
Módulo de rotura en Mpa	Flexión	155,44
	compresión paralela	71,39
	compresión perpendicular	

Tabla 4. *Módulo de rotura seco* [21].

SECO		
Módulo de rotura en Mpa	Flexión	174,86
	compresión paralela	89,73
	compresión perpendicular	

Dentro de las características también se destacan; la densidad de $0,95 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/m}^3$, contracción normal; tangencial 2,9%, radial 1,9%, volumétrica 4,8%. contracción total; tangencial 6,9%, radial 4,6%, volumétrica de 11,5%. como se muestra en la tabla 1. También se tiene que en verde su tenacidad radial es de 2,06 Kg-m, y su tenacidad tangencial es de 2,13 Kg-m. Seco al aire su

tenacidad radial es de 1,5 Kg-m y su tenacidad tangencial es de 1,7 Kg-m [21].

Tabla 5. *Propiedades fisicomecánicas de contracción porcentual, densidad debido a porcentaje de agua* [21].

Densidad [Kg/m³]	Verde	Seca al aire	Anhidra	Básica
*10⁻³	0,95	0,65	0,61	0,54
Contracción normal [%]	Tangencial	Radial	Volumétrica	T/r
	2,9	1,9	4,8	1,52
Contracción total [%]	6,9	4,6	11,5	1,5

Tabla 6. *Tenacidad de guayacán rosado* [21].

	Radial	Tang.
Verde [Kg-m]	2,06	2,13
Seco al Aire [Kg-m]	1,5	1,7

1.4 Usos Principales

La madera del guayacán rosado, por su belleza, durabilidad y alta calidad, es una de las de mayor comercio. La madera de aserrío es utilizada en ebanistería fina, muebles y decoración de interiores, pisos de uso doméstico, paneles y entrepaños, excelente para construcciones livianas, incluyendo usos exteriores. También se usa para la fabricación de diferentes objetos como moldes para la fundición. La madera redonda es utilizada para, tableros contrachapados, tableros de partículas, aperos agrícolas, las ramas son utilizadas para leña y carbón. Entre los productos no maderables de esta especie, es utilizado en



sistemas agroforestales, también sirve para la recuperación de áreas degradadas, mejoramiento y conservación de suelos [20, 21].

1.5 Producción

Los frutos del guayacán rosado se deben recolectar directamente del árbol cuando estén maduros, algunas veces, también es posible recoger los frutos cerrados que han caído del árbol y se encuentran en el suelo [20]. Una vez colectados los frutos se deben transportar lo antes posible al lugar de procesamiento donde se limpian de impurezas. Las cápsulas se colocan en un lugar seco y aireado para que liberen las semillas, las cuales se secan preferiblemente a la sombra y se siembran o almacenan rápidamente para evitar que pierdan su viabilidad [8].

1.6 Almacenamiento de las semillas

Según lo reportado en la literatura [2], las semillas de esta especie son ortodoxas y se recomienda su almacenamiento en bolsas de aluminio o de polietileno con un contenido de humedad de 6 a 8%. Para corroborar lo anterior, se llevó a cabo un ensayo en la Estación Biodiversidad de Piedras Blancas, en el cual se almacenaron semillas con un contenido de humedad del 10% durante dos meses en bolsas de polietileno transparente selladas, el cual no resultó significativamente diferente del obtenido con semillas frescas [8].

1.7 Siembra

Las semillas deben sembrarse en un sustrato suelto, húmedo pero bien drenado; deben cubrirse con una ligera capa de sustrato para. No requieren ningún tratamiento pregerminativo. Semillas testigo sembradas en una mezcla de tierra + arena (proporción 2:1), los testigo lograron una potencia

germinativa de 46% mientras las hidratadas sólo llegaron al 41%, con un periodo de germinación que inicia al 5 o 6 día y termina alrededor del día 25 después de sembradas [11].

La semilla debe quedar cubierta con el sustrato, más o menos a 0.5 a 1cm. de profundidad. Es una especie que demanda bastante luz solar [5]. Se prepara la cama del germinador con 2 partes de tierra negra bien cernida, mezclada con una parte de arena o cascarilla de arroz quemada [11].

Según [9,8], los productos químicos que se deben usar son fungicidas y nematocidas comerciales, los arboles de deben tapar con plástico durante 4 - 6 días y dejarse airear durante 8 días, antes de sembrar la semilla.

1.8 Manejo de las plántulas

Las semillas de guayacán rosado se pueden propagar en germinadores o camas con posterior trasplante a bolsa. No se recomienda hacer siembra directa en bolsa. El repique se efectúa cuando las plántulas han alcanzado de 5 a 10 cm de altura, deben podarse para evitar que se atrofien. Cuando las plántulas alcancen de 25 a 40 cm de altura estarán listas para la plantación en campo, lo cual se logra con una permanencia en vivero de 4 a 6 meses [20].

1.9 Preparación de terreno.

Se debe eliminar todo tipo de maleza y labrar la tierra. Está especie requiere alta luminosidad por lo que se debe plantar acampo abierto, con fines de optimizarla madera en su crecimiento, para la calidad de la madera se recomienda trazar el terreno en forma regular con espaciamientos de 3 x 3 m, 1.110 plantas/ ha, y 4 x 3 m, 833 plantas/

ha [8]. Se deben realizar de cuatro a cinco raleos hasta tener un promedio de 200 a 300 árboles por hectárea [5].

1.10 Mantenimiento

Durante los primeros dos años se recomienda realizar deshierbes alrededor de las plantas. Esto preferentemente una o dos semanas posteriores al inicio de la temporada lluviosa [9]. Se pueden hacer aclareos, en general cada 5 años. Con la final de aprovechar el máximo potencial reproductivo [10]. Igualmente se puede sustituir plantas que no sean vigorosas. Para prevenir los daños propiciados por el fuego se recomienda hacer brechas corta fuego en el perímetro de la plantación, 3 m por cada lado de la cerca.

1.11 Plagas Y Enfermedades

Se reportan daños a las semillas por coleópteros (*Bruchidae*) y por gorgojos (*Amblycers* sp.). Las plántulas y las semillas son muy susceptibles al ataque por nematodos (*Meloidogyne* sp.) que causan pérdida en el desarrollo y calidad del material. La presencia de hongos en la semilla produce cambios de color, pasando de coloración rosado a oscura cuando ya se han deteriorado. Algunos hongos que atacan las semillas con mayor incidencia son *Fusarium* sp.; *Cladosporium* sp.; *Nigrospora* sp. y *Curvularia* sp. Hongos como *Ascochyta* sp. y *Phomosis* sp. Son reportados en menor proporción [20].

2. ZONAS POTENCIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE GUAYACÁN ROSADO EN SANTANDER.

Siendo Santander un departamento de gran variedad climática y poseedor de diversas

temperaturas, intensidad de precipitación y topografías variables. Encontramos que presenta muchas de las características propias requeridas para la producción de guayacán rosado, teniendo en cuenta la altitud, temperatura, precipitación y de acuerdo con la clasificación climática de holdridge podemos obtener que 20849 Km² (figura 3) del territorio santandereano es apto para la producción de guayacán rosado, de esta área se debe completar estudios como características de suelos, para que no pueda afectar considerablemente los parámetros de crecimiento y calidad.

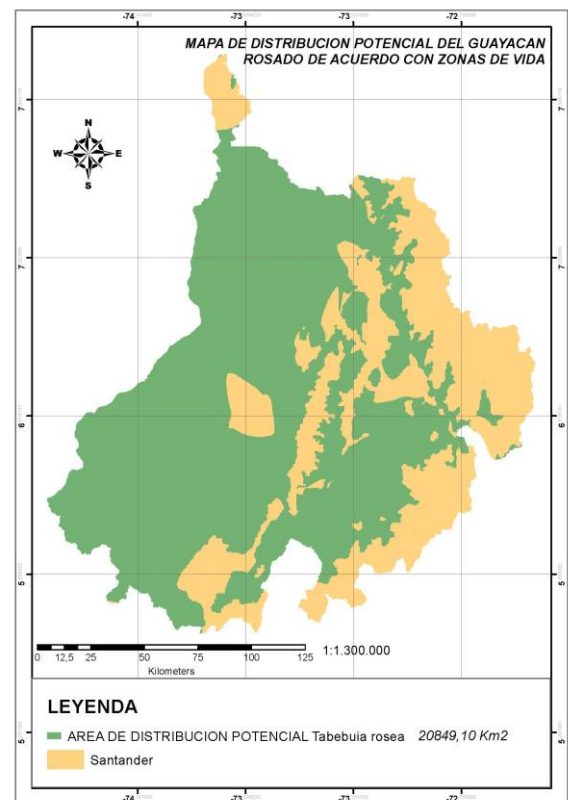


Figura 3. Áreas de posible producción de guayacán rosado.

Fuente: Elaboración propia cartográfica básica y temática IGA.



3.ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN

En el proceso de producción de madera guayacán rosado (figura 4) se debe en primera instancia hacer un estudio de pre-factibilidad y mercado, que determine el costo de producción y como es el mercado en competencia. Se debe adquirir y certificar los terrenos para el aprovechamiento que posean las características de suelos, climas, agua, clasificación forestal, temperaturas, etc. Uno de los puntos más sensibles es la obtención de semillas que sea de calidad y características

deseadas. De allí se pasa a verificar cuán rápido crecen los especímenes de la especie debido a la semilla sembrada. Luego se establece el diseño de la plantación, factor que debe ser guiado por un profesional forestal. Se mantiene regularmente haciendo entresacas y fumigando para control de plagas y enfermedades de la plantación, hasta que los especímenes se desarrollen y poder hacer el aprovechamiento de la madera, formulando un plan de mejoramiento genético, que es el objetivo final [19,14].

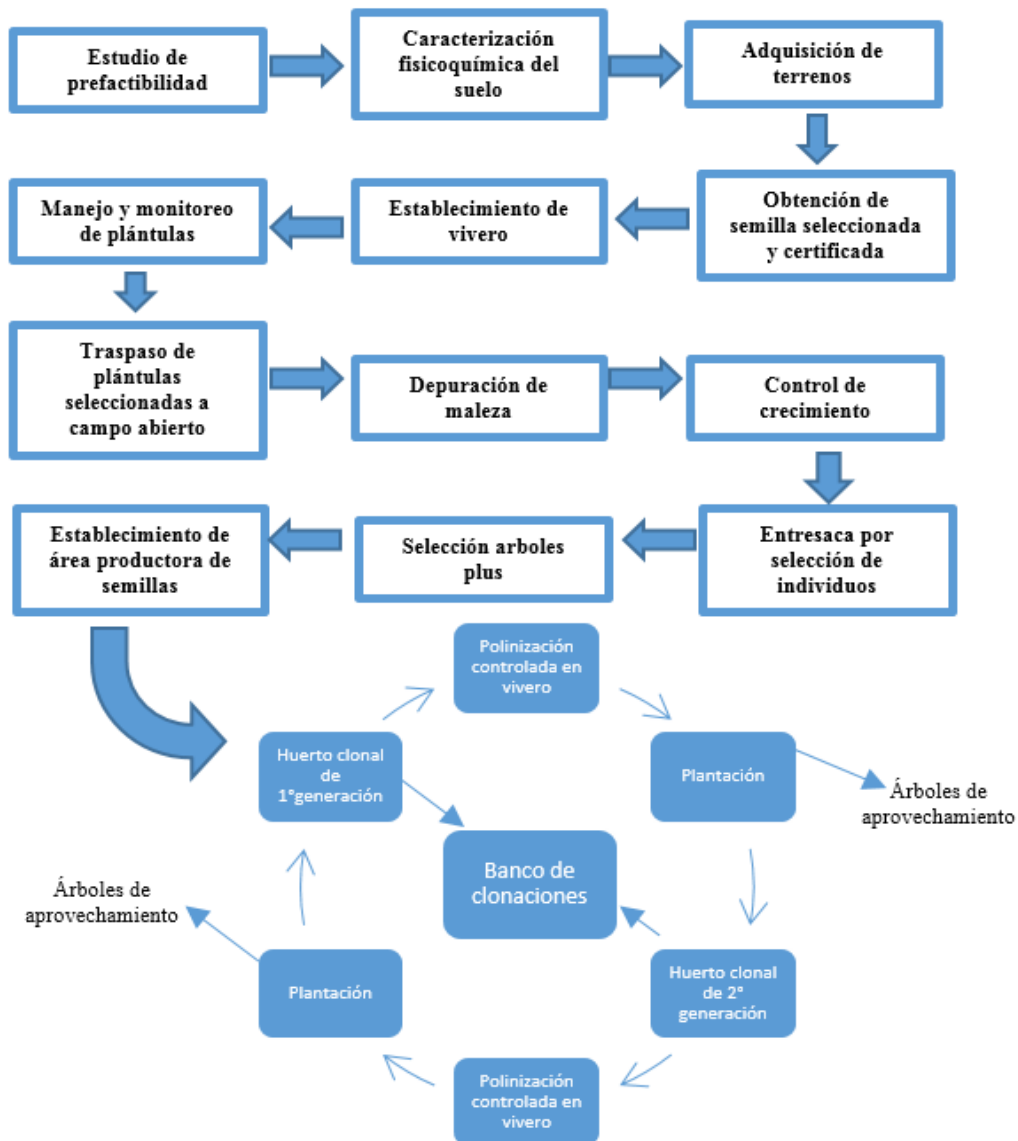




Figura 4. Cuadro conceptual de Proceso alternativo de producción.

Para incrementar el rendimiento de la especie Guayacán Rosado (*Tabebuia rosea*) es necesario aplicar el programa de mejoramiento genético a partir de la selección de árboles plus fenotípicamente deseables en función del crecimiento en volumen, rectitud del tronco y resistencia a plagas y enfermedades [19]. Para ello se definen los objetivos del programa de mejoramiento genético que busca aumentar el rendimiento de las plantaciones y reducir los daños por plagas y enfermedades, así mismo el programa (figura 4) deberá contemplar una fase de selección y evaluación de árboles plus de acuerdo a el crecimiento y resistencia de la madera. Con semilla que se extrae de ellos se elabora una siembra de huertos clónales de primera generación (figura 4), con esto se fortalecen las características deseadas para explotar, mezclando semillas de los arboles plus, esto da la capacidad de producir individuos mejores y con menores periodos de formación, que en esta especie podría bajar en cinco años en la primera generación y dos a tres años adicionales como fórmula [13, 4], optimizando en casi todos los aspectos de la especie formando un banco clonal. Adicionalmente se podría vender semilla de calidad que dará propagación de madera de calidad [12]. Una vez establecidos los huertos clónales con diferentes fuentes semilleras se procede al monitoreo y seguimiento de los individuos para ir buscando el cruce de individuos con el mayor potencial en rendimiento, calidad de fuste. Este tipo de programas son de largo plazo y de carácter investigativo donde existen pocos estudios sobre la especie, pero si se han desarrollado en algunas especies nativas como la

ceiba Tuluá en plantaciones de Refocosta y Pizano.

En el proceso de producción de guayacán rosado, salen subproductos que pueden aprovecharse, como ejemplo al hacer entresacas lo que discrimina individuos no deseados, estos se pueden vender como pulpa para la producción de papel, productos orgánicos de uso agrónomo y forestal. La madera que se discrimina después de diez años se puede ya comercializar pues presenta buenas características aunque se recomienda para uso estructural por encima de los diez años [19].

De mil especímenes, se espera que al final se obtengan de cuatrocientos a quinientos especímenes con las mejores características y de las huertas se espera un rendimiento de ochenta a noventa por ciento, de madera de alta calidad y resistencia. Cabe aclarar que cada vez que se hace selección de los mejores especímenes de las huertas ya maduras se mejora la especie valorizando exponencialmente la madera.

3. CONCLUSIÓN

En esta investigación se ha propuesto cada uno de los aspectos de la producción formal de madera de guayacán rosado (figura 4), se ha determinado las áreas potenciales en Santander (figura 3) en las cuales presenta características adecuadas para la plantación y aprovechamiento en guayacán rosado. Se considera viable a nivel técnico y habrá que completar estudios económico complementarios puesto que el estudio se limita al proceso de producción de madera de la especie



guayacán rosado, además con la propuesta realizada se presenta un método de bajo costo dado que solo depende de la observación y monitoreo (figura 4), aprovechando solamente los procesos biológicos para mejorar la especie y sus características, también se pueden producir procesos alternos para el aprovechamiento de la madera, comercializando el material que se discrimina en las entresacas.

Santander puede adoptar la producción de guayacán rosado fácilmente, si se amplían la investigación de mejoramiento forestales, el mejoramiento de producción certificada y calificada siendo este un plan a largo plazo. Además los procesos de producción son necesarios para garantizar la continuidad y cantidad del material, para utilizarlo en construcción estructural, tales como puentes, bibliotecas, estructuras de contención, estructuras aporticadas como se ha presentado en proyectos de infraestructura de otros países.

BIBLIOGRAFÍA

1. Batis, A. I., M.I. Alcocer, M. Gual, C. Sánchez y C. Vázquez-Yanes. 1999. Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y la Reforestación. Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F.

2. Pennington, T.D. y J. Sarukán. 1998. Árboles Tropicales de México. Segunda edición. UNAM - Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

3. Méndez, J. M.; C. Soihet. 1997. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales. No. 8. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

4. Niembro, A. 1986. Árboles y Arbustos Útiles de México. Editorial Limusa. México, D.F.

5. Miranda, F. 1999. Fichas Técnicas de Especies Forestales Estratégicas. No. 3-7. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal – SEMARNAP - PRONARE. México, D.F.

6. Von Carlowitz, P.G., G.V., Wolf y R.E.M., Kemperman. 1991. The Multipurpose and Shrub Database. An Information and Decision-Support System. Manual. Versión 1.0. ICRAF. Nairobi, Kenia.

7. Parraguirre, C. 1993. Métodos de enriquecimiento de las selvas en Quintana Roo. Revista Ciencia Forestal en México. Vol. 18. No. 74. Quintana Roo, México.

8. Flinta C.M. 1960. Prácticas de Plantación Forestal en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Italia Roma.

9. Arriaga, V., V. Cervantes y A. Vargas-Mena. 1994. Manual de Reforestación con Especies Nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas. SEDESOL / INE – Facultad de Ciencias UNAM. México, D.F.

10. Hong, T.D., S. Linington y R.H. Ellis. 1996. Seed Storage Behaviour: a Compendium. Handboock for Genebanks. No. 4. IPGRI. Roma.

11. Cervantes, V., M. López, N. Salas y G. Hernández. En Prensa. Técnicas para Propagar Especies Nativas de la Selva Baja Caducifolia y



Criterios para Establecer Áreas de Reforestación.

Facultad de Ciencias, UNAM –PRONARE SEMARNAP.

12. Acuerdo de Cartagena PADT-REFORT, manual de diseño para maderas del grupo andino, proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de recursos forestales tropicales, lima Perú junta del acuerdo de Cartagena, 1984.

13. Arango, N., & A. Lagos. 1998. Breve descripción de Colombia. Pp. Xxxviixliv En: M. E. Chaves y N. Arango, (Eds.) Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad. Colombia 1997. Tomo I. Diversidad biológica. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá D. C.

14. Dairon cárdenas L. y Nelson R. Salinas, Libro Rojo de Planta de Colombia, especies maderables amenazadas, versión preliminar, Bogotá, ministerio de medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial, febrero de 2006, volumen 1.

15. Echavarría Arango, I. A. & T. Varón Palacio. 1988. Estudio dendro-lógico de la asociación catival en La Balsa, Chocó. Tesis de grado, Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Seccional Medellín.

16. Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica, La Restauración Ecológica en la práctica, primera edición, Bogotá Colombia, Orlando Vargas Ríos y Sandra Paola Reyes B., 2011.

17. Universidad del Tolima, ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo, organización internacional de maderas tropicales, cadenas forestales, especies forestales, producción y aprovechamiento,

http://maderas.ut.edu.co/especies/pagina_especies.php

18. Universidad nacional de Colombia sede Medellín – SENA, listado de maderas colombianas ficha técnica, internet: <http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/html/fichastecnicas.html>.

19. Roberto H. Ipinza Carmona. 1998. Mejoramiento Genético Forestal, serie técnica No. 42, corporación nacional de investigación y fomento forestal, Colombia, ministerio de agricultura. Santafé de Bogotá.

20. Boletín técnico biodiversidad No. 2, 2007, manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque húmedo tropical, orantioquia, Medellín Colombia.

21. Universidad nacional de Colombia sede Medellín – SENA, listado de maderas colombianas ficha técnicas, guayacán rosado internet:

<http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Roble,%20flor%20morado.pdf>

ANEXOS

A. Archivo con la investigación previa al proyecto con los documentos de respaldo del estudio.