

**Zonificación y clasificación de suelos de uso forestal, en la unidad operativa La Gloria,
municipio de Sabanas de San Ángel, departamento del Magdalena**

Germán Alonso Morales Sánchez

**Trabajo de grado, presentado como
requisito parcial para optar al título de Agrónomo**

Directora:

Fanny Matilde Pinzón

Magíster Ingeniería Ambiental

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia-UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias Y Del Medio Ambiente - ECAPMA

Agronomía

Santa Marta

Octubre

2019

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Santa Marta, octubre 16 de 2019

Advertencia

“La Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente de La Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, el director del trabajo de grado y el jurado calificador, no son responsables de las ideas expuestas por el Autor”.

(Artículo 46, Acuerdo 006 de mayo 29 de 1979, Consejo Directivo).

“El Autor Germán Alonso Morales Sánchez, autoriza a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, la reproducción total o parcial de este documento, con la debida cita de reconocimiento y cede a la misma Universidad los derechos patrimoniales, con fines de investigación, docencia e instituciones, consagrado en el Artículo 72 de La Ley 23 de 1982 y las normas que lo instituyan o modifiquen”.

Germán Alonso Morales Sánchez

Autor

Dedicatoria

A Dios, que me dio fortaleza para sacar adelante este proyecto, a toda mi familia, en especial a mi madre, a mi esposa por su apoyo permanente, a mis hijos, a mi papá que desde el cielo me guía y todos aquellos que hicieron posible que este sueño se cumpliera.

Germán Alonso

Agradecimientos

A Reforestadora de la Costa, por haberme permitido desarrollar este trabajo.

A los ingenieros forestales Johana Andrea Quiroga Colorado, Freddy Cifuentes y muy especialmente al Ingeniero Luis Alberto Ramírez Correa (QEPD), quien durante su asesoría en Refocosta, fue maestro, amigo, compañero y guía.

	Resumen analítico especializado (RAE)
Título	Zonificación y Clasificación de Suelos de Uso Forestal, en La Unidad Operativa La Gloria, Municipio de Sabanas de San Ángel, Departamento del Magdalena
Modalidad de Trabajo de grado	Proyecto aplicado
Línea de investigación	<p>La línea de investigación a la cual pertenece este proyecto es de desarrollo rural.</p> <p>Las limitaciones en información sobre las zonificaciones de suelos, el uso indiscriminado de fertilizantes de origen sintético sin ninguna base de estudio previo, la falta de análisis de los resultados de suelos e interpretación adecuada de los mismos, es una limitante en la producción forestal en el área de estudio. No hay documentación sobre las zonas específicas de estudio que permitan una adecuada clasificación de los suelos acorde a sus características, en este sentido es importante destacar que esta clasificación y análisis de información servirá como insumo y material de consulta para una producción planificada, servirá como apoyo en la producción a pequeña, mediana y gran escala, para la industria forestal y para los pequeños productores.</p>
Autores	Germán Alonso Morales Sánchez- Código 9.858.627
Institución	Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD
Fecha	21/06/2020
Palabras claves	Zonificación forestal, áreas de exclusión, áreas de inclusión.
Descripción	El trabajo aquí expuesto corresponde a un proyecto aplicado desarrollado bajo la línea de investigación de desarrollo rural de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

Se llevó a cabo la zonificación de áreas con potencial forestal para el establecimiento y producción de plantaciones de tipo comercial (*Tectona grandis* L.f., *Gmelina arborea* (Roxb.) y *Eucalyptus tereticornis* S.m.) y de zonas de exclusión, mediante el análisis de factores edáficos (macro y microelementos, textura y pH del suelo), climáticos y fisiográficos de las áreas encontradas dentro de la Unidad Operativa La Gloria (UOLG), propiedad de Refocosta S.A.S, Corregimiento de Monterrubio, Municipio, de Sabanas de San Ángel, Departamento del Magdalena. Una vez analizados los requerimientos para cada especie, se excluyeron las variables precipitación, temperatura y pendiente, debido a que la UOLG se encontró en su totalidad dentro de los criterios exigidos por las especies evaluadas, lo cual no representó una limitante para el desarrollo de las plantaciones.

Como primera medida se llevó a cabo una descripción de los aspectos biofísicos de la UOLG. Para ello se emplearon recursos como shapes obtenidos del Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIGOT) y del Sistema Geológico Colombiano, tracks del perímetro del predio, un archivo tipo TIN (Triangulated Irregular Network - Red de Triangulación Irregular), imágenes ráster disponibles en el portal de Geosur para la hidrografía, el mapa suministrado por el Atlas Ambiental del Magdalena (2014) y el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Magdalena (2004); recursos que fueron procesados mediante el uso del programa Arcmap 10.3; obteniendo así, los mapas de localización, climatología, suelos, uso actual, uso potencial, entre otros. Para los aspectos climáticos se empleó la información registrada por 13 pluviómetros instalados dentro del área efectiva de la UOLG por un periodo de 9 años. También se contó con los resultados de análisis físico químicos de suelos en diferentes lotes, además de las coordenadas de los sitios de colecta de las muestras. En cuanto al componente biótico, se hicieron recorridos de campo, entrevistas a vecinos de la región y revisión de fuentes secundarias de consulta.

En un segundo momento se llevó a cabo la zonificación de áreas aptas y con restricciones para la producción forestal, en donde para cada requerimiento exigido por las especies evaluadas (nutricionales, pH y textura del suelo), se generó una capa ráster de influencia usando el método de interpolación IDW (Inverse Distance Weighted – Distancia de Altitud Inversa). Para la definición de áreas de exclusión y potenciales, se reclasificó cada ráster bajo el criterio de apto y no apto; por ejemplo, para el caso de *T. grandis* se generaron tres (3) imágenes ráster (pH, hierro-Fe y calcio-Ca), a

	<p>las cuales se les asignó un valor porcentual según la influencia de cada requerimiento, para finalmente ser superpuestas, obteniendo así, el mapa final para esta especie.</p> <p>Es así como de las 5884.9 ha del área total forestal disponible dentro de la UOLG, <i>T. grandis</i> cuenta con 5507.4 ha disponibles para ser aprovechadas, en contraste con 2634,0 ha de <i>G. arborea</i> y 1279.1 ha para <i>E. tereticornis</i>.</p> <p>Este documento presenta los resultados del trabajo de grado realizado en la modalidad de Proyecto aplicado, bajo la asesoría del Ingeniero Agrónomo Dalber Zambrano, inscrito en la línea de investigación de desarrollo rural de la ECAPMA, y que se basó en la metodología con el uso de información existente, interpolación y definición de áreas potenciales. Este se realizó en La Unidad Operativa La Gloria, municipio Sabanas de San Ángel departamento del Magdalena.</p>
<p>Fuentes</p>	<p>Se utilizaron diversas fuentes de información, entre ellas las más importantes fue la información existente y suministrada por la empresa Reforestadora de la costa, sus mapas, archivos digitales Shape files, bases de datos de análisis de suelos, estudios de fauna y flora. Se usó también como insumo indispensable el Plan de desarrollo departamental, la línea estratégica: Desarrollo Rural y Agropecuario, tiene como finalidad: Aumentar el área de cultivo en productos de demanda interna, dentro de los cuales destaca el sector forestal comercial (Gobernación del Magdalena, 2016).</p> <p>La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria – UPRA (2015), identifica y delimita las áreas con potencial para plantaciones forestales comerciales, bajo un marco legal, normativo y técnico que las define y diferencia de otros usos posibles. Es una herramienta técnica para el desarrollo de iniciativas de inversión forestal que permite orientar la formulación de políticas y la destinación de recursos públicos y privados del sector.</p>
<p>Contenidos</p>	<p>El Presente documento se estructura de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> Resumen Abstract Introducción 1. Objetivos

	<ul style="list-style-type: none">1.1 Objetivo general1.2 Objetivos específicos2. Marco teórico<ul style="list-style-type: none">2.1 Contexto mundial y nacional del sector forestal2.2 Marco político2.3 Marco normativo2.4 Zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales2.5 Antecedentes2.6 Descripción de las especies forestales establecidas en la UOLG<ul style="list-style-type: none">2.6.1 <i>Tectona grandis</i> L.f.2.6.2 <i>Gmelina arborea</i> Roxb2.6.3 <i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.3. Metodología<ul style="list-style-type: none">3.1 Metodología para la caracterización del área de estudio<ul style="list-style-type: none">3.1.1 Localización, extensión y límites.3.1.2 Fisiografía y relieve.3.1.3 Régimen climático y zona de vida.3.1.4 Hidrografía.3.1.5 Geología.3.1.6 Uso actual del suelo.3.1.7 Uso potencial del suelo.3.1.8 Descripción biótica del área de estudio.3.2 Metodología para la zonificación forestal<ul style="list-style-type: none">3.2.1 Interpolación.3.2.2 Definición de áreas potencialmente aptas para establecimiento de plantaciones comerciales y zonas de exclusión.4. Resultados y análisis<ul style="list-style-type: none">4.1 Descripción del área de estudio<ul style="list-style-type: none">4.1.1 Localización, extensión y límites.4.1.2 Fisiografía y relieve.4.1.3 Geología.4.1.4 Régimen climático y zonas de vida.4.1.5 Hidrografía.4.1.6 Unidades de suelos.4.1.7 Uso actual del suelo.4.1.8 Uso potencial del suelo.4.1.9 Flora.4.1.10 Fauna silvestre.<ul style="list-style-type: none">4.1.10.1 Clase: Aves.4.1.10.2 Clase: Mammalia.4.1.10.3 Clase: Amphibia.4.1.10.4 Clase: Reptilia.4.1.11 Componente forestal desarrollado en la UOLG.<ul style="list-style-type: none">4.1.11.1 Especies plantadas.4.1.11.2 Producción de material vegetal.
--	--

	<p>4.1.11.3 Preparación y adecuación de tierras. 4.1.11.4 Establecimiento de plantaciones. 4.1.11.5 Mantenimiento forestal. 4.1.12 Aprovechamiento forestal. 4.2 Zonificación forestal. 4.2.1 Zonificación forestal para la producción de <i>Tectona grandis</i> L.f. 4.2.2 Zonificación forestal para la producción de <i>Gmelina arborea</i> (Roxb.). 4.2.3 Zonificación forestal para la producción de <i>Eucalyptus tereticornis</i> S.m. 5. Conclusiones 6. Recomendaciones 7. Referencias bibliográficas</p>
<p>Metodología</p>	<p>Describir las fases, pasos o momentos en que se desarrolló el proceso de investigación</p> <p>Fases</p> <p>1. Metodología para la caracterización del área de estudio</p> <p><i>Localización, extensión y límites.</i> <i>Fisiografía y relieve.</i> <i>Régimen climático y zona de vida.</i> <i>Hidrografía.</i> <i>Geología.</i> <i>Uso actual del suelo.</i> <i>Uso potencial del suelo.</i> <i>Descripción biótica del área de estudio.</i></p> <p>2. Metodología para la zonificación forestal</p> <p>Interpolación. Definición de áreas potencialmente aptas para establecimiento de plantaciones comerciales y zonas de exclusión.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>De acuerdo con la clasificación de uso, los suelos de La UOLG son de uso múltiple, pudiendo desarrollar en allí actividades agrícolas, ganaderas, silvopastoriles y silvícolas. Para el sector forestal, la priorización de áreas para la producción de especies forestales de acuerdo a sus requerimientos climáticos, ambientales y fisiográficos, permitió determinar las zonas aptas y con restricciones para el establecimiento de especies como <i>Tectona grandis</i> L.f., <i>Eucalyptus tereticornis</i> S.m. y <i>Gmelina arborea</i> (Roxb.).</p> <p>Para la especie <i>Tectona grandis</i>, se identificaron 5507,0 ha con potencial para el desarrollo de las plantaciones; sin embargo, las zonas de exclusión, aunque muy focalizadas, cuentan con grandes limitantes que</p>

	<p>impiden, como el caso del lote 512; la supervivencia del material vegetal en sus etapas iniciales de crecimiento. Para el caso de <i>G. arborea</i> y <i>E. tereticornis</i>, predominaron las zonas con restricciones principalmente por alta acidez del suelo, bajos contenidos de Calcio y Magnesio para <i>Gmelina</i>, y fósforo para eucalipto; además de ser suelos de texturas pesadas.</p> <p>Las especies comerciales seleccionadas son de alto interés económico para la región y para el país; en vista de esto es importante contar con Los núcleos forestales con mayores áreas aptas para el desarrollo de las tres especies evaluadas, fueron Las Virtud</p> <p>Las especies comerciales seleccionadas son de alto interés económico para la región y para el país; en vista de esto es importante contar con una herramienta para mejorar las condiciones en el momento del establecimiento de plantaciones, teniendo como base criterios como la selección de sitio y el diagnóstico acertado del lugar a plantar.</p>
<p>Referencias Bibliográficas</p>	<p>Acta Plantarum, (2007). Etimologia dei nomi botanici e micologici. Recuperado de: http://www.actaplantarum.org/etimologia/etimologia.php?p=1&o=2,1,0,1,0,0,2,1,3,4,5&n=t</p> <p>Alcaldía de Sabanas de San Ángel (2019). Mapa del Municipio de Sabanas de San Ángel.</p> <p>Angarita, O., Montes, A. C. & Rengifo, J. M. (2015). Amphibians and reptiles of an agroforestry system in the Colombian Caribbean. <i>Amphibian & Reptile Conservation</i> 8(2) [Special Section]: 143–162 (e92). Recuperado de: http://ia800206.us.archive.org/26/items/Amphibianreptil8A/Amphibianreptil8A.pdf</p> <p>Cárdenas L., D. & N.R. Salinas (eds.). 2007. Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 232 pp. Recuperado de:</p>

	<p>https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/LR_MADERABLES.pdf</p> <p>Cabrera, E., Vargas, <i>et. Al.</i> (2011). <i>Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional – escalas gruesa y fina</i>. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales - IDEAM. Bogotá D.C., Colombia.</p> <p>Cámara de Comercio de Santa Marta para el Magdalena. (2017). <i>Dinámica competitiva del Magdalena 2016-2017</i>. Recuperado el 22 de octubre de 2019 de: https://www.ccsm.org.co/servicios-empresariales/servicios-ofertas-empresariales/estudios-economicos/investigaciones-e-indicadores-economicos/send/78-investigaciones/48207-dinamica-competitiva-del-magdalena-2016-2017.html</p> <p>Castaño, O. V. & Lugo, R. M. (1981). Estudio comparativo de dos especies de morrocoy: <i>Geochelone carbonaria</i> y <i>Geochelone denticulata</i> y aspectos comparables de su morfología externa Colombia.</p> <p>Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. (1986). <i>Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central resultados de cinco años de investigación</i>. CATIE, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 86. Recuperado de: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3972/Silvicultura_de_especies_promisorias.pdf;jsessionid=E8BF49A2513D2BFBACBD9FF86CFAB299?sequence=1</p> <p>Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. (1997). <i>Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto Madeleña en El Salvador</i>. Serie técnica. Informe Técnico No. 291. Turrialba, Costa Rica: Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR). Recuperado de: https://books.google.com.co/books?id=gV3T6O64S8MC&printsec=frontcover&hl=es</p> <p>Comisión Nacional Forestal – CONAFOR. (2015). <i>Gmelina arborea</i> Roxb. México, CONAFOR. Recuperado de:</p>
--	--

	<p>http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/924Gmelina%20arborea.pdf</p> <p>Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES (2019). ¿Cómo funciona el CITES? Recuperado de: https://cites.org/esp/disc/how.php</p> <p>Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES (2019). Lista de especies CITES. Recuperado de http://checklist.cites.org/#/es</p> <p>Corporación Autónoma Regional del Magdalena CORPAMAG & Universidad del Atlántico (2017). <i>Caracterización, Diagnóstico y Análisis de Vulnerabilidades y Amenazas en el Departamento del Magdalena. Desertificación</i>. Capítulo 6. CORPAMAG – UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de: http://www.corpamag.gov.co/archivos/riesgosAmbientales/2017_Doc06_Desertificacion.pdf</p> <p>Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal – CONIF (1998). <i>Guía para plantaciones comerciales: Magdalena</i>. Serie de Documentación No.35. Santa Fe de Bogotá: CONIF, Ministerio del Medio Ambiente y Organización Internacional de Maderas Tropicales – OIMT.</p> <p>Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal – CONIF. (2002). <i>Manual de plantaciones forestales</i>. Serie de documentación No. 46. Bogotá, Colombia: CONIF.</p> <p>DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN – DNP. (2013). CONPES 3743 de 15 de abril de 2013. Bogotá.</p> <p>Desiré, A. G. (2013). <i>Botánica sistemática</i>. Brasil: Universidad Federal de Bahía – UFBA. Recuperado de: http://www.ebah.com.br/content/ABAAAACUwAG/botanica-sistemica</p> <p>FAO. (2008). <i>Contribution of the forestry sector to national economies, 1990-2006</i>, A. Lebedys. Forest Finance Working Paper</p>
--	---

FSFM/ACC/08. Roma.
www.fao.org/docrep/011/k4588e/k4588e00.htm.

FAO. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe principal*. Estudio FAO.

García, N. (ed.). (2007). Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 5: Las magnoliáceas, las miristicáceas y las podocarpáceas. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt - CORANTIOQUIA - Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín - Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 236 p. Recuperado de: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31409/121.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

González, J. (s.f.). Explicación etimológica de las plantas de la selva. Flora digital de la Selva. Organización para Estudios Tropicales. Recuperado de: <http://sura.ots.ac.cr/florula4/docs/ETIMOLOGIA.pdf>

Greenwood Resources , INC. (2015). *Plan General de ordenación y manejo forestal 2015 – 2020. Forestal Monterrey Colombia S.A.S.* Colombia: Greenwood Resources , INC. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de: <http://www.fmcsas.com/wp-content/uploads/2016/06/Plan-General-de-Manejo-Forestal-2015-2020.pdf>

Grupo de Trabajo Certificación Forestal Voluntaria - GTCFV. (2010). Acompañamiento en el proceso de resolución de Solicitudes de Acción Correctiva –SAC- Reforestadora De La Costa S.A.S. Documento interno.

Montes N.º 163. Roma. www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s00.htm.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología (2000). Manual de códigos de atributos para levantamientos de suelos y tierras. Bogotá.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología (2009). Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras: Departamento del Magdalena, escala 1:100.000 / El Instituto. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

Integrated Taxonomic Information System – ITIS (2019). Recuperado de:
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=32247#null

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria – INIA. (2014). Reconocimiento a campo de plagas y enfermedades forestales. Roya del Eucalipto. Cartilla No 33. Uruguay, INIA. Recuperado de:
<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/Cartilla%2033.pdf>

Little, E. & Dixon, R. (1983). Árboles Comunes de la Provincia de Esmeraldas. Esmeraldas, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador.

Maldonado & Louppe. (2000). *Desafíos para la teca en Côte d'Ivoire*. Unasylva: 51(201).

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR. (2011). Plan de Acción para la Reforestación Comercial. Bogotá: Colombia.

Madrigal, A. (2003). *Insectos forestales en Colombia. Biología, hábitos, ecología y manejo*. Medellín, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.

Manual de productores de teca (*Tectona grandis* L. f.) en Costa Rica (2003). Heredia, Costa Rica. Recuperado de:
http://www.fonafifo.go.cr/documentacion/biblioteca/decretos_manuales/MANUAL%20PROD%20TECA.pdf

Mari, J. A. (2016). *Etimología de los géneros de plantas de Puerto Rico*. Puerto Rico: edicionesdigitales.info. Recuperado de:
<http://edicionesdigitales.info/etimologia/etimologia.pdf>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Reforestadora de La Costa S.A.S & Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal - CONIF (2008). *Propagación por semillas de la Teca (Tectona grandis* L. f.). Bogotá D. C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia (2009). *Invierta en Colombia. Sector Forestal*. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de:

	<p>http://www.inviertaencolombia.com.co/Adjuntos/089_Sector%20Forestal.pdf</p> <p>Ministerio de Agricultura - Unidad de Planificación Rural Agropecuaria - UPRA (2018). Unidad de Planificación Rural Agropecuaria - Departamento del Magdalena. Bogotá: Ministerio de Agricultura. Recuperado el 1 de septiembre de 2019, de https://www.sites.google.com/a/upra.gov.co/presentaciones-upra/departamental/magdalena</p> <p>Ministerio del Medio Ambiente (2014). Resolución No 0192 del 10 de febrero de 2014. Recuperado de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/resoluciones/2014/res_0192_2014.pdf</p> <p>Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019). Especies amenazadas en Colombia. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/2204-especies-amenazadas-en-colombia</p> <p>Montes, A. C., Saboyá, L. P., Páez, V. Vega, K. & Rengifo, J. M. (2014). Distribución de tortugas continentales del Caribe Colombiano. <i>Acta Biológica Colombiana</i>, 19(3), 341-350. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v19n3/v19n3a02.pdf</p> <p>Morales, G. A., Bermúdez, G., Sarmiento, M. B. & Toro. J. A. (2014). Informe de investigación forestal LG-001. Establecimiento de Ensayos Proyecto Forestal 2014 Unidad de Negocios La Gloria. Reforestadora de La Costa S.A.S.</p> <p>National Academy of Sciences (1984). <i>Especies para leña, árboles y arbustos para la producción de energía</i>. Turrialba, Costa Rica. CATIE.</p> <p>Polanco, R., López, H. F., Ángeles, M., Camargo, A. A. (2006). Oso hormiguero palmero <i>Myrmecophaga tridactyla</i> En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (editores), Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C. 182 pp.</p>
--	---

PROEXPORT Colombia (2012). Sector Forestal en Colombia. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de:
http://www.inviertaencolombia.com.co/Adjuntos/Perfil_Forestal_2012.pdf

Ramírez, A. (2007). Historial fitosanitario Refocosta. Proyecto La Gloria. Monterrubio, Magdalena: Reforestadora de la Costa S.A.S

Reforestadora de La Costa S.A.S. (2008). Muestreo sistemático para la evaluación de poblaciones de *Phyllophaga* sp (Col: Melolonthidae) en plantaciones de Teca y Ceiba en 2 núcleos de reforestación (Las Virtudes, La Respuesta). Proyecto La Gloria. Monterrubio – Magdalena, División Forestal, Dirección Regional Caribe, Protección Forestal.

Reforestadora de La Costa S.A.S. (2019). Plan de contingencia para la prevención de incendios forestales. Unidad Operativa La Gloria. Monterrubio: Reforestadora de La Costa S.A.S.

Reforestadora de La Costa S.A.S. (2019). Resumen Plan de Manejo Forestal. Unidad Operativa La Gloria – Unidad Operativa Villanueva. Bogotá: Reforestadora de La Costa S.A.S.

Resolución 192 de 2014. Diario Oficial No. 49.072 de 22 de febrero de 2014. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Restrepo, H. I. (2010). *Estimación del rendimiento forestal con información espacialmente explícita y análisis financiero de plantaciones forestales en Colombia*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/48699/1/15534142.2010.pdf>

Rojano, C., Padilla, H., Giraldo, A., Álvarez, G. & Ramos, E. (2015). Registro de presencia del oso palmero (*Myrmecophaga tridactyla*) en plantaciones forestales comerciales en Colombia. *Edentata* 16. 72–77. Recuperado de:
[http://www.xenarthrans.org/resources/newsletter/30Rojano%20et%20al_Registro%20de%20presencia%20del%20oso%20palmero%20\(Myrmecophaga%20tridactyla\)%20en%20plantaciones%20forestales%20comerciales%20en%20Colombia.pdf](http://www.xenarthrans.org/resources/newsletter/30Rojano%20et%20al_Registro%20de%20presencia%20del%20oso%20palmero%20(Myrmecophaga%20tridactyla)%20en%20plantaciones%20forestales%20comerciales%20en%20Colombia.pdf)

Rojas, F., Arias, D., Moya, R., Meza, A., Murillo, O & Arguedas, M. (2004). Manual para productores de Melina *Gmelina arborea* en Costa Rica. Cartago, SIREFOR - Sistema de Información de los Recursos Forestales de Costa Rica. Recuperado de: http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Especies_plantaciones/MELINA/Manual%20para%20los%20productores%20de%20melina.pdf

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA. (2014). Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales - Colombia, escala 1:100.000. Memoria técnica. Bogotá D.C.

Urrego, J. B. (2004). *Growth potential of Gmelina arborea at 3 years of age in Colombia*. New For 28: 269–276.

Vásquez, W. & Ugalde, L. (1995). Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinatum* y *Pinus caribaea* en Guanacaste, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No.256. Turrialba, Costa Rica. 33 p.

Vega, K. M. (2013). Ensamblaje de mamíferos medianos y grandes en tres unidades de paisaje en el Proyecto La Gloria, Corregimiento de Monterrubio, Municipio de Sabanas de San Ángel, Departamento del Magdalena-Colombia. Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia.

Vergara, C.A., Cardona, C.E., Murillo, O., Jarma, A. D. & Araméndiz, H. (2013). Valor de mercado de plantaciones de teca (*Tectona grandis* Linn.) en el departamento de Córdoba. *Temas agrarios*: 18 (1). Recuperado el 20 de octubre de 2019 de: revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/download/705/821

Wang, Z. (2004). *Cultivation and utilization of Gmelina arborea in South Yunnan, China*. New For 28: 201–205.

World Congress of Rail Research – WCRR. (2010).

Contenido

	pág.
Resumen	30
Abstract	32
Introducción.....	34
1. Objetivos.....	36
1.1 Objetivo general	36
1.2 Objetivos específicos.....	36
2. Marco teórico.....	37
2.1 Contexto mundial y nacional del sector forestal	37
2.2 Marco político	39
2.3 Marco normativo	41
2.4 Zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales.....	43
2.5 Antecedentes	45
2.6 Descripción de las especies forestales establecidas en la UOLG.....	55
2.6.1 Tectona grandis L.f.....	55
2.6.2 Gmelina arborea Roxb.....	58
2.6.3 Eucalyptus tereticornis Sm.....	60
3. Metodología.....	63
3.1 Metodología para la caracterización del área de estudio.....	63

3.1.1 Localización, extensión y límites.	63
3.1.2 Fisiografía y relieve.....	64
3.1.3 Régimen climático y zona de vida.	65
3.1.4 Hidrografía.	67
3.1.5 Geología.	68
3.1.6 Uso actual del suelo.....	68
3.1.7 Uso potencial del suelo.....	69
3.1.8 Descripción biótica del área de estudio.....	69
3.2 Metodología para la zonificación forestal	69
3.2.1 Interpolación.....	69
3.2.2 Definición de áreas potencialmente aptas para establecimiento de plantaciones comerciales y zonas de exclusión.	70
4. Resultados y análisis.....	73
4.1 Descripción del área de estudio.....	73
4.1.1 Localización, extensión y límites.	73
4.1.2 Fisiografía y relieve.....	73
4.1.3 Geología.	74
4.1.4 Régimen climático y zonas de vida.....	79
4.1.5 Hidrografía.	85
4.1.6 Unidades de suelos.	85

4.1.7 Uso actual del suelo.....	91
4.1.8 Uso potencial del suelo.....	92
4.1.9 Flora.....	95
4.1.10 Fauna silvestre.....	105
4.1.10.1 Clase: Aves.....	106
4.1.10.2 Clase: Mammalia.....	106
4.1.10.3 Clase: Amphibia.....	107
4.1.10.4 Clase: Reptilia.....	107
4.1.11 Componente forestal desarrollado en la UOLG.....	107
4.1.11.1 Especies plantadas.....	109
4.1.11.2 Producción de material vegetal.....	109
4.1.11.3 Preparación y adecuación de tierras.....	111
4.1.11.4 Establecimiento de plantaciones.....	116
4.1.11.5 Mantenimiento forestal.....	120
4.1.12 Aprovechamiento forestal.....	135
4.2 Zonificación forestal.....	140
4.2.1 Zonificación forestal para la producción de <i>Tectona grandis</i> l.f.....	140
4.2.2 Zonificación forestal para la producción de <i>Gmelina arborea</i> (Roxb.).....	142
4.2.3 Zonificación forestal para la producción de <i>Eucalyptus tereticornis</i> S.m.....	143
5. Conclusiones.....	148

6. Recomendaciones.....	150
7. Referencias bibliográficas.....	151

Lista de tablas

	pág.
Tabla 1. Lineamientos para la zonificación forestal con fines comerciales y/o de conservación.	39
Tabla 2. Lineamientos para la zonificación forestal con fines comerciales.	42
Tabla 3. Aspectos excluidos para cada ítem evaluado y áreas potenciales para reforestación comercial en el Departamento de Magdalena.....	50
Tabla 4. Categorías para la interpretación de la puntuación de los factores evaluados para la determinación de áreas con potencial forestal.	53
Tabla 5. Localización y valores de precipitación interanual para cada pluviómetro ubicado dentro del UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	66
Tabla 6. Criterios de clasificación para la zonificación de áreas productivas forestales. UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	72
Tabla 7. Información administrativa de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	74
Tabla 8. Tipo de relieve presente en la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	75
Tabla 9. Categorías de pendiente y el relieve. UOLG, Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	76
Tabla 10. Formaciones geológicas de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	78
Tabla 11. Precipitaciones medias totales para el área de influencia de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	79
Tabla 12. Relación de la precipitación media y su área de influencia mediante el método de polígonos de Thiessen. UOLG, Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. .	82

Tabla 13. Determinación de la precipitación media anual para la UOLG, mediante el método de isoyetas. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	83
Tabla 14. Unidades de suelos de la UOLG, Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	86
Tabla 15. Uso actual del suelo. UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	91
Tabla 16. Características de las clases de suelo de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	93
Tabla 17. Relación de especies de hábito arbóreo, registradas dentro de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	95
Tabla 18. Relación de especies de flora amenazada de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	101
Tabla 19. Productos maderables ofrecidos en la UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	109
Tabla 20. Consideraciones para la selección del uso de maquinaria para el proceso de desmonte. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	113
Tabla 21. Relación de arvenses evidenciadas dentro de UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	120
Tabla 22. Descripción de los programas del PEIF. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	131
Tabla 23. Requerimientos ambientales de <i>Tectona grandis</i> L. f.	141
Tabla 24. Requerimientos ambientales de <i>Gmelina arborea</i> (Roxb.).....	142
Tabla 25. Requerimientos ambientales de <i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.....	144

Lista de figuras

	pág.
Figura 1. Variación neta de la superficie agrícola y forestal por país, para el periodo 2000 – 2010.....	38
Figura 2. Metodología para la determinación de áreas potenciales para reforestación comercial establecida por CONIF	47
Figura 3. Clasificación taxonómica de <i>Tectona grandis</i> L. f.....	56
Figura 4. Detalle de <i>Tectona grandis</i> L. f.	57
Figura 5. Clasificación taxonómica de <i>Gmelina arborea</i> (Roxb).....	58
Figura 6. Detalle de <i>Gmelina arborea</i> (Roxb).....	60
Figura 7. Clasificación taxonómica de <i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.....	62
Figura 8. Detalle de <i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.	62
Figura 9. Cambio de los valores originales en Break Values, por los rangos máximos de pendiente establecidos por el IGAC.	65
Figura 10. Clasificación de las capas de no apto y apto con el programa ArcMap.	70
Figura 11. Herramienta de influencia de las capas con ArcMap.	71
Figura 12. Localización de la UOLG. Municipio de Sabanas de San Ángel, Departamento del Magdalena.....	74
Figura 13. Mapa de fisiografía de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	75
Figura 14. Relieve de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	76
Figura 15. Mapa de pendientes y relieve de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	77
Figura 16. Unidades geológicas. UOLG, Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	78

Figura 17. Distribución de las precipitaciones anuales para la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	81
Figura 18. Comportamiento de la precipitación mensual interanual (mm) para la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	81
Figura 19. Polígonos de Thiessen para la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	83
Figura 20. Isoyetas interanuales. para la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	84
Figura 21. Hidrografía de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	86
Figura 22. Unidades de suelos presentes en la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	90
Figura 23. Distribución porcentual y en hectáreas para cada tipo de suelos presente en la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	91
Figura 24. Uso actual del suelo de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	93
Figura 25. Uso potencial del suelo de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	94
Figura 26. Distribución del uso potencial del suelo de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	95
Figura 27. Distribución de las familias botánicas determinadas en la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	100
Figura 28. <i>Anacardium excelsum</i> (Bertero & Balb. ex Kunth) Skeels.	102
Figura 29. <i>Aspidosperma polyneuron</i> Muell.Arg.	102
Figura 30. <i>Couroupita guianensis</i> Aubl.....	102

Figura 31. <i>Astronium graveolens</i> Jacq.....	103
Figura 32. <i>Bauhinia purpurea</i> L.	103
Figura 33. <i>Hymenaea courbaril</i> L.	103
Figura 34. <i>Cavanillesia platanifolia</i> (Humb. & Bonpl.) Kunth.....	104
Figura 35. <i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S. Alverson.....	104
Figura 36. <i>Cedrela odorata</i> L.	104
Figura 37. <i>Bulnesia arborea</i> (Jacq.) Engl.....	105
Figura 38. Abundancia de familias y especies de fauna de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	105
Figura 39. Cadena forestal. UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	108
Figura 40. Tipos de hojas. <i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	110
Figura 41. Desmonte. (A) Tractor con mulcher. (B) Buldócer. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	112
Figura 42. Actividad de arado. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	114
Figura 43. Actividad de subsolado. (A) Subsolando. (B) Verificación de profundidad de subsolado. (C) Trazado de líneas paralelas. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	115
Figura 44. Aplicación de enmiendas. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	116
Figura 45. Proceso de trazado sobre la línea de subsolado. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	118

Figura 46. Proceso de ahoyado. (A) Manual. (B) Mecánica. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	118
Figura 47. Siembra de las plántulas. UOLG. (A) Siembra. (B) Apisonado del sustrato. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena	119
Figura 48. Plantaciones forestales. (A) <i>Gmelina arborea Roxb.</i> (B) <i>Tectona grandis L.f.</i> , (C) <i>Eucalyptus tereticornis Sm.</i> UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	120
Figura 49. Plateo en plantaciones. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	125
Figura 50. Limpia mecanizada. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	125
Figura 51. Limpia química. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	126
Figura 52. Desbejuque de plantaciones de <i>Tectona grandis L.f.</i> UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	127
Figura 53. Plantaciones comerciales libres de arvenses. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	127
Figura 54. Poda de plantaciones de <i>Tectona grandis L.f.</i> UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	128
Figura 55. Daño ocasionado por <i>Phyllophaga sp.</i> (Gallina ciega) en <i>Tectona grandis L. f.</i> y control. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	129
Figura 56. Hormiga cortadora <i>Atta sp.</i> UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	130
Figura 57. Termitas <i>Amitermes foreli L.f.</i> UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	131

Figura 58. Mantenimiento de guardarrayas y cortafuegos dentro de la UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	134
Figura 59. Protocolo contra incendios forestales. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	136
Figura 60. Actividad de corte o apeo. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	137
Figura 61. Desembosque o extracción mecanizada y transporte menos a centros de acopio. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	137
Figura 62. Dimensionado. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	138
Figura 63. Clasificado y apilado. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	138
Figura 64. Cargue y transporte mayor. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	139
Figura 65. Industrialización. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	139
Figura 66. Comercialización de los productos. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	139
Figura 67. Zonas potenciales forestales para la producción de <i>Tectona grandis</i> L.f. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.....	145
Figura 68. Zonas potenciales forestales para la producción de <i>Gmelina arborea</i> (Roxb.). UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	146
Figura 69. Zonas potenciales forestales para la producción de <i>Eucalyptus tereticornis</i> S.m. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.	147

Resumen

Se llevó a cabo la zonificación de áreas con potencial forestal para el establecimiento y producción de plantaciones de tipo comercial (*Tectona grandis* L.f., *Gmelina arborea* (Roxb.) y *Eucalyptus tereticornis* S.m.) y de zonas de exclusión, mediante el análisis de factores edáficos (macro y microelementos, textura y pH del suelo), climáticos y fisiográficos de las áreas encontradas dentro de la Unidad Operativa La Gloria (UOLG), propiedad de Refocosta S.A.S, Corregimiento de Monterrubio, Municipio, de Sabanas de San Ángel, Departamento del Magdalena. Una vez analizados los requerimientos para cada especie, se excluyeron las variables precipitación, temperatura y pendiente, debido a que la UOLG se encontró en su totalidad dentro de los criterios exigidos por las especies evaluadas, lo cual no representó una limitante para el desarrollo de las plantaciones.

Como primera medida se llevó a cabo una descripción de los aspectos biofísicos de la UOLG. Para ello se emplearon recursos como shapes obtenidos del Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIGOT) y del Sistema Geológico Colombiano, tracks del perímetro del predio, un archivo tipo TIN (Triangulated Irregular Network - Red de Triangulación Irregular), imágenes ráster disponibles en el portal de Geosur para la hidrografía, el mapa suministrado por el Atlas Ambiental del Magdalena (2014) y el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Magdalena (2004); recursos que fueron procesados mediante el uso del programa Arcmap 10.3; obteniendo así, los mapas de localización, climatología, suelos, uso actual, uso potencial, entre otros. Para los aspectos climáticos se empleó la información registrada por 13 pluviómetros instalados dentro del área efectiva de la UOLG por un periodo de 9 años. También se contó con los resultados de

análisis físico químicos de suelos en diferentes lotes, además de las coordenadas de los sitios de colecta de las muestras. En cuanto al componente biótico, se hicieron recorridos de campo, entrevistas a vecinos de la región y revisión de fuentes secundarias de consulta.

En un segundo momento se llevó a cabo la zonificación de áreas aptas y con restricciones para la producción forestal, en donde para cada requerimiento exigido por las especies evaluadas (nutricionales, pH y textura del suelo), se generó una capa ráster de influencia usando el método de interpolación IDW (Inverse Distance Weighted – Distancia de Altitud Inversa). Para la definición de áreas de exclusión y potenciales, se reclasificó cada ráster bajo el criterio de apto y no apto; por ejemplo, para el caso de *T. grandis* se generaron tres (3) imágenes ráster (pH, hierro-Fe y calcio-Ca), a las cuales se les asignó un valor porcentual según la influencia de cada requerimiento, para finalmente ser superpuestas, obteniendo así, el mapa final para esta especie.

Es así como de las 5884.9 ha del área total forestal disponible dentro de la UOLG, *T. grandis* cuenta con 5507.4 ha disponibles para ser aprovechadas, en contraste con 2634,0 ha de *G. arborea* y 1279.1 ha para *E. tereticornis*.

Palabras Clave: zonificación forestal, áreas de exclusión, áreas de inclusión.

Abstract

Zoning of areas with forest potential for the establishment and production of commercial-type plantations (*Tectona grandis* Lf, *Gmelina arborea* (Roxb.) And *Eucalyptus tereticornis* Sm) and exclusion zones was carried out by analyzing edaphic factors (macro and microelements, soil texture and pH), climatic and physiographic of the areas found within the La Gloria Operational Unit (UOLG), owned by Refocosta SAS, Corregimiento de Monterrubio, Municipality, Sabanas de San Ángel, Department of Magdalena. After analyzing the requirements for each species, the variables rainfall, temperature and slope were excluded, since the UOLG was found entirely within the criteria required by the evaluated species, which did not represent a limitation for the development of the plantations.

As a first step, a description of the biophysical aspects of UOLG was carried out. For this, resources such as shapes obtained from the Geographical Information System for Planning and Territorial Planning (SIGOT) and the Colombian Geological System, tracks of the perimeter of the property, a file type TIN (Triangulated Irregular Network - Irregular Triangulation Network), were used, raster images available on the Geosur portal for hydrography, the map provided by the Magdalena Environmental Atlas (2014) and the General Study of Soils and Land Zoning of the Magdalena Department (2004); resources that were processed using the Arcmap 10.3 program; thus obtaining location maps, climatology, soils, current use, potential use, among others. For the climatic aspects, the information registered by 13 rain gauges installed within the effective area of the UOLG for a period of 9 years was used. The results of physical chemical analysis of soils in different lots were also available, in addition to the coordinates of the sample

collection sites. Regarding the biotic component, field trips were made, interviews with residents of the region and review of secondary sources of consultation.

In a second moment, the zoning of suitable areas with restrictions for forest production was carried out, where for each requirement demanded by the evaluated species (nutritional, pH and soil texture), a raster layer of influence was generated using the IDW interpolation method (Inverse Distance Weighted). For the definition of exclusion and potential areas, each raster was reclassified under the criteria of pass and fail; for example, in the case of *T. grandis*, three (3) raster images were generated (pH, iron-Fe and calcium-Ca), which were assigned a percentage value according to the influence of each requirement, to finally be superimposed, thus obtaining the final map for this species.

Thus, of the 5884.9 ha of the total forest area available within the UOLG, *T. grandis* has 5507.4 ha available to be used, in contrast to 2634.0 ha for *G. arborea* and 1279.1 ha for *E. tereticornis*.

Key Words: forest zoning, exclusion areas, inclusion areas.

Introducción

La creciente demanda global de madera, implica una diversificación del mercado y una mayor participación de productos provenientes de bosques cultivados; sin embargo, Colombia abastece su demanda de madera mayormente con el aprovechamiento de bosques naturales (84,1%), mientras que las plantaciones cubren tan sólo un 12,4% (MADR, 2011). Actualmente, el incremento en los precios de los productos maderables, ha contribuido en el fomento para el establecimiento de plantaciones comerciales, reduciendo de esta manera, la presión ejercida al bosque natural.

Las condiciones climáticas, topográficas, edáficas y posición geoestratégica, hacen de Colombia, un país con un amplio potencial para el desarrollo de programas de reforestación de tipo comercial, los cuales han sido prioridad en la agenda de gobierno nacional como estrategia para el desarrollo, crecimiento económico y generación de empleo, en la mayoría de los casos en el sector rural. Las principales zonas con plantaciones comerciales están ubicadas en la Región Andina con mayor participación de los Departamentos de Antioquia y Cauca; Orinoquía (Vichada) y la Costa Atlántica, en donde sobresalen los Departamentos de Córdoba y Magdalena (. Las áreas con uso actual correspondiente a plantaciones forestales, contrastan con el potencial forestal que posee el territorio nacional, equivalente a 7,2 millones de hectáreas (UPRA, 2014); sin embargo, la alta demanda de productos provenientes de bosques, ha conllevado a la identificación de áreas potenciales desde el punto de vista físico, socioeconómico y ambiental, mediante la implementación de herramientas técnicas como la zonificación forestal.

La zonificación forestal es un instrumento técnico de la política nacional mediante la cual se identifican, clasifican, agrupan y ordenan las áreas de vocación forestal con el fin de

establecer lineamientos de manejo y administración que conlleven a un desarrollo forestal sostenible.

Reforestadora de la Costa S.A.S., sociedad anónima constituida el 24 de diciembre de 1980 como respuesta a las crecientes necesidades del medio ambiente y desarrollo forestal colombiano, ha venido incorporando dentro de sus políticas la necesidad de clasificar sus áreas con vocación forestal, en zonas aptas y de exclusión para el buen desarrollo de especies como *Tectona grandis* L.f., *Gmelina arborea* (Roxb.) y *Eucalyptus tereticornis* S.m., con el fin de planificar y proyectar sus actividades en pro del desarrollo empresarial, siendo ese el propósito fundamental del presente estudio.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Zonificar las áreas productivas de la unidad operativa La Gloria, en el municipio de Sabanas de San Ángel, departamento del Magdalena acorde a las características presentadas según su relieve y los resultados de los análisis de suelos, con el fin de establecer el potencial productivo para el uso del suelo.

1.2 Objetivos específicos

- Clasificar de acuerdo a los resultados de análisis de laboratorio, los tipos de suelos presentes en la Unidad Operativa La Gloria.
- Mapificar todas las áreas productivas de la Unidad Operativa La Gloria, teniendo como base la cartografía actual y la información disponible sobre suelos, relieve, hidrografía y toda aquella que contribuya a generar una amplia base de consulta para la planificación de las actividades de establecimiento de plantaciones forestales comerciales.
- Establecer una línea base para la planificación de labores propias de las actividades desarrolladas en la unidad productiva, con el fin de generar una herramienta de útil de consulta

2. Marco teórico

2.1 Contexto mundial y nacional del sector forestal

El sector forestal representa apenas un 1% de la economía mundial (FAO, 2008). Se calcula a nivel global una cifra de bosque natural cercana a los 4.000 millones de hectáreas, es decir, el 31% de la superficie total del planeta de las cuales 95% corresponden a bosques naturales y el restante 5% a plantaciones forestales (FAO, 2010). La dinámica del cambio del uso de la tierra, es decir, los aumentos y pérdidas netos de cobertura forestal y agrícola para el periodo 2000 - 2010, se muestran en la figura 1.

El color marrón oscuro indica la reducción tanto del área forestal como agrícola en 33 países localizados principalmente en África, América del Sur, América Central, Asia meridional y sudoriental. Colombia (color marrón claro), mostró una disminución tanto de área agrícola como forestal.

Las cifras en cuanto a plantaciones forestales en América Latina y el Caribe, equivalen a menos del 2% del área total del bosque y en conjunto, la región representa menos del 6% del área mundial de bosques plantados. Colombia ocupa el séptimo lugar a nivel mundial con mayor extensión de bosque natural (51%) y un 56,23% de tierras con vocación forestal, además, se registran tasas internas de retornos entre el 11,2% y el 16,6%, haciendo que el país sea atractivo para el negocio de la reforestación comercial (Cabrera, 2011; WCRR, 2010).

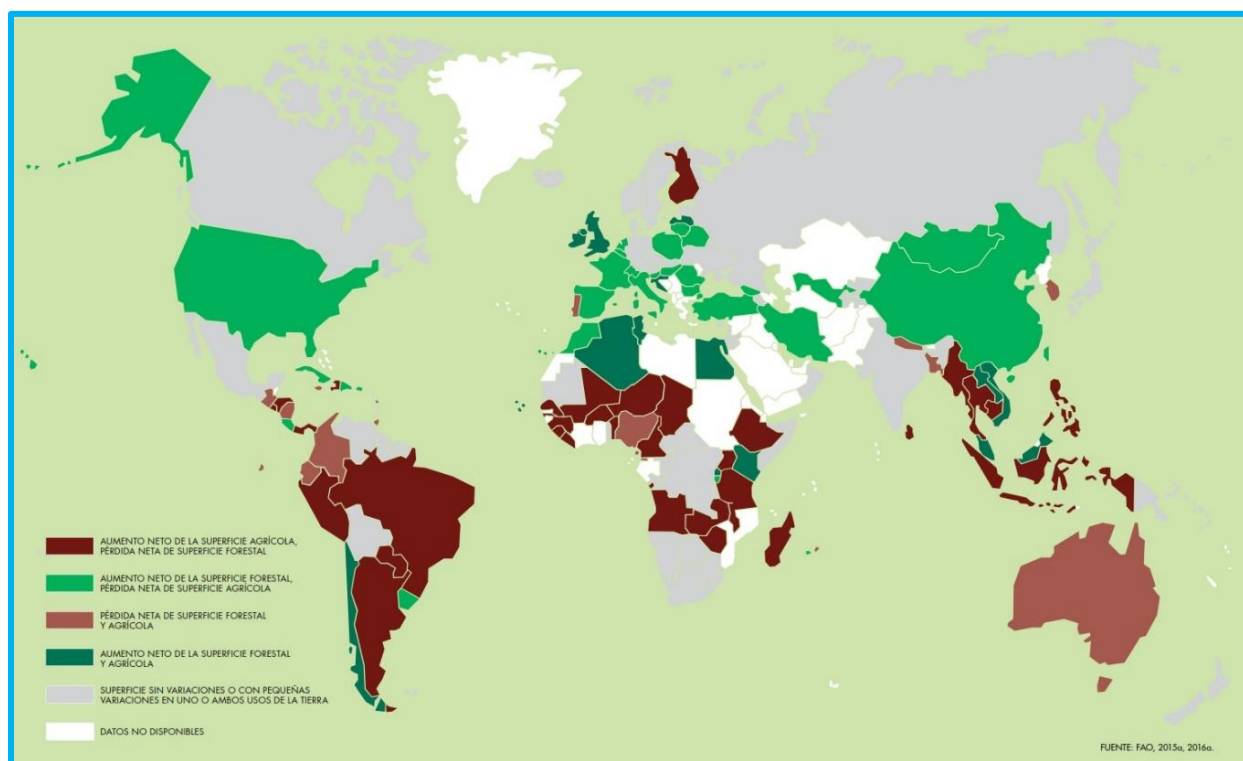


Figura 1. Variación neta de la superficie agrícola y forestal por país, para el periodo 2000 – 2010. (Fuente: FAO, 2015a; FAO, 2016a).

Durante los años 50, las reforestaciones en el país se establecían con fines tanto de conservación como ornamental. Sólo hasta inicios de los 80s, se empezaron a implementar y manejar plantaciones con fines comerciales; siendo el Certificado de Incentivo Forestal - CIF creado mediante la Ley 139 de 1994, el instrumento de política sectorial más influyente para el fomento de la reforestación a nivel nacional (DNP, 2013).

Por otra parte, el Plan Nacional de Desarrollo 2019–2022 “Pacto por Colombia Pacto por la equidad” dispuso para dicho periodo, el establecimiento de 572.000 hectáreas reforestadas con plantaciones forestales de tipo comercial, como meta para línea estratégica: Campo con progreso: una alianza para dinamizar el desarrollo y la productividad de la Colombia rural, Objetivo 7: Modernizar, tecnificar y consolidar la institucionalidad sectorial y la coordinación y

articulación interinstitucional para impulsar la transformación productiva agropecuaria y rural a escala territorial (Departamento Nacional de Planeación, 2019). Por otra parte, el artículo 66 de la Ley 1450 de 2011, establece la creación del Programa Nacional de Reforestación Comercial con el fin de aprovechar las tierras con aptitud forestal y de esta manera, ampliar la oferta productiva del país (UPRA, 2014).

Por último, para fines de la ordenación y zonificación forestal, el Decreto 1824 de 1994, establece que cada entidad encargada del manejo y administración de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, llevará a cabo los procesos de zonificación de suelos con vocación forestal tanto de tipo protector como comercial, zonas para la restauración ecosistémica y zonas de exclusión de plantaciones forestales (UPRA, 2014).

2.2 Marco político

Dentro de los lineamientos y directrices que enmarcan la política forestal nacional para la zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales y/o de conservación se tienen:

Tabla 1. Lineamientos para la zonificación forestal con fines comerciales y/o de conservación.

Norma	Descripción
Política Forestal Nacional (1974).	Establece que la zonificación forestal debe ser simultánea con la de suelos que tengan vocación agrícola y ganadera, incorporando en su selección criterios ecológicos y socio-económicos. Para lo relacionado con reforestaciones se establecen lineamientos de políticas en torno a los temas de asistencia técnica, suministro de semillas certificadas, implementación de viveros, capacitación de personal, control fitosanitario, prevención y control de incendios e incentivos forestales.
La Política Nacional de Bosques (1996).	Promueve la reforestación y forestación, considerando a las plantaciones forestales como estratégicas ya que permiten el incremento de la producción y empleo en zonas marginales, contribuyendo con el ordenamiento del territorio, rehabilitación de suelos y cuencas hidrográficas.

<p>El Plan Nacional de Desarrollo Forestal – PNDF (2000).</p>	<p>Da a conocer los lineamientos para la implementación de la reforestación a corto, mediano y largo plazo, además, de las potencialidades en cuanto a la disponibilidad de suelos, resaltando la necesidad de adelantar un proceso de planificación de núcleos de desarrollo y zonificación forestal por parte de las entidades responsables, señalando las zonas con aptitud para el establecimiento de nuevas plantaciones comerciales.</p>
<p>EL Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Todos por un nuevo país”.</p>	<p>Mediante el cual se crea el Programa Nacional de Reforestación Comercial, como estrategia del sector agropecuario, aprovechando el potencial forestal nacional y ampliando la oferta productiva.</p>
<p>El Plan de Acción para la Reforestación Comercial– PAREC (2011).</p>	<p>Su objetivo se centra en impulsar la reforestación comercial, promoviendo la competitividad de los productos forestales y mitigando los efectos adversos ocasionados por los fenómenos climáticos. Define 3 zonas macro a nivel nacional con seis núcleos de desarrollo forestal: Región Orinoquia, Región Caribe y Bajo Magdalena y Región Caldas, Antioquia y Tolima Grande; con el fin de desarrollar proyectos altamente productivos; para ello se deben identificar y delimitar las zonas de mayor potencialidad y detallar sus condiciones edafoclimáticas, que permitan planificar las actividades de reforestación.</p>
<p>Resolución 318 de 2011 por la cual se reconoce la Organización de la Cadena Productiva Forestal, de Maderas, Tableros, Muebles y Productos de Madera. Documento CONPES 3743 de 2013. Plan Departamental Forestal</p>	<p>Establece un marco estratégico mediante el cual se incorpore el sector forestal a la economía nacional, promoviendo la competitividad de productos forestales de alto valor agregado (2008). En el año 2011, se actualiza dicho acuerdo, destacándose aspectos relevantes como el Proyecto de Zonificación para Plantaciones Forestales con Fines Comerciales en Colombia</p> <p>Pone a consideración la distribución de los recursos asignados para el CIF- Certificado de Incentivo Forestal</p>
<p>Plan Nacional de Desarrollo “Pacto por Colombia Pacto por la equidad”</p>	<p>Objetivo 2: Promover la transformación productiva agropecuaria, por medio del ordenamiento de la producción, el desarrollo de clústeres y cadenas de valor agroindustriales, que integren la producción industrial con la de pequeños y medianos productores (Departamento Nacional de Planeación, 2019). MinAgricultura formulará e implementará una estrategia de ordenamiento productivo de la frontera agrícola nacional y, con el apoyo de la UPRA, realizará una zonificación que promueva el uso eficiente de las tierras para fines productivos. Todo esto se desarrollará con un enfoque de sostenibilidad ambiental, y que desestime la sobreutilización y la subutilización del uso del suelo. Esto se realizará de conformidad con el Pacto por la Descentralización; Línea A: Políticas e inversiones para el desarrollo regional, Objetivo b. Armonizar la planeación para el desarrollo y la planeación para el ordenamiento territorial. MinAgricultura, con el apoyo de la UPRA y Agrosavia, impulsará el desarrollo de procesos de planificación agropecuaria integrales, que articulen las zonificaciones de aptitud del uso del suelo con oferta tecnológica, para la consolidación de cadenas de valor agroindustriales que integren pequeños (entre ellos, los de la Agricultura Campesina, Familiar, y Comunitaria -ACFC-), medianos y grandes productores. El desarrollo de dichas cadenas buscará garantizar la seguridad alimentaria, el abastecimiento y suministro de alimentos y productos a la demanda del mercado nacional e internacional, así como el desarrollo de una agricultura climáticamente inteligente (Departamento Nacional de Planeación, 2019).</p>

<p>Plan Departamental de Desarrollo</p>	<p>La visión de gobierno se desarrolla en cinco (5) grandes objetivos, siendo el cuatro “Construir los fundamentos de una economía diversificada, innovadora e incluyente”, el que destaca la importancia de apoyar el crecimiento económico y la mejoría en competitividad de los diversos factores territoriales como la sostenibilidad ambiental del desarrollo, entre otros). Por otra parte, la línea estratégica: Desarrollo Rural y Agropecuario, tiene como finalidad: Aumentar el área de cultivo en productos de demanda interna, dentro de los cuales destaca el sector forestal comercial (Gobernación del Magdalena, 2016).</p>
<p>Plan de Acción Institucional PAI 2016 – 2019. Magdalena Ambiental compromiso de todos!</p>	<p>El capítulo de síntesis ambiental, en el cual se prioriza la problemática ambiental, cabe destacar una inadecuada planificación del ordenamiento ambiental del territorio, incluyendo la falta de un Plan de Ordenación Forestal, el cual busca la ordenación forestal sostenible garantizando la permanencia de las áreas boscosas en extensión, composición y funcionalidad, que permitan llevar a cabo su manejo y aprovechamiento de manera sostenible y sustentable (Corporación Autónoma Regional del Magdalena -CORPAMAG, 2016).</p>
<p>Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. ABC: Adaptación y Bases Conceptuales</p>	<p>Propone los lineamientos para una adaptación planificada al cambio climático. Para ello, relaciona que las consideraciones del cambio climático en los diferentes sectores del desarrollo, deben ser incorporadas desde la fase de planeación; en otras palabras, los Planes de Desarrollo el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), entre otros, deben integrar las variables climáticas (Departamento Nacional de Planeación, 2012).</p>
<p>Plan Integral de Gestión de Cambio Climático territorial de Magdalena 2040</p>	<p>La Estrategia de Fortalecimiento de instrumentos de Ordenamiento y Planificación Territorial, busca fortalecer y mejorar los instrumentos de Ordenamiento y Planificación del departamento del Magdalena en aspectos relacionados con el análisis de los escenarios futuros del clima, la vulnerabilidad del territorio y los impactos esperados; así como en “<i>generar capacidades en el Departamento que permitan visualizar los escenarios de cambio climático, la vulnerabilidad y las amenazas del territorio para incorporarlos en el análisis de impactos y zonificación de los usos del suelo</i>”. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).</p>

Fuente: UPRA, (2014); Corporación Autónoma Regional del Magdalena -CORPAMAG, (2016); Departamento Nacional de Planeación, (2012); Departamento Nacional de Planeación, (2019); Gobernación del Magdalena, (2016); Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2015).

2.3 Marco normativo

El uso del territorio, zonificación forestal, conservación de los ecosistemas boscosos, incentivo a la reforestación, titulación de tierras en áreas con vocación forestal, etc., han sido entre muchos, temas normatizados por instrumentos legales, desde el año de 1919 con la

creación de la Ley 119. Dentro de los lineamientos relacionados con la zonificación forestal en el marco de la política forestal en Colombia, se encuentran:

Tabla 2. Lineamientos para la zonificación forestal con fines comerciales.

Norma	Descripción
Ley 2ª de 1959.	Mediante la cual se establecen siete zonas con carácter de “Zonas Forestales Protectoras” y “Bosque de Interés General”.
Decreto Ley 2811 de 1974 (Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente).	Define en los Artículos 204, 205 y 206, un Área de Reserva Forestal como una zona de propiedad pública o privada destinada de manera exclusiva al establecimiento, mantenimiento o utilización racional de Áreas Forestales Protectoras, Áreas Forestales Productoras y Áreas Forestales Protectoras-Productoras.
Decreto 877 de 1976.	Define las áreas forestales productoras (cubiertas ya sea de bosque natural o artificial) como aquellas con alto volumen maderable, susceptibles a aprovechamiento racional; así como a las áreas desprovistas de bosques, pero con gran potencial para la implementación de dichos cultivos.
Ley 37 de 1989.	Mediante la cual se reestructura el Plan Nacional de Desarrollo Forestal, gracias a la creación del Servicio Forestal Nacional.
Ley 99 de 1993.	Asigna al Ministerio del Medio Ambiente la coordinación para la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo Forestal – PNDF.
Ley 101 de 1993.	A través de los Artículos 64, 65 y 66 de la Constitución Nacional, establece: “La explotación forestal y la reforestación comercial se consideran actividades esencialmente agrícolas”, por ende, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural lidera la política relacionada con la reforestación comercial.
Ley 139 de 1994.	Crea el Certificado de Incentivo Forestal CIF, como “ <i>un reconocimiento del Estado a las externalidades positivas de la reforestación en tanto los beneficios ambientales y sociales generados son apropiables por el conjunto de la población. directas en nuevas plantaciones forestales de carácter protector-productor en terrenos de aptitud forestal</i> ”.
Decreto 1498 de 2008.	Reglamenta el párrafo 3º del artículo 5º de la Ley 99 de 1993 y el Artículo 2º de la Ley 139 de 1994. Establece: Cuando una plantación forestal protectora – productora es establecida mediante el CIF, debe ser registrada ante el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural o entidad delegada.
Ley 811 de 2003.	Por la cual se crean las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola y las Sociedades Agrarias de Transformación, SAT.
Ley 1450 de 2011.	El Artículo 60 establece lo relacionado con proyectos especiales agropecuarios o forestales y el Artículo 66, establece lo relacionado con el Programa Especial para la Reforestación. Se crea el Programa Nacional de Reforestación Comercial con el objeto de aprovechar el potencial forestal nacional.
Decreto 2448 de 2012.	Modifica parcialmente el Decreto número 1824 de 1994, definiendo especie forestal, especie forestal autóctona, especie forestal introducida, plantación forestal protectora-productora, plan de establecimiento y manejo forestal -PEMF-, otorgamiento, pago, nueva plantación y proyecto forestal.

Fuente: (UPRA, 2014)

2.4 Zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales

La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria – UPRA (2015), definen la zonificación de plantaciones forestales comerciales, así:

Es el proceso que identifica y delimita las áreas con potencial para plantaciones forestales comerciales, bajo un marco legal, normativo y técnico que las define y diferencia de otros usos posibles. Es una herramienta técnica para el desarrollo de iniciativas de inversión forestal que permite orientar la formulación de políticas y la destinación de recursos públicos y privados del sector. Dicha zonificación tiene en cuenta las siguientes premisas:

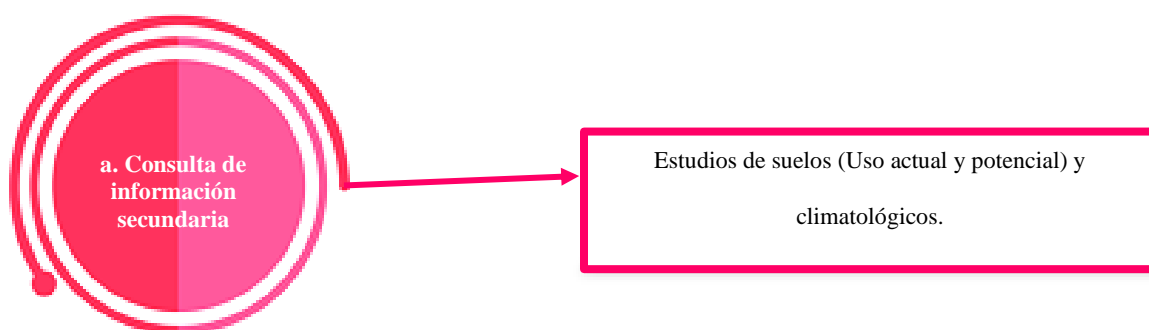
- Dentro de las funciones primordiales de las plantaciones forestales de carácter comercial están: Producción y abastecimiento de materia prima para la industria forestal, producción de energías renovables, ampliación de la oferta de recursos del bosque, generación de empleo y desarrollo socioeconómico nacional, para lo cual se definen áreas basadas en criterios técnicos, económicos, ecológicos y sociales.
- En la zonificación se priorizan áreas con mayor competitividad para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, basados en el análisis de diferentes criterios.
- El Tipo de Utilización Forestal – TUF y sus requerimientos específicos se realizan con base en las especies más empleadas para plantaciones comerciales y consideradas por el CIF.
- La identificación de áreas con vocación o con restricción forestal, se hará bajo la normatividad vigente.

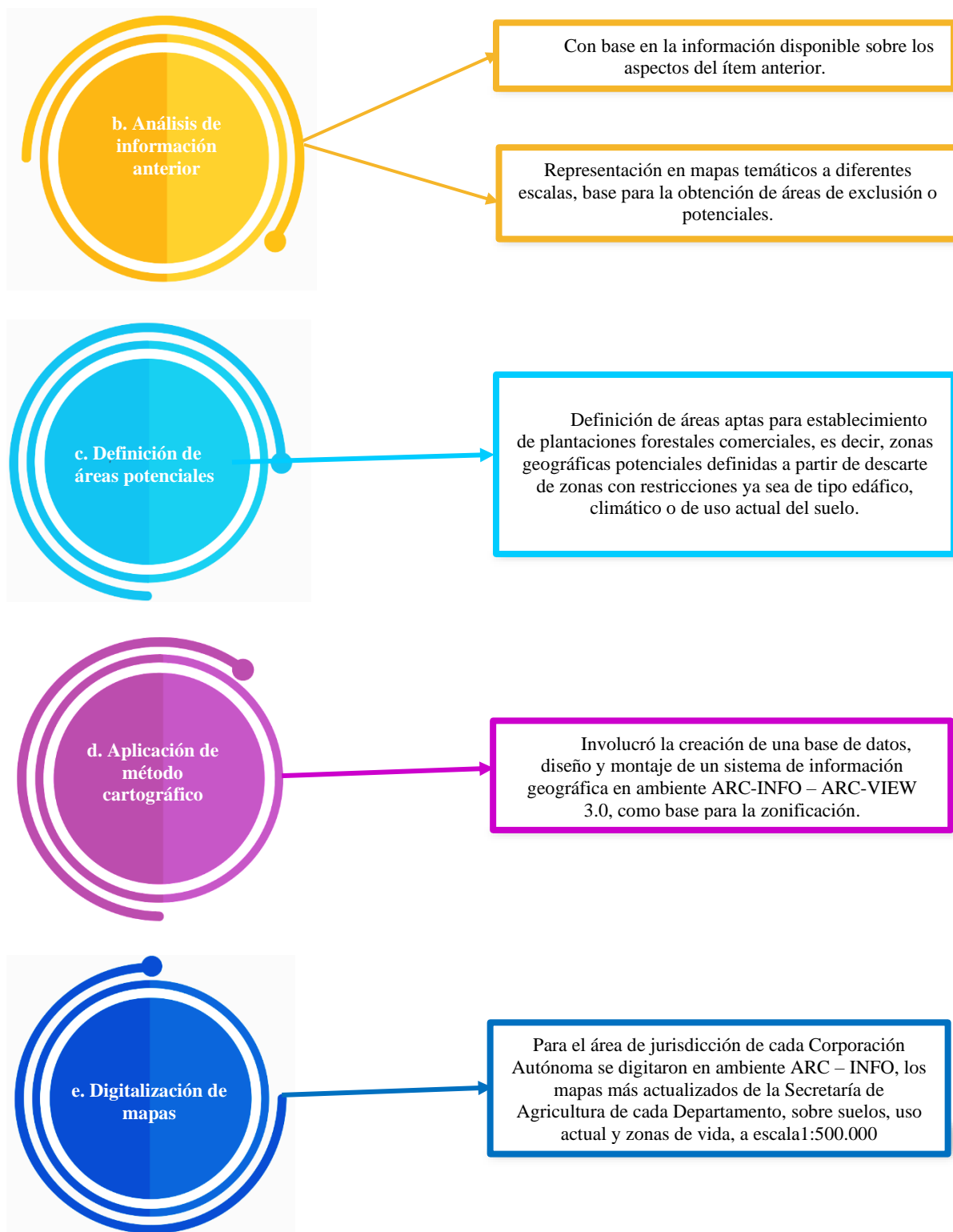
- Si un área se reporta como restringida legalmente, es catalogada como excluida, predominando su clasificación de forma independiente a la aptitud identificada en los diferentes criterios.
- Los territorios colectivos de comunidades étnicas y campesinas, en donde se aplique la normatividad ya sea de tipo ambiental, social o cultural, deben ser analizadas de forma diferencial a fin de proteger el patrimonio cultural, material e inmaterial del país.
- Son áreas excluidas de las categorías de aptitud aquellas áreas ocupadas con bosques naturales u otro tipo de cobertura natural o que hayan sido sometidas durante los últimos cinco años a procesos de deforestación.
- Las áreas dedicadas a pastos para el sector ganadero, pueden ser priorizadas dentro del marco de zonas con vocación forestal, siempre y cuando se tenga la disposición de reconversión a otros sistemas productivos.
- La reforestación comercial promoverá el respeto ambiental siempre y cuando haya inclusión de buenas prácticas establecidas en los planes de manejo.
- Serán excluidas para la implementación de reforestación comercial, las áreas en riesgo natural o con potencial como los ecosistemas estratégicos para la prestación de servicios ecosistémicos como lo son los páramos, subpáramos, rondas hídricas, bosques, zonas de recarga de acuíferos, etc.
- La inclusión de nuevos criterios que permitan la zonificación forestal comercial, dependerá de la disponibilidad de información oficial, facilitada por las entidades legalmente encargadas del tema.

- La base para la elaboración del mapa de zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales para Colombia, será la información secundaria proveniente de entidades oficiales. La zonificación debe ser actualizada cada cinco años mediante un proceso sistemático que facilite el proceso.

2.5 Antecedentes

La Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal - CONIF, ha liderado los procesos de zonificación forestal en diferentes departamentos como Antioquia, Caldas, Córdoba, Cauca, Valle del Cauca, Cundinamarca, Magdalena, Nariño, Santander, Tolima, Quindío, Risaralda, Santander, Norte de Santander y en la región de la Orinoquia. Su metodología se basa en la selección de núcleos o áreas con potencial forestal, evaluando criterios biofísicos, socioculturales y de accesibilidad (Figura 2).





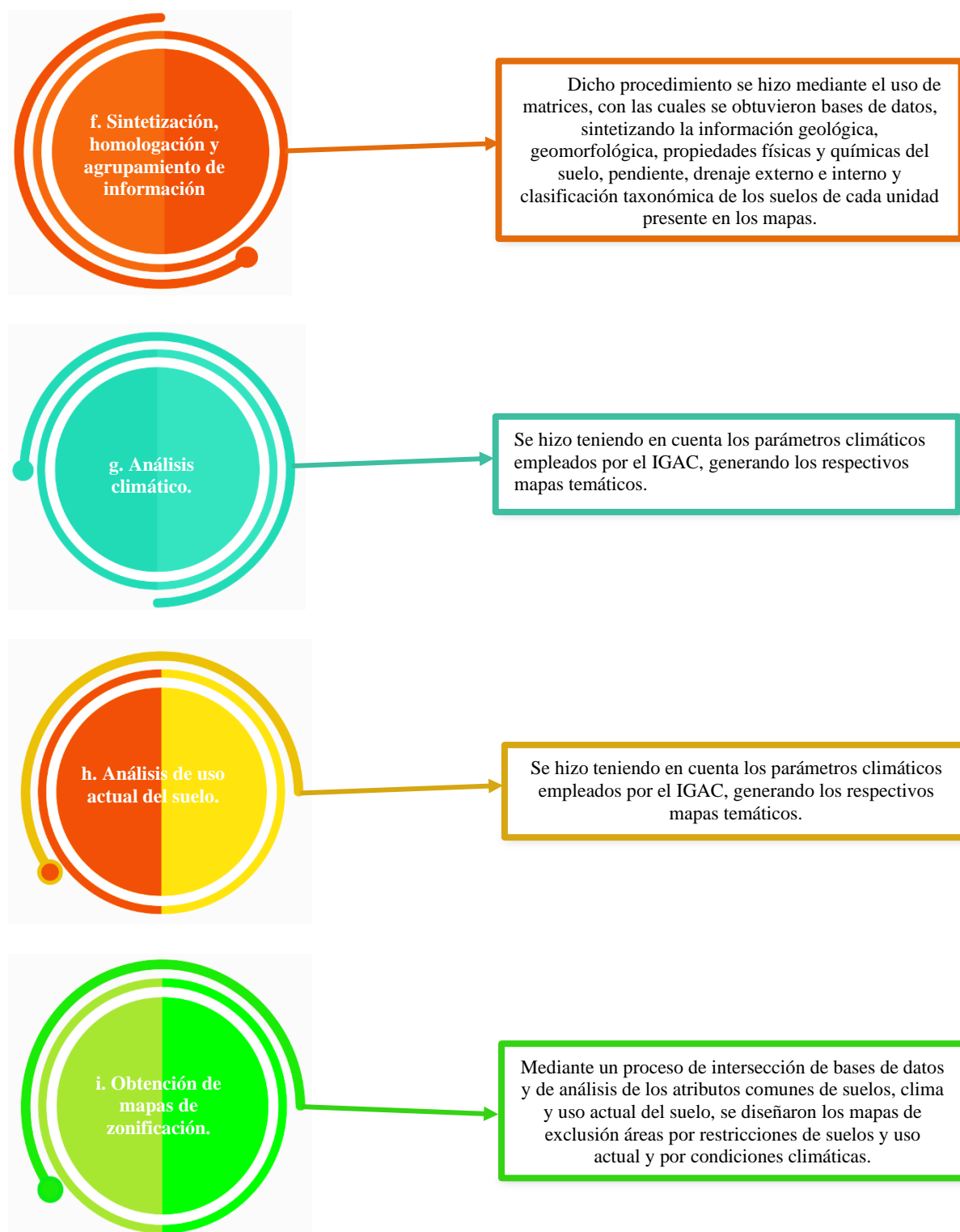


Figura 2. Metodología para la determinación de áreas potenciales para reforestación comercial establecida por CONIF. (Fuente: CONIF, 1998).

En la tabla 3, se detallan los aspectos metodológicos empleados de manera puntual para el departamento del Magdalena, así como los resultados obtenidos.

Posteriormente, en el marco del Convenio específico de cooperación 920 del 14 de diciembre de 2004, celebrado entre La Corporación Autónoma Regional del Cauca – CRC y CONIF; se definieron los criterios de focalización para la selección de núcleos forestales para el desarrollo de proyectos productivos y doble propósito, zonas de conservación, restauración y exclusión a plantaciones y actividades relacionadas con la ordenación y manejo de la Cuenca Alta del Río Cauca. Para ello se tuvieron en cuenta criterios como el tamaño del área, condiciones biofísicas (topografías fuertemente quebradas, pendientes superiores al 30%, etc.), uso actual del suelo, disponibilidad de mano de obra, condiciones de accesibilidad, convirtiéndose en uno de los factores más influyentes en los costos de establecimiento y aprovechamiento o cosecha del bosque, incrementando la rentabilidad del proyecto o, por el contrario, puede convertirlo en inviable.

Los factores climáticos, específicamente la disponibilidad de agua y temperatura, están directamente relacionados con los requerimientos ambientales de las especies a establecer. Lo anterior, junto con la disponibilidad de suelos de aptitud forestal, permiten la existencia de una oferta de tierras que pueden ser utilizadas para el establecimiento de nuevas plantaciones.

La metodología inicia con la cuantificación de la eficiencia de diversos factores que intervienen en la elección y selección de áreas con vocación forestal, específicamente para la implementación de plantaciones forestales con fines comerciales. Se estableció una escala de evaluación de 1 – 10, siendo el máximo valor para las condiciones óptimas para la actividad

forestal. Realizada la calificación de las variables se totaliza por cada factor y se analiza de acuerdo a las categorías de la tabla 4.

Tabla 3. Aspectos excluidos para cada ítem evaluado y áreas potenciales para reforestación comercial en el Departamento de Magdalena.

Resultado	Áreas excluidas e incluidas
Exclusión por tipo de suelos	<p>Suelos mal drenados, poco evolucionados, desarrollados en áreas depresionales e inundables.</p> <p>Suelos de playas, barras marinas y otras formas litorales, mal drenados con presencia alta de sales.</p> <p>Suelos de clima frío húmedo y muy húmedo, en relieve quebrado, poco a moderadamente evolucionados, desaturado.</p> <p>Suelos de clima muy frío y muy húmedo (páramos), en relieve ondulado a quebrado, poco a moderadamente evolucionados y desaturados.</p> <p>Suelos de pisos, niveles en relieve quebrado a escarpado, poco evolucionados. Asociaciones con afloramientos rocosos.</p>
Exclusión por aspectos climáticos	<p>No se tuvo en consideración esta variable climática como elemento de exclusión debido a que las zonas que presentaron menor rango de precipitación fueron clasificadas entre 500 a 1.000 mm, variable que no sería restrictiva para el desarrollo de las plantaciones forestales; no se encontraron áreas con precipitaciones inferiores a 500 mm.</p>
Exclusión por tipos de uso del suelo	<p>Vegetación Xerofítica.</p> <p>Bosques Intervenidos y Bosque primario.</p> <p>Áreas con cultivos productivos como: banano, plátano, palma africana, maíz, café y yuca.</p> <p>En el caso específico del departamento, los parques nacionales naturales Tayrona, Isla de Salamanca, el Santuario de Fauna y Flora, Ciénaga Grande de Santa Marta, y compartiendo con los departamentos de La Guajira y Cesar el Parque Nacional Natural y la Sierra Nevada de Santa Marta.</p> <p>Pantanos y ciénagas.</p>

	<p>Páramo y nieve.</p> <p>Áreas con aptitud forestal por encima de 2.800 msnm por considerarse como límite altitudinal y biofísico para el desarrollo de plantaciones comerciales.</p> <p>Accidentes orográficos como la Sierra Nevada de Concha. Santa Marta, inmenso macizo aislado del sistema montañoso andino, que se levanta en la parte más septentrional del departamento; el litoral en este sector es muy accidentado, donde sobresalen los cabos La Aguja, San Agustín, San Juan de Guía; las puntas Betín, Brava, Castillete, Cal y Gaira; las bahías de Santa Marta y Taganga y la ensenada de Concha.</p>
<p>Áreas aptas para el establecimiento de plantaciones comerciales</p>	<p>Las áreas potenciales para la reforestación abarcan una extensión de 893.412 ha, las cuales presentan similitud en las condiciones climáticas, edáficas y de uso actual del suelo actual.</p> <p>Zona Sur: La zona sur del departamento que se encuentra en un rango de alturas entre 50 y 200 msnm, posee un área aproximada de 508.612 ha, potenciales para la reforestación comercial y, por la cercanía al río Magdalena como medio de transporte para llevar productos y subproductos de las plantaciones forestales, la convierten en un núcleo forestal con gran potencial para el desarrollo de reforestaciones comerciales; en esta zona se ubican los municipios de Guamal, San Sebastián de Buena Vista, San Zenón, Santa Ana, y Ariguaní (El Difícil).</p> <p>Zona Bananera: La Zona Bananera se encuentra en un rango de alturas entre 20 y 200 msnm. Posee un área aproximada de 137.116 ha potenciales para la reforestación comercial, lo que la convierte en un núcleo forestal con gran potencial para el desarrollo de reforestaciones comerciales dada la cercanía al puerto de Santa Marta y poseer una adecuada infraestructura vial que le permite un adecuado y fácil transporte de los productos y subproductos de las plantaciones forestales; aunque habría un pequeño limitante por la presencia de suelos salino sódicos que pueden restringir un poco la selección de las especies forestales a establecer. En esta zona se ubican los municipios de Aracataca, Fundación, Pueblo Viejo y Santa Marta.</p> <p>Zona Noroccidental: Ubicación La parte Noroccidental del departamento, está situada en el extremo occidental del departamento, limitando con el río Magdalena. Esta situación geográfica le permitiría utilizar esta vía fluvial para el transporte de los productos y subproductos de plantaciones forestales; esta zona se encuentra en un rango de altura que oscila entre 50 y 200 msnm. Tiene una superficie de 247.684 ha, potenciales a ser</p>

reforestadas comercialmente. A esta zona corresponden los municipios de Pivijay, Salamina, Remolino, Sitionuevo, Pedraza y Chivolo.

Fuente: CONIF, 1998.

Tabla 4. *Categorías para la interpretación de la puntuación de los factores evaluados para la determinación de áreas con potencial forestal.*

Categoría	Características
40 a 100 puntos	Núcleos con aptitudes buenas para reforestación comercial. Estarían caracterizados por zonas con pendientes que pueden fluctuar entre 12 y 25%, suelos francos a francos arcillosos, precipitación mayor a 1.300 mm, dos temporadas de lluvias bien marcadas y una adecuada distribución de lluvias, más de 9 horas de sol al día, las coberturas vegetales existentes son las gramíneas y rastrojos bajos, con predios en su mayoría localizados a orilla de carreteras secundarias y/o principales, con extensiones de tierra que se pueden consolidar subnúcleos de 1.000 a 2.000 ha y estar ubicados a menos de 50 km de un centro de consumo y/o comercialización.
30 a 40 puntos	Núcleos con aptitudes aceptables para la reforestación comercial.
20 a 30 puntos	Áreas con aptitudes con interrogantes para reforestación comercial.
10 a 20 puntos	Áreas con escasas posibilidades para reforestación comercial.
10 a 10 puntos	Áreas con remotas posibilidades para reforestación comercial.
0 puntos	Áreas descartadas para reforestación comercial, que corresponde a la categoría cinco, es la mínima que podría ser considerada como elegible para realizar proyectos de reforestación productora-protectora, porque llega a un punto de equilibrio donde se puede tomar la decisión de realizar o no hacer un proyecto con una utilidad más baja, pero que no generaría pérdidas a los inversionistas.

Fuente: CRC - CONIF, 2004.

De acuerdo con PROEXPORT Colombia (2012), el país cuenta con un potencial de más de 17 millones de hectáreas con aptitud forestal, las cuales no invaden al bosque nativo ni a zonas agrícolas. Para el caso del Departamento del Magdalena, el cual hace parte de la Región

Caribe y Alto Magdalena (una de las 3 regiones potenciales para el desarrollo de la actividad forestal), se cuenta con una extensión de 500.166 ha sin restricciones y 194.942 con restricciones menores.

Las apuestas productivas del Departamento del Magdalena se agrupan en tres grandes áreas: Servicios de logística y transporte de mercancías, turismo y área agroindustrial y agropecuaria. Esta última requiere un incremento en las actividades tradicionales de la economía departamental, así como la promoción de actividades nuevas que involucren cultivos como los cítricos, cacao, flores tropicales, plantas medicinales y plantaciones forestales, dentro de las más importantes (Cámara de Comercio de Santa Marta para el Magdalena, 2017).

El 41% del territorio del Departamento del Magdalena, se encuentra clasificado en la categoría de amenaza por falta de suelo, es decir, casi la mitad de los suelos son frágiles y responden a cambios producidos por actividades humanas, que en últimas conllevan a la degradación de los mismos. Por otra parte, el 23% del área está catalogada como suelos con amenaza alta de desertificación a causa de procesos antrópicos (ganadería, monocultivos, quemas, talas, etc.) y cambio climático, los cuales han diezmando la capa vegetal original, modificando el paisaje (sabanización), empobreciendo los suelos (suelos jóvenes muy frágiles), modificando las tierras con el continuo pisoteo del ganado (compactación) y cultivando especies no propias de estos ecosistemas (monocultivos de palma de aceite) (CORPAMAG & Universidad del Atlántico, 2017).

La Unidad de Planificación Rural y Agropecuaria diseñó la Región Administrativa y de Planificación Caribe (RAP Caribe), la cual cuenta con 8 departamentos (Guajira, Atlántico, Magdalena, César, Bolívar, Sucre, Córdoba y Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa

Catalina; con un 25% del área nacional) y 13.201.298 ha equivalentes al 12% del territorio nacional, de las cuales el 56% del suelo se usan de manera inadecuada, con un 27% (3.662.223ha) sobreutilizadas y el 29% (3.888.947 ha) están siendo subutilizadas.

Específicamente para el departamento del Magdalena, los suelos presentan vocación agrícola en un 50,8%, ganadera (9,2%), forestal de producción (1.9%) y agroforestal (4.5%); sin embargo, el uso que se le está dando corresponde a: 9.0% para agricultura, 51.2% pastoreo, 0.6% en bosques forestales de producción y un 7.2% con superficies de agua; generando conflictos de uso como: 34% (774.820 ha) con uso adecuado; 24% sobreutilizados (559.409 ha) y el 41% (958.515 ha) están siendo subutilizados (Ministerio de Agricultura - Unidad de Planificación Rural Agropecuaria - UPRA, 2018).

2.6 Descripción de las especies forestales establecidas en la UOLG

2.6.1 *Tectona grandis* L.f.

Es originaria del sudeste asiático (India, Myanmar, Java, Indochina, Tailandia y Laos). Su rango de distribución geográfica natural, oscila entre los 12 y 25° de latitud norte y 73 a 104° de longitud.

- **Clasificación taxonómica:** *T. grandis*, es un árbol perteneciente a la familia Lamiaceae según la clasificación de la APG III (Angiosperm Phylogeny Group) (Figura 3). El género *Tectona* proviene del griego tekton (carpintero, trabajador de la madera), del portugués teca, malayalam y tamil tekka o tekku, tekku; según otra fuente, de tekkai, su nombre en Malabar, India (Mari, 2016) y el epíteto latino *grandis* grande, hace referencia

a su gran porte. El nombre de la familia tiene su origen en el género *Lamium* L., que en griego significa “gola”; aludiendo a la exclusiva forma de las flores de sus especies (González, s.f.).

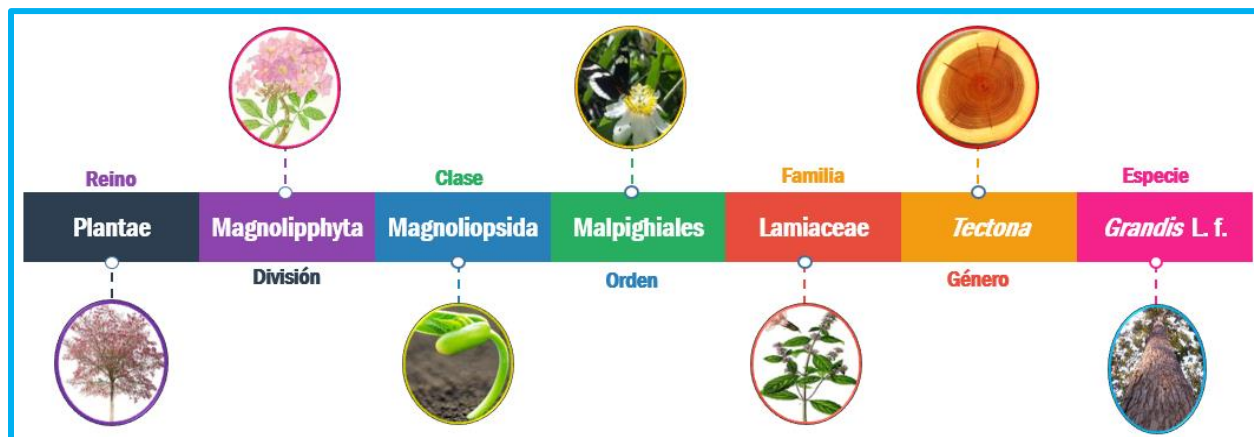


Figura 3. Clasificación taxonómica de *Tectona grandis* L. f. (Fuente: Integrated Taxonomic Information System – ITIS, 2019, adaptado por el autor, 2019).

- Descripción botánica:** Posee fuste recto, corteza fisurada de color café claro, desprendible en placas y ramas plagiotrópicas, raíz pivotante, hojas simples que alcanzan los 85 cm de largo y 50 cm de ancho, filotaxia opuesta, decusada y peciolo gruesos, ramas juveniles cuadrangulares. Las inflorescencias son en panículas terminales de 40 cm hasta 1 m de largo, conformadas por flores blancas o amarillas. Frutos subglobosos, más o menos tetrágonos, aplanados, con exocarpo delgado y tomentoso, óseo, con cuatro celdas que encierran de 1 a 2 semillas de aproximadamente 5 mm de largo (figura 4). (Little & Dixon, 1969; Manual de productores de teca *Tectona grandis* L. f., en Costa Rica, 2003).



Figura 4. Detalle de *Tectona grandis* L. f. (Fuente: El autor, 2019).

- Crecimiento y rendimiento:** Durante los dos primeros años, *T. grandis* presenta un alto incremento en altura hasta de 2 m/año, alcanzando un turno biológico en Colombia, aproximadamente a los 6 años de edad. En cuanto a volumen, se da un crecimiento rápido que culmina alrededor de los 20 años. Después de dicha edad, el valor de la madera aumenta principalmente por la ampliación del duramen (Restrepo, 2010). Las tasas de rendimiento oscilan entre 11 a 15 m³/ha/año en suelos de buenos a regulares. En la UOLG, el volumen por hectárea a 2016 mostró valores promedios de 76,4 m³ (CONIF, 2002). Para el Departamento de Córdoba, plantaciones de 8,4 años de edad, presentaron un Incremento Medio Anual – IMA de volumen 5,1 m³/ha/año y volúmenes de 43,5 m³/ha. El diámetro medio fue de 16,1 cm, una altura total 20,4 m y áreas basales de 19,5 m²/ha (Vergara, Cardona, Murillo, Jarma & Araméndiz, 2013). Restrepo (2010), reportó un IMA estimado para la especie con modelos de efectos mixtos no lineales, entre 18,2 y 33,9 m³/ha/año. Henao en 1982, registró un valor máximo de IMA de 15,0 m³/ha/año.
- Mercado:** Los países asiáticos son los principales productores (con más del 40% de las plantaciones mundiales) y comercializadores de maderas tropicales, acumulando el 88%

de las existencias mundiales. En los últimos años, la demanda interna de dichos países ha incrementado considerablemente, lo cual ha conllevado a la importación de madera proveniente de África y América Latina, la cual tiene un precio inferior por metro cúbico (Maldonado & Louppe, 2000).

2.6.2 *Gmelina arborea* Roxb

Especie originaria del sureste de Asia, de países como India, Nepal, Bangladesh, Sri Lanka, Paquistán, Malasia y el sureste de China (CONAFOR, 2015). En América Tropical se conoce como melina (Rojas, Arias, Moya, Meza, Murillo & Arguedas, 2004).

- **Clasificación taxonómica:** El género *Gmelina* fue atribuido al geógrafo y botánico alemán Johann Georg Gmelin (1707-1755) y la especie *arborea*, que tiene hábito arbóreo (González, s.f.; Mari, 2016). Según la APG III, la *Gmelina arborea* (Roxb.) obedece a la clasificación taxonómica relacionada en la figura 5.

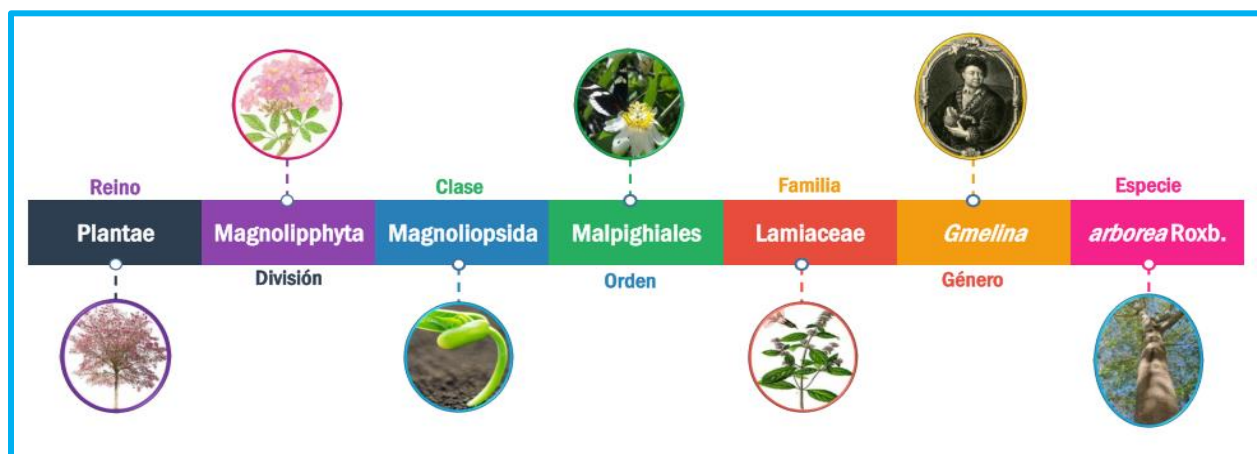


Figura 5. Clasificación taxonómica de *Gmelina arborea* (Roxb). (Fuente: Integrated Taxonomic Information System – ITIS (2019), adaptado por el autor, 2019).

- **Descripción botánica:** Árbol cilíndrico y monopódico que alcanza alturas hasta de 30 m y un diámetro normal de 120 cm. Corteza externa es lisa, de color gris – blanquecino, con lenticelas; la corteza interna amarillenta que se oxida al entrar en contacto con el aire. En sitios con limitaciones desarrolla una raíz superficial. Hojas son simples, opuestas, dentadas, grandes de 10 a 25 cm de largo y 5 a 8 cm de ancho, oval-acuminadas y base cordada. Presenta flores numerosas dispuestas en cimas dicásicas terminales, de color amarillento-pardo. Frutos en drupas carnosas, ovaliforme, de color verde brillante que se tornan a amarillo al madurar, de 2,0 a 2,5 cm de longitud, que albergan entre 1 a 4 semillas elipsoidales (figura 6) (Rojas, Arias, Moya, Meza, Murillo & Arguedas, 2004).
- **Crecimiento y rendimiento:** El rendimiento de la producción total de *Gmelina arborea* está cercano a los 160 m³/ha de madera para astilla a los 12 años y 95 m³ entre los raleos, a los 3 y 7 años (CONIF, 2002). Monterrey Forestal, ha establecido un turno de plantación de 12 años durante los cuales se producen entre 150 y 220 m³/ha (excluyendo la corteza), con una productividad anual de 15 m³/ha (Greenwood Resources, INC, 2015). En áreas óptimas la especie se desarrolla rápidamente con un promedio de crecimiento en altura de 1 a 2 m y de diámetro normal superior a 1,5 cm anuales. Por el contrario, en zonas con limitaciones la altura promedio a los 10 años alcanza unos 4 m, con diámetros de 10,9 cm (Wang, 2004). Urrego (2004), determinó que las altas precipitaciones de la zona sur del país (> 2000 mm) son una seria limitante comparadas con los valores bajos registrados en la parte norte (1200 a 1500 mm), obteniéndose rendimientos de 15,5 y 37,1 m³/ha/año respectivamente.

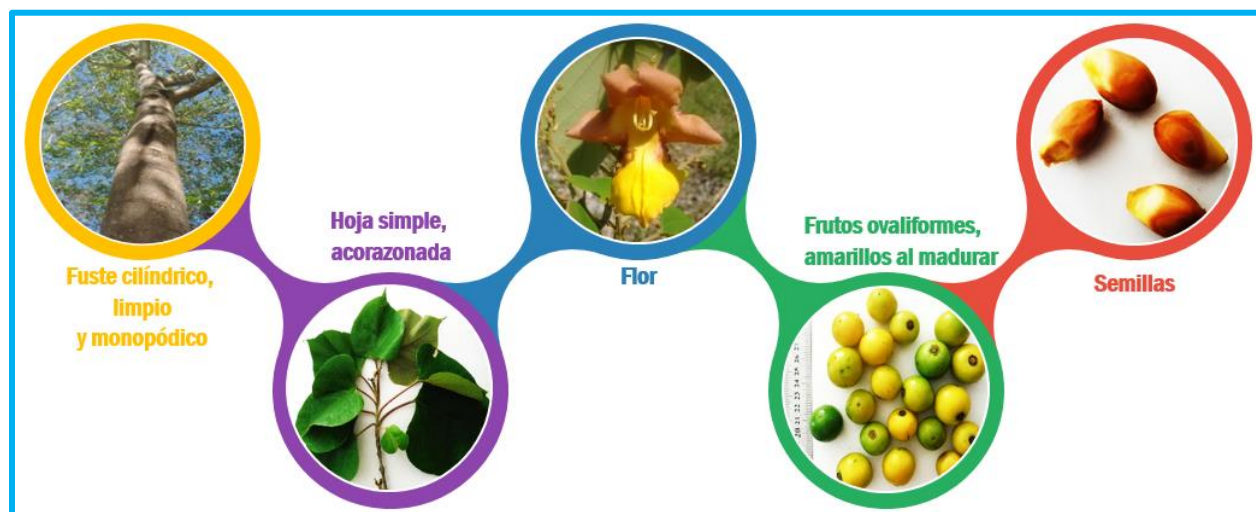


Figura 6. Detalle de *Gmelina arborea* (Roxb). (Fuente: El autor, 2019).

- Mercado:** De acuerdo con los cálculos de rentabilidad económica, la especie presenta un 18,7% en un turno de 12 años. En caso de acceder al Certificado de Incentivo Forestal – CIF, la rentabilidad incrementa en un 8,1%, alcanzando una tasa del 26,8%, siendo este un valor aceptable para este tipo de inversiones a largo plazo. Internacionalmente y nacionalmente, *G. arborea* es utilizada para la obtención de pulpa para papel y tableros aglomerados, debido a su mediana dureza (Rojas, Arias, Moya, Meza, Murillo & Arguedas, 2004).

2.6.3 *Eucalyptus tereticornis* Sm.

El género *Eucalyptus* proviene del griego para bien, bueno y cubierta, haciendo referencia a que los lóbulos del cáliz y los pétalos se unen para formar una tapa u opérculo, que cubre los estambres cuando están en la etapa de capullo y cae cuando la florecilla abre. El prefijo *eu* también significa verdadero: cubierta verdadera (Mari, 2016). La especie *tereticornis* de *teres*, *teretis*

redondo y liso, cuerno cónico y cornudo: con cuernos lisos y cónicos, referencia al aspecto del opérculo largo de los capullos o flores (Acta Plantarum, 2007).

Su distribución geográfica está en países como Australia, sobre la costa oriental desde los 6° a 38° de latitud sur, más exactamente desde Victoria hasta Queensland; en Papúa – Nueva Guinea (CATIE, 1986). Desde mediados del siglo XIX fue introducida a países tropicales y subtropicales de Asia, África y América del Sur (CATIE, 1986; NAS, 1984).

- **Clasificación taxonómica.** La figura 7 relaciona la clasificación taxonómica de la especie.
- **Descripción botánica.** Especie de rápido crecimiento, muy empleada como leña y madera rolliza. Presenta gran porte, alcanzando una altura entre 30 a 45 m, de fuste recto, cilíndrico, de base recta, de 1 a 2 m de diámetro, con corteza lisa, blanquecina, desprendible en placas. La madera es de color rojo con albura amarillenta. Copa grande y poco densa. En plantaciones desarrolla poca ramificación (CATIE, 1986). Hojas simples, opuestas cuando jóvenes y alternas al madurar, lanceoladas de color verde brillante, glabras tanto en el haz como en el envés, presentan nerviación broquidódroma (CATIE, 1986). Flores blancas en umbelas simples ubicadas en la base de las hojas. Las yemas florales presentan una base semirredondeada y una tapa delgada y alargada de forma cónica, parecida a un cuerno, del cual se deriva el nombre de la especie. Los frutos son cápsulas seminales que albergan semillas pequeñas y delgadas (CATIE, 1986) (figura 8).

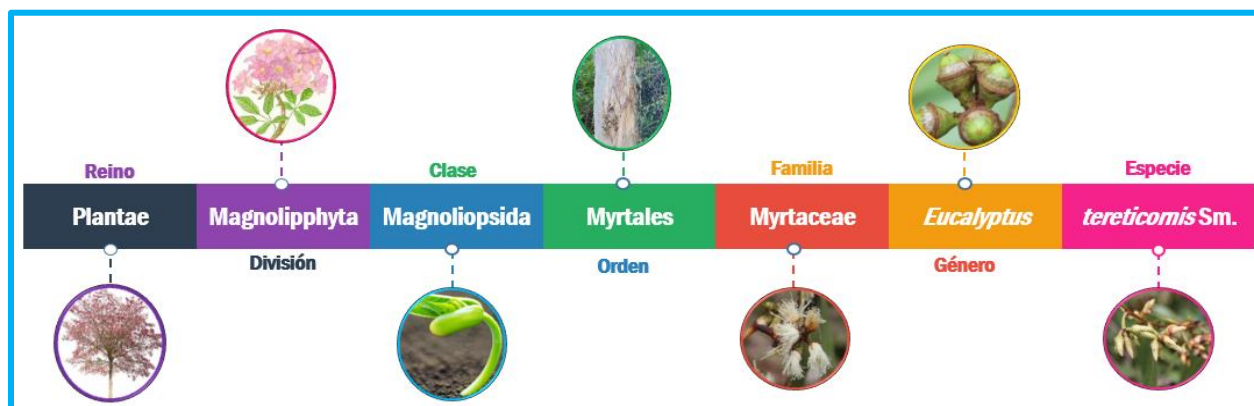


Figura 7. Clasificación taxonómica de *Eucalyptus tereticornis* Sm. (Fuente: Integrated Taxonomic Information System – ITIS, 2019, adaptado por el autor, 2019).

- Crecimiento y rendimiento:** *E. tereticornis* tiene un alto potencial de crecimiento. En zonas secas tropicales del Departamento del Magdalena se ha obtenido un rendimiento promedio a los siete años de 87,5 m³/ha, equivalente a 12,5 m³/ha/año. En el Departamento de Córdoba, ha mostrado alturas superiores a 7 metros con diámetros a la altura del pecho (DAP) de 5,6 cm (CONIF, 2002). El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia (2009), reporta rendimientos de 20 m³/ha/año con turnos entre los 8 y 12 años de edad.

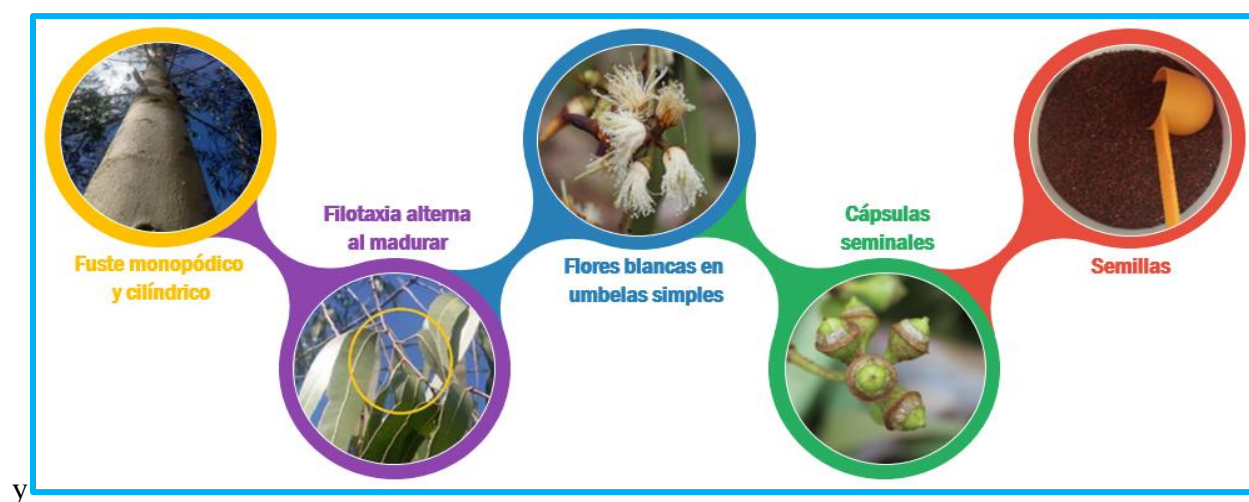


Figura 8. Detalle de *Eucalyptus tereticornis* Sm. (Fuente: El autor, 2019).

3. Metodología

3.1 Metodología para la caracterización del área de estudio

3.1.1 Localización, extensión y límites.

La localización del área se realizó mediante la consulta de shapfiles con los mapas físicos de los departamentos, municipios del país (descargados de la página web del Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIGOT) y los corregimientos. Sumado a ello, se tomó un track del perímetro del predio con GPS Garmin Etrex 60Cs y la nube de puntos fue transformada en el Programa Garmin Mapsource. Posterior a ello, se ingresaron los datos para la creación de shapefiles de puntos, líneas y polígonos (capas vectoriales) al Programa Arcgis-ArcMap 10.3 en coordenadas planas UTM con el Datum Magna-Sirgas Colombia, Bogotá 3116. Se capturó una imagen de los predios aledaños a la UOLG del portal del IGAC (Mapa de Sistema Nacional Catastral: <http://geoportal.igac.gov.co/es/contenido/mapa-de-sistema-nacional-catastral>), la cual fue georreferenciada a la capa del límite del predio y posteriormente se creó un shape con toda la información anteriormente mencionada y se corrigieron los puntos con las coordenadas del Mapa Catastral. La ubicación espacial del Predio La Gloria se realizó con un track de los límites con otros predios, dando una ubicación geográfica en el Norte del Municipio de Sabanas de San Ángel.

3.1.2 Fisiografía y relieve.

La fisiografía y pendiente del proyecto se determinó gracias al archivo tipo TIN (Triangulated Irregular Network - Red de Triangulación Irregular), generado a partir de la imagen satelital tomada el día 20 de febrero de 2019 por el Satélite Landsat 8 y descargada el día 5 de Julio del presente año del portal <https://glovis.usgs.gov/app>; adquiriéndose información como paisajes, drenajes, cobertura del suelo y elevación.

Mediante el TIN se creó un Modelo de Elevación Digital (DEM – Digital Elevation Model, expresión en inglés) para extraer los datos de las curvas de nivel capturadas por la imagen satelital y confirmado por la nube de puntos tomados en campo. De acuerdo a la información obtenida con las curvas de nivel se hizo un shape para cota cada 10, 20 y 50 metros de distancia. El TIN se convirtió en una imagen ráster, la cual fue reclasificada y expresada en valor porcentual, para ello se tuvo en cuenta la clasificación relacionada en el manual de códigos de atributos para levantamientos de suelos y tierras (IGAC, 2000), la cual varía según el tipo de pendiente. En Break Values se ingresaron los valores máximos de cada rango de pendiente (3, 7, 12, 25, y 30,6%, este último incluyó los datos superiores al 25% hasta el valor máximo en classification statistics que es precisamente 30,6%). En la figura 9 se muestra el proceso anteriormente mencionado.

El archivo en formato ráster con los 5 rangos de pendiente se transformó a tipo vectorial (polígono), con la finalidad de añadir información, calcular áreas para cada uno de los tipos de pendientes y relieves, y realizar el mapa.

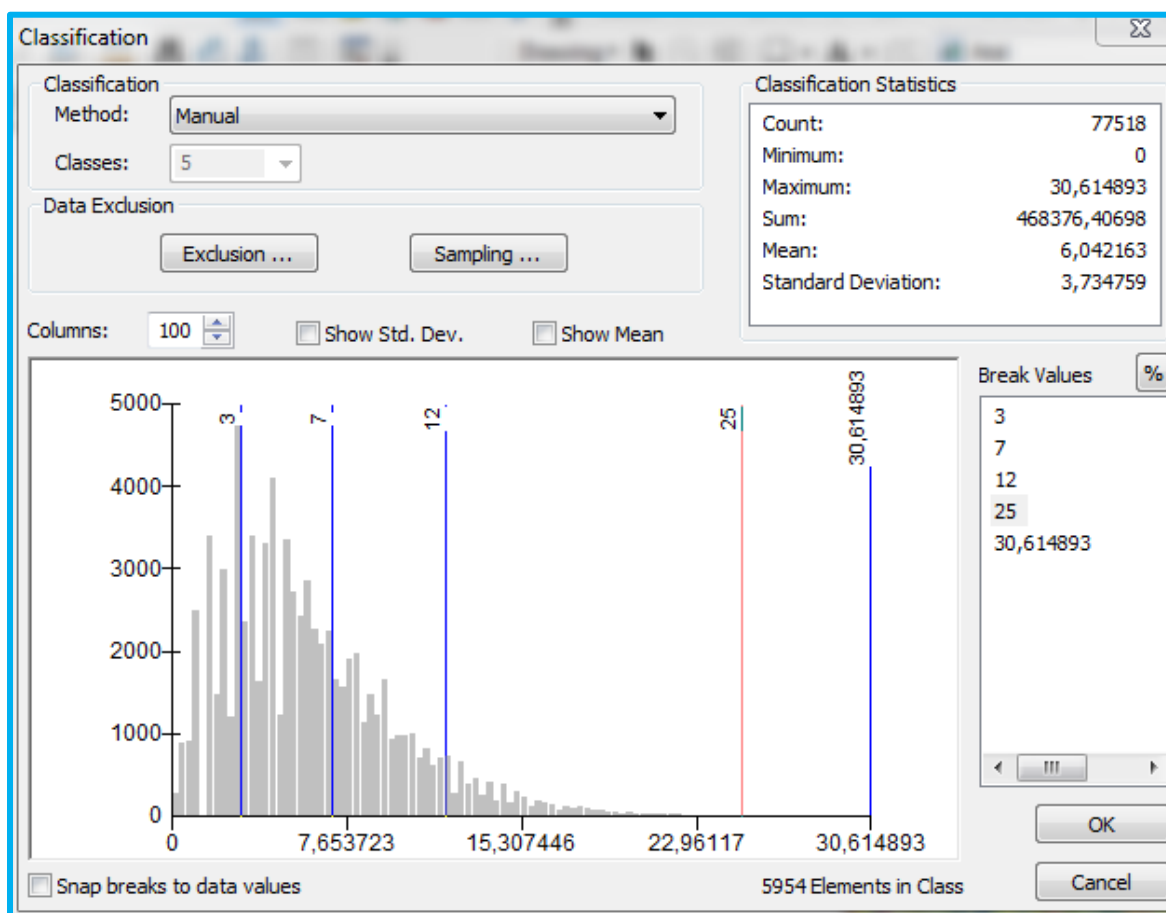


Figura 9. Cambio de los valores originales en Break Values, por los rangos máximos de pendiente establecidos por el IGAC. (Fuente: El autor, 2019).

3.1.3 Régimen climático y zona de vida.

Para el análisis de precipitación se tuvo en cuenta la información registrada por 13 pluviómetros instalados a diferentes alturas sobre el nivel del mar (m.s.n.m) dentro del área efectiva de la UOLG (tabla 5), para un periodo de 9 años, comprendido entre 2008 y 2016. La precipitación media anual (2008 – 2016), se obtuvo a través del cálculo de isoyetas para el área que abarca el proyecto con el programa Arcgis; interpolando los datos de precipitación interanual conocidos para las estaciones dentro del área de interés y así, predecir los valores para los puntos desconocidos.

Tabla 5. Localización y valores de precipitación interanual para cada pluviómetro ubicado dentro del UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Código	Pluviómetro	Altitud (msnm)	Coordenadas geográficas		Media anual interanual (mm)
			Latitud	Longitud	
P-01	Casa de Zinc	136,2	10° 7'35.01"N	74°14'55.22"W	1145,9
P-02	Contrabando	173,9	10°12'53.16"N	74°16'25.69"W	1324,8
P-03	El Rincón	127,6	10°14'37.77"N	74°18'20.37"W	1376,4
P-04	La Divisa	145,2	10°11'24.48"N	74°20'15.05"W	1314,4
P-05	La Gloria	167,3	10°10'23.62"N	74°19'25.91"W	1414,0
P-06	La Respuesta	144,8	10° 9'8.87"N	74°16'3.69"W	1234,3
P-07	La Unión	118,1	10°12'27.35"N	74°20'29.68"W	1274,7
P-08	Las Virtudes	169,0	10°11'1.98"N	74°17'55.46"W	1392,7
P-09	Lote 315 a	162,0	10° 9'4.59"N	74°15'2.99"W	1185,2
P-10	Lote 507b	168,3	10°11'57.95"N	74°17'48.82"W	1331,3
P-11	Nuevo Ejemplo	160,0	10° 9'47.82"N	74°14'59.98"W	1257,9
P-12	Pacho Lobo	154,7	10°10'12.64"N	74°20'28.53"W	1284,0
P-13	Tranquilidad	179,3	10°14'6.55"N	74°16'43.75"W	1331,4
Media anual general (mm)					1297,5

Fuente: El autor, 2019.

Aunque el método de interpolación recomendado para temas de pluviometría es spline, se optó por el método de interpolación ponderación de distancia inversa (IDW), debido a que fue el único que abarcó los valores mínimos y máximos registrados por cada una de las estaciones, evitando el sesgo en la información.

Para hallar los valores precipitación media mensual se realizaron los mismos procesos para calcular la precipitación media anual; pero con los valores de precipitación dados por cada una de las estaciones, correspondientes a cada mes. Se consultó en el geovisor institucional del IDEAM la temperatura media anual, comprendida entre los años 1981 a 2010 la cual está en un rango de 26 a 28 °C.

3.1.4 Hidrografía.

Por medio del ráster obtenido del portal de Geosur (<https://www.geosur.info/geosur/index.php/es/geosur-aplicaciones/servicio-de-procesamiento-topografico>), se identificaron las depresiones del área de la UOLG usando la herramienta Hydrology de ArcGis-ArcMap con el objetivo de extraer los datos de las zonas de escorrentía de caída por gravedad sobre la superficie con la función Flow Direction (Flujo de Dirección), mostrando la dirección de los drenajes dentro del predio y sus alrededores. Posteriormente con la herramienta de Map Algebra (unidad calculadora) se indicó la cantidad de drenajes requeridos de acuerdo al orden, obteniendo una nueva imagen ráster. Seguidamente, se convirtió en un shape de polilíneas indicadoras de las quebradas, drenajes o arroyos, los cuales fueron comparados con el portal del IGAC (Mapa del Sistema Nacional Catastral), confirmando los nombres de las fuentes hídricas presentes en la UOLG.

3.1.5 Geología.

La información empleada para la realización de la geología del área de estudio fue la suministrada por Sistema Geológico Colombiano (2015), descargada de la página web <https://www2.sgc.gov.co/ProgramasDeInvestigacion/Geociencias/Paginas/MapaGeologico.aspx>.

Obtenido el shape se ingresó en Arcgis junto con el polígono del predio. Seguidamente se aplicó la función Geoprocessing, utilidad Clip; extrayendo únicamente la información registrada para el proyecto.

3.1.6 Uso actual del suelo.

Para la ubicación espacial de las unidades de uso del suelo presentes dentro de la UOLG, se hicieron salidas de reconocimiento (demarcación de tracks) y se empleó la información actualizada de los lotes plantados y aprovechados años tras año, creando dos capas: La primera capa indicó el uso actual del suelo ocupado por sistemas productivos (plantaciones) y la segunda, correspondió a otros usos como drenajes, regeneración natural, vías, campamentos y represas. Usando un corte con la herramienta Erase de la caja de herramientas de ArcMap, se superpusieron las vías, represas y drenajes sobre la regeneración natural y los lotes; cortando las áreas de intercepción; extrayendo las zonas de cada uso sin repetir el mismo espacio; teniendo en cuenta que las vías y drenajes se demarcaron con un búffer de 4 metros de ancho, mientras que a los campamentos y el vivero se les delimitó un área de influencia de 30 metros de diámetro, exceptuando el Campamento La Gloria, el cual cubre 2,7 ha. A continuación, se usó la herramienta Unión del Geoprociamiento de ArcMap, para agrupar la información de otros usos

como capa única frente a la de los lotes. La herramienta Erase permitió hacer un corte a partir de la primera capa sobre la segunda, obteniendo el área real en hectáreas para todos los usos.

3.1.7 Uso potencial del suelo.

Se empleó el mapa suministrado por el Atlas Ambiental del Magdalena (2014) y el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Magdalena (2004), éste último usado para la interpretación de símbolos y leyendas presentes en el mapa. El mapa se insertó en Arcgis para lograr georreferenciarlo y recortarlo en el área de interés, luego se digitalizó y finalmente se obtuvieron las unidades correspondientes al proyecto.

3.1.8 Descripción biótica del área de estudio.

La metodología empleada para la descripción biótica de la UOLG se basó en la revisión de fuentes secundarias como tesis de grado, investigaciones científicas, informes de pasantía, etc.

3.2 Metodología para la zonificación forestal

3.2.1 Interpolación.

Se usaron los resultados de estudios físico-químicos de suelos obtenidos para diferentes lotes de la UOLG. Con dicha información y las coordenadas de los sitios de toma de muestras, se elaboró una base de datos en Excel, la cual se exportó a ArcMap, quedando representada la información como una capa de puntos. Mediante la herramienta Spatial Analyst Tool – Interpolation, IDW (Inverse Distance Weighted – Distancia de Altitud Inversa), se obtuvo una capa ráster de influencia de cada punto. Posteriormente, se establecieron los criterios de

clasificación con base en los elementos nutricionales, pH y tipo de suelo requeridos por cada especie para obtener el mapa de influencia de cada ítem. Para el presente estudio no se tuvieron en cuenta factores climáticos (precipitación, temperatura y zona de vida) y pendiente, debido a que la UOLG en su totalidad no presentó áreas de exclusión o de restricción en dichos aspectos.

3.2.2 Definición de áreas potencialmente aptas para establecimiento de plantaciones comerciales y zonas de exclusión.

Para la definición de áreas geográficas potenciales para la implementación de las especies en estudio, se reclasificó la imagen de cada característica evaluada, para generar nuevos ráster para toda el área bajo el criterio de apto y no apto dependiendo de las propiedades adecuadas el desarrollo de las plantaciones (figura 10).

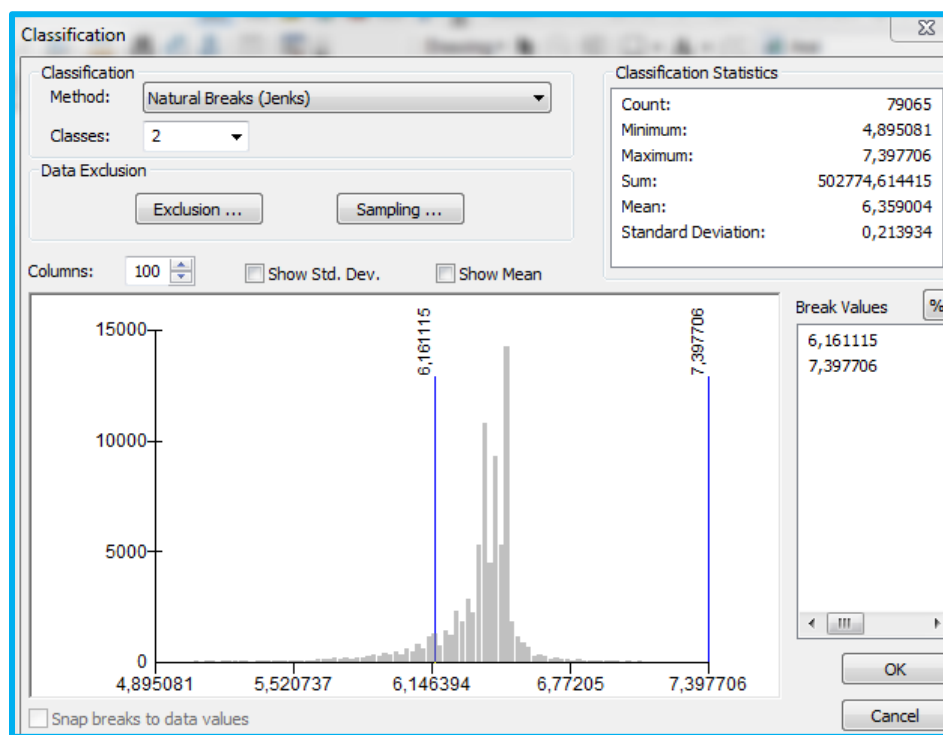


Figura 10. Clasificación de las capas de no apto y apto con el programa ArcMap. (Fuente: El autor, 2019).

La totalidad de imágenes ráster por especie se superpusieron para generar una nueva y final imagen y con la Herramienta Overlay – Weighted Overlay, se asignaron valores porcentuales de influencia para cada capa (figura 11 y tabla 6) y a dicha imagen, se le hizo un corte (herramienta Erase) para eliminar las áreas no productivas, las cuales incluyeron, además zonas de regeneración natural, vías, drenajes, represas y campamentos. Al ráster restante se le calculó el área total con la Herramienta Map Algebra, obteniendo un valor real de la superficie de uso apto para cada especie.

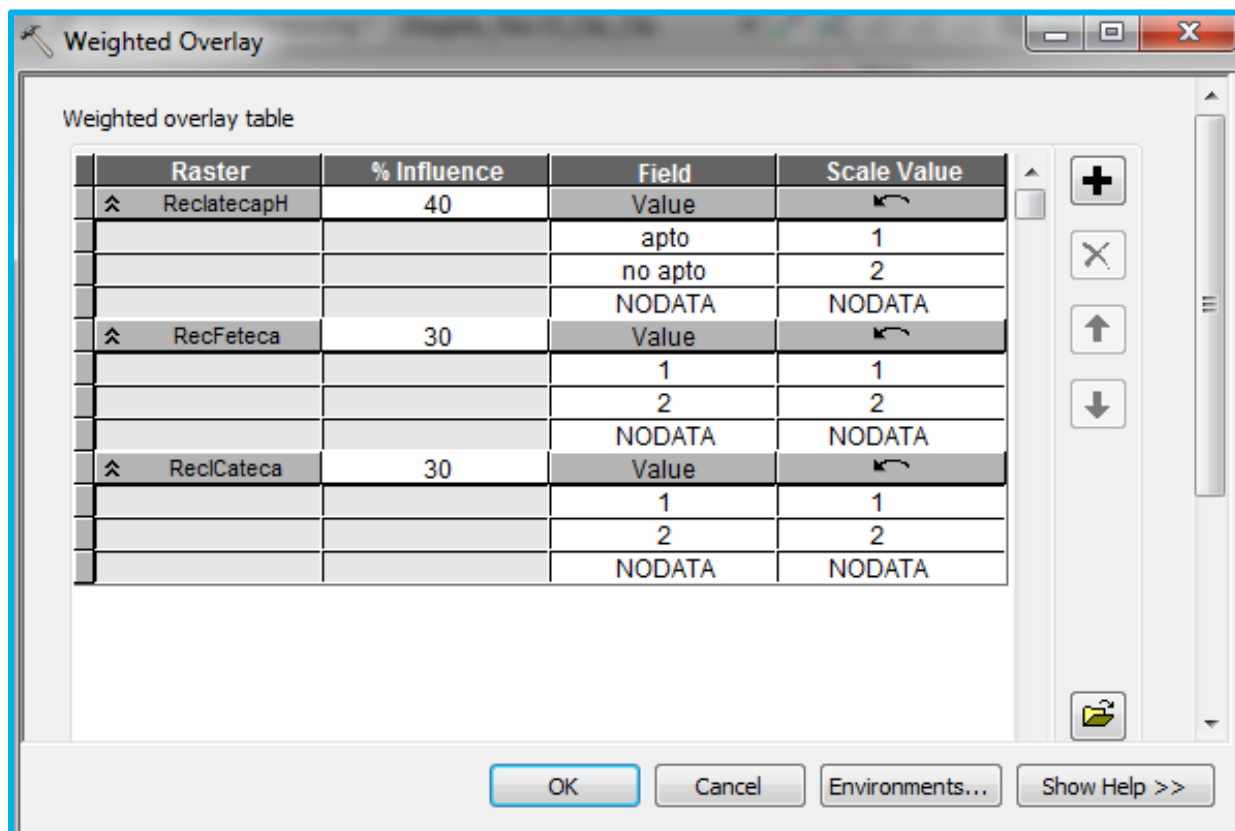


Figura 11. Herramienta de influencia de las capas con ArcMap. (Fuente: El autor, 2019).

Tabla 6. Criterios de clasificación para la zonificación de áreas productivas forestales. UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Especie	Ítems evaluados	Influencia (%)
<i>Tectona grandis</i> L. f.	pH	40
	Hierro (Fe)	30
	Calcio (Ca)	30
<i>Eucalyptus tereticornis</i> S.m	pH	60
	Fósforo (P)	30
	Textura	10
<i>Gmelina arborea</i> (Roxb.).	pH	50
	Textura	30
	Calcio (Ca)	10
	Magnesio (Mg)	10

Fuente: Fondo Nacional de Financiamiento Forestal - FONAFIFO (2003); Ecuador Forestal (2012); Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal – CONIF (1998).

4. Resultados y análisis

4.1 Descripción del área de estudio

4.1.1 Localización, extensión y límites.

La UOLG de la Reforestadora de La Costa S.A.S., se encuentra localizada a 30 km del Municipio de Sabanas de San Ángel en el Departamento del Magdalena, en la Serranía formada entre los ríos Magdalena y Ariguaní (figura 12), con coordenadas geográficas 74°19'38.052" de longitud oeste (W) y 10°10'29.2" de latitud norte (N) (Reforestadora de La Costa S.A.S., 2000).

Posee una extensión total de 7.288 hectáreas (tabla 7) distribuidas en zonas de conservación y diferentes usos como represas, campamentos, vías, plantaciones, vivero y drenajes. Limita con los Corregimientos de Monterrubio, El Pueblito de Los Barrios y predios de particulares, los cuales están dedicados principalmente a la ganadería y cultivos agrícolas.

4.1.2 Fisiografía y relieve.

Geomorfológicamente, la unidad está predominada por lomas y ondulaciones de paisaje o lomerío con diferentes grados de disección, lo cual ha originado una variabilidad de relieves que van desde ondulados hasta quebrados (figura 13, tabla 8), ocupando un rango altitudinal comprendido entre los 101 a los 200 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar, figura 14). Las pendientes oscilan desde planas a fuertemente quebradas, alcanzando valores del 40,2% (tabla 9 y figura 15).

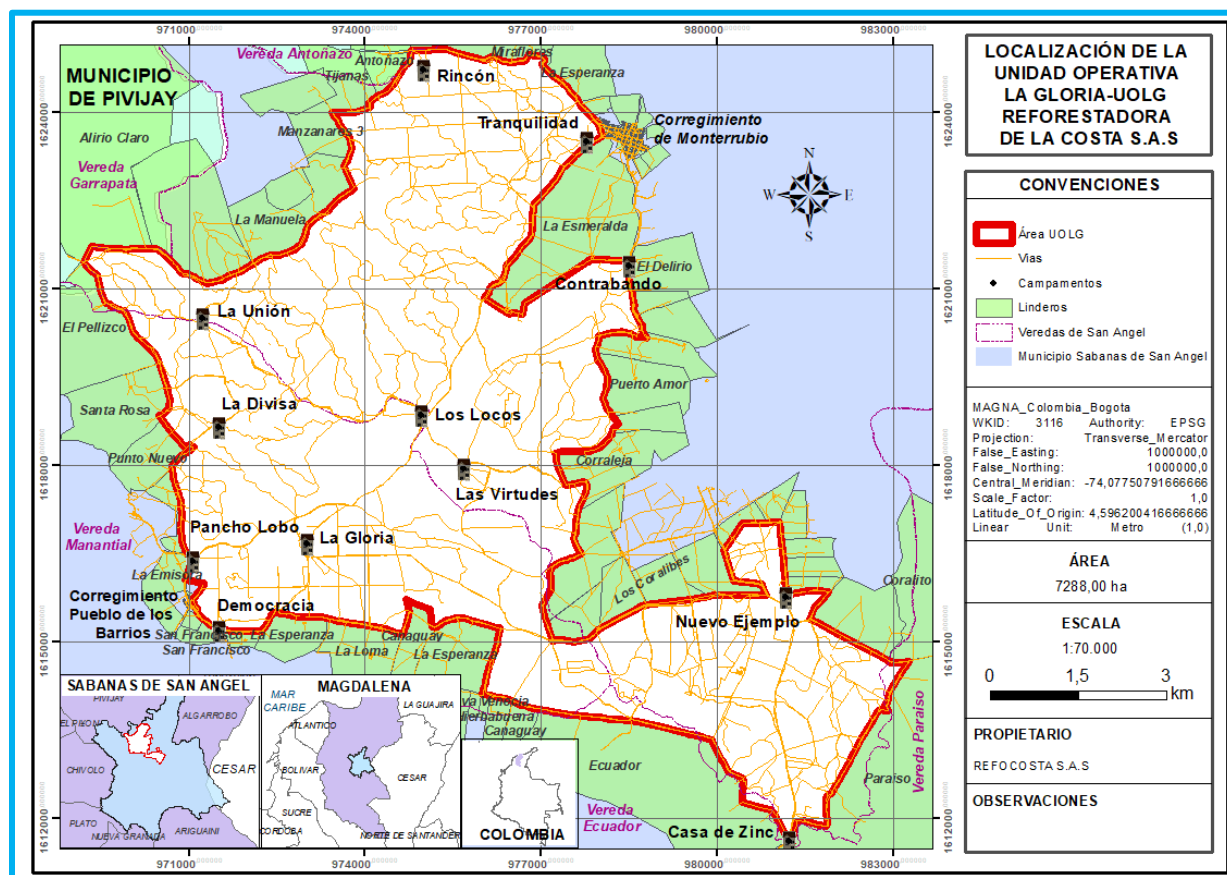


Figura 12. Localización de la UOLG. Municipio de Sabanas de San Ángel, Departamento del Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Tabla 7. Información administrativa de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Plantaciones (ha)	Áreas de Conservación (ha)	Otros usos (ha)	Áreas sin plantar (ha)	Área Total (ha)
2909,8	731,0	672,2	2975,0	7288,0

Fuente: El autor, 2019.

4.1.3 Geología.

La zona de El municipio de Sabanas de San Ángel (Corregimiento de Monterrubio), pertenece a la unidad fisiográfica de Colinas y Valles del Ariguani (figura 16).

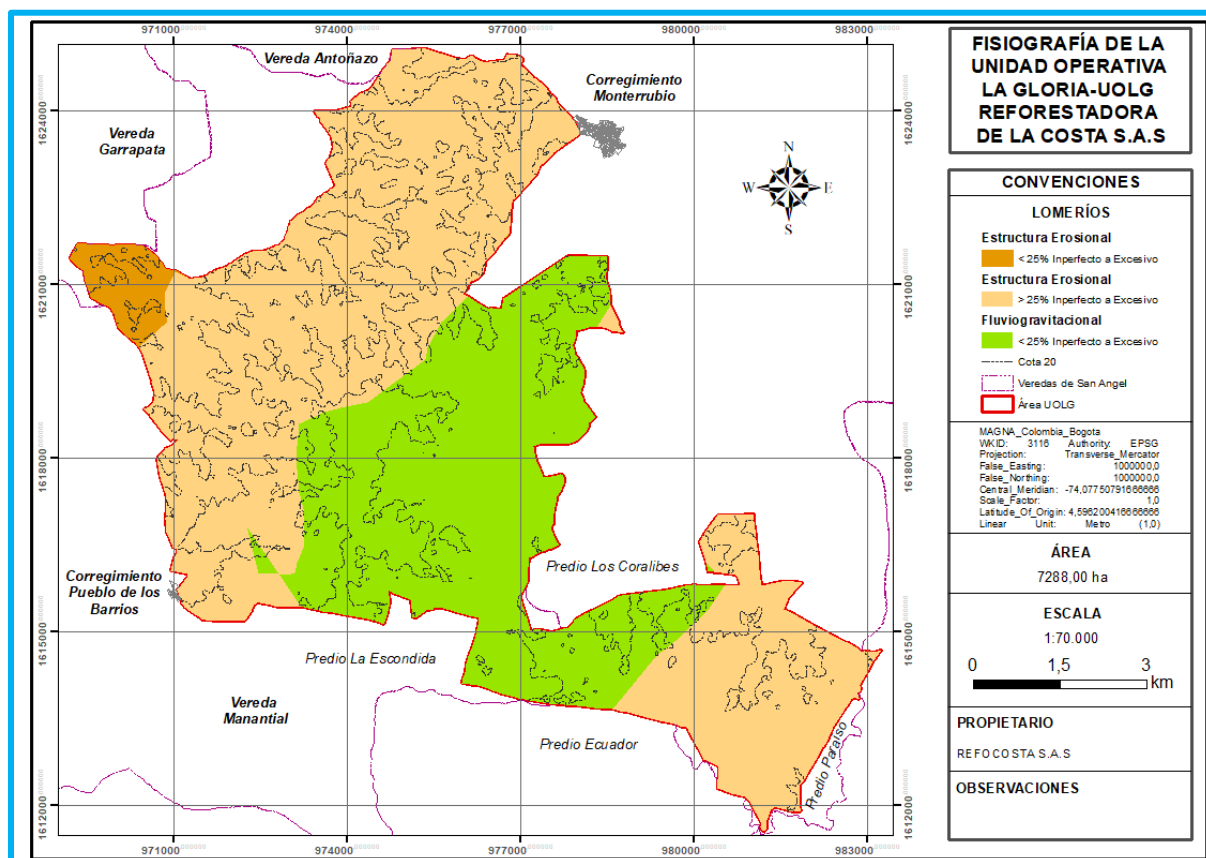


Figura 13. Mapa de fisiografía de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Tabla 8. Tipo de relieve presente en la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

GEO	Unidad GEO	Pendiente	Paisaje	Ambiente M	Drenaje	Año	Orden de suelos	Área	
								Ha	%
LS5n	Lomerío Estructural Erosional, Imperfecto a excesivo	< 25%	Lomerío	Estructural Erosional	Imperfecto a excesivo	2008	Entisoles, Inceptisoles, Alfisoles, Mollisoles, Aridisoles	189,26	2,597
LH5n	Lomerío Fluvio Gravitacional, Imperfecto a excesivo	< 25%	Lomerío	Fluvio Gravitacional	Imperfecto a excesivo	2008	Inceptisoles, Oxisoles	2726,1	37,4
LH6n	Lomerío Fluvio Gravitacional Imperfecto a excesivo	> 25%	Lomerío	Fluvio Gravitacional	Imperfecto a excesivo	2008	Inceptisoles, Oxisoles	4372,6	59,99
Total								7288,0	100

Fuente: IGAC, 2014; modificado por el autor, 2019.

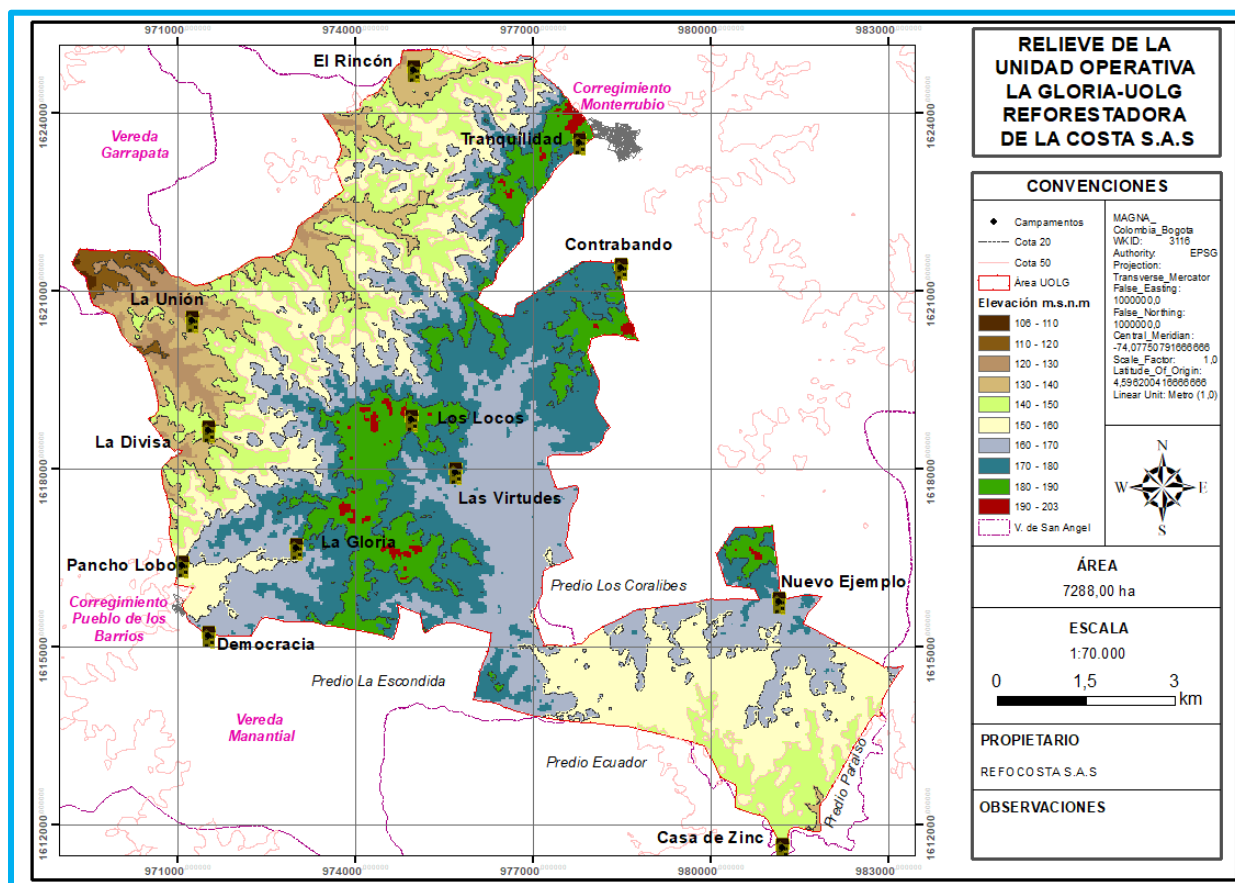


Figura 14. Relieve de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Tabla 9. Categorías de pendiente y el relieve. UOLG, Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Categoría	Relieve	Área (ha)	Área (%)
0-3%	Plano	1551,887	21,294
3-7%	Ligeramente plano	3242,857	44,496
7-12%	Ligeramente inclinado	1916,545	26,297
12-25%	Fuertemente ondulado	574,081	7,877
>25%	Fuertemente quebrado	2,630	0,036
Total		7288,0	100

Fuente: El autor, 2019.

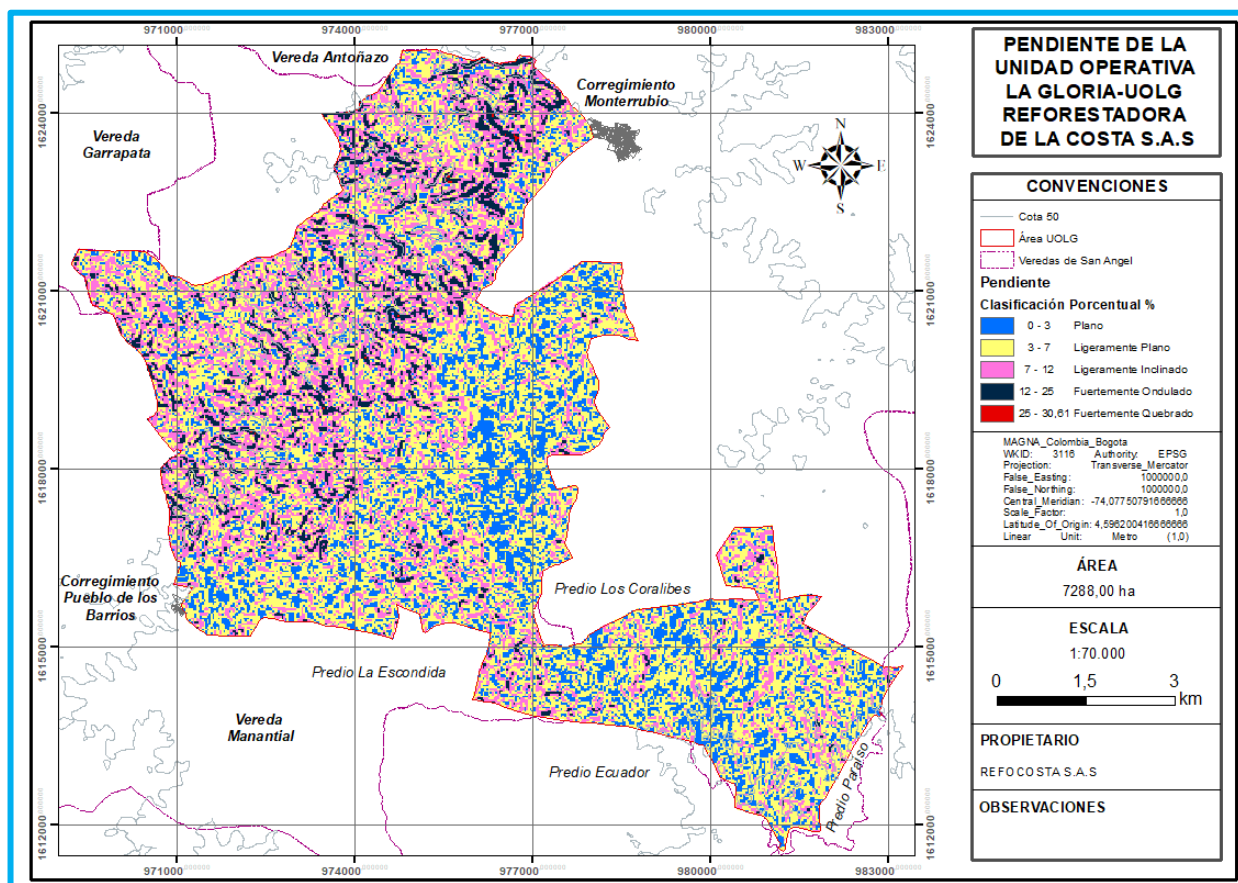


Figura 15. Mapa de pendientes y relieve de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Las microcuencas aledañas a dicho sistema presentan una alta tasa de deforestación, la cual ha incrementado la lixiviación de los suelos en las épocas lluviosas y éstas a su vez, los procesos erosivos. Sumado a lo anterior, se ha evidenciado una intermitencia en las fuentes hídricas durante los periodos secos, mientras que, en temporadas lluviosas, se genera el arrastre de grandes volúmenes de sedimentos, que finalmente se vierten a las cuencas de los ríos Magdalena, Ariguaní y ciénagas como La Playa Afuera en Santa Ana, Zárate en Plato, Tapegua y El Morro en Tenerife (IGAC; 2009). Específicamente para la UOLG, las formaciones

geológicas corresponden a dos unidades que datan de los periodos cuaternario y mesiniano-zancleano (tabla 10).

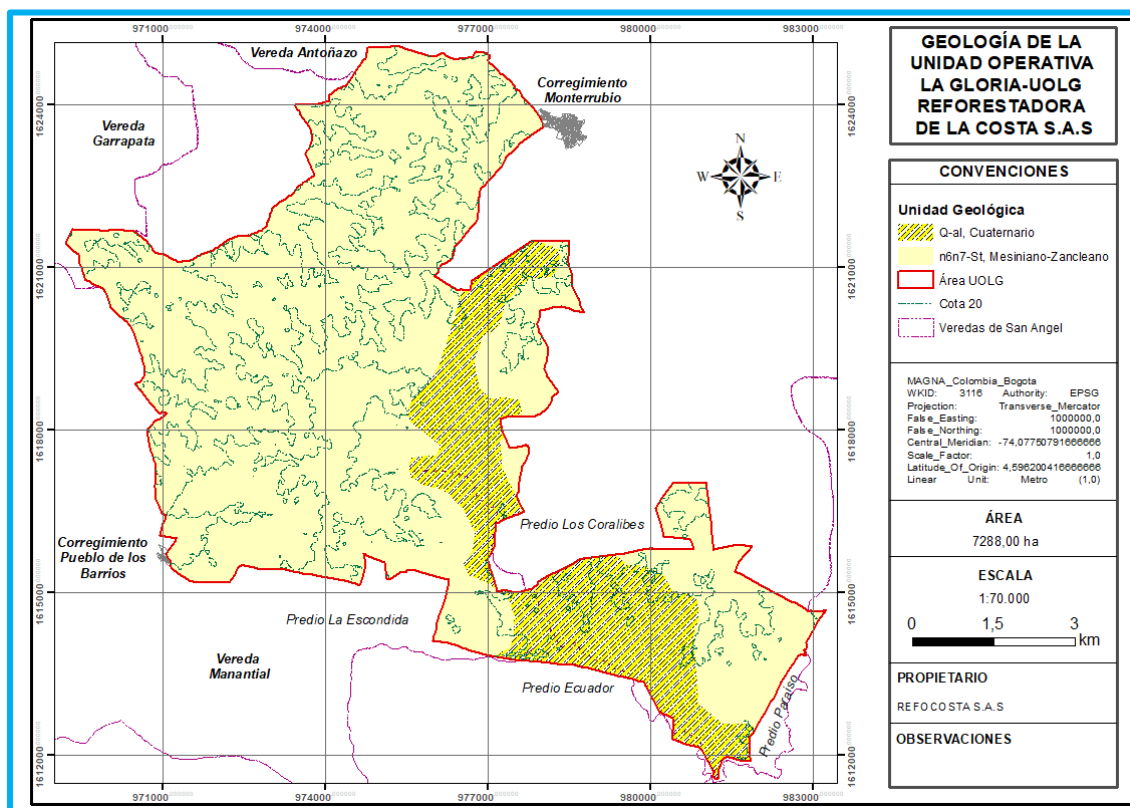


Figura 16. Unidades geológicas. UOLG, Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: IGAC, 2019).

Tabla 10. Formaciones geológicas de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Referencia	Unidad Geológica		Total
Símbolo	Q-al:	n6n7-St.	
Descripción	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Intercalaciones de conglomerados, arenitas líticas a sublíticas de grano medio a conglomeráticas, arenitas calcáreas y lodolitas	
Edad	Cuaternario	Mesiniano-Zancleano.	
Área (ha)	5873,1	1414,9	7288,0
Área (%)	80,6	19,4	100

Fuente: El autor, 2019.

4.1.4 Régimen climático y zonas de vida.

Ecológicamente la UOLG, se ubica en la zona de vida correspondiente al bosque seco tropical (bs-T) de acuerdo con la clasificación climática de Holdridge. Presenta una temperatura promedio de 30°C y una humedad relativa del 80% (Reforestadora de La Costa S.A.S., 2019).

De acuerdo a la tabla 11, el año 2015 fue un periodo crítico para las plantaciones forestales establecidas dentro de la UOLG, ya que registró los valores más bajos con 884,5 mm, en comparación con 1939,5 mm. La media anual general fue de 1297,5 mm y la mensual de 108,1 mm. Debido a que los valores de precipitación superaron los 500 mm (valores inferiores son restrictivos para el desarrollo de plantaciones forestales), no se consideró dicha variable climática como elemento de exclusión de áreas.

La figura 17 muestra el clima-diagrama para los valores anuales promedios de precipitación, siendo el 2015 el año más seco con 884,5 mm, en contraste con el año 2010 que presentó una pluviosidad de 1939,5 mm; la mayor del periodo evaluado (9 años).

Tabla 11. *Precipitaciones medias totales para el área de influencia de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.*

Mes	Año									Media mensual interanual (mm)
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Enero	0,0	27,8	0,0	4,7	16,5	0,0	5,3	5,6	1,0	6,8
Febrero	0,0	12,4	1,4	95,2	4,3	13,5	15,3	13,8	10,8	18,5
Marzo	0,0	108,6	121,5	112,9	115,5	112,2	33,5	32,1	11,5	72,0
Abril	136,6	61,0	143,8	114,3	154,7	133,9	145,2	100,8	127,9	124,3
Mayo	104,3	118,7	169,0	133,3	151,8	139,5	183,2	81,5	83,2	129,4
Junio	120,5	86,4	140,9	193,6	103,7	104,7	45,5	30,7	132,0	106,4

Julio	66,8	108,1	169,6	217,2	51,4	87,5	92,1	87,9	106,4	109,7
Agosto	210,8	114,5	112,3	108,5	224,6	105,5	149,6	171,3	109,7	145,2
Septiem.	154,6	61,7	263,6	171,5	73,8	254,2	181,2	136,5	146,5	160,4
Octubre	190,1	197,6	304,9	313,8	216,7	112,0	111,5	79,0	238,8	196,0
Noviem.	218,6	97,3	390,1	238,3	70,3	62,5	156,2	144,0	154,7	170,2
Diciembre	2,2	52,8	122,5	179,3	28,3	20,5	80,5	1,3	40,1	58,6
Media anual (mm)	1204,5	1046,9	1939,5	1882,6	1211,4	1146,1	1199,2	884,5	1162,6	1297,5
Media mensual anual (mm)	100,4	87,2	161,6	156,9	101,0	95,5	99,9	73,7	96,9	Media mensual general (mm) 108,1
Precipitación máxima (mm)	218,6	197,6	390,1	313,8	224,6	254,2	183,2	171,3	238,8	
Precipitación mínima (mm)	0,0	12,4	0,0	4,7	4,3	0,0	5,3	1,3	1,0	
Media anual general (mm)	1297,5									

Fuente: El autor (2019). (mm) Milímetros.

En la UOLG, la distribución de la precipitación de los valores promedios mensuales interanuales a lo largo del periodo evaluado, tuvo una tendencia bimodal, es decir, se presentan dos periodos de lluvias bien marcados; el primero comprendido entre abril y parte de julio y el segundo periodo entre agosto y noviembre, siendo éste último, el de mayor volumen de agua (figura 18). Dicho comportamiento se vio reflejado en cada año analizado de manera individual.

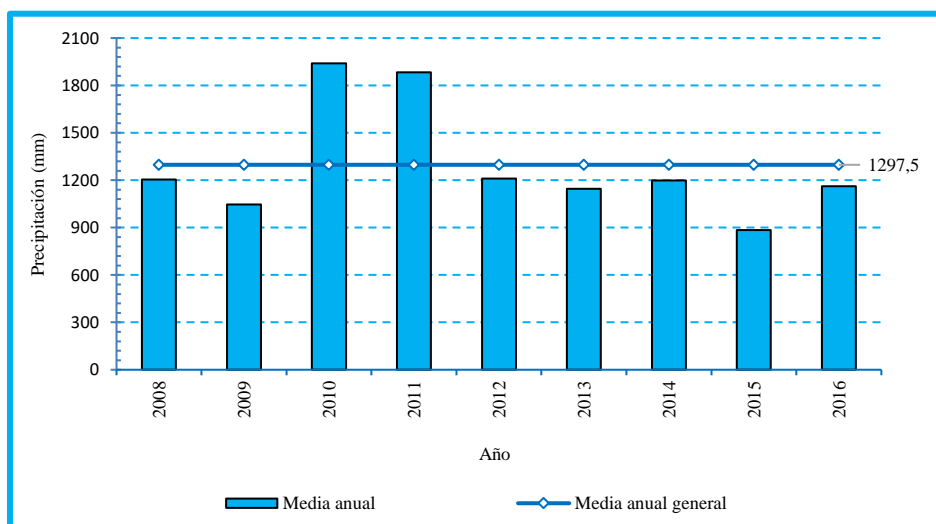


Figura 17. Distribución de las precipitaciones anuales para la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

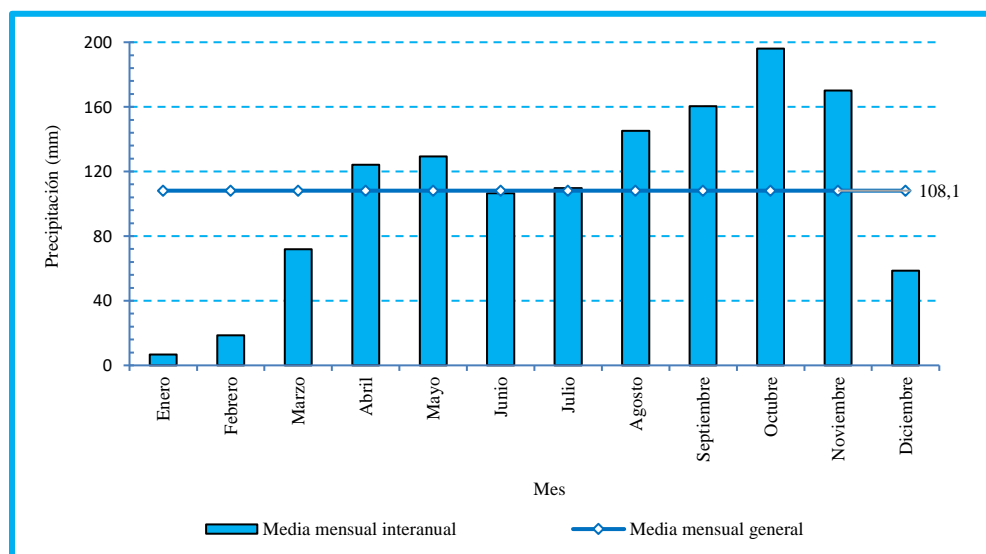


Figura 18. Comportamiento de la precipitación mensual interanual (mm) para la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

La precipitación media de la UOLG mediante el método de Polígonos de Thiessen fue de 1317,9 mm (tabla 12).

Tabla 12. Relación de la precipitación media y su área de influencia mediante el método de polígonos de Thiessen. UOLG, Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Código	Pluviómetro	Altitud (m.s.n.m)	Coordenadas geográficas		Media anual interanual (mm) (2008-2016)	Área de influencia (ha)
			Latitud	Longitud		
P-01	Casa de Zinc	136,2	10° 7'35.01"N	74°14'55.22"W	1145,9	161,9
P-02	Contrabando	173,9	10°12'53.16"N	74°16'25.69"W	1324,8	208,0
P-03	El Rincón	127,6	10°14'37.77"N	74°18'20.37"W	1376,4	711,1
P-04	La Divisa	145,2	10°11'24.48"N	74°20'15.05"W	1314,4	567,5
P-05	La Gloria	167,3	10°10'23.62"N	74°19'25.91"W	1414,0	737,3
P-06	La Respuesta	144,8	10° 9'8.87"N	74°16'3.69"W	1234,3	676,2
P-07	La Unión	118,1	10°12'27.35"N	74°20'29.68"W	1274,7	699,0
P-08	Las Virtudes	169,0	10°11'1.98"N	74°17'55.46"W	1392,7	1051,4
P-09	Lote 315 a	162,0	10° 9'4.59"N	74°15'2.99"W	1185,2	538,1
P-10	Lote 507b	168,3	10°11'57.95"N	74°17'48.82"W	1331,3	1117,0
P-11	Nuevo Ejemplo	160,0	10° 9'47.82"N	74°14'59.98"W	1257,9	248,5
P-12	Pacho Lobo	154,7	10°10'12.64"N	74°20'28.53"W	1284,0	255,4
P-13	Tranquilidad	179,3	10°14'6.55"N	74°16'43.75"W	1331,4	316,7
Media anual general (mm)					1297,5	7288,0
Precipitación media por polígonos (mm)					1317,9	

Fuente El autor (2019).

Las estaciones con mayor influencia dentro del área fueron en primer lugar la localizada en el Lote 507b con 1117,0 ha, seguida de Las Virtudes con 1051,4 ha (figura 19) y con base en el método de las isoyetas, éstas se calcularon cada 50 mm (figura 20). La isoyeta anual con la mayor área de incidencia dentro de la UOLG fue la 1300mm con 4765,8 ha (tabla 13).

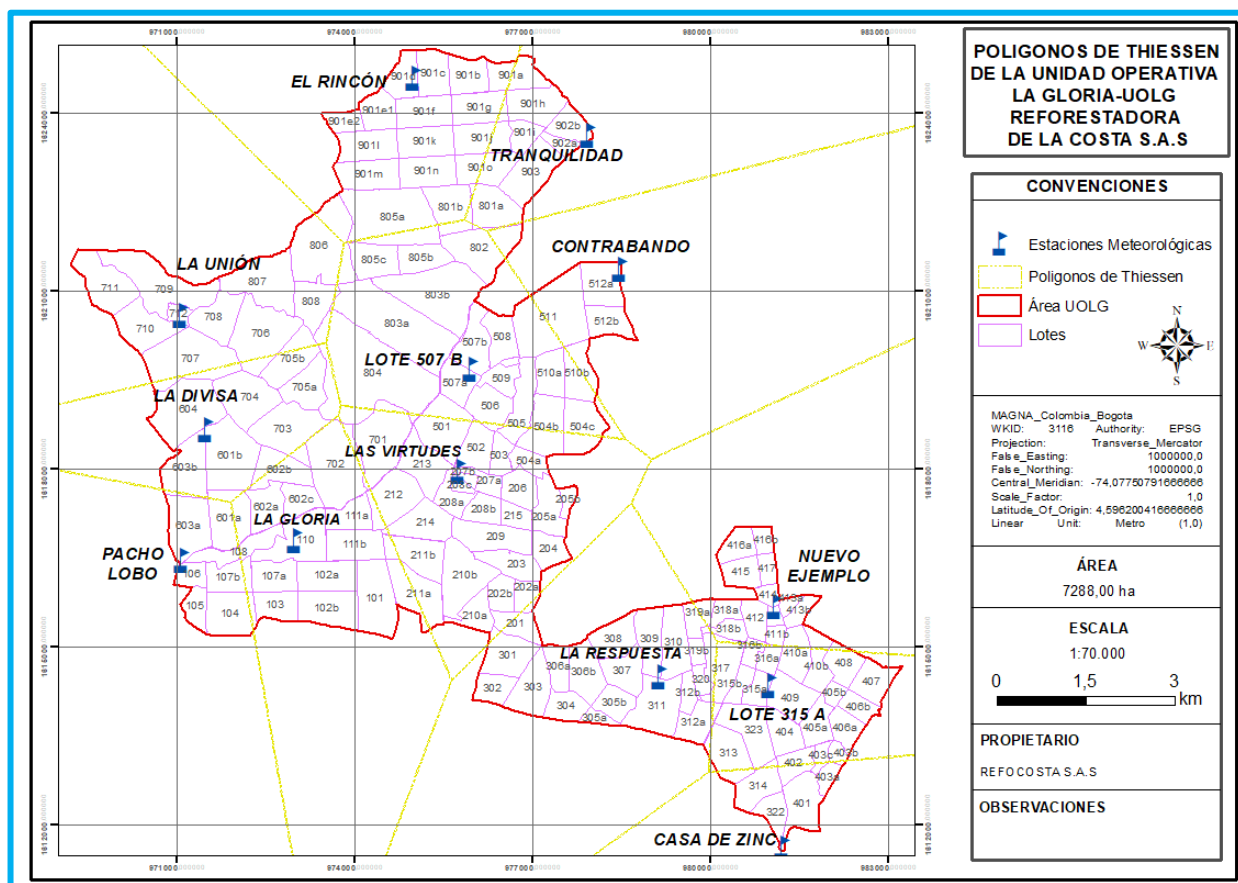


Figura 19. Polígonos de Thiessen para la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Tabla 13. Determinación de la precipitación media anual para la UOLG, mediante el método de isoyetas. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Isoyeta (mm)	Área de influencia (ha)	Área de influencia (%)
1145-1200	328,77	4,51
1200-1250	908,03	12,45
1250-1300	843,79	11,57
1300-1350	3589,88	49,25
1350-1400	1553,27	21,31
1400-1414	64,23	0,88
Total	7288,0	100,0

Fuente El autor, 2019.

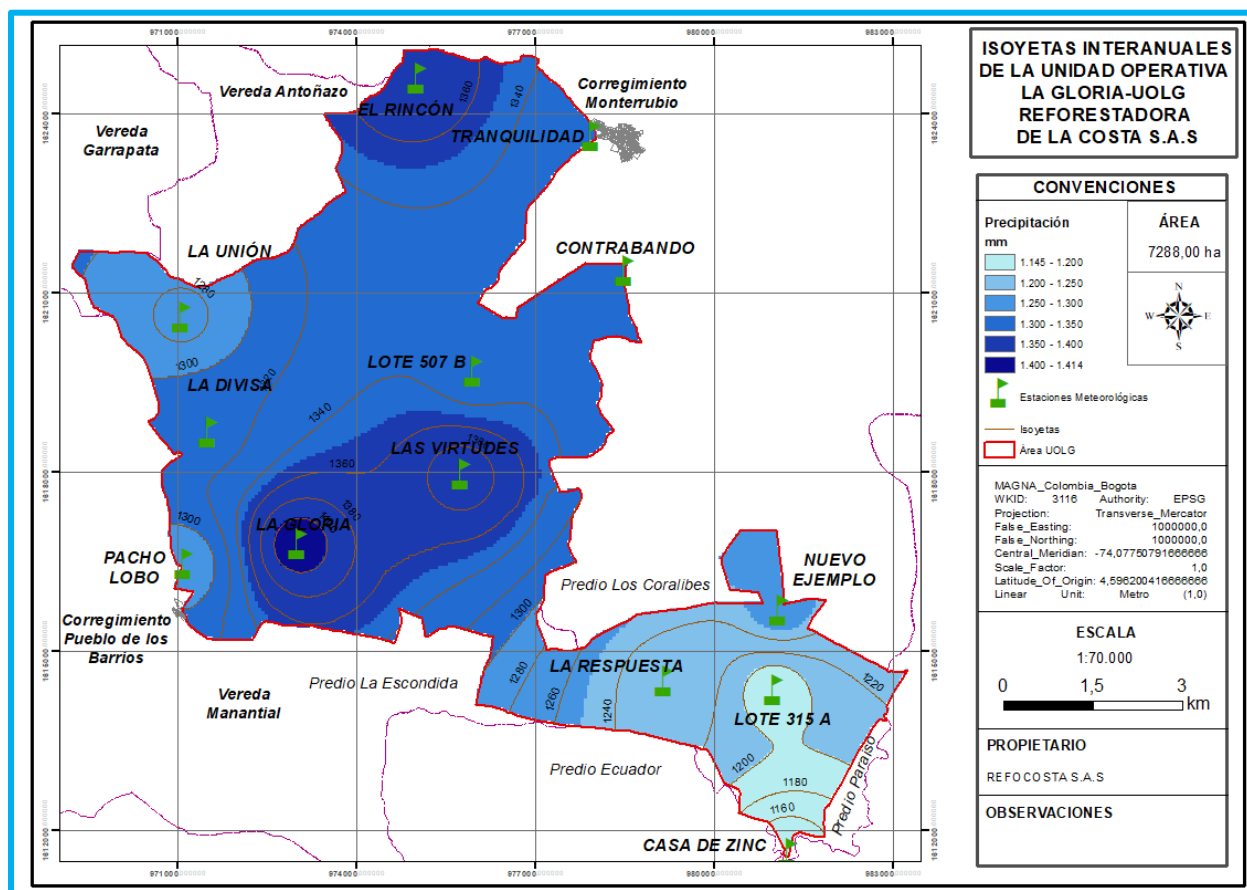


Figura 20. Isoyetas interanuales. para la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

El balance hídrico para la zona muestra un déficit de agua durante los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y ligeramente en abril, en este último se presenta el primer periodo de lluvias, con una intensidad menor al que sucede entre los meses de agosto a noviembre y parte de diciembre. Debido a esto, a finales de cada año se adelantan labores de prevención de incendios.

4.1.5 Hidrografía.

Dentro de la UOLG no existen drenajes considerables (figura 21), siendo El Arroyo Cacagüero, el afluente natural con mayor caudal, seguido de El Jobo, El Delirio, Agua Salada, Brúcelas y El Ejemplo. Hay una alta predominancia de drenajes de tipo intermitente, los cuales presentan flujo de agua en épocas lluviosas.

4.1.6 Unidades de suelos.

De acuerdo al Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Magdalena (2009), los suelos de la UOLG son de cinco tipos (tabla 14 y figura 22).

En la UOLG predominan los suelos de la categoría LWFd, con 3265,0 ha, equivalentes al 44,8% (figura 23). Se caracterizan por presentar buen drenaje, de texturas moderadamente gruesas y finas, de profundos a moderadamente profundos, sin embargo, el relieve quebrado y la susceptibilidad a la erosión, hacen que las actividades pecuarias, sean desarrolladas a baja escala, siendo más propicia la actividad forestal de tipo comercial y agroforestal. El uso anterior de las tierras empleadas para el establecimiento de plantaciones comerciales dentro de la UOLG, ha sido de pasturas para la producción ganadera a pequeña escala; por ello, el impacto causado por la falta de vegetación, dio inicio a procesos erosivos originando suelos susceptibles y erodables.

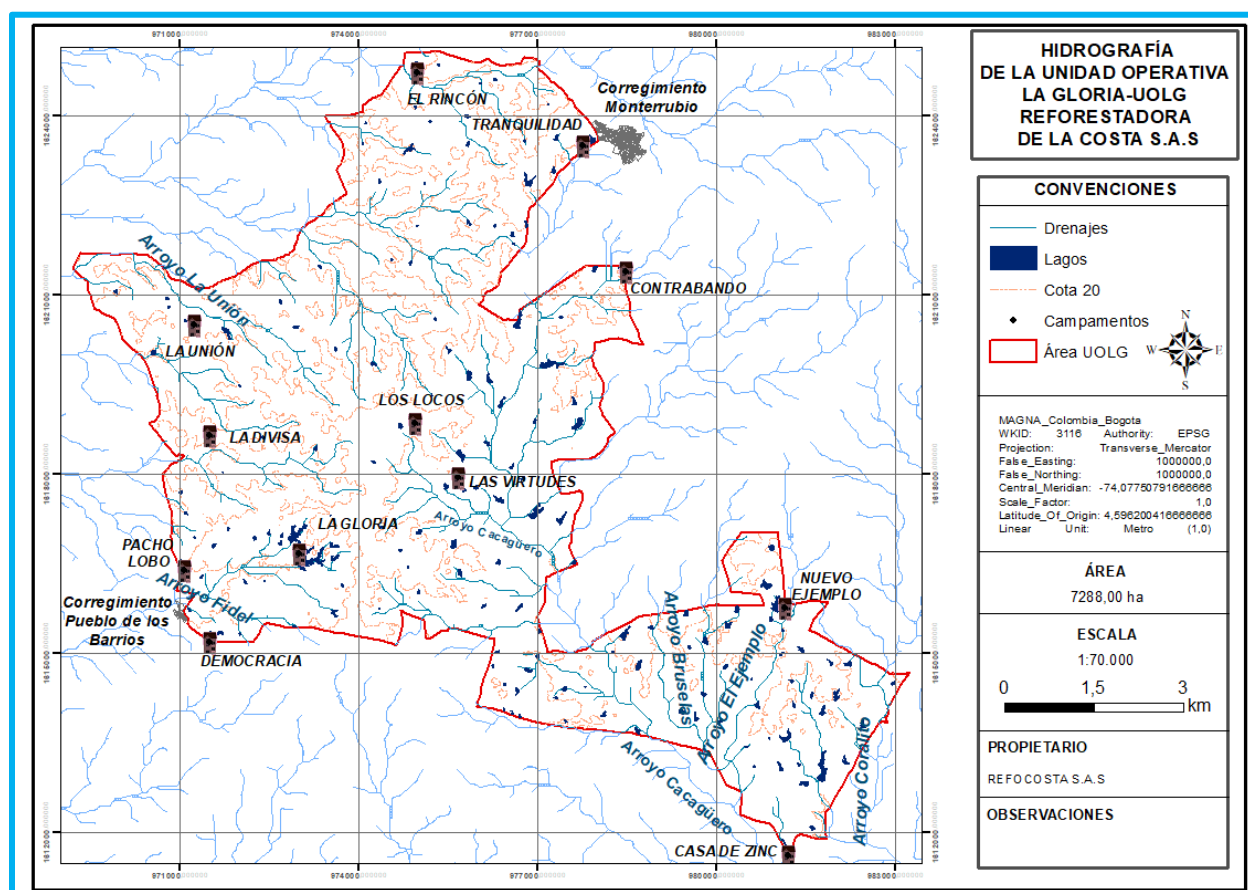


Figura 21. Hidrografía de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Tabla 14. Unidades de suelos de la UOLG, Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Leyenda	Asociación		
	Lithic ustorthents – Typic Haplustepts – Typic Haplusterts.	Typic Haplustepts – Typic Haplustults – Typic Ustifluvents.	Typic Haplusterts – Chromic Haplusterts – Vertic Haplustepts
Material parental	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas).	Los suelos se han desarrollado a partir de neiss y esquistos.	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas), ígneas (cuarzomonzonita, cuarzodiorita),
			Los suelos se han desarrollado a partir de arcillolitas con intercalaciones de areniscas y de
			Los suelos se han desarrollado a partir de areniscas, arcillolitas, depósitos aluviales

			metamórficas (neis y esquistos) y depósitos aluviales de diferente granulometría.	sedimentos aluviales mixtos con aporte coluvial.	y fluviomarinos gruesos a finos.
Tipo de erosión	Moderada	Hídrica laminar en grado moderado y frecuentes movimientos en masa del tipo patada de vaca y terracetas.	Hídrica laminar en grado moderado.	Moderada.	Susceptibles a la erosión.
Unidad cartográfica	LWBb	LWFe2	LWFD	LWFC LWFb	LWHa
Drenaje	Bien a excesivamente drenados.	Bien drenados.	Bien drenados.	Son bien y moderadamente bien drenados.	Bien a imperfectamente drenados.
Textura	Fina a media (Franco-F, franco limoso-FL, limoso, franco arcilloso-FAr, franco arenoso arcilloso-FAAr, franco limoso arcilloso-FLAr, franco arenoso-ArA, franco limoso-ArL).	Media, moderadamente fina y fina (Franco-F, franco limoso-FL, franco limoso-L, franco arcilloso-FAr, franco arenoso arcilloso-FAAr, franco limoso arcilloso-FLAr, franco arcilloso arenoso-ArA, franco limoso-ArL).	Media, moderadamente fina y fina (Franco-F, franco limoso-FL, franco limoso-L, franco arcilloso-FAr, franco arenoso arcilloso-FAAr, franco limoso arcilloso-FLAr, franco arcilloso arenoso-ArA, franco limoso-ArL).	Media, moderadamente fina y fina (Franco-F, franco limoso-FL, franco limoso-L, franco arcilloso-FAAr, franco arenoso arcilloso-FAAr, franco limoso arcilloso-FLAr, franco arcilloso arenoso-ArA, franco limoso-ArL).	Fina y muy fina (Arcilloso arenoso-ArA, franco limoso-ArL, franco arcilloso-Ar).
Saturación de bases del	Alta (60,1 a 80).	Alta (60,1 a 80).	Alta (60,1 a 80).	Alta (60,1 a 80).	Alta (60,1 a 80).

suelo (CIC)					
Profundidad efectiva	Superficiales a profundos (26 a 150cm).	Profundos a moderadamente profundos (51 a 150 cm).	Profundos a moderadamente profundos (51 a 150 cm).	Superficiales a profundos (26 a 150cm).	Profundos, moderadamente profundos y superficiales (26 a 150cm).
Fertilidad	Baja a alta (1,0 a 5,1).	Moderada a alta (5,1 a 8,4).	Baja a Alta (3,7 a 8,4).	Baja a Alta (3,7 a 8,4).	Alta a muy alta (6,8 a 10).
pH	Fuertemente ácidos a alcalinos (5,1 a 8,4).	Extremada a ligeramente ácidos (3,5 a 7,3).	Extremada a ligeramente ácidos (3,5 a 6,5).	Extremada a ligeramente ácidos (3,5 a 6,5).	Fuertemente ácidos a neutros (5,1 a 6,5).
Potencialidades y/o limitantes	Suelos aptos para la implementación de plantaciones forestales comerciales.	Son aptas para ganadería, sistemas agroforestales y plantaciones forestales con especies poco exigentes en humedad. Para un buen uso se deben desarrollar actividades intensas de manejo y conservación de suelos como son: preservar y proteger la vegetación natural existente, reforestar con especies nativas o exóticas. Por otra parte, se deben implementar medidas de manejo y control	El relieve moderadamente quebrado, el moderado proceso erosivo (principal limitante), en las áreas de mayor afección se deben suspender las actividades agropecuarias, dejarlas en descanso, propiciar la recuperación de la vegetación herbácea o arbustiva o implementar programas de reforestación; y la alta saturación de aluminio. Zonas con menor grado de erosión se deben dedicar a cultivos semidensos de ciclo corto que	Alta saturación de aluminio y muy baja fertilidad natural y otros por profundidad efectiva superficial y sodio después de los 30 cm de profundidad. Tienen aptitud para cultivos limpios, densos y con prácticas de manejo encaminadas a incrementar la fertilidad, como adición de materia orgánica, incorporación de residuos vegetales, enmiendas químicas, lavado	Además de las bajas precipitaciones, la moderada profundidad efectiva, las texturas finas, sodio después de los 50 cm de profundidad y la baja fertilidad natural, son las principales limitantes. Aptitud para cultivos limpios, densos: semibosque, plantaciones forestales productoras, ganadería y sistemas silvopastoriles. Realizar prácticas para contra la erosión, fertilizar según la

<p>de la erosión y de las aguas de escorrentía, fertilización y manejo de los pastos y del ganado, evitando el sobrepastoreo y la sobrecarga de los potreros.</p>	<p>concuenden con el ciclo hídrico y ganadería en pastos poco exigentes en humedad. También es factible utilizar estas tierras en sistemas de producción agroforestal y en plantaciones forestales tipo comercial.</p>	<p>de sales y en lo posible, aplicar riego suplementario. También son aptas para ganadería con pastos introducidos evitando el sobrepastoreo y la sobrecarga de los potreros.</p>	<p>disponibilidad nutrientes y requerimiento de cultivos, riego suplementario en períodos secos y manejo adecuado de pastizales y ganado; en sistemas silvopastoriles, emplear especies arbóreas para diferentes fines (industria, aserrío, leña, postes, durmientes) y frutales.</p>
---	--	---	---

Fuente: IGAC, 2009.

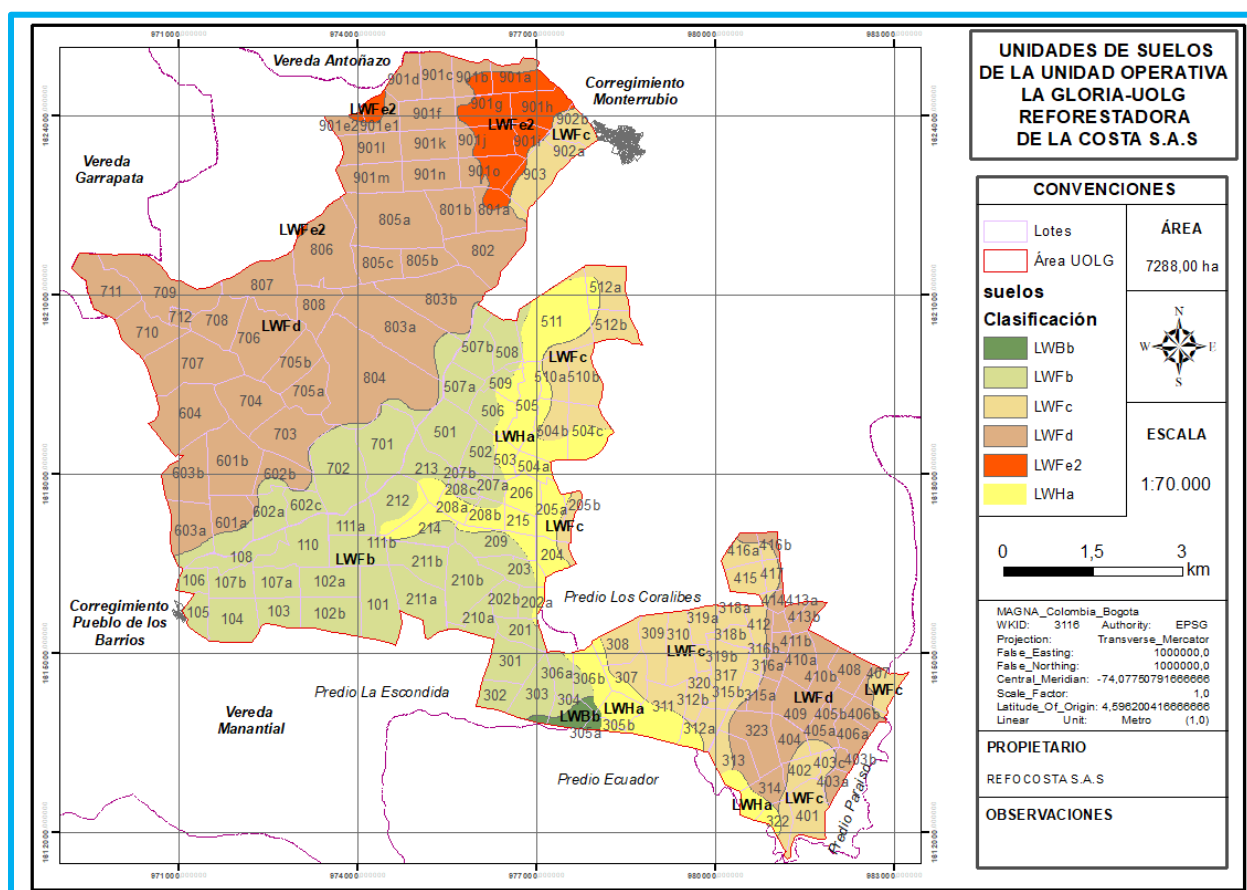


Figura 22. Unidades de suelos presentes en la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Dentro de los tipos de erosión evidenciados están la laminar, caracterizada por el desprendimiento de partículas por la acción del agua o viento y su posterior desplazamiento hacia zonas bajas. Un segundo tipo de erosión es en surcos originada por la escorrentía, la cual se desplaza por la pendiente del terreno y crea diferentes canales o depresiones por los que se desplazan las partículas de suelo. En tercer lugar, está la erosión conocida como en cárcavas, la cual se presenta en zonas de alta pendiente y trae consigo movimientos masales de mayor magnitud.

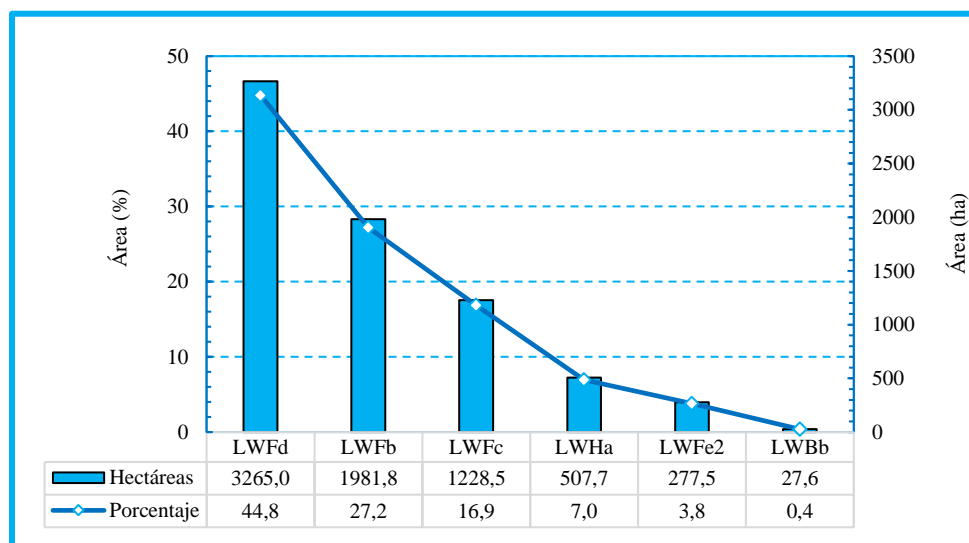


Figura 23. Distribución porcentual y en hectáreas para cada tipo de suelos presente en la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

4.1.7 Uso actual del suelo.

La distribución del uso del suelo de la UOLG se relaciona en la tabla 15 y figura 24.

Tabla 15. Uso actual del suelo. UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Uso	Área (ha)
Rodales forestales	
<i>Tectona grandis</i>	1468,15
<i>Gmelina arborea</i>	50,91
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	1287,06
<i>Pachira quinata</i>	61,51
<i>Eucalyptus grandis</i>	0,88
Otras especies	
Uso	Área (ha)
<i>Caesalpinia ebano</i> (Ébano)	0,71
<i>Cordia gerascanthus</i> (Solera)	13,01
Especies nativas	0,9
Uso	Área (ha)
<i>Leucaena leucocephala</i> (Leucaena)	0,71
Rebrote de <i>Tectona grandis</i>	191,62

Silvopastoril	24,27
Varias Especies	8,57
Otros usos	
Áreas de Conservación (ha)	731,0
Vías	695,87
Drenajes	65,07
Campamentos	3,73
Vivero	0,25
Represas	77,17
Área sin plantación	2606,61
Área Total (ha)	7288,0

Fuente: El autor, 2019.

4.1.8 Uso potencial del suelo.

La UOLG presenta un 63,1% de sus tierras aptas para el establecimiento de sistemas agroforestales y/o plantaciones forestales de tipo comercial y en una menor escala la vocación agrícola con 314,1 ha (4,3%) (tabla 16 y figuras 25 y 26).

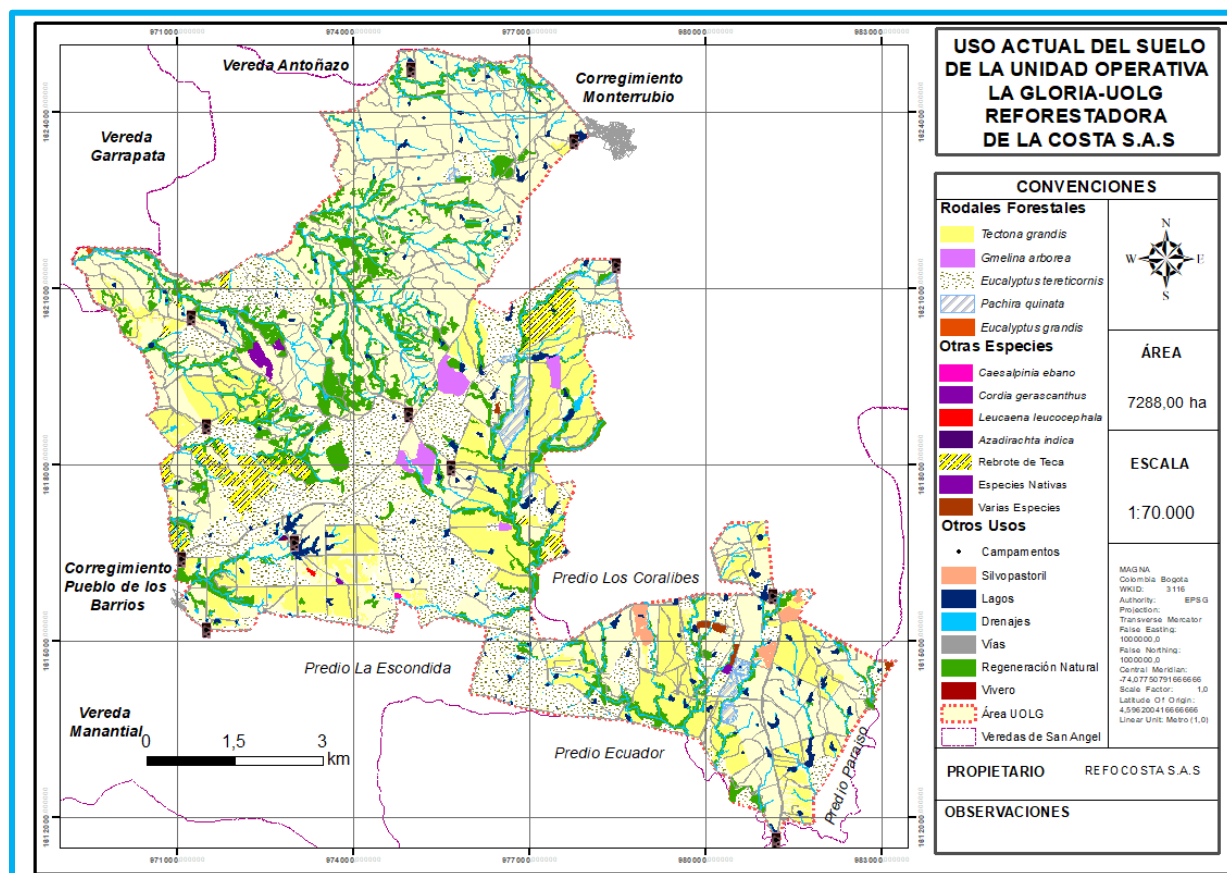


Figura 24. Uso actual del suelo de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Tabla 16. Características de las clases de suelo de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Vocación	Símbolo	Aptitud de uso y recomendaciones	Área (ha)	Área (%)
Agroforestal y plantación comercial	PC - SAP	Agrosilvopastoril	4580,38	62,86
Ganadera y silvopastoreo	PEX – SP	Pastoreo extensivo	2388,73	32,77
Agrícola	CTS	Cultivos transitorios semi intensivos	318,90	4,37
Total			7288,0	100

Fuente: IGAC, 2009; adaptado por el autor, 2019.

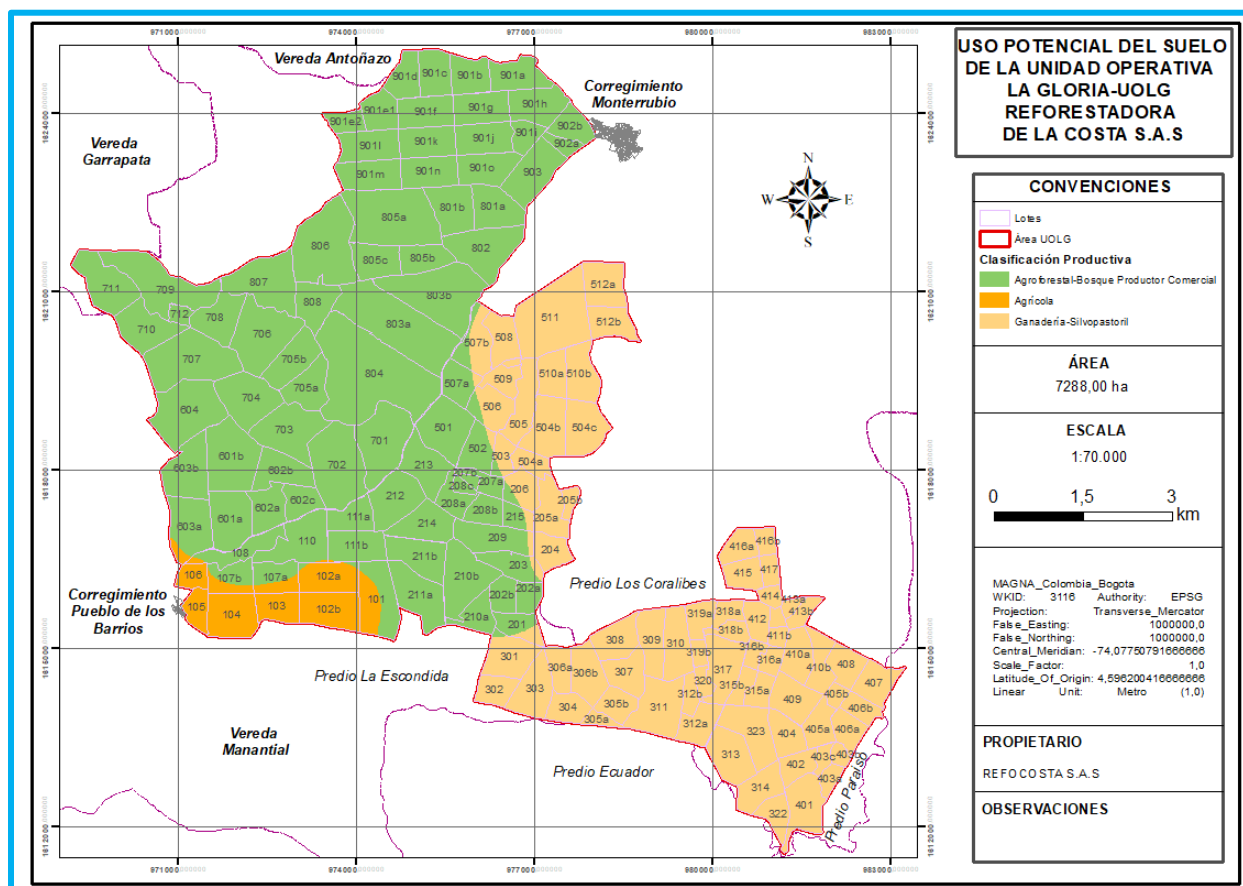


Figura 25. Uso potencial del suelo de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

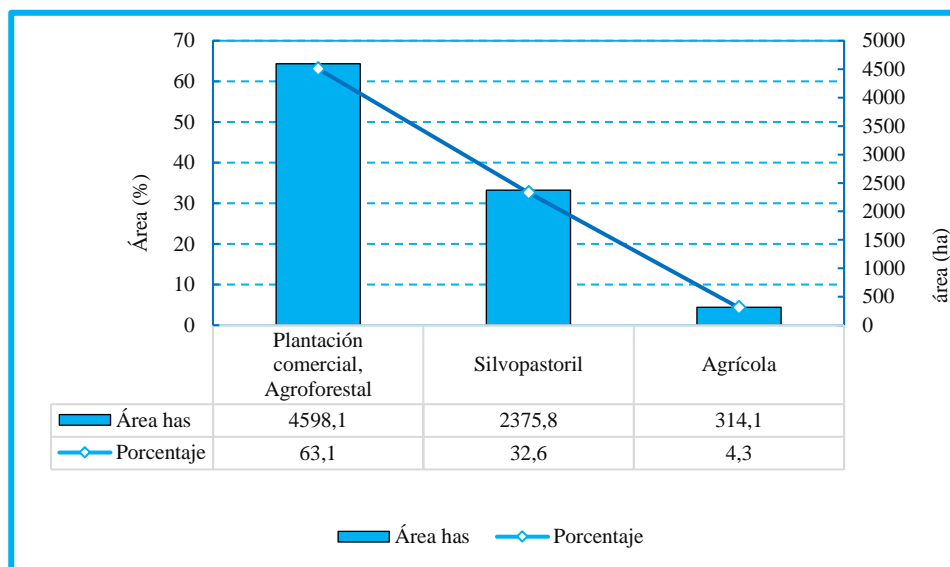


Figura 26. Distribución del uso potencial del suelo de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

4.1.9 Flora.

Dentro de la UOLG se determinaron en total 85 especies de hábito arbóreo, agrupadas en 31 familias botánicas identificadas (tabla 17), siendo las familias Leguminosae, Arecaceae y Malvaceae, las que presentaron mayor abundancia con 21, 8 y 7 especies respectivamente (figura 27).

Tabla 17. Relación de especies de hábito arbóreo, registradas dentro de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Número	Familia	Nombre científico	Nombre común
1	Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero ex Kunth) Skeels	Caracolí
2	Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Marañón
3	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Diomate, gusanero,
4	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango
5	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Hobo, ciruelo hobo
6	Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	Guanábana
7	Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	Carreto
8	Apocynaceae	<i>Tabernaemontana</i> sp.	Lechero
9	Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.f.) Wess.Boer	Palma de vino
10	Arecaceae	<i>Attalea insignis</i> (Mart.) Drude	Palmicho
11	Arecaceae	<i>Bactris major</i> Jacq.	Palma de lata
12	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Palma de coco

Número	Familia	Nombre científico	Nombre común
13	Arecaceae	<i>Copernicia tectorum</i> (Kunth) Mart.	Palma amarga
14	Arecaceae	<i>Cryosophila kalbreyeri</i> (Dammer ex Burret) Dahlgren	Palma barbasco
15	Arecaceae	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Palma mil pesos
16	Arecaceae	<i>Sabal mauritiiformis</i> (H. Karst.) Griseb. & H.Wendl.	Palma amarga, palmicho
17	Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	Calabazo, totumo
18	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysantha</i> (Jacq.) S.O.Grose	Guayacán polvillo
19	Bignoniaceae	<i>Tabebuia acrophylla</i> (Urb.) Britton	Coralibe, puy
20	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC	Roble, ocobo
21	Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Solera
22	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Indio desnudo
23	Capparaceae	<i>Capparis indica</i> (L.) Druce	Olivo
24	Capparaceae	<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	Olivo
25	Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.	Mantequillo
26	Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	Vara de león
27	Combretaceae	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels	Limba
28	Euphorbiaceae	<i>Croton magdalenensis</i> Müll.Arg.	Drago
29	Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i> L.	Ceiba amarilla, tronador
30	Lamiaceae	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Melina
31	Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Teca
32	Lamiaceae	<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng.	Aceituno

Número	Familia	Nombre científico	Nombre común
33	Lecythidaceae	<i>Couropita guianensis</i> Aubl.	Cocuelo
34	Lecythidaceae	<i>Lecythis minor</i> Jacq.	Coco mono
35	Leguminosae	<i>Albizia niopoides</i> var. <i>colombiana</i> (Britton & Killip) Barneby & J.	Guacamayo
36	Leguminosae	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	Samán, campano
37	Leguminosae	<i>Bauhinia purpurea</i> L.	Casco de vaca
38	Leguminosae	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Divi-divi
39	Leguminosae	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	Guarango
40	Leguminosae	<i>Calliandra pittieri</i> Standl.	Quebracho, carbonero
41	Leguminosae	<i>Cassia abbreviata</i> Oliv.	Guacamayo
42	Leguminosae	<i>Cassia grandis</i> L.f.	Cañafístula
43	Leguminosae	<i>Centrolobium paraense</i> var. <i>Orenocense</i> Benth.	Guayacán hobo
44	Leguminosae	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Granadillo, tamarindo
45	Leguminosae	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Guacamayo
46	Leguminosae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Piñón de oreja, carito
47	Leguminosae	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	Matarratón
48	Leguminosae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Algarrobo
49	Leguminosae	<i>Inga</i> sp.	Guamo
50	Leguminosae	<i>Machaerium capote</i> Dugand	Capote
51	Leguminosae	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Bálsamo de tolú
52	Leguminosae	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	Guayacán trébol
53	Leguminosae	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo
54	Leguminosae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake	Tambor, paraíso

Número	Familia	Nombre científico	Nombre común
55	Leguminosae	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo
56	Magnoliaceae	<i>Magnolia sambuensis</i> (Pittier) Govaerts.	Molinillo
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) Rich. ex Kunth	Peralejo, noro
58	Malvaceae	<i>Cavanillesia platanifolia</i> (Humb. & Bonpl.) Kunth	Malambo, macondo
59	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba bonga
60	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácimo
61	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Balso
62	Malvaceae	<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S.Alverson	Ceiba tolúa
63	Malvaceae	<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand	Majagua, ceibo barrigón
64	Malvaceae	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Camajón, suán
65	Melastomataceae	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Coronillo, guayabo
66	Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Nim
67	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro
68	Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber ex Ducke	Granadillo, fruta de pava
69	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	Caucho
70	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	Dinde, mora
71	Myrtaceae	<i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.	Eucalipto
72	Olacaceae	<i>Ximenia americana</i> L.	Ciruelo, caimito de monte
73	Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	Vara santa, guacamayo
74	Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Cucharó

Número	Familia	Nombre científico	Nombre común
75	Rubiaceae	<i>Elaeagia</i> sp.	Blanquito
76	Rubiaceae	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	Damagua
77	Rubiaceae	<i>Randia</i> sp.	Cruceto
78	Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Limón
79	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja
80	Rutaceae	<i>Zanthoxylum verrucosum</i> (Cuatrec.) P.G. Waterman	Mapurito, tachuelo
81	Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamoncillo
82	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen	Níspero
83	Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Caimito, carevaca
84	Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i> Trécul	Yarumo
85	Zygophyllaceae	<i>Bulnesia arborea</i> (Jacq.) Engl.	Guayacán

Fuente: Vaca, Aguilar, Rengifo & Revueltas, 2009; Morales, 2019.

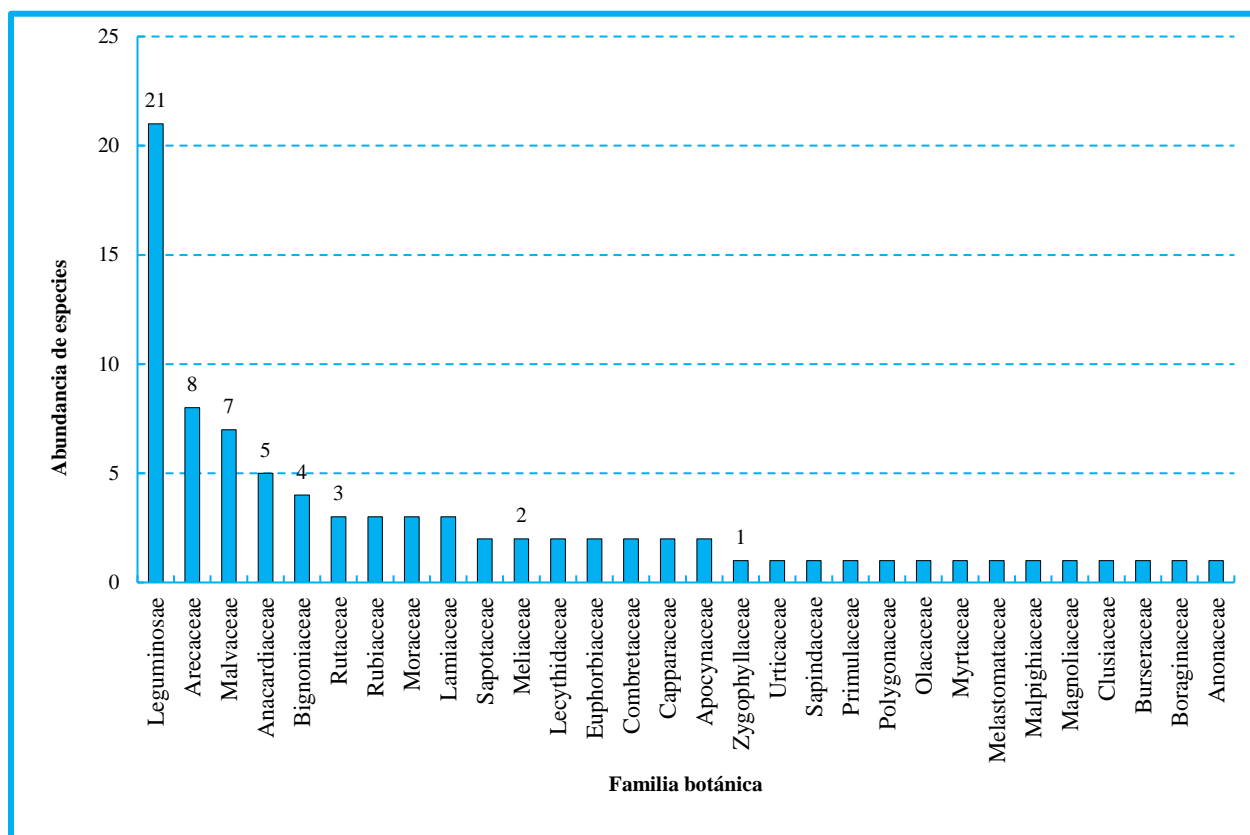


Figura 27. Distribución de las familias botánicas determinadas en la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Trece (13) especies presentan categorías de amenaza (EN - En peligro, NT - Casi amenazado, LC - Preocupación menor y DD - Datos insuficientes), tanto a nivel internacional (UICN – Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y CITES - Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, en sus apéndices II y III, como nacional (Libro Rojo – LR y Resolución 192 de 2014). *Cedrela odorata* L., es la especie con mayor vulnerabilidad debido a su alto valor comercial, lo cual ha reducido drásticamente sus poblaciones (tabla 18 y figuras 28 a 37).

Tabla 18. Relación de especies de flora amenazada de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Familia	Nombre científico	UICN (2019)	CITES (2019)	LR & Resolución 192 de 2014
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero & Balb. ex Kunth) Skeels	-	-	NT
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	-	-	LC
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Muell.Arg.	EN	-	EN
Arecaceae	<i>Copernicia tectorum</i> (Kunth) Mart.	LC	-	-
Arecaceae	<i>Cryosophila kalbreyeri</i> (Dammer ex Burret) Dahlgren	NT	-	-
Lecythidaceae	<i>Couropita guianensis</i> Aubl.	LC	-	-
Leguminosae	<i>Bauhinia purpurea</i> L.	LC	-	-
Leguminosae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	LC	-	NT
Magnoliaceae	<i>Magnolia sambuensis</i> (Pittier) Govaerts.	NT	-	VU
Malvaceae	<i>Cavanillesia platanifolia</i> (Humb. & Bonpl.) Kunth	NT	-	-
Malvaceae	<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S.Alverson	-	-	EN
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	VU	III	EN
Zygophyllaceae	<i>Bulnesia arborea</i> (Jacq.) Engl.	-	-	EN

Fuente: El autor, 2019; García, 2007; Cárdenas & Salinas, 2007; UICN, 2019; CITES, 2019; Ministerio del Medio Ambiente, 2014.

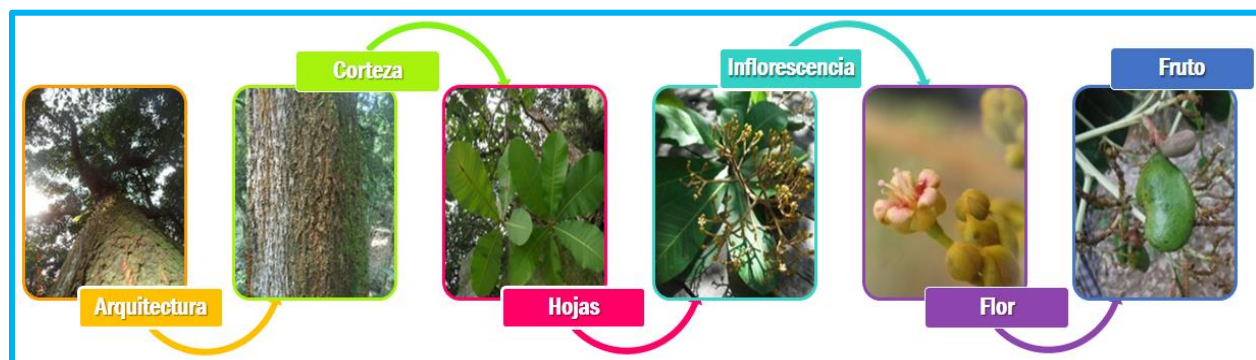


Figura 28. *Anacardium excelsum* (Bertero & Balb. ex Kunth) Skeels. (Fuente: El autor, 2019).

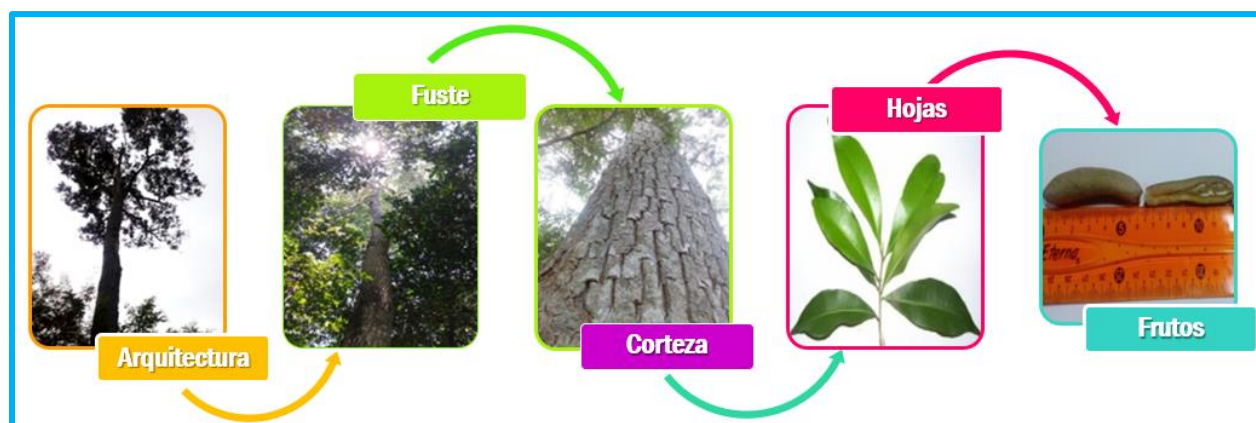


Figura 29. *Aspidosperma polyneuron* Muell.Arg. (Fuente: El autor, 2019).

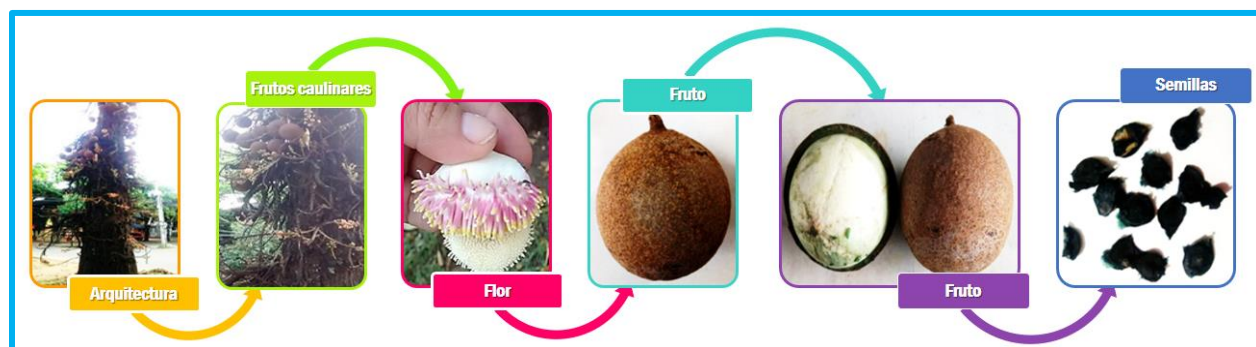


Figura 30. *Couroupita guianensis* Aubl. (Fuente: El autor, 2019).



Figura 31. *Astronium graveolens* Jacq. (Fuente: El autor, 2019).

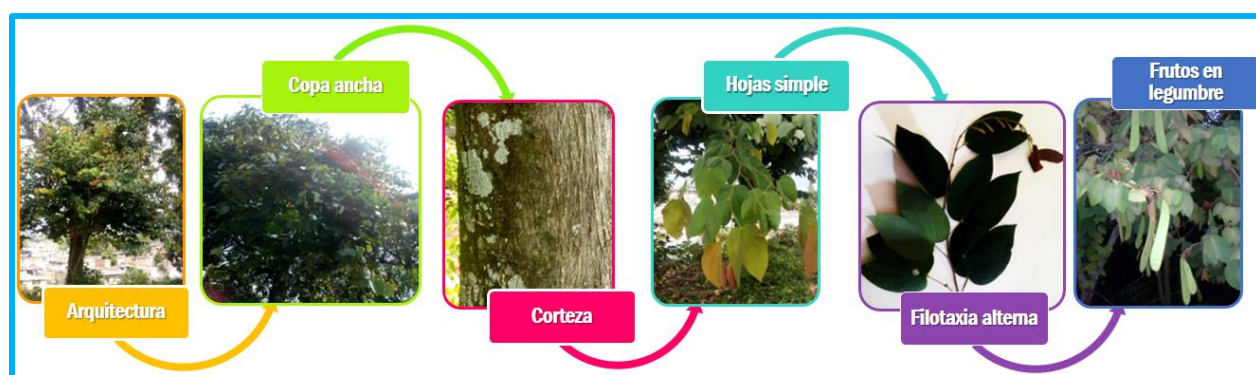


Figura 32. *Bauhinia purpurea* L. (Fuente: El autor, 2019).

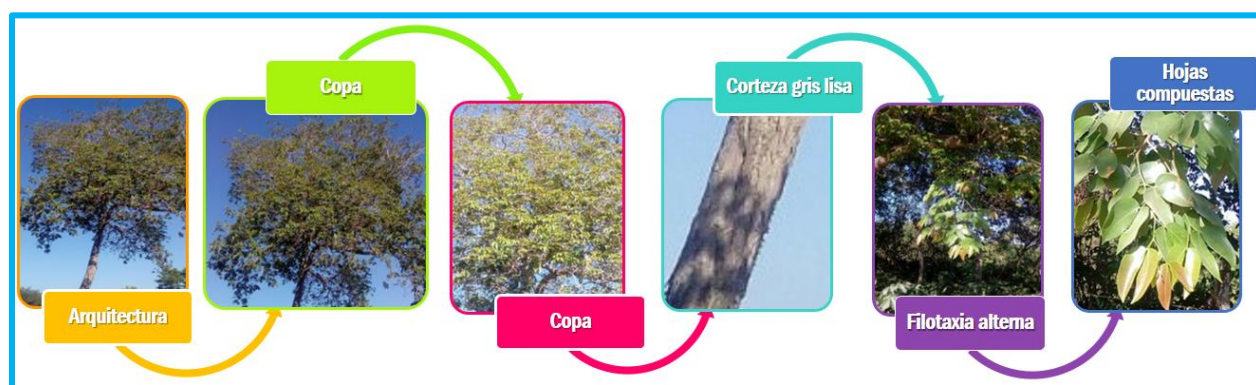


Figura 33. *Hymenaea courbaril* L. (Fuente: El autor, 2019).



Arquitectura

Figura 34. *Cavanillesia platanifolia* (Humb. & Bonpl.) Kunth. (Fuente: El autor, 2019).

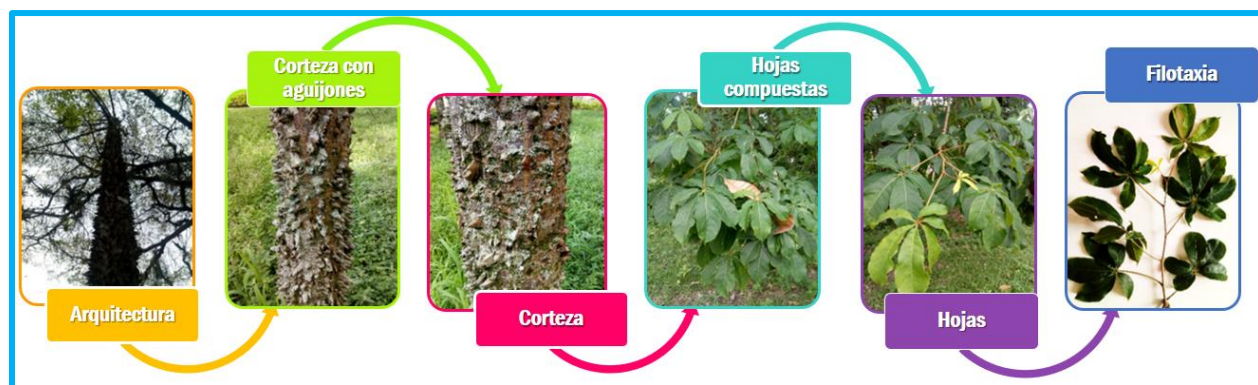


Figura 35. *Pachira quinata* (Jacq.) W.S. Alverson. (Fuente: El autor, 2019).



Figura 36. *Cedrela odorata* L. (Fuente: El autor (2019).



Figura 37. *Bulnesia arborea* (Jacq.) Engl. (Fuente: El autor, 2019).

4.1.10 Fauna silvestre.

En la UOLG se ha determinado una alta variabilidad de fauna asociada tanto a los bosques naturales (riparios) como a las plantaciones establecidas, resultado de diferentes estudios llevados a cabo a grandes grupos de aves, mamíferos, anfibios y reptiles (figura 38).

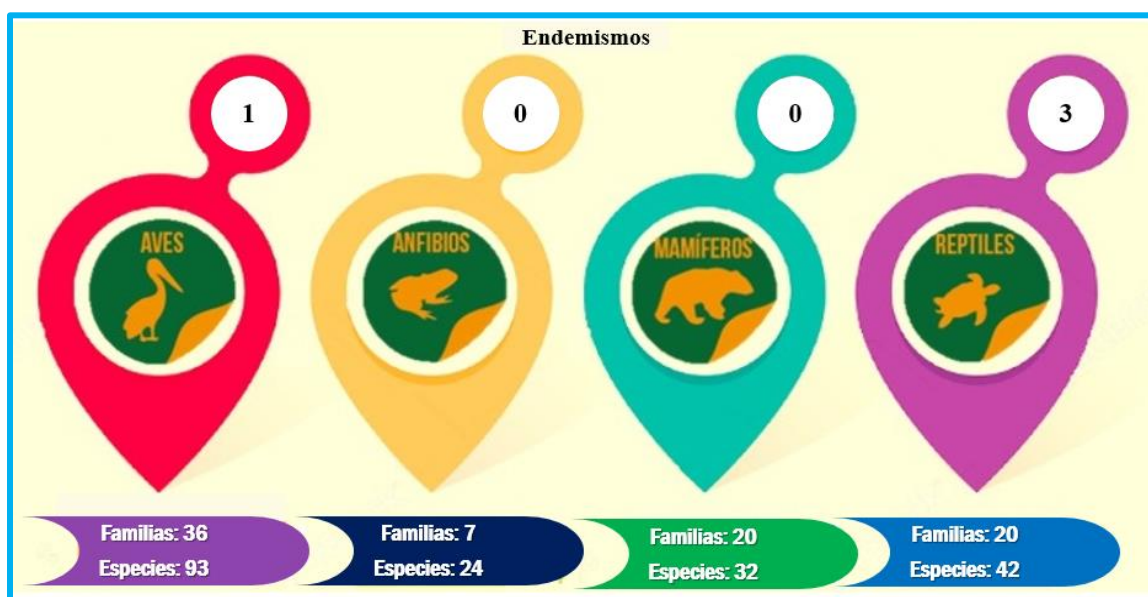


Figura 38. Abundancia de familias y especies de fauna de la UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

4.1.10.1 Clase: Aves.

En total se han reportado 93 especies de aves pertenecientes a 36 familias, siendo la familia Tyraniidae, la de mayor abundancia de especies (11), seguida de Psittacidae con 7 y Thraupidae, Icteridae, Columbidae y Accipitridae con 6 especies cada una. Se registró un endemismo correspondiente a *Ortalis garrula* (Humboldt, 1805) y según las categorías de amenaza a nivel mundial establecidas por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), para el octubre de 2019, la gran mayoría estuvieron categorizadas con preocupación menor (LC).

4.1.10.2 Clase: Mammalia.

En cuanto a mamíferos, se registraron 32 especies agrupadas en 20 familias, con una mayor predominancia de los Felidae y Phyllostomidae con 3 y 2 especies respectivamente. Por otra parte, *Myrmecophaga tridactyla* (Linnaeus, 1758), presentó la mayor amenaza tanto a nivel mundial como nacional, siendo categorizado como vulnerable (VU) de acuerdo con la UICN, la Resolución 192 de 2014 y el Libro Rojo de Mamíferos para Colombia; y de acuerdo al CITES, en el Apéndice II (se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia, CITES, 2019). Factores como la cacería tanto para el consumo de su carne, comercio de su piel, usos medicinales y mágico religiosos, fragmentación y modificación del hábitat, quemas para implementación de agricultura, han diezmando las poblaciones a nivel nacional (Polanco-Ochoa et al. 2006).

4.1.10.3 Clase: Amphibia.

La clase Amphibia estuvo representada por 7 familias y 24 especies. Las familias Hylidae y Leptodactylidae, presentaron el mayor número de especies (10 y 7). Todas las especies a excepción de *Caecilia caribea* (Dunn, 1942), se clasificaron con una categoría de amenaza Preocupación Menor (LC), según la UICN; mientras que para CITES, Libro Rojo y la Resolución 192 de 2014, no se reportaron.

4.1.10.4 Clase: Reptilia.

La familia más representativa fue Dipsadidae con 12 especies. Los reptiles contaron con la mayor cantidad de endemismos (3) *Mesoclemmys dahli* (Zangerl & Medem, 1958), *Helicops danieli* (Amaral, 1938) y *Thamnodynastes gambotensis* (Pérez-Santos & Moreno, 1989) (tabla 41 y figura 45). De acuerdo con la UICN, *Mesoclemmys dahli* (Zangerl & Medem, 1958) se encuentra en Peligro Crítico (CR) a nivel mundial y En Peligro (EN) a nivel nacional. El morrocoy - *Chelonoidis carbonarius* (Spix, 1824), presenta un estado de amenaza en su ambiente natural tanto a nivel mundial como en el país. Para el caso de la Costa Atlántica, su alto valor comercial, alimenticio y cultural, son las principales causas de su desaparición (Castaño & Medem, 2002).

4.1.11 Componente forestal desarrollado en la UOLG.

La UOLG inicia las actividades forestales de tipo comercial, en el año de 1982, empleando especies como *Tectona grandis* L.f., *Eucalyptus tereticornis* Sm. y *Gmelina arborea* Roxb. Desde dicho año, su objetivo principal ha sido el de maximizar la producción de madera

por unidad de área, mejorando los protocolos que van desde la selección de fuentes semilleras y recolección de germoplasma (frutos), silvicultura y cosecha forestal (figura 39).

Actualmente, cada proceso de la cadena de custodia y manejo forestal está certificado bajo los lineamientos de los principios y criterios del Forest Stewardship Council – FSC, garantizando así el buen uso de los recursos naturales y participación de las comunidades aledañas (Reforestadora de la Costa S.A.S., 2019). La tabla 19 relaciona el portafolio de los productos maderables ofrecidos por la empresa en la UOLG.

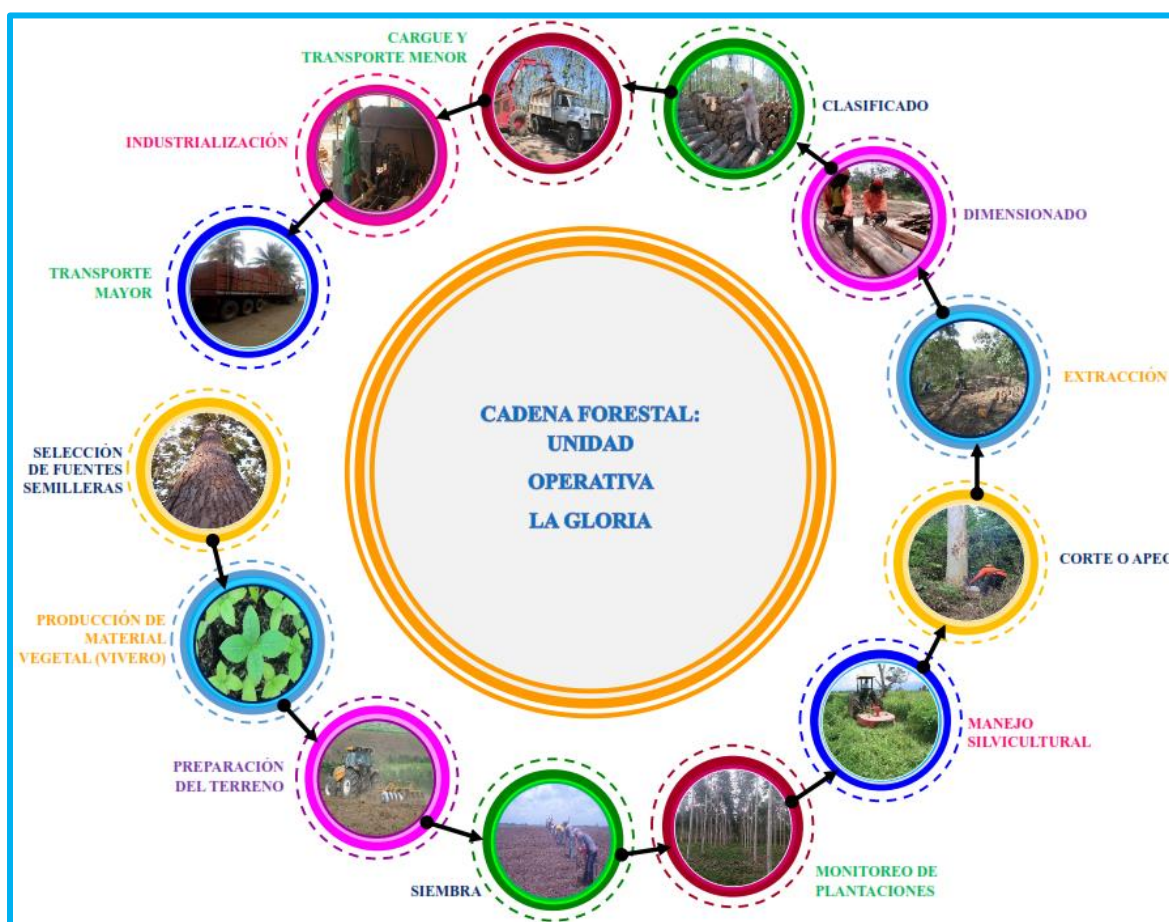


Figura 39. Cadena forestal. UOLG. Reforestadora de la Costa, S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Tabla 19. *Productos maderables ofrecidos en la UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.*

Nombre comercial	Especies
Leña	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand; <i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.; <i>Gmelina arborea</i> Roxb.; <i>Tectona grandis</i> L.f.
Tablas/listones	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand; <i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.; <i>Gmelina arborea</i> Roxb.; <i>Tectona grandis</i> L.f.
Bloques	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.; <i>Tectona grandis</i> L.f.
Madera dimensionada Terminada	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand; <i>Gmelina arborea</i> Roxb.; <i>Tectona grandis</i> L.f.
Madera con finger joint	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.; <i>Tectona grandis</i> L.f.
Madera redonda	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand; <i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.; <i>Gmelina arborea</i> Roxb.; <i>Tectona grandis</i> L.f.
Madera laminada pegada	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.; <i>Tectona grandis</i> L.f.
Marcos puertas	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.; <i>Tectona grandis</i> L.f.
Madera redonda impregnada	<i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.
Astillas madera	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.; <i>Tectona grandis</i> L.f.
Madera aserrada dimensionada tratada	<i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.
Carbón	<i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.

Fuente: Reforestadora de la Costa S.A.S, 2019.

4.1.11.1 Especies plantadas.

Desde su conformación, en la UOLG se establecieron plantaciones comerciales de las especies *Tectona grandis* L.f., *Gmelina arborea* Roxb. y *Eucalyptus tereticornis* Sm., las cuales han prevalecido hasta la actualidad. Se han desarrollado plantaciones a menor escala de *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand y *Tabebuia rosea* (Bert.) DC.

4.1.11.2 Producción de material vegetal.

El proceso de recolección de germoplasma (semillas) y la producción de plántulas de calidad, garantizan el éxito del programa de siembras. La consecución de germoplasma se hace en fuentes semilleras propias, establecidas y seleccionadas bajo los lineamientos del programa de mejoramiento genético forestal para la UOLG. Para el caso de *Tectona grandis* L.f., en la

UOLG existe el único huerto semillero clonal a nivel nacional. También se cuenta con un rodal semillero de *Eucalyptus tereticornis* Sm., de aproximadamente una (1) hectárea y equipos para la escarificación de frutos con el fin de reducir los tiempos de germinación y homogenizar la producción de plántulas en el vivero, el cual tiene una capacidad de producción de 1.000.000 de plántulas anuales.

Los tiempos de germinación son diferentes para cada una de las especies. Para los frutos escarificados de *Tectona grandis* L.f., se presenta entre los 8 a 10 días después de sembrados; para el *E. tereticornis*, la germinación se da a los 10 días y para *G. arborea*, a los 12. El trasplante consiste en el paso de las plántulas obtenidas en los germinadores a las bolsas (en algunos casos tubetes o bandejas) con el sustrato previamente preparado y humedecido. El tamaño ideal de trasplante es una vez se tengan el primer par de hojas verdaderas (figura 40).



Figura 40. Tipos de hojas. *Eucalyptus tereticornis* Sm. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor (2019).

A diferencia de las bolsas, las bandejas y tubetes poseen venas internas ubicadas verticalmente, cuyo propósito es el de direccionar la raíz evitando enrollamientos y permitiendo

una mejor conformación de la raíz gracias. Por último, se obtiene el material vegetal con las características en cuanto a calidad de *Tectona grandis* L.f.

Seis (6) semanas antes de ser llevado a campo, se rustifica, es decir, se endurece o lignifica tanto el tallo como su sistema radicular, mediante la reducción paulatina del riego, fertilización y plena exposición solar, para ello las plántulas se exponen al sol directo en las horas menos calurosas, retirándoles las polisombra y en las más calurosas se cubren. Este proceso ayuda a sobrellevar las duras condiciones a las que posteriormente será sometido. El transporte del material se hace en camiones, previamente dispuestos en cajas plásticas.

4.1.11.3 Preparación y adecuación de tierras.

Este proceso tiene como objetivo brindar las condiciones óptimas para el desarrollo del sistema radicular de las plantaciones a implementar. Preferiblemente se lleva a cabo durante los periodos secos, ya que si se hace cuando el suelo está húmedo la maquinaria se embota (pierde efectividad al realizar sus actividades) y se genera un mayor impacto al suelo, creándose paredes impermeables que impiden la penetración radicular. A las zonas aledañas a las fuentes hídricas se les da un manejo especial y se mantienen libres de residuos que puedan contaminar y afectar su caudal. En ningún caso se intervienen áreas con cobertura arbustiva o arbórea que sirvan como barreras protectoras entre la plantación y el bosque natural. En los sitios que han sido aprovechados previamente dentro de la UOLG o que han tenido un uso anterior pecuario, se llevan a cabo varias etapas que incluyen en primer lugar el desmonte, recolección mecanizada de residuos, rastrillado, subsolado y en algunos casos, nivelado y aplicación de enmiendas.

- **Desmote.** Se realiza ya sea de forma manual o mecanizada con el mulcher (moledora, figura 41A), buldócer (figura 41B) o rolo, acoplados a un tractor y su elección depende de las condiciones del terreno (tipo de cobertura, pendiente, color, grado de erosión y textura del suelo, siendo las más predominantes la Arenosa - A, Arenofranca – AF, Francoarenosa – FA, Francoarcilloarenosa – FarA, Arcilloarenosa – ArA, Francoarcillosa – Far, Francoarcillolimsa – FarL, Franca – F, Franco Limosa – FL, Limosa – L, Arcillosa – Ar y Arcillolimsa - ArL (tabla 20).



Figura 41. Desmote. (A) Tractor con mulcher. (B) Buldócer. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor (2019).

Tabla 20. Consideraciones para la selección del uso de maquinaria para el proceso de desmonte. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Descripción	Cobertura	Pendiente (%)	Textura	Erosión	Horizonte superficial	
					Espesor (cm)	Color
Mulcher	Rebrotes < 1 año	0 - 7 7 - 25 25 - 50	Gruesa (A, AF, FA, FArA, ArA) Media (FAr, FArL, F, FL, L)	No representativa Ligera	> 20 < 20	Oscuro Medio Claro
	Rastrojo 1 - 5 años					
	Rastrojo < 1 año					
	Rebrotes > 1 año					
Buldócer	Rastrojo 1 - 5 años	0 - 7 7 - 25	Gruesa (A, AF, FA, FArA, ArA) Media (FAr, FArL, F, FL, L) Fina (Ar, ArL)	No representativa Ligera	> 20	Oscuro
	Rebrotes > 1 año					
Rolo	Rebrotes < 1 año	0 - 7 7	Gruesa (A, AF, FA, FArA, ArA) Media (FAr, FArL, F, FL, L)	No representativa Ligera	> 20 < 20	Oscuro Medio Claro
	Rastrojo < 1 año					
Manual	Rebrotes < 1 año	0 - 7 7 - 25 25 - 50 > 50	Gruesa (A, AF, FA, FArA, ArA) Media (FAr, FArL, F, FL, L)	No representativa Ligera	> 20 < 20	Oscuro Medio Claro
	Rastrojo < 1 año					
	Rebrotes > 1 año					

Fuente: El autor, 2019.

- **Rastrillado.** Una vez limpio el sitio, se realiza el proceso de rastrillado con el uso de rastra mecánica de 16 discos o grada de discos (figura 42). Al igual que el subsolado, se lleva a cabo en periodos secos. Su finalidad es la de reducir el tamaño de los agregados del suelo, disminuir la proliferación de arvenses en las plantaciones, incrementar la porosidad proporcionando condiciones de retención de humedad y eliminar capas

superficiales compactadas e impermeables, que limiten la penetración de las raíces y/o restrinjan el libre movimiento del agua lluvia o riego, ocasionando problemas por escorrentía. La no ejecución del rastrillado trae como consecuencias la disminución efectiva de los herbicidas y disponibilidad de nutrimentos, crecimiento irregular de las plántulas, crecimiento precoz de las arvenses y aparición temprana de plagas y enfermedades.

- **Subsolado.** Se realiza con el uso del subsolador denominado “el dos en uno”, que consiste en una punta adaptada en un solo cuerpo a 6 discos que cumplen la función de rastra. El subsolado profundiza hasta 80 cm y los discos traseros pulen y mullen el terreno (figura 43A y 43B). Se traza formando líneas paralelas separadas según la distancia de siembra (figura 43C).



Figura 42. Actividad de arado. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).



Figura 43. Actividad de subsolado. (A) Subsolando. (B) Verificación de profundidad de subsolado. (C) Trazado de líneas paralelas. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

- **Aplicación de enmiendas.** Para ello se aplica yeso químico (que es un derivado o producto final que resulta de la industrialización del ácido sulfúrico). Dicha labor se hace un mes antes de la siembra, aplicando entre 1,0 a 1,5 toneladas por ha, al voleo preferiblemente antes de la preparación. (figura 44).



Figura 44. Aplicación de enmiendas. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Finalizada esta primera fase, quedan los sitios adecuados para proseguir con el proceso de siembra. Es importante aclarar que la implementación de las actividades de preparación de tierras en cuanto a secuencia e intensidad, dependen de las condiciones del terreno determinadas mediante evaluaciones preliminares de aspectos como compactación superficial del suelo, pendiente y uso actual.

4.1.11.4 Establecimiento de plantaciones.

Este proceso parte de la inspección del lote, verificación adecuada de su preparación e identificación de vías y áreas de protección y conservación como represas, fuentes hídricas, zonas erodables, corredores ecológicos, áreas de regeneración natural, entre otras; siendo estas últimas, señalizadas en cada uno de los lotes con pintura verde fosforescente y estacas. Es muy importante dejar libres (sin plantación) las vías internas, ya que actúan como barrera cortafuego en caso de un posible incendio. El establecimiento de la plantación inicia con el trazado. Para ello y apoyados en la brújula, se ubican sobre el terreno dos líneas base o guía, con la ayuda de

estacas e hilo de polipropileno: La primera, se localiza en sentido norte – sur y la segunda, en dirección este – oeste. El punto de intersección, define cuatro (4) cuadrantes para la siembra.

De forma paralela se ubican las demás líneas, sobre las cuales se medirán y marcarán con una estaca de madera, los sitios para el ahoyado. En los casos en que se ha empleado el subsolador para la demarcación de las líneas de siembra, se continúa con la ubicación y señalización del punto de ahoyado con una vara calibrada y estaca a la distancia de siembra previamente definida (figura 45). Los hoyos se harán, ya sea de forma manual (figura 46A) o mecánica con motocavador STHILL BT 360 (figura 46B), en zonas con pendientes en donde no es posible mecanizar debido a la inestabilidad de los tractores (en los sitios subsolados no se ahoya). Cada hoyo, sin importar la especie, tendrá una dimensión de 30 cm de largo x 30 cm de ancho x 30 cm de profundidad.

A continuación, se procede a la siembra del material vegetal (figura 47A). Se verificará en campo, que el material tenga las características óptimas. La siembra debe hacerse perpendicular al suelo, apisonando manualmente para eliminar las cámaras de aire o sitios de propicios para la proliferación de hongos o insectos dañinos (figura 47B). El árbol debe quedar enterrado con una pequeña sección del tallo cubierto para evitar volcamientos y exposición de sus raíces.



Figura 45. *Proceso de trazado sobre la línea de subsolado. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).*



Figura 46. *Proceso de ahoyado. (A) Manual. (B) Mecánica. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).*



Figura 47. Siembra de las plántulas. UOLG. (A) Siembra. (B) Apisonado del sustrato. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019)

En el momento de la siembra, se fertiliza mediante la aplicación de 140 gr de cloruro de potasio y sulfato de zinc previamente mezclados. Para ello, se hacen dos orificios a veinte (20) centímetros a cada lado de la plántula ayudados con una estaca de madera. En cada hueco se adicionan 70 gr del fertilizante. Finalmente, se obtienen las plantaciones para las diferentes especies seleccionadas dentro de la UOLG como la (figura 48A) *Gmelina arborea* Roxb., *Tectona grandis* L.f. Sm. (figura 48B) y *Eucalyptus tereticornis* (figura 48C).



Figura 48. Plantaciones forestales. (A) *Gmelina arborea* Roxb. (B) *Tectona grandis* L.f., (C) *Eucalyptus tereticornis* Sm. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

4.1.11.5 Mantenimiento forestal.

El objetivo fundamental del mantenimiento forestal es favorecer el desarrollo de las plantaciones, incrementando su productividad y calidad de la madera. Comprende diferentes actividades, las cuales se describirán a continuación.

- **Limpias.** La rápida recuperación de las arvenses en la zona, hace que su control sea una actividad altamente exigente, más que todo en plantaciones jóvenes; para evitar la competencia por luz, espacio y nutrientes. Se han identificado un total de 141 especies (arvenses) agrupadas en Poaceae, Cyperaceae y de hoja ancha (tabla 21).

Tabla 21. Relación de arvenses evidenciadas dentro de UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

No	Familia	Nombre científico	Nombre Vulgar	Ciclo de vida
1	Acanthaceae	<i>Blechum pyramidatum</i> (Lam.) Urb	Yerba de Papagallo	Anual
2	Acanthaceae	<i>Ruellia lorentziana</i> Griseb.	Violetilla	Anual
3	Acanthaceae	<i>Ruellia tuberosa</i> L.	Espanta suegras	Perenne
4	Aizoaceae	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Verdolaga blanca	Anual
5	Amaranthaceae	<i>Achyranthes indica</i> (L.) Mill.	Cadillo de mazorca	Anual
6	Amaranthaceae	<i>Amaranthus dubius</i> Mart. ex Thell.	Bledo	Anual
7	Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Bledo espinoso	Anual
8	Amaranthaceae	<i>Celosia argentea</i> L.	Celosia inmortal	Anual
9	Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Mata caballo	Perenne
10	Apocynaceae	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) Dryand.	Algodón de seda	Perenne

No	Familia	Nombre científico	Nombre Vulgar	Ciclo de vida
11	Apocynaceae	<i>Sarcostemma glaucum</i> Kunth	Bejuco del diablo	Anual
12	Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G.Lohmann	Una de gato	Perenne
13	Boraginaceae	<i>Heliotropium indicum</i> L.	Cola de alacrán	Anual
14	Campanulaceae	<i>Hippobroma longiflora</i> (L.) G.Don	Lágrimas de San Diego	Perenne
15	Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	Yerba de estrella	Anual
16	Cleomaceae	<i>Cleome gynandra</i> L.	Platanito	Anual
17	Cleomaceae	<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	Jazmín del río	Anual
18	Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	Siempre viva	Anual
19	Compositae	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Carrapicho de carneiro	Anual
20	Compositae	<i>Ageratum conyzoides</i> (L.) L.	Manrubio	Anual
21	Compositae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Amor seco	Anual
22	Compositae	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	Botoncillo	Anual
23	Compositae	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex DC.	Pincelito	Anual
24	Compositae	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich. ex Rich.) DC.	Botón de oro	Anual
25	Compositae	<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.	Cerbatana	Anual
26	Compositae	<i>Tagetes erecta</i> L.	Terciopelo	Anual
27	Compositae	<i>Tridax procumbens</i> (L.) L.	Cadillo chisaca	Anual
28	Compositae	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Cadillo falso	Anual
29	Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Campanita	Anual
30	Convolvulaceae	<i>Merremia quinquefolia</i> (L.) Hallier f.	Bejuco peludo	Anual
31	Cucurbitaceae	<i>Cucumis anguria</i> L.	Calabacín	Anual
32	Cucurbitaceae	<i>Cucumis dipsaceus</i> Ehrenb. ex Spach	Jaboncillo	Anual
33	Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i> L.	Melón de golero	Anual
34	Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	Caetano	Anual
35	Cyperaceae	<i>Cyperus diffusus</i> Vahl.	Paja cortadera	Perenne
36	Cyperaceae	<i>Cyperus ferax</i> (L.) Rich.	Cortadera	Perenne
37	Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz.	Cortadera	Perenne
38	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Corocillo	Perenne
39	Cyperaceae	<i>Dichromena ciliata</i> Pers.	Hierba de Estrella	Perenne
40	Cyperaceae	<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	Cebolleta de pantano	Anual
41	Cyperaceae	<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	Fosforito	Perenne
42	Cyperaceae	<i>Scleria pterota</i> Presl.	Cortadera	Perenne
43	Euphorbiaceae	<i>Acalypha alopecuroides</i> Jacq.	Cadillo de mazorca	Anual
44	Euphorbiaceae	<i>Acalypha virginica</i> L.	Gusanillo	Anual
45	Euphorbiaceae	<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch	Mosquero	Anual

No	Familia	Nombre científico	Nombre Vulgar	Ciclo de vida
46	Euphorbiaceae	<i>Caperonia palustris</i> (L.) A.St.-Hil.	Botoncillo	Anual
47	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus urens</i> (L.) Arthur	Pringamosa	Anual
48	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Clavos de Cristo	Anual
49	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Tripa de pollo	Anual
50	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	Leche - leche	Anual
51	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	Perenne
52	Heliconiaceae	<i>Heliconia bihai</i> (L.) L.	Platanillo	Perenne
53	Lamiaceae	<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	Cordón de fraile	Anual
54	Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R.Br.	Cordón de fraile	Anual
55	Leguminosae	<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	Pega pega	Anual
56	Leguminosae	<i>Mimosa somnians</i> Willd.	Dormidera	Perenne
57	Leguminosae	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	Ojo de buey	Perenne
58	Leguminosae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Willd.) Benth.	Espino	Perenne
59	Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Corona de Cristo	Perenne
60	Leguminosae	<i>Canavalia brasiliensis</i> Benth.	Canavalia	Anual
61	Leguminosae	<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench	Tamarindillo	Perenne
62	Leguminosae	<i>Crotalaria pallida</i> Aiton	Maraquita	Anual
63	Leguminosae	<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth.	Cascabelitos	Anual
64	Leguminosae	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Añil	Anual
65	Leguminosae	<i>Mimosa pigra</i> L.	Zarza	Perenne
66	Leguminosae	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormidera	Perenne
67	Leguminosae	<i>Phaseolus lathyroides</i> L.	Frijolillo	Anual
68	Leguminosae	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Cafecillo	Anual
69	Leguminosae	<i>Senna tora</i> (L.) Roxb.	Chilinchil	Anual
70	Leguminosae	<i>Sesbania herbacea</i> (Mill.) McVaugh	Sesbania	Anual
71	Loganiaceae	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Lombricera	Anual
72	Lythraceae	<i>Ammannia octandra</i> L.f.	Palo de agua	Anual
73	Malpighiaceae	<i>Amorimia concinna</i> (C.V.Morton) W.R.Anderson	Mindaca	Perenne
74	Malvaceae	<i>Anoda acerifolia</i> Cav.	Malva	Anual
75	Malvaceae	<i>Corchorus orinocensis</i> Kunth	Espadilla	Anual
76	Malvaceae	<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew	Ortiga	Anual
77	Malvaceae	<i>Malachra alceifolia</i> Jacq.	Malva	Anual
78	Malvaceae	<i>Melochia pyramidata</i> L.	Escoba morada	Anual
79	Malvaceae	<i>Pavonia sidifolia</i> Kunth	Algodoncillo	Anual
80	Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm.f.	Escoba	Perenne
81	Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escoba	Perenne
82	Malvaceae	<i>Triumfetta lappula</i> L.	Cadillo de panela	Perenne
83	Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i> L.	Platanillo	Perenne
84	Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	Tomillo	Anual

No	Familia	Nombre científico	Nombre Vulgar	Ciclo de vida
85	Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i> L.	Golondrina	Anual
86	Nyctaginaceae	<i>Boerhavia hirsuta</i> L.	Rodilla de pollo	Anual
87	Onagraceae	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G.Don) Exell	Clavito	Anual
88	Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	Cardo santo	Anual
89	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Viernes santo	Anual
90	Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i> L.	Anamú	Anual
91	Phytolaccaceae	<i>Rivina humilis</i> L.	Coralillo	Anual
92	Piperaceae	<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth	Siempre viva	Anual
93	Piperaceae	<i>Piper peltatum</i> L.	Santa María	Perenne
94	Poaceae	<i>Leptochloa uninervia</i> (J. Presl) Hitchc. & Chase	Paja gris	Anual
95	Poaceae	<i>Cenchrus brownii</i> Roem. & Schut.	Cadillo carretón blanco	Anual
96	Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Cadillo carretón morado	Anual
97	Poaceae	<i>Chloris polydactyla</i> (L.) Swartz.	Pasto conejo	Anual
98	Poaceae	<i>Coix lacryma-jobi</i> L.	Lágrimas de San Pedro	Anual
99	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Pasto Argentina	Perenne
100	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Tres dedos	Anual
101	Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Hierba de conejo	Anual
102	Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Liendre de puerco	Anual
103	Poaceae	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Paja de burro	Anual
104	Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i> (Aubl.) P.Beauv.	Caña brava	Perenne
105	Poaceae	<i>Homolepis aturensis</i> (Kunth) Chase	Paja comino	Perenne
106	Poaceae	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raeusch.	Guayacana	Perenne
107	Poaceae	<i>Ischaemum rugosum</i> Salisb.	Falsa Caminadora	Anual
108	Poaceae	<i>Ixophorus unisetus</i> (J.Presl) Schltld.	Pitillo	Anual
109	Poaceae	<i>Leptochloa filiformis</i> (Pers.) P.Beauv.	Paja mona	Anual
110	Poaceae	<i>Panicum fasciculatum</i> Sw.	Granadilla	Anual
111	Poaceae	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Pasto Guinea	Perenne
112	Poaceae	<i>Panicum trichoides</i> Sw.	Paja Churcada	Anual
113	Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> P.J.Bergius	Hierba agría	Perenne
114	Poaceae	<i>Paspalum fasciculatum</i> Willd. ex Flüggé	Gramalote	Perenne
115	Poaceae	<i>Paspalum notatum</i> Flüggé	Pasto Bahía	Perenne
116	Poaceae	<i>Paspalum paniculatum</i> L.	Paja brava	Perenne
117	Poaceae	<i>Paspalum virgatum</i> L.	Pajón	Perenne
118	Poaceae	<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E. Hubb.	Paja rosada	Anual
119	Poaceae	<i>Rottboellia exaltata</i> (L.) L.f.	Caminadora	Anual
120	Poaceae	<i>Setaria geniculata</i> P.Beauv.	Cola de zorro	Perenne

No	Familia	Nombre científico	Nombre Vulgar	Ciclo de vida
121	Poaceae	<i>Setaria palmifolia</i> (J.Koenig) Stapf	Pasto de palma	Perenne
122	Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Paja Johnson	Perenne
123	Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	Yerba de San Agustín	Perenne
124	Poaceae	<i>Trichachne insularis</i> (L.) Nees	Rabo de zorro	Perenne
125	Pontederiaceae	<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd.	Buche de gallina	Anual
126	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Anual
127	Rubiaceae	<i>Richardia scabra</i> L.	Tabaquillo	Anual
128	Rubiaceae	<i>Spermacoce laevis</i> Lam.	Botoncillo	Anual
129	Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i> L.	Raíz de la china	Perenne
130	Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L.	Chamico	Anual
131	Solanaceae	<i>Physalis angulata</i> L.	Uchuva	Anual
132	Talinaceae	<i>Talinum fruticosum</i> (L.) Juss.	Verdolaga de castilla	Anual
133	Talinaceae	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Puchero	Anual
134	Verbenaceae	<i>Bouchea prismatica</i> (L.) Kuntze.	Verbena	Anual
135	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Venturosa	Perenne
136	Verbenaceae	<i>Lantana canescens</i> Kunth	Venturosa morada	Perenne
137	Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	Cidrón	Anual
138	Verbenaceae	<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers.	Casillo de bolsa	Perenne
139	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	Verbena negra	Perenne
140	Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Hook. & Arn.	Verdolaga	Anual
141	Zygophyllaceae	<i>Tribulus cistoides</i> L.	Abrojo	Perenne

Fuente: El autor, 2019.

El control de arvenses se hace de forma manual (con machete), mecánica (con tractor o guadañadora) o química con el uso de herbicidas pre o pos-emergentes. Las limpiezas mecánicas y químicas, se llevan a cabo hasta el cuarto año, con una frecuencia de 3 veces por año; de ahí en adelante, una vez por año, hasta el año 8 (en teca), con el objeto de mantener libres las plantaciones de arvenses para la primera entresaca. Los plateos se desarrollan durante el año cero (0). Consisten en controlar las arvenses alrededor del árbol, formando círculos con un diámetro mínimo de 1m. Se realizan con machete (figura 49).

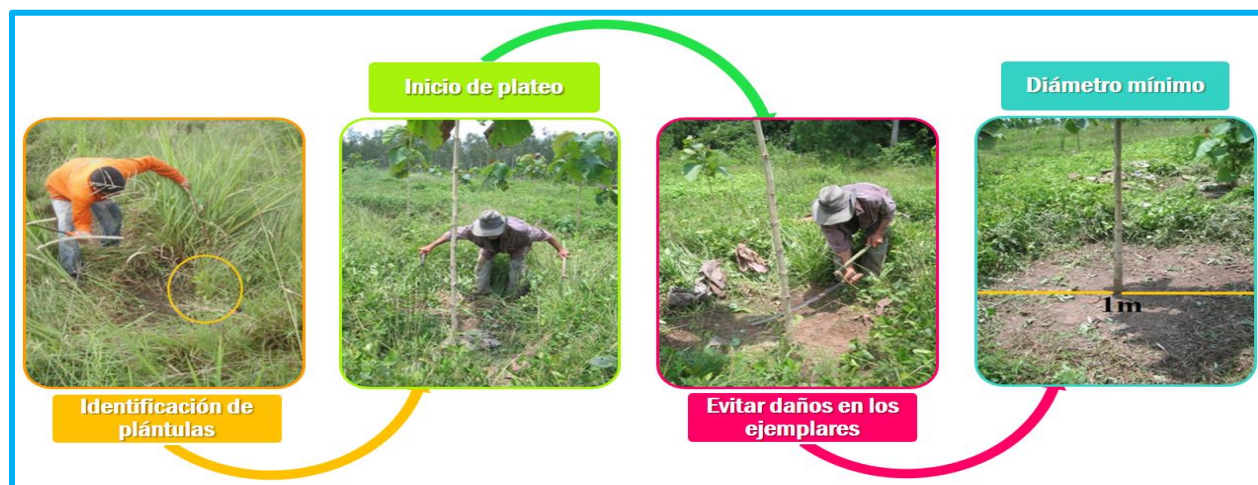


Figura 49. Plateo en plantaciones. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Las limpiezas mecánicas se llevan a cabo entre líneas con guadaña o cortamalezas halado por un tractor como medida de control de arvenses, control fitosanitario y control de incendios (figura 50).

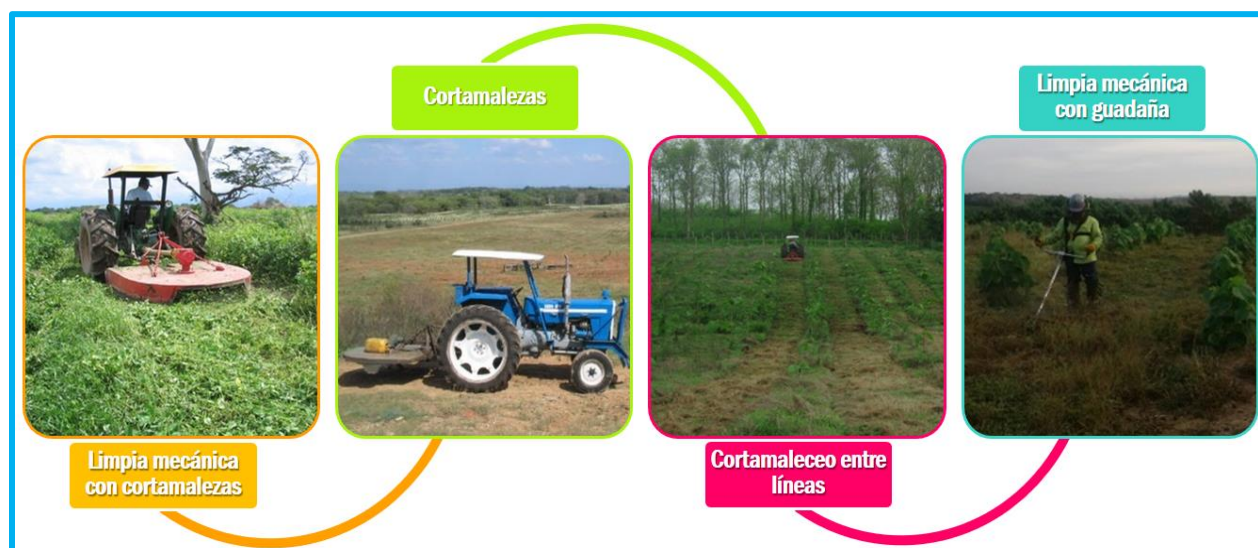


Figura 50. Limpia mecanizada. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Las limpieas químicas se ejecutan entre las líneas de siembra aplicando una combinación de glifosato en dosis de 3 lt/ha y Saflufenacil herbicida 100 gr/ha, con bomba de espalda y entre calles se hace con tractor y fumigadora mecánica Jacto (figura 51).



Figura 51. Limpia química. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

El desbejuque se realiza según la necesidad o presencia de bejucos. El objetivo es evitar que especies de tallo voluble, siendo la más relevante *Ipomoea purpurea* (L.) Roth (bejuco peludo), deformen o en su defecto, estrangulen los individuos. La supervisión en el segundo semestre del año es relevante por la gran pluviosidad presentada en la zona. Se ejecuta con machete (figura 52). Un eficiente control de arvenses permite mantener las plantaciones limpias de material competente (figura 53).



Figura 52. Desbejuque de plantaciones de *Tectona grandis* L.f. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

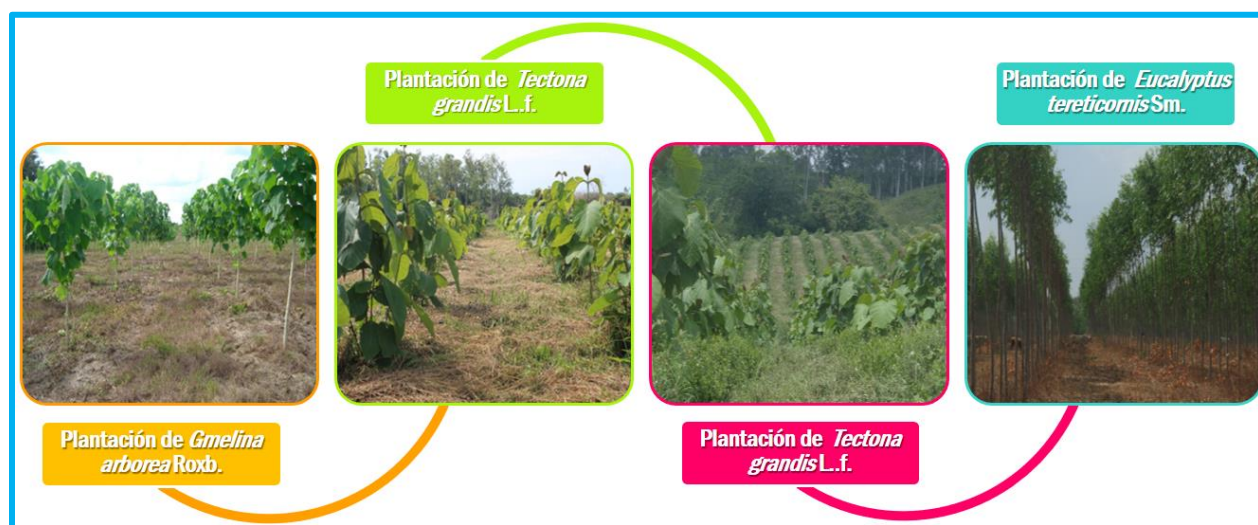


Figura 53. Plantaciones comerciales libres de arvenses. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

- **Riegos.** Facilitan las actividades de laboreo y reducen el riesgo de sequía y posterior mortalidad del material vegetal establecido.

- **Manejo de rebrotes.** Se realiza únicamente en plantaciones de *Tectona grandis* L.f., en el año 0 y en algunas ocasiones en el primer año. Se hace con un serrucho pequeño previamente desinfectado. Los rebrotes basales y laterales se eliminan con el objetivo de dejar un fuste principal. Para ello se debe evaluar el estado y vigorosidad de los tallos para seleccionar el líder. Se debe desarrollar en época seca para evitar la proliferación de nuevos rebrotes. Su frecuencia depende del desarrollo de los árboles.
- **Podas de crecimiento y formación.** Se hacen hasta el año 10. Durante el primer año de edad de la plantación, las podas de ramas se hacen con serrucho pequeño. A partir de ésta edad y hasta el año 10, se hacen con motopodadora de altura. En cuanto a la frecuencia, del primer hasta el año 10, las plantaciones se podan una vez por año (figura 54).



Figura 54. Poda de plantaciones de *Tectona grandis* L.f. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S. Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

- **Entresacas o aclareos.** Se realizan acorde a los inventarios forestales planeados.

Inicialmente, se determina la densidad de plantación y el índice de densidad del rodal

(IDR), mediante la implementación de parcelas circulares de 200m², con una intensidad de muestreo del 2%, es decir, una parcela por hectárea. Obtenidos dichos valores, se procede a realizar la marcación de los individuos a entresacar con características no deseables como suprimidos, enfermos, etc. Para teca, las plantaciones se entresacan en los años 8, 12, 15 y la cosecha o tala rasa, se hace al año 20.

- **Protección forestal.** Comprende todas las actividades tendientes a minimizar los daños ocasionados por factores tanto bióticos como abióticos, capaces de generar daños a las plantaciones. Incluye lo relacionado con plagas y enfermedades para cada una de las especies de valor comercial implementadas y la prevención y control de incendios forestales. La plaga de mayor impacto en *Tectona grandis* L.f. *Phyllophaga* sp. (figura 55).



Figura 55. Daño ocasionado por *Phyllophaga* sp. (Gallina ciega) en *Tectona grandis* L. f. y control. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Para *Gmelina arborea* Roxb., la necrosis foliar causada por el hongo *Cercospora ranjita* S. Chowdhury, 1958, ocasiona manchas foliares y posterior defoliación de los individuos. Sólo

se evidencia en épocas de alta humedad relativa o periodos lluviosos prolongados (Ramírez, 2006) y en *Eucalyptus tereticornis* Sm., se han reportado 28 artrópodos causantes de daños a nivel de plantación, siendo los de mayor impacto: *Amitermes foreli* (Isoptera: Termitidae) y *Atta* sp. (Hymenoptera: Formicidae); seguidos de *Crematogaster* sp., *Oncometopia* sp., *Spodoptera* sp. y *Prosarthria teretirostris* Brunner von Wattenwyl, 1890. A nivel de hongos se han evidenciado tres tipos: *Botryosphaeria dothidea*, *Cryphonectria cubensis* y la roya del eucalipto (*Puccinia psidii*), hongo Basidiomycete perteneciente a la familia Pucciniaceae.

Para las tres especies, la hormiga arriera o cortadora de hojas *Atta* sp., (figura 56), causa defoliación en las plantaciones disminuyendo la capacidad fotosintética de los individuos y las termitas *A. foreli*, (figura 57) son insectos endémicos que deterioran tanto la médula como la raíz de ejemplares jóvenes y maduros aparentemente sanos de las tres especies, inhibiendo su crecimiento llegando incluso a causar la muerte. Se debe practicar supervisión y control periódico de termiteros en formación. La madera aprovechada debe ser transportada al sitio de procesamiento o destino final lo más pronto posible, para evitar la proliferación de las termitas.



Figura 56. Hormiga cortadora *Atta* sp. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

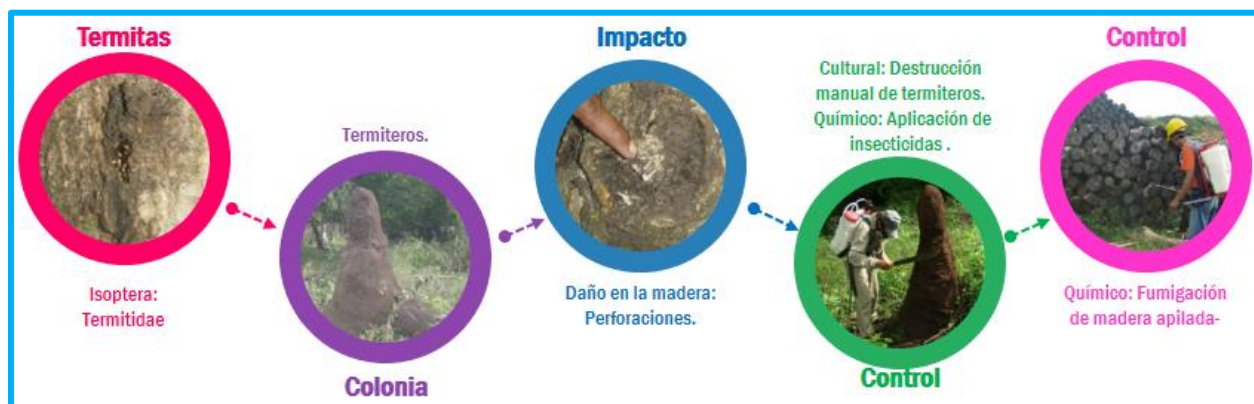


Figura 57. *Termitas Amitermes foreli* L.f. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

Para el control de incendios y adecuación de vías, la UOLG cuenta con el Plan de Emergencia para Incendios Forestales (PEIF), el cual contempla las estrategias generales, organización responsabilidad empresarial y recursos necesarios para prevenir, controlar y extinguir cualquier tipo de incendio presentado, así como, describir las actividades de restauración para las áreas afectadas. El PEIF está dividido en tres (3) programas tales como: Prevención, contingencia y restauración (tabla 22).

Tabla 22. Descripción de los programas del PEIF. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena.

Programa	Actividad	Descripción
Prevención (Labores operativas y preventivas). Actividades	Mantenimiento de guardarrayas (57.000 m de longitud aproximadamente) (figura 58).	Superficies de aproximadamente un metro de ancho, a las cuales se les retira el material combustible y sirven para detener y controlar el fuego.

Programa	Actividad	Descripción
<p>tendientes a prevenir situaciones de contingencia y a organizar los preparativos para su atención.</p>	<p>Mantenimiento de cortafuegos (figura 58).</p>	<p>Superficies de aproximadamente 4 m de ancho (incluyendo vías internas y principales), a las cuales se le elimina el material combustible a ras de suelo. Permiten el desplazamiento de los vehículos y personal en caso de una eventualidad. Se realiza con buldócer y rastra hidráulica de 12 discos halada por un tractor. En los tramos de mayor dificultad se hará con retroexcavadora. En los casos de las vías, se utiliza una cuchilla niveladora. La labor inicia en la tercera semana de diciembre hasta la tercera semana de enero, época en la cual se da inicio al periodo más seco del año.</p>
	<p>Manejo silvicultural de las plantaciones.</p>	<p>Comprende un control intensivo de arvenses para las plantaciones menores de cuatro (4) años de edad.</p>
	<p>Programación de quemas en fincas vecinas.</p>	<p>Debido al bajo costo que implican las quemas como práctica para adecuación de tierras, la UOLG busca que las quemas de los vecinos para sus prácticas agrícolas, se haga de manera programada, asistida y controlada, para evitar el paso del fuego a las plantaciones forestales. Para ello, se tiene el listado de los vecinos a los cuales se les hace llegar un comunicado para que indiquen el día y hora de su quema con 10 días de antelación y así apoyar con la brigada en cada uno de los sitios.</p>
<p>Prevención</p>	<p>Preparación y mantenimiento de herramientas y equipos.</p>	<p>Consiste en revisar, reparar y hacer mantenimiento a los equipos y herramientas del personal que conforma la brigada contraincendios. Dicha dotación comprende: Machetes con funda (12), bombas de espalda (10), batefuegos (14), antorcha de goteo (1), camioneta (1), tractor con carrotanque (1), carrotanques (5), motobomba (2). Los carrotanques se disponen en puntos estratégicos dentro de la UOLG: Núcleo Contrabando, Tranquilidad, Nuevo Ejemplo, Campamento La Gloria, La Unión.</p>

Programa	Actividad	Descripción
	Sistema de alarma.	La alarma se encuentra ubicada en la portería de la UOLG, es accionada por medio de un interruptor una vez se da aviso por parte del vigía ubicado en la torre contraincendios.
	Transporte y sistemas de comunicación.	Se dispone las 24 horas de un vehículo para el transporte de personal, herramientas y equipos contraincendios, el cual estará siempre dotado de los mismos. Para la comunicación, se cuenta con radiocomunicadores (10 en total) controlados mediante la base ubicada en la oficina principal de la UOLG y otra en la torre de control de incendios.
	Vigilancia y alerta temprana.	Se dispone de turnos de vigilancia mediante un vigía ubicado en la torre contra incendios (Lote 701). Dichos turnos inician en el mes de enero, dependiendo de la intensidad de la sequía.
	Programa de capacitación.	Actividades de capacitación dirigida al personal operativo que conforma la brigada contraincendios. Dentro de los temas abordados están las zonas de mayor vulnerabilidad, asignación de responsabilidades individuales, reconocimiento de la voz de mando dentro del grupo.
Contingencia: Actividades tendientes a contrarrestar de manera inmediata y eficaz las posibles emergencias que se puedan presentar en la época de verano o por quemadas no	Conocimiento del protocolo (figura 59).	Paso a paso a seguir en caso de presenciar una quema, un conato o un incendio forestal.
	Conformación de la brigada contraincendios.	La cuadrilla está conformada por 11 operarios: Coordinador (2), vigías (3), combatientes (6), conductor (1), tractorista (1). Todas las operaciones estarán coordinadas en primera instancia por el Jefe de Establecimiento y Mantenimiento Forestal de la UOLG.
	Vigías contraincendios.	Persona autorizada, competente y calificada para el trabajo en alturas, según lo dispone la Resolución 1409 de 2012.

Programa	Actividad	Descripción
programadas de los vecinos.	Apoyo logístico.	Personal de apoyo vinculada a la UOLG.
	Registro de información.	Una vez contrarrestado un evento, se registrará la información relevante con el fin de llevar un récord de incendios y su repetitividad.
Restauración: Restablecimiento artificial de forma parcial o total la estructura y funcionalidad de las áreas afectadas.	Revisión de áreas afectadas.	Mediante un recorrido de diagnóstico se verifica la magnitud del daño, se miden con Sistema de Geoposicionamiento Global – GPS y se reporta al SIF.
	Áreas intervenidas.	Determinado el punto anterior y dependiendo de la gravedad del daño, se establecen los programas y ejecutan las labores de restauración de áreas.
	Labores de restauración.	Incluyen adecuación del terreno (podas, talas, construcción de trinchos), eliminación de la vegetación afectada y seguimiento y mantenimiento de las labores ejecutadas.

Fuente: Reforestadora de La Costa S.A.S., 2019.



Figura 58. Mantenimiento de guardarrayas y cortafuegos dentro de la UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

4.1.12 Aprovechamiento forestal.

La silvicultura aplicada en las plantaciones comerciales establecidas tiene como principal objetivo aumentar la productividad por hectárea y calidad de madera para aserrío. En la actualidad, las plantaciones son manejadas mediante entresacas por lo bajo, eliminando los árboles suprimidos y/o enfermos con el fin de dejar los mejores individuos para la cosecha final. Todas las actividades desarrolladas dentro de la faena de aprovechamiento forestal se realizan en el marco de los tratados y acuerdos que dicta la Oficina Internacional de Trabajo. El proceso de cosecha comprende: Marcación de árboles (en entresaca), tumba o apeo de árboles (figura 60), extracción de fustes y transporte menor a centros de acopio (figura 61), dimensionado de fustes (figura 62), descortezado manual (en eucalipto para venta de rolliza y en ceiba), clasificado y apilado (figura 63), cargue y transporte mayor (figura 64), industrialización (figura 65) y comercialización de los productos (figura 66).

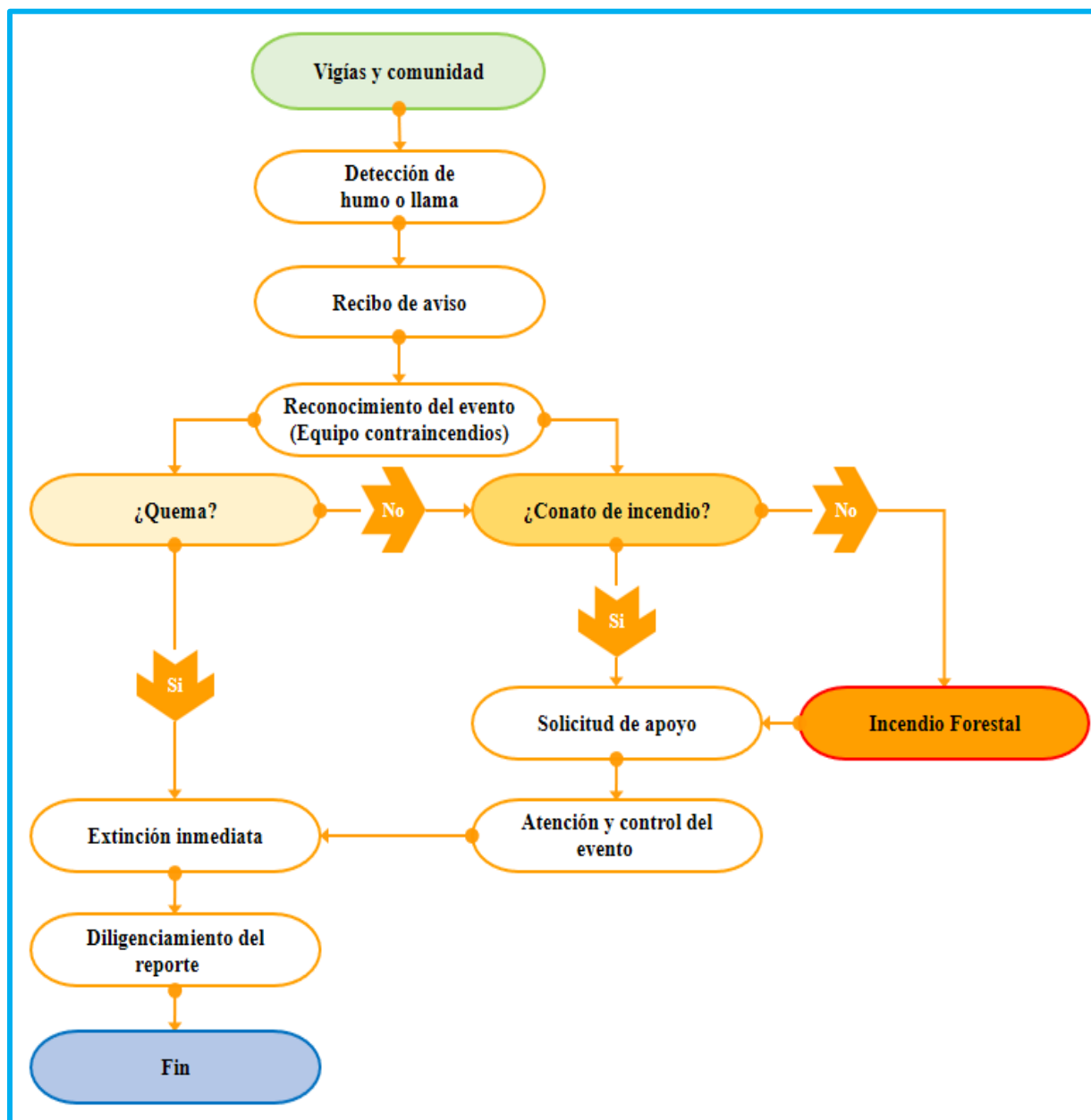


Figura 59. Protocolo contra incendios forestales. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: Reforestadora de La Costa S.A.S., 2019; adaptado por el autor, 2019).



Figura 60. Actividad de corte o apeo. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).



Figura 61. Desembosque o extracción mecanizada y transporte menos a centros de acopio. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).



Figura 62. Dimensionado. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).



Figura 63. Clasificado y apilado. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).



Figura 64. Cargue y transporte mayor. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).



Figura 65. Industrialización. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).



Figura 66. Comercialización de los productos. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

4.2 Zonificación forestal.

La priorización de áreas potenciales de la UOLG para el establecimiento de plantaciones de tipo comercial para las especies *Tectona grandis* L. f., *Gmelina arborea* (Roxb.) y *Eucalyptus tereticornis* S.m.; permitió definir zonas con características homogéneas, de acuerdo a los requerimientos de cada especie, sin embargo, dichas zonas conllevan un proceso de preparación mecánica previa al establecimiento de las plantaciones, con el fin de mejorar las características estructurales del suelo, para obtener mayores rendimientos. En cuanto al plan de desarrollo tecnológico, Refocosta S.A.S., ha adelantado investigaciones en propagación clonal de *T. grandis* y *E. tereticornis* y desarrollo de paquetes para el manejo silvicultural e industrialización para las tres (3) especies.

4.2.1 Zonificación forestal para la producción de Tectona grandis L.f.

Las zonas potenciales forestales para la producción de *Tectona grandis* L.f. dentro de la UOLG abarcan una extensión de 5507,4 ha, equivalentes a un 93,6% (figura 67). Dichos sitios presentaron, además de los valores permisibles en los nutrientes necesarios para el desarrollo de la especie (tabla 23), suelos con texturas desde francas (franca, franca arcillosa, franca arcillosa arenosa, franca arenosa, franca limosa), hasta arcillosa arenosa, arcillosa limosa y netamente arcillosa. Es de aclarar que la textura no ha sido una limitante para el desarrollo de *T. grandis*, la cual ha mostrado óptimos crecimientos en todas las clases debido a su gran capacidad de adaptación, pero la alta acidificación sumada con los altos contenidos de hierro, han sido el principal factor limitante. Las zonas de exclusión se encontraron en sitios focalizados de los Núcleos forestales de Tranquilidad, Contrabando, Casa de Zinc, Las Virtudes y La Gloria

cubriendo una extensión de 337,5 ha, dentro del área total forestal (5884,9 ha). Específicamente para El Núcleo Contrabando, en el año 2012 se registró la mayor mortalidad de material vegetal alcanzando valores hasta del 100% (contando con la resiembra), ello debido a lo mencionado anteriormente: Acidificación asociada con elevados contenidos de hierro, que imposibilitaron el desarrollo de las plántulas.

Tabla 23. *Requerimientos ambientales de Tectona grandis L. f.*

Tipo	Factor/ Variable	Condiciones
Climáticos	Altitud (m.s.n.m)	0 – 1100
	Temperatura (°C)	22° a 27°C. Intolerante a la sombra.
	Precipitación (mm)	Pluviosidad media anual entre 700 a 3000 mm, con un desarrollo óptimo de 1000 a 2700 mm, con una estación seca bien marcada hasta de 4 meses. El exceso de humedad produce pudrición en su sistema radicular.
	Humedad relativa	La alta humedad relativa produce mayor crecimiento, sin embargo, la calidad de la madera es menor.
	Zona de vida	Bosque húmedo Tropical (bh-T) y bosque seco Tropical (bs-T).
Fisiográficos	Pendiente	Los mejores sitios son aquellos con pendientes medias inferiores al 25%, zonas de piedemonte o valles.
	Topografía	Plana a ligeramente ondulada.
Edáficos	Drenaje	Los suelos deben ser bien drenados y aireados, preferiblemente aluviales. No tolera el agua estancada ni la arcilla anaeróbica.
	Textura	Suelos Franco-arcilloso-arenosos, pudiéndose adaptar a suelos arcillosos y pesados.
	pH	6,5 a 7,5, aunque también se desarrolla entre 5,5 a 8,5. Los suelos ácidos reducen considerablemente su crecimiento y producción.
	Fertilidad	Alta. No se debe sembrar en zonas con menos de 8 me-ml de calcio (Ca) en los 20 primeros cm de profundidad o muy ácidos con altos contenidos de hierro (Fe). Requiere mucha cantidad de elementos como Calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg).
	Profundidad	Prospera mejor en suelos profundos (profundidad efectiva mayor a 80cm), preferiblemente con un metro de profundidad.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008, adaptado por el autor, 2019.

4.2.2 Zonificación forestal para la producción de *Gmelina arborea* (Roxb.).

Para el caso de *G. arborea*, las áreas con aptitud correspondieron a 2634,0 ha (44,8%), mientras que las zonas con restricciones cubrieron un área de 3250,9 ha (55,2%) (figura 68). La distribución de zonas potenciales se concentró mayormente en el Núcleo Casa de Zinc y Las Virtudes; seguidos de La Unión, Tranquilidad y Manzanares, cuyas características predominantes fueron los contenidos de calcio y magnesio superiores a 6 y 10 meq/100ml, asociados a texturas francas y arcillosas (tabla 24). Las zonas de exclusión presentaron limitantes en cuanto a la acidez y bajos contenidos de calcio (Ca) y magnesio (Mg).

Tabla 24. Requerimientos ambientales de *Gmelina arborea* (Roxb.).

Tipo de requerimiento	Factor/Variable	Condiciones
Climáticos	Altitud (m.s.n.m)	0 – 900, con un desarrollo óptimo de 0 a 600.
	Temperatura (°C)	18° a 38°C, con un desarrollo óptimo de 24° a 29°C. Intolerante a la sombra.
	Precipitación (mm)	Pluviosidad media anual entre 700 a 4500 mm, con un desarrollo óptimo de 1800 a 2500 mm, con una estación seca bien marcada hasta de 4 meses y de 8 a 9 meses de lluvia.
	Resistencia a vientos	Intolerante a vientos fuertes.
	Zona de vida	Bosque húmedo Tropical (bh-T), Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) y bosque seco Tropical (bs-T).
Fisiográficos	Pendiente	Los mejores sitios son aquellos con pendientes medias inferiores al 30%.
	Topografía	Plana a ligeramente ondulada. Los mejores sitios se ubican en los valles aluviales por su mayor disponibilidad de agua y contenidos de Calcio (Ca) y magnesio (Mg) y los de uso anterior a zonas de cultivos agrícolas o rastrojos. No prosperan en topografías quebradas, en suelos erosionados o compactados por el sobrepastoreo.

Tipo de requerimiento	Factor/Variable	Condiciones
Edáficos	Drenaje	Los suelos deben ser húmedos, pero bien drenados y aireados. No tolera suelos inundados, ni siquiera en forma temporal. El exceso de humedad produce pudrición en su sistema radicular.
	Textura	Mediana, franca arenosa, no crece bien en suelos arcillosos o arenas secas.
	pH	6,5 a 7,5. No tolera suelos ácidos y muy lixiviados. Prefiere pH alcalinos o ligeramente ácidos.
	Fertilidad	Alta, prefiere suelos fértiles, con alto contenido de materia orgánica. los mejores sitios para melina se ubican en suelos cuyo contenido de calcio (Ca) y magnesio (Mg) en el primer horizonte son mayores a 10 y 6 (meq/100ml) respectivamente.
	Profundidad efectiva	Mínima de 60 cm, siendo la óptima, superior a 100 cm, sin obstáculos para el desarrollo radicular como la pedregosidad.

Fuente: Rojas, Arias, Moya, Meza, Murillo & Arguedas, 2004; Vásquez & Ugalde, 1995.

4.2.3 Zonificación forestal para la producción de *Eucalyptus tereticornis* S.m.

De acuerdo a los requerimientos ambientales necesarios para el desarrollo de *E. tereticornis*, se contó con un 21,7 % (1279,1 ha) de áreas con vocación para su establecimiento; en contraste con 4605,8 ha (78,3%) con alguna limitante, siendo principalmente la alta acidez y los contenidos de fósforo (P) (tabla 25 y figura 69). Los núcleos con mayor potencial para su desarrollo fueron Casa de Zinc, Tranquilidad y Las Virtudes, con predominancia de texturas francas, franca arcillosa, franca arcillosa arenosa y arcillosa.

Tabla 25. *Requerimientos ambientales de Eucalyptus tereticornis Sm.*

Tipo de requerimiento	Factor/Variable	Condiciones
Climáticos	Altitud (m.s.n.m)	0 – 1500.
	Temperatura (°C)	24° a 35°C. Poco resistente a las heladas. Altamente demandante de luz (Heliófila).
	Precipitación (mm)	Pluviosidad media anual entre 500 a 3500 mm, con un desarrollo óptimo de 1500mm. No soporta inundaciones estacionales. Soporta estaciones secas hasta de 7 meses.
	Resistencia a vientos	Resiste vientos fuertes.
	Zona de vida	Bosque seco Tropical (bs-T).
Fisiográficos	Pendiente	Baja.
	Topografía	Terrazas pedregosas húmedas, pero no encharcables. Plana a ligeramente ondulada.
Edáficos	Drenaje	Suelos bien drenados, de origen aluvial, areno-limosos, margas arenosas. No tolera suelos inundados.
	Textura	Franco-arenosa. No tolera arcillas pesadas (suelos de textura liviana).
	pH	6,5 - 7,5. La mayor limitante es la acidez. Tolerancia suelos con pH neutros a ligeramente ácidos y salinos.
	Fertilidad	Alta. Fósforo entre 15 a 25 ppm.
	Profundidad efectiva	Suelos profundos.

Fuente: CATIE, 1986, 1997; CONIF, 2002.

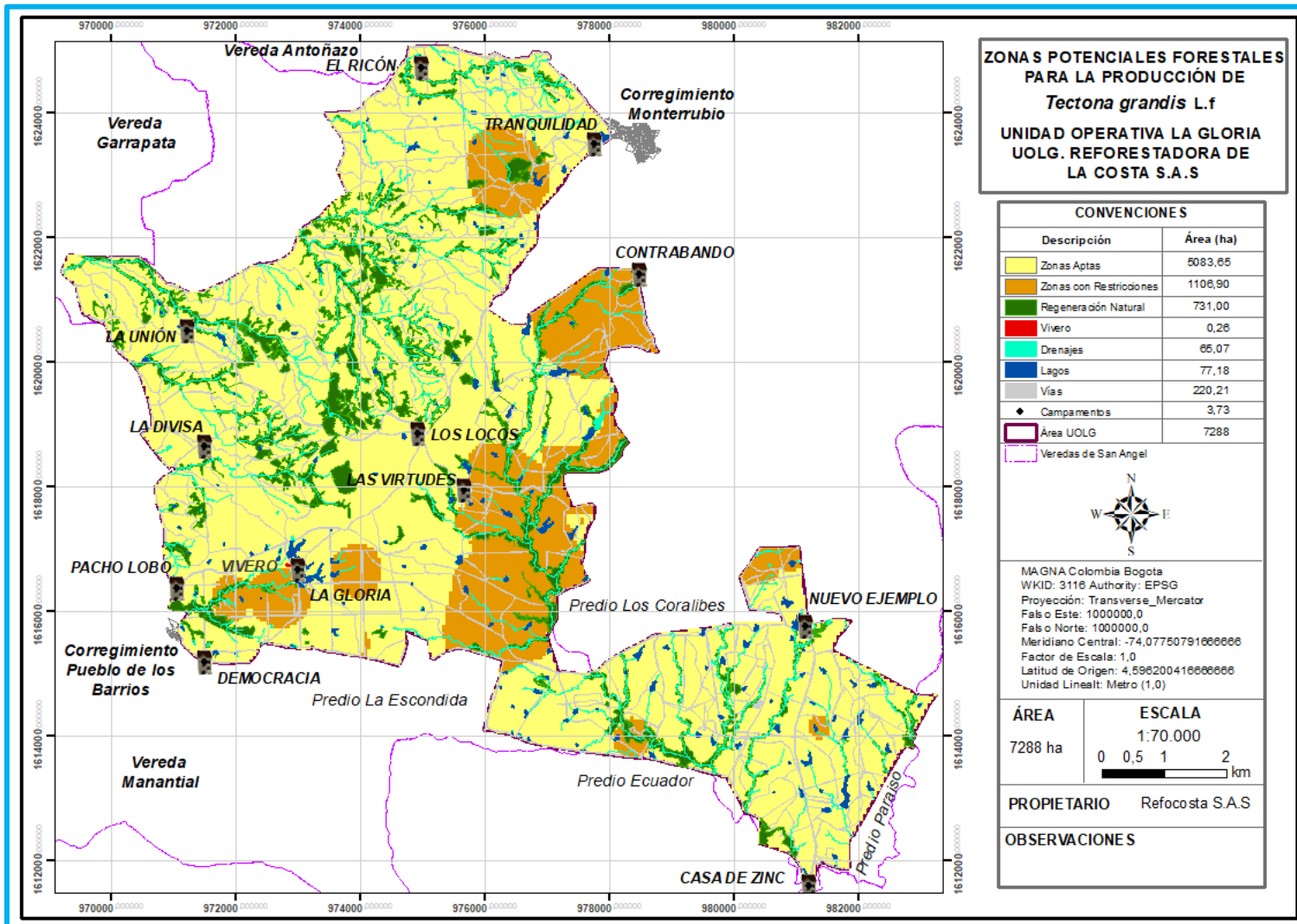


Figura 67. Zonas potenciales forestales para la producción de *Tectona grandis* L.f. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

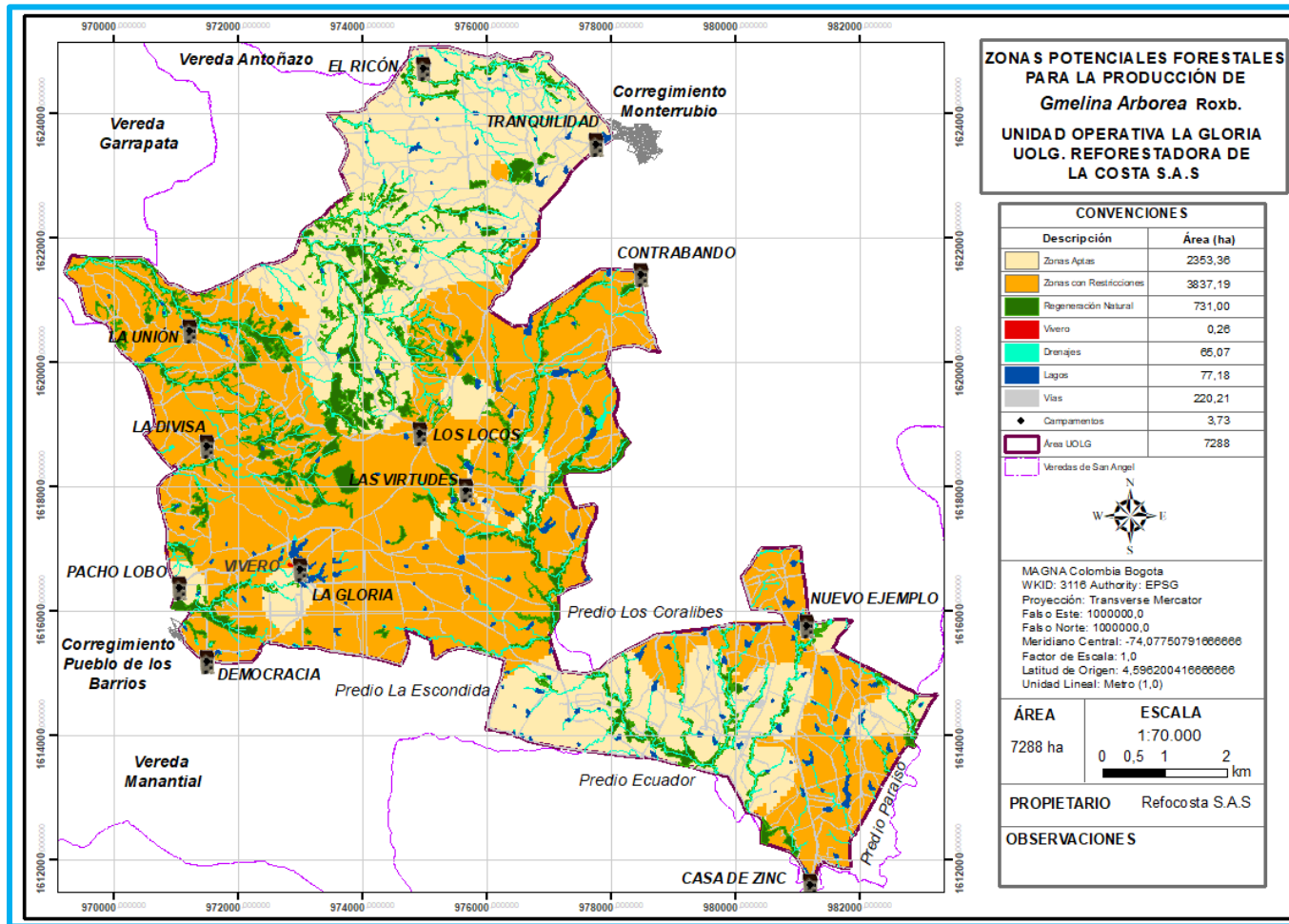


Figura 68. Zonas potenciales forestales para la producción de *Gmelina arborea* (Roxb.). UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

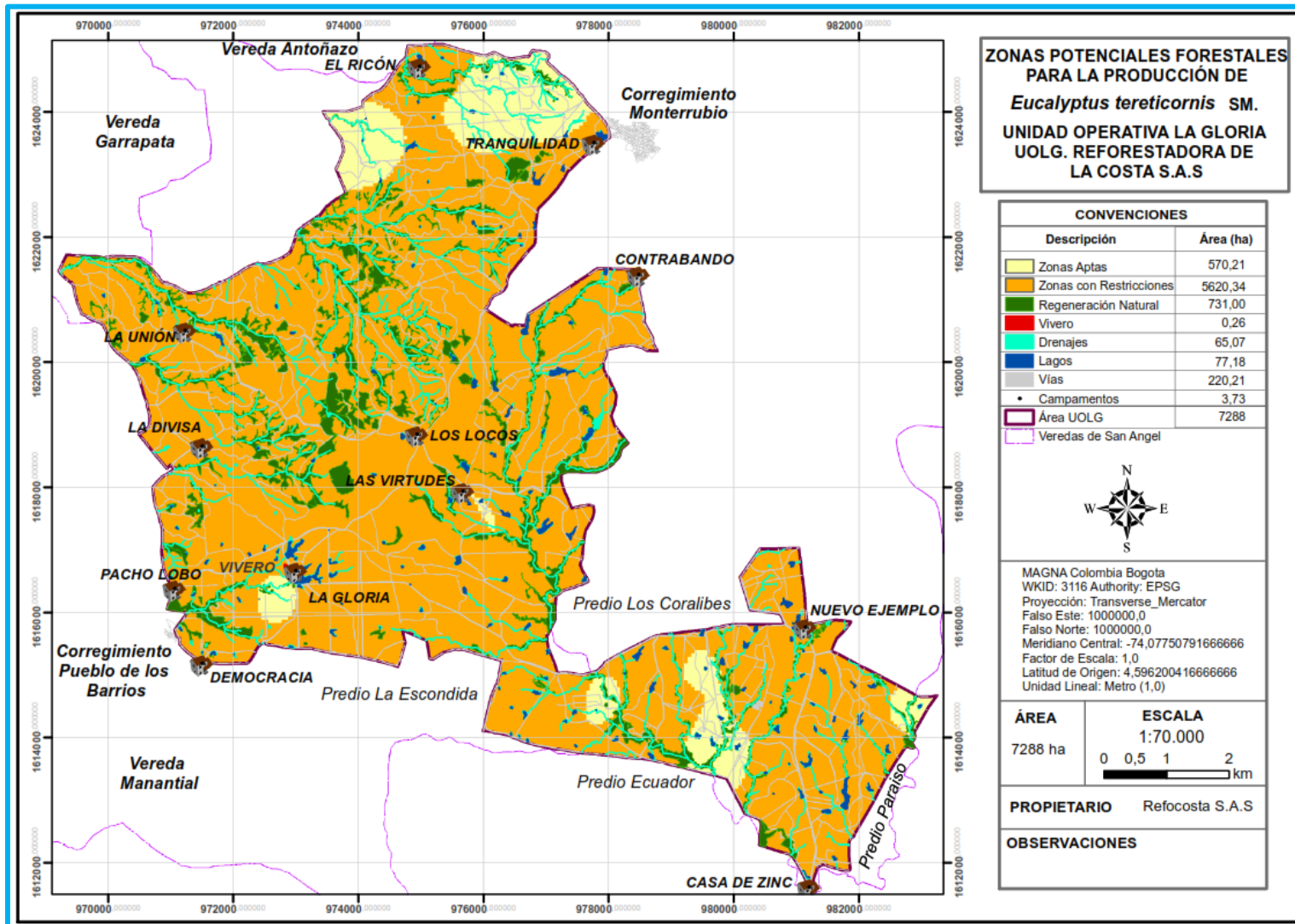


Figura 69. Zonas potenciales forestales para la producción de *Eucalyptus tereticornis* S.m. UOLG. Reforestadora de La Costa S.A.S., Municipio de Sabanas de San Ángel, Magdalena. (Fuente: El autor, 2019).

5. Conclusiones

De acuerdo con la clasificación de uso, los suelos de La UOLG son de uso múltiple, pudiendo desarrollar en allí actividades agrícolas, ganaderas, silvopastoriles y silvícolas. Para el sector forestal, la priorización de áreas para la producción de especies forestales de acuerdo a sus requerimientos climáticos, ambientales y fisiográficos, permitió determinar las zonas aptas y con restricciones para el establecimiento de especies como *Tectona grandis* L.f., *Eucalyptus tereticornis* S.m. y *Gmelina arborea* (Roxb.).

Para la especie *Tectona grandis*, se identificaron 5507,0 ha con potencial para el desarrollo de las plantaciones; sin embargo, las zonas de exclusión, aunque muy focalizadas, cuentan con grandes limitantes que impiden, como el caso del lote 512; la supervivencia del material vegetal en sus etapas iniciales de crecimiento. Para el caso de *G. arborea* y *E. tereticornis*, predominaron las zonas con restricciones principalmente por alta acidez del suelo, bajos contenidos de Calcio y Magnesio para *Gmelina*, y fósforo para eucalipto; además de ser suelos de texturas pesadas.

Las especies comerciales seleccionadas son de alto interés económico para la región y para el país; en vista de esto es importante contar con Los núcleos forestales con mayores áreas aptas para el desarrollo de las tres especies evaluadas, fueron Las Virtudes, Casa de Zinc y Tranquilidad; con base en lo anterior se debe planificar la ordenación del bosque acorde a la potencialidad de cada sitio.

una herramienta para mejorar las condiciones en el momento del establecimiento de plantaciones, teniendo como base criterios como la selección de sitio y el diagnóstico acertado del lugar a plantar.

6. Recomendaciones

Es necesario continuar con el muestreo de suelos para la realización de los análisis físico-químicos, que permitan contar con un mayor número de puntos de interpolación, reduciendo las áreas de influencia de los mismos. De esta forma se considera importante definir una metodología que permita de manera más precisa la toma de muestras en campo y que esta se almacene en una base de datos.

Con base en los análisis de suelos, es prioritaria la formulación y aplicación de enmiendas acorde con la disponibilidad nutricional y requerimientos de las especies de interés. Esto con una adecuada preparación de suelos, que incluya un subsolado acorde a la pendiente de los sitios específicos a plantar; la selección de maquinaria agroforestal adecuada para la preparación es una pieza clave en esta labor, de acuerdo a la textura del suelo y por su composición, la maquinaria debe estar acorde a las necesidades de estos.

7. Referencias bibliográficas

Acta Plantarum, (2007). Etimologia dei nomi botanici e micologici. Recuperado de:

<http://www.actaplantarum.org/etimologia/etimologia.php?p=1&o=2,1,0,1,0,0,2,1,3,4,5&n=t>

Alcaldía de Sabanas de San Ángel (2019). Mapa del Municipio de Sabanas de San Ángel.

Angarita, O., Montes, A. C. & Rengifo, J. M. (2015). Amphibians and reptiles of an agroforestry system in the Colombian Caribbean. *Amphibian & Reptile Conservation* 8(2) [Special Section]: 143–162 (e92). Recuperado de:

<http://ia800206.us.archive.org/26/items/Amphibianreptil8A/Amphibianreptil8A.pdf>

Cárdenas L., D. & N.R. Salinas (eds.). 2007. Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4.

Especies maderables amenazadas: Primera parte. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 232 pp.

Recuperado de:

https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/LR_MADERABLES.pdf

Cabrera, E., Vargas, et. Al. (2011). *Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional – escalas gruesa y fina*. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales - IDEAM. Bogotá D.C., Colombia.

Cámara de Comercio de Santa Marta para el Magdalena. (2017). Dinámica competitiva del Magdalena 2016-2017. Recuperado el 22 de octubre de 2019 de:

<https://www.ccsm.org.co/servicios-empresariales/servicios-ofertas-empresariales/estudios-economicos/investigaciones-e-indicadores-economicos/send/78-investigaciones/48207-dinamica-competitiva-del-magdalena-2016-2017.html>

Castaño, O. V. & Lugo, R. M. (1981). Estudio comparativo de dos especies de morrocoy: *Geochelone carbonaria* y *Geochelone denticulata* y aspectos comparables de su morfología externa Colombia.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. (1986). *Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central resultados de cinco años de investigación*. CATIE, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 86.

Recuperado de:

http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3972/Silvicultura_de_especies_promisorias.pdf;jsessionid=E8BF49A2513D2BFBACBD9FF86CFAB299?sequence=1

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. (1997). *Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto Madeleña en El Salvador*. Serie técnica. Informe Técnico No. 291. Turrialba, Costa Rica: Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR). Recuperado de:

<https://books.google.com.co/books?id=gV3T6O64S8MC&printsec=frontcover&hl=es>

Comisión Nacional Forestal – CONAFOR. (2015). *Gmelina arborea* Roxb. México, CONAFOR. Recuperado de:

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/924Gmelina%20arborea.pdf>

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES (2019). ¿Cómo funciona el CITES? Recuperado de:

<https://cites.org/esp/disc/how.php>

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES (2019). Lista de especies CITES. Recuperado de

<http://checklist.cites.org/#/es>

Corporación Autónoma Regional del Magdalena CORPAMAG & Universidad del Atlántico (2017). *Caracterización, Diagnóstico y Análisis de Vulnerabilidades y Amenazas en el*

Departamento del Magdalena. Desertificación. Capítulo 6. CORPAMAG – UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de: http://www.corpamag.gov.co/archivos/riesgosAmbientales/2017_Doc06_Desertificacion.pdf

Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal – CONIF (1998). *Guía para plantaciones comerciales: Magdalena.* Serie de Documentación No.35. Santa Fe de Bogotá: CONIF, Ministerio del Medio Ambiente y Organización Internacional de Maderas Tropicales – OIMT.

Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal – CONIF. (2002). *Manual de plantaciones forestales.* Serie de documentación No. 46. Bogotá, Colombia: CONIF.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN – DNP. (2013). CONPES 3743 de 15 de abril de 2013. Bogotá.

Desiré, A. G. (2013). Botánica sistemática. Brasil: Universidad Federal de Bahía – UFBA. Recuperado de: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAACUwAG/botanica-sistemica>

FAO. (2008). *Contribution of the forestry sector to national economies, 1990-2006*, A. Lebedys. Forest Finance Working Paper FSFM/ACC/08. Roma. www.fao.org/docrep/011/k4588e/k4588e00.htm.

FAO. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe principal.* Estudio FAO.

García, N. (ed.). (2007). Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 5: Las magnoliáceas, las miristicáceas y las podocarpaceas. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt - CORANTIOQUIA - Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín - Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 236 p. Recuperado de:

<http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31409/121.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

González, J. (s.f.). Explicación etimológica de las plantas de la selva. Flora digital de la Selva. Organización para Estudios Tropicales. Recuperado de:
<http://sura.ots.ac.cr/florula4/docs/ETIMOLOGIA.pdf>

Greenwood Resources , INC. (2015). *Plan General de ordenación y manejo forestal 2015 – 2020. Forestal Monterrey Colombia S.A.S.* Colombia: Greenwood Resources , INC. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de: <http://www.fmcsas.com/wp-content/uploads/2016/06/Plan-General-de-Manejo-Forestal-2015-2020.pdf>

Grupo de Trabajo Certificación Forestal Voluntaria - GTCFV. (2010). Acompañamiento en el proceso de resolución de Solicitudes de Acción Correctiva –SAC- Reforestadora De La Costa S.A.S. Documento interno.

Montes N.º 163. Roma. www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s00.htm.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología (2000). Manual de códigos de atributos para levantamientos de suelos y tierras. Bogotá.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología (2009). Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras: Departamento del Magdalena, escala 1:100.000 / El Instituto. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

Integrated Taxonomic Information System – ITIS (2019). Recuperado de:
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=32247#null

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria – INIA. (2014). Reconocimiento a campo de plagas y enfermedades forestales. Roya del Eucalipto. Cartilla No 33. Uruguay, INIA. Recuperado de:
<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/Cartilla%2033.pdf>

- Little, E. & Dixon, R. (1983). *Árboles Comunes de la Provincia de Esmeraldas*. Esmeraldas, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador.
- Maldonado & Louppe. (2000). *Desafíos para la teca en Côte d'Ivoire*. Unasyuva: 51(201).
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR. (2011). Plan de Acción para la Reforestación Comercial. Bogotá: Colombia.
- Madrigal, A. (2003). *Insectos forestales en Colombia. Biología, hábitos, ecología y manejo*. Medellín, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.
- Manual de productores de teca (*Tectona grandis* L. f.) en Costa Rica (2003). Heredia, Costa Rica. Recuperado de:
http://www.fonafifo.go.cr/documentacion/biblioteca/decretos_manuales/MANUAL%20PROD%20TECA.pdf
- Mari, J. A. (2016). *Etimología de los géneros de plantas de Puerto Rico*. Puerto Rico: edicionesdigitales.info. Recuperado de:
<http://edicionesdigitales.info/etimologia/etimologia.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Reforestadora de La Costa S.A.S & Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal - CONIF (2008). *Propagación por semillas de la Teca (Tectona grandis L. f.)*. Bogotá D. C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia (2009). *Invierta en Colombia. Sector Forestal*. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de:
http://www.inviertaencolombia.com.co/Adjuntos/089_Sector%20Forestal.pdf
- Ministerio de Agricultura - Unidad de Planificación Rural Agropecuaria - UPRA (2018). *Unidad de Planificación Rural Agropecuaria - Departamento del Magdalena*. Bogotá: Ministerio de Agricultura. Recuperado el 1 de septiembre de 2019, de
<https://www.sites.google.com/a/upra.gov.co/presentaciones-upra/departamental/magdalena>

Ministerio del Medio Ambiente (2014). Resolución No 0192 del 10 de febrero de 2014.

Recuperado de

http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/resoluciones/2014/res_0192_2014.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019). Especies amenazadas en Colombia.

Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/2204-especies-amenazadas-en-colombia>

Montes, A. C., Saboyá, L. P., Páez, V. Vega, K. & Rengifo, J. M. (2014). Distribución de tortugas continentales del Caribe Colombiano. *Acta Biológica Colombiana*, 19(3), 341-350. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v19n3/v19n3a02.pdf>

Morales, G. A., Bermúdez, G., Sarmiento, M. B. & Toro, J. A. (2014). Informe de investigación forestal LG-001. Establecimiento de Ensayos Proyecto Forestal 2014 Unidad de Negocios La Gloria. Reforestadora de La Costa S.A.S.

National Academy of Sciences (1984). *Especies para leña, árboles y arbustos para la producción de energía*. Turrialba, Costa Rica. CATIE.

Polanco, R., López, H. F., Ángeles, M., Camargo, A. A. (2006). Oso hormiguero palmero *Myrmecophaga tridactyla* En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (editores), Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C. 182 pp.

PROEXPORT Colombia (2012). Sector Forestal en Colombia. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de: http://www.inviertaencolombia.com.co/Adjuntos/Perfil_Forestal_2012.pdf

Ramírez, A. (2007). Historial fitosanitario Refocosta. Proyecto La Gloria. Monterrubio, Magdalena: Reforestadora de la Costa S.A.S

Reforestadora de La Costa S.A.S. (2008). Muestreo sistemático para la evaluación de poblaciones de *Phyllophaga* sp (Col: Melolonthidae) en plantaciones de Teca y Ceiba en 2

núcleos de reforestación (Las Virtudes, La Respuesta). Proyecto La Gloria. Monterrubio – Magdalena, División Forestal, Dirección Regional Caribe, Protección Forestal.

Reforestadora de La Costa S.A.S. (2019). Plan de contingencia para la prevención de incendios forestales. Unidad Operativa La Gloria. Monterrubio: Reforestadora de La Costa S.A.S.

Reforestadora de La Costa S.A.S. (2019). Resumen Plan de Manejo Forestal. Unidad Operativa La Gloria – Unidad Operativa Villanueva. Bogotá: Reforestadora de La Costa S.A.S.

Resolución 192 de 2014. Diario Oficial No. 49.072 de 22 de febrero de 2014. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Restrepo, H. I. (2010). *Estimación del rendimiento forestal con información espacialmente explícita y análisis financiero de plantaciones forestales en Colombia*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/48699/1/15534142.2010.pdf>

Rojano, C., Padilla, H., Giraldo, A., Álvarez, G. & Ramos, E. (2015). Registro de presencia del oso palmero (*Myrmecophaga tridactyla*) en plantaciones forestales comerciales en Colombia. *Edentata* 16. 72–77. Recuperado de: [http://www.xenarthrans.org/resources/newsletter/30Rojano%20et%20al_Registro%20de%20presencia%20del%20oso%20palmero%20\(Myrmecophaga%20tridactyla\)%20en%20plantaciones%20forestales%20comerciales%20en%20Colombia.pdf](http://www.xenarthrans.org/resources/newsletter/30Rojano%20et%20al_Registro%20de%20presencia%20del%20oso%20palmero%20(Myrmecophaga%20tridactyla)%20en%20plantaciones%20forestales%20comerciales%20en%20Colombia.pdf)

Rojas, F., Arias, D., Moya, R., Meza, A., Murillo, O & Arguedas, M. (2004). Manual para productores de Melina *Gmelina arborea* en Costa Rica. Cartago, SIREFOR - Sistema de Información de los Recursos Forestales de Costa Rica. Recuperado de: http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Especies_plantaciones/MELINA/Manual%20para%20los%20productores%20de%20melina.pdf

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA. (2014). Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales - Colombia, escala 1:100.000. Memoria técnica. Bogotá D.C.

- Urrego, J. B. (2004). *Growth potential of Gmelina arborea at 3 years of age in Colombia*. New For 28: 269–276.
- Vásquez, W. & Ugalde, L. (1995). Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinatum* y *Pinus caribaea* en Guanacaste, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No.256. Turrialba, Costa Rica. 33 p.
- Vega, K. M. (2013). Ensamblaje de mamíferos medianos y grandes en tres unidades de paisaje en el Proyecto La Gloria, Corregimiento de Monterrubio, Municipio de Sabanas de San Ángel, Departamento del Magdalena-Colombia. Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia.
- Vergara, C.A., Cardona, C.E., Murillo, O., Jarma, A. D. & Araméndiz, H. (2013). Valor de mercado de plantaciones de teca (*Tectona grandis* Linn.) en el departamento de Córdoba. *Temas agrarios*: 18 (1). Recuperado el 20 de octubre de 2019 de: revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/download/705/821
- Wang, Z. (2004). *Cultivation and utilization of Gmelina arborea in South Yunnan, China*. New For 28: 201–205.
- World Congress of Rail Research – WCRR. (2010).