

COLECCIÓN

Estadísticas forestales para la toma de decisiones del manejo forestal sostenible



REFORESTACIÓN COMERCIAL EN COSTA RICA

REGIONES HUETAR ATLÁNTICA, HUETAR
NORTE Y CHOROTEGA

Víctor Meza Picado
Kevin Alfaro Jiménez
Ricardo Bedoya Arrieta
Montserrat Romero Mora
Adriana Valerio Madrigal
Pablo Montenegro Salas

REFORESTACIÓN COMERCIAL EN COSTA RICA

REGIONES HUETAR ATLÁNTICA, HUETAR NORTE Y CHOROTEGA



Víctor Meza Picado
Kevin Alfaro Jiménez
Ricardo Bedoya Arrieta
Montserrat Romero Mora
Adriana Valerio Madrigal
Pablo Montenegro Salas

634.928

M617r

Meza Picado, Víctor

Reforestación comercial en Costa Rica: regiones Huetar Atlántica, Huetar Norte y Chorotega / Víctor Meza Picado, Kevin Alfaro Jiménez, Ricardo Bedoya Arrieta, Monserrat Romero Mora, Adriana Valerio Madrigal, Pablo Montenegro Salas. -- 1 ed. -- Heredia, Costa Rica: UNA / INISEFOR, 2019.

61 páginas: algunas ilustraciones color; mapas colores; 21 x 28 cm. -- (Colección: Estadísticas forestales para la toma de decisiones del manejo forestal sostenible).

ISBN 978-9968-9996-7-0

1. REFORESTACIÓN 2. PLANTACIONES FORESTALES 3. MANEJO FORESTAL 4. SILVICULTURA 5. ECONOMÍA FORESTAL 6. SERVICIOS AMBIENTALES 7. ARBOLES FORESTALES 8. ESPECIES 9. TECTONA GRANDIS 10. GMELINA ARBOREA I. Meza Picado, Víctor II. Alfaro Jiménez, Kevin II. Bedoya Arrieta, Ricardo III. Romero Mora, Monserrat IV. Valerio Madrigal, Adriana V. Montenegro Salas, Pablo VI. Título. VII. INISEFOR VIII. UNA.

Víctor Meza Picado, Kevin Alfaro Jiménez, Monserrat Romero Mora*

victor.meza.picado@una.cr - kevin15aj@gmail.com - mariamonse01@gmail.com

Ricardo Bedoya Arrieta, Adriana Valerio Madrigal, Pablo Montenegro Salas**

ricardo.bedoya@fonafifo.go.cr - adrianavalerio05@gmail.com - PMontenegro@fonafifo.go.cr

* Red de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Plantados (REFOP)-INISEFOR-UNA

**Departamento de propuesta, Dirección de Desarrollo y Comercialización de Servicios

Ambientales-FONAFIFO-MINAE



CONTENIDO

LISTA DE ABREVIACIONES.....	9
1. INTRODUCCIÓN	11
2. METODOLOGÍA.....	12
2.1 Área de Estudio	13
2.1.1 Región Huetar Norte	13
2.1.2 Región Huetar Atlántica	14
2.1.3 Región Chorotega	14
2.2 Ubicación y área reforestada según datos del CENAGRO	16
2.3 Identificación de las prácticas silviculturales	17
3. SITUACIÓN DE LA REFORESTACION EN LA REGIONES HUETAR NORTE, HUETAR ATLÁNTICA Y CHOROTEGA, DATOS DEL CENAGRO 2014	18
3.1 Distribución geográfica de la reforestación en Costa Rica según datos del CENAGRO 2014	18
3.1.1 Generalidades	18
3.1.2 Distribución del área reforestada por región socioeconómica	18
3.1.3 Área plantada por especie forestal.....	22
3.2 Distribución geográfica del área reforestada bajo contrato de Pago por Servicios Ambientales	29
3.2.1 Generalidades	29
3.2.2 Distribución del área reforestada bajo el PPSA por región socioeconómica	31
3.2.3 Tendencias en reforestación: un análisis complementario de las bases de datos	34
4. PRÁCTICAS DE MANEJO SILVICULTURAL EN LAS REGIONES HUETAR NORTE, HUETAR ATLÁNTICA Y CHOROTEGA.....	35
4.1 Generalidades	35
4.2 Actividades silviculturales en los sitios plantados	36
4.2.1 Raleos.....	37
4.2.2 Podas.....	38
4.2.3 Fertilización.....	38

4.2.4 Control de pastos y otras plantas	39
4.2.5 Incidencia de plagas o enfermedades	40
4.2.6 El fuego en las plantaciones forestales.....	41
4.2.7 Encalado	42
4.2.8 Preparación del terreno.....	42
4.3 Lecciones aprendidas: Reflexiones sobre el manejo silvicultural dado en las plantaciones en Costa Rica	43
AGRADECIMIENTO	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48
ANEXOS	51

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las regiones Huetar Norte, Huetar Atlántica y Chorotega, Costa Rica.	12
Figura 2. Distribución el tipo de suelo en la Región Huetar Norte, Costa Rica.	13
Figura 3. Distribución del tipo de suelo en la Región Huetar Atlántica, Costa Rica.....	15
Figura 4. Distribución del tipo de suelo en la Región Chorotega, Costa Rica.	16
Figura 5. Distribución del área reforestada por distrito de la Región Huetar Norte, Región Huetar Atlántica y Región Chorotega.	19
Figura 6. Distribución del área reforestada por distrito, Región Huetar Norte, 2014, Costa Rica	20
Figura 7. Distribución del área reforestada por distrito, Región Huetar Atlántica, 2014, Costa Rica.	21
Figura 8. Distribución del área reforestada por distrito, Región Chorotega, 2014, Costa Rica.	22
Figura 9. Distribución del área reforestada por distrito, con la especie <i>Tectona grandis</i> (teca), Costa Rica, 2014	23
Figura 10. Distribución del área reforestada por distrito, con la especie <i>Gmelina arborea</i> (melina), Costa Rica, 2014.....	24
Figura 11. Distribución del área reforestada por distrito, con la especie <i>Acacia mangium</i> (acacia), Costa Rica, 2014.....	25
Figura 12. Distribución del área reforestada por distrito, con la especie <i>Eucaliptus</i> spp. (eucalipto), Costa Rica, 2014.....	26
Figura 13. Distribución del área reforestada por distrito, con la especie <i>Cupressus lusitanica</i> (ciprés), Costa Rica, 2014.....	27

Figura 14. Distribución del área reforestada por distrito, con las especies <i>Vochysia guatemalensis</i> (chancho), <i>Cedrela odorata</i> (cedro), <i>Swietenia spp.</i> (caoba), <i>Terminalia amazonia</i> (amarillón), Costa Rica, 2014.	28
Figura 15. Distribución del área reforestada bajo contrato de PSA por distrito, Región Huetar, Norte, Región Huetar Atlántica y Región Chorotega, Costa Rica.....	30
Figura 16. Distribución del área reforestada bajo contrato de PSA por distrito, Región Huetar Norte, periodo 2008-2012, Costa Rica.	31
Figura 17. Distribución del área reforestada bajo contrato de PSA por distrito, Región Huetar Atlántica, periodo 2008-2012, Costa Rica.....	32
Figura 18. Distribución del área reforestada en contratos de PSA por distrito, Región Chorotega, periodo 2008-2012, Costa Rica.	33
Figura 19. Relación entre el área reforestada por región, según CENAGRO 2014 y los contratos del período 2008-2012 registrados en el PPSA, Costa Rica.	34
Figura 20. Densidad por especie según reporte de área incluida en contratos de PSA-reforestación del período 2008-2012 en las tres regiones de estudio, Costa Rica.	36
Figura 21. Cantidad de contratos de PSA establecidos en el periodo 2008-2012 que realizan prácticas de manejo (raleo, poda, fertilización y encalado), con respecto a la edad de la plantación, Costa Rica.	37
Figura 22. Distribución por región y especie del número de plantaciones bajo contrato de PSA establecidos en el período 2008-2012, que aplican control de pastos y otras plantas.	40
Figura 23. Distribución del número de contratos de PSA-reforestación del periodo 2008-2012, según práctica de manejo, Costa Rica.	41
Figura 24. Relación entre el área reforestada por contrato de PSA-reforestación del periodo 2008-2012, según prácticas para la preparación del terreno. Costa Rica.	42

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1. Estructura del cuestionario elaborado por la Dirección de Desarrollo y Comercialización de Servicios Ambientales, utilizado para la recopilación de prácticas silviculturales, en plantaciones forestales.....	17
---	----

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario utilizado en las encuestas para la recopilación de prácticas silviculturales en plantaciones forestales.....	51
Anexo 2. Datos del Censo Nacional Agropecuario 2014 y base de datos del FONAFIFO (2008-2012), Región Huetar Norte, Huetar Atlántica y Chorotega.	57
Anexo 3. Distribución del área reforestada por distrito, según la especie forestal cultivada, 2014.....	58
Anexo 4. Prácticas de manejo aplicadas en fincas con contrato de PSA-reforestación del período 2008-2012, incluidas en los Proyectos de UCC-Fonafifo. Costa Rica	59

LISTA DE ABREVIACIONES

- CENAGRO:** Censo Nacional Agropecuario
- CRTM:** Sistema Transversal de Mercator Costa Rica
- Fonafifo:** Fondo de Financiamiento Forestal
- INEC:** Instituto Nacional de Estadística y Censos
- INISEFOR:** Instituto de Investigación y Servicios Forestales
- MAG:** Ministerio de Agricultura y Ganadería
- MDC:** Mercado Doméstico de Carbono
- PSA:** Pago por Servicios Ambientales
- PPSA:** Programa de Pago por Servicios Ambientales
- RCh:** Región Chorotega
- REFOP:** Red para el Monitoreo de Ecosistemas Forestales Plantados en Costa Rica
- RHA:** Región Huetar Atlántica
- RHN:** Región Huetar Norte
- SIG:** Sistema de Información Geográfica

1. INTRODUCCIÓN

En la segunda mitad del siglo XX, las regiones neotropicales tuvieron un impulso importante en el establecimiento de plantaciones forestales (Alvarado y Mata, 2013). Consistentemente, en Costa Rica se desarrolló en la década de los setenta, una iniciativa a escala nacional para fomentar la reforestación con fines de producción, enfocándose en el uso de especies de rápido crecimiento (Viquez, 2012). El resultado fue el establecimiento de miles de hectáreas, principalmente, con el uso de especies exóticas; entre las que destacan *Tectona grandis* (teca) y *Gmelina arborea* (melina) como las especies que han sido las más utilizadas en el país, a lo largo de su historia. Más recientemente, estas especies están siendo utilizadas en mercados diferenciados: *T. grandis* produce unos 254 777 m³ de madera en troza, orientada a la exportación; en cambio *G. arborea* sobresale como la principal especie que abastece localmente con 433 680 m³ de madera procesada, en particular, para la producción de tarimas (Barrantes y Ugalde, 2018). En menor escala, algunas especies nativas han sido utilizadas en los programas de reforestación; entre ellas sobresalen *Pachira quinata* (pochote) y *Vochysia guatemalensis* (chancho) como las especies nativas más utilizadas.

No obstante, a pesar de contar con más de tres décadas de experiencia en el desarrollo de programas de reforestación, un considerable número de autores han manifestado que el modelo costarricense es poco sostenible. Se ha mencionado la inadecuada selección de sitios, la

ausencia de manejo silvicultural y la selección del material genético (Alvarado y Mata, 2013), como las principales limitaciones para lograr un buen desarrollo de las plantaciones forestales, lo que ha dado como resultado plantaciones de mala calidad (Moya, 2004) y productores con poca credibilidad hacia la actividad forestal (Alice, Montagnini y Montero, 2004; Alvarado y Mata, 2013).

En este contexto, resulta fundamental conocer realmente cuál es el estado de la reforestación comercial en el país y, más adelante, proponer cambios que ayuden a mejorar la productividad de estas. En consecuencia, en una primera instancia es indispensable conocer qué actividades silviculturales (establecimiento y de manejo) se están realizando en las plantaciones; entendiendo que la aplicación de prácticas oportunas de manejo silvicultural constituye un factor determinante para el éxito de una plantación forestal (Barrios, López, Nieto, Burgos, Yaya y González, 2011). Paralelamente, se debe identificar dónde se encuentran las masas forestales y qué tan cercanas están de las industrias y los mercados finales, para proponer encadenamientos que aumenten los ingresos de los productores.

Esta publicación presenta un primer acercamiento a la realidad de la reforestación comercial en el país; no obstante, al ser su naturaleza sumamente cambiante los resultados aquí presentes deben utilizarse como referencia o línea base para un análisis más profundo de dicha situación. Este diagnóstico se basa en

tres fuentes de información principales: datos del CENAGRO del año 2014; aplicación de un cuestionario general para conocer las labores que se realizan en los diferentes contratos y las especies plantadas en las regiones Huetar Atlántica, Huetar Norte y Chorotega incluidos en los Proyectos de Compensación para el MDC de Fonafifo, establecidos entre los años 2008 y

2012; y la base de datos de los contratos modalidad reforestación entre los años 2008 y 2012 del Programa de Pago por Servicios Ambientales del Fonafifo. Este trabajo es un producto del convenio “Cooperación Técnica entre el Fonafifo y el INISEFOR”, específicamente del Proyecto 0129-16, REFOP (Red de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Plantados).

2. METODOLOGÍA

2.1 Área de Estudio

El área de estudio cubre tres regiones del país: Huetar Norte (RHN), la Huetar Atlántica (RHA) y la Chorotega (RCh) (**Figura 1**). Estas

tres regiones abarcan 25 cantones, en los cuales se reportan plantaciones forestales. A continuación, se describe brevemente cada región.

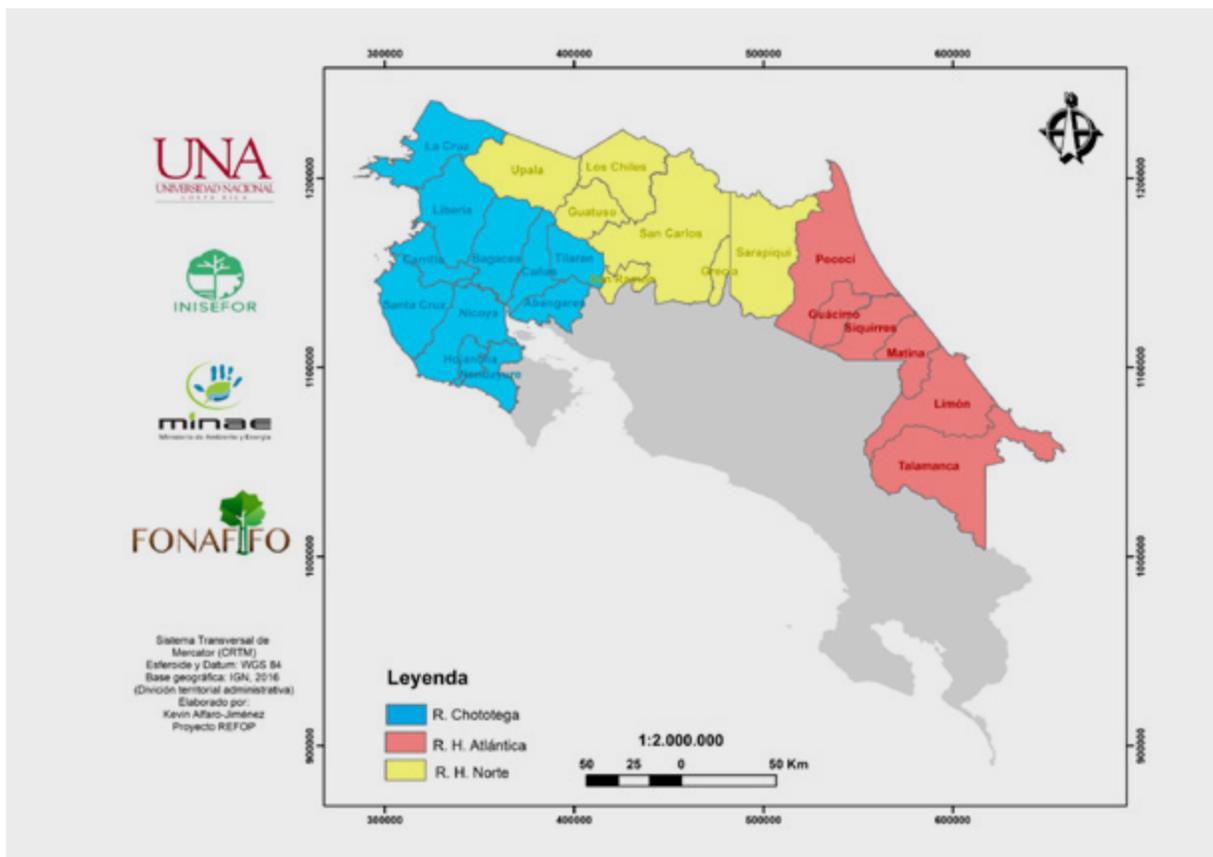


Figura 1. Ubicación de las regiones Huetar Norte, Huetar Atlántica y Chorotega, Costa Rica.

2.1.1 Región Huetar Norte

Ubicación: está comprendida entre las cimas de la cordillera volcánica Central, los Montes del Aguacate, la cordillera volcánica de Guanacaste y la frontera con Nicaragua.

Conformada por el cantón de Upala, Guatuso, Los Chiles, San Carlos, San Ramón, Grecia y Sarapiquí, abarcando 9 803 km², es decir el 18 % del territorio nacional (Barrientos y Chaves, 2008).

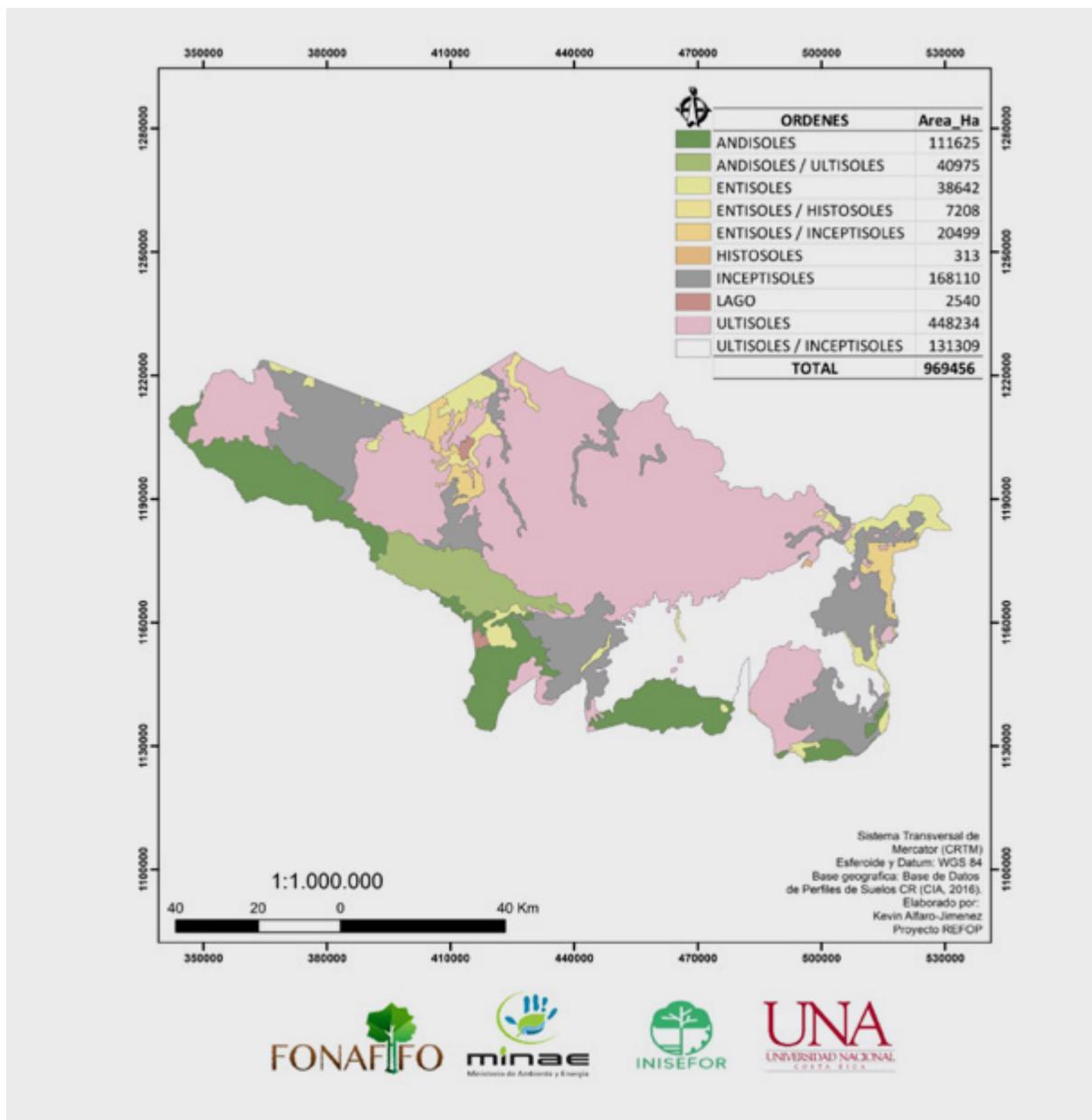


Figura 2. Distribución el tipo de suelo en la Región Huetar Norte, Costa Rica.

Clima: presenta un clima tropical, con una estación seca de febrero a abril y lluviosa de mayo a febrero (existiendo prácticamente un único periodo lluvioso). La precipitación anual promedio es de 3 200 mm y oscila desde 2 000 mm/año en las llanuras de Guatuso, Upala y Los Chiles, hasta 5 000 mm/año en los macizos volcánicos (Barrientos y Chaves, 2008; Instituto Meteorológico Nacional –IMN–, 2008). Las temperaturas promedio son de 26°C en las llanuras y de 20°C en áreas volcánicas. La humedad relativa va de 80 % a 90 % y una radiación solar entre 3 a 5 horas diarias (Barrientos y Chaves, 2008).

Las llanuras de la región presentan frecuentes problemas de inundación, durante la época lluviosa; mientras que, en las zonas altas, existen serios problemas de erosión, por prácticas inadecuadas de producción, alta deforestación y falta de conciencia de sus habitantes (Barrientos y Chaves, 2008).

Suelos: la región presenta un dominio de suelos viejos como Ultisoles, seguidos de Inceptisoles y suelos volcánicos como los Andisoles (Centro de Investigaciones Agronómicas –CIA–, 2016). Dominada por actividades pecuarias, cultivos perennes y frutales (Barrientos y Chaves, 2008).

2.1.2 *Región Huetar Atlántica*

Ubicación: comprende toda la provincia de Limón, conformada por los cantones de Guácimo, Limón, Matina, Pococí, Siquirres y Talamanca, abarca una extensión de 9 188 km², que corresponde al 17,9 % del territorio nacional (Ministerio de Agricultura y Ganadería –MAG–, 2014).

Clima: presenta un clima tropical húmedo. La precipitación de la RHA es menor hacia el sur, oscilando entre 3 000 a 2 500 mm por año, mientras que al norte desde 3 500 a más de 4 500 mm. La región muestra dos periodos lluviosos interrumpidos por mínimos relativos entre el mes de septiembre y octubre, y entre febrero y marzo. El periodo más lluvioso inicia en noviembre y finaliza en febrero, precipitando alrededor del 40 % de la precipitación anual, posteriormente en julio se presenta el segundo máximo de lluvias. La temperatura anual promedio oscila entre 27 a 30°C en las llanuras, disminuyendo en 0,42°C cada 100 de altitud. Las temperaturas en la sección norte son ligeramente mayores que las del sur; en general, se presentan las temperaturas más elevadas en el mes de mayo, junio y septiembre. La humedad relativa promedio entre 82 y 92 %, y una radiación solar promedio entre 2,3 (cantón de Pococí) y 6,1 horas en el cantón de Limón (MAG, 2014; IMN, 2008).

Suelos: un porcentaje alto de suelos de la región son viejos, como los Ultisoles, y jóvenes, como Inceptisoles, Entisoles y Andisoles (CIA, 2016).

2.1.3 *Región Chorotega*

Ubicación: comprende la provincia de Guanacaste, conformada por los cantones de Liberia, Bagaces, Abangares, Tilarán, Cañas, Santa Cruz, Carrillo, Nicoya, Nandayure, Hojancha y La Cruz, y abarca una extensión de 10 140 km², que equivale al 20 % del territorio nacional (Comité Sectorial Agropecuarios Chorotega, 2015).

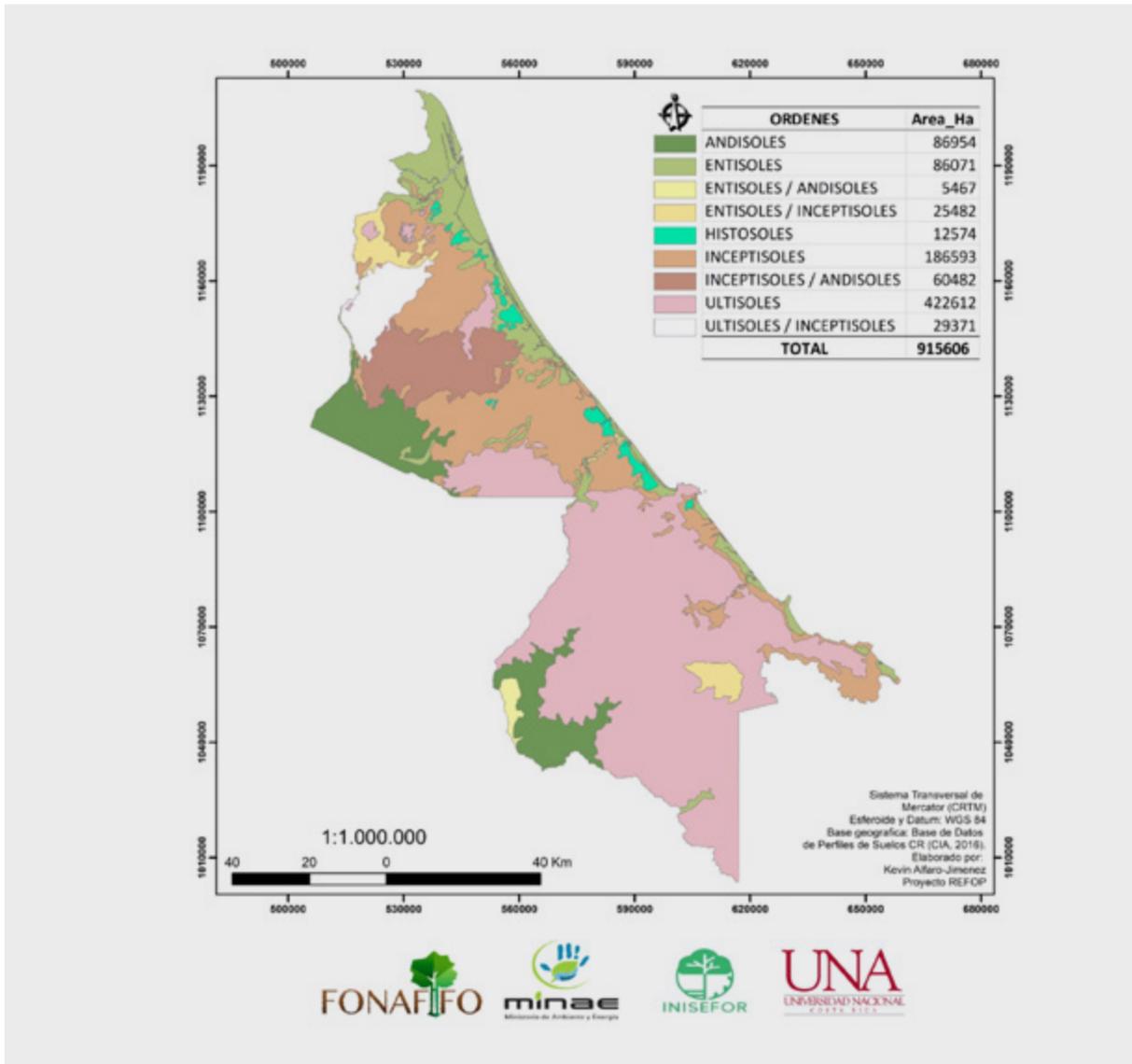


Figura 3. Distribución del tipo de suelo en la Región Huetar Atlántica, Costa Rica.

Clima: presenta un clima tropical seco, con un periodo seco que inicia en noviembre y finaliza en mayo (precipitando solo el 4 % del monto anual), un periodo claramente lluvioso entre mayo y agosto (precipita el 50 % del monto anual) y un segundo lluvioso de septiembre a noviembre (46 % de la precipitación anual). La precipitación promedio anual va de

1 500 a 2 500 mm. La temperatura promedio es de 27°C, con un máximo de 36°C y un mínimo de 16°C. La humedad relativa es de 78 % (Comité Sectorial Agropecuarios Chorotega, 2015). La mayor precipitación se da en la zona montañosa de la cordillera de Guanacaste y Tilarán, valores anuales cercanos a los 2 200 mm y temperaturas oscilantes de 25°C durante

el día y 17°C en la noche. La sección de la depresión del Tempisque es la zona más seca, con 1 700 mm de precipitación anual y temperatura entre 32°C y 22°C, durante el día y la noche, respectivamente. La zona peninsular presenta precipitaciones anuales de 1 900 mm y mayores hacia los cerros, y temperaturas de 33°C promedio de día y 22°C durante la noche (IMN, 2008).

Suelos: predominan los suelos Entisoles, Alfisoles, Andisoles y Ultisoles (CIA, 2016).

2.2 Ubicación y área reforestada según datos del CENAGRO

El área reforestada se obtuvo de la base de datos del CENAGRO del 2014, que fueron

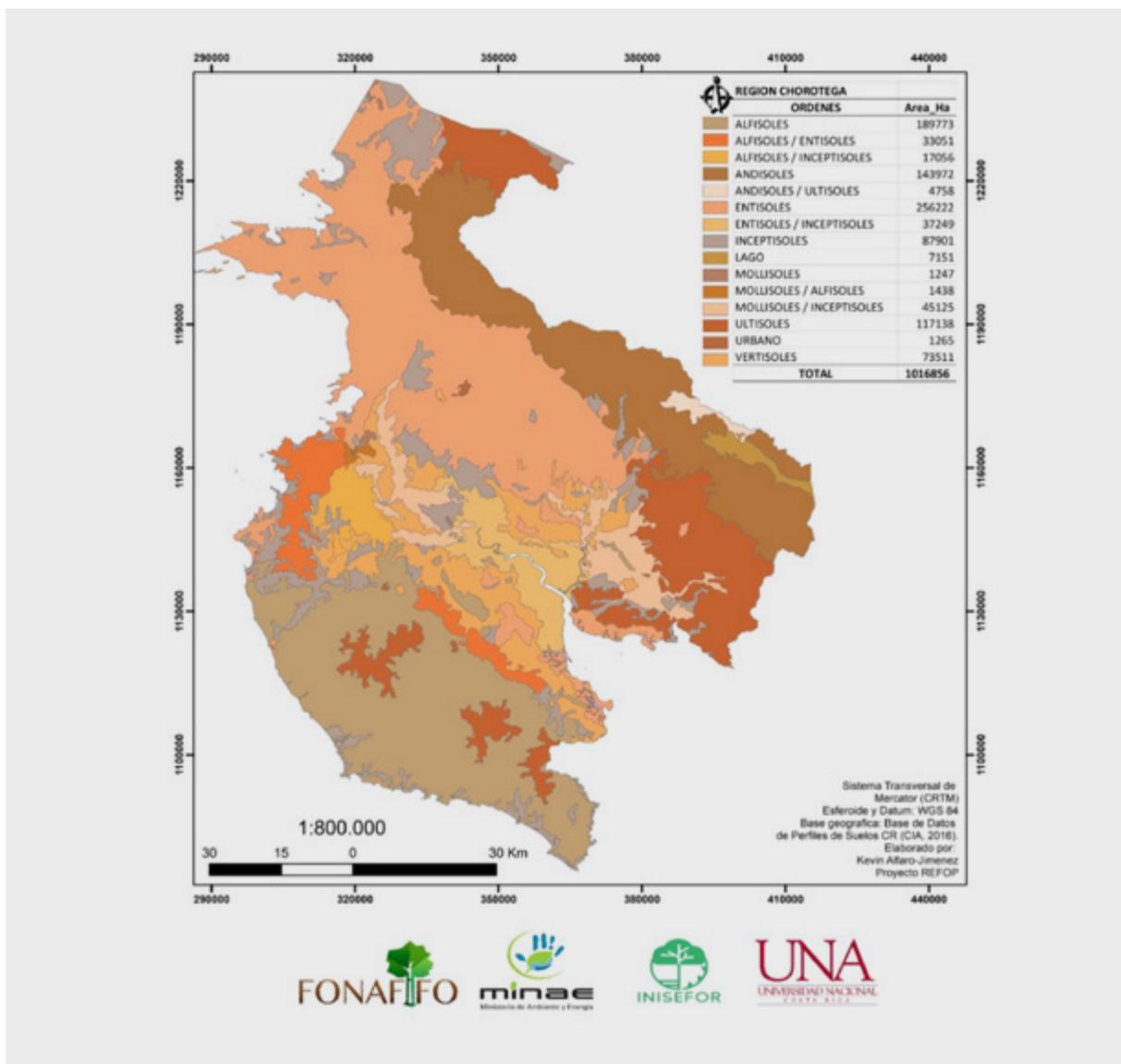


Figura 4. Distribución del tipo de suelo en la Región Chorotega, Costa Rica.

solicitados al INEC con el objetivo de realizar este diagnóstico. Los datos crudos del CENAGRO, brindados por distrito, fueron tabulados en una hoja de cálculo (Microsoft Excel 2007), para su procesamiento, visualización y análisis. El análisis espacial se llevó a cabo, con un SIG, con base en la capa de división territorial administrativa (Instituto Geográfico Nacional – IGN–, 2018), georreferenciada en coordenadas métricas del sistema de Proyección CRTM.

2.3 Identificación de las prácticas silviculturales

La población a la que se le aplicó el cuestionario corresponde a los contratos bajo el esquema de PSA reforestación, establecidos entre el año 2008 y el 2012, en la RHN, RHA y RCh del país incluidos en los proyectos de compensación para el MDC de Fonafifo, que conforman 147 contratos (36 en RCh, 58 en RHN y 53 en RHA). Este estudio fue llevado a cabo

por la Dirección de Desarrollo y Comercialización de Servicios Ambientales. Ubicada la población, se realizó una consulta vía telefónica a los regentes forestales o dueños de las fincas, para identificar su disposición de participar y definir la muestra; a partir de esto, se logró una respuesta de 68 contratos, que representan un 46,2 % del total. Posteriormente, se aplicó el cuestionario de manera indirecta (vía telefónica o correo electrónico) o directa (presencial), según la disponibilidad de los participantes.

La aplicación del cuestionario (**Anexo 1**) se realizó entre el mes de abril y noviembre del 2017. El cuestionario consta de 84 preguntas, divididas en 11 secciones (**Cuadro 1**). Este tuvo por objeto conocer las prácticas que se realizan en los diferentes contratos y las especies forestales plantadas. La información recopilada fue tabulada en una hoja de cálculo (Microsoft Excel 2007), para su procesamiento y análisis, mediante la interpretación de estadística descriptiva de la muestra.

Cuadro 1. Estructura del cuestionario elaborado por la Dirección de Desarrollo y Comercialización de Servicios Ambientales, utilizado para la recopilación de prácticas silviculturales, en plantaciones forestales.

Nombre de la sección	Número de pregunta	Cantidad de preguntas
1. Material Plantado	1 a la 6	6
2. Fertilización	7 a la 15	9
3. Encalado	16 a la 24	9
4. Podas	25 a la 38	14
5. Chapeas / Limpieza del terreno	39 a la 49	11
6. Transporte Interno	50 a la 55	6
7. Quema	56 a la 64	9
8. Enfermedades	65 a la 72	8
9. Caminos	73 a la 77	5
10. Preparación del terreno	78 a la 84	7



3. SITUACIÓN DE LA REFORESTACION EN LA REGIONES HUETAR NORTE, HUETAR ATLÁNTICA Y CHOROTEGA, DATOS DEL CENAGRO 2014

3.1 Distribución geográfica de la reforestación en Costa Rica según datos del CENAGRO 2014

3.1.1 Generalidades

Las plantaciones forestales en Costa Rica, según los datos del CENAGRO del 2014, representan el 1,9 % (96 967,6 ha) del territorio nacional. Por su parte, el área reforestada de las tres regiones analizadas representa poco más de un 1 % del territorio nacional, distribuidos en 25 370 ha, 7 515,9 ha y 23 536 ha, para la RHN, RHA y RCh, respectivamente, lo que suma 56 421,9 ha, que significan el 58,2 % de la reforestación a nivel nacional.

La capacidad de producción forestal a nivel de distrito se presenta en la **Figura 5**, donde se puede observar que los distritos con mayor cantidad de plantaciones son representados en tonos marrón; por su parte, los distritos con menores áreas reportadas se muestran

en tonalidades amarillas. En consecuencia, las zonas color marrón, con mayor cantidad de área plantada (o bien, los polos de reforestación en Costa Rica), se observan principalmente en dos sectores: en la RHN entre las coordenadas planas 420 000 y 500 000 m este y 1 220 000 y 1 160 000 m norte CRTM; y en la RCh entre las coordenadas 300 000 y 370 000 m este y 1 143 000 y 1 076 000 m norte.

3.1.2 Distribución del área reforestada por región socioeconómica

Esta sección se enfoca en la descripción detallada de la distribución geográfica del área reforestada en cada una de las tres regiones. Las especies forestales con mayor área reforestada en cada región, detalladas, más adelante, en la sección 3.1.3. En términos generales, la RHN cuenta con el 2,6 % de su territorio en plantaciones forestales, convirtiéndola en la región con más área

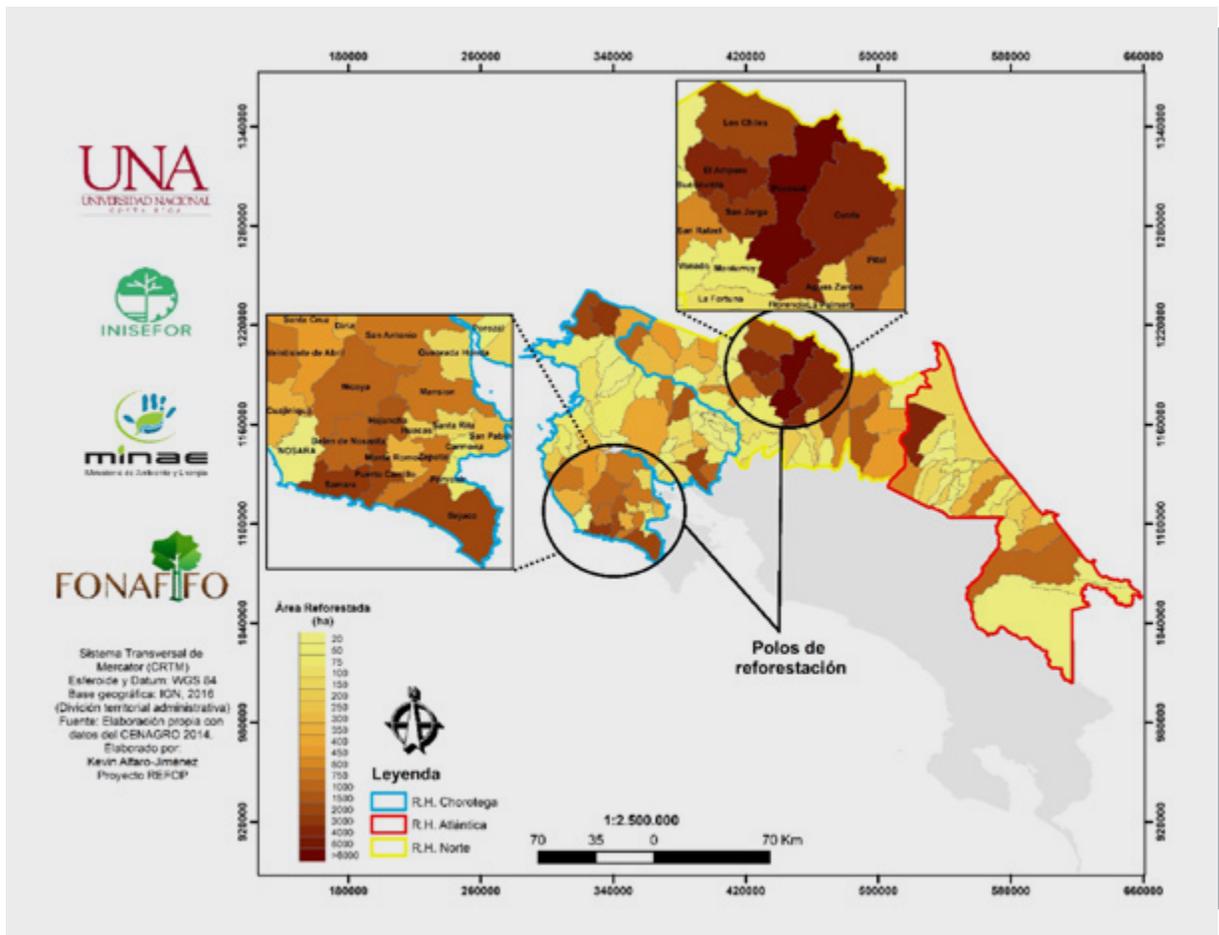


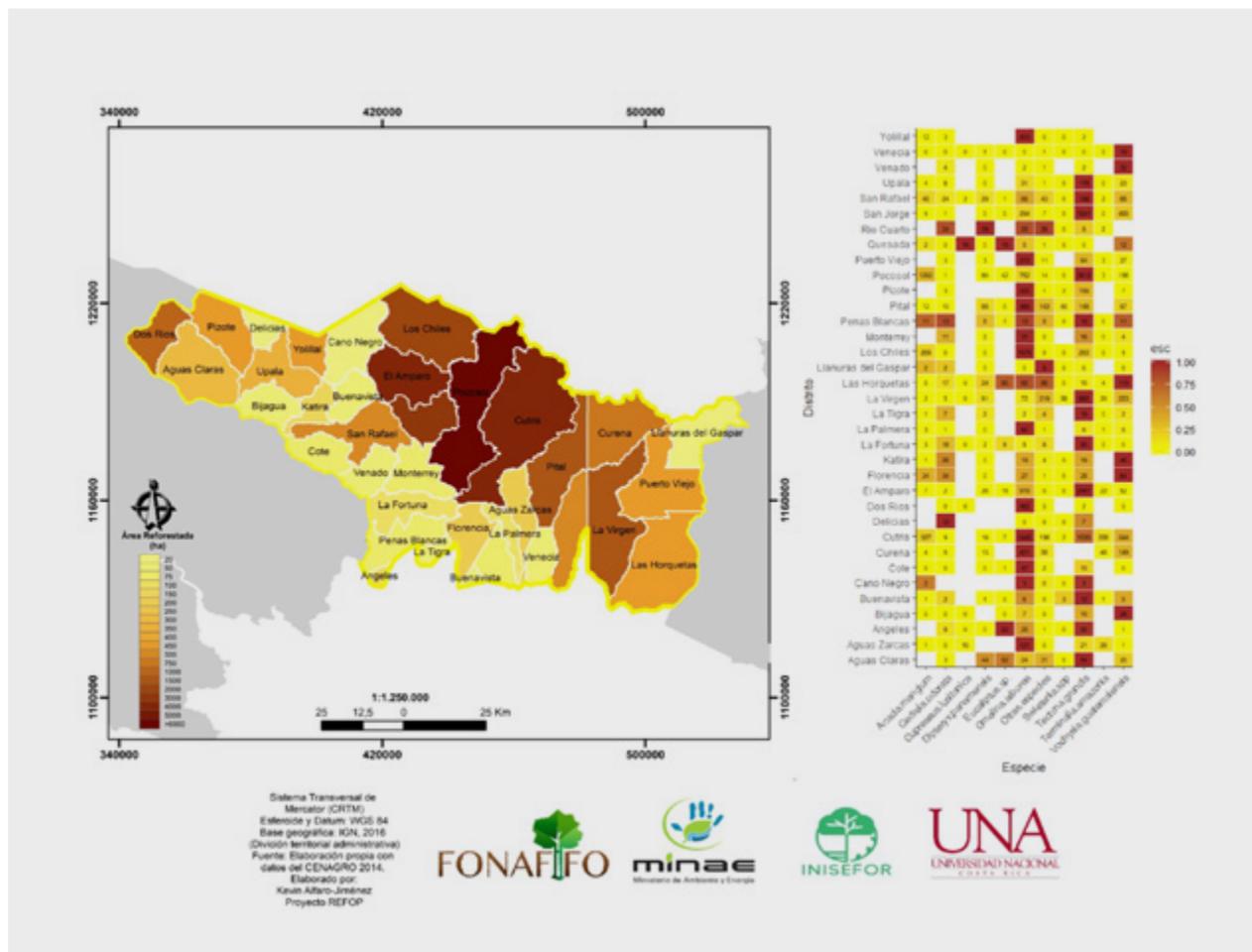
Figura 5. Distribución del área reforestada por distrito de la Región Huetar Norte, Región Huetar Atlántica y Región Chorotega.

destinada a tal fin; en contraste, la RHA es la que menos porcentaje dedica, con un 0,8 % de su territorio.

3.1.2.1 Región Huetar Norte

La RHN cuenta con 25 370 ha de plantaciones forestales: un 26 % del total reportado en el CENAGRO 2014 (96 967,6 ha) a nivel de país. Se reporta San Carlos como el cantón con más área reforestada de esta región y a nivel nacional, con 11 723 ha; seguido por Los Chiles y por Sarapiquí con 7 314,9 y 2 905,7

ha, respectivamente. A nivel de distrito, Pocosol (6 231,7 ha) presenta más área plantada en la RHN, le siguen el distrito de Cutris (3 732,9 ha) y El Amparo (3 507,1 ha). Esto se ve reflejado con las tonalidades marrón más oscuro que se observan en la **Figura 6**, que representa las zonas con mayor área reforestada para la RHN, reafirmando la importancia de esta área como un verdadero polo de desarrollo forestal en el país.



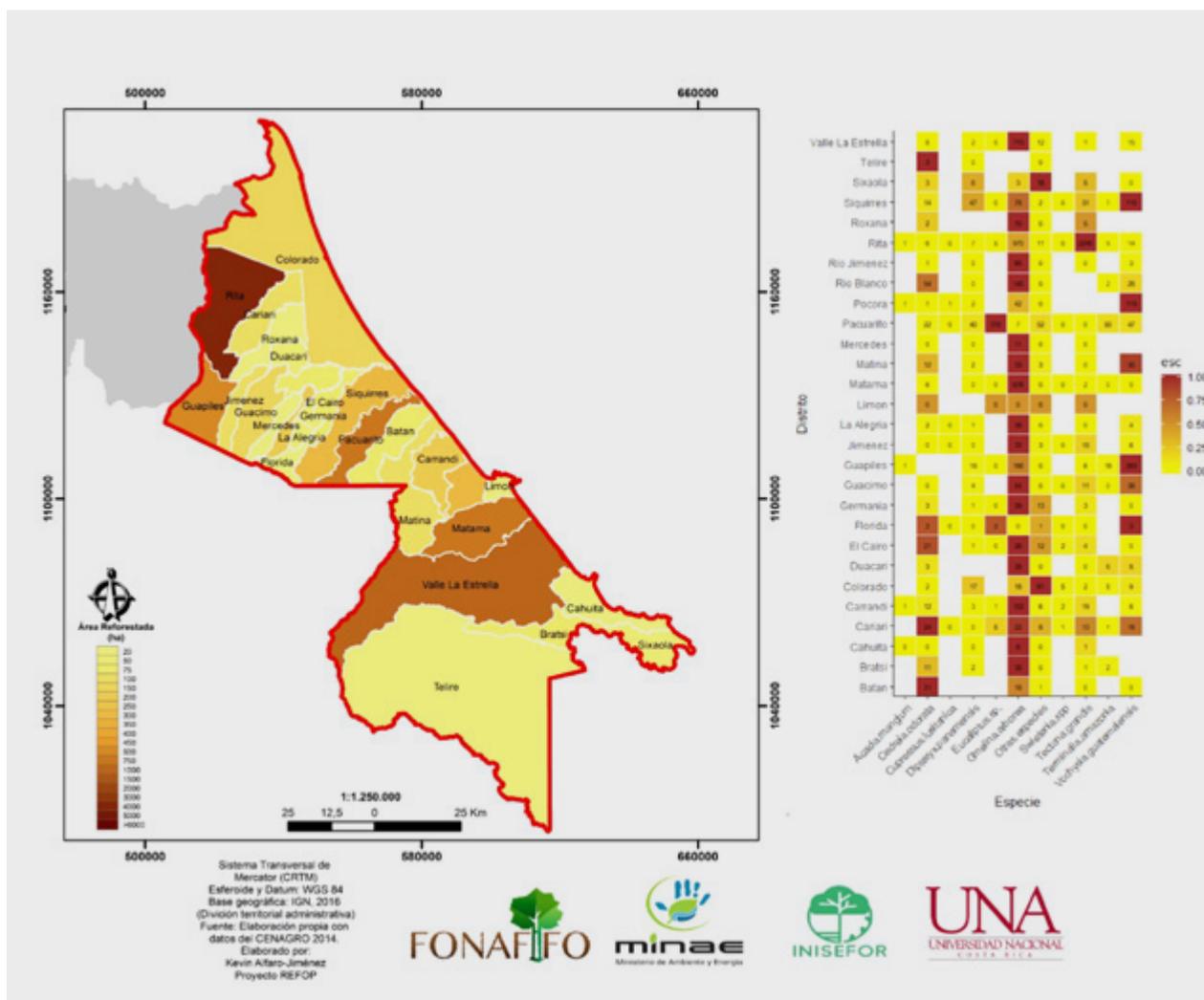
*El valor contenido en cada campo es el área reforestada de dicha especie para determinado distrito de la región analizada.
**La escala (esc) de color (0 a 1) representa la importancia porcentual de la distribución del área reforestada de una especie, con respecto a las demás especies cultivadas en un determinado distrito de la región analizada.

Figura 6. Distribución del área reforestada por distrito, Región Huetar Norte, 2014, Costa Rica

3.1.2.2 Región Huetar Atlántica

La RHA cuenta con 7 515,9 ha de plantaciones forestales, lo que representa un 7,8 % del total reportado en el CENAGRO 2014 (96 967,6 ha) a nivel nacional, siendo la región con menor área dedica a la reforestación, en comparación a la RHN y RCh. Destaca el cantón de Pococí que concentra el 54,3 % del área total reforestada con 4 078,2 ha, seguido

de Limón y Siquirres, con 1 699,5 (22,6 %) y 978,1 ha (13 %), respectivamente. Los distritos con más área reforestada son La Rita (3 262,3 ha), Valle de la Estrella (750,8 ha) y Matama (684,8 ha). Se reitera, en la **Figura 7**, con color marrón más oscuro que es el distrito de La Rita el que cuenta con mayor área reforestada.



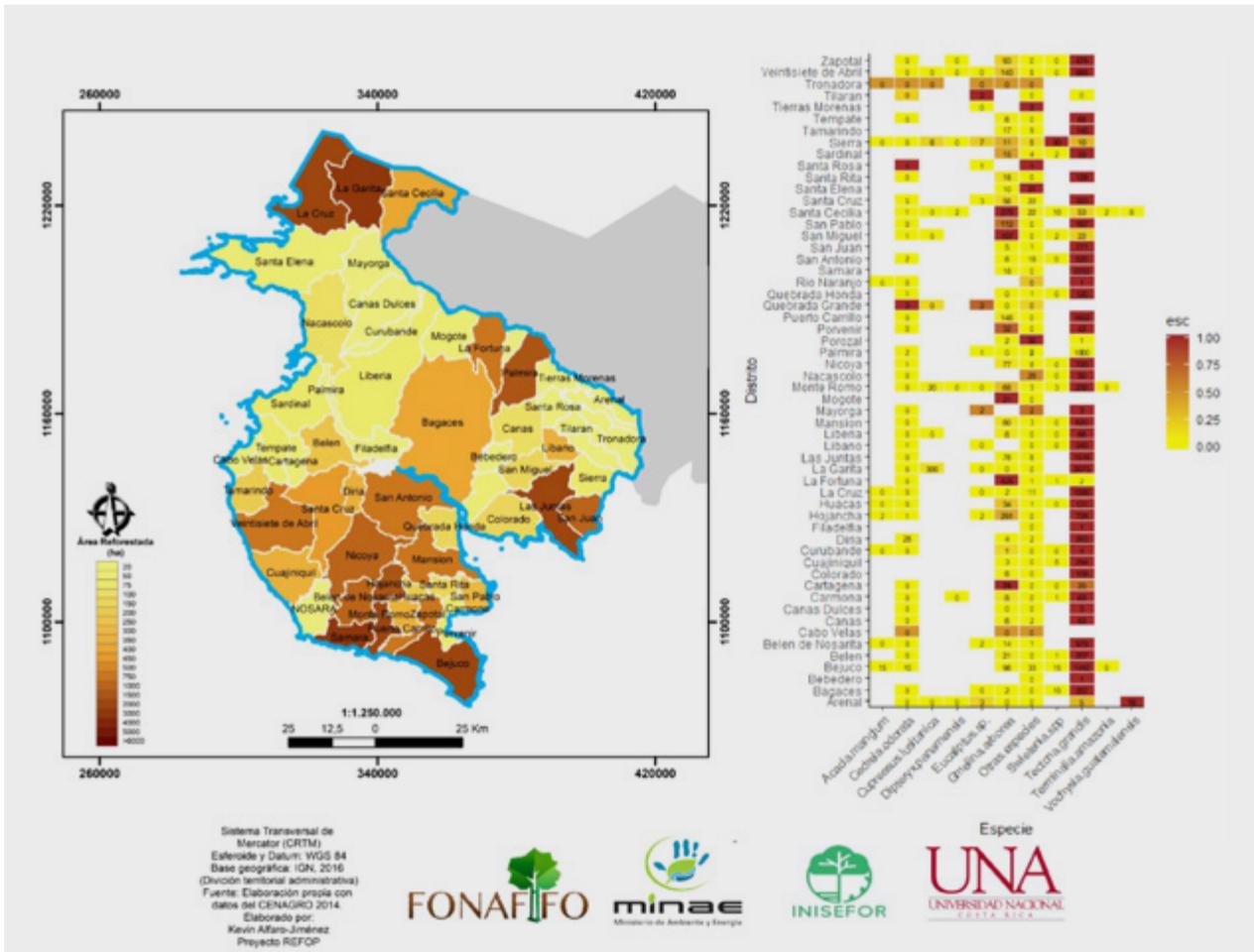
*El valor contenido en cada campo es el área reforestada de dicha especie para determinado distrito de la región analizada.
**La escala (esc) de color (0 a 1) representa la importancia porcentual de la distribución del área reforestada de una especie, con respecto a las demás especies cultivadas en un determinado distrito de la región analizada.

Figura 7. Distribución del área reforestada por distrito, Región Huetar Atlántica, 2014, Costa Rica.

3.1.2.3 Región Chorotega

LA RCh cuenta con 23 536 ha de plantaciones forestales, lo que representa un 24,3 % del total reportado en el CENAGRO 2014 (96 967,6 ha). Ocupa el segundo lugar, en comparación a la RHN, ya que dispone de aproximadamente un 2,3 % de su territorio en plantaciones forestales. El cantón de Nicoya

es el más reforestado con 5 442,6 ha, lo que significa un 23,1 % del área reforestada en la región; seguido por La Cruz y Hojancha, con 4 374,9 ha (18,6 %) y 3 316,3 ha (14,1 %), respectivamente. Los distritos con más área reforestada fueron La Garita (2 373 ha), seguido de Sámara (2 270 ha) y Puerto Carrillo (1 800,8 ha) (Figura 8). A pesar de que las zonas con mayor reforestación se encuentran



*El valor en cada campo es el área reforestada de dicha especie para determinado distrito de la región analizada.
 **La escala (esc) de color (0 a 1) representa la importancia porcentual de la distribución del área reforestada de una especie, con respecto a las demás especies cultivadas en un determinado distrito de la región analizada.

Figura 8. Distribución del área reforestada por distrito, Región Chorotega, 2014, Costa Rica.

distribuidas a lo largo de la región, se da una mayor concentración de tonalidades marrón oscuro en la parte sur de la RCh. Lo que refleja otro polo de desarrollo forestal en el país.

3.1.3 Área plantada por especie forestal

3.1.3.1 Especies Exóticas

La reforestación comercial en el país se basa principalmente en cinco especies exóticas. *T. grandis* se posiciona como la más utilizada y plantada en las tres regiones, le sigue *G. arborea*, *Acacia mangium* (acacia), *Eucalyptus spp.* (eucalipto) y *Cupressus lusitanica* (ciprés),

respectivamente, según su área plantada. Estas especies representan cerca del 89,4 % del área total reforestada en las tres regiones. A continuación, se presenta la distribución del área reforestada en el país para cada una de ellas.

3.1.3.1.1 *Tectona grandis* (teca)

Se estima que las plantaciones de *T. grandis* cubren, aproximadamente, el 59,6 % (33 622,5 ha) de las regiones analizadas, es decir más de la mitad del área se encuentra reforestada con esta especie (56 421,9 ha). Distribui-

do el 60,4 % (20 307,8 ha) del área en RCh, el 32,6 % (10 954,6 ha) en RHN y el 7 % en RHA. A nivel de cantón, San Carlos (5 220,8 ha) y Los Chiles (4 264,3 ha) tienen las mayores áreas de *T. grandis* reforestada, ambos son parte de la RHN, esto a pesar de que la mayor área acumulada se ubica en la RCh. Por otro lado, los cantones de Talamanca, Grecia y Guácimo tienen menor área reforestada, con 7 ha, 7,5 ha y 11 ha, respectivamente. A una escala menor, los distritos con mayor área reforestada fueron Pocosol de San Carlos (3 911,7 ha), El Amparo de Los Chiles (2 467,1 ha) y

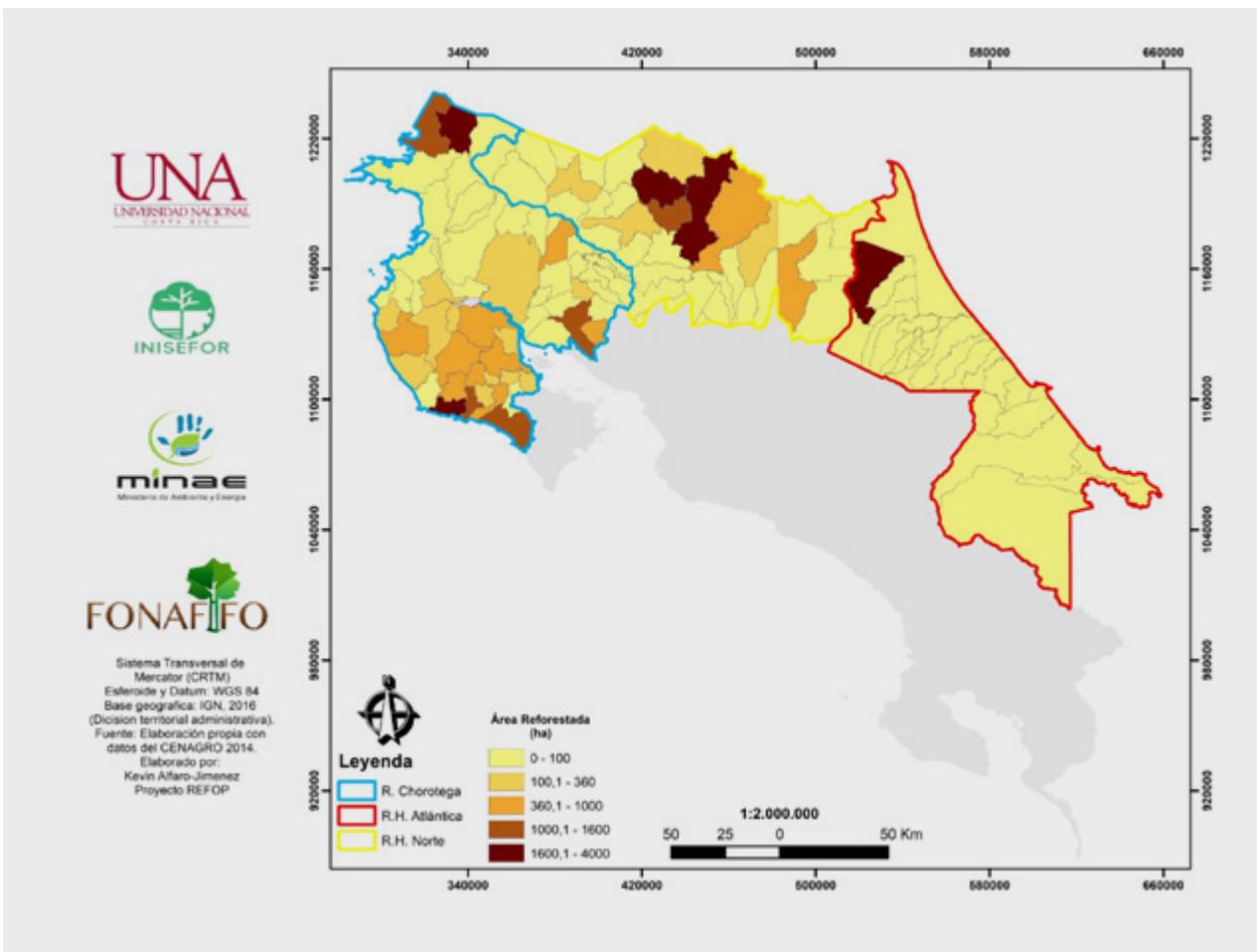


Figura 9. Distribución del área reforestada por distrito, con la especie *Tectona grandis* (teca), Costa Rica, 2014

Sámara de Nicoya (2 252,4 ha). Consecuentemente, se observan cinco distritos con tonalidades marrón oscuro, los cuales representan las zonas con más *T. grandis* reforestada en las tres regiones (Figura 9).

3.1.3.1.2 *Gmelina arborea* (melina)

Se estima que el área plantada de *G. arborea* es un 24,5 % (13 836,2 ha) del total reforestado en las tres regiones (56 421,9 ha). Un

58,1% (8 037,9 ha) del área reforestada con la especie se encuentra en la RHN, un 24,2% (3 351,3 ha) en la RHA y un 17,7% (2 447,1 ha) en la RCh. Por lo tanto, se evidencia que hay una preferencia del cultivo de la especie en las regiones más húmedas del país (RHN y RHA), caso contrario a lo que sucede con *T. grandis*, que presenta su mayor área reforestada en la región más seca (RCh).

Los resultados de la distribución del área reforestada con *G. arborea*, señalan que los cantones que cuentan con mayor área fueron San Carlos (2 918,3 ha) y Los Chiles (2 292 ha);

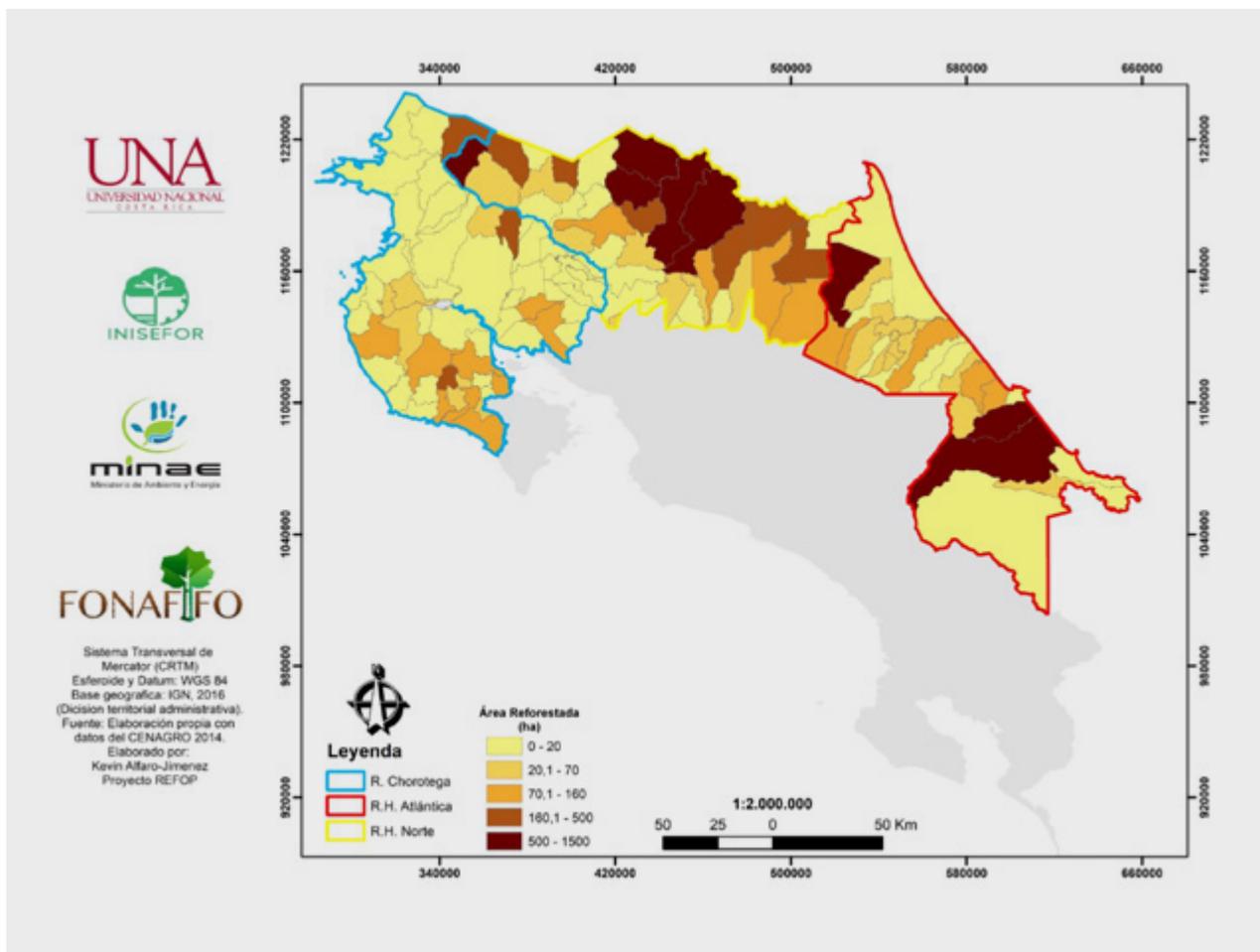


Figura 10. Distribución del área reforestada por distrito, con la especie *Gmelina arborea* (melina), Costa Rica, 2014.

mientras que los menos reforestados fueron Tilarán y Grecia, con 0,25 ha y 25 ha, respectivamente. A nivel de distrito, Cutris de San Carlos (1 445 ha), Los Chiles de Los Chiles (1 075,4 ha) y Rita de Pococí (969,6 ha), fueron los más reforestados con esta especie. Destacan ocho zonas con color marrón oscuro que representan los distritos con más *G. arborea* plantada (Figura 10).

3.1.3.1.3 *Acacia mangium*. (acacia)

El área reforestada con *A. mangium* se estima en 1 996,8 ha en total para las tres regiones, es decir 3,5 % del área total reforestada, de lo cual el 98,9 % (1 975,1 ha) se ubican en la RHN. La reforestación se concentra en San Carlos, con un 83,4 % del total del área plantada en las tres regiones, y más precisamente en el distrito de Pocosol (64,7 %, es decir 1 291,8 ha). La Figura 11 muestra que los tonos marrón más oscuros se concentran únicamente en la RHN, comparado con el resto de las áreas de estudio, donde solo se dan tonos amarillos

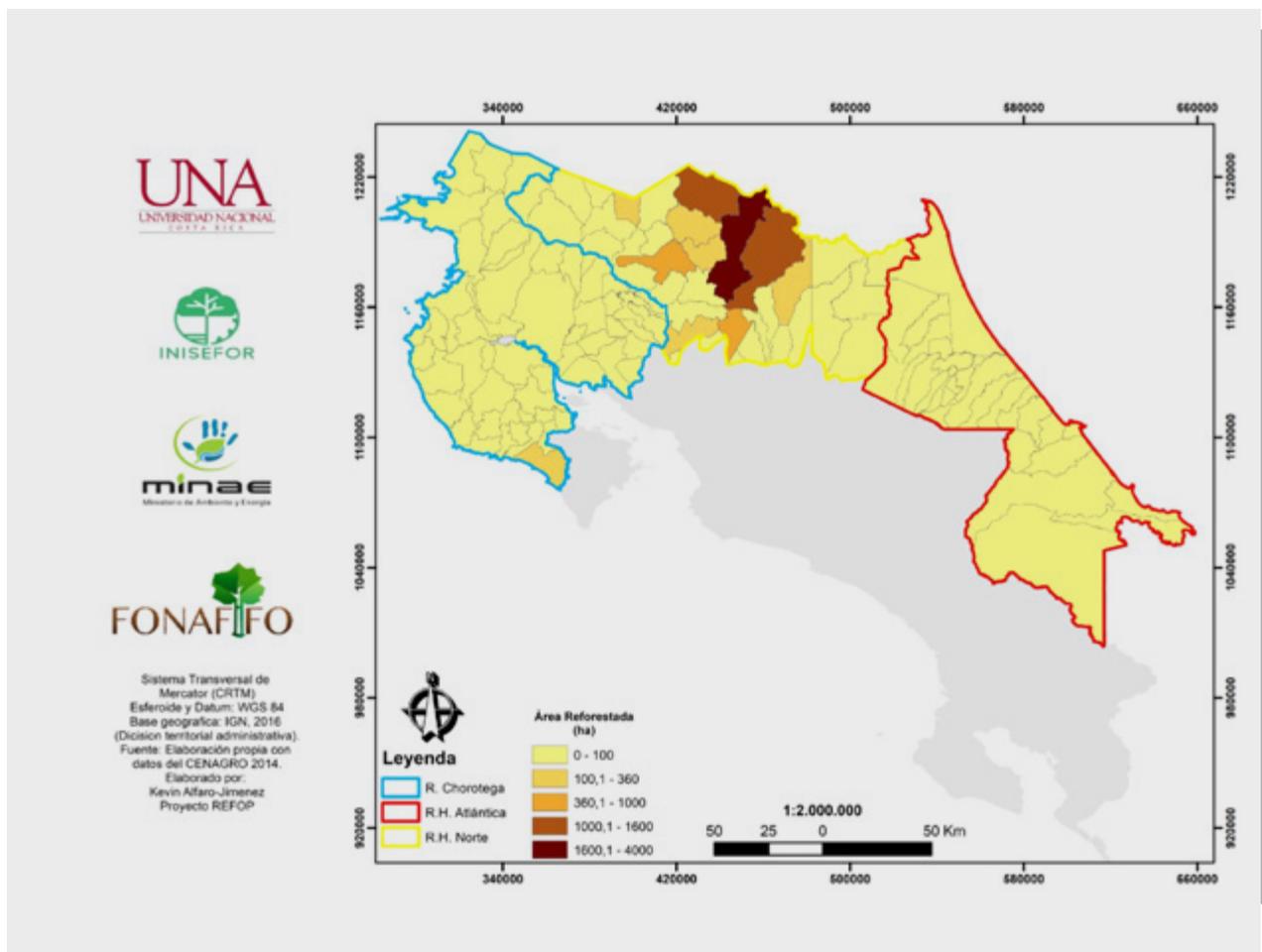


Figura 11. Distribución del área reforestada por distrito, con la especie *Acacia mangium* (acacia), Costa Rica, 2014.

que representan poca o ninguna área plantada con esta especie. La única excepción es el cantón de Nandayure, donde se muestra un área de 15 ha plantada con *A. mangium*.

3.1.3.1.4 *Eucalyptus spp.* (eucalipto)

Las plantaciones de *Eucalyptus spp.* cubren un área de 635,2 ha (1,1 % del área reforestada en las tres regiones), distribuido un 51,1 % en la RHA, un 45,1 % en la RHN y un 3,7 % en la RCh. El cantón de Siquirres ubica, prácticamente, la mitad del área reforestada (312,5 ha). A nivel de distrito Pacuarito es el que cuenta con mayor área reforestada con

un total de 310 ha (99,2 % en el cantón) y es representado en la **Figura 12** con el color marrón más oscuro.

3.1.3.1.5 *Cupressus lusitanica* (ciprés)

Las plantaciones de *C. lusitanica* apenas cubren el 0,6 % (326,7 ha) del área reforestada en las regiones de estudio, y se ubican, en su mayor parte, en la RCh (326,7 ha), explícitamente en el cantón de La Cruz de Guanacaste, distrito La Garita (300 ha) y se representan con el color marrón oscuro (**Figura 13**). Como se sabe, esta especie se cultiva principalmente en todo el Valle Central

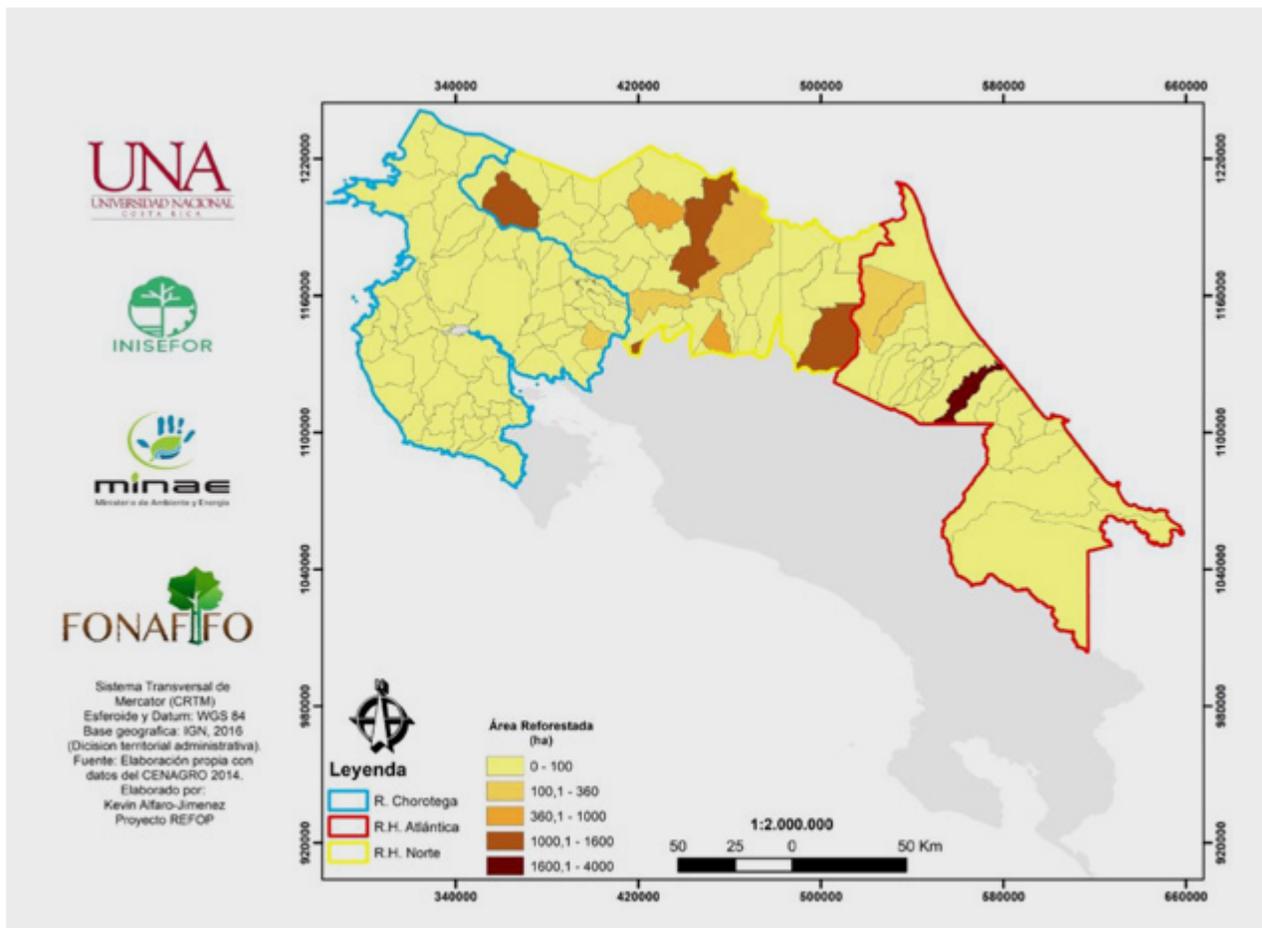


Figura 12. Distribución del área reforestada por distrito, con la especie *Eucalyptus spp.* (eucalipto), Costa Rica, 2014.

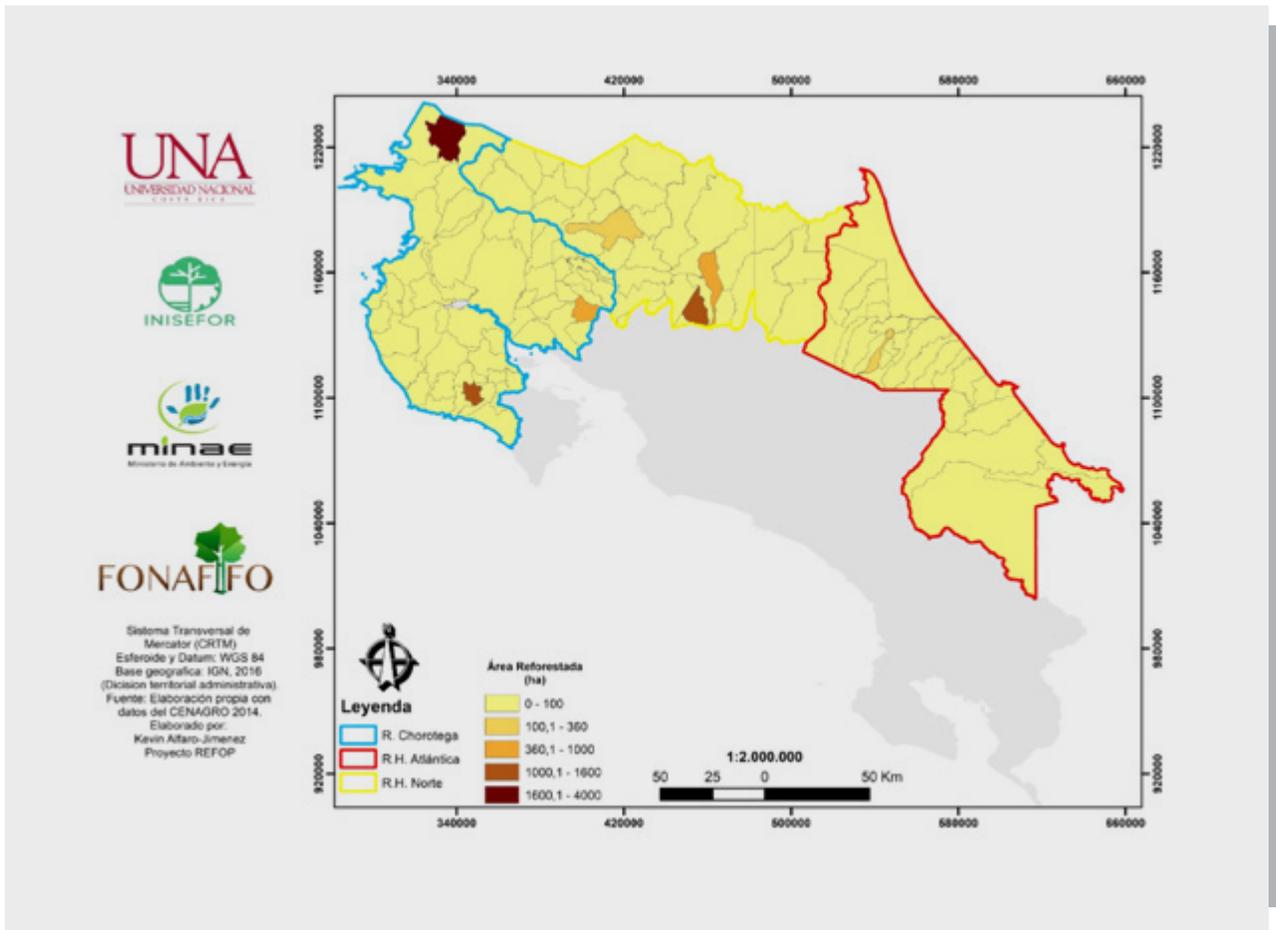


Figura 13. Distribución del área reforestada por distrito, con la especie *Cupressus lusitanica* (ciprés), Costa Rica, 2014.

(Oriental y Occidental) de Costa Rica, región que no está siendo contemplada en este estudio. Por lo tanto, lo presentado en este trabajo con respecto a esta especie deberá verse como un reporte del cultivo de la especie.

3.1.2.2 Especies Nativas

El cultivo de plantaciones forestales con especies nativas corresponde a 5 980,72 ha, lo que representa el 10,6 % del área total reforestada en las tres regiones (56 421,9 ha). Destacan cuatro especies: *V. guatemalensis*, *Cedrela odorata* (cedro), *Swietenia spp.* (caoba) y *Terminalia amazonia* (amarillón), que representan el 7,3 % (4 117 ha) del área total.

V. guatemalensis es la especie nativa que más se cultiva en las regiones analizadas, con 48,1 % (2 876,5 ha) del total reforestado con especies nativas (5 980,72 ha). Destaca la RHN con la mayor área reforestada (2 116,3 ha) que representa el 73,6 % del total reforestado con esta especie en las tres regiones, le sigue la RHA con un 25,6 % (736,2 ha) y apenas un 0,8 % (24 ha) en la RCh. San Carlos con 935,4 ha y Cutris con 543,6 ha son respectivamente el cantón y el distrito con mayor área reforestada (Figura 14). La segunda especie nativa con más área reforestada es *C. odorata*

con 595,3 ha, de las cuales 283,2 ha se ubican en la RHA, 256,6 ha en la RHN y 55,5 ha en la RCh. Limón, con 107,6 ha, y Río Blanco, con 94,1 ha, son respectivamente el cantón y el distrito con mayor área reforestada (Figura 14).

Otras dos especies nativas importantes por área plantada son *T. amazonia* y *Swietenia spp.*, con 439,1 ha y 206,4 ha, respectivamente. Las áreas reforestadas con *T. amazonia* se concentran en la RHN con 344,8 ha (es decir, el 78,5 % del área reforestada con esta especie), 251 ha en el cantón de San Carlos y 226,2 ha en el distrito de Cutris. En cuanto a *Swietenia spp.*,

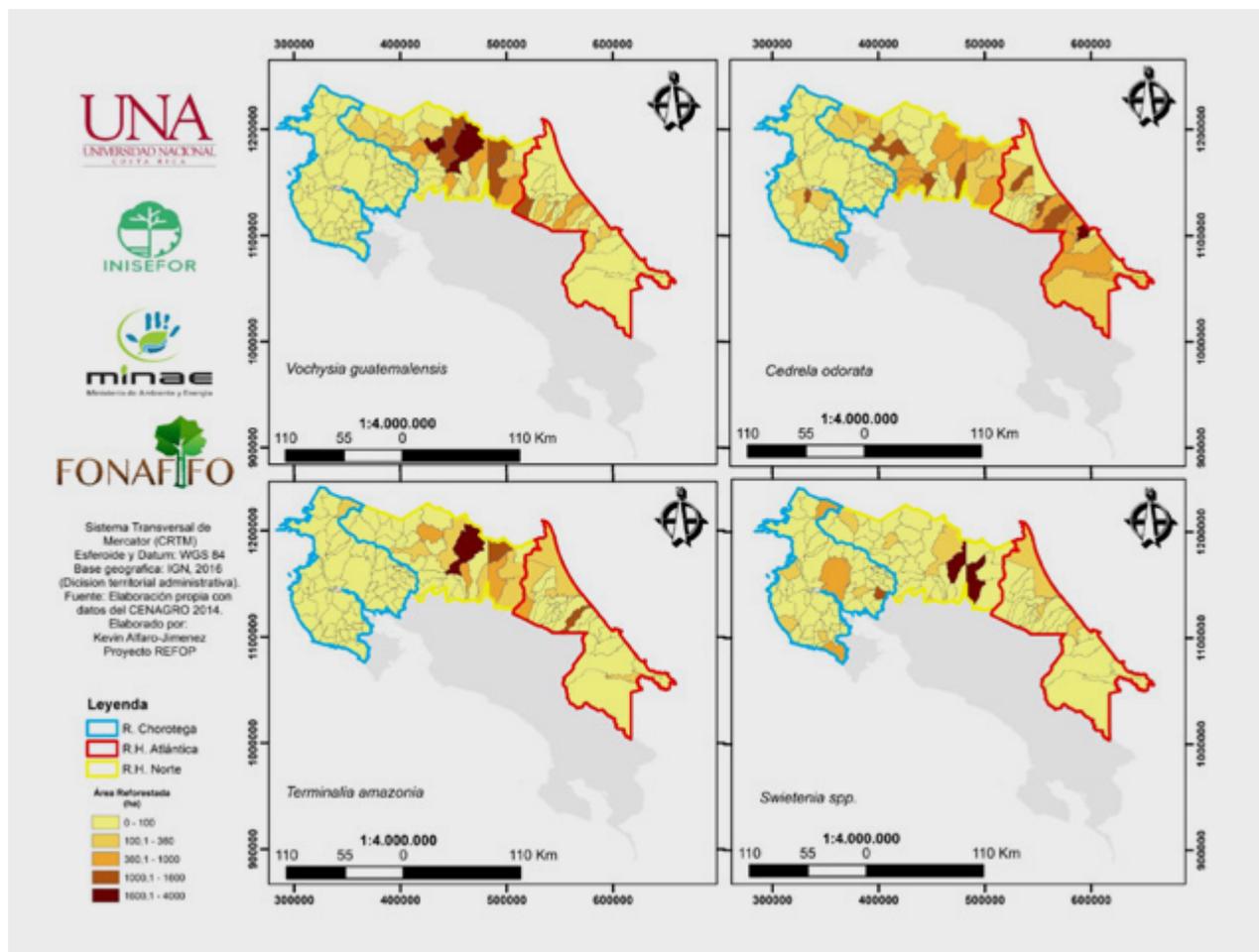


Figura 14. Distribución del área reforestada por distrito, con las especies *Vochysia guatemalensis* (chancho), *Cedrela odorata* (cedro), *Swietenia spp.* (caoba), *Terminalia amazonia* (amarillón), Costa Rica, 2014.

la mayor parte está distribuida entre la RHN (116,1 ha) y la RCh (80,7 ha), concentrándose en una mayor proporción en dos distritos, un primer grupo en el distrito de La Virgen de Sarapiquí (58,3 ha), y un segundo grupo en el distrito de Pital de San Carlos (50 ha) (Figura 14).



3.2 Distribución geográfica del área reforestada bajo contrato de Pago por Servicios Ambientales

3.2.1 Generalidades

De acuerdo con la Ley Forestal N° 7575 del año 1996, el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal es creado con dos objetivos: uno de ellos financiar diversas actividades forestales, y el segundo captar recursos financieros para el pago de servicios ambientales. En materia de PSA, a la fecha, la principal fuente de ingreso del Programa de PSA de Fonafifo es un 3,5 % del impuesto a los combustibles, el cual, según el artículo 69 de la Ley, debe ser utilizado en los programas de compensación, a los propietarios de bosques y plantaciones forestales, por los servicios ambientales de mi-

tigación de las emisiones de gases con efecto invernadero y por la protección y el desarrollo de la biodiversidad, que generan las actividades de protección, conservación y manejo de bosques naturales y plantaciones forestales.

Anualmente, el Programa de PSA mediante el instrumento oficial establecido, emite los lineamientos y los montos que se pagan a cada modalidad y a las actividades incluidas dentro de estas; además del Programa de PSA, Fonafifo dispone del Programa de Crédito, mediante el cual procura incentivar el establecimiento de plantaciones. Con la intención de mejorar el alcance que tiene la reforestación comercial en el país, se analizaron los contratos incluidos en el esquema del Programa de PSA del periodo 2008 al 2012, en las tres regiones analizadas.

En total, se contabilizan 516 contratos durante el periodo 2008-2012, para las tres regiones analizadas, lo que corresponde al 79 % de los contratos vigentes en el país (653 contratos). Abarcan un área reforestada de 13 077,6 ha, lo que corresponde al 82 % del área reforestada bajo PSA durante este periodo a nivel nacional (15 947,6 ha). La zona con mayor área reforestada se ubica entre las coordenadas planas 420 000 y 480 000 m

este y 1 220 000 y 1 157 000 m norte del sistema CRTM, donde se ubican los dos cantones con mayor reforestación bajo PSA de las tres regiones analizadas, San Carlos (3 435,8 ha) y Los Chiles (1 976,9 ha). Concordante con los distritos con mayor área reforestada, Cutris (1 912,2 ha), San Jorge (1 273 ha) y Pocosol (1 228,1 ha), que son congruentes con las zonas con las tonalidades marrón oscuro (Figura 15).

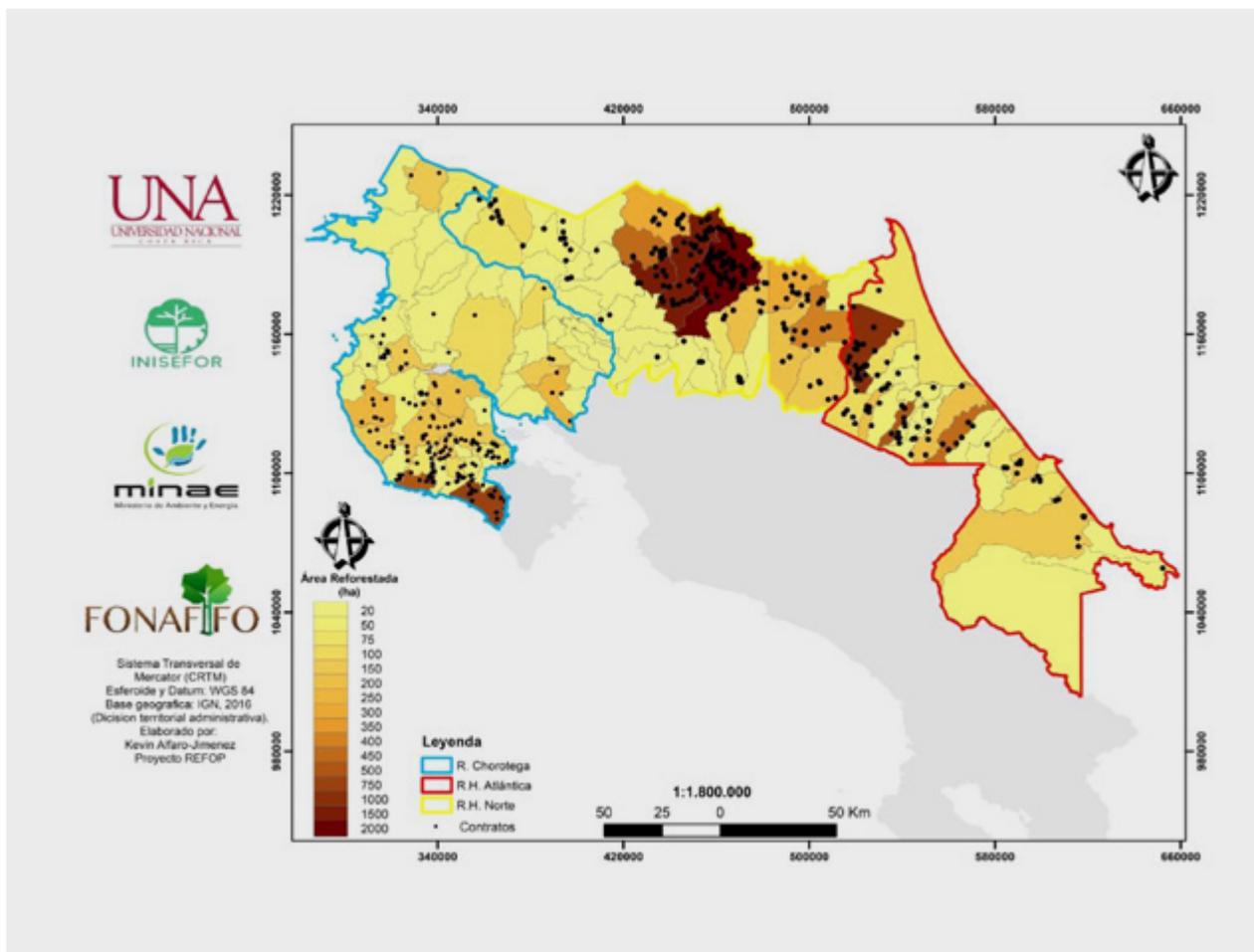


Figura 15. Distribución del área reforestada bajo contrato de PSA por distrito, Región Huetar. Norte, Región Huetar Atlántica y Región Chorotega, Costa Rica.

3.2.2 Distribución del área reforestada bajo el PPSA por región socioeconómica

En términos de tasas de reforestación por contrato para el periodo 2008-2012 (4 años); se observó que, en promedio, se plantaron 29,9 ha por contrato en la RHN, para la RHA correspondió a 30,6 ha y para la RCh fue de 13,1 ha. Las tasas anuales de reforestación por contrato fueron 7,5, 7,6 y 3,4 ha, para la RHN, RHA y RCh, respectivamente. A continuación, se presentan los resultados específicos por cada región.

3.2.2.1. Región Huetar Norte

La reforestación con el PSA en la RHN cubrió, en el periodo 2008-2012, un área de 6 650,5 ha correspondiente al 41,7 % del área reforestada bajo PSA (15 947,6 ha) a nivel nacional y una tasa anual de 1 662, 6 ha. En términos administrativos, esto correspondió a 222 contratos, lo que equivale a 33,9 % del total a nivel nacional (653 contratos). El cantón con mayor área reforestada bajo el PPSA fue San Carlos con 3 435,8 ha (126 contratos), lo que representa el 51,7 % del área bajo PSA en

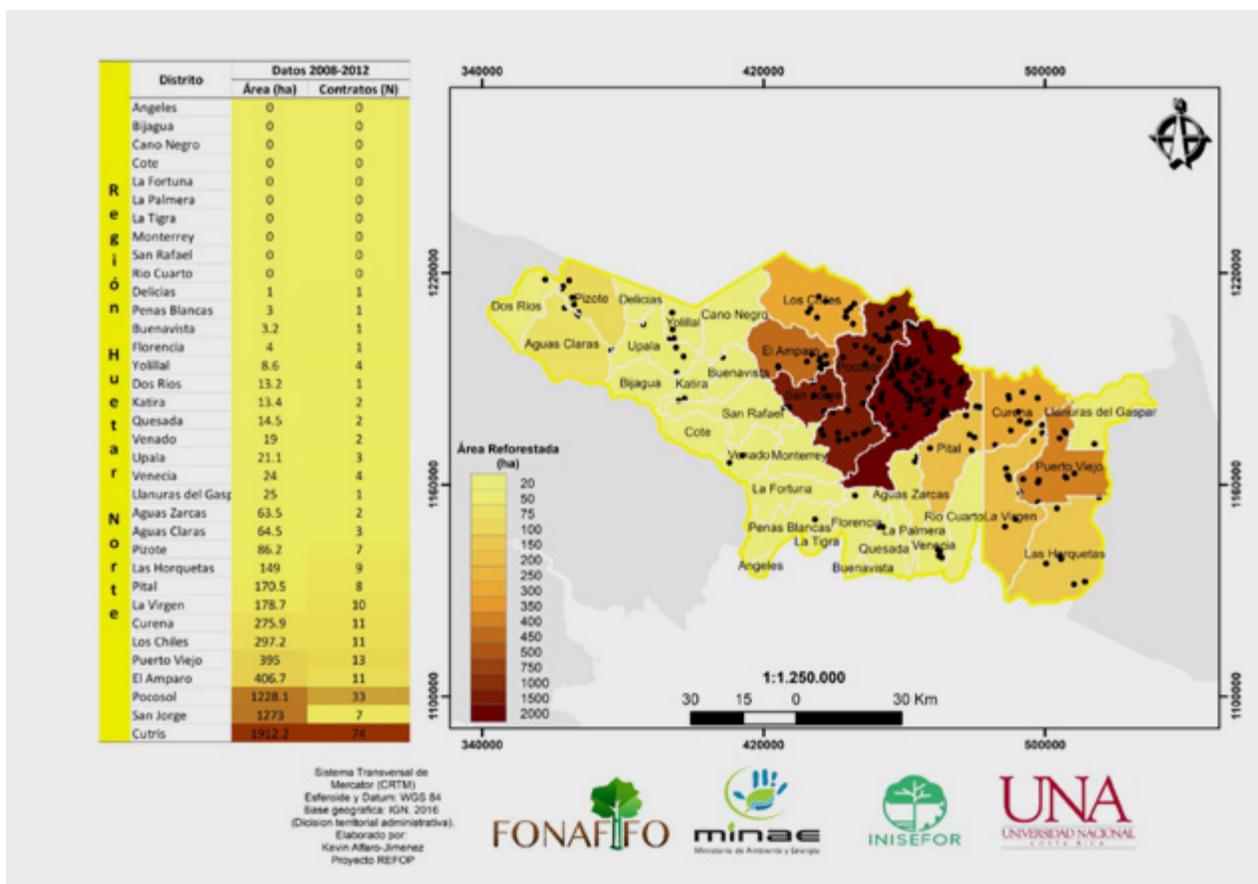


Figura 16. Distribución del área reforestada bajo contrato de PSA por distrito, Región Huetar Norte, periodo 2008-2012, Costa Rica.

la RHN, seguido de Los Chiles con 1 976,9 ha (29 contratos) y Sarapiquí con 1 023,6 ha (44 contratos), que representa el 29,7 % y el 15,4 % respectivamente en la región. Los distritos más reforestados fueron Cutris de San Carlos, San Jorge de Los Chiles y Pocosol de San Carlos, con 1 912,2 ha, 1273 ha y 1 228,1 ha, respectivamente, ubicando el mayor número de contratos en los distritos de Cutris, Pocosol y San Jorge, con una distribución de 74, 33 y 7 contratos, respectivamente (Figura 16), lo cual es congruente con las tonalidades marrón más oscuras.

3.2.2.2 Región Huetar Atlántica

La RHA fue la región que presentó menor reforestación bajo PPSA en el periodo 2008-2012 comparado a las dos regiones. El área reforestada fue de 3 008,3 ha, lo que representó un 23 % del total reforestado, esta fue distribuida en 101 contratos (19,6 % de los contratos de la región). A nivel nacional, lo reforestado en esta región representó el 18,8 % del área y 15,5 % de los contratos. El cantón con mayor área bajo contrato fue Pococí (1 408,9 ha y 39 contratos), seguido de Guácimo (623,5 ha y 18 contratos) y Siquirres (618,1

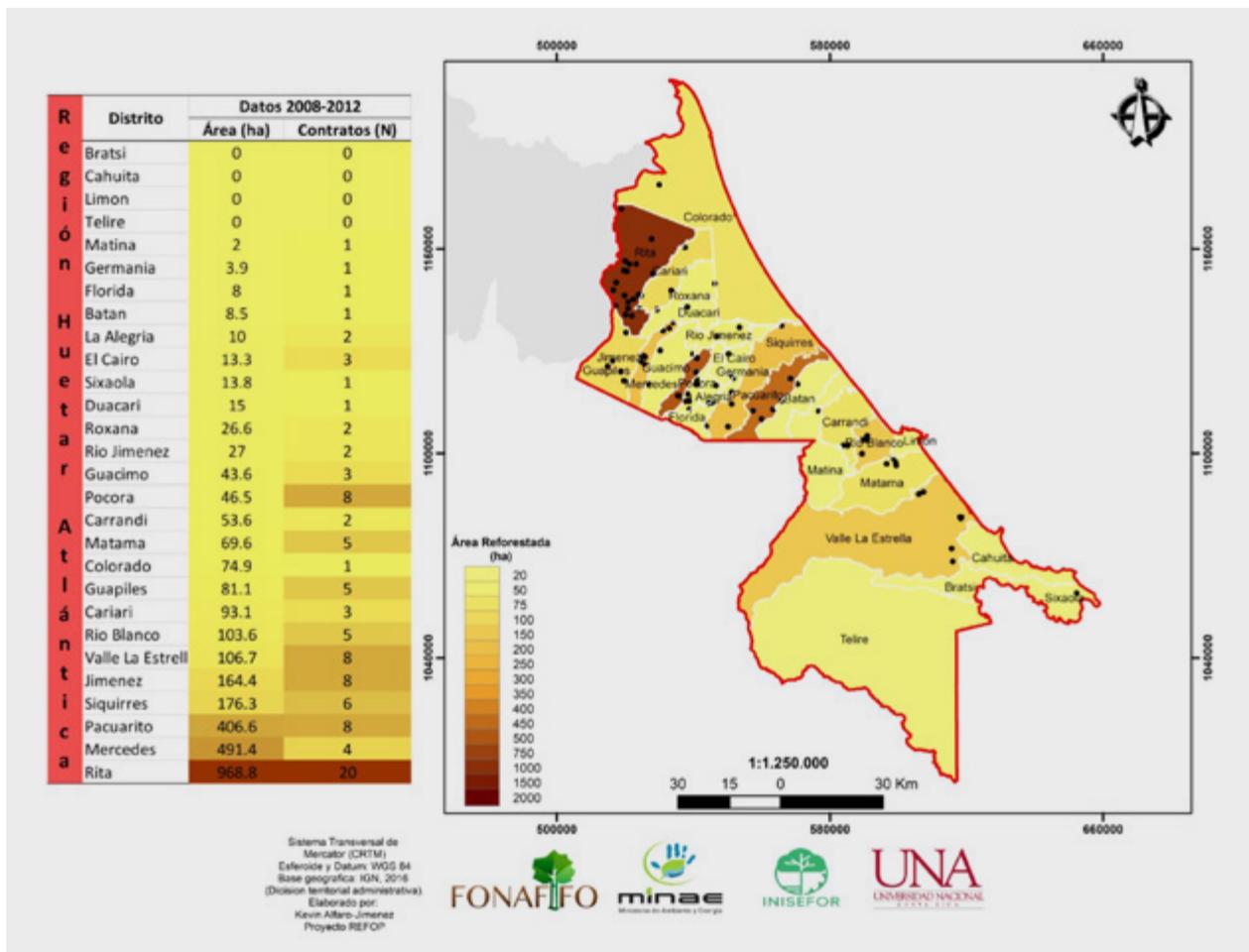


Figura 17. Distribución del área reforestada bajo contrato de PSA por distrito, Región Huetar Atlántica, periodo 2008-2012, Costa Rica.

3.2.3 Tendencias en reforestación: un análisis complementario de las bases de datos

Estos son algunos hallazgos entre la distribución del área reforestada según datos del CENAGRO 2014 y el PPSA del Fonafifo periodo 2008-2012. En principio, al contrarrestar ambas bases de datos, se puede mencionar que los contratos otorgados bajo el PPSA de reforestación contribuyeron al 23,2 % del área reforestada reportada por el CENAGRO en las regiones analizadas para el 2014. El restante 66,8 % del área que se reporta en el CENA-

GRO, lo compone lo reforestado con el PPSA años atrás y el área que se haya plantado con fondos propios.

El área reforestada con fondos del PPSA por distrito indica que las tasas de reforestación para el periodo (2008-2012) son más homogéneas en la RHA, no así en las otras dos regiones. Además, se observa que existen distritos con poca o ningún área reforestada bajo el PPSA; por el contrario, existen otros con grandes extensiones (**Figura 19**). Paralelamente, se muestra que, sin importar la región socioeconómica, las tasas de reforestación con el PPSA por distrito se concentran principalmente entre 1 ha y 200 ha, lo cual concuerda con aquellos distritos que

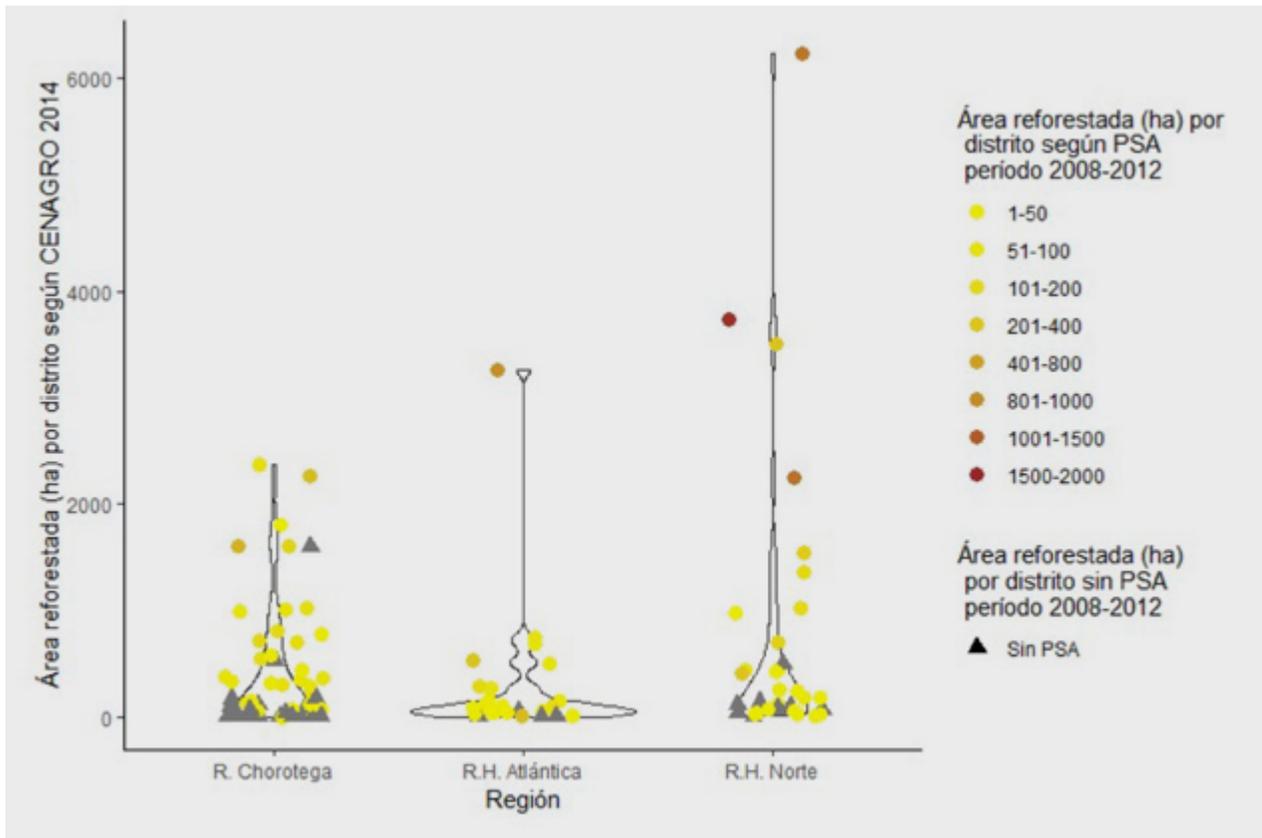


Figura 19. Relación entre el área reforestada por región, según CENAGRO 2014 y los contratos del periodo 2008-2012 registrados en el PPSA, Costa Rica.

reportaban un área reforestada menor a 1000 ha según el CENAGRO 2014.

Además, como generalidad se observa que los distritos con más área reforestada según el CENAGRO 2014, también fueron los que mayores tasas de reforestación tuvieron, de acuerdo con lo reportado por el PPSA, donde, los puntos con las tonalidades más oscuras

(mayor tasa de reforestación con PSA 2008-2012) se hallan, principalmente, en los valores más altos del eje “Y” (mayor área reforestada según CENAGRO 2014). Esto indica que, para el año 2014, quedaban distritos con terrenos para reforestar o que eran parte del área correspondiente a nuevas plantaciones que se establecieron en el mismo sitio.



4. PRÁCTICAS DE MANEJO SILVICULTURAL EN LAS REGIONES HUETAR NORTE, HUETAR ATLÁNTICA Y CHOROTEGA

4.1 Generalidades

A partir de la respuesta del 46,2 % del total de contratos de los proyectos de compensación de Fonafifo (147 contratos), se identificaron 87 sitios plantados con especies como *T. grandis*, *V. guatemalensis*, *G. arborea* y *A. mangium*, principalmente. La densidad promedio de plantación reportada fue de 807 arb/ha, con un mínimo plantado de 500 arb/ha (*T. grandis*) y un máximo de 1 500 arb/ha (*A. mangium*).

La especie *T. grandis* fue la que más se plantó (reportada por el 61,8 % de las personas encuestadas y un área de 1 760,7 ha), con una densidad promedio de siembra de 780 arb/ha; le sigue *G. arborea*, plantada en el 33,8 % de los contratos, con un área de 564,4 ha y una densidad promedio de 795 arb/ha; y en un tercer lugar se encuentra *V. guatemalensis* presente en el 25 % de los contratos, con un área de 385,5 ha y una densidad de siembra promedio de 810 arb/ha.

Con respecto al área de reforestación por contrato, sin importar la región, la mayoría es menor a 150 ha. Ya que, solamente en siete contratos se estableció una plantación con un área mayor a 150 ha. Al analizar la densidad, área y especie plantada por cada región, según las personas encuestadas, se obtuvo que las especies *G. arborea* y *V. guatemalensis* se plantan principalmente en la RHN, en densidades entre 750 a 850 arb/ha aproximadamente. En el caso de *T. grandis*, se planta principalmente en la RCh y la RHN, con densidades de entre 700 a 850 arb/ha (Figura 20). Destaca, que las densidades tradicionales de 1111 arb/ha, a excepción de dos casos, no fueron utilizadas en ninguna especie sin importar la región.

4.2 Actividades silviculturales en los sitios plantados

A continuación, se presentan prácticas comunes y poco comunes en los sitios plantados. Según los resultados de las encuestas, las actividades silviculturales que son comúnmente aplicadas en los sitios plantados son el raleo, la poda, la fertilización, el control de la vegetación a través de las chapeas y la aplicación de herbicidas, mientras que las prácticas menos comunes son el encalado y la preparación del terreno.

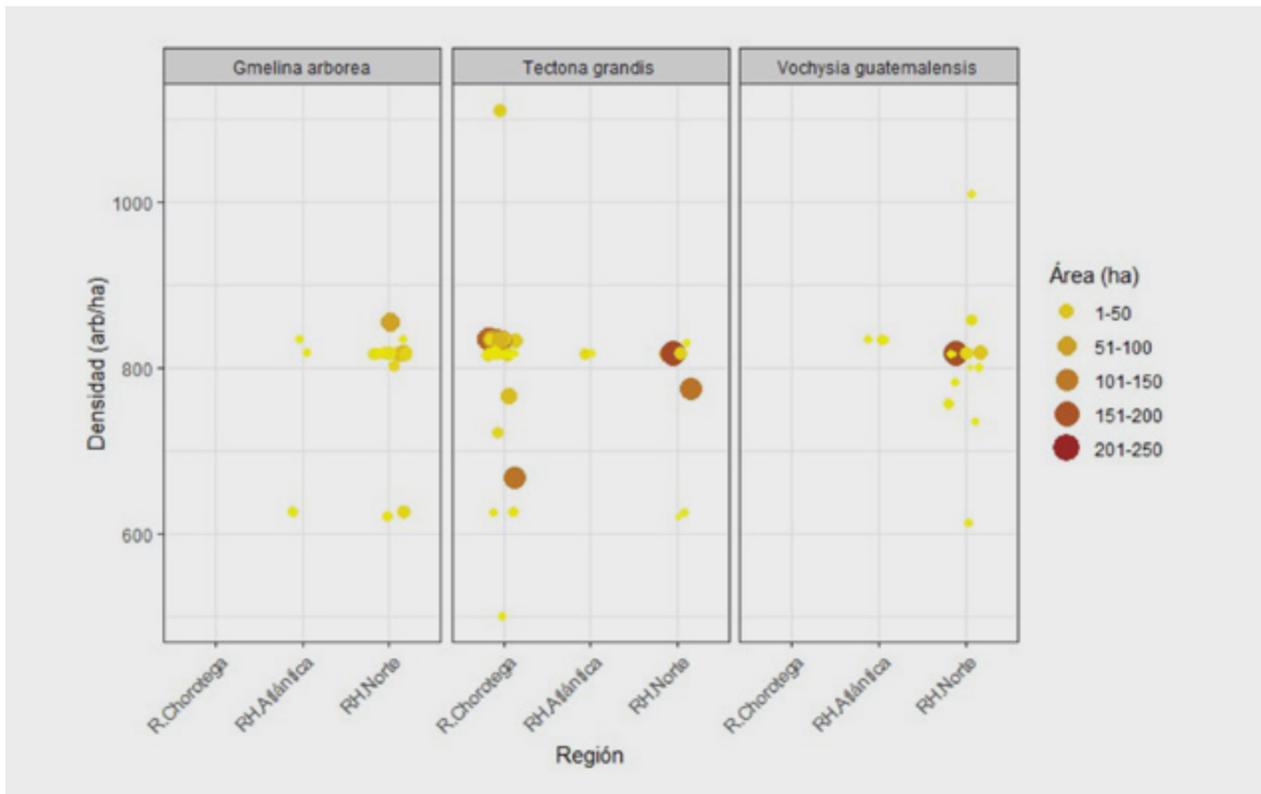


Figura 20. Densidad por especie según reporte de área incluida en contratos de PSA-reforestación del periodo 2008-2012 en las tres regiones de estudio, Costa Rica.

4.2.1 Raleos

Al analizar las respuestas de las personas encuestadas con respecto a la realización de raleos, el 82,8 % de las zonas plantadas han recibido al menos una vez dicha práctica (**Figura 21**). Mencionan, que la aplicación de esta técnica se realiza principalmente para disminuir la densidad, eliminar árboles de mala calidad y favorecer el crecimiento y rendimiento de la plantación, lo que es congruente con lo mencionado por varios autores (Wadsworth, 2000; Galloway, 2003; Ladrach, 2010).

Los resultados con respecto al aprovechamiento comercial de los productos de los raleos muestran que el primer raleo, en general, no es aprovechado para su comercialización, mientras que en los siguientes sí se logra la comercialización de la madera. Debe tomarse en cuenta que, a mayores densidades de plantación, los raleos serán ejecutados en

un periodo menor (es decir, es necesario un mayor número de raleos en el ciclo de vida de la plantación); mientras que, a densidades menores, el tiempo se podría extender (dándose un menor número de raleos en el ciclo de vida de la plantación), por lo tanto, se requerirá de menos recursos (Galloway, 2003; Fonseca, 2004), justificándose así mayores distanciamientos de siembra.

Se observó un patrón en la ejecución de raleos cada dos años. Este patrón, se da en 45 contratos a partir del cuarto año, decreciendo el número de encuestados (40 contratos) que mencionan que han ejecutado esta actividad a lo largo del tiempo, pero siempre manteniendo el mismo patrón (**Figura 21**). La muestra indica que, en general, los encargados realizan en promedio 2,2 raleos a las plantaciones.

Se da una diferenciación en la aplicación de raleos por región socioeconómica. En

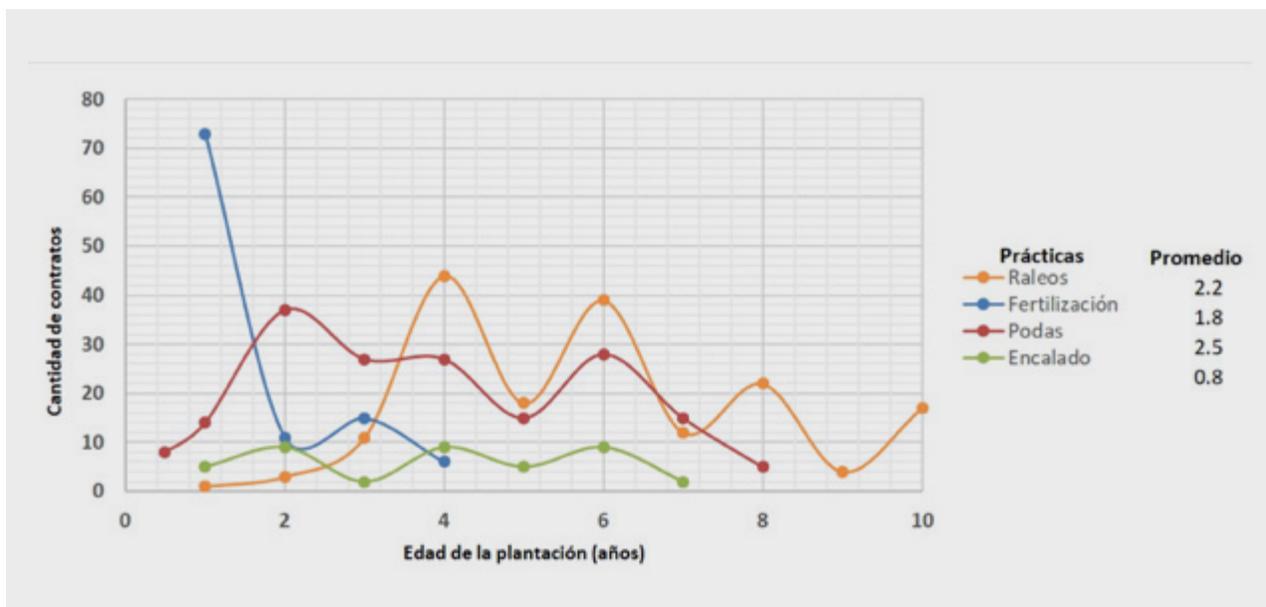


Figura 21. Cantidad de contratos de PSA establecidos en el periodo 2008-2012 que realizan prácticas de manejo (raleo, poda, fertilización y encalado), con respecto a la edad de la plantación, Costa Rica.

la RCh se realiza en promedio 1,3 raleos por plantación, como máximo, se pueden llegar a dar hasta 4 raleos. En la RHN, continúan hasta el décimo año y, en promedio, 2,9 raleos por contrato, a un máximo de 6 raleos. En contraste, la RHA no muestra un patrón claro de raleos, cuyo promedio es desde 2,1 raleos por plantación hasta un máximo de 3 raleos.

A nivel de especie, la aplicación de raleos responde a objetivos diferentes. Así, en el caso de la *G. arborea*, se realizan en promedio 3 raleos durante el turno, pero estos se ejecutan principalmente para contrarrestar problemas fitosanitarios; mientras que la norma para las plantaciones de *T. grandis* y *V. guatemalensis* es la aplicación de 2 raleos y responden a la planificación del manejo. En cuanto a la periodicidad, la generalidad es que las plantaciones de *T. grandis* y *G. arborea* sean intervenidas cada 2 años, a partir del cuarto año. En el caso de *V. guatemalensis*, muestra una tendencia semejante, con un raleo en el año cuatro y uno más tarde entre el año sexto u octavo.

4.2.2 Podas

Las personas encuestadas reconocen que la poda ayuda a mejorar la calidad del fuste. Mencionan, que la intención es dejar las trozas libres de nudos, concordante con lo expuesto por algunos autores (Galloway, 2003; Meza y Torres, 2004), principalmente, en las primeras dos, que son las de mayores dimensiones y volumen. Según el 95,4 % de las personas encuestadas, aseguran que la poda es una de las actividades más comunes que ejecutan en sus plantaciones (Figura 23).

En promedio, cada contrato realiza cerca de 2,5 podas, teniendo desde 1 hasta un máximo de 6 podas. De acuerdo con los entrevistados, la aplicación de podas se realiza principalmente a los 2 años, teniendo luego intervenciones importantes a las edades de 4 y 6 años (Figura 21).

Las actividades de podas en *G. arborea* se reportan principalmente entre las edades de 1 y 3 años, realizando en promedio 2,6 intervenciones por contrato (n=21). En el caso de las plantaciones de *T. grandis*, se reportan en promedio 3,1 podas (n=41) y para *V. guatemalensis* cerca de 1,2 podas (n=17). La especie *V. guatemalensis* es una especie que presenta auto poda, por lo que es posible que esta sea la causa de que se realicen la menor cantidad de podas, pero es algo que también debe evitarse, ya que siempre producen nudos muertos que afectan la calidad de la madera (Solís y Moya, 2004).

4.2.3 Fertilización

La mayoría de los suelos que son utilizados para reforestación presentan condiciones adversas para el éxito de la plantación. En su mayoría, son marginales para uso agrícola o por lo general ya han sido utilizados para ganadería, presentando niveles de degradación asociados al déficit de alguno o varios elementos esenciales para el crecimiento de los árboles (Ladrach, 2010). Por lo que la fertilización (realizada especialmente en el primer año de plantación) contribuye con un aumento en la sobrevivencia y en el desarrollo inicial del árbol y, para el caso de los fertilizantes nitrogenados, estos

tienen un efecto positivo sobre el aumento en el diámetro (Wadsworth, 2000).

De acuerdo con los resultados, el 95,4 % de las plantaciones de la muestra (83 sitios plantados) han recibido al menos una fertilización (**Figura 23**). Estas se han realizado como máximo hasta el cuarto año, con un dominio de aplicaciones en el primer y tercer año. En el 72,4 % de los sitios plantados (63 sitios), se realiza una única aplicación de fertilizante al inicio de la plantación, mientras que en el 19,5 % (17 sitios) se realiza más de una aplicación (promediando 1,8 aplicaciones en 4 años). En el 8 % de los sitios, los propietarios reportaron no recordar cuantas fertilizaciones se han aplicado. Por región socioeconómica, se reportó una mayor frecuencia de aplicación en la RCh (2,2 aplicaciones por contrato), seguido por la RHN con 1,5 aplicaciones.

En cuanto a las preferencias de las personas encuestadas por fórmula de fertilizante, se obtuvo que la preferida por el 66,7 % de la muestra (en 58 de los sitios plantados) fue la 10-30-10 (N-P-K), además, en tres de estos sitios, se reporta el uso de dos tipos de fertilizante (10-30-10 y 12-24-12), un 13,8 % menciona utilizar la fórmula 15-9-12, un 6,9 % una fórmula 15-15-15, el 2,3 % una fórmula 19-4-19. Finalmente, un 5,7 % de las personas encuestadas mencionan no saber el tipo de fertilizante aplicado.

4.2.4 Control de pastos y otras plantas

Los pastos y otras plantas pueden ser una fuerte competencia a nivel de sitio de los árboles plantados. Esto según Ladrach, (2010)

se da principalmente en recursos como el agua y los nutrientes disponibles a nivel de sitio. Es por ello por lo que se reconoce el efecto del control de los pastos y otras plantas en la supervivencia y crecimiento inicial de los árboles (Wadsworth, 2000) y en el rendimiento de la plantación (Martínez, 2015a).

De acuerdo con Ladrach (2010), el control químico con un herbicida sistémico es mejor al control que supone la corta superficial de las plantas (chapea). Lo anterior, principalmente, en el caso de los pastos, esto se debe a que las cortas afectan solamente la competencia por espacio, pero las raíces persisten, manteniendo la competencia por agua y nutrientes. Por fortuna, los resultados muestran que el 96,5 % de los sitios plantados realizan el control de la vegetación en sus plantaciones (**Figura 23**). De estos, cerca del 59,8 % menciona que utilizó únicamente el método manual (principalmente machete); el 3,4 %, el método mecánico (moto guadaña y en algunos casos tractor agrícola); cerca del 32,2 %, una combinación de manual y el método mecánico; un 49,4 %, métodos químicos; y un 47,1 %, el control de malezas combinando los métodos químicos con métodos manual y/o mecánico.

Las aplicaciones químicas reportadas indican el uso del herbicida sistémico Glifosato, con aplicaciones mayormente anuales y en dosis de 4 L/ha, encontrándose dentro del rango superior al mencionado en la literatura, que es de 2 a 4 L/ha (Ladrach, 2010). En el 10,5 % de estos sitios, el Glifosato fue, además, mezclado con sulfato de amonio. Finalmente, el 8 % de los sectores plantados de los contratos encuestados, reportaron solamente el uso de

2-4 D como químico de aplicación para control de plantas de hoja ancha principalmente.

Los métodos combinados parecen ser una medida eficaz y recomendada. Logrando reducir la frecuencia de aplicaciones de sustancias químicas ajenas al suelo, pero permite tener un control no solo de la competencia superficial de los pastos, sino también a nivel subterráneo.

Con respecto a la programación, las actividades de control de pastos y otras plantas se realizan principalmente entre mayo y noviembre (Figura 22). No obstante, un 25 % de las personas encuestadas mencionó que chapea en el primer trimestre del año (enero a marzo), principalmente en las zonas de RHA y RHN, lo que refleja que su aplicación va muy ligada a las lluvias y a sus correspondientes efectos sobre la aparición y crecimiento de pastos y otras plantas en los sitios plantados.

4.2.5 Incidencia de plagas o enfermedades

El 64 % de las plantaciones reportaron alguna incidencia de plagas o enfermedades, teniendo un 38 % en la RHN, 20 % en la RCh y un 6% en la RHA, donde *Nectria sp.* y *Atta spp* (Zompopas) fueron los principales agentes causales de problemas fitosanitarios (39 %). A nivel de especie, la incidencia de plagas o enfermedades fue mayor en las plantaciones de *G. arborea* (95 % de las plantaciones), teniendo como las principales *Nectria sp.* (95 %) y las *Atta spp* (17 %), lo que concuerda con lo reportado por Arguedas *et al.* (2004) para esta especie.

Los contratos con *T. grandis* reportaron un 57 % de afectación por alguna plaga o enfermedad, principalmente una combinación de

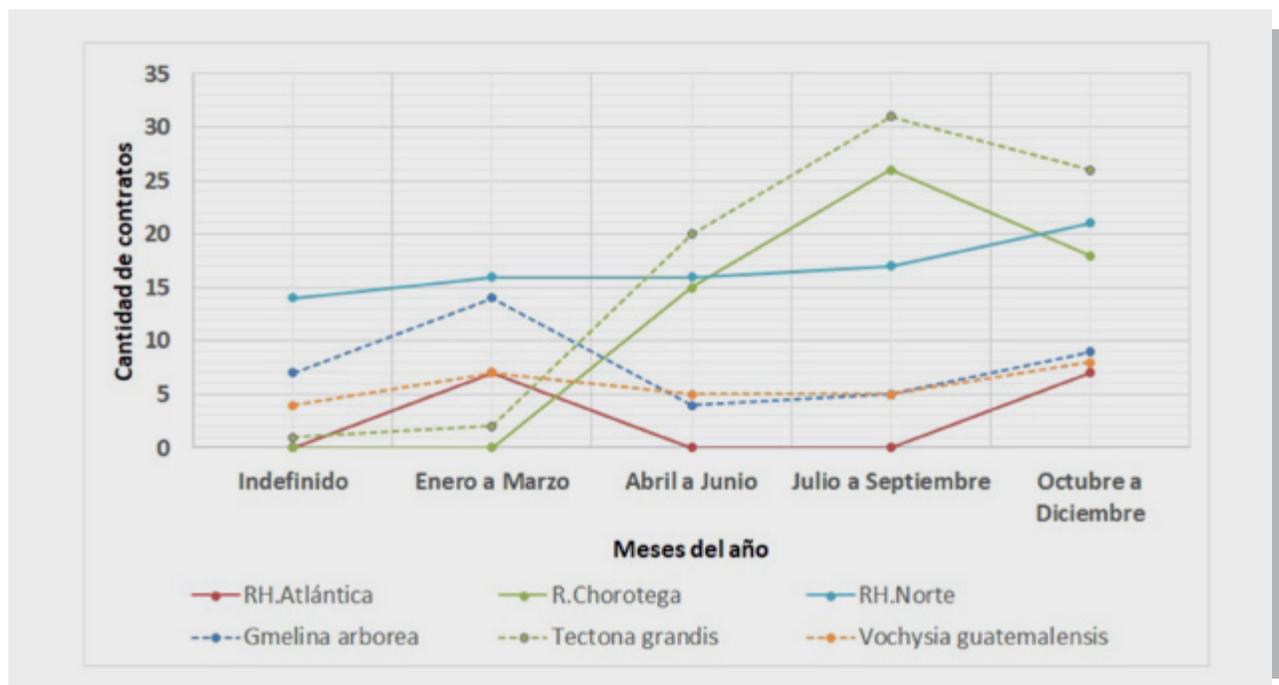


Figura 22. Distribución por región y especie del número de plantaciones bajo contrato de PSA establecidos en el período 2008-2012, que aplican control de pastos y otras plantas.

Phomopsis, *Cortizium salmonicolor* y *Ralstonia* (19 %) y *Atta spp* (12 %). A nivel general, el 18,4 % de los contratos reportan la presencia de *Atta spp* (hormigas cortadoras de hojas), lo que indica que estas son un problema significativo en plantaciones, principalmente en edades tempranas, ya que produce una defoliación severa y provoca la muerte del árbol (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza –CATIE–, 1991; Ladrach, 2010).

4.2.6 El fuego en las plantaciones forestales

Se encontró que el uso del fuego fue mencionado como parte de las actividades de manejo que se realiza en las plantaciones. Por una parte, este es utilizado como forma de preparar el terreno, por el 29,9 % de las personas encuestadas antes de plantar. De los 68 contra-

tos, en 5 de ellos se menciona el uso del fuego como mecanismos de control de malezas, todos ellos en la RHN y con las especies de *G. arborea*, *V. guatemalensis* y *T. grandis*. En algunos pocos casos, el uso del fuego fue combinado con otras formas químicas o mecánicas de eliminación de la vegetación. No obstante, en los terrenos en donde se aplicó la rastra, el uso del fuego no fue reportado.

Por otra parte, se mencionó la incidencia accidental de fuego en 24 (27,6 %) de los sitios plantados, 19 de los cuales correspondieron a plantaciones de *T. grandis* (todas localizadas en la RCh). De estos 24 sitios afectados por el fuego, el 58,3 % se ha visto afectado en el 70 % o más del total del área plantada (afectación que va de 2,2 hasta casi 143 ha) y el 20,8 % ha sido afectado por el fuego más de una vez.

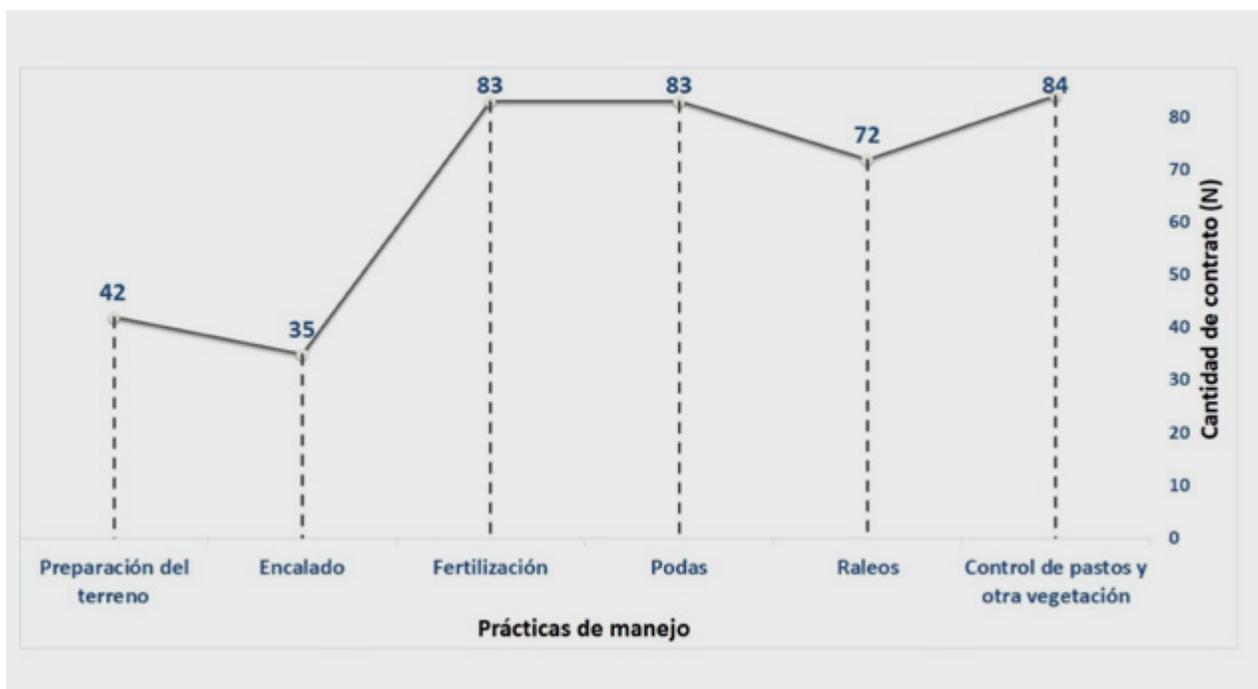


Figura 23. Distribución del número de contratos de PSA-reforestación del periodo 2008-2012, según práctica de manejo, Costa Rica.

4.2.7 Encalado

El encalado ayuda indirectamente a los árboles plantados. Esta práctica mejora las condiciones físicas y químicas del suelo (Núñez, 1985; Bertsch, 1998), corrigiendo problemas de toxicidad (principalmente de aluminio soluble, hierro y manganeso) y mejora las condiciones para el desarrollo de microorganismos que participan en los procesos de mineralización de la materia orgánica (Núñez, 1985). A pesar de esto, los resultados indican que es una práctica realizada por el 40 % de las personas encuestadas (Figura 23), el 25 % de estas indicaron realizar una única aplicación, el 5 % realizan dos aplicaciones y el 15 % restante realizan hasta cuatro aplicaciones, promediando en general 1,9 aplicaciones de encalado por contrato. En las regiones RHN y RHA es donde más se realiza la prác-

tica de encalado, correspondiendo a los suelos con problemas de acidez, altos contenidos de hierro y aluminio, encontrados en zonas con altas precipitaciones.

El patrón de aplicación es de cada dos años, iniciado en el segundo año de la plantación. La práctica de encalado es mencionada por las personas encuestadas en el 59 % con *V. guatemalensis*, 53 % de sitios plantados con *G. arborea* y el 24 % plantados con *T. grandis*, siendo las plantaciones de esta última especie las que reciben un mayor número de aplicaciones de encalado (más de 2), de acuerdo a 7 de las personas encuestadas (Figura 21).

4.2.8 Preparación del terreno

La preparación previa del terreno es una práctica determinante para favorecer el crecimiento de las plantaciones (Martínez, 2015b;

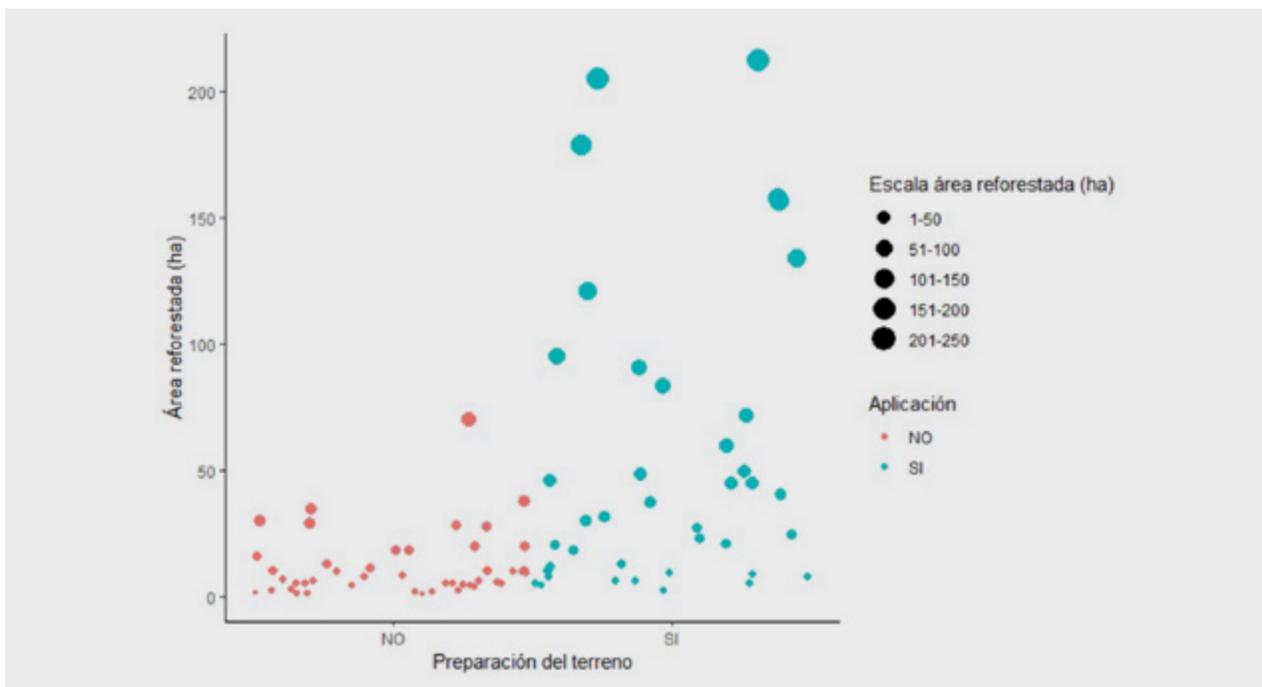


Figura 24. Relación entre el área reforestada por contrato de PSA-reforestación del periodo 2008-2012, según prácticas para la preparación del terreno, Costa Rica.

Fonseca, 2004; Ladrach, 2010). Incluye el establecimiento de sistemas de drenaje, la eliminación de material vegetal y el aflojamiento del suelo (subsulado, arado y rastra), debido a que estas acciones favorecen la penetración de las raíces y el movimiento del aire y agua en el suelo. De acuerdo con las personas encuestadas, el 48,3 % de los sitios plantados (42 plantaciones) realizaron labores de preparación del terreno (**Figura 23**). Para aquellos que realizaron labores de preparación del terreno, un 6,9% reportaron el uso de la rastra, un 8 % la creación de canales de drenaje y el resto, solamente, la eliminación de la vegetación ya sea por métodos mecánicos (16,1 %) o químicos (3,4 %), o la creación de hoyos para la siembra (2,3 %).

La escala en el tamaño del área reforestada incide en la preparación de terreno. Así, se identificó una tendencia de que los contratos mayores a 50 ha (a excepción de un contrato de cerca de 70 ha) han recibido al menos una actividad de preparación de terreno, no así cuando se reduce el área de plantación (**Figura 24**). En cuanto a la preparación del terreno por especie, se obtuvo que en el 47,6% de los sitios con esta característica, 20 plantaciones corresponden a la especie *T. grandis*, un 28,6% son plantaciones de *G. arborea* (12 plantaciones), un 19% con *V. guatemalensis* (8 plantaciones) y un 4,8% con *A. mangium* (2 plantaciones). Complementariamente, se realizaron actividades de rastra y drenajes mecanizados en 8 plantaciones de *T. grandis*, 6 plantaciones de *V. guatemalensis*, 5 de *G. arborea* y 1 de *A. mangium*.

4.3. Lecciones aprendidas: Reflexiones sobre el manejo silvicultural dado en las plantaciones en Costa Rica

El análisis sobre la situación del manejo actual que recae en las plantaciones forestales debe ser ampliado. Por lo tanto, el razonamiento debe ir más allá de describir los resultados obtenidos de una manera aislada y descontextualizada de la realidad que vive el sector forestal en el país; con la intención de generar una reflexión más amplia, se discuten algunos hallazgos que definen si se realiza o no alguna práctica.

A pesar de que existe abundante teoría que apoya al productor para la toma de decisiones sobre el establecimiento y el manejo, no es posible aplicarla en todos los casos. Por ejemplo, Galloway (2003) menciona que se debe considerar la calidad del sitio, la disponibilidad de tiempo y recursos, y el mercado en donde se destinará el producto final. No obstante, no siempre es fácil cumplir con todas las recomendaciones para tener una plantación bien atendida; de hecho, los resultados obtenidos en la encuesta así lo sugieren. Se evidencia que algunas prácticas silviculturales se están aplicando de manera sistemática, en lugar de responder a necesidades específicas de la plantación; lo que se puede explicar por medio del análisis de una combinación compleja de factores, que van desde la corta adelantada para aprovechar momentos de mercado, hasta la disminución en el número de raleos por la falta de recursos financieros del propietario.

El valor de mercado de la especie está definiendo las prácticas en las plantaciones

forestales. Según los datos obtenidos, el paquete de actividades de manejo tiende a ser más riguroso en las plantaciones de *T. grandis*, que congruentemente presenta un alto valor de mercado (Barrantes y Ugalde, 2018) en comparación al resto. Por el contrario, el paquete de manejo implementado en las plantaciones de *V. guatemalensis*, pareciera ser el más básico, debido a que presenta un bajo valor en el mercado (Barrantes y Ugalde, 2018).

La intención de reducir costos explica por qué no se realizan ciertas prácticas de manejo. Por ejemplo, de los datos de las encuestas, se obtuvo que tanto la densidad de siembra (con una tendencia a un menor número de árboles por hectárea), como la reducción en la cantidad de raleos a edades tempranas, se explican con el fin de bajar costos. Esta observación es congruente con lo mencionado por Galloway (2003) y Fonseca (2004), ya que los productos obtenidos de los primeros raleos difícilmente serán comercializables y, por lo tanto, es considerado como un costo, más que un ingreso.

La disponibilidad de recursos financieros es afín con el tipo de productor que define la ejecución de algunas prácticas silviculturales. En el caso de la preparación del terreno, se explica principalmente por el tipo de dueño y no por el tamaño del contrato; ya que la mayoría de los sitios que tuvieron preparación de terreno pertenecen a empresas reforestadoras; las cuales deberían disponer de más recursos financieros para la ejecución de prácticas silviculturales. Sin embargo, se recomienda estudiar a mayor profundidad en futuros trabajos. Complementariamente, la inadecuada preparación

del terreno en la mayoría de los sitios podría deberse por un lado al costo que implica la actividad (inversión inicial) y el tiempo que debe esperar para recuperar la inversión (asumiendo que en el turno de corta el propietario obtendrá precios favorables por su madera).

Existe un claro interés en aumentar la productividad de la plantación a nivel de sitio. Por lo tanto, se dan una serie de prácticas como la preparación del terreno que permite mejor drenaje y oxigenación en el suelo y su consecuente beneficio en el desarrollo radicular de los árboles (Ladrach, 2010). Por una parte, la mecanización parece estar asociada a suelos pesados y con serios problemas de drenaje (lo que explica porque fue reportada en pocos contratos y solamente para la RHN y la RHA). Por otra parte, la quema como forma de preparación del terreno fue mencionada por las personas encuestadas y se utiliza principalmente por la disminución de competencia y la liberación de nutrientes al suelo (Wade y Lundsford, 1990).

Aunado a lo anterior, con el interés de aumentar la productividad a nivel de sitio, se observó que las aplicaciones de fertilizante y encalado siguen un patrón sistemático, donde, la dosis y la formulación parecen no obedecer a un análisis de suelos que sea capaz de indicar las limitantes del sitio (deficiencia y toxicidad) y las necesidades de las especies plantadas (Vásquez, 2001; Ladrach, 2010). Por fortuna, la demanda de nutrientes en la mayoría de las especies forestales es moderada (Vásquez, 2001), lo que puede explicar la tolerancia a muchos de los suelos utilizados en la reforestación. No obstante, Alvarado (2015)

menciona que en edades tempranas y mientras las copas se cierran, la dependencia de los árboles a los nutrientes del suelo es alta. Es por ello por lo que la aplicación de fertilizante durante el primer año de la plantación es crucial para el desarrollo de los árboles.

La fertilización inicial es una práctica habitual dentro de los esquemas de manejo. En la mayoría de los casos, los productores encuestados indican que realizan dicha actividad. Desafortunadamente, la fertilización inicial no parece obedecer a la identificación de las limitantes específicas de sitio y las necesidades de la especie plantada; lo que parece ser insuficiente durante el desarrollo de la plantación hasta el cierre de sus copas. Resultando en que los árboles establecidos dependan en mayor medida de los nutrientes provenientes del ciclaje (como la hojarasca), con el agravante de que este ciclo se ve afectado según Alvarado (2015), por los raleos que abren nuevamente el dosel. Por lo tanto, es necesario realizar ajustes en los procesos posteriores a la fertilización.

El interés del productor es aumentar la calidad y la cantidad del producto a comercializar por medio de intervenciones en la masa forestal. En primera instancia, se encuentran los raleos que, de acuerdo con Wadsworth (2000), deben ser aplicados no solo para mejorar el crecimiento y calidad de la madera a obtener, sino también el microclima de la plantación, influyendo en los balances de luz, temperatura y humedad apropiados; por lo tanto, es una actividad que, aunque en algunas ocasiones puede dar beneficios económicos con el producto obtenido, no debería obedecer

solo a la rentabilidad comercial, sino también al beneficio que se da a nivel de microclima. En el caso de los resultados obtenidos de la encuesta, lo anterior parece correcto para especies como *T. grandis* y *V. guatemalensis*; sin embargo, para el caso de *G. arborea*, los raleos obedecen principalmente a actividades de sanidad y a la extracción de los mejores árboles de forma anticipada como mecanismos de rescate de la inversión.

En segunda instancia, las podas buscan mejorar la calidad de la troza y el volumen disponible para las cosechas futuras. En este sentido, especialmente para especies como *G. arborea*, *T. grandis* y *V. guatemalensis*, la teoría establece criterios basados, sobre todo, en el crecimiento en la altura, logrando al menos 3 podas (Hubert & Courraud, 1989; Matthews, 1989; FAO, 2002; Pérez y Kaninen, 2003; Fonseca, 2004). Los resultados de las encuestas indican que los criterios de poda parecen efectivamente obedecer al criterio de la altura de los árboles, pero teniendo en algunos casos una frecuencia de poda superior a las 3 intervenciones recomendadas, lo cual genera que un 28,7 % de los sitios recibieran 4 o más podas.

Complementariamente, al analizar la altura como el criterio de poda, se observa que el crecimiento de las diferentes plantaciones es muy variado, por lo que la poda no parece tener relación con la edad de la plantación, la densidad o la especie plantada. Sin embargo, sí se muestra un patrón de intervención bianual, iniciando en el segundo año, cuando el mayor número de contratos realizan esta práctica en sus plantaciones, al igual que en el sexto año.

La prevención se relaciona con la planificación de prácticas que disminuyan el efecto de plagas o incendios sobre las plantaciones. Al respecto, las personas encuestadas mencionaron la presencia de incendios con efectos significativos en el porcentaje del área plantada y en la cantidad de veces que el sitio sufrió de quemaduras. El efecto negativo del fuego es ampliamente mencionado en la teoría. Wadsworth (2000) reporta que este produce pérdidas del nitrógeno presente en la biomasa y de los nutrientes que permanecen en las cenizas, debido a la erosión principalmente en terrenos de ladera. También, reconoce que modifica las propiedades y afecta directa e indirectamente a los microorganismos del suelo, como es el caso de los hongos que forman micorrizas arbusculares

(Mataix, Guerrero, García, Barcenás & Torres, 2009).

A nivel de masa forestal, el fuego puede afectar significativamente los árboles jóvenes (Galloway, 2003); a pesar de que cuando los incendios avanzan rápido, especies como *T. grandis* muestra cierta tolerancia al fuego, su severidad puede afectar los árboles de forma permanente (Weaver, 1993), cuando la corteza aún no es lo suficientemente gruesa o existen acumulaciones significativas de material vegetal en el suelo al momento del incendio. Es por ello por lo que la implementación de medidas en la prevención de incendios accidentales y su control resulta esencial, principalmente en las zonas secas como la RCh.

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a Mario Vargas, William Páez, Alejandra Gamboa y Sarita Guzmán de la Universidad Nacional, por sus valiosas gestiones en apoyo al proyecto académico “Red para el monitoreo de Ecosistemas Forestales Plantados en Costa Rica (REFOP)”. A Carmen Roldan Chacón, Directora de Desarrollo y Comercialización de Servicios Ambientales de Fonafifo, por su apoyo y dirección estratégica para que se logrará consolidar la relación y cooperación técnica que hoy comparten la UNA-INISEFOR y el Fonafifo. A Fernando Mora, profesor jubilado, por sus comentarios y aportes a la redacción del presente documento.

BIBLIOGRAFÍA

- Alice, F., Montagnini, F. y Montero, M. (2004). Productividad en plantaciones puras y mixtas de especies forestales nativas en La Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Costa Rica. *Revista digital Agronomía Costarricense* 28(2), 61-71. Consultado el 24 de setiembre del 2011. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_agr/v28n02_061.pdf
- Alvarado, A. (2015). Plant Nutrition in Tropical Forestry. In L. Pancel & M. Köhl (Eds.), *Tropical Forestry Handbook* (pp. 1–91). https://doi.org/10.1007/978-3-642-41554-8_105-2
- Alvarado, A. y Mata, R. (2013). Condiciones de sitio y la silvicultura de la Teca. En R., Camino, & J. P., Morales (eds) *Las plantaciones de teca en América Latina: mitos y realidades*. (pp 54-83). [Serie Técnica, Informe Técnico No. 397, Memoria de la reunión técnica] Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Arguedas, G., Rojas R., F., Arias A., Moya R., Meza M. y Murillo G. (2004). *Manual para productores de Melina Gmelina arborea en Costa Rica*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico.
- Barrantes, A. y Ugalde, S. (2018). *Usos y aportes de la madera en Costa Rica, estadísticas 2017*. San José: Oficina Nacional Forestal (ONF). Recuperado de <https://onfcr.org/article/usos-y-aportes-de-la-madera-en-costa-rica/>
- Barrientos, O. y Chaves, G. (2008). *Región Huetar Norte: Oferta Exportadora actual y oferta potencial de productos agropecuarios alternativos*. San José: Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER).
- Barrios, A., López, A. M., Nieto, V., Burgos, N., Yaya, M., y González, I. (2011). Efecto del control de malezas y fertilización sobre el crecimiento inicial de Gmelina arborea Roxb. en el departamento del Tolima, Colombia. *Colombia Forestal*, 14(1), 31. <https://doi.org/10.14483/udis-trital.jour.colomb.for.2011.1.a03>
- Bertsch, F. (1998). *La fertilidad de los suelos y su manejo*. San José, Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (1991). *Plagas y enfermedades forestales en América Central. Guía de Campo*. [Serie Técnica. Informe Técnico. no. 4.]. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Centro de Investigaciones Agronómicas (2016). *Mapa digital de Suelos de Costa Rica*. Consultado el 28 de abril de 2019. Recuperado de http://www.cia.ucr.ac.cr/?page_id=139
- Comité Sectorial Agropecuarios Chorotega. (2015). *Plan Regional de Desarrollo Agropecuario y Rural 2015-2018*. Costa Rica: Sector Agroalimentario y Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA).

- Fonseca, G. W. (2004). *Manual para productores de Teca (Tectona grandis L. f.) en Costa Rica*. Heredia, Costa Rica.
- Galloway, G. (2003). Plantaciones forestales de pequeña escala. En J. Cordero, & D.A. Boshier (eds.) *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Hubert, M. y Courraud, R. (1989). *Poda y formación de los árboles forestales*. Madrid: Ed. Mundi-Prensa.
- Instituto Geográfico Nacional. (2018). *División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica, por Provincia, Cantón y Distrito. Escala 1:5.000*. [Mapa Digital]. Recuperado de http://www.snitcr.go.cr/servicios_ogc_completo
- Instituto Meteorológico Nacional (2008). *Clima de Costa Rica y variabilidad climática*. Recuperado el 28 de abril de 2019, de <https://www.imn.ac.cr/52>
- Ladrach, W. (2010). *Manejo práctico de plantaciones forestales en el trópico húmedo*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica.
- Ley Forestal (Ley N° 7575, 1996). Costa Rica.
- Martínez, H. (2015a). *Melina (Gmelina arborea Roxb.): condiciones para su cultivo “Fomento de la reforestación comercial para la mejora y conservación de las reservas de carbono”*. Moravia, Costa Rica: Fondo Nacional de Financiamiento Forestal y Forest Monitoring System for REDD+ Costa Rica.
- Martínez, H. (2015b). *Teca (Tectona grandis L. f.): condiciones para su cultivo “Fomento de la reforestación comercial para la mejora y conservación de las reservas de carbono”*. Moravia, Costa Rica: Fondo Nacional de Financiamiento Forestal y Forest Monitoring System for REDD+ Costa Rica.
- Mataix-Solera, J., Guerrero, C., García-Orenes, F., Barcenás-Moreno, G. & Torres, M. (2009). Forest fire effects on soil microbiology. In: Fire effects on soil and restoration strategies. Cerdà, A. y Robichaud, P.R (eds) Fire effects on soils and restoration strategies. (pp 133-175). USA: CRC press.
- Matthews, J (1989). *Silvicultural systems*. Oxford: Clarendon Press. Oxford Science Publications. 284 p.
- Meza, A. y Torres, G. 2004. Efecto de la poda forestal en la calidad de la madera. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*. 1(1), 71-74.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2014). Región Huetar Atlántica. Recuperado el 27 de octubre de 2018, de http://www.mag.go.cr/regiones/huetar_caribe.html
- Moya, R. (2004). *Gmelina arborea* en Costa Rica. *Bois et Forêts des Tropiques*, 279 (1), 47-57. <https://doi.org/10.19182/bft2004.279.a20248>
- Núñez, J. (1985). *Fundamentos de Edafología* (2° ed.). San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2002). *Melina (Gmelina arborea) in Central America* by M.M. Alfaro and

- R.V. De Camino*. (Forest Plantations Working Paper 20). Forest Resources Development Service, Forest Resources Division. FAO, Rome.
- Perez, L. & Kanninen, M. (2003). Above-ground biomass of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Journal of Tropical Forest Science* 15(1), 199–213
- Solís, M y Moya, R. (2004). *Vochysia guatemalensis* en Costa Rica. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal. Proyecto Reforesta. Banco Mundial. Recuperado de <http://www.fonafifo.com>
- Vásquez, A. (2001). *Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia, Ibagué- Tolima*. Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Forestal.
- Viquez, E. (2012). *Evaluación de la calidad, fijación de carbono y estado del manejo silvicultural en plantaciones forestales en la Universidad Earth*, (Proyecto de Graduación para optar por el grado de Licenciatura). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Guácimo, Limón
- Wade, D. y Lundsford, J. (1990). ¡Fuego! - La quema como medio de ordenación forestal: El uso de quemas controladas en el sur de los Estados Unidos. *Unasylva*, 162. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/t9500s/t9500s07.htm>
- Wadsworth, F. (2000). *Producción Forestal en América Tropical. Manual de Agricultura 710-S*. Washington D.C.: Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los
- Weaver, P. (1993). *Tectona grandis*. L.f Teak. SO-ITF-SM-64. New Orleans, LA: US. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experimental Station.

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario utilizado para la recopilación de prácticas silviculturales en plantaciones forestales

A. Material Plantado

1. Donde adquirió el material plantado: nombre del sitio donde se compran ya sean los árboles, o semillas.
2. Localización del vivero: ubicación aproximada del sitio de compra de material plantado, Cantón, Provincia.
3. Distancia Recorrido: es la distancia aproximada que se recorre del lugar donde se compra el material plantado hasta el sitio donde se establece la plantación, el valor se da en km. Para la Determinación de este valor se utiliza el programa Google Maps, así como las coordenadas de la ubicación de las plantaciones proporcionadas por el sistema de Pago por Servicios Ambientales.
4. Tipo de transporte: según el tipo de vehículo utilizado se hace una clasificación de valores.

Escala de valores	Descripción
0	No aplica
1	Todo tipo de vehículo y de doble tracción
2	Camión de carga, sencillo, piña, tráiler
3	Tractores
4	Camión propio d

5. Qué tipo de combustible: Indicar el combustible que usa el vehículo.
6. Cantidad de viajes requeridos: se refiere al número de veces en que se realizó el traslado en vehículo, de los árboles del vivero hacia la plantación.

B. Fertilizantes

7. Ha aplicado fertilizantes: se realiza una clasificación de valores donde 0 corresponde a NO y 1 SI aplica fertilizantes.
8. Tipo, que formula química utiliza, nombre del producto.

Escala de valores	Descripción
0	No aplica/ No recuerda
1	10-30-10
2	12-24-12
3	15-9-12
4	15-15-15
5	19-4-19

9. Donde compra: nombre del sitio donde compra el producto, Cantón, Provincia.
10. Tipo de transporte: según el tipo de vehículo utilizado se hace una clasificación de valores.

Escala de valores	Descripción
0	No aplica fertilización
1	Todo tipo de vehículo de doble tracción
2	Camión de carga, sencillo, piña, tráiler
3	Tractores
4	Camión propio de almacén
5	No recuerda

11. Qué tipo de combustible: Indicar el combustible que usa el vehículo.
12. Distancia Recorrido: es la distancia aproximada que se recorre del lugar donde se compra el producto fertilizante hasta el sitio donde se establece la plantación, el valor se da en km. Para la Determinación de este valor se utiliza el programa Google Maps, así como las coordenadas de la ubicación de las plantaciones proporcionadas por el sistema de Pago por Servicios Ambientales.
13. Frecuencia: Número de veces que se hace aplicación del producto.
14. Edad de plantación: Edad de la plantación al momento de aplicar la fertilización.
15. Cantidad por hectárea: cantidad del producto utilizada por hectárea, dado en kilogramos, en caso de que no exista certeza de la cantidad que se aplicó se tomara el valor mayor

C. Encalado

16. Ha aplicado cal: se realiza una clasificación de valores donde 0 corresponde a No, 1 si aplica cal y 2 no recuerda.
17. Tipo: que formula química utiliza, nombre del producto.

Escala de valores	Descripción
0	No aplica
1	Carbonato de calcio CaCO_3
2	Carbonato de Magnesio MgCO_3
3	Cal líquida 56
4	No recuerda

18. Donde compra: nombre del sitio donde compra el producto, Cantón, Provincia.
19. Tipo de transporte: según el tipo de vehículo utilizado se hace una clasificación de valores.

Escala de valores	Descripción
0	No aplica encalado
1	Todo tipo de vehículo, de doble tracción
2	Camión de carga, sencillo, piña, tráiler
3	Tractores
4	Camión propio de almacén
5	No recuerda

20. Qué tipo de combustible: Indicar el combustible que usa el vehículo.
21. Distancia Recorrido: es la distancia aproximada que se recorre del lugar donde se compra el producto para encalar hasta el sitio de la plantación, el valor se da en km. Para la Determinación de este valor se utiliza el programa Google Maps, así como las coordenadas de la ubicación de las plantaciones proporcionadas por el sistema de Pago por Servicios Ambientales.
22. Cuántas veces ha encalado: Cuántas veces se ha aplicado el producto hasta el día de la encuesta.
23. Edad de plantación: Edad de la plantación al momento de aplicar el encalado, en el caso de que si se aplicó encalado el año cero significa siembra.
24. Cantidad por hectárea (kilogramos): cantidad del producto utilizada por hectárea, dado en kilogramos.

D. Podas

25. Ha realizado podas: se realiza una clasificación de valores donde 0 corresponde a NO, 1 es SI y 2 no recuerda.
26. Cuántas podas ha realizado: Cantidad de podas realizadas al día de la encuesta.
27. En que años ha realizado podas: fechas cuando se realizaron las podas.
28. Hasta qué altura o porcentaje de la copa: se refiere a la altura hasta donde se realizan las podas, así como la cantidad o porcentaje total de ramas del árbol que se cortan.
29. Que equipo utilizó o utiliza: se debe indicar el valor correspondiente ya sea equipo manual (Machete, rabo de zorro, serrucho, podadora de extensión, sierra manual) o equipo de combustión (motosierra).

Escala de valores	Descripción
1	Equipo Manual
2	Equipo de combustión

30. Combustible: combustible o mezcla utilizada por la maquinaria para la realización de las podas, si es mezcla se coloca el valor 1, si no corresponde se coloca el valor 0.
31. Cantidad de combustible utilizado (litros).

E. Raleo

32. Ha realizado raleos: se realiza una clasificación de valores donde 0 corresponde a NO, 1 es SI y 2 no recuerda.
33. Cuantos ha realizado: Cantidad de raleos, para determinar emisiones debido a este factor
34. A qué edad de plantación: fechas en que se realiza el raleo.
35. Objetivo del raleo: se refiere a si la corta de los árboles es por Densidad (disminuir la cantidad de árboles para proyectar el crecimiento de otros) se coloca el número 1 y Sanidad (eliminación de árboles enfermos, afectados por forma) corresponde al número 2.
36. Qué Intensidad: cantidad de árboles a cortar con respecto al total plantados.
37. Que se hace con el material de raleo: El material que se corta para fines comerciales tendrá una valoración de 1, el material que se queda en sitio tendrá un valor de 2, en el caso de que se desconozca se colocará el número 0.
38. Utilizó maquinaria para el arrastre de los árboles: se clasifica por valores 0 No aplica, 1 corresponde a vehículos pesados, 2 animales de arrastre y 3 cuando es llevado por personas, 4 no recuerda.

F. Chapeas/Limpieza del terreno

39. Realiza chapeas todos los años: corta de maleza y vegetación de menor tamaño, 0 corresponde a No, y 1 SI.
40. Cantidad: Número de chapeas que se realizan por año.
41. Frecuencia: cada cuanto realizan las cortas, de forma anual o con mayor tiempo.
42. En qué meses del año
43. Utiliza métodos mecánicos: 0 si es NO y 1 es SI
44. Que equipo utilizó o utiliza: se debe indicar el nombre del equipo correspondiente ya sea manual (Machete, rabo de zorro, serrucho, podadora de extensión, sierra manual) o equipo de combustión pequeño (motosierra), equipo de combustión pesado (Tractores).
45. Utiliza métodos químicos (Herbicidas): 0 si es NO y 1 es SI
46. Forma de aplicación: Bomba manual, Motobomba (marca y modelo).
47. Tipo de combustible: Gasolina, diésel, o mezcla.
48. Qué químicos utiliza: nombre del herbicida utilizado.
49. Cantidad de producto, rendimiento, recomiendan de glifosato (Randoup)4 L/ha (hoja química de Monsanto)

G. Transporte interno

50. Utiliza vehículos/maquinaria para transporte de personas y materiales para las labores de manejo y mantenimiento de la plantación: 0 corresponde a No, y 1 SI.
51. Qué tipo de vehículo: según el tipo de vehículo utilizado se hace una clasificación de valores.

Escala de valores	Descripción
0	No aplica
1	Motocicleta, cuadriciclo
2	Todo tipo de vehículo, de doble tracción
3	Camión de carga, sencillo, piña, tráiler
4	Tractores
5	Camión propio de almacén
6	No recuerda

52. Qué tipo de combustible: Indicar el combustible que usa el vehículo.
53. Cuánta distancia recorre por día: la misma se da en km. (Contratos de bosques selectos se desplazan alrededor de 450 km por día para el total de las plantaciones (1081,29 ha) por lo que se hace una ponderación por hectárea de cada contrato para determinar la distancia promedio que recorre por día).
54. Cuántas veces al día utiliza el vehículo.
55. Cuántos días utiliza el vehículo en un año

H. Quemados

56. Quemó la zona antes de plantar: 0 corresponde a No, y 1 SI.
57. Utiliza fuego para controlar malezas: 0 corresponde a No, y 1 SI.
58. Con qué frecuencia: Cada cuánto realiza las quemas.
59. Utiliza fuego para controlar enfermedades: 0 corresponde a No, y 1 SI.
60. Cómo lo hace: descripción de la actividad.
61. Con qué frecuencia: Cada cuánto tiempo realiza las quemas.
62. Sufre el sitio plantado de incendios accidentales: 0 corresponde a No, y 1 SI.
63. Con qué frecuencia: Cada cuánto tiempo ocurren los incendios.
64. Qué porcentaje del área plantada se ha quemado: número en porcentaje con respecto al total de hectáreas de la finca.

I. Enfermedades

- 65. Ha sufrido problemas de plagas o enfermedades: 0 corresponde a No, y 1 SI.
- 66. Cuáles: Nombre de la enfermedad
- 67. Cómo la controla: si es un método mecánico (corta del árbol, rama o zona afectada) se coloca el número 1, y si es con un método químico (aplicación de algún producto) se coloca el valor 2, si realiza una combinación de ambos se coloca el número 3.
- 68. Químicos utilizados: Nombre del producto
- 69. Cantidad: cuánto producto utilizo por hectárea.
- 70. Utilizó maquinaria de combustión: en la aplicación del producto si utilizo motobomba se debe indicar el valor 1, de lo contrario coloque 0.
- 71. Especifique: Colocar el nombre de la maquinaria utilizada.
- 72. Cuántos días requirió su uso: Cuanto tiempo duro la aplicación de ese producto.

J. Caminos

- 73. Cuenta con caminos internos relacionados con las plantaciones: 0 corresponde a No, y 1 SI.
- 74. Qué mantenimiento realiza: describa la labor que se hace en el sitio.
- 75. Con qué frecuencia: cada cuanto tiempo hace el mantenimiento.
- 76. Utilizó maquinaria de combustión: 0 corresponde a No, y 1 SI
- 77. Especifique: escriba el nombre de la maquinaria utilizada.

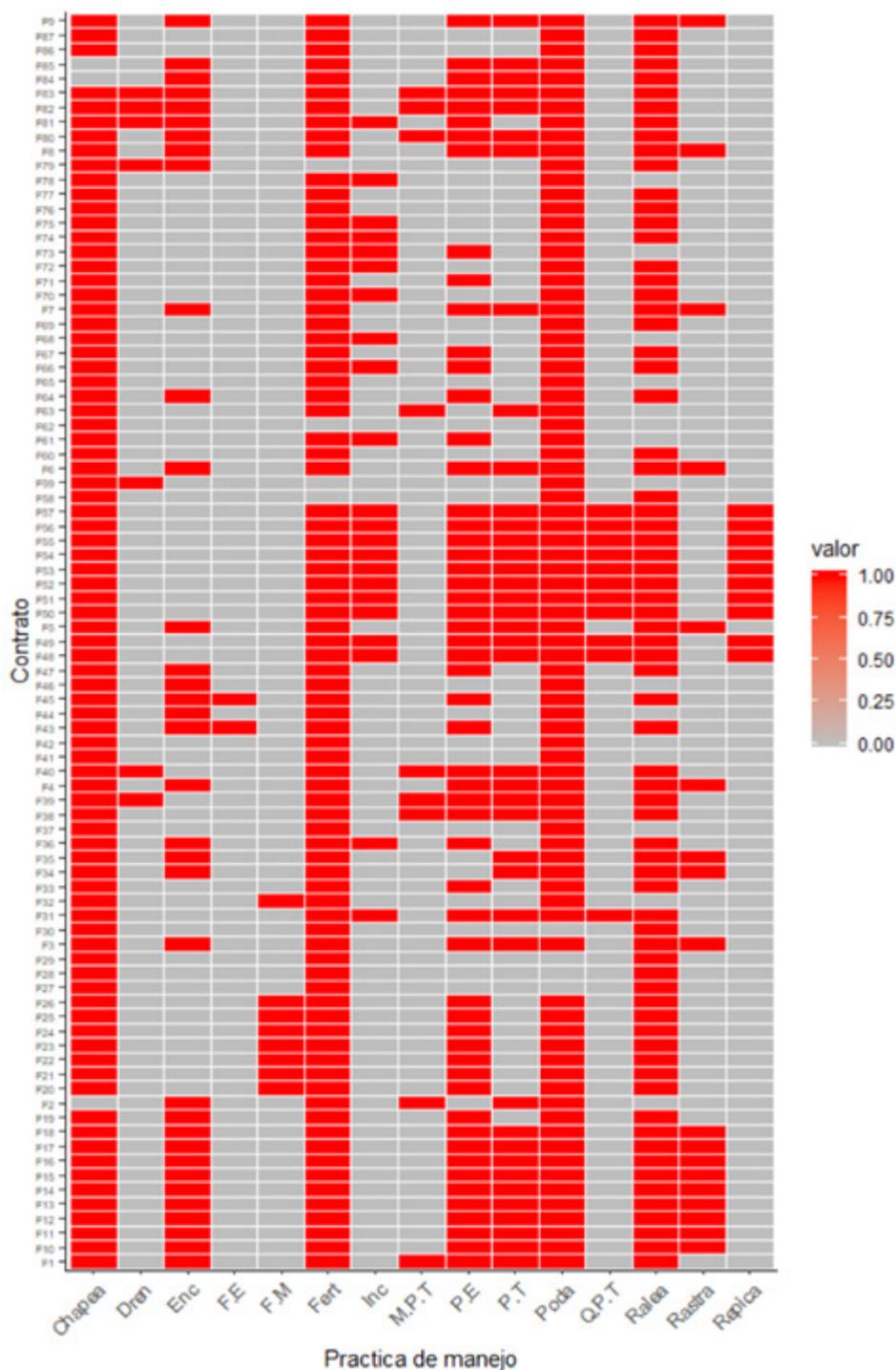
K. Preparación del terreno

- 78. Construyó canales de drenaje: 0 corresponde a No, y 1 SI
- 79. Utilizó maquinaria: 0 corresponde a No, y 1 SI.
- 80. Especifique: escriba el nombre de la maquinaria utilizada.
- 81. Realizó actividades de preparación de terreno: 0 corresponde a No, y 1 SI
- 82. Especifique: describa la labor que se hace en el sitio.
- 83. Utilizó maquinaria: 0 corresponde a No, y 1 SI
- 84. Especifique: escriba el nombre de la maquinaria utilizada.

Anexo 2. Datos del Censo Nacional Agropecuario 2014 y base de datos del Fonafifo (2008-2012), Región Huetar Norte, Huetar Atlántica y Chorotega

REGION	Provincia	Cantón	Cuartero	Datos 2008-2014 (Ha)				Datos del Censo Agropecuario Nacional 2014										
				PSA_Area	PSA_Contratos	Acacia	Barbaschote	Ciprés	Eucalipto	Melillo	Teca	Almendro	Amarillón	Cacaos	Cedro	Otros especies	TOTAL	
	GAMINACASTE	Tilarán	Arenal	0	0		15.5	0.0	0.0	0.3	5.3	0.0			0.0	0.0	0.0	24.0
	GAMINACASTE	Raposo	Raposo	300	1				0.0	2.5	357.4			13.0	0.0	0.3	370.1	
	GAMINACASTE	Cañas	Bobadilla	0	0						3.0						3.0	
	GAMINACASTE	Nandayare	Bajeros	964.4	23	15.0				91.7	1447.5		0.3	15.0	10.2	12.7	1612.2	
	GAMINACASTE	Carribú	Balen	905.3	10					30.8	206.9			1.2	0.0	0.0	238.0	
	GAMINACASTE	Nicoya	Balen de Nosacita	68.2	12	0.0				14.3	979.0			0.0	1.0	0.0	995.8	
	GAMINACASTE	Santa Cruz	Cabo Viejas	0	0					0.0					0.0	0.0	0.0	
	GAMINACASTE	Cañas	Cañas	0	0					6.0	83.3				0.0	2.0	91.3	
	GAMINACASTE	Uruacá	Cañas Dulces	0	0					0.0	3.0				0.0	0.0	3.0	
	GAMINACASTE	Nandayare	Carmona	5.4	1					7.8	62.6	0.0		0.8	0.5	0.0	71.6	
	GAMINACASTE	Santa Cruz	Cartagena	30.7	4					28.7	95.5			0.1	0.1	0.3	48.6	
	GAMINACASTE	Abangares	Colorado	0	0					6.0	107.5					0.0	113.5	
	GAMINACASTE	Santa Cruz	Cuajiquil	120.5	9					1.0	298.8			5.0	0.0	0.0	305.4	
	GAMINACASTE	Uruacá	Carubande	0	0	0.0				0.7	4.0			0.0	0.0	0.0	4.7	
	GAMINACASTE	Santa Cruz	Etnia	45.5	12					1.5	292.8			25.0	2.0	0.0	323.3	
	GAMINACASTE	Carribú	Filadelfia	11.8	1						3.0					0.0	1.0	
	GAMINACASTE	Hojancha	Hojancha	138.5	14	2.0			2.0	291.3	728.8			1.0	0.3	0.0	1025.3	
	GAMINACASTE	Hojancha	Hojancha	0	0	0.0				33.9	130.7			0.0	0.0	1.0	165.5	
	GAMINACASTE	La Cruz	La Cruz	0	0	0.4			0.2	2.2	1579.8			0.0	0.0	11.1	1583.5	
	GAMINACASTE	Raposo	La Rotunda	0	0					523.0	2.1			1.0	0.0	1.3	526.4	
	GAMINACASTE	La Cruz	La Garita	112.6	3			300.0		0.0	2073.0			0.0	0.0	0.0	2373.0	
	GAMINACASTE	Abangares	Los Juntas	246.2	3					76.0	1316.4			0.0	8.0	0.0	1400.4	
	GAMINACASTE	Hojancha	Uruacá	88.1	89				0.3					0.3	1.9	0.0	382.9	
	GAMINACASTE	Uruacá	Liberia	12.5	7			0.0		6.5	56.2			0.0	0.0	0.0	71.7	
	GAMINACASTE	Nicoya	Ataman	133.5	13					79.9	620.4			0.0	0.0	1.0	708.3	
	GAMINACASTE	Uruacá	Meyajuga	0	0					1.8				0.0	0.0	2.0	4.8	
	GAMINACASTE	Raposo	Mogote	0	0						21.0					0.0	21.0	
	GAMINACASTE	Hojancha	Monte Riasco	77	7			20.0		67.8	231.3	0.0	0.0	3.3	0.0	3.3	318.6	
	GAMINACASTE	Uruacá	Nizcoron	0	0					0.0	36.0			0.0	0.0	0.0	36.0	
	GAMINACASTE	Nicoya	Nicoya	340.4	18					76.7	719.7			0.1	1.0	8.0	805.5	
	GAMINACASTE	Cañas	Palmar	80	1				1.0		3000.0			2.0	2.5	0.0	3005.5	
	GAMINACASTE	Carribú	Palmar	0	0					0.0	1.0					0.0	1.0	
	GAMINACASTE	Cañas	Paraisal	0	0					2.0	1.0					0.0	3.0	
	GAMINACASTE	Nandayare	Porvenir	1.4	1					21.8	41.4			0.0	0.0	0.0	73.4	
	GAMINACASTE	Hojancha	Puerto Carrillo	2.3	1					148.5	1652.3					0.0	1600.8	
	GAMINACASTE	Tilarán	Quebrada Grande	0	0			0.4	1.8						2.5	0.5	5.3	
	GAMINACASTE	Nicoya	Quebrada Honda	32.4	1					0.0	135.1			0.0	0.7	0.7	132.5	
	GAMINACASTE	Raposo	Rio Naranjo	0	0	0.0					0.9				0.0	0.3	1.2	
	GAMINACASTE	Nicoya	Santería	474.7	0					10.1	202.4					0.0	2270.5	
	GAMINACASTE	Nicoya	San Antonio	138.8	1					8.1	183.9			0.0	2.9	0.0	179.8	
	GAMINACASTE	Abangares	San Juan	8	1					5.0	77.0				0.8	0.8	776.8	
	GAMINACASTE	Cañas	San Miguel	118.2	1			0.0		107.0	22.0			2.0	0.7	0.0	131.7	
	GAMINACASTE	Nandayare	San Pablo	79.9	8					112.0	147.0				0.0	0.0	279.0	
	GAMINACASTE	La Cruz	Santa Cecilia	75	3	8.5	0.0			277.5	53.4	2.0	2.0	10.0	1.2	22.0	376.0	
	GAMINACASTE	Santa Cruz	Santa Cruz	88.7	0					16.1	333.4			4.8	2.0	0.0	223.0	
	GAMINACASTE	La Cruz	Santa Elena	0	0					10.5					21.3	31.8		
	GAMINACASTE	Nandayare	Santa Rita	61.8	11					17.7	128.4				0.0	0.0	146.1	
	GAMINACASTE	Tilarán	Santa Rosa	0	0				0.7						1.0	1.0	3.7	
	GAMINACASTE	Carribú	Sandino	14.9	6					15.5	32.7			2.0	1.0	4.5	54.6	
	GAMINACASTE	Abangares	Sierma	0	0	0.3		6.3	6.6	11.0	30.0	0.0		30.0	0.3	3.0	87.9	
	GAMINACASTE	Santa Cruz	Tamarindo	0	0					26.8	145.0				0.0	0.0	170.8	
	GAMINACASTE	Santa Cruz	Temape	1	1					6.0	68.0				0.0	0.0	74.0	
	GAMINACASTE	Tilarán	Tomas Moreiras	0	0					0.5					0.3	2.3	2.8	
	GAMINACASTE	Tilarán	Tilarán	0	0					1.5	0.0				0.3	0.0	1.9	
	GAMINACASTE	Tilarán	Tomalaba	0	0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0				0.0	0.0	0.0	
	GAMINACASTE	Santa Cruz	Vencedores de Abril	208.7	8			0.0	0.0	543.2	568.6	0.0		0.0	0.4	5.0	717.1	
	GAMINACASTE	Nandayare	Zapotal	37.4	8					93.1	479.3	0.0			0.0	0.0	572.4	
	UMÓN	Matina	Batan	8.5	1		0.0			18.0	0.0				16.4	0.7	50.1	
	UMÓN	Talamanca	Braña	0	0					30.0	1.0	2.1	2.0		30.9	0.0	51.0	
	UMÓN	Talamanca	Cañalito	0	0	0.0				0.0	1.0				0.0	0.0	7.0	
	UMÓN	Pocosí	Carari	99.1	3	1.0	26.1	0.0	5.0	22.0	13.4	0.0	0.8	1.0	23.6	8.3	30.1	
	UMÓN	Matina	Carrandi	13.6	2	1.0	6.1		1.0	100.0	19.0	3.0		1.5	13.6	6.5	131.7	
	UMÓN	Pocosí	Colorado	74.9	1		9.0			18.0	2.4	17.0	5.9	5.0	1.6	18.1	119.1	
	UMÓN	Guálima	Ducarí	15	1		5.0			25.0	0.0			5.0	3.0	0.0	38.0	
	UMÓN	Siquirres	El Coto	13.8	3		0.0		2.0	25.5	4.0	1.0		2.0	21.4	12.0	45.4	
	UMÓN	Siquirres	Honda	3	1		2.5	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0			0.0	2.0	1.0	7.5
	UMÓN	Siquirres	Germania	3.9	1		0.1		0.0	29.3	3.3	0.6			3.4	12.7	49.3	
	UMÓN	Siquirres	Guadmo	48.6	3		38.2			53.5	11.0	3.7	0.9	0.0	0.2	0.2	106.8	
	UMÓN	Pocosí	Guapiles	81.1	3	1.3	280.0		0.5	365.8	6.0	18.0	38.0		0.0	0.5	470.0	
	UMÓN	Pocosí	Jaramas	344.4	39		5.1	0.0	72.3	151.0	0.0				0.0	0.0	313.3	
	UMÓN	Siquirres	La Alegria	10	2		4.3	0.0		37.8	0.0	1.0			2.5	0.0	45.6	
	UMÓN	Limón	Limón	0	0				0.0	0.0	0.0				0.0	0.0	0.0	
	UMÓN	Limón	Matama	69.6	5		0.4		0.0	679.5	2.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.3	684.8	
	UMÓN	Matina	Matina	2	1		30.0			33.0	0.0	2.0			15.6	2.8	79.4	
	UMÓN	Limón	Miracosta	691.4	0					969.5	109.2				0.0	0.0	1078.6	
	UMÓN	Siquirres	Pacuarito	906.8	8		47.0	0.0	120.0	7.1	0.0	82.0	50.0	0.0	23.5	52.0	127.6	
	UMÓN	Guálima	Pocosí	46.5	8	1.0	119.3	1.0		41.5		1.5			1.0	0.3	165.7	
	UMÓN	Limón	Rio Blanco	303.6	5		28.4			139.5	0.0	0.0	1.5		94.1	0.3	264.0	
	UMÓN	Guálima	Rio Amarejo	27	2		3.0			59.9	0.0				0.9	0.0	63.7	
	UMÓN	Pocosí	Rio	568.8	39	0.6	13.5	0.0	5.1	900.5	2240.2	7.9	8.8	0.0	4.4	11.1	3262.3	
	UMÓN	Pocosí	Rosasa	36.8	2		10.0	0.0		30.0	0.0				2.5	0.0	37.5	
	UMÓN	Siquirres	Siquirres	176.3	6		108.8		0.5	77.5	31.0	46.8	1.8	0.1	13.8	1.8	282.3	
	UMÓN	Talamanca	Skeala	13.8	1		0.0			3.3	5.0	6.0			3.0	15.5	32.8	
	UMÓN	Talamanca	Telire	0	0					0.0	0.0				3.3	0.0	3.3	
	UMÓN	Limón	Valle La Estrella	306.7	8		14.8		0.5	712.8	0.8	0.0			8.0	12.0	702.8	
	ALAJUELA	Uruacá	Agua Clara	64.5	8		20.5		32.0	21.7	84.0	63.6		0.0	3.0	31.3	216.1	
	ALAJUELA	San Carlos	Agua Zarca	63.5	2	1.0	0.7	30.2		511.9	21.4		30.0		0.1	0.0	174.7	
	ALAJUELA	San Ramón	Angales	0	0		1.3	0.0	32.0	25.1	36.0	0.3		0.3	8.0	0.6	117.5	
	ALAJUELA	Uruacá	Bilagua	0	0	0.0	26.3	0.0	0.3	6.6	30.3				0.0	0.3	43.7	
	ALAJUELA	Guarano	Buenavista	3.3	1	0.5	0.5			6.2	11.9		0.7	0.7	3.0	2.9	30.6	
	ALAJUELA	Los Chiles	Cano Negro	0	0	2.0	0.0			3.3	3.3				0.0	0.3	6.8	
	ALAJUELA	Guarano	Cate	0	0	0.0	0.0		1.0	46.8	30.3	0.0			0.0	2.1	59.9	
	HEREDIA	Serapiquí	Carena	275.9	11	4.0	149.0			411.0		19.0	40.0		8.0	58.0	699.0	
	ALAJUELA	San Carlos	Cebra	2512.2	74	326.7	543.0		7.0	1445.0	1039.6	17.8	226.2	2.0	8.7	136.1	3732.9	
	ALAJUELA	Uruacá	Dulcinea	1	1					0.0	7.0				0.2	0.4	20.9	

Anexo 4. Prácticas de manejo aplicadas en fincas con contrato de PSA-reforestación del período 2008-2012, incluidas en los Proyectos de UCC-Fonafifo. Costa Rica



Dren = drenajes, Enc = encalado, F.E. = Uso de fuego contra enfermedades, F.M. = Uso del fuego contra malezas, Fert. = fertilizante, Inc = Incidencia de incendios, M.P.T = control de malezas antes de plantar, P.E = Incidencia de Plagas y/o Enfermedades, P.T.= preparación del terreno y Q.P.T = quema en preparación del terreno. **El color rojo indica una afirmación de realizar la práctica de manejo silvicultural y el gris la no aplicación de la práctica, cada fila representa un contrato y cada columna una práctica de manejo.



Impreso por el Programa de Publicaciones e Impresiones
de la Universidad Nacional, en el 2019.

La edición consta de 500 ejemplares
en papel bond y cartulina barnizable.

0758-19—P.UNA



La colección "Estadísticas forestales para la toma de decisiones del manejo forestal sostenible" integrará una serie de documentos técnicos que informan sobre la condición actual de la reforestación comercial. Creados con el fin de proporcionar datos empíricos que faciliten la toma de decisiones para propiciar mejoras en el desarrollo de la reforestación. Incluye temas relacionados a enfermedades y plagas en los árboles, al almacenamiento de carbono, a las técnicas silviculturales, entre otros. Siendo "Reforestación comercial en Costa Rica: Regiones Huetar Atlántica, Huetar Norte y Chorotega", el primer documento de esta colección, cuyo tema en futuras publicaciones asumirá también las otras Regiones del país.

