



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Máster en Ingeniería de Montes

**Diagnóstico de las plantaciones forestales en
Turrialba y Jiménez (Cartago, Costa Rica)
para consolidar el Corredor Biológico
Volcánica Central – Talamanca**

Alumno: José Carlos Matesanz Pintos

**Tutora: Pilar Zaldívar García
Cotutor: Eliecer Herrero Llorente
Director: Roger Villalobos**

Julio de 2018

Copia para el tutor/a

Agradecimientos:

A la Dra. Pilar Zaldívar, por las constantes orientaciones y correcciones de los borradores de este documento. Gracias por tu amistad y paciencia.

A mi tutor Roger Villalobos, por su apoyo y asesoramiento.

A Leo Coto, por brindarme su valioso tiempo y acompañarme en las salidas a campo, ayudándome a identificar especies, inventariar árboles y siempre aportándome una taza de café caliente, como a mí me gusta.

A todos los trabajadores del Departamento de Bosques de Catie, que siempre han estado dispuestos a enseñarme e instruirme en cualquier materia.

A mi familia y amigos, por el constante apoyo recibido.

A mi novia Marta, que está siempre apoyándome en éste y en todos momentos. Gracias.

Lista de abreviaturas:

ACCVV:	Área de Conservación Cordillera Volcánica Central
ASP:	Áreas Silvestres Protegidas
CATIE:	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CB:	Corredores Biológicos
CBVCT:	Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca
CR05:	Datum horizontal oficial para Costa Rica
CRTM05:	Sistema de proyección de coordenadas oficial para Costa Rica
DAP:	Diámetro a la altura del Pecho
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FONAFIFO:	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
GPS:	Global Positioning System
ICE:	Instituto Costarricense de Electricidad
ITC:	Instituto Costarricense de Turismo
MAS:	Muestreo Aleatorio Simple
MINAE:	Ministerio de Ambiente y Energía
PIB:	Producto Interior Bruto
PSA:	Pagos por Servicios Ambientales
SIG:	Sistemas de información Geográfica
SINAC:	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
UTM:	Universal Transverse Mercator
WGS84:	Elipsoide de referencia mundial

INDICE:

Agradecimientos	i
Lista de abreviaturas	iii
1. Resumen	1
2. Introducción	3
3. Objetivos	7
4. Material y métodos	9
4.1. Área de estudio.....	9
4.2. Principales especies forestales	14
4.3. Destino de los principales productos forestales	25
4.4. Situación actual del mercado de la madera en Costa Rica	28
4.5. Labor social	30
4.6. Sistema PSA	31
4.7. Diseño de muestreo.....	32
4.7.1. Fuentes de datos	33
4.7.2. Elaboración de mapas	34
4.7.3. Tamaño y forma de la muestra	35
4.7.4. Variables selvícolas a inventariar	36
4.7.4.1. Índices cuantitativos	36
4.7.4.2. Índices cualitativos de calidad	37
4.7.5. Tipos de inventario	38
4.7.5.1. Muestreo sistemático de árboles individuales	38
4.7.5.2. Muestreo Aleatorio Simple	38
4.8. Informe selvícola.....	40
5. Resultados y discusión	41
5.1. Aspectos generales	41
5.2. Criterios de los propietarios forestales	44
5.3. Potencialidad forestal del área de estudio	45
5.4. Conectividad ecológica.....	49
6. Conclusiones	51
7. Bibliografía	53
8. Anexos	59
8.1. Informes selvícolas individuales	59
8.2. Informe selvícola general CBVCT	94
8.3. Tabla resumen inventario	96
8.4. Modelo estadillo de campo parcelas circulares	98
8.5. Modelo estadillo de campo inventario árbol individual	99
8.6. Resumen resultados parcelas de inventario	100

1. Resumen

El presente estudio evalúa el estado actual de las plantaciones forestales y cultivos agroforestales que forman parte del programa de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) entre los años 2006 y 2015. La zona de estudio incluye los Cantones de Turrialba y Jiménez, que se encuentran dentro del Corredor Biológico Volcánica Central – Talamanca (CBVCT) en la provincia de Cartago (Costa Rica).

El objetivo principal del estudio es impulsar la actividad forestal y mejorar la conectividad entre las especies en un área ciertamente degradada. Análisis anteriores al presente estudio indican que el área total del CBVCT, a escala de paisaje, se encuentra fragmentado con cerca del 40 % de cobertura forestal, seguido de usos de pasto, café y caña.

Para realizar el diagnóstico, fue necesario localizar las plantaciones realizadas en ese periodo, comprobar el estado actual de éstas, averiguar el manejo que recibieron y estimar las existencias maderables. También se pretendió conocer el número actual de productores de madera que había en la zona, las especies forestales que mejor respuesta están teniendo y el funcionamiento del programa de PSA en la modalidad de reforestación y de sistemas agroforestales.

El muestreo se realizó mediante dos tipos de inventario forestal diferentes, dependiendo de las características de cada finca. En cultivos agroforestales y plantaciones de árboles de entre una y dos hectáreas, se realizó un inventario sistemático de árbol individual, midiendo altura comercial y diámetro a la altura del pecho (DAP) de un individuo de cada veinticinco árboles encontrados. Con este tipo de inventario se representa el 4 % de la muestra y se ha demostrado que es el método más apropiado para inventariar este tipo de masas, obteniendo los errores más pequeños. En plantaciones forestales de más de dos hectáreas se ha realizado un inventario por Muestreo Aleatorio Simple (MAS), situando las parcelas de forma aleatoria en los lugares más representativos. En cada parcela se midió el diámetro normal o DAP, la altura comercial de cada árbol y se anotó alguna característica morfológica del fuste que pudiera afectar a la calidad de la madera. Se realizó del orden de una parcela por cada hectárea de plantación, dependiendo del tamaño total de la finca y la homogeneidad de sus árboles.

Los resultados principales arrojan un estado general de las plantaciones muy mejorable, con deficiencias notables en el manejo recibido durante la fase de crecimiento. Estas deficiencias están motivadas por la falta de realización de chapeas (desbroces), podas y raleos (cortas intermedias). Tan solo una pequeña parte de la muestra se encontraba en perfectas condiciones para obtener madera de calidad en el futuro. Respecto al sistema de PSA, la opinión general de los propietarios fue de disconformidad y desacuerdo respecto al seguimiento técnico que había recibido su plantación. En la mayoría de los casos, el propietario no había recibido el importe total de los cobros del contrato, perdiéndose parte de éstos por falta de manejo realizado o falta de inspección técnica posterior por parte del regente forestal.

Actualmente la asistencia técnica de los cultivos adscritos a PSA está en manos de ingenieros forestales o similares de carácter privado, cuyas funciones principales son visitar las parcelas, asesorar al propietario y emitir un informe al Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), para que en caso positivo, procedan a realizar el siguiente pago. Este formato ha mostrado ciertas carencias en su gestión que deben mejorarse urgentemente para permitir el correcto desarrollo del programa y evitar la pérdida de dinero en fondos perdidos que, según fuentes internas de la Administración General Forestal, no se pueden reinvertir.

2. Introducción

Costa Rica posee el 6 % de toda la biodiversidad mundial, lo que supone más de 500 000 especies en tan solo 51 000 km² de superficie, siendo uno de los 25 países más biodiversos del planeta (Programa Estado de la Nación, 2017). Se estima que Costa Rica es el país con mayor cantidad de especies por unidad de área (1.8 especies por km²), pero esto podría cambiar. Actualmente cuenta con problemas para mantener la riqueza de su biodiversidad debido a la deforestación, la degradación de hábitats y la fragmentación de sus bosques, que continúan siendo las principales causas de pérdida de biodiversidad en los ecosistemas forestales y muy particularmente en los bosques localizados entre los trópicos. Las actividades humanas han modificado el ambiente hasta el punto de que los patrones estructurales más comunes en paisaje son mosaicos de asentamientos humanos, terrenos agrícolas y fragmentos dispersos de ecosistemas naturales (Murrieta, 2006).

Según Santos y Telleria (2006), la pérdida y fragmentación del hábitat está considerada como una de las causas principales de la actual crisis de biodiversidad. Los procesos responsables de esta pérdida son múltiples y difíciles de separar e incluyen la pérdida regional de hábitat, la reducción y aislamiento progresivo de los bosques, efectos de borde, etc. Es sabido que los procesos naturales como incendios, inundaciones, corrimientos de tierra y huracanes dan lugar a cambios en la estructura del paisaje, pero no son esos procesos los que preocupan sino la perturbación humana.

El aprovechamiento desmesurado que se realizó en Costa Rica desde los años 70 hasta los 90 se basó en la extracción de los mejores y más valiosos árboles con la consecuente degradación del recurso (Camacho, 2015). Rosero y Palloni (1998) estimaron que en esos 20 años la superficie boscosa pasó de suponer un 70 % del territorio a tan solo el 32 %, una pérdida muy elevada y rápida. Estos procesos facilitaron el cambio de uso del suelo hacia agricultura y ganadería.

La acelerada degradación que sufrieron los bosques amenazaba los Parques Nacionales, la biodiversidad y las reservas de agua que abastecen a más de la mitad de la población nacional. Todo esto, sumado a las recientes amenazas del cambio climático, auguraba un futuro ambientalmente complicado para Costa Rica.

El cambio climático es la gran amenaza a la que se enfrenta la sociedad actual y futura de todo el planeta. Los expertos aseguran que sus impactos perjudicarán a todas las regiones del mundo. Para intentar mitigar sus efectos, muchos países firmaron un tratado internacional "*Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*" para reducir el calentamiento global.

Costa Rica es uno de los principales protagonistas de este tratado, siendo pionero a nivel mundial en reducir la deforestación que ponía en peligro el estado de sus bosques y en comprometerse en convertirse en carbono neutral para 2021. A día de hoy hay quien asegura que cierto compromiso es una utopía ya que sería necesario un esfuerzo integral para desarrollar la estrategia con la competitividad económica del país. No obstante, no hay duda que este compromiso trajo adherido un aumento de la producción y la utilización de madera, dando a los bosques la utilidad y rentabilidad económica que se merecen.

Afortunadamente y debido a una reorientación de las políticas de conservación, el país ha ido recuperando cobertura forestal pasando del 32 en 1990 al 42 % en 1997, 47 % en el año 2000 (Navarrete, 2011) y al 52.4 % en 2013 como muestra el Vigésimo Informe Estado de la Nación (Hernández *et al*, 2014) con datos del Inventario Nacional Forestal realizado en 2014. No obstante, el paisaje aún revela una fragmentación elevada.

A pesar de que se está avanzando enormemente en la protección de los ecosistemas, aún existe gran parte de superficie forestal sin proteger. Por ejemplo, buena parte de los bosques nubosos y de los bosques en zonas altas carecen de protección y se encuentran amenazados por tala ilegal, erosión, incendios, deslizamientos, fragmentación por infraestructura y urbanización (Obando, 2014). Además existen algunas especies forestales amenazadas por la calidad y belleza de su madera, como la procedente de los géneros *Platymiscium* spp., *Dalbergia* spp. y *Swietenia* spp. Estas especies muestran una tendencia a la disminución de sus poblaciones naturales, invitando a desarrollar una nueva estrategia de conservación.

Los bosques no solo producen madera y leña, son fuente de una amplia gama de productos y servicios, como protección del suelo, regulación del clima y los ciclos del agua, mitigación del cambio climático, conservación de la biodiversidad y oportunidades sociales, económicas y culturales (Corrales y Alemán, 2017). La sociedad costarricense quiere contribuir al mantenimiento de sus bosques ya que son conscientes de los beneficios que estos aportan a la sociedad y del inmenso turismo que atrae. Gracias al estado de conservación de sus Áreas Silvestres Protegidas (en adelante ASP), cada año aumenta el número de visitantes, de hecho en 2016 incrementaron un 13% respecto del año anterior (Corrales y Alemán, 2017) llegando hasta las 2 141 084 visitas, donde el 49.4 % corresponde a residentes de Costa Rica y el 50.6 % a turistas. Este recurso genera 1 173 puestos de trabajo directos permanentes que corresponden a personal contratado por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (en adelante SINAC). Pero esta cifra es mucho mayor, ya que en cada ASP existen numerosos guías e intérpretes que no están contratados directamente por SINAC. Lo que no cabe duda es que las 169 ASP son el motor del turismo ecológico de Costa Rica y sustento para decenas de miles de familias en todo el territorio.

Según datos del Instituto Costarricense de Turismo (ICT, 2013), el 69 % de los turistas extranjeros que llegaron al país durante el año 2012 visitaron un área silvestre protegida, y si consideramos que este mismo turismo le genera al país el 4,9 % del Producto Interior Bruto (PIB) de forma directa, podemos hacernos a la idea de la importancia de la protección y conservación de sus bosques.

Hoy día, los productores nacionales han logrado comprender las dinámicas ecológicas y el potencial productivo de sus bosques, pero aún queda mucho trabajo para conseguir el máximo desarrollo de sus fincas.

La noción y el estudio de los corredores ecológicos han cobrado una gran importancia en los ámbitos de estudio de la ecología aplicada, la biología de conservación o la restauración ecológica durante las últimas décadas. La idea de conectar ecosistemas fragmentados a través de corredores ecológicos ha calado no solo en científicos sino también en las políticas ambientales de gobiernos y de organizaciones conservacionistas (Van Der Windt y Swart, 2008).

Con el objetivo de preservar estas zonas de transición nacen los corredores biológicos. Los Corredores Biológicos (en adelante CB) son zonas que conectan fragmentos de bosque disminuyendo la tasa de extinción poblacional (Noss, 1992). Nacen para permitir la dispersión y migración de las especies evitando el aislamiento genético, resolver los problemas de degradación ambiental y conservar los elementos de la biodiversidad (Canet-Desanti *et al*, 2011). Los CB pueden existir de forma natural o bien se pueden construir mediante prácticas de manejo: impidiendo la tala de determinadas zonas o plantando en zonas deforestadas.

El número de CB en Costa Rica ha aumentado en los últimos años. En 2013, existían 37 CB y representaban un 37.28% de todo el territorio nacional (Obando, 2013).

El presente estudio se desarrolla en el Corredor Biológico Volcánica Central – Talamanca (en adelante CBVCT), ubicado en la provincia de Cartago y forma parte de la estrategia de conectividad del Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central (ACCV) en Costa Rica.

Dentro del CBVCT se quiere dar mayor viabilidad a la conservación de las especies autóctonas. Para ello se pretende mantener las estructuras que proporcionen refugio a los diversos organismos restaurando o protegiendo áreas naturales mediante el uso y manejo de las plantaciones forestales.

Las plantaciones forestales son cultivos que se han originado a través de una plantación de árboles de la misma especie o en combinación con otras, efectuadas por el ser humano. Generan beneficios directos para la conectividad del paisaje, protección de la biodiversidad, protección de suelo y las aguas, añaden un valor comercial además de belleza escénica y secuestro de carbono atmosférico (Navarro, 2004). Lamentablemente, hoy en día las plantaciones forestales ocupan únicamente el 1,5% del territorio nacional según el Inventario Nacional Forestal de Costa Rica 2014 (Sinac *et al*, 2015).

Para incentivar el aumento de superficie forestal se crearon las ayudas de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) en 1996 con la Ley Forestal 7575 a través del Fondo de Financiamiento Forestal (Fonafifo) y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Los PSA pretenden crear un sistema de protección y fomento forestal basado en la remuneración a los dueños de los recursos forestales por aquellos ciudadanos que se benefician directa e indirectamente de sus servicios ambientales.

Los fondos para este programa proceden principalmente de los impuestos de los carburantes (lo que responde al principio de “el que contamina paga”), empresas hidroeléctricas, embotelladoras de agua y organizaciones internacionales. Además colaboran en los pagos programas de venta de emisiones como el Programa de comercialización de unidades de compensación de emisiones de gases de efecto invernadero, el Plan de Acción de la estrategia para la ganadería baja en carbono o las buenas prácticas agrícolas y manejo eficiente de los recursos de las fincas cafeteras (Programa Estado de la Nación, 2017). Este tipo de venta de emisiones generaron más de 1.2 millones de dólares en 2016 que ayudaron a retribuir los pagos de los PSA a los productores.

Las nuevas plantaciones surgidas de estas ayudas necesitan de un manejo posterior adecuado y un seguimiento constante. Los nuevos propietarios forestales desconocen los cuidados culturales de estas plantaciones y no reciben ni la formación ni la información adecuada por parte de la administración, por lo que sus cultivos no alcanzan los rendimientos deseados. Con el objetivo de asesorar a los dueños de las plantaciones se están creando varios Consejos Forestales, como el Consejo Local Forestal de Turrialba y Jiménez que opera en la zona de estudio.

Esta organización busca promover los cultivos agroforestales y puramente forestales para contribuir a mejorar la conservación de la biodiversidad y aumentar la diversidad productiva de los bosques. Una forma de valorizar este tipo de cultivos es mediante la multifuncionalidad, que facilita la obtención de rentas periódicas procedentes de diversos productos en una misma parcela. Un ejemplo frecuente puede ser un cultivo agroforestal que cosecha anualmente café o cacao y cada cierto número de años obtiene leña y madera, o una plantación forestal en la que se obtiene frutos, leña y madera. No obstante, este tipo de asociaciones cuenta con recursos limitados y actualmente no consiguen cubrir las necesidades de todos los productores forestales.

Además, el sector maderero costarricense se enfrenta a la baja competitividad de sus productos provocado por las importaciones madereras procedentes de otros países sudamericanos. Como resultado, el sector forestal perdió el 40 % de los contratos fijos procedentes de la transformación de la madera (Santamaría *et al*, 2015) y su industria

de procesado va quedando obsoleta año tras año, lo que no debería permitirse ya que el uso de madera debería ser prioritario al menos para construcción.

La madera es el único material empleado en la construcción que es renovable, biodegradable y reciclable a la vez. Por cada metro cúbico empleado se evita un promedio de dos toneladas de dióxido de carbono (CO₂) gracias a 0.9 toneladas capturadas durante el proceso de fotosíntesis y a 1.1 toneladas evitadas por sustitución de materiales con mayor huella de carbono (Oficina Nacional Forestal, 2015). Con el empleo de madera en la construcción se permite fijar carbono hasta 75 años después de su corta, a pesar de los beneficios ambientales, económicos y sociales que produce para la región donde proviene la madera.

No obstante, el sector maderero en Costa Rica se encuentra en recesión y hace urgente la realización de un diagnóstico del estado actual de las plantaciones forestales, del mercado de la madera y del sistema de PSA, identificando los principales problemas del sector para poner solución a la actual crisis maderera que atraviesa el país de Costa Rica.

3. Objetivos

El objetivo general de este estudio es consolidar el Corredor Biológico Cordillera Volcánica Central – Talamanca (CBVCT) mediante la producción de madera de calidad y mejorar así la fragmentación del paisaje, permitiendo la conectividad de especies de fauna de un bosque a otro.

Como objetivos específicos se plantean:

- Conocer el estado actual de las plantaciones forestales y cultivos agroforestales en el CBVCT.
- Consolidar el CBVCT como estrategia de conservación de la biodiversidad de la mano de los cultivos forestales.
- Dar a conocer las especies forestales que mejor responden ante las características de la zona.
- Conocer el número de productores forestales dentro de los cantones de Turrialba y Jiménez.
- Poner en conocimiento a los propietarios de los manejos más eficientes para mejorar los rendimientos de sus plantaciones.
- Conocer la opinión de los propietarios forestales respecto a programa de Pagos por Servicios Ambientales (PSA).

Mejorar la conectividad entre los hábitats naturales de la mano de los cultivos forestales y agroforestales.

4. Material y métodos

4.1. Área de estudio

Según la Constitución política de 1949 de Costa Rica en su artículo 168, la estructura geográfica del país se divide en provincias, éstas en cantones y los cantones en distritos. El presente estudio se desarrolla en la provincia de Cartago, Costa Rica, en los cantones de Turrialba y Jiménez situados en el centro del país (figura 1). Ambos cantones tienen una extensión de 186 169.2 ha.

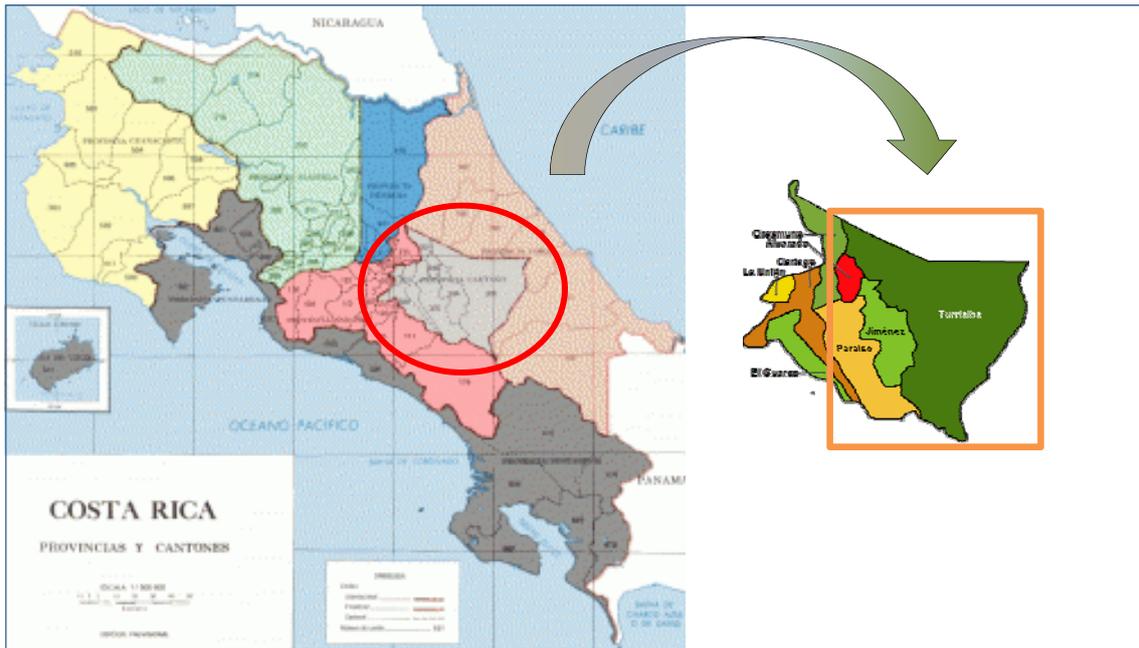


Figura 1. Ubicación de la provincia de Cartago y los cantones de Turrialba (verde oscuro) y Jiménez (verde claro) en Costa Rica. Tomado de: <https://guiascostarica.com/>

Para el presente estudio, que compete al diagnóstico de plantaciones, esta superficie se ve reducida gracias a la multitud de Áreas Silvestres Protegidas y Territorios Indígenas en los que no se puede realizar ninguna plantación forestal por lo que no forman parte del área efectiva de estudio.

En total existen siete Áreas Silvestres Protegidas (60 605.8 ha) entre ellas tres Parques Nacionales, cinco reservas de bosque privadas (2 218 ha) y dos Reservas Indígenas (83 011 ha). Estas superficies hacen un total de 145 834.8 ha las cuales no son objeto de estudio, por lo que la superficie total de nuestro ámbito queda en 40 334.4 ha.

Un cantón es una entidad territorial de carácter subnacional inferior a las provincias. Cada cantón se compone de varios distritos presididos por un gobierno municipal elegido bajo elección popular. Los cantones de Turrialba y Jiménez lo conforman doce y tres distritos respectivamente, como muestra la figura 2. En la tabla 1 se muestran los distritos que incluyen cada cantón y sus respectivas superficies.

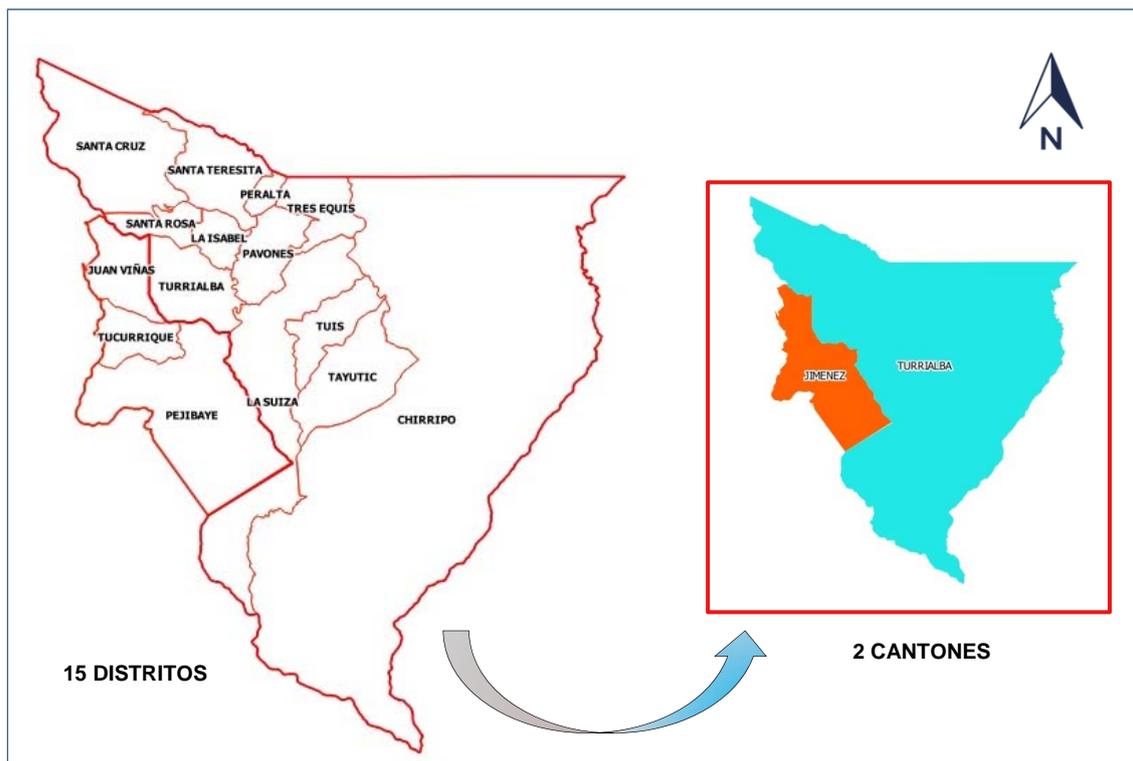


Figura 2. Cada uno de los distritos que conforman los cantones de Turrialba y Jiménez. Tomado de Ortiz-Malavasi (2014).

Tabla 1. Localización y superficie en hectáreas de los diferentes distritos que componen los cantones de Turrialba y Jiménez, según Ortiz-Malavasi (2014).

Cantón	Distrito	Superficie (ha)
Turrialba	Santa Cruz	12 653.65
	Santa Teresita	6 075.59
	Peralta	965.44
	Tayutic	7 379.91
	Tres Equis	3 729.23
	Santa Rosa	2 260.78
	La Isabel	2 020.52
	Pavones	4 257.84
	Turrialba	5 678.95
	La Suiza	16 293.95
	Tuis	3 956.43
	Chirripó	95 503.88
	Total cantón Turrialba	160 776.17
Jiménez	Juan Viñas	4 368.75
	Tucurrique	3 388.59
	Pejibaye	17 635.65
	Total cantón Jiménez	25 392.99
Total	186 169.16	

El CBVCT forma parte de la estrategia de conectividad del Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ver figura 3). La iniciativa surge en el año 2000 como una estrategia participativa para los habitantes de las comunidades de Turrialba y Jiménez (Murrieta, 2006). Este Corredor Biológico conecta la Reserva de la Biosfera ÁCCVC, declarada por la Unesco en 1988 y la Reserva Patrimonio de la Humanidad Cordillera de Talamanca (Unesco, 1983).

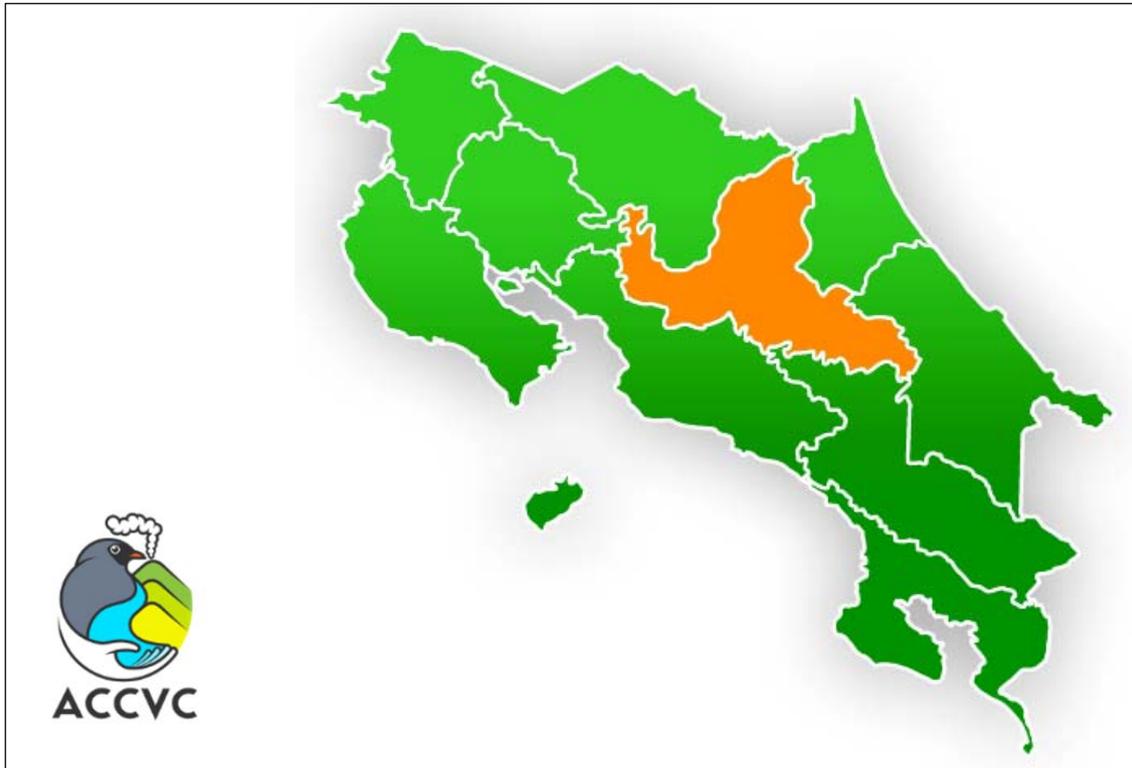


Figura 3. Área de conservación Cordillera Volcánica Central en Costa Rica. Tomado de <http://www.sinac.go.cr>

La enorme diferencia de altitudes y temperaturas en la que se encuentra la zona de estudio, hace que exista una gran variedad de ecosistemas muy próximos entre sí. La altitud mínima son 40 msnm, la máxima 3733 msnm y se registran temperaturas promedio de 5 a 26 °C. De esta manera se pueden encontrar bosques muy húmedos tropicales cercanos a páramos pluviales subalpinos. La latitud a la que se encuentra el CBVCT está entre 9 °N y 10 °N, situándose entre el Ecuador y el trópico de Cáncer, lo que hace que tenga unas temperaturas suaves durante todo el año.

Con las precipitaciones sucede algo similar, existen zonas altas en el norte de los cantones donde se registran 2100 mm/año y zonas localizadas más al sur en el distrito de Chirripó donde llegan a los 5900 mm/año. Este rango de precipitaciones es muy amplio y además está repartido a lo largo de todo el año, no existiendo periodo seco, gracias a que el área de estudio se encuentra ubicada entre el Valle Central y el Caribe y hace que no existan estaciones bien definidas, como muestran los climogramas de Turrialba y Santa Cruz (figuras 4 y 5 respectivamente).

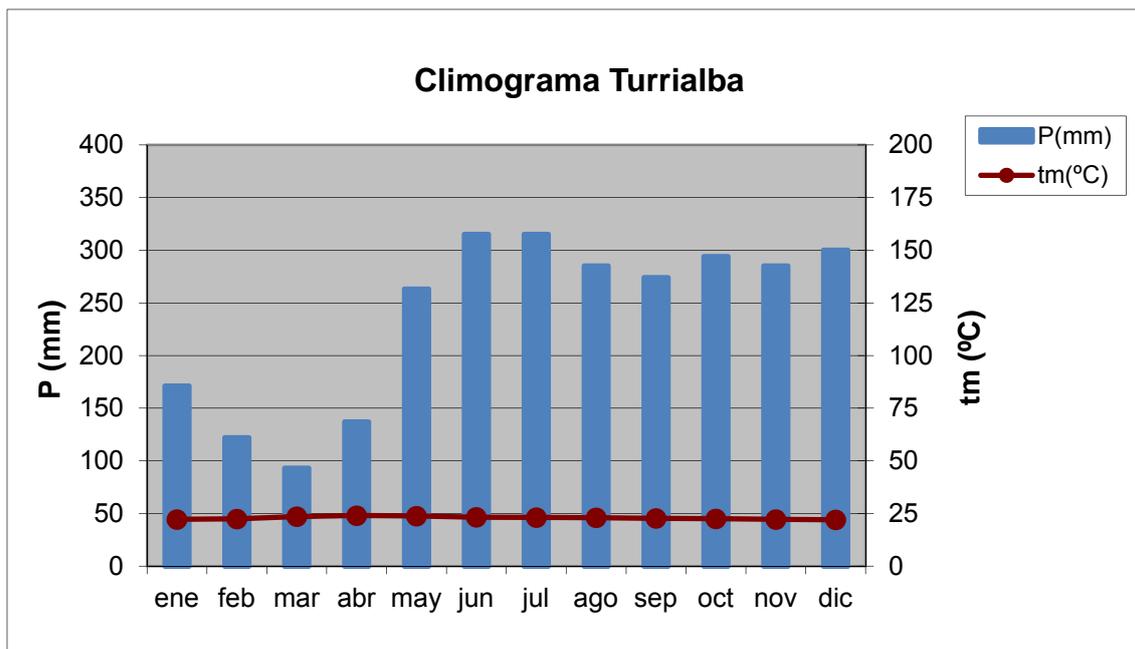


Figura 4. Climograma de Turrialba, situado a 624 msnm, con una temperatura media de 22,9 °C y 2854 mm/año de precipitación. Tomado de: <https://es.climate-data.org/location/28663/>

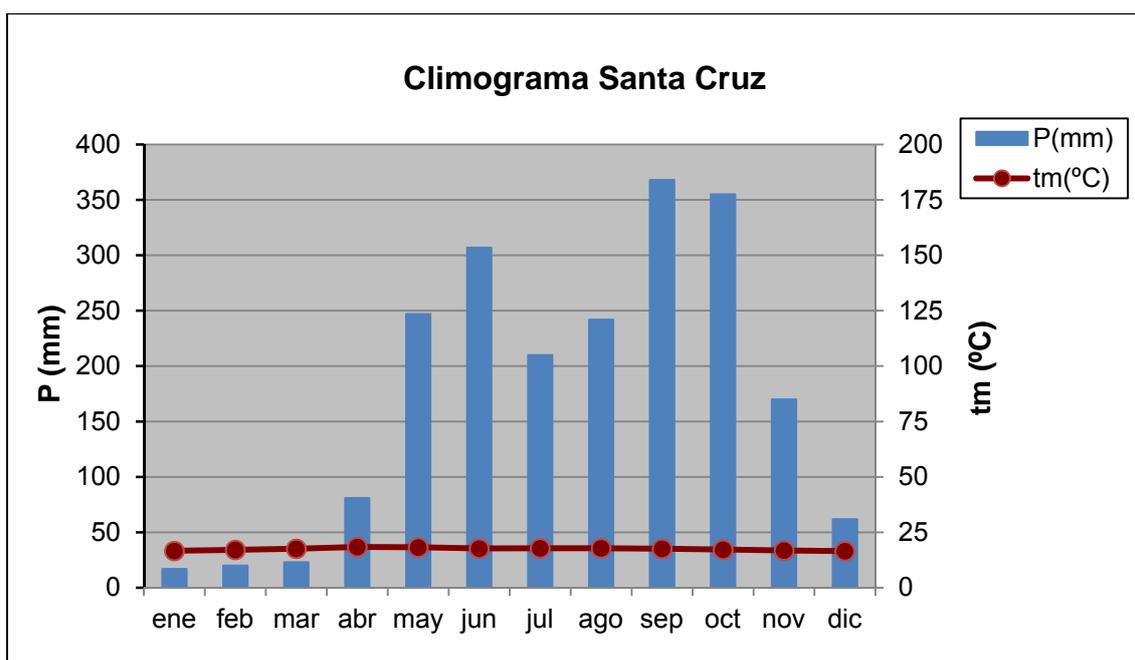


Figura 5. Climograma de Santa Cruz, uno de los municipios más altos de la zona de estudio con 1649 msnm, una temperatura media de 17,4 °C y 2112 mm/año de precipitación. Tomado de: <https://es.climate-data.org/location/521322/>

El Atlas de Costa Rica (Ortiz-Malavasi y Soto, 2008) muestra como la red fluvial del territorio de Turrialba y Jiménez corresponde a la vertiente Atlántica y comprende las cuencas hidrográficas de los ríos Pacuare, Chirripó y Reventazón. Esta última tiene gran importancia, ya que produce el 38 % de la energía hidroeléctrica del país y el 11 % de las exportaciones de productos agrícolas (Consejo Territorial de Desarrollo Rural, 2015). Además, abastece al 50 % de la población del área metropolitana de San

José de agua, gracias a la conservación de su cuenca hidrográfica actualmente protegida.

Debido a las características físicas, edáficas y climáticas, esta región presenta alto riesgo de erosión e inundaciones (Consejo Territorial de Desarrollo Rural, 2015), provocadas por lluvias muy intensas en periodos cortos de tiempo que hacen que se deterioren los recursos naturales y las vías de comunicación de zonas bajas colindantes a ríos.

Los suelos de zonas llanas y suavemente onduladas del cantón de Turrialba corresponden al orden inceptisol, con pH ácido y alto contenido de materia orgánica (Elizondo, 2015). En las partes altas del norte y sur de ambos cantones (Murrieta, 2006) los suelos pertenecen al orden ultisoles, con predominio de arcillas y agregados estables, que, sin embargo, con prácticas de manejo incorrectas como sobrepastoreo o una mecanización intensiva pueden deteriorarse irreversiblemente (Henríquez *et al*, 2014).

Estos suelos arcillosos, las malas prácticas que se realizan sobre ellos y los fenómenos meteorológicos extremos que se suceden en la zona, como las fuertes lluvias y pequeños movimientos sísmicos fluctuantes, impiden un correcto desarrollo rural integral de la zona al producirse constantemente fuertes derrumbes en carreteras que provocaron anteriormente el cierre de la totalidad de las vías de ferrocarril por su costoso mantenimiento.

La población total de ambos cantones del último censo (INEC, 2011) es de 84 285 personas. El sector primario genera la mayoría de los puestos de trabajo (Consejo Territorial de Desarrollo Rural, 2015) gracias a la enorme tradición agropecuaria con los cultivos de caña de azúcar, café, cacao, hortalizas, pastos para ganadería de leche y carne y explotaciones forestales, seguido del sector terciario.

El territorio de Turrialba y Jiménez es predominantemente agrícola (Ortiz-Malavasi, 2014). Si tenemos en cuenta los cuatro usos del suelo más importantes de la zona, la cobertura boscosa representa el 73% de la superficie total, los pastos y otros el 20% y los cultivos de caña y café se reparten un 5% de la superficie prácticamente a partes iguales como muestra la tabla 2.

Tabla 2. Principales usos del suelo en el territorio Turrialba Jiménez. Tomado de Ortiz y Soto (2008).

Cobertura	Área (ha)	Porcentaje superficie (%)
Caña	4 690.90	2.67
Café	4 533.00	2.58
Forestal	127 382.30	72.52
Pastos	34 815.90	19.82
Otros	4 215.30	2.40
Totales	175 637.39	100.00

La superficie forestal se encuentra principalmente en zonas altas protectoras donde se desarrollan bosques primarios y zonas medias con bosques secundarios que antiguamente tenían otros usos y plantaciones forestales, objeto de este estudio.

Según el Plan de Desarrollo Rural del territorio Turrialba-Jiménez 2015-2020, el cantón de Jiménez presenta muy buena cobertura boscosa en los distritos de Pejibaye y Tucurrique con más del 70 % del territorio con algún régimen de protección que ayudan a la conservación y el mantenimiento de estos ecosistemas.

4.2. Principales especies forestales

El elevado número de especies forestales con las que se realizan las plantaciones y la gran diferencia que existe frente a las especies empleadas en España, obliga a hacer una pequeña introducción de los ejemplares que nos encontraremos en campo.

La elevada diversidad está motivada por un clima tropical con precipitaciones elevadas, temperaturas suaves durante todo el año y ausencia de sequía estival, como apuntaba en el apartado 4.1 Área de estudio. Este tipo de clima no impone restricciones al crecimiento vegetal por frío o sequía y, por consiguiente, se puede conseguir el incremento y desarrollo de numerosas especies.

Las especies forestales utilizadas en repoblaciones forestales en la Región Central Cantón de Turrialba y Jiménez son las siguientes:

- Laurel (*Cordia alliodora* Ruiz & Pav. - Boraginaceae)

Se trata de una especie muy importante. Su popularidad radica en el valor de su madera para uso local y en mercados nacionales, la facilidad para regenerar de forma natural y que puede ser combinada con otros cultivos en agroforestería (Catie, 1994).

Posee una alta capacidad de autopoda y sin excesiva competencia, el desarrollo de su fuste y la producción de madera son muy aceptables. Su crecimiento es sensible a la fertilidad del suelo, por lo que su rentabilidad estará limitada a los sitios fértiles y a competencia moderada.

Su madera es una de las de mayor importancia económica de Costa Rica. Necesita tratamientos intermedios para un correcto desarrollo, suelos con pH preferentemente bajo (< 4.5), bien drenados y es una excelente especie para combinar con cultivos agrícolas que necesitan sombra como café o cacao.

Los rendimientos en plantaciones son muy variables (5 - 20 m³/ha/año con turnos de 20 - 30 años). El destino de su madera es la fabricación de muebles, puertas, ventanas y suelos.



Figura 6. *Cordia alliodora*.
Tomado de:
<http://elsemillero.net/>

- Cedro blanco o amargo (*Cedrela odorata* L. – Meliaceae)

Es una especie de gran importancia económica gracias a la calidad de su madera, que se asemeja a la caoba *Swietenia macrophylla* (Geilfus, 1989), con un olor característico motivo por el cual recibe el nombre de cedro. Su corteza es fisurada y de color gris claro, de ahí a que se denomine cedro blanco. Su tronco es recto, esbelto, cilíndrico y con pequeños contrafuertes en la base (Aguilar, 1992)

Es una especie que no debe utilizarse en plantaciones puras, sino en mezcla con otras especies de crecimiento más rápido para dar sombra a las plántulas más jóvenes y reducir el ataque de la polilla barrenadora de brotes (*Hypsipyla grandella*), por lo que no se recomienda introducir más de 15 plantas por hectárea (Catie, 1997).



Figura 7. *Cedrela odorata*.
Tomado de:
<http://ecosdelbosque.com/>

Requiere una cierta preparación del terreno y buen control de malezas durante los primeros años, ya que le afecta la competencia de herbáceas. Las cortas intermedias sobre individuos de peores características permiten el desarrollo de los mejores árboles para producción de fustes de calidad (Catie, 1997). La corta final se produce al cabo de 20 o 30 años.

Su madera se utiliza para chapa plana decorativa, torneado, ebanistería, puertas y ventanas, entre otros (Herrera y Lanuza, 1996). Se planta para dar sombra a otros cultivos agrícolas como el café, aunque actualmente los árboles existentes son de diámetros menores ya que las plantaciones anteriores fueron taladas por el alto valor de su madera.

- Chancho (*Vochysia guatemalensis* Donn. Smith – Vochysiaceae)

También llamado cebo o palo de agua, tiene el fuste normalmente recto, cilíndrico y libre de gambas o contrafuertes y de ramas hasta casi dos tercios de su altura.

Especie heliófila, de rápido crecimiento del bosque húmedo tropical que no tolera suelos saturados de agua durante periodos prolongados. Se encuentra en bosques secundarios de Costa Rica de forma natural.

En plantaciones se utilizan marcos de 3 x 3 m que permiten una fácil selección del material a cortar. En densidades menores producen un número mayor de ramas disminuyendo el valor de la madera. Es muy importante la realización de podas puesto que los primeros años produce abundante ramificación similar a un arbusto. Su edad de corta está entre los 15 y 25 años.

La madera es sensible al ataque de perforadores y termitas de madera verde (Solís y Moya, 2005). Su albura y duramen son livianos y tienen un color blanco amarillento sin apenas diferencia entre ambos. Desde el primer raleo se puede industrializar su madera, principalmente para producción de embalajes. La resistencia mecánica de la madera mejora después del secado, pudiendo ser utilizada en fabricación de pallets, muebles o pasta de papel.

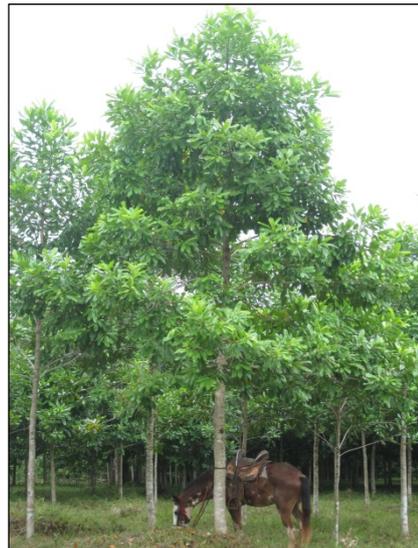


Figura 8. *Vochysia guatemalensis*.
Tomado de: <https://costarica-plantation.com/>

- Botarrama (*Vochysia ferruginea* Donn. Smith – Vochysiaceae)

Especie de tamaño medio a grande, alcanzando una altura máxima de 45 metros y crecimiento rápido que produce madera para uso estructural, mueblería, contrachapados y de revestimientos. Posee mayor calidad que *Vochysia guatemalensis* aunque con algún problema más frente a plagas y enfermedades, ya que es más susceptible al ataque de defoliadores y perforadores de brotes y ramillas (Arguedas, 2007).



Figura 9. *Vochysia ferruginea*.

Tomado de:

<http://ecosdelbosque.com/>

Aparece también de forma natural en la región ofreciendo opciones realistas de manejo de bosque secundario sin necesidad de realizar plantaciones (Catie, 1997), además de ser muy útil para mejorar suelos degradados. Se trata de una de las especies de crecimiento más rápido en el bosque secundario en Costa Rica (de 1.5 a 1.9 cm/año de diámetro).

Se recomienda un marco de plantación de 3 x 3 m, al igual que su especie gemela, ya que produce abundante ramificación y sus nudos deprecian considerablemente su madera.

- Melina (*Gmelina arborea* L. – Verbenaceae)

Especie forestal de fácil manejo que se desarrolla tanto en hábitats húmedos como en secos. Es nativa de Asia y se introdujo en América Central extensamente en la década de los noventa hasta que se vio que su cultivo no era tan rentable como parecía inicialmente. La escasa rentabilidad se debe a la baja calidad de la madera, la falta de mercado de pasta y a su bajo poder calorífico como combustible (Rojas *et al*, 2004).

Los mejores sitios de desarrollo para melina se localizan en las partes bajas con buena disponibilidad de agua y nutrientes. En suelos muy quebrados, erosionados o compactos los árboles adoptan fustes torcidos y muy ramificados.

La madera es muy ligera, presenta un color amarillo pálido y se utiliza para aserrío, construcción de muebles, pallets, pasta de papel, embalajes, aglomerados, puertas y ventanas (Moya, 2002).



Figura 10. *Gmelina arborea*.

Tomado de: <http://revistas.una.ac.cr/>

Presenta potencial en uso agroforestal (maíz y frijol), como cerca viva y en linderos de parcelas. Las hojas sirven también como forraje para el ganado. A pesar de no ser un cultivo muy aconsejable para la zona es bastante común. Algunos autores costarricenses la consideran especie invasora.

- Cenízaro (*Samanea saman* Jacq. Merrill - Fabaceae – Mimosoideae)

Árbol grande de hasta 20 m utilizado como árbol de sombra. Es una especie pionera, coloniza claros y campos abandonados. Sus hojas se cierran durante la noche y cuando llueve, permitiendo el paso de agua hasta el suelo. Por esta característica recibe el nombre de árbol de la lluvia.



Figura 11. *Samanea saman*.

Tomado de: <http://commons.wikimedia.org/>

perennifolias en bosques estacionalmente secos. Hoy en día es difícil diferenciar su distribución natural y las áreas donde ha sido plantada debido a su amplio cultivo (Piotto *et al*, 2002).

El crecimiento inicial de esta especie es rápido pero no excepcional, cercano a los 2 cm/año en Diámetro a la Altura del Pecho (en adelante DAP). La madera es resistente y ligera. Se utiliza en la fabricación de muebles, chapa decorativa y artesanías. En algunos lugares de Centro América aún se usan las ruedas de carretas hechas con esta especie.

Posee un complejo y extenso sistema radical que la hace especie poco apta para plantaciones con espaciamientos pequeños, aunque es bastante común encontrarla en pastizales proporcionando sombra al ganado, forraje y buena leña. Produce unas legumbres muy grandes de color negro apreciadas para el ganado. Su madera es de gran calidad.

Se encuentra frecuente en el norte de Costa Rica y en la zona de estudio, junto a especies

- Pilón (*Hieronyma alchorneoides* L. – Euphorbiaceae)

Árbol que alcanza tamaños grandes, hasta casi los 50 m, de fuste cilíndrico y gambas o contrafuertes bien desarrollados. Soporta suelos con pH ácidos y pobres de baja fertilidad, arcillosos, zonas anegadas periódicamente y pedregosos (Solís y Moya, 2003).

Se encuentra en bosques lluviosos de zonas bajas de Costa Rica hasta los 800-1000 m en los estratos medios del bosque lluvioso. En los últimos años se ha reducido el número de individuos de esta especie debido a la explotación maderera (Torres *et al.*, 2002).

Su madera es relativamente pesada, fácil de trabajar y resistente. Considerada como moderadamente resistente a la pudrición y difícil de preservar, esta madera posee un gran valor en ebanistería y en construcción de exteriores.



Figura 12. *Hieronyma alchorneoides*. Tomado de:

<http://flickr.com/>

- Almendro de montaña (*Andira inermis* W. Wright – Fabaceae – Faboideae)

Árbol caducifolio de hasta 30 m de altura, fuste recto, cilíndrico y con ensanches en su base. Tiene una madera muy dura con textura gruesa y difícil de trabajar y conservar. Antiguamente se usó en construcción naval y durmientes de ferrocarril, ruedas de carretas y muebles. Actualmente se utiliza para chapa decorativa y techos de viviendas (Weaver, 1989).



Está presente en bosques húmedos inundados periódicamente y en bosque seco tropical por debajo de los 1000 m. Se adapta a una gran variedad de suelos desde arenosos hasta arcillosos de drenaje deficiente. Se planta como sombra por su follaje denso y sus atractivas flores, aunque no se usa habitualmente para reforestación debido a su lento crecimiento en comparación con las otras especies.

Figura 13. *Andira inermis*.

Tomado de: <http://enciclopediapr.org/>

- Amarillón o roble coral (*Terminalia amazonia* Gmel. – Combretaceae)

Aparece de forma natural en laderas húmedas y planicies desde México hasta Venezuela estando presente en gran parte de las islas del mar Caribe donde asciende hasta los 1200 msnm.

Presenta un fuste bastante recto, asimétrico y algo acanalado. Sus ramas crecen horizontalmente al principio y posteriormente el ápice asume la posición vertical. Su madera es de color amarillo grisáceo y cuando es cortada adquiere tonalidades más rojo amarillentas, hecho por el cual toma el nombre de amarillón. Según Montero y Kanninen (2005), se considera madera de calidad pesada a muy pesada por su elevado peso específico (0.58 a 0.7 gr/cm³). Se usa en construcción de suelos, muebles, elementos estructurales para puentes, y chapas decorativas.

El crecimiento de esta especie es óptimo en suelos arcillosos a francos con pH ácido a neutro. En plantaciones puras destinadas a la producción de madera necesita marcos de 3 x 3 m e incluso inferiores. El crecimiento medio de la especie en Costa Rica es de 1,6 cm/año en diámetro y 1,3 m/año en altura (Montero y Kanninen, 2005).



Figura 14. *Terminalia amazonia*.

Tomado de:

<http://ecosdelbosque.com/>

- Aliso o jaúl (*Alnus acuminata* Kunth – Betulaceae)

Árbol grande originario de México y Centroamérica cultivado a lo largo de la cordillera central desde Costa Rica hasta Perú. Se encuentra en laderas de cierta inclinación, riberas y bosques de la zona templada húmeda y subhúmeda de Centroamérica.

Se trata de una especie secundaria importante en las etapas de sucesión de los bosques, donde favorece el establecimiento de otras especies gracias a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, al igual que otras especies de su mismo género como *Alnus glutinosa* en Europa.



En plantaciones se recomienda proteger a los árboles jóvenes del ganado y eliminar la competencia directa de plantas herbáceas durante los tres primeros años. Presenta problemas frente a enfermedades (*Rosellina bunoides*, *Colletotrichum* spp. y *Phomopsis* spp.) y varias plagas.

No es muy frecuente en plantaciones forestales, aunque sí se utiliza en programas de reforestación en áreas altamente perturbadas por derrumbes (Pacheco, 2014). Su madera presenta diversos usos como construcción de interior, ebanistería, mangos de herramientas e incluso pulpa de papel.

Figura 15. *Alnus acuminata*.

Tomado de:

<http://viverosdebiodiversidad.org/>

- Gallinazo (*Schizolobium parahyba* Vell. – Fabaceae – Caesalpinioideae)

Árbol de tamaño grande con tronco recto y desprovisto de ramas gracias a una marcada poda natural. Corteza gris clara, lisa y con contrafuertes en su base. Se utiliza como especie ornamental aunque su madera es muy pesada y ofrece una excelente durabilidad natural y una alta calidad para construcción de interiores.

Aparece de forma natural disperso por partes bajas y húmedas de la zona de estudio, adaptándose bien a suelos ácidos y pobres. De forma natural se encuentra desde México hasta Brasil.

Debido a su crecimiento rápido no puede permanecer mucho tiempo en vivero. No le atacan plagas importantes, aunque en zonas con excesiva humedad puede ser atacado por hongos del género *Fusarium* spp. *Nectria* sp. *Oxyporus* sp. *Penicillium* sp. y *Asperginus* sp. (Arguedas, 2007). Posee una excelente madera y rendimientos aceptables gracias a las experiencias de campo.



Figura 16. *Schizolobium parahyba*.

Tomado de: <http://somudasnativas.com.br/>

- Eucaliptos (*Eucalyptus deglupta* Blume. y *Eucalyptus grandis* W.Hill–Myrtaceae)

Están incluidas en el grupo de especies prioritarias para reforestación en la región mesoamericana (Mesén, 2002) debido a su rápido crecimiento, buena forma del fuste, buena calidad de la madera y poca incidencia de enfermedades y plagas. Ambas tienen uno de los crecimientos más rápidos del mundo, si se respetan los límites de sus densidades.

Densidades altas por encima de 1100 pies/ha (marco de plantación inferior a 3 x 3 m) producen mayor cantidad de biomasa, fustes más delgados y aumenta la poda natural y el número de plantas dominadas (Martínez, 2015). Esto sucede habitualmente en mezcla íntima de especies con especies de distinto crecimiento cuando las densidades son elevadas, donde el eucalipto pasa al estrato dominado. Si el destino de la madera es el aserrío, conviene establecer densidades bajas y alargar el turno para obtener diámetros aserrables.



Figura 17. *Eucalyptus deglupta*. Tomado de: <http://alexnlid.com/>

Los eucaliptos producen leña, pulpa para papel, postes, madera de aserrío y flores, muy apreciadas para las abejas y además se adaptan muy bien a una amplia gama de sistemas de plantación, desde plantaciones puras, a sistemas agroforestales, pasando incluso por sistemas agrosilvopastorales.

Varios ensayos genéticos desarrollados en la región central de Costa Rica por Mesén *et al* en 2007, establecen que *Eucalyptus deglupta* posee Incrementos Medios Anuales (en adelante IMA) de 3.8 m de altura y 3.5 cm de DAP, pudiendo incluso ser superiores si nos encontramos en suelos profundos bien drenados.

Eucalyptus grandis presenta crecimientos anuales aún mayores, con una media de IMA de 4.9 m de altura y 4.5 cm de DAP (Mesén *et al*, 2007).

Ambas especies pueden llegar a desplazar a la vegetación nativa debido a sus rápidos crecimientos y el consiguiente excesivo consumo de agua, pero un correcto manejo y gestión de las plantaciones hacen que sean unos árboles productivamente rentables en plantaciones puras e incluso en agroforestería, proporcionando sombra al café. Actualmente en Costa Rica no preocupa la catalogación de especie exótica invasora o no, tan solo se considera una buena alternativa a la producción forestal maderera independientemente de su mayor o menor consumo de agua.



Figura 18. *Eucalyptus grandis*. Tomado de: <http://selectree.calpoly.edu/>

Las enfermedades que afectan a este género de árboles son la podredumbre de los semilleros también llamada Damping-off, causada por una gran variedad de hongos que producen el daño en el cuello de la raíz en viveros, especialmente el hongo *Cylindrocladium scoparium* y gran cantidad de patógenos del fuste. En el apartado de plagas son importantes las hormigas defoliadora *Atta* spp. y

Acromirmex spp. muy comunes en la zona, que deben controlarse en las primeras etapas de crecimiento.

- Klinkii (*Araucaria hunsteinii* Schuman – Araucariaceae)

Es la única conífera que se emplea en repoblaciones forestales.

Árbol exótico nativo de Nueva Guinea introducido en Costa Rica en la década de los sesenta del siglo XX y plantado ampliamente en varias regiones por su rápido crecimiento y productividad (Rojas y Torres, 2008).

La forma de su fuste es inmejorable, su madera es de excelente calidad y tiene buena capacidad de desarrollarse en suelos pesados, con drenaje pobre, donde pocas especies lo consiguen. Obtiene buen crecimiento desde los 600 a 1400 m de altitud con suelos sin mucho requerimiento y pH neutros.

Las experiencias en parcelas de plantación del Catie demuestran crecimientos anuales mayores de 1.5 m de altura y 2.2 cm de DAP, que unido a la rectitud de su fuste, su madera densa y libre de nudos, hacen que sea una especie muy a tener en cuenta para la producción de madera de alta calidad.



Figura 19. *Araucaria hunsteinii*. Tomado de: <http://theinfolist.com/>

- Corteza amarilla (*Tabebuia ochracea* Cham.– Bignoniaceae)

Árbol caducifolio con un tamaño de 15 m de altura, carente de contrafuertes o gambas y cuando aparecen son poco desarrolladas. Posee dos floraciones a lo largo del año, en abril y diciembre, una vez que el individuo ha perdido totalmente las hojas (Molina *et al*, 1996).



Figura 20. *Tabebuia ochracea*.
Tomado de: <http://grassnatural.com/>

Es originaria de áreas de clima seco de Honduras y el Salvador, hasta el norte de América del Sur. Crece bien hasta los 700 m de altitud y también puede desarrollarse en climas húmedos.

Los árboles en bosques naturales suelen tener los troncos torcidos ya que los individuos jóvenes buscan los sitios por donde está entrando la luz y porque muchos de ellos reciben daños de un lepidóptero barrenador de la familia Pyralidae.

Su madera es de color pardo oscura, es pesada, resistente y con una textura fina. Es difícil de trabajar. Su crecimiento es lento en relación con las especies anteriores.

- Caoba (*Swietenia macrophylla* G. King – Meliaceae)

Árbol de hasta 70 m de altura, con la copa abierta y redondeada, el tronco derecho y limpio, ligeramente acanalado y contrafuertes bien desarrollados, para ejercer las funciones de sostén de la planta cuando la profundidad del suelo no es la apropiada. Posee una corteza profunda y fisurada pardo grisácea.

Se distribuye desde el sur de México a lo largo de toda la costa atlántica de Centroamérica hasta Venezuela. Ha sido introducida en numerosas islas del Caribe, India y otros países tropicales.

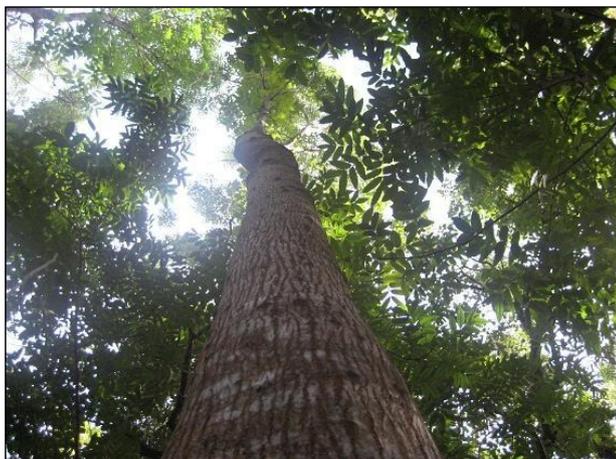


Figura 21. *Swietenia macrophylla*.

Tomado de: <http://articulo.mercadolibre.com.co/>

Tiene gran interés en elaboración de elementos artesanales, artículos torneados, esculpidos e instrumentos musicales (cita). También se utiliza para construcción, embarcaciones, muebles y sobretodo como decoración de interiores y ebanistería fina.

Crece bien hasta los 1500 m de altitud, en regiones de abundante precipitación, pero puede vivir en zonas de clima tropical más seco, no tolerando temporadas largas de sequía estival (Hayashida-Oliver *et al*, 2001). Se trata de una especie poco exigente en cuanto a condiciones edáficas, pudiendo crecer en terrenos muy diversos, aunque prefiere suelos de origen calizo o aluvial.

Su madera es dura, vetada de color rojizo o claro si está

- Espavel (*Anacardium excelsum* L. – Anacardiaceae)

Árbol grande de hasta 45 m de altura y 3 m de diámetro. Se trata de uno de los árboles más grandes de América central, con el tronco derecho y libre de ramas hasta los primeros 15 m.

Alcanza su desarrollo óptimo en suelos no muy elevados y bien drenados, con capa freática alta, por lo que aparece de forma natural cerca de ríos en bosque seco y en zonas premontanas y aluviones en bosque húmedo tropical. Aparece de forma natural desde Honduras hasta el norte de América del Sur, hasta los 800 m de altitud y plantada desde México a Colombia (Nichols y González, 1991).

Su madera es blanda y liviana, con textura media. No pertenece al grupo de las maderas estructurales. No tiene un gran acabado ya que ni se cepilla ni se lija muy bien, aunque se puede usar para formaletas o moldes de encofrado donde la calidad del acabado no es importante.

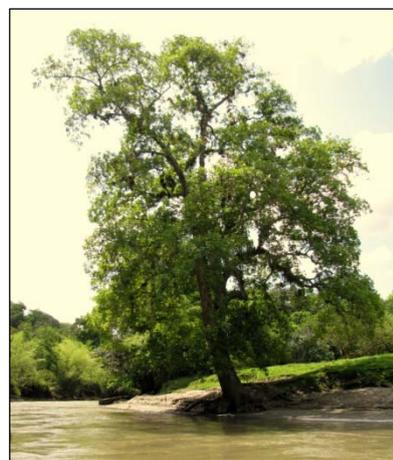


Figura 22. *Anacardium excelsum*. Tomado de:

<http://tropical.theferns.info/>

- Ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill. – Cupressaceae)

Árbol que puede alcanzar hasta los 40 m de altura y más de 1 m de diámetro. El fuste tiende a ser recto, con el 80 % de la madera aprovechable, ligeramente acanalado en la base y con fuerte dominancia apical.

Se encuentra en un gran gradiente altitudinal, desde los 1400 a los 3300 msnm, estando su óptimo en torno a los 2500 msnm. Necesita unas temperaturas medias en torno a 21 °C y una precipitación mínima de 1500 mm/año. En cuanto al suelo, requiere suelos profundos bien drenados con pH de ácido a neutro y textura arcillosa a limosa (SIRE, 2001).



Figura 23. *Cupressus lusitanica*.
Tomado de:
<http://flora.biologiasur.org/>

Se encuentra de forma natural desde el Sur de México, Guatemala, Honduras y el Salvador. Se desarrolla según la clasificación de Holdridge sobre bosque húmedo tropical montano bajo.

En Costa Rica puede verse afectado por el hongo *Pestalotia* sp. en plantaciones forestales, cuya práctica más común ha sido la eliminación de los individuos afectados (Catie, 1997).

La madera de ciprés es de color amarillo rojizo con notable presencia de anillos de crecimiento. Tiene textura fina y es bastante liviana. Se usa en fabricación de muebles, cajas de embalaje, mangos de herramienta, leña y carbón (González Hernández *et al*, 2014).

- Almendro de montaña (*Dipteryx panamensis* Schreb – Fabaceae – Faboideae)

Árbol alto que llega a medir hasta 60 m y de diámetro mayor de 1 m. Tiene un fuste cilíndrico y amplias raíces basales pero no presenta gambas o ensanches en la base. A pesar de ser un árbol de crecimiento lento en bosque natural, la respuesta en crecimiento es mayor en claros o en bordes de bosque (Flores y Obando, 2003).

Es una especie que sobresale del dosel en bosques húmedos como muy húmedos. Requiere una temperatura media mayor de 24 °C y precipitaciones por encima de los 3500 mm/año. Se encuentra hasta los 1000 msnm. Se considera un árbol abundante en Costa Rica.

Su madera es de una dureza extraordinaria y una de las más pesadas, aunque su utilización tardó mucho tiempo en hacerse real por la dificultad de su trabajo. Una vez que las industrias de aserrío se dotaron de la maquinaria adecuada se fue convirtiendo en una especie muy apetecible en el sector industrial maderero, hecho que ha provocado la disminución de este árbol en los bosques de Costa Rica (Estrada *et al*, 2005).



Figura 24. *Dipteryx panamensis*.
Tomado de:
<http://ecosdelbosque.com/>

- **Acacia (*Acacia mangium* Willd.- Fabaceae – Mimosoideae)**

Árbol de hasta 30 m de altura y 50 cm de diámetro, con corteza áspera y arrugada de color pardusca.

Nativo de Australia, Indonesia, Papua, Nueva Guinea, pero muy utilizado en América central. Posee un rápido crecimiento. Debido a su rápido crecimiento y tolerancia a suelos muy pobres, *A. mangium* desempeña un rol cada vez más importante en las áreas marginales del país (Moya *et al*, 2010)



Figura 25. *Acacia mangium*.

Tomado de:

<http://hablemosdeflores.com/>

Prefiere zonas bajas hasta los 780 msnm. En lugares húmedos con estación seca de corta duración y precipitaciones entre 1500 y 3000 mm/año.

Produce una madera dura que puede ser utilizada para fabricación de muebles, tableros, pulpa para papel, postes para cercas, leña y carbón. Requiere poda a temprana edad ya que la especie tiende a ramificar demasiado.

Muchos propietarios deciden plantar esta especie para mejorar la fertilidad del suelo en áreas de potreros (pastizales) o barbecho ya que puede crecer en suelos

marginales. Puede llegar a tener crecimientos medios rápidos en altura y diámetro. En Costa Rica se han obtenido crecimientos de hasta 3.5 m/año y 5.4 cm/año de diámetro (Rodríguez Sánchez, 1996).

Tiene serios problemas con un hongo del género *Nectria* spp. que produce exudaciones gomosas negras en el fuste a temprana edad (a partir de los 4 – 5 años) y posterior muerte del individuo. Aunque se desconoce un tratamiento preventivo efectivo, se planta en gran parte de la región.

4.3. Destino de los principales productos forestales

Según Barrantas y Ugalde (2017) en su informe sobre los Usos y aportes de la madera en Costa Rica, los principales destinos de la madera son la fabricación de tarimas o *pallets*, la construcción, la exportación y la mueblería:

- Tarimas 46.7 %
- Construcción 25.1 %
- Exportación 18.9%
- Muebles 9.0 %
- Otros usos 0.3%

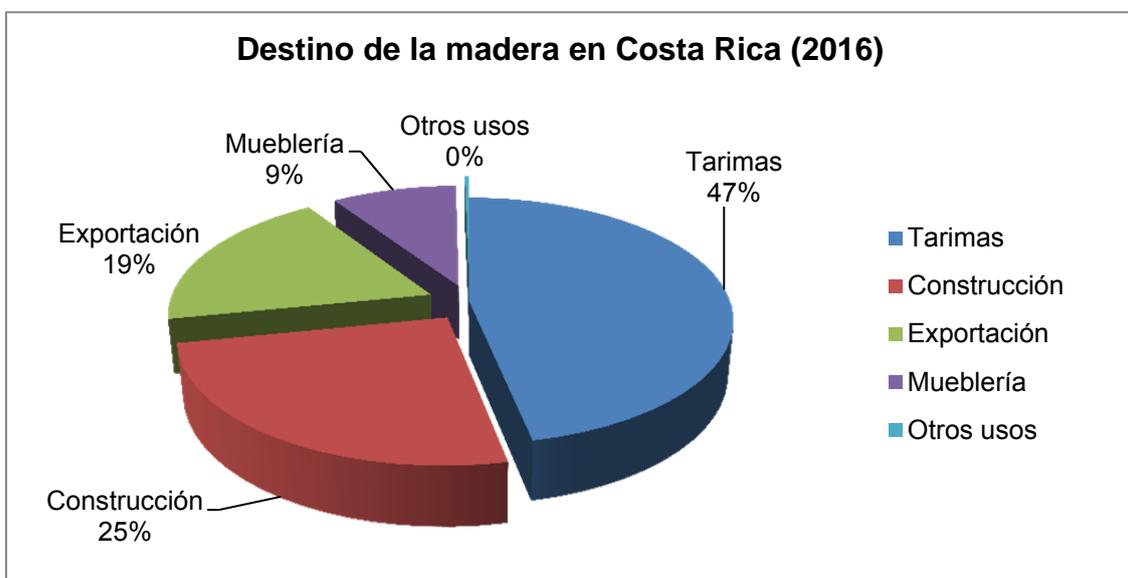


Figura 26. Destino de la madera en Costa Rica para el año 2016. Tomado de Barrantas y Ugalde (2017).

Las tarimas o *pallets* representan prácticamente la mitad del destino de la producción maderera del país gracias al comercio internacional de piña y banana cultivadas en territorio costarricense.

Actualmente en Costa Rica, según Santamaría *et al* (2015), se utiliza madera en el sector de la construcción para la elaboración de:

- Reglas, madera de cuadro y alfajillas (tablillas) 45 %
- Formaleta (tableros de partículas para encofrado o armazón) 33.7 %
- Madera uso estructural 12.1 %
- Molduras (cercos de remate) 9.2 %

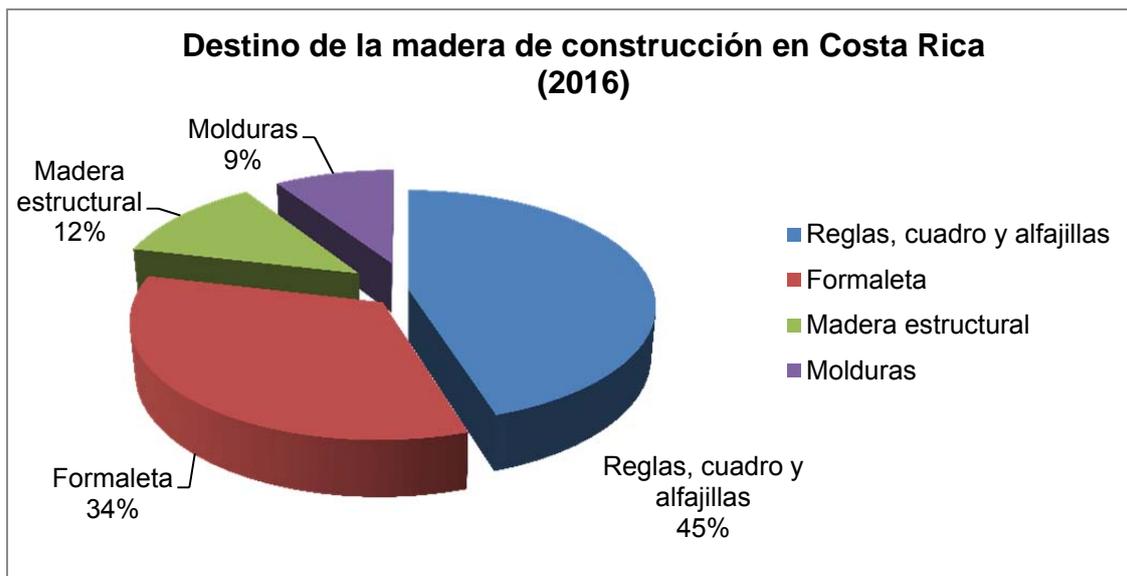


Figura 27. Destino de la madera dentro del sector de la construcción en Costa Rica para el año 2016. Tomado de Barrantas y Ugalde (2017).

La mayor parte de madera se destina a usos de larga duración agregando un valor añadido mediante la fijación de carbono.

La leña de ramas o fustes intermedios de árboles se utilizan para cocinar en ciertas áreas rurales y como combustible de pequeñas industrias, denominados beneficios o trapiches, donde se transforma caña en azúcar y se tuesta café o cacao. No obstante no se utiliza para calentar viviendas ya que el clima suave mantiene temperaturas agradables durante todo el año y eso resta importancia al mercado de la biomasa que tanta importancia está tomando en el resto de países más fríos. Aun así se utilizan árboles sin importancia comercial maderera en bosques naturales bajo manejo forestal, restos vegetales no comerciales de podas y raleos y residuos en las fases de transformación para generación de calor o transformación de combustible (Paniagua, 2010) en estas industrias locales.

Para la construcción de cercas vivas y vallados ganaderos generalmente se utiliza especies como madero negro (*Gliricidia sepium*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y porós (*Erythrina* spp.). Esto genera una serie de diversos beneficios como fijación de carbono, conservación de biodiversidad, sombra para el ganado y por supuesto, ahorro en la compra o adquisición de postes para construcción de vallado ya que tan solo con introducir estaquillas en el suelo la planta suele enraizar sin problemas



Figura 28. Cerca viva típica de cerramiento de un potrero o pastizal en Costa Rica. Tomado de: http://www.easttennesseewildflowers.com/gallery/index.php/Costa_Rica_II/Landscape_living_fence_copy/

No obstante, los productos maderables de dimensiones intermedias obtenidos en raleos (claras) tienen cierto mercado en la elaboración de tarimas (*pallets*) como hemos visto anteriormente. Al no ser necesario un cepillado ni tratado químico de las tablillas, los escasos y pocos aserraderos que sobreviven en la zona pueden transformar este producto. El problema viene cuando se necesita una madera perfectamente acabada para fabricación de muebles, revestimientos o pisos (suelos), donde los aserraderos e industrias nacionales, con su anticuada maquinaria, son incapaces de competir con los precios de las maderas importadas. Este aspecto se desarrolla en el apartado siguiente.

4.4. Situación actual del mercado de la madera en Costa Rica

En 2016, la importación de madera aserrada creció un 34 % respecto al año anterior, mientras que las exportaciones mantuvieron una distribución similar a los años anteriores, aumentando un 3.4 % correspondiente a la madera en rollo principalmente.

Durante el mismo año se procesaron 965 000 m³ de madera en rollo, de los cuales el 77 % provino de plantaciones forestales, el 17 % de terrenos agropecuarios y el 6 % de bosques (Barrantas y Ugalde, 2017).

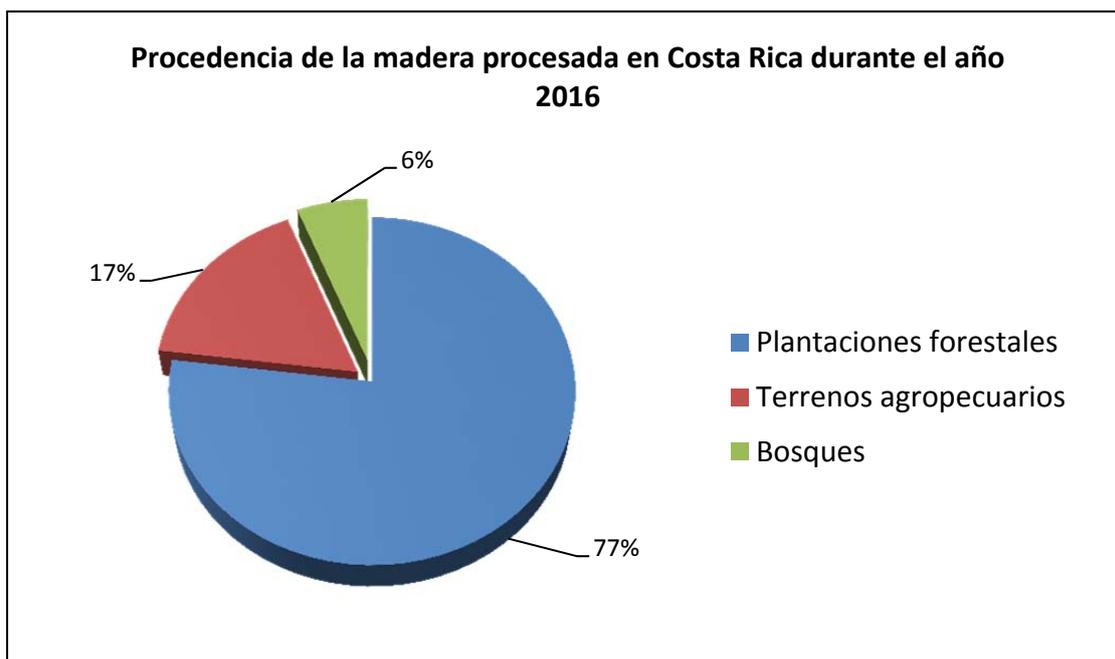


Figura 29. Procedencia de la madera procesada en Costa Rica durante el año 2016. Tomado de Barrantas y Ugalde (2017).

El 60 % del volumen procesado en los aserraderos del país se concentra en cuatro especies donde predomina la madera de teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*) seguidas por laurel (*Cordia alliodora*) y ciprés (*Cupressus lusitanica*) (Chavarria y Castillo, 2013). Además, gracias a la existencia de las guías de transporte de madera, se sabe que el 25 % de los aserraderos se autoabastece, mientras que el resto son abastecidos por terceros, ya sea de madera nacional o madera procedente de importaciones.

Uno de los principales destinos de la madera en Costa Rica es la elaboración de tarimas (*pallets*). Se calcula que se utilizaron seis millones de tarimas para la exportación de piña y banano en el 2016, un 11.24 % más que en el 2015, debido a un incremento principalmente de las exportaciones de estos cultivos. Del total, se fabricaron 5 692 860 de tarimas con madera producida localmente y se estima que se utilizaron 428 659 m³ (Barrantas y Ugalde, 2017) valor que corresponde a casi la mitad de la madera procesada durante ese año.

Dentro del mercado de madera importada, el 52 % del valor de las importaciones procede de madera aserrada, un 20 % en tableros de fibra y de partículas de madera, un 10.3 % de madera contrachapada y un 7.1 % de obras y piezas de carpintería. Chile, China, Estados Unidos y Brasil destacan como principales países de procedencia de los productos madereros importados.

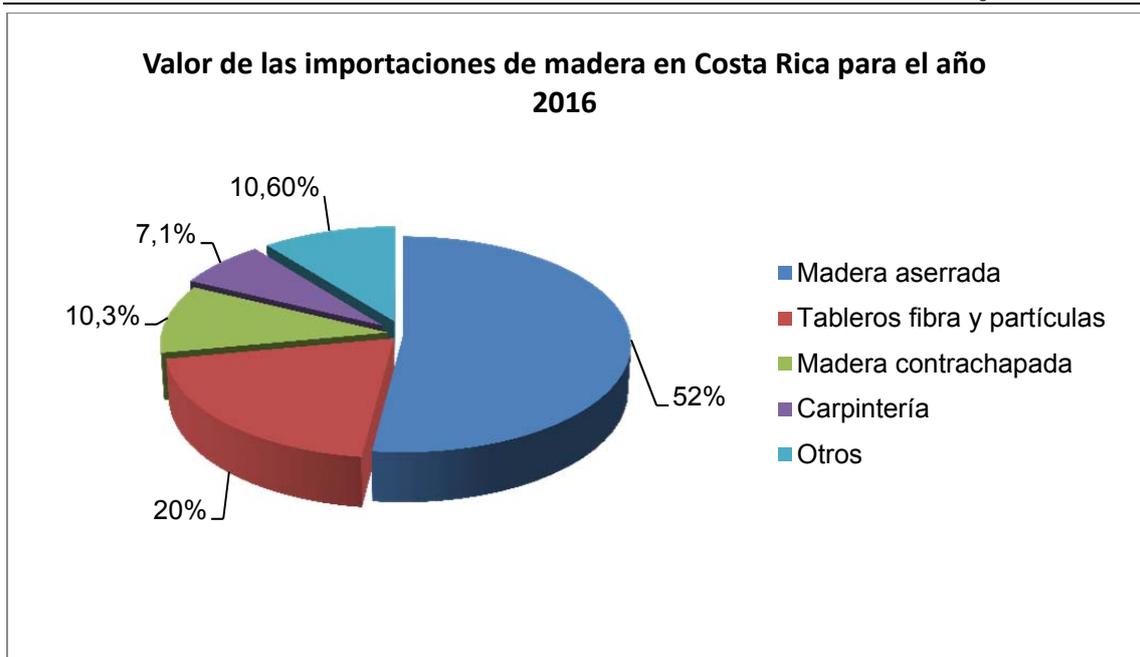


Figura 30. Valor de las importaciones de madera en Costa Rica durante el año 2016. Tomado de Barrantas y Ugalde (2017).

El uso de la madera, en sus diferentes etapas de cosecha, transformación y comercialización, generó 14 576 empleos directos, un 1.6 % menos que en 2015. Del total de empleos directos, 9 337 se ubican en los sectores primario y secundario (Barrantas y Ugalde, 2017), ofreciendo empleo en las áreas rurales más deprimidas del país.

4.5. Labor social

Además de conocer el estado de las plantaciones forestales dentro de los cantones de Turrialba y Jiménez, se pretende averiguar el funcionamiento del programa de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y la opinión de los propietarios forestales en torno al acuerdo al que se han suscrito.

Para ello, una vez que se localizaba al propietario se le informaba de que su parcela estaba incluida dentro del ámbito de estudio, se les explicaba la finalidad y los objetivos del estudio y se pedía autorización para entrar en su finca y realizar las respectivas mediciones. Durante el inventario o posteriormente de manera telefónica, se les informaba del estado general del cultivo, de las existencias de madera si así lo querían y se asesoraba sobre la gestión o los tratamientos que podían dar a su plantación para poder obtener mejores rendimientos, siempre de forma desinteresada.

Los propietarios nos iban contando cómo realizaron la plantación, los tratamientos que realizaban posteriormente (chapeas o siegas, fertilización o abonados, podas y raleos), y generalmente, sus experiencias con el cultivo y con el sistema de PSA. Para ello se elaboró una entrevista estándar para obtener la misma información de todos los propietarios de las fincas y poder analizar conjuntamente los datos.

El modelo de encuesta era el siguiente:

1. Año PSA y fecha de plantación
2. Especies y marco de plantación
3. Estado general de la plantación
4. Tipos de cultivos adscritos a PSA
5. ¿Cuáles son los trámites administrativos para solicitar los pagos?
6. ¿Llegaron todos los pagos del programa PSA? Opinión personal
7. ¿Existe seguimiento por parte del ingeniero forestal?
8. ¿Conoce el mercado de la madera o subproductos?
9. ¿Conoce los precios del mercado de estos productos?
10. ¿Dispone de algún seguro?
11. ¿Cuál es su situación laboral?
12. ¿Qué perspectivas de futuro tiene respecto al cultivo?

4.6 Sistema PSA

El programa Pagos por Servicios Ambientales (PSA) consiste en un reconocimiento económico a propietarios de bosques y plantaciones forestales y agroforestales gracias a incidir directamente en la protección y mejora del medio ambiente. A través del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), quien facilita la planta, los propietarios reciben un pequeño incentivo económico que ayudará al mantenimiento del cultivo durante los dos o tres primeros años de vida. Estas ayudas fueron creadas en 1996.

Estas ayudas, en ningún caso pretenden cubrir los costes de los cuidados culturales que se suceden hasta la corta final, pero sí se tratan de pequeñas ayudas que hacen más cómoda la reinversión del dinero que conlleva la realización de estos tratamientos, tan necesarios para obtener un cultivo de calidad en el futuro.

Los fondos de este programa proceden principalmente de los impuestos de los carburantes, empresas hidroeléctricas, embotelladoras de agua, presupuestos ordinarios y extraordinarios, programas de venta de emisiones y donaciones o créditos que se reciben de organizaciones internacionales, aunque se desconoce realmente la cantidad que aporta cada una de estas fuentes.

Actualmente, desde hace alrededor de 10 años, la asistencia técnica de este programa es privada y corre a cargo de Ingenieros, denominados regentes forestales, que se encargan de la elaboración de informes previos, presentación de la solicitud y asistencia técnica posterior. Los costes de la regencia corren a cargo del propietario.

A partir del Decreto 39083-Minae de 2015, existen tres tipos de modalidades:

- Modalidad de Protección de Bosque: El propietario se compromete a no desarrollar ninguna actividad de corta de árboles en los siguientes 5 años a la firma del contrato, tan solo se compromete a realizar limpieza y mantenimiento de los accesos a su bosque. El propietario recibe en torno a 64 \$/ha/año.
- Modalidad de Sistemas Agroforestales: El propietario se compromete a plantar tantos árboles como desee respetando las densidades máximas en torno a 300 árboles/ha. Recibe desde 1.7 a 2.4 \$/árbol dependiendo si es reforestación con especie nativa o no. Los pagos se reparten en tres veces con un 65, 20 y 15 % del monto total, pudiendo solicitarse año a año a partir de la fecha de plantación.
- Modalidad de Reforestación: El propietario se compromete en un contrato de 10 años de duración a la instalación y mantenimiento de un cultivo forestal con especies nativas o exóticas, recibiendo un máximo por hectárea que va desde 1146 \$ a 2025 \$, dependiendo si son especies de rápido o mediano crecimiento. Esto es una novedad respecto a años anteriores, donde se cobraba únicamente por árbol plantado del orden de 1.7 a 2.4 \$/árbol, como actualmente mantiene la modalidad agroforestal y como se adjudicaron los pagos en las fincas del presente estudio, todas ellas posteriores a 2015.

La forma de recibir el dinero también cambia a partir de la fecha de emisión del decreto. Hasta 2015, el dinero se repartía en tres pagos del 60, 20 y 20 %, durante los 5 primeros años de vida del cultivo, pero a partir de este decreto se reparte en 5 pagos del 50, 20, 15, 10 y 5 %, también durante los 5 primeros años. Con esta modificación se pretende que las plantaciones reciban un manejo más constante por parte del propietario, al tener que atender el cultivo cada año si quieren que el regente emita un informe positivo de la plantación para recibir la totalidad de los cobros.

4.7. Diseño de muestreo

Este estudio recoge el estado de las plantaciones forestales y agroforestales mayores de 1 ha que se realizaron dentro de los cantones de Turrialba y Jiménez (Provincia de Cartago, Costa Rica), bajo el programa de ayudas por Pago por Servicios Ambientales (PSA) entre los años 2006 y 2016.

En primer lugar se consiguió una lista de las resoluciones de la solicitud de los PSA desde los años 2006 a 2015 para los cantones de Turrialba y Jiménez. Las resoluciones contenían únicamente el nombre del representante o beneficiario, que suele ser el propietario de la finca, año de resolución y consecuentemente plantación, el tamaño o número de árboles que ha plantado y el nombre del distrito donde se encuentra ubicada la parcela. Se visitaron además diversos organismos públicos para adquirir las capas donde aparecen georreferenciadas las parcelas objeto de estudio.

Una vez que se posicionaron las parcelas sobre el mapa, se introdujeron las coordenadas geográficas en un GPS para facilitar su ubicación y se visitó cada parcela para localizar al propietario del cultivo, preguntando generalmente a los vecinos de la zona. Éstos solían conocer el lugar donde vivía el propietario, conocían a alguien que sí lo sabía o bien disponían de su número de teléfono para poder contactarles. Por alguno de esos medios se localizaba al propietario y se le explicaba qué se estaba realizando, para conseguir su colaboración e incluir su finca en el estudio. En muchos casos este proceso requería varios días hasta que lograba ponerse en contacto por vía telefónica.

El número de propietarios que solicitó ayudas por PSA entre esos 10 años era lo suficientemente elevado para no poder visitar todas las fincas en el periodo de tiempo del que se disponía, teniendo en cuenta que el tamaño del área de estudio era muy grande (186 000 ha), por lo que se tenía que elaborar un criterio de muestreo para visitar el mayor número de fincas y que fueran lo más representativas.

Como inicialmente se tenía una información escasa de cada finca y hasta que no se visitaba la parcela y se localizaba al propietario, se desconocían las especies y marco de plantación, no se podía saber la variabilidad de la que se disponía. Por lo tanto, se optó por un muestreo aleatorio simple o diseño totalmente aleatorizado, ya que los elementos de la población tenían un cierto grado de heterogeneidad no atribuible a ninguna estructura.

Así, se elaboraron rutas de campo y se comenzaron a visitar las parcelas más cercanas al centro de trabajo (Turrialba), con la ayuda de un trabajador del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y un vehículo facilitado por dicha entidad.

Una vez que se reconocía la parcela y se comprobaba el tamaño y homogeneidad total, se decidía sobre el método de inventariación, en función de varios criterios desarrollados en el apartado 4.7.5. *Tipos de inventario*.

Posteriormente, se realizaba dicho inventario con la ayuda del propio trabajador de CATIE y, en la mayoría de los casos, con el propietario de la finca. A continuación se sometía al propietario de la plantación a una serie de preguntas recogidas en una encuesta tipo que aparece en el apartado 4.5. *Labor social*, para poder analizar las opiniones posteriormente.

Para finalizar se realizaban los cálculos de existencias en gabinete y se ponía en conocimiento al propietario, si así lo requería, mediante llamada o correo electrónico, del estado general de la plantación, de la cantidad de madera que tiene la finca en ese momento y del manejo que se le debería dar.

A partir de los datos cualitativos y cuantitativos recogidos de cada finca se elaboraba un informe de diagnóstico selvícola individual con los criterios recogidos en el apartado 4.8. *Informe selvícola*.

El objetivo de estos diagnósticos es recopilar toda la información referente al estado general de la plantación, volúmenes o existencias de madera, crecimientos medios de los árboles y tratamientos posteriores a la plantación que se habían realizado.

Una vez extraída la información individual de cada finca, se analizan en conjunto y se realizó un informe selvícola final del estado general de las plantaciones.

4.7.1. Fuentes de datos

Para iniciar el estudio y construir una base de datos fiable, se recogió la información previa necesaria de diversos organismos públicos y privados:

- **MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía):**
Es la institución encargada de velar por el medio ambiente. Tiene la competencia exclusiva sobre recursos hídricos, hidrocarburos, educación ambiental, biodiversidad, cambio climático y calidad ambiental, entre otros. Durante el trabajo previo de recolección de información, se visitó la oficina de Minae en Turrialba para solicitar los datos de las plantaciones de la zona de estudio sujetas al programa de PSA.
- **SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica):**
Es el organismo dependiente del MINAE encargado de la administración de los parques nacionales de Costa Rica, de la solicitud de los permisos de bosque para aprovechamiento maderable, manejo forestal sostenible de bosque natural y bosque secundario y la asesoría de consultas relacionadas, entre otras cosas. Se trata de un ente público encargado de facilitar la documentación y normativa y de dar soporte al propietario.
Se mantuvo contacto con ingenieros trabajadores en este organismo vía correo electrónico, para el asesoramiento del estudio.
- **FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal):**
Creado por la Ley Forestal 7575 en el año 1995, encargado de financiar a los productores los procesos de reforestación, forestación y sistemas agroforestales. Tiene la responsabilidad de captar financiación para el PSA de los bosques y plantaciones.
Durante la elaboración del estudio se mantuvo contacto con personal trabajador de esta institución para la ayuda ante cualquier consulta relacionada con el sistema de PSA.
- **CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza):**
Es un centro regional con sede en Turrialba (Cartago, Costa Rica), dedicado a la investigación agroforestal y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales.
Se trata de la entidad promotora del estudio por medio del director Roger Villalobos. Aparte de recibir un asesoramiento en la tipología de plantaciones forestales de la zona por parte de numerosos trabajadores e investigadores, se obtuvo todo tipo de apoyo en materia de inventariación, elaboración de mapas,

fuentes de recolección de información y metodología recomendada para el tratamiento de los datos, entre otros.

Una vez que se tenía recopilada la información previa necesaria, se comenzó con la parte técnica del estudio, consultando la cartografía adquirida y elaborando los mapas necesarios para el correcto conocimiento de la zona de estudio.

4.7.2. Elaboración de mapas

Para el tratamiento del material cartográfico y la elaboración de mapas se utilizó el software libre Qgis. Se trata de un Sistema de Información Geográfico (SIG) de código libre que permite editar formatos raster, vectoriales y manejar capas en formato *shapefile*.

El datum horizontal oficial para Costa Rica actualmente es el denominado CR05, el cual sustituye al sistema de proyección de coordenadas Lambert y datum convencional Ocotepeque (Lobo-Hernández, 2015).

El sistema de proyección de coordenadas oficial se denomina CRTM05. Es la proyección oficial a partir del Decreto N° 33797-MJ-MOPT del 30 de marzo de 2007. Se basa en la proyección del elipsoide de referencia mundial WGS84 a un plano cartográfico y se constituye como el sistema oficial para todo el país (Moya y Cedeño, 2017).

Se define el meridiano 84° longitud Oeste, como meridiano central de la proyección conforme Universal Transversal Mercator (UTM).

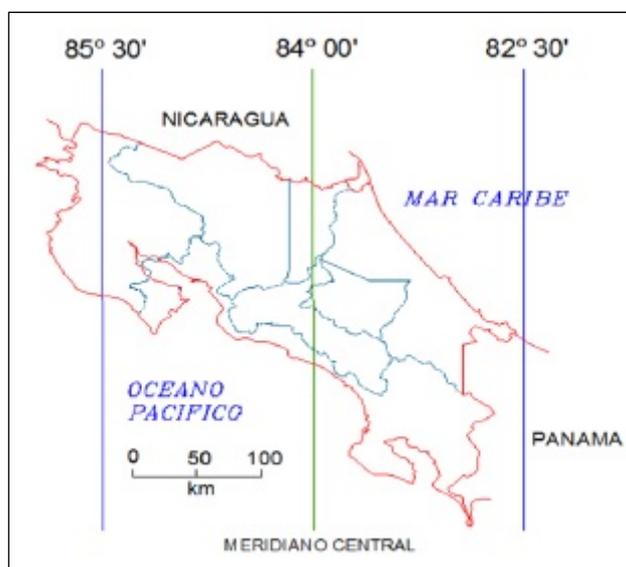


Figura 31. Sistema oficial de coordenadas para Costa Rica, denominado CRTM05. Tomado de Lobo-Hernández (2015).

Las parcelas del área de estudio se ubicaron con la ayuda de la imagen satélite Landsat TM, fotografías aéreas y hojas cartográficas 1:50 000 de Costa Rica.

A partir de las capas de provincias, cantones y distritos, obtenidas del Atlas 14 (Ortiz-Malavasi, 2014) se elaboraron los mapas de situación, localización y de inventario, gracias al software Qgis.

4.7.3. Tamaño y forma de la muestra

El área de estudio comprende los cantones de Turrialba y Jiménez incluidos dentro del Corredor Biológico Cordillera Volcánica – Talamanca (CBCVT), a su vez, dentro del Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVC). La extensión total de ambos cantones es de 186 169 ha, aunque gracias a la existencia de varias Áreas Silvestres Protegidas (ASP) y reservas indígenas, el tamaño neto donde pueden encontrarse las plantaciones forestales queda reducido a poco más de 40 000 ha, eso sí, dispersas dentro de esas 186 000 ha de extensión.

El número total de fincas que se adscribieron bajo el programa de PSA entre el 2006 y 2015 en la zona de estudio es de 75 parcelas. De este total, hay que descontar 11 parcelas que no se llegaron a plantar o sembrar nunca, 4 parcelas que no tienen interés maderable, 10 cultivos demasiado recientes para realizar mediciones y 18 parcelas que no dio tiempo material a visitar. El total de fincas de interés maderable visitadas es de 33 parcelas.

Tabla 3. Tamaño de la muestra. Número de fincas en el área de estudio y desglose en función de sus características, cantones de Turrialba y Jiménez, Costa Rica.

	Fincas	Unidades
Visitadas	Forestales	26
	Agroforestales	7
	Sin plantación	11
	Demasiado jóvenes	10
	Especies sin interés	4
	Total visitadas	58
	Total visitadas de interés maderable	33
No visitadas	No visitadas	18
Total	Muestra total	75

El número total de fincas visitadas durante la realización del estudio fue de 58 parcelas, que corresponde al 77.3 % del total de fincas adscritas al programa PSA.

4.7.4. Variables selvícolas a inventariar

Para conocer el estado selvícola actual y estimar un volumen comercial de madera en pie procedente de las plantaciones producidas por PSA en la zona de estudio, es necesario realizar un inventario forestal adecuado a las características de cada finca, con la suficiente precisión, recogiendo las variables de interés necesarias.

Estas corresponden a una serie de índices cuantitativos y cualitativos que se recogen en los siguientes índices:

4.7.4.1. Índices cuantitativos

Corresponden a las siguientes variables de interés:

- Diámetro a la Altura del Pecho (DAP):

Se recoge el valor del diámetro del árbol a la altura del pecho (1.30 m) mediante cinta pi (cinta π), que permite determinar el diámetro a través de la circunferencia del árbol de forma instantánea.

- Altura maderable:

Altura comercial o de cortabilidad, determinada por un diámetro mínimo en punta delgada, habitualmente 7.5 cm y la existencia de una rama gruesa o una torcedura importante del fuste que dificulte su aserrío.

Para la recogida de este valor se utilizó un clinómetro Sunnto y una cinta métrica.

- Número de vecinos:

Para el caso del inventario de fincas con lotes inferiores a 2 ha, donde se ha realizado un muestreo basado en árboles individuales, detallado en el punto 4.7.5. *Tipos de inventario*, se ha contabilizado el número de vecinos inmediatos de cada árbol presentes a su alrededor, para estimar la supervivencia de los árboles, ya que se trata de un método de muestreo de los árboles actualmente en pie y no de la población original.

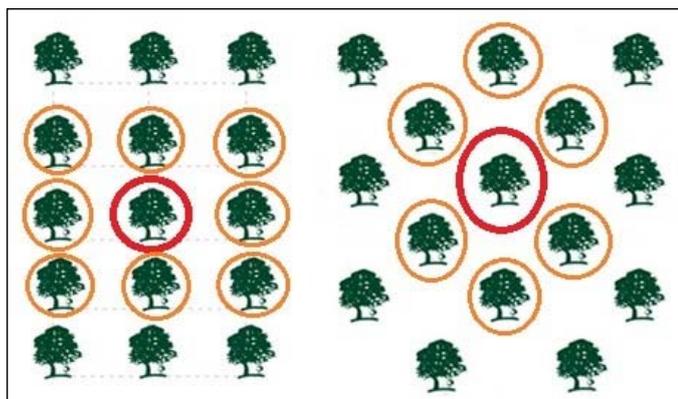


Figura 32. Número de vecinos en plantaciones forestales a marco cuadrado y a tresbolillo. Modificado de <http://hifasdaterra.com/>

En plantaciones realizadas a marco cuadrado o marco real, el número de vecinos será de 8 y en el caso de la disposición al tresbolillo de 6, como se muestra en la figura 31. De esta manera, de cada árbol muestreado se

obtendrá un cociente $n/9$ o $n/7$ donde “n” es el número de árboles en pie de los 8 o 6 posibles vecinos + el árbol centro. Este procedimiento se realiza en cada árbol muestreado y finalmente se obtiene un cociente promedio que permita obtener un estimado de supervivencia y mortalidad de mayor confianza (Murillo *et al*, 2012).

4.7.4.2. Índices cualitativos de calidad

Para conocer la calidad de la madera, se establecieron 4 categorías de calidad según criterios de Murillo y Camacho (1998). Calidad 1 para trozas excelentes, rectas y sin defectos, calidad 2 con defectos leves, calidad 3 con limitaciones para su utilización en aserrío y calidad 4 o no aserrables. La calidad del fuste de un árbol se basa en la valoración de un conjunto de características cualitativas como rectitud, ausencia de bifurcaciones, sanidad, ausencia de ramas gruesas y en ángulo agudo y ausencia de cualquier otro defecto que limite su aserrío (Murillo, 2000).

Como primeras trozas se ha considerado la longitud de cuatro varas que corresponde a 3.36 m (una vara equivale a 0.84 m) y hace referencia al sistema de medida comercial maderable más común utilizado en Costa Rica.

Además, se tomaron ciertas anotaciones en la fase de inventario, sobre individuos que tenían características morfológicas negativas, tales como curvatura y torcedura excesiva del fuste, bifurcaciones y chancros, que afectan al aprovechamiento maderable posterior. Estas características aparecen reflejadas en los estadillos de inventario.



Figura 33. Medición del diámetro de un individuo de *Acacia mangium* durante la realización del inventario. En la foto: Leonel Coto, asistente técnico de campo de CATIE.

4.7.5. Tipos de inventario

Puesto que la muestra es muy variable en cuanto a tamaño y composición, se ha considerado necesario realizar dos tipos de muestreos: un muestreo sistemático de árboles individuales para las fincas menores de 2 ha y un muestreo aleatorio simple con parcelas circulares para fincas mayores de 2 ha.

4.7.5.1. Muestreo sistemático de árboles individuales

Realizado en fincas de 1 a 2 ha de superficie y fincas agroforestales. Recordamos que las parcelas de menos de 1 ha no son objeto de estudio ya que no se considera que el volumen de madera alcanzable sea representativo y normalmente hacen referencia a pequeñas plantaciones con usos agroforestales sin importancia forestal.

Las plantaciones pequeñas y los sistemas agroforestales generan un problema de muestreo. Según Murillo *et al* (2012), la unidad de muestreo debe permitir capturar información representativa de la masa forestal, a bajo costo y con un error de muestreo bajo.

En lotes pequeños de poco más de 1 ha, una única parcela de 500 m² significa un 5 % del área total, valor muy superior del 2.5 a 3 % recomendado para muestreo en estudios de evaluación y valoración de plantaciones (Murillo y Badilla, 2004). Además, con una sola parcela no se puede estimar el error de muestreo, pues no hay variación. Si se hacen dos parcelas se estaría muestreando el 10 % de la población y el error de muestreo sería muy superior al 10 % recomendado (Murillo y Badilla, 2004). Por lo tanto, es evidente que el sistema tradicional de inventario basado en parcelas circulares no logra obtener información representativa de la plantación o del cultivo agroforestal, donde aparecen situados los árboles de forma más dispersa.

El estudio previo de (Murillo *et al.*, 2012) en cinco plantaciones en el Pacífico norte y central de Costa Rica indica que con un 3 % de los árboles en pie inventariados se obtiene suficiente representatividad de la masa forestal y el error real máximo se encuentra por debajo del 10 %.

En este caso, se ha adoptado el criterio de medir un 4 % de la muestra para que se tenga la suficiente representatividad y los errores sean aún menores.

El procedimiento para realizar este tipo de inventario es muy simple, se inicia con un árbol aleatorio y sistemáticamente se mide uno de cada 25 árboles (4 %) en pie. En cada árbol se mide diámetro a la altura del pecho (DAP), altura comercial y se contabiliza el número de vecinos inmediatos presentes a su alrededor que conforman una parcela imaginaria para conocer el número de árboles que han sobrevivido de la población original, a través de un cociente promedio. El conteo de árboles vecinos no se realiza si el árbol se localiza en el borde de la plantación.

Este muestreo tiene una alta representatividad del lote, ya que obliga al técnico a recorrerlo completamente.

4.7.5.2. Muestreo Aleatorio Simple (MAS)

El MAS es la técnica de muestreo en la que todos los elementos que forman la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados para la muestra. Se ha

empleado en fincas mayores de 2 ha, muestreando una parcela por cada hectárea de plantación, realizando parcelas circulares de radio 12.62 m que hacen una superficie total de 500 m².

Para realizar el inventario se han situado las parcelas de forma aleatoria dentro de la población muestreada (Mc Roberts *et al*, 1992). Cuando la parcela se situaba en un lugar con ciertos vacíos o poco representativo, se desplazaba ligeramente el centro de la parcela para cubrir una superficie lo más representativa posible. En cada parcela se mide el diámetro normal y la altura comercial de cada árbol y se anota, si hubiera, alguna característica morfológica negativa del fuste que pueda afectar a la madera.



Figura 34. Parcela circular de inventario. En el centro de la figura se ve una estaca de madera clavada que indica el centro de la parcela.

4.8. Informe selvícola

En el informe selvícola se ha incluido:

- Diagnóstico selvícola:
 - Mezcla de las especies y estratificación.
 - Diagnóstico vegetativo de las distintas especies de interés: vigor, competencia y porvenir general.
 - Estado sanitario y daños sobre la vegetación.
- Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos.
 - Tratamientos selvícolas realizados.
- Dinámica natural del cultivo.
- Objetivo estructural.
- Situación actual.
- Prescripción selvícola.
- Información referente al sistema PSA.
- Cualquier otro aspecto relevante para la planificación futura.

Una vez recogida toda la información en los informes selvícolas individuales, se ha elaborado un informe selvícola general más detallado en el que se recoge toda la información del presente estudio:

- Existencias maderables totales procedentes de cultivos sujetos a PSA.
- Estado general de las plantaciones.
- Crecimiento medio anual de los cultivos para estimar las especies forestales más apropiadas.
- Número de productores de madera dentro del área de estudio.
- Funcionamiento del sistema de PSA en el CBVCT.

5. Resultados y Discusión

5.1. Aspectos generales

Cerca del 80 % de las fincas visitadas se tratan de cultivos forestales o pequeñas plantaciones situadas dentro de grandes fincas multifuncionales donde también se cultiva café, caña de azúcar, banano o cacao y se alimenta al ganado vacuno, en otras partes de la finca. El 20 % restante si son cultivos agroforestales en los que se combinan esos cultivos agrícolas con árboles como *Cordia alliodora* y *Eucalyptus deglupta*, entre otros.

De las 33 fincas de interés maderable visitadas, 23 no habían recibido el manejo adecuado y tenían densidades muy elevadas para el estado de desarrollo en el que se encontraban (ver figura 35).

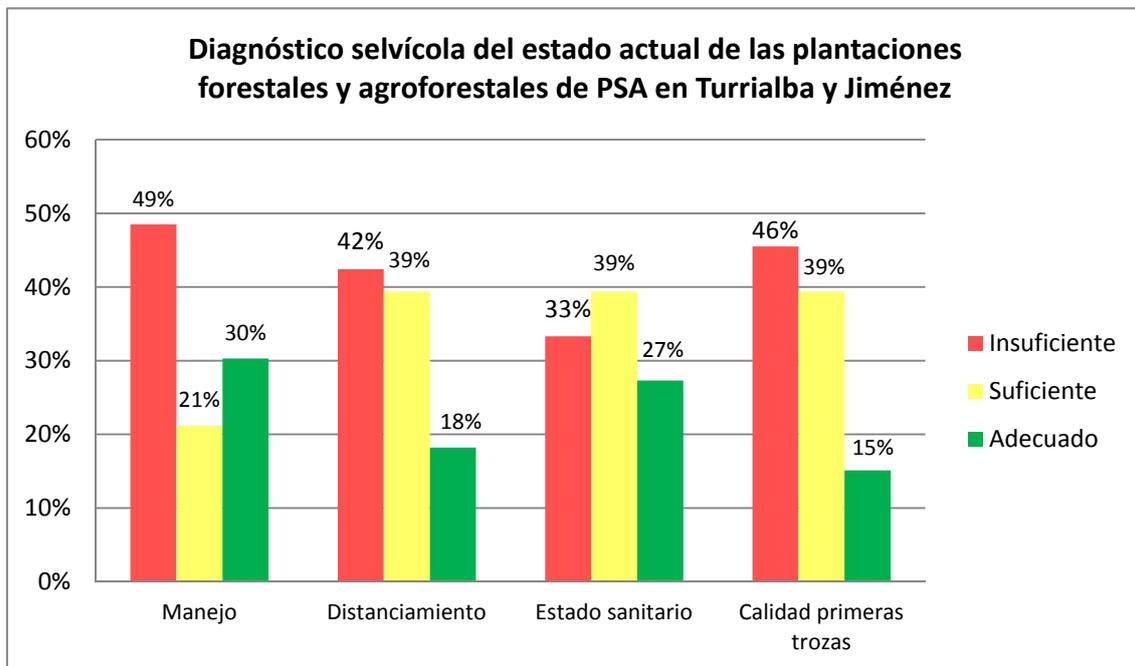


Figura 35. Resultados porcentuales de la valoración del estado actual del diagnóstico selvícola de las plantaciones forestales y agroforestales de interés maderable visitadas en la zona de estudio incluidas en el programa PSA, para un total de 33 fincas.

El 48.5 % de las plantaciones no recibieron el manejo adecuado provocando la muerte de varios de sus individuos que han quedado bajo la copa de su competidor inmediato. Se han originado además torceduras en fustes de pies que buscan la luz y se ha limitado el desarrollo de los árboles perdiendo altura y grosor.

Al no recibir el manejo adecuado, las densidades del cultivo no disminuyeron a tiempo por la falta de raleos (clareos y claras) y la competencia o distanciamiento entre individuos de la misma especie es elevada. El 42.4 % de los cultivos tiene un espaciamiento insuficiente y tan solo el 18.2 % posee unas densidades adecuadas.

Un cultivo forestal necesita los cuidados y el manejo adecuados en su fase de crecimiento para obtener trozas de cierta calidad (Quirós et al, 2005) y por esta causa muchos de los árboles de la zona de estudio dificultarán su venta posterior. Al complicarse la fase de venta de madera, estos cultivos continuarán en pie más tiempo del necesario.

Por otro lado, solo el 27.3 % de las plantaciones tiene un estado sanitario adecuado y prácticamente no ha sido afectado por hongos patógenos u hormigas podadoras. Las hormigas se tratan de varias especies del género *Atta* y *Acromyrmex* que alimentan hongos en el interior de sus hormigueros con partes foliares tiernas que cortan las de los árboles. Se trata de un serio problema presente en todos los cultivos de árboles de hojas no aciculares en zonas tropicales (Mesén, 2015), que produce la defoliación total de los pies jóvenes y causa la posterior muerte del individuo. Los cultivos de coníferas han mostrado los mejores resultados en este aspecto.

Se han encontrado 10 cultivos con cerca del 80 % de los pies iniciales de la plantación muertos, bifurcados y retorcidos, provocado generalmente por la mala calidad de planta procedente de vivero. Las especies más afectadas por esta causa han sido *Pinus oocarpa*, *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata* y *Vochysia guatemalensis* (ver anexo 1. Informes selvícolas individuales).

La calidad de las primeras trozas de los fustes de los árboles era muy cuestionable, tan solo el 15 % de las fincas visitadas presentan trozas de calidad 1, menos del 40 % se podrán aserrar aunque la madera presente ciertas limitaciones como nudos saltadizos, fendas o acebolladuras en la madera y el 45 % restante directamente no se podrán aprovechar para madera de aserrío, teniendo que buscar otro tipo de destinos como pulpa para pasta de papel o madera de desintegración para la elaboración de formaletas o tableros de partículas, tableros de fibra o tarimas (*pallets*). Estas deficiencias son provocadas porque los tratamientos de podas y raleos que han recibido no se han realizado de la mejor forma posible. Esto es debido en parte a que el tamaño de las plantaciones generalmente no sobrepasaba las dos o tres hectáreas y era el propio propietario de la plantación quien realizaba el tratamiento, en ocasiones no teniendo los conocimientos o el material adecuados.

El 63.6 % de los propietarios de las plantaciones pretende obtener madera de calidad (ver figura 36). Lamentablemente muchos de estos cultivos, al no recibir un correcto manejo desde los primeros años, verán muy difícil encontrar un comprador que pague la madera a un precio realmente competitivo.

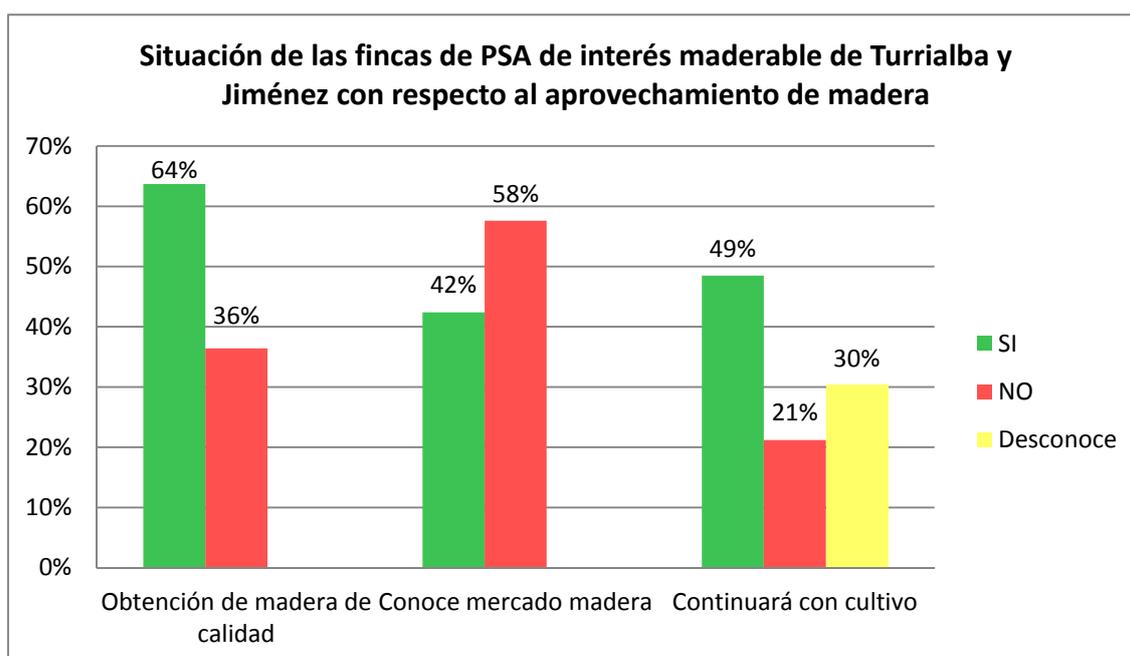


Figura 36. Destino de las fincas que componen la muestra total visitada de interés maderable (33 fincas) respecto al aprovechamiento final, conocimiento por parte del propietario del mercado laboral y futuro de la plantación.

La situación actual del mercado de madera para Turrialba y Jiménez no es muy propicia para la venta de madera de escasa calidad. Varios aserraderos de la zona cerraron en los últimos años, provocando que el mercado sea bastante inestable y que el productor tenga problemas para vender la madera con facilidad. De hecho, algún propietario que ha realizado un raleo en su cultivo tiene la madera amontonada a pie de monte, esperando a que llegue algún comprador, sin mucho éxito.

A esta situación se suma que el 42.4 % de los propietarios desconoce el mercado de la madera de la zona, no sabe quién le puede comprar su madera y es posible que por tener dificultades en la venta de madera en pie, pase el tiempo y la plantación no sea cortada en el momento apropiado.

Por otro lado, el 48.5 % de los propietarios asegura que no va a continuar con los tratamientos forestales, abandonando la plantación a su suerte sin realizar los correspondientes raleos. Tampoco llegará a aprovechar o no reemplazará la plantación cuando ésta sea cortada.

Se ha calculado un índice de calidad general de la plantación, que engloba los anteriores aspectos de manejo, competencia, estado sanitario y calidad de las primeras trozas de madera (ver figura 37).

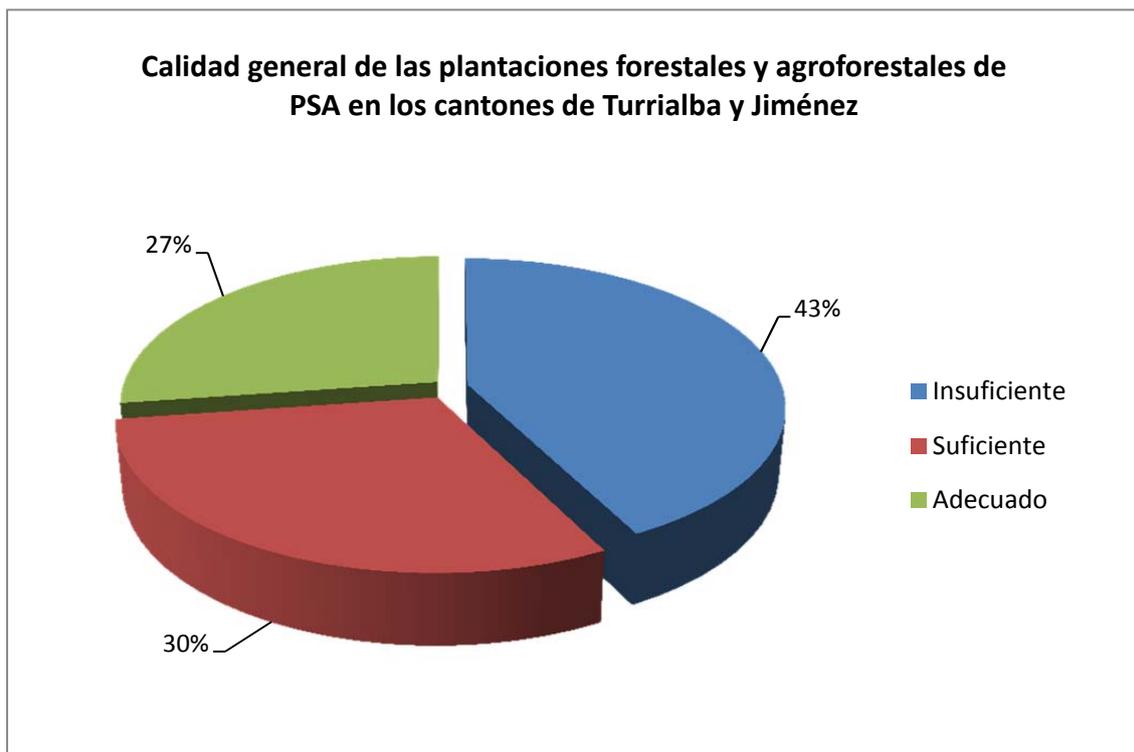


Figura 37. Calidad general de las plantaciones forestales y agroforestales de PSA entre los años 2006 y 2015 en los cantones de Turrialba y Jiménez

El diagnóstico selvícola realizado confirma que el estado de las plantaciones forestales no es el más adecuado de cara a la producción de madera de calidad.

5.2. Criterios de los propietarios forestales

En general hay bastante descontento con el funcionamiento actual del programa de pagos en la región, ya sea porque la mayoría de los propietarios no recibe la totalidad de los cobros o porque el seguimiento y la asistencia técnica son insuficientes (ver figura 38).

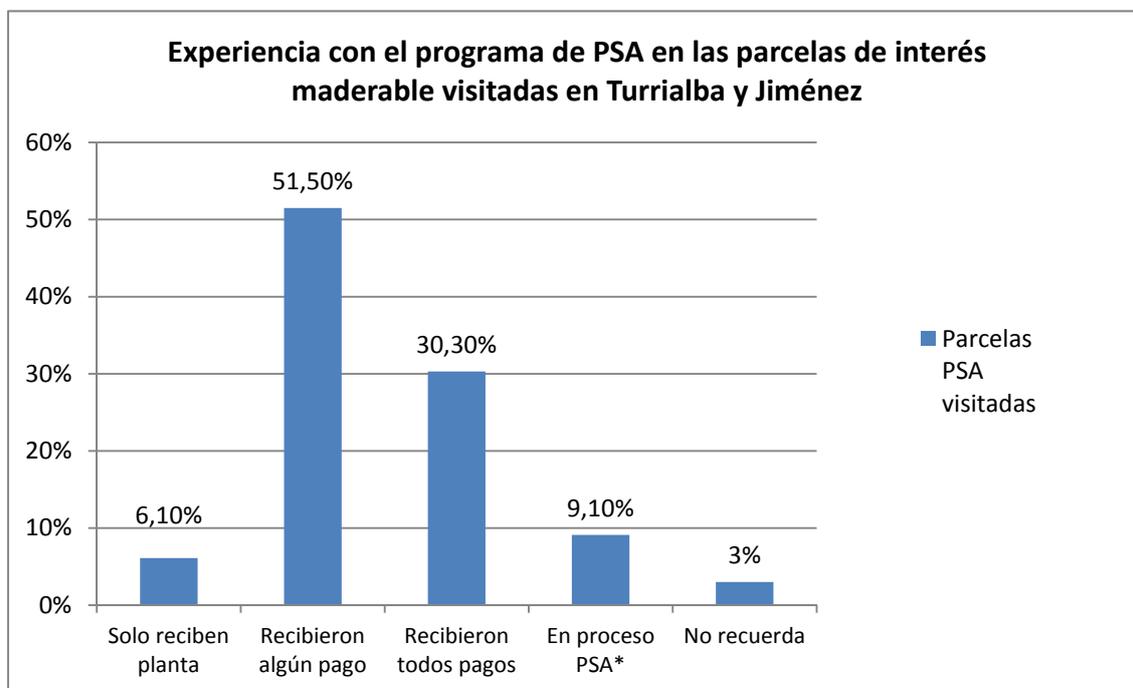


Figura 38. Resultados de las fincas visitadas que se encuentran adscritas a PSA en el cantón de Turrialba y Jiménez con interés maderable respecto al funcionamiento actual de los cobros del programa vigente. * Fincas que se encuentran actualmente dentro del proceso de pagos por PSA puesto que son demasiado jóvenes.

Desde hace alrededor de 10 años las competencias de asistencia técnica corren a cargo de personal privado llamados regentes. Éstos se deben encargar del control y asesoramiento al propietario del cultivo para que pueda emitir informes favorables y sigan recibiendo los debidos pagos. Generalmente estas personas no realizan esta labor a tiempo y las plantaciones no vuelven a ser visitadas, por lo que el propietario no le da el manejo adecuado y pierde los últimos pagos.

Este debe ser un punto muy importante a mejorar que FONAFIFO debería solucionar para que el sistema de PSA funcione correctamente y se aproveche el dinero ya destinado a estos cultivos.

El 57.7 % de las fincas no recibieron la totalidad de los pagos, siendo la situación más común haber recibido los dos primeros que engloban el 80 % del dinero de las ayudas. Hay que recordar que el monto total se recibe en tres cobros del 60, 20 y 20 % del precio total por árbol plantado, que oscila entre 1.7 a 2.4 \$/árbol.

Por lo tanto, el 20 % restante del dinero se suele perder, quedando congelado en unos fondos perdidos según personal de FONAFIFO. Aquí tenemos uno de los principales problemas que deberían tratar de resolverse urgentemente para permitir que el programa PSA se desarrolle de forma eficiente.

Únicamente 10 de las 33 fincas visitadas habían recibido la totalidad de los cobros. Estas plantaciones tienen en común que presentan el mejor estado de conservación y que han recibido los raleos y podas oportunos. Alguno de estos propietarios nos contó

que ellos tenían que avisar constantemente al regente para que visitara su plantación y emitiera el informe favorable para recibir los cobros.

Quizá la solución para recibir la totalidad del dinero del contrato no pasa solo por el regente o el propietario, pero con una mayor implicación de ambas figuras se conseguirían mejores resultados y el programa de PSA en la región respecto a la modalidad de plantaciones forestales y agroforestales funcionaría mejor.

Donde no hay ninguna duda es en la parte de adquisición de planta, todos los propietarios coincidieron en que se le había facilitado la planta que ellos querían en el vivero más cercano a su residencia. De esta labor se encarga el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y se puede decir que, a día de hoy, su funcionamiento es ejemplar.

Tan solo se puede reprochar, en algunos casos, la entrega de planta en mal estado por parte del personal trabajador del vivero, según conversaciones con algún propietario, hecho que dificulta el correcto desarrollo de los árboles. Esto puede solucionarse con una mejor planificación de los agentes implicados en la adquisición, engorde y entrega de planta y una revisión exhaustiva del material vegetal por parte del regente o asistente técnico, que se encargue de valorar la calidad de la planta.

5.3. Potencialidad forestal del área de estudio

En la tabla 4 aparecen las especies forestales plantadas en la zona de estudio.

Tabla 4. Especies forestales presentes en las plantaciones de la zona de estudio.

Especie	Nombre común	Crecimiento medio anual DAP (cm/año)	Crecimiento medio mínimo y máximo DAP (cm/año)	Estimación superficie (%)	Estimación volumen (%)
<i>Pinus oocarpa</i>	Pino	2.74	1.6 – 3.7	91.56	97.45
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	2.05	2 – 2.25	2.56	1.51
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	2.02	0.95 – 3.1	2.05	0.07
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	2.26	1.5 – 3.6	2.21	0.06
<i>Eucalyptus deglupta</i>	Eucalipto	2.48	2 – 3.5	1.37	0.13
<i>Vochysia guatemalensis</i>	Chancho blanco	4.16	3 – 5.7	0.88	0.11
<i>Vochysia ferruginea</i>	Chancho colorado	2.14	2.14	0.80	0.09
<i>Hieronima alchorneoides</i>	Pilón	2.49	2.1 – 3.4	0.78	0.08
<i>Acacia mangium</i>	Acacia	2.88	1.85 – 3.54	0.72	0.06
<i>Schizolobium parahyba</i>	Gallinazo	3.47	3 – 3.5	0.58	0.15
<i>Anacardium excelsum</i>	Espavel	1.02	1.02	0.56	0.01
<i>Terminalia amazonia</i>	Roble coral	2.09	2 – 2.2	0.43	0.08
<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	2.68	2.4 – 2.8	0.41	0.16
<i>Samanea saman</i>	Cenízaro	2.43	2.4 – 2.8	0.24	0.01
<i>Dypterix panamensis</i>	Almendro	1.98	1.98	0.18	0.01

Pinus oocarpa es la especie que mayor superficie ocupa y mayor volumen de madera comercial aporta a la zona de estudio, estando muy por encima del resto de especies

que representan el 8.44 % de superficie y el 2.55 % del volumen total restante. Es por tanto la especie forestal más frecuente en cultivos forestales puros, pero en ninguna finca fue utilizada como especie acompañante en cultivo agroforestal.

Una pequeña parte de la muestra (7 de 33 plantaciones) tenían árboles de *Cordia alliodora*, *Eucalyptus deglupta* o *Hieronima alchorneoides* asociados a cultivos agroforestales, cafetales generalmente. El destino de estos árboles era la obtención de madera, la producción de sombra beneficiosa para el cultivo agrícola y la mejora de la estructura del suelo, entre otras.

En general, el estado de calidad de las plantaciones agroforestales era mejor gracias al continuo manejo que reciben sus cultivos agrícolas asociados y a no tener problemas con las densidades de los árboles, ya que el distanciamiento de la plantación inicial de los árboles forestales es el definitivo.

Si se analizan las especies con mejor crecimiento (ver tabla 5), se observa que hay gran variabilidad entre el valor de crecimiento medio mínimo y el crecimiento medio máximo entre distintas fincas. Esto es debido al manejo, densidad de plantación y mezcla de especies. En cultivos donde se han realizado los raleos en el momento adecuado, los crecimientos en diámetro eran muy superiores a las plantaciones sin manejo, que gracias a la fuerte competencia no permitía el correcto desarrollo de la especie.

Por ejemplo, para el caso de *Vochysia guatemalensis*, tiene un valor medio mínimo de 2.9 cm/año y máximo de 5.75 cm/año, que corresponden a la finca con número de resolución 262-12 y 386-11 respectivamente. La finca 262-12, que muestra el crecimiento inferior, no recibió ningún cuidado cultural posterior a la plantación, comparte superficie con *Acacia mangium* y está situada en una fuerte pendiente. Por el contrario, la finca 386-11 es una plantación pura que aunque no ha recibido el manejo adecuado, el distanciamiento inicial fue mayor (3 x 3 m) permitiendo un mejor desarrollo de los árboles.

Otro ejemplo puede verse en las plantaciones de pino, cuyo valor mínimo es de 1.65 cm/año (finca 234-10) y máximo 3.78 cm/año (finca 037-10). La finca 234-10 no ha recibido ningún raleo desde su plantación y cerca del 80 % de los árboles de la plantación inicial han muerto. Por el contrario en la finca 037-10 ha recibido un tratamiento selvícola (ver Anexo 1. Informes selvícolas individuales).

La mayoría de especies que aparecen en la tabla 6 no tienen un interés maderable para aserrío, a excepción de la caoba (*Swietenia macrophylla*) y del pilón (*Hieronima alchorneoides*) que sí son apreciados. Del resto de especies se puede obtener madera para algún subproducto, como madera de desintegración para elaboración de formaletas o tableros de partículas y fibras, madera para construcción como reglas, cuadros y alfajillas y elaboración de tarimas o *pallets*, muy usados en la importación de productos agrícolas producidos en Costa Rica como piña y banano.

Tabla 5. Especies forestales con mejor crecimiento medio anual en DAP observado en las plantaciones de interés maderable procedentes de PSA en los cantones de Turrialba y Jiménez.

Especie	Nombre común	Crecimiento medio anual total DAP (cm/año)	Crecimiento medio anual rango datos DAP (cm/año)
<i>Vochysia guatemalensis</i>	Chancho blanco	4.16	2.9 – 5.75
<i>Pinus oocarpa</i>	Pino	2.74	1.65 – 3.78
<i>Eucalyptus deglupta</i>	Eucalipto	2.48	1.87 – 3.48
<i>Samanea saman</i>	Cenízaro	2.43	2.43
<i>Hieronima alchorneoides</i>	Pilón	2.49	2.0 – 3.34
<i>Terminalia amazonia</i>	Roble coral	2.09	2.09
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	2.26	1.24 – 3.63
<i>Schizolobium parahyba</i>	Gallinazo	3.47	3.47
<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	2.68	2.68
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	2.05	2.05

El criterio de altura comercial también se ha tenido en cuenta para la elaboración de la lista de especies de la tabla 5 y que aparece detallada por finca en el Anexo 3. *Tabla resumen inventarios*. Se ha comprobado que la altura comercial estaba directamente relacionada con las podas recibidas y la calidad de la planta de vivero. Este criterio no se ha considerado determinante ya que muy pocos árboles habían recibido poda y la calidad de la planta recibida se desconoce hoy día.

A raíz del análisis de crecimiento medio y estado sanitario de los árboles que componen los cultivos forestales de la muestra visitada, se identificaron dos especies que se deberían descartar para futuras plantaciones en la zona de estudio. Se trata del cedro amargo (*Cedrela odorata*) y de la acacia (*Acacia mangium*).

Cedrela odorata posee un crecimiento medio inferior de 0.95 cm/año en la finca 320-09 motivado por que se utilizó planta de procedencia de la zona del Pacífico que fue seriamente afectada por *Hypsipyla grandella*. Se trata de un lepidóptero barrenador de yemas que aborta el crecimiento anual de la especie, produciendo graves deficiencias morfológicas en el fuste de cedros (Howard y Merida, 2004). Las otras dos fincas de cedro (279-09 y 188-10) poseen crecimientos medios de 3.1 y 1.0 cm/año respectivamente y corresponden a fincas que no han recibido manejo alguno desde la plantación y han sido afectadas por este lepidóptero y hormiga defoliadora zompopa.

En el caso de *Acacia mangium*, se han encontrado plantaciones con graves problemas de royas, necrosis y chancros en sus troncos, que manifiestan la presencia de una enfermedad que afecta a la calidad de madera del fuste a partir de diámetros mayores de 15 – 20 cm, limitando su posterior aprovechamiento. Esta enfermedad es provocada por insectos escolítidos del género *Ceratocystis* spp. (Díaz Acosta, 2013), mismo género vector de la grafiosis del olmo, que dispersa la enfermedad que afecta al corazón de la madera de los árboles de acacia. Estos síntomas se han apreciado en las tres fincas inventariadas con esta especie (fincas 311-12, 262-12 y 2-013).

El resto de especies inventariadas como espavel (*Anacardium excelsum*), chancho colorado (*Vochysia ferruginea*) o almendro (*Dipterix panamensis*), no han alcanzado crecimientos adecuados. Espavel mostró un crecimiento medio de 1.02 cm/año en la finca 234-10, chancho colorado 2.14 cm/año en 325-11 y almendro 1.98 cm/año en

081-13. Son valores muy bajos, crecimientos lentos y además su principal uso está muy lejos de la producción de madera de calidad. Se desaconseja la plantación de alguna de estas tres especies si se pretende obtener de madera de calidad.

En cuanto al volumen aproximado de madera en pie procedente de plantaciones forestales y cultivos agroforestales en los cantones de Turrialba y Jiménez se estima en 88 950 m³ (ver Anexo 3).

Hay que destacar que la mayor parte de la madera (84 774.6 m³) pertenece a 4 fincas con un total de 551.5 ha de plantación de *Pinus oocarpa* que reciben los tratamientos intermedios necesarios (chapeas, podas y raleos). Las fincas pertenecen a las resoluciones 252-08, 327-09, 288-10 y 338-11. En total representan al 87.6 % de la superficie total de la muestra y el 95 % del volumen de madera. Estas fincas son gestionadas por una gran empresa maderera americana.

Quitando estas 4 fincas y otra de pequeñas dimensiones con pino y ciprés perteneciente al titular de un pequeño aserradero (finca 037-10), la madera del resto de las plantaciones está muy lejos de ser aprovechada como madera de calidad. Esta madera (4 175.8 m³) se encuentra repartida en 28 fincas con un total de 73.95 ha de superficie, lo que hace una superficie media por parcela de 2.64 ha. De estas fincas tan solo el 17.86 % ha recibido un buen manejo, pero ninguna de ellas posee las primeras trozas de madera de calidad 1, sin defectos. No obstante, la finca que mejores árboles tiene dentro de esta categoría es la 320-09, que posee una parte con 16.09 ha de caoba (*Swietenia macrophylla*) en buenas condiciones con 1 343.44 m³ de madera (el 1.51 % del total del volumen maderable), aunque no excelentes, ya que necesita urgentemente un raleo según recoge el informe selvícola de la finca situado en el Anexo 1. *Informes selvícolas individuales*.

Existen 7 plantaciones forestales en edad de aprovechamiento en la zona de estudio que no se han llegado a cortar por falta de un manejo adecuado y falta de compradores interesados. El consumo de madera procedente de plantaciones situadas en Costa Rica no se encuentra en su mejor momento. Entre 2007 y 2012 la cantidad de madera procesada en rollo cayó un 34.6 % (Chavarria y Castillo, 2012).

El volumen total de madera del Corredor Biológico es mayor a estos casi 90 000 m³, ya que existen un total de 18 fincas que no se ha podido visitar y que el resto de parcelas, no incluidas en PSA que hay en la zona de estudio, no se han inventariado por la dificultad que conlleva localizarlas sobre el terreno sin una buena base de datos de origen. Estas parcelas se localizaron dispersas por la zona de estudio y presentaban, en un primer vistazo, un estado general adecuado, mejor que el de las plantaciones adscritas al programa de PSA. Esto evidencia aún más que el programa de pagos al que se suscriben los pequeños propietarios no funciona correctamente y que por el contrario, los cultivos de propietarios privados con mayor interés y vocación forestal, si realizan un mínimo manejo a sus plantaciones pensando en el aprovechamiento final de los árboles de la finca.

Sería por lo tanto muy interesante averiguar el motivo por el cual los propietarios de esas plantaciones, aparentemente mejor conservadas, no quieren adscribirse al sistema de PSA.

El estancamiento del mercado acarrea unas consecuencias directas en el bosque y las plantaciones existentes. Hay muchas opiniones sobre el porqué no se está realizando una silvicultura sostenible en Costa Rica. Varios expertos coinciden en que entre los principales problemas destaca el régimen de tenencia de las áreas boscosas, mayoritariamente en manos del Estado, con un marco legal rígido y proteccionista.

La Ley Forestal N.º 7575 en su artículo primero prohíbe la corta o el aprovechamiento de los bosques en parques nacionales, reservas biológicas, manglares, zonas

protectoras, refugios de vida silvestre y reservas forestales propiedad del Estado (Costa Rica, Ley 7575). Esta superficie comprende actualmente más del 20 % del territorio nacional (Ortiz-Malavasi, 2014). Además las áreas bajo protección de bosque dentro del programa de PSA tampoco se pueden cortar en los años siguientes de firma del contrato, actualmente 5 años (Decreto 39083-Minae, 2015), por lo que se restringe la corta de madera a pequeñas áreas privadas.

Por otra parte, esa misma ley estipula que los recursos forestales en manos privadas son susceptibles de ser aprovechados únicamente si cuentan con un plan de manejo (Decreto 34559-Minae, 2008) elaborado y ejecutado por un ingeniero o regente forestal, como en el caso de la asistencia técnica de los cultivos de PSA. Esto complica el funcionamiento y por falta de seguimiento, el propietario acaba por perder los últimos pagos de las ayudas del programa como hemos visto en el 57.6 % de las fincas del área de estudio. Sucede, en parte, porque existe un divorcio real actualmente entre el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), desde que decidió éste último atribuir las competencias de asistencia técnica a los regentes forestales, antes elaborado por técnicos de MINAE. Esta situación ha estancado los aprovechamientos forestales en las regiones menos productivas madereras de Costa Rica, como en la que nos encontramos.

Las previsiones de demanda de madera para 2050 según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2000), se duplicarán gracias a la construcción en madera y al consumo de biomasa, por lo que debemos tener presente que los bosques naturales no podrán abastecer la totalidad de la madera requerida con técnicas de bajo impacto que ya se están desarrollando (Navarro y Bermúdez, 2013) y las plantaciones forestales tendrán que ayudar en el suministro de madera.

5.4. Conectividad ecológica

Las plantaciones forestales y cultivos agroforestales de la zona de estudio sirven como áreas de paso para atravesar grandes espacios fragmentados de paisaje. Estos cultivos cumplen por lo tanto una función de conexión muy importante.

Según Ramos y Finegan (2005), a mayor conexión física entre los parches de bosque natural, mayor es la movilidad de los organismos y el mantenimiento de los flujos y procesos ecológicos. Por lo tanto con la creación y el desarrollo de los cultivos forestales dentro del Corredor Biológico, se mejora notablemente la conexión entre los bosques naturales.

Las plantaciones, dependiendo de su estructura interna y por tanto de su gestión y manejo posterior, pueden suponer una matriz permeable u hostil al trasiego de la biota forestal. Así, para ciertas especies forestales la matriz de plantaciones puede funcionar como corredor ecológico, aunque no actúe como hábitat reproductivo (Acosta y Simonetti, 2004).

El tamaño y disposición de las plantaciones, su grado de desarrollo y las características estructurales de la vegetación, inciden de manera notable sobre la permeabilidad del paisaje (Gurrutxaga y Lozano, 2007). Por lo tanto, aunque el 69.7 % de los cultivos no tenga el manejo adecuado y la calidad de la madera a obtener vaya a ser escasa, las plantaciones cumplen la importante función de conectividad del corredor.

El tamaño de las plantaciones influye directamente y determina en gran medida la riqueza de especies que éstas contienen (Atienza, 2004), de forma que a partir de un

tamaño mínimo, particular para cada especie, los parches de vegetación son ocupados por los organismos. En general, las plantaciones más pequeñas son ocupadas por un menor número de especies, que suelen ser las más resistentes a la fragmentación (Gurrutxaga y Lozano, 2007), mientras las de mayor tamaño presentan mayor riqueza específica y son utilizadas por especies típicamente de hábitats forestales. Además, cuanto mayor sea el tamaño de los cultivos forestales y agroforestales, menor será la incidencia del efecto borde que afecta directamente sobre la fauna que habita en estructuras forestales naturales.

En cultivos agroforestales, la conservación, restauración y adecuado manejo de setos y linderos con estructura arbustiva y arbórea, favorece la funcionalidad del paisaje para numerosos organismos silvestres. Los 7 cultivos agroforestales visitados en la zona poseían este tipo de estructuras, importantes tanto para los animales que encuentran alimento, refugio o lugar de reproducción en ellas, como para los que se desplazan a través de los mismos para poder atravesar el cultivo agrícola.

Un ejemplo al respecto lo constituye la observación de Daily et al. (2003) donde la mayor parte de los mamíferos nativos no voladores presentes en los bosques naturales de la región costarricense de Las Cruces, situada al sur del área de estudio, utilizan la matriz de plantaciones arbustivas maduras de café como extensión de los fragmentos boscosos. Así, los parches de bosque pequeños ven aumentado su valor de conservación por las plantaciones cafeteras adyacentes, de forma que la riqueza específica en ellos es similar a la de los bosques naturales aledaños y notablemente superior a la de los fragmentos de zonas agrícolas. Si además estos cultivos de café disponen de un cierto número de árboles, como la totalidad de los cultivos agroforestales visitados presentes en la zona, facilitarán el tránsito y descanso de aves forestales de pequeño y mediano tamaño, contribuyendo a la conectividad de la fauna.

De la misma forma, la conservación y restauración de ríos y riberas cumple un papel importante en la conectividad de especies en áreas fragmentadas, por lo que también se debería profundizar sobre este aspecto para consolidar el Corredor Biológico como estrategia de conservación de la biodiversidad.

6. Conclusiones

- En general, los cultivos forestales no reciben el manejo apropiado y provocan que su aprovechamiento maderero no sea rentable ya que el 43 % de las plantaciones muestra un estado general deficiente.
- El estado actual de las plantaciones forestales y agroforestales procedente del programa de Pagos por Servicios Ambientales dentro del Corredor Biológico Volcánica Central – Talamanca es muy mejorable, pues el 57.6 % de los propietarios no recibe la totalidad del importe de los pagos. El 60 % de los propietarios muestra rechazo hacia el sistema actual de Pagos por Servicios Ambientales motivado por la escasez de seguimiento y asistencia técnica por parte de los regentes forestales.
- Se ha puesto de manifiesto que es necesario invertir en una mejora en la asistencia técnica para que los propietarios puedan dar el manejo adecuado a las plantaciones.
- El estudio también señala la necesidad imperiosa de lograr una mayor coordinación entre los organismos de la Administración Forestal del Estado (FONAFIFO y MINAE) para fomentar el sector forestal y utilizar mecanismos para que favorezcan a pequeños y medianos productores.
- El estudio muestra que la actividad forestal y el empleo del sector en la región está en declive. Es necesario agregar un valor añadido a la madera para impulsar nuevamente el comercio de esta materia prima. El aumento de la madera importada, la madera de fuentes ilegales y el empleo de los productos sustitutos afectan directamente en los precios de la madera. Además, las importaciones se ven beneficiadas por la desgravación arancelaria que existe gracias a los actuales tratados internacionales.
- Queda de manifiesto que el número de propietarios que actualmente producen madera de calidad dentro del Corredor Biológico es insuficiente.
- Las especies que mejores crecimientos mostraron fueron *Vochysia guatemalensis*, *Pinus oocarpa*, *Eucalyptus deglupta*, *Samanea saman*, *Hieronima alchorneoides*, *Terminalia amazonia*, *Cordia alliodora*, *Schizolobium parahyba*, *Cupressus lusitanica* y *Swietenia macrophylla*. Todas ellas obtuvieron buenos rendimientos en plantaciones donde habían recibido el manejo apropiado y se recomiendan para futuras plantaciones.
- Los precios actuales de madera en pie de estas especies oscilan entre los 129.3 \$/m³ de *Samanea saman*, a los 77.6 \$/m³ de *Cordia alliodora* lo que permitiría un adecuado ingreso para el propietario si realizara el manejo adecuado a su plantación.
- Aunque las plantaciones y cultivos agroforestales no cumplan los objetivos productivos, en términos de conectividad, desempeñan en el área de este estudio un papel importante y actúan como áreas de tránsito de fauna entre bosques naturales.

7. Bibliografía

- Acosta, G. y Simonetti, J. (2004). Habitat use by *Oncifelis guigna* and *Pseudalopex culpaeus* in a fragmented forest landscape in central Chile. *Biodiversity & Conservation* vol 13 (6): 1135-1151.
- Aguilar Cumes, J. M. (1980). Código oficial para las especies arbóreas de Guatemala. Guatemala. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, Instituto Nacional Forestal. (INTECAP-INAFOR). 105 pp.
- Aguilar Cumes, J. M. y Aguilar Cumes M. A. (1992). Árboles de la Biosfera Maya Petén, Guía para las especies del Parque Nacional Tikal. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). Guatemala. 272 pp.
- Arguedas, M. (2007). Plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. *Revista Forestal Kurú* (4) 11 y 12 especial. San José, Costa Rica. Corporación Garro y Moya. 68 pp.
- Atienza, J.C. (2004). Efectos de la reforestación en zonas agrarias sobre la fauna. Tesis doctoral. Departamento de Zoología y Antropología Física, Universidad Complutense de Madrid.
- Barrantas, A. y Ugalde, S. (2017). Usos y aportes de la madera en Costa Rica. Estadísticas 2016. Oficina Nacional Forestal. Servicios gráficos AC S.A. San José, Costa Rica. 40 pp.
- Camacho, D., Moya, R. (2009). La madera certificada bajo el modelo del triple resultado. *Revista Forestal Kurú* 6 (16): 1 – 5.
- Camacho Calvo, M. (2015). Superficie de bosques susceptible de manejo forestal en Costa Rica y estimación de su potencial productivo. Consultoría: Fomento del reservas de carbono. Fonafifo-Redd+. 59 pp.
- Canet-Desanti, L., Finegan, B. y Herrera, B. (2011). Metodología para la evaluación de la efectividad del manejo de corredores biológicos. Gestión integrada de recursos naturales a escala de paisaje. Informe técnico nº 386. Publicación (6). Turrialba (Costa Rica). P 10. 46 pp.
- CATIE. (1994). Laurel *Cordia alliodora* (Ruiz y Pavón) Oken, Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Serie Técnica, Informe Técnico (239). CATIE, Turrialba, Costa Rica. 52 pp.
- CATIE. (1997). Cedro, *Cedrela odorata*. Costa Rica, *Revista Forestal Centroamericana* (21). 4 pp.
- CATIE. (1997). Nota técnica sobre Manejo de Semillas Forestales (20). *Cupressus lusitanica*. Turrialba, Costa Rica. 6 pp.
- Chavarria, M. I. y Castillo, M. (2012). Reporte estadístico forestal 2012. Sinac, Sirefor y Minae. San José, Costa Rica. 52 pp.
- Chavarria, M. I. y Castillo, M. (2013). Reporte estadístico forestal 2013. Sinac, Sirefor y Minae. San José, Costa Rica. 42 pp.
- Chaves, E. (2012). Competitividad de los productos de la madera en el mercado de la construcción en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica. Tesis de licenciatura de ingeniería forestal. Instituto tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 100 pp.

- Consejo Territorial de Desarrollo Rural (2015). Plan de Desarrollo Rural del territorio Turrialba-Jiménez 2015-2020. Inder: Instituto de desarrollo rural. Turrialba. Costa Rica. 156 pp.
- Corrales, L. y Alemán, V. (2017). Informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible 2017. Conservación, biodiversidad y zona marino costera de Costa Rica: avances, cambios y desafíos. Programa Estado de la Nación. San José. 48 pp.
- Decreto 34559-Minae, del 8 de enero de 2008, de estándares de sostenibilidad para manejo de bosques naturales. La Gaceta núm. 115, del 16 de junio de 2008.
- Decreto 39083-Minae, del 15 de abril de 2015, del Pago por Servicios Ambientales para el año 2015. La Gaceta núm. 143, del 24 de julio de 2015.
- Díaz Acosta, G. (2013). Enfermedades de importancia económica asociadas a plantas de *Acacia mangium* Wild. Tesis fin de estudios de Microbiología agrícola y veterinaria por la Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. Bogotá, Colombia. 42 pp.
- Elizondo, M. (2015). Suelos de Costa Rica. Orden Inceptisol. Boletín técnico N° 5. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA-Costa Rica). San José, Costa Rica. 2 pp.
- Estrada, A., Rodríguez, A. y Sánchez, J. (2005). Evaluación y categorización del estado de la conservación de plantas en Costa Rica. Museo Nacional de Costa Rica. INBio. Sinac. 228 pp.
- FAO. (2000). Perspectivas mundiales del suministro futuro de madera procedente de plantaciones forestales. Estudio de las perspectivas mundiales de los productos forestales. Roma, Italia. 176 pp.
- Flores, E. y Obando, G. (2003). *Dipteryx panamensis*. Árboles del trópico húmedo. Importancia socioeconómica. Ed Tecnológica de Costa Rica. Cartago. 324-331 pp.
- Geilfus, F. 1989. El árbol al servicio del agricultor: Manual de agroforestería para el desarrollo rural. Editorial Santo Domingo. Santo Domingo, República Dominicana. 417 pp.
- González Hernández, A., Toledo, K.I., Jiménez, V.M. y Moreno, F. (2014). Distribución espacial del arbolado del bosque de San Juan de Aragón. Folleto técnico (14). Inifap/Cenid-Comef. Coyoacán, México. 56 pp.
- Gurrutxaga, M. y Lozano, P.J. (2007). Criterios para contemplar la conectividad del paisaje en la planificación territorial y sectorial. Investigaciones Geográficas (44): 75-88. Universidad de Alicante, España.
- Hayashida-Oliver, Y., Boot, R.G. y Poorter, L. (2001). Influencia de la disponibilidad de agua y luz en el crecimiento y la morfología de plantines de *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Bertholletia excelsa*. Ecología en Bolivia (35), 51-60.
- Henríquez, C., Cabalceta, G., Bertsch, F. y Alvarado, A. (2014). Principales suelos de Costa Rica. Asociación costarricense de la ciencia del suelo. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Disponible en: <http://mag.go.cr>. Último acceso: abril 2018.
- Herrera Alegría, Z. y Lanuza, B. (1996). Especies para reforestación en Nicaragua. Nicaragua, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), Servicio Forestal. 185 pp.

- Hernández Sánchez, L.G., Barquero, A., Montero, W., Sánchez, H., Ávila, C. y Murillo, R. (2014). Vigésimoprimer informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible. Informe final. Gestión de los recursos forestales en Costa Rica. 26 pp.
- Howard, F.W. y Merida, M. (2004). El taladrador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* Zeller. U. S. Department of Agriculture, UF/IFAS. University of Florida. 9 pp.
- Inec (2011). Evolución de la pobreza. Indicadores provinciales, X Censo Nacional y VI de Vivienda. Censo 2011. San José, Costa Rica.
- Infante-Amate, J. y Picado, W. (2016). La transición socio-ecológica en el café costarricense. Flujos de energía, materiales y uso del tiempo (1935-2010), en Old and New Worlds: the Global Challenges of Rural History. International Conference, Lisbon, ISCTE-IUL, 27-30 January 2016: pp 6-7.
- Instituto Costarricense de Turismo. (2013). Anuario estadístico de turismo 2012. Resumen anual. 70 pp. Disponible en: <http://www.ict.go.cr/es/estadisticas>. Último acceso: abril 2018.
- Ley 7575, de 16 de abril de 1996, Ley Forestal. La Gaceta núm. 72, del 14 de junio de 1996.
- Lobo-Hernández, M. (2015). Captura, gestión y difusión de Datos Geoespaciales: el caso de Costa Rica. Instituto Geográfico Nacional. Registro Nacional República de Costa Rica. San José. 36 pp.
- Martínez, H. A. (2015). Eucalipto (*Eucalyptus* spp.): Condiciones para su cultivo. Fomento de la reforestación comercial para la mejora y conservación de las reservas de carbono. Fonafifo. Moravia, Costa Rica. 53 pp.
- Mc Roberts, R., Tomppo, E., y Czaplowski, R. (1992). Diseños de muestreo de las evaluaciones forestales nacionales. Antología de conocimiento para la evaluación de los recursos forestales nacionales. FAO. Roma, Italia. 21 pp.
- Merlo Caballero, M. (2007). Comportamiento productivo del café (*Coffea arabica* L. variedad Caturra), el poró (*Erythrina eppigiana*) el amarillón (*Terminalia amazonica*) y el Cashá (*Choroleuco neurycydum*) en Sistemas agroforestales bajo manejo convencional y orgánicos en Turrialba, Costa Rica. Tesis de Maestría, Catie, Costa Rica.
- Mesén, F. (2002). Estado de los recursos genéticos en Cuba, México y América Central, y plan de acción local para su conservación y uso sostenible. Informe de Consultoría preparado para el Taller subregional FAO, 25 - 29 noviembre 2002, Catie, Turrialba, Costa Rica. 101 pp.
- Mesén, F., Vásquez, W. y Víquez, E. (2007). Ensayos de familias F2 de *Eucalyptus deglupta* y *E. grandis* con fines de conversión en huertos semilleros. Agronomía Costarricense 31(2): 9-20.
- Mesén, E. (2015). Evaluación de la actividad entomopatógena de diversos aislamientos de hongos y cepas de *Bacillus thuringiensis* para el potencial desarrollo de un bioformulado contra las hormigas cortadoras de hojas de la especie *Atta cephalotes*. Trabajo final de graduación. Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 168 pp.
- Moya, R. (2002). Evaluación de las características y propiedades tecnológicas para la melina (*Gmelina arborea*) provenientes de plantaciones forestales. ITCR, Cartago. 80 pp.

- Moya, R., Salas, O. y Zúñiga, L. (2010). Acacia. *Acacia mangium* Willd. Ficha técnica 1. En tecnología de maderas de plantaciones forestales. Revista Forestal Mesoamericana Kurú 7 (18-19): 27-41.
- Moya, J. y Cedeño, B. (2017). Los diferentes datum y proyecciones cartográficas de Costa Rica: generalidades y relaciones, en: Revista geográfica de América central (59). Pp 39-61.
- Molina, M., Brenes, G. y Morales, D. (1996). Descripción y viverización de 14 especies forestales nativas del bosuqe seco tropical. 1 ed. Editorial Esfera. Grecia, Costa Rica. 44 pp.
- Montero, M. M. y Kanninen, M. (2005). Carbono fijado a diferentes edades en plantaciones de *Terminalia amazonia*, *Tectona grandis* y *Bombacopsis quinata* en Costa Rica. Revista Recursos Naturales y Ambiente. Nº 45: 112-119.
- Montero, M. M. y Kanninen, M. (2005). *Terminalia amazonia*; ecología y silvicultura. Serie técnica. Informe técnico nº 339. Turrialba, Costa Rica. 34 pp.
- Murillo, O. y Camacho, P. (1998). Evaluación de la calidad de plantaciones forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Serie de apoyo económico (27). Cartago, Costa Rica. 56 pp.
- Murillo, O. (2000). Índices de calidad para la reforestación en Costa Rica. Agronomía Costarricense vol. 24 (2). Pp 41 – 47. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Murillo, O. y Badilla, Y. (2004). Calidad y valoración de plantaciones forestales. Manual. Taller de publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago. 51 pp.
- Murillo, O., Badilla, Y. y Morales, M. (2012). Método de inventario para plantaciones pequeñas. Escuela de ingeniería forestal. Instituto tecnológico de Costa Rica. Cartago. 16 pp.
- Murrieta, E. (2006). Caracterización de cobertura vegetal y propuesta de una red de conectividad ecológica en el Corredor Biológico Volcánica Central – Talamanca, Costa Rica. Tesis fin de estudios de Máster de manejo y conservación de bosques tropicales y biodiversidad en Catie. Turrialba, Costa Rica. 141 pp.
- Navarrete, G. (2011). Avances del Monitoreo de Recursos Forestales en Costa Rica. Presentación en PowerPoint. MINAET, FONAFIFO. Turrialba, Costa Rica.
- Navarro, G.A. (2004). Diseño y análisis microeconómico de los mecanismos monetarios de fomento a las plantaciones forestales en Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente (43). 36-48.
- Navarro, G. y Bermúdez, G. (2013). Análisis económico del impacto de las restricciones técnicas y legales sobre la rentabilidad del manejo de bosques naturales y su competitividad respecto a otros usos de la tierra en Costa Rica.
- Nichols, D. y González, E. (1991). Especies nativas y exóticas para la reforestación en la zona sur de costa rica. Ofi-Catie. Costa Rica. 4 pp.
- Noss, R. (1992). The Wildlands Projec: land conservation strategy (en línea). Disponible en: <http://www.connix.com/harry/nosswild.txt>. Último acceso: 13 mar 2018.
- Obando, V. (2014). Vigésimo informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible 2013. Informe final, conservación y biodiversidad. San José, Costa Rica. Programa Estado de la Nación. 68 pp.

- Oficina Nacional Forestal, (2015). Construya con madera. Producción del departamento de contenidos a la medida de Grupo Nación para la Oficina Nacional Forestal (ONF) en conmemoración del Día del Árbol. La Nación. San José, Costa Rica. 32 pp.
- Oficina Nacional Forestal, (2018). Precios de la madera para las especies más comercializadas. Primer semestre del 2018. San José, Costa Rica. 10 pp.
- Ortiz-Malavasi, E. y Soto, C. (2008). Atlas Digital de Costa Rica. CD-Rom. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Ortiz-Malavasi, E. (2014). Atlas digital de Costa Rica. Instituto tecnológico de Costa Rica. Cartago. Costa Rica.
- Pacheco, E. (2014). Construcción de modelo de cosecha del aliso (*Alnus acuminata*) en Acero marca. La Paz. Bolivia. 9 pp.
- Paniagua, V. (2010). Guía de uso y aplicaciones de la madera en la arquitectura en Costa Rica. N° 330-A8-158. Unidad de investigación de la Escuela de Arquitectura, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 99 pp.
- Piotto, D., Montagnini, F., Kanninen, M., Ugalde, L. y Víquez, E. (2002). Comportamiento de las especies y preferencias de los productores. Plantaciones forestales en Costa Rica y Nicaragua, en Recursos Naturales y ambiente 38. 59-66.
- Programa Estado de la Nación. (2017). Estado de la Nación 2016, capítulo 4: Armonía con la naturaleza. Desarrollo Humano Sostenible. San José, Costa Rica. 56 pp.
- Quirós, R., Chinchilla, O. y Gómez, M. (2005). Rendimiento en aserrío primario de madera proveniente de plantaciones forestales. Agronomía Costarricense, vol. 29 (2): 7-15. Universidad de Costa Rica, San José.
- Ramírez, C. y Nienhuis, J. (2011). Cultivo protegido de hortalizas en Costa Rica, en Tecnología en Marcha. 25 (2):10-20.
- Ramos, Z. y Finegan, B. (2005). Una red ecológica para la conservación de la biodiversidad. Corredor biológico San Juan La Selva Recursos, Ciencia y Decisión (4):1-4.
- Rodríguez Sánchez, L. (1996). Consideraciones sobre *Acacia mangium* Willd. Y resultados obtenidos sobre parcelas establecidas. Proyecto Coseforma. Zona norte, Costa Rica. Disponible en: http://www.fincaleola/acacia_esp.html. Último acceso: abril 2018.
- Rojas Rodriguez, F., Arias, D., Moya, R., Meza, A., Murillo, O. y Arguedas, M. (2004). Manual para productores de melina *Gmelina arborea* L. en Costa Rica. Cartago. 314 pp.
- Rojas Rodriguez, F. y Torres, G. (2008). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. Revista Forestal Kurú. 5 (15). 66-68.
- Rosero, P. y Palloni, A. (1998). Población y deforestación en Costa Rica. Disponible en: <http://www.sirefor.go.cr>. Último acceso: febrero 2018.
- Santamaría, O. J., Boeswald, K. y Solís Vindas, P. (2015). Mercado de la madera y derivados en Costa Rica. Oferta y demanda. Barreras. Plan de aumento del uso. 2015. San José, Costa Rica. Fonafifo. 186 pp.
- Santos, T. y Telleria, J.L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. Ecosistemas 15 (2): 3-12.

- Sinac y programa Redd-CCAD-GIZ, (2015). Inventario Nacional Forestal de Costa Rica 2014-2015. Resultados y caracterización de los recursos. San José, Costa Rica. Disponible en: <http://www.researchgate.net>. Último acceso: abril 2018.
- SIRE, (2001). *Cupressus lusitanica* Mill. SIRE paquetes tecnológicos, Conabio-Pronare. México. 6 pp.
- Solís Corrales, M. y Moya Roque, R. (2003). *Hieronyma alchorneoides* en Costa Rica. Cartago. 106 pp. Disponible en: <http://www.incendios.sirefor.go.cr>. Último acceso: abril 2018.
- Solís Corrales, M. y Moya Roque, R. (2005). *Vochysia guatemalensis* en Costa Rica. Cartago. 107 pp. Disponible en: <http://www.researchgate.net>. Último acceso: abril 2018.
- Torres, G., Luján, R. y Barca, S.A. (2002). Especies forestales nativas para la reforestación en las regiones Brunca y Pacífico Central de Costa Rica, en Taller seminario de especies forestales nativas. Universidad Nacional, INISEFOR. Heredia, Costa Rica. 160 pp.
- Van Der Windt, H.J. y Swart, J.A.A. (2008). Ecological corridors, connecting science and politics: the case of the Green River in the Netherlands. *Journal of Applied Ecology* 45: 124-132.
- Weaver, P. (1989). *Andira inermis* W. Wright. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 pp.

8.1. Anexo - Informes selvícolas individuales

Informe selvícola resolución: 101-08

Finca en Pacayitas, La Suiza

Propietario: Germán Araya.

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca de 1.04 ha con fuerte pendiente. Plantada en 2009 con alrededor de 100 pinos (*Pinus oocarpa*), 100 laureles (*Cordia alliodora*) y 100 cedros (*Cedrela odorata*) para proteger la fuerte ladera y evitar derrumbes y corrimientos de tierra.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Desde la plantación en 2009 realizó varias chapeas (desbroces) para favorecer a los pies plantados y eliminar árboles de palo hinchador (*Toxicodendron striatum*) que producen irritación de piel y malestar en las personas con solo acercarse a él. El propietario pidió permisos a Minae para eliminar estos árboles comunes en toda su parcela y al cabo de unos años ya no pudo chapear (desbrozar) más su parcela gracias a este permiso restrictivo.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Pérdida de cultivo forestal que pasan al estrato dominado, en beneficio de las especies autóctonas naturales que están colonizando ya la finca.

- **Objetivo estructural:**

Protección del suelo y pequeño aprovechamiento maderero. Cultivo ubicado en fuerte ladera.

- **Situación actual:**

Actualmente existe mucha vegetación natural herbácea competidora porque ya no se ha seguido limpiando y cerca del 80 % de los árboles de la plantación original han muerto.

En la finca actualmente hay 10 pinos con diámetros entre 20 y 25 cm y altura comercial media de 7 m que cubican 0.3 m³, un bosque de 23 árboles de cedro con diámetros mucho menores que el pino y en torno a 20 laureles distribuidos por toda la finca con escaso o nulo valor comercial.

No se realiza inventario puesto que apenas tiene valor comercial y seguramente no den permiso para cortar esa madera ya que ahora no está permitido realizar ni tan siquiera un desbroce al tener ese permiso especial para eliminar ese árbol perjudicial.

- **Prescripción selvícola:**

Actualmente no está permitido realizar ningún tratamiento. Si finalizan las restricciones de corta, podría realizarse una limpieza de la vegetación sin interés comercial y una nueva plantación con pino, ya que se ha visto que es la especie que más ha sobrevivido y mejor crecimiento ha tenido.

Si el objetivo principal pasa a ser la protección de suelo, se recomienda la no intervención.

El propietario quiere plantar más árboles en otra zona de la parcela con el objetivo de cosechar madera en un futuro.

- **Información referente al sistema PSA:**

Recibe la planta donada por el ICE y únicamente el primer pago del programa PSA.

Propietario Josias.

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca destinada a la producción y primera transformación de madera. Tiene varias plantaciones de Pino (*Pinus oocarpa*) y ciprés (*Cupressus lusitanica*). Actualmente en PSA del año 2010, 2 ha de ciprés y 0.6 ha de pino plantadas en 2011.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercano:**

El ciprés recibió una poda de formación hace un par de años quedando el fuste completamente libre de ramas. No se ha realizado ningún otro tratamiento.

La plantación de pino también ha recibido un único tratamiento selvícola.

- **Dinámica natural del cultivo:**

La masa de pino comienza a tener excesiva densidad y podrían producirse más muertes naturales. La masa de ciprés tiene menor competencia pero dentro de unos años, si no se realizan tratamientos, también tendría muertes por competencia.

- **Objetivo estructural:**

Corta y aprovechamiento de madera de ambas especies.

- **Situación actual:**

Se realiza un inventario aleatorio con parcelas circulares de 500 m² de superficie a razón de una parcela por cada hectárea de bosque homogéneo. En total se realizan dos parcelas en ciprés y una en pino.

Los volúmenes aproximados en pie de ambas plantaciones son los siguientes:

Volumen aproximado de **ciprés = 146.53 m³**

Volumen aproximado de **pino = 111.21 m³**

Ciprés (<i>Cupressus lusitanica</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	2.68
altura comercial media (m)	4.26
Volumen parcela (m3)	3.66
Volumen ha (m3)	73.26
Volumen total (m3)	146.53

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	3.78
altura comercial media (m)	7.70
Volumen parcela (m3)	9.27
Volumen ha (m3)	185.35
Volumen total (m3)	111.21

- **Prescripción selvícola:**

Se recomienda realizar un raleo en ambas fincas, ya que la competencia entre individuos es fuerte, eliminando el 30 % del número de pies con peores características morfológicas, torcidos o que forman parte del estrato dominado, para permitir el desarrollo de los pies remanentes.

Según el propietario, el futuro de la plantación es la posible corta de la parcela de pino para introducir nuevas especies y cultivarse como parcela de Forestería Análoga. La finca de ciprés se quiere conservar y realizar los tratamientos de mejora (2º raleo) para posteriormente aprovechar su madera.

- **Información referente al sistema PSA:**

El propietario recibió todos los pagos de PSA.

Informe selvícola resolución: 081-13

Finca Platanillo.

Propietaria: Carolina Murias.

- **Diagnóstico selvícola:**

Plantación en 2014 de 1.1 ha de Almendro (*Dypterix panamensis*) y pilón (*Hyeronima alchorneoides*) por bosquetes, sin mezcla de especies. La plantación de almendro ocupa la parte inferior de la finca mientras que el pilón la parte superior. Ambas especies están plantadas a un marco de 3 x 3 m.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

No han recibido ningún tratamiento hasta la fecha.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Ambos bosquetes comienzan a tener indicios de competencia, como tangencia de copas y ausencia de luz en el suelo. Si no se realiza ningún tratamiento selvícola intermedio comenzarán a aparecer individuos muertos.

- **Objetivo estructural:**

Corta y aprovechamiento de madera de ambas especies.

- **Situación actual:**

Se realizó un inventario sistemático de uno de cada 25 árboles en ambas zonas de la plantación por tratarse de una superficie muy pequeña, obteniendo un total de 303 almendros y 286 pilones.

Los volúmenes totales aproximados son los siguientes:

Volumen aprox. de **almendro** = **2.11 m³**

Volumen aprox. de **pilón** = **8.06 m³**

Almendro (<i>Dypterix panamensis</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	1.98
altura comercial media (m)	2.28
Volumen unitario (m3)	0.01
Volumen ha (m3)	7.74
Volumen 303 pies (m3)	2.11

Pilón (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	3.34
altura comercial media (m)	3.09
Volumen unitario (m3)	0.03
Volumen ha (m3)	31.99
Volumen 280 pies (m3)	8.06

- **Prescripción selvícola:**

Sería muy conveniente ir pensando en realizar un primer raleo (clareo) de la parte de la finca ocupada por pilón, acompañada de una posterior poda sobre los pies remanentes. La poda sobre estos individuos es muy necesaria actualmente ya que la especie tiende a ramificar y su estado es muy mejorable.

En la parte del almendro únicamente con una primera poda de formación sería suficiente ya que los crecimientos son menores que para el pilón.

- **Información referente al sistema PSA:**

Únicamente recibe la planta donada del ICE y el primer pago del PSA.

El objetivo de la plantación es meramente tener un bosque cercano a su casa, no se contemplan la obtención de madera, por lo que no recibió ningún manejo posterior.

Propietario: Javier Najera

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca con 2.24 ha en PSA aunque la finca tiene mayor extensión, alrededor de las 7 ha, donde se dedica al cultivo de caña de azúcar, café, banano y eucalipto.

Plantó árboles de eucalipto (*Eucalyptus deglupta*) por el borde de la plantación de café (uno cada 6 m) y un bosque puro de alrededor de 1,5 ha en el que se han perdido cerca del 60 % del número de pies inicial por el ataque de hormigas zompopa del género *Atta* sp. y por muerte natural o posible hongo que mata y derriba algunos pies. Se desconoce con exactitud el motivo exacto. Plantación inicial a marco 4 x 4.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Poda, desbroce y raleo de los individuos de peores características.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte de prácticamente la totalidad de los pies de eucalipto y colonización de la vegetación natural.

- **Objetivo estructural:**

Aprovechamiento de madera de eucalipto.

- **Situación actual:**

Actualmente quedan en torno a 150 pies sanos de eucalipto con el siguiente volumen aproximado:

Eucalipto (<i>Eucalyptus deglupta</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	2.08
nº medio vecinos	4.50
altura comercial media (m)	7.32
Volumen parcela (m3)	2.49
Volumen ha (m3)	49.76
Volumen 150 pies (m3)	33.93

Volumen aproximado de madera de *Eucalyptus deglupta* es de **34 m³**.

- **Prescripción selvícola:**

Eliminación de los pies enfermos con los primeros síntomas para que no contagien al resto. Corta final del arbolado cuando alcance los tamaños apropiados.

- **Información referente al sistema PSA:**

El productor se dedica a la industria lechera, haciendo y repartiendo queso en una cooperativa en el pueblo y tiene la finca heredada de su padre para sacar banano, café, caña y madera cuando toque, aunque no sabe ni quien le va a comprar la madera ni a qué precio.

La industria transformadora de la caña de azúcar de la zona tiene previsto cerrar por lo que el productor dice que no va a sembrar más caña y pedirá PSA para plantar más árboles para que las aves y mamíferos vengan a su finca, sin aprovechamiento maderable. Le motiva la biodiversidad y conservación de especies.

La forma de recolectar la caña es sin quema para evitar daños y favorecer la descomposición de la materia orgánica para favorecer la formación del suelo. Aun así le aplica fertilizante y herbicida al cultivo, pero se cree que no perjudica al desarrollo del eucalipto, tan solo la hormiga.

Tiene contratado a un operario y en época de recogida de caña y café contrata a un par de obreros del pueblo.

El banano le dio problemas. Se le murieron todas las cepas que plantó porque le entró una enfermedad llamada mal de Panamá (*Fusarium oxysporum*) que ataca a las raíces y mata a las cepas una a una.

En cuanto al programa PSA, recibió los dos primeros pagos únicamente. El último pago nunca lo recibió. No tiene ningún tipo de seguro.

En otra parte de la finca tiene otros 200 pies de eucalipto sin PSA que le regalaron de otra plantación que no se llegó a hacer.

Informe selvícola resolución: 110-09 Finca agroforestal de Mollejones, La Suiza.

Propietario: Jeremías Calderón

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca de 3.15 ha en la que hay sembrado pino (*Pinus oocarpa*) el año 2010 a un marco de 2 x 2 m. Además el propietario cultiva diversas hortalizas en la zona baja de la finca. El pino está mezclado con guayaba (*Psidium guajava*) de regeneración natural.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Se ha realizado un raleo sin criterio fijado hace poco tiempo para disminuir las densidades plantadas inicialmente. Muchos de los árboles permanecen aún en el suelo.

- **Dinámica natural del cultivo:**

El cultivo tiende a crecer rápidamente, a pesar de situarse en una fuerte ladera y provocar que algunos de estos pies caigan y mueran. Se producirían muertes por excesiva competencia.

- **Objetivo estructural:**

Se pretende obtener madera de pino a medio plazo.

- **Situación actual:**

Se realiza un inventario aleatorio de parcelas circulares de 500 m² o 12.62 m de radio en el que se miden alturas comerciales y diámetros de todos los individuos encontrados en el interior de cada parcela. Se realizan dos parcelas de inventario por la similitud de los árboles dentro de la finca.

El volumen aproximado de madera de **pino** es de **202.51 m³**

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	2.61
altura comercial media (m)	3.79
Volumen parcela (m3)	3.21
Volumen ha (m3)	64.29
Volumen total (m3)	202.51

- **Prescripción selvícola:**

Futuro segundo raleo y corta final.

- **Información referente al sistema PSA:**

Recibe los dos primeros pagos del programa PSA, el tercero y último se perdió.

La finca se encuentra en una fuerte pendiente que dificulta el crecimiento y desarrollo del fuste de algunos pies. Aun así el propietario espera vender la madera en unos años. No conoce la situación del mercado de la madera.

El Decreto 25721-MINAE en su artículo 2, indica que no se pueden hacer cortas de árboles en terrenos quebrados y define terreno quebrado como aquel con más del 40 % de pendiente. La finca tendrá en torno a esa pendiente, por lo que el futuro de la plantación es incierto.

Informe selvícola resolución: 127-09

Finca: Rio San Juan Bosco,

Propietario: José Cerdás.

- **Diagnóstico selvícola:**

Plantación en 2015 de 1 ha. de cachá (*Abarema idiopoda*), roble sabana (*Tabebuia rosea*) y corteza amarilla (*Tabebuia ochracea*) a un marco de 3 x 3 m. Parcela con regeneración natural de laurel (*Cordia alliodora*).

Aparte de esta parcela de reciente plantación tiene otra superficie mayor incluida en PSA en protección de bosque y un potrero (pastizal) donde alimenta la pequeña cabeza ganadera que tiene.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Actualmente la plantación tiene algo de vegetación herbácea competidora pero asegura que lo ha limpiado hace unos meses y que lo quiere mantener en buen estado.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Invasión por vegetación herbácea natural y muerte de los individuos plantados.

- **Objetivo estructural:**

El propósito es obtener madera en un futuro lejano, ya que estas especies tienen un crecimiento más lento de lo normal, al ser originarias de una región (Guanacaste) distinta a la que nos encontramos, con presencia de periodo seco.

- **Situación actual:**

No se realiza inventario ya que los árboles tienen un diámetro inferior que oscilaba entre los 3 – 5 cm. puesto que la plantación aún no alcanza los tres años de edad.

- **Prescripción selvícola:**

Continuar realizando chapeas (desbroces) sobre la vegetación herbácea. Futuro raleo sobre pies dominados.

- **Información referente al sistema PSA:**

Sobre esta plantación únicamente recibió ayudas para la planta, proporcionándosele el ICE. No ha recibido ningún otro pago a mayores.

El propietario asegura que fueron las únicas plantas que tenían disponibles para su plantación y él acepto ponerlas en su finca.

Propietario: Adonai Sojo.

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca de 1.6 ha de pino (*Pinus oocarpa*) plantado en 2011 a marco de 2 x 2 m. La plantación se encuentra en una ladera con una pendiente muy fuerte, por lo que se encuentran numerosos pies delgados y torcidos.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

No se ha realizado ningún raleo (clareo) ni poda hasta la fecha.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte de algunos pies posteriormente a formar parte del estrato dominado.

- **Objetivo estructural:**

Corta y aprovechamiento de madera.

- **Situación actual:**

Se realiza una parcela circular de 500 m² de superficie para estimar el volumen medio de madera en un lugar representativo de la finca.

El volumen estimado de madera de pino es de **221.05 m³**.

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	2.65
altura comercial media (m)	4.95
Volumen parcela (m3)	6.91
Volumen ha (m3)	138.16
Volumen total (m3)	221.05

- **Prescripción selvícola:**

Se recomienda realizar un raleo (clareo) urgente sobre los pies dominados si se quiere obtener madera en las mejores características.

- **Información referente al sistema PSA:**

Recibe dos de los tres pagos PSA. Le dijo el ingeniero que lleva los cobros de su parcela que se extraviaron los papeles y que no pudo recibir el último pago.

El objetivo de la plantación es la obtención de madera por lo que el productor va a realizar un raleo para eliminar los pies peor formados y disminuir las densidades, favoreciendo al resto de pies remanentes.

Informe selvícola resolución: 141-10 Finca: Cañal de Pacayitas, La Suiza

Propietario: Jorge Hidalgo

- **Diagnóstico selvícola:**

Plantación de 500 árboles en 1.8 ha situado en una zona de protección sobre una naciente de agua.

En la plantación se encuentra multitud de especies forestales entre las que cabe destacar, por su interés maderable, pilón (*Hieronyma alchorneoides*), cedro (*Cedrela odorata*), cenízaro (*Samanea saman*), cedro maría (*Calophyllum brasiliense*), almendro (*Dipterix panamensis*) y espavel (*Anacardium excelsum*).

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Plantación es de 2011 y está en muy buen estado, chapeada (desbrozada) para evitar la entrada de vegetación competidora, bien podada y los dos primeros años afirma que realizó un abonado para favorecer el vigor de las nuevas plantas. Tan solo ha tenido problemas con la hormiga zompopa *Atta* sp. que ha defoliado y matado algunos de los árboles.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Si el cultivo no se atendiera, sería colonizado por vegetación natural.

- **Objetivo estructural:**

La plantación no se va a cosechar, tan solo se cuidará con el objetivo de proteger la naciente de agua.

- **Situación actual:**

Como no se van a cosechar los árboles, no se ha realizado inventario para estimar el volumen de madera. La plantación no se caracteriza como protección de bosque por que la solicitud que realizó en su día fue como plantación maderable, aunque está seguro de que no va a cortar los árboles.

- **Prescripción selvícola:**

El propietario tiene una extensa finca donde cultiva caña de azúcar y en la zona alta de uno de sus laterales que linda con un barranco realizó una plantación en el año 2011 de especies con interés maderable pero con interés meramente protector, para evitar deslizamientos de tierra justo por encima de un ojo de agua (acuífero) y proteger la fuente suministradora de agua del pueblo de Pacayitas, situado unos cientos de metros por debajo.

- **Información referente al sistema PSA:**

Los árboles les adquirió de un vivero cercano situado en Cachí (cantón de Jiménez) donados por el ICE y posteriormente ha recibido al menos dos de los tres pagos que realiza Fonafifo mediante el sistema de PSA. No recuerda exactamente si recibió todos.

Propietario: Carlos Herra.

- **Diagnóstico selvícola:**

Plantación en 2011 de poco más de 1000 árboles de los 3500 que le habían concedido por que conoce las especies maderables de la zona y tan solo estaba interesado en los 1000 árboles que le podían ofrecer de chancho (*vochysia guatemalensis*), cedro amargo (*Cedrela odorata*), pino (*Pinus oocarpa*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) de crecimiento lento pero buena calidad de madera y cenízaro (*Samanea saman*).

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Se realizan podas de formación y raleo sobre pies del estrato dominado para disminuir las densidades y favorecer a los más vigorosos.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Engorde de los árboles maderables y muerte de algún pie por excesiva competencia.

- **Objetivo estructural:**

Actualmente tiene una parcela de 1.5 ha aproximadas de terreno donde cultiva café con sombra de cedro, chancho y cenízaro en buen estado de conservación donde pretende obtener madera.

- **Situación actual:**

Para conocer el volumen de madera se realizó un inventario sistemático midiendo un pie de cada 25 árboles encontrados en las filas de plantación dentro del café, donde se plantó un árbol cada 7 calles de café.

El volumen aproximado de estas especies es el siguiente:

Volumen aproximado de **Chancho** = **10.99 m³**

Volumen aproximado de **cedro** = **2.82 m³**

Volumen aproximado de **cenízaro** = **1.26 m³**

Chancho (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	3.82
altura comercial media (m)	5.50
Volumen unitario (m3)	0.22
Volumen ha (m3)	87.93
Volumen total (m3)	10.99

Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	2.00
altura comercial media (m)	2.67
Volumen unitario (m3)	0.04
Volumen ha (m3)	15.05
Volumen total (m3)	2.82

Cenízaro (<i>Samanea saman</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	2.43
altura comercial media (m)	3.00
Volumen unitario (m3)	0.05
Volumen ha (m3)	20.09
Volumen total (m3)	1.26

Además cuenta con una cerca viva de madero negro (*Gliricidia sepium*) de la que no obtendrá madera, tan solo proporcionan sombra al ganado y soporte al vallado perimetral de la finca.

- **Prescripción selvícola:**

El futuro de la plantación es cortar los árboles cuando alcancen el mayor diámetro posible y volver a plantar con las especies que más rentabilidad se haya alcanzado.

- **Información referente al sistema PSA:**

Recibe los tres pagos correspondientes al programa PSA.

Actualmente se conservan unos 150 árboles. De ahí obtendrá madera para venta a aserraderos. El resto de la finca su uso es agroforestal con 4 ha de superficie destinada a la producción de caña de azúcar, café, engorde de alguna cabeza de ganado vacuno y producción de madera intercalada en el cultivo de café.

Informe selvícola resolución: 233-10 Finca: Samarcanda Pacayitas (La Suiza)

Propietario: Rodolfo Salas.

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca destinada a la ganadería vacuna y una pequeña parte al cultivo de especies forestales maderables. Pide PSA en 2010 para sembrar 2.7 ha de *Pinus oocarpa*, botarrama (*Vochysia ferruginea*), pilón (*Hieronima alchorneoides*), eucalipto (*Eucalyptus deglupta*) y roble coral (*Terminalia amazonia*) por bosquetes.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Plantación en 2010 con marco 2 x 2 m sin que se haya realizado ningún raleo posterior.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte natural de algunos pies dominados.

- **Objetivo estructural:**

Corta y aprovechamiento de madera de ambas especies.

- **Situación actual:**

Los mejores rendimientos los tiene el *Pinus oocarpa*.

Volúmenes de ***Pinus oocarpa*** (1.2 ha) = **771.73 m³**

Volúmenes de ***Eucalyptus deglupta*** (0.3 ha) = **36.05 m³**

Volúmenes de **roble coral** (*Terminalia amazonia*) (0.6 ha) = **70.61 m³**

Volúmenes de **pilón** (*Hieronyma alchorneoides*) (0.6 ha) = **50.43 m³**

Volumen maderable total de la finca: 928.82 m³

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	3.79
nº medio vecinos	8.50
altura comercial media (m)	9.26
Volumen parcela (m3)	32.16
Volumen ha (m3)	643.11
Volumen total (m3)	771.74

Eucalipto (<i>Eucalyptus deglupta</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	3.48
nº medio vecinos	6.50
altura comercial media (m)	9.44
Volumen parcela (m3)	6.01
Volumen ha (m3)	120.17
Volumen total (m3)	36.05

Roble coral (<i>Terminalia amazonia</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	2.09
nº medio vecinos	8.50
altura comercial media (m)	4.35
Volumen parcela (m3)	5.88
Volumen ha (m3)	117.68
Volumen total (m3)	70.61

Pilón (<i>Hieronyma alchorneoides</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	2.15
nº medio vecinos	8.50
altura comercial media (m)	4.05
Volumen parcela (m3)	4.20
Volumen ha (m3)	84.05
Volumen total (m3)	50.43

- **Prescripción selvícola:**

Necesita urgentemente un raleo comercial o clara.

- **Información referente al sistema PSA:**

Solo recibe el 1er pago de PSA.

Propietaria: Emilce Fuentes.

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca de 22.09 ha donde incluye potreros, un par de plantaciones forestales y una zona de alojamiento turístico. Además tiene una extensa superficie de bosque incluido en protección sobre una montaña del río Pacuare.

Plantación en 2011 de pino (*Pinus oocarpa*), Chancho (*vochysia guatemalensis*) y posteriormente se han ido replantando con otras especies como el gallinazo (*Schizolobium parahyba*) y el espavel (*Anacardium excelsum*).

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

No se realiza tratamiento posterior ninguno. Posee grandes problemas con hormiga zompopa que defolia muy rápidamente los individuos jóvenes de todas las especies introducidas salvo el pino, que no las atrae.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte de varios individuos por defoliación provocada por la hormiga y competencia intraespecífica.

- **Objetivo estructural:**

Corta de madera, enseñanza y educación ambiental a las personas interesadas que visiten la finca.

- **Situación actual:**

De los 3000 árboles plantados en 2011 apenas quedan 50 pinos y 150 espavel incluyendo ambas dos zonas de plantación.

Se hizo un muestreo individual sistemático de 1/25 individuos de espavel y del total del número de pies de pino. Los resultados son los siguientes:

Pino = 1.55 m³

Espavel = 1.8 m

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	1.65
altura comercial media (m)	1.88
Volumen unitario (m3)	0.03
Volumen ha (m3)	0.44
Volumen 50 pies (m3)	1.55

Espavel (<i>Anacardium excelsum</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	1.02
altura comercial media (m)	2.42
Volumen unitario (m3)	0.01
Volumen ha (m3)	0.51
Volumen 150 pies (m3)	1.78

Hay muy poca madera en pie y de mala calidad provocada por los fuertes ataques de hormiga defoliadora zompopa del género *Atta* sp.

- **Prescripción selvícola:**

Se recomienda plantación de pino que no es depredado por hormiga y seguimiento en sus raleos y podas si se quiere producir madera y obtener una parte de bosque productivo.

- **Información referente al sistema PSA:**

Respecto al sistema de PSA tan solo recibió la planta de la primera plantación (ha seguido plantando varios años en una de las dos parcelas sin mucho éxito) y el primer pago de esa plantación, los otros dos pagos se perdieron.

El objetivo era entrar en el sistema de PSA colaborando con las plantaciones y proteger la ladera para evitar corrimientos de terreno.

Propietario: Basilio Hurtado.

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca de 40 ha donde 25 ha están cultivadas y 15 ha en protección de bosque. La parte cultivada corresponde a una plantación de laurel (*Cordia alliodora*), cedro (*Cedrela odorata*) y poró (*Erythrina poeppigiana*), que da sombra a un cultivo de planta ornamental para la realización de arreglos florales. La planta ornamental se está quitando ya que actualmente tiene serios problemas de mercado.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Antiguamente toda la superficie de la finca pertenecía a un cultivo de café. Posteriormente se reforestó con especies forestales.

Se hizo corta de 10 ha de laurel en 2017 pero no se obtuvieron grandes beneficios ya que las primeras trozas estaban afectadas por algún hongo que provoca chancros y deprecia la madera.

Sobre el resto del cultivo se ha hecho algún raleo anteriormente. Se mantiene limpio de vegetación herbácea gracias al cultivo de planta ornamental.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte natural por competencia de algunos pies dominados.

- **Objetivo estructural:**

Corta y aprovechamiento de madera de laurel y cedro, y leña procedente del poró.

- **Situación actual:**

Actualmente quedan en pie una plantación pura de 10 ha de cedro en buen estado con un cultivo de maíz (*Zea mays*) bajo el arbolado y otra de 5 ha de laurel, cedro y poró en el que el laurel conforma el estrato dominante y realiza mucha competencia sobre el cedro, que no alcanza buenos rendimientos.

El propietario insiste en que la plantación está en venta y va a ser comprada para la construcción de viviendas inminentemente, por lo que será cortada y no quiere que se realice ningún inventario.

- **Prescripción selvícola:**

Parece ser que van a cortar la totalidad de los árboles en los próximos días.

- **Información referente al sistema PSA:**

Recibió todos los pagos PSA sin problema.

Informe selvícola resolución: 262-12

Finca: La Suiza

Propietaria: Yesenia Ramírez.

- **Diagnóstico selvícola:**

Plantación en 2013 de Acacia (*Acacia mangium*), chancho (*vochysia guatemalensis*) y supuestamente cedro y laurel, aunque a día de hoy no se pudieron reconocer sobre el terreno, seguramente por defoliación provocada por hormiga zompopa (*Atta* sp).

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

No recibe cuidados culturales posteriores a la plantación. Buenos crecimientos en general de chancho y acacia pero problemas serios de sanidad en la acacia donde aparece un hongo que pudre la raíz y provoca chancros posteriores en los fustes de acacia. Actualmente ya se puede observar el hongo sobre el tronco de números individuos de acacia, de coloración negra y con exudación gomosa.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte de prácticamente la totalidad de las especies introducidas por hormiga y hongo.

- **Objetivo estructural:**

Se pretendía aprovechar madera, pero difícilmente se va a lograr.

- **Situación actual:**

Plantación de cerca de 3000 árboles (5 ha) de las que prácticamente solo quedan unas 2.5 ha. Los volúmenes de Chancho y Acacia actualmente son los siguientes:

Acacia = 26 m³

Chancho = 29 m³

Acacia (<i>Acacia mangium</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	3.26
altura comercial media (m)	2.23
Volumen parcela (m3)	1.06
Volumen ha (m3)	21.10
Volumen total (m3)	26.38

Chancho (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	2.90
altura comercial media (m)	2.06
Volumen parcela (m3)	1.15
Volumen ha (m3)	23.03
Volumen total (m3)	28.79

- **Prescripción selvícola:**

Se recomienda un raleo inmediato sobre 1/3 y la mitad del número de pies extrayendo los pies más defectuosos de chancho y los enfermos de acacia (visibles por exudación negra provocadas por hongo en tronco), favoreciendo el crecimiento de los pies remanentes, y una pequeña poda posterior al raleo para mejorar la formación de los individuos que se cortarán en el futuro.

No existe tratamiento curativo sobre la enfermedad que afecta a la acacia, únicamente corta y posible aprovechamiento como leña. Esta enfermedad comienza a aparecer en los individuos de más de 15 – 18 cm de diámetro a la altura del pecho en estas latitudes.

- **Información referente al sistema PSA:**

Recibe únicamente la planta y los dos primeros pagos, a falta del tercero seguramente porque la plantación no recibió manejo posterior.

Informe selvícola resolución: 279-09

Finca Santa Teresita

Propietario: Gerardo Marín.

- **Diagnóstico selvícola:**

Plantación en 2010 de Cedro (*Cedrela odorata*), Laurel (*Cordia alliodora*) y Gallinazo (*Schizolobium parahyba*) realizada por el propietario, en marco 3 x 4 m con mezcla íntima pie a pie. Finca de 1.4 ha.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Realizó desbroces los 2 primeros años pero ninguna poda, puesto que le dijeron que el laurel crece mejor sin podas. Murieron cerca del 90% del número inicial de pies. Tuvo vacas 3 años pero no tuvo buenos rendimientos y al no saber qué hacer con las vacas las quitó.

En la parte alta de la parcela ha sembrado plátanos.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Envejecimiento de la masa y muerte natural de los pies.

- **Objetivo estructural:**

Corta y aprovechamiento de madera.

- **Situación actual:**

Inventario muestreo sistemático 1/25 árboles. Actualmente quedan 130 árboles.

Volumen estimado **cedro: 14.19 m³**

Volumen estimado **laurel: 12.53 m³**

Cedro (<i>Cedrela Odorata</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	3.10
altura comercial media (m)	4.86
Volumen unitario (m3)	0.18
Volumen ha (m3)	10.14
Volumen total (m3)	14.19

Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	3.19
altura comercial media (m)	6.10
Volumen unitario (m3)	0.25
Volumen ha (m3)	8.95
Volumen total (m3)	12.53

Laurel: mejores rendimientos aunque han sobrevivido menos individuos.

Gallinazo: se plantaron menos aunque los pocos que sobreviven tienen buen crecimiento. Excelente madera. Hay muy pocos árboles de esta especie dispersos por la finca.

- **Prescripción selvícola:**

Corta final de los pies maderables.

- **Información referente al sistema PSA:**

PSA: 3 pagos, 60%, 20% y 20%. Solo recibe el primer pago del 60% de los costes de la plantación, después no volvió a pasarse nadie por su finca y no recibe más ayudas. No le importa, él quiere seguir sembrando en los claros que han quedado ya que es ebanista y le gusta la madera.

Tiene facilidad para que le asierren la madera, vienen y le montan un aserradero portátil. No tiene ningún tipo de seguro. Ebanista, trabajador artesano de la madera.

Informe selvícola resolución: 311-12

Finca Lomabonita, Mataguineo.

Propietario: Manuel Hernández.

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca agroforestal en la que se cultiva varias especies frutales como guayaba y banano, posee amplia superficie de potrero (pastizal) para alimentar ganado vacuno productor de leche y un par de pequeños bosquetes de pino (*Pinus oocarpa*) y acacia (*Acacia magnum*) en la parte alta y baja de la finca respectivamente, sembrado en 2013 a un marco de 2 x 2 m. La superficie que aparece en PSA es de 4.6 ha, pero entre ambas plantaciones apenas llega a la hectárea.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Actualmente no se ha realizado ningún tratamiento selvícola en las plantaciones.

- **Dinámica natural del cultivo:**

La plantación de pino tiene un crecimiento lento y la de acacia ha sufrido una altísima mortalidad por defoliación de hormiga zompopa y poco seguimiento del propietario.

- **Objetivo estructural:**

Corta y aprovechamiento de madera de ambas especies. En el futuro podría obtener algo de madera en la plantación de pino si se realizan los raleos oportunos.

- **Situación actual:**

Inventario sistemático árbol individual (1/25 árboles).

El volumen de los 150 pies de **pino** que hay en el bosquete es de **1.25 m³**

El volumen de los 115 pies de **acacia** que hay en el bosquete es de **1.38 m³**

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	1.74
altura comercial media (m)	1.58
Volumen unitario (m3)	0.01
Volumen ha (m3)	20.86
Volumen 150 pies (m3)	1.25

Acacia (<i>Acacia mangium</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	1.85
altura comercial media (m)	1.96
Volumen unitario (m3)	0.01
Volumen ha (m3)	29.95
Volumen 150 pies (m3)	1.38

- **Prescripción selvícola:**

Raleo próximo en la plantación de pino y tratamiento curativo sobre las hormigas que defolian la plantación de acacia, para posterior reposición de marras o plantación de nuevas especies.

- **Información referente al sistema PSA:**

No recibió el total de los tres pagos que le prometieron, tan solo la planta (asegura que no estaba en muy bien estado) y los dos primeros pagos del PSA.

El propietario quiere sembrar más árboles, esta vez con importancia para la fauna ya que ve que para producción de madera requiere una atención continua y ya por su estado físico no la puede dar. Se encuentra cercano a la jubilación.

Propietario: Hernán García.

- **Diagnóstico selvícola:**

Plantación del año 2009 de 16,99 ha de cultivo de caoba (*Swietenia macrophylla*) y 10 ha de cedro (*Cedrela odorata*). La plantación de caoba tiene muy buenos rendimientos tras 8 años,

En alguna zona se ha mezclado caoba con cultivo de culantro (*Eryngium foetidum*) y se ha visto que gracias a las constantes fertilizaciones al cultivo agrícola, se podría acortar el turno de los 35 años establecidos inicialmente.

En 2007 se plantaron otras 71 ha por PSA de cedro de las que solo quedan 10 ha.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

En las plantaciones de cedro se trató de controlar el barrenador *Hypsipyla grandella* para evitar daños pero no se tuvo éxito. Se cree que ha sido muy afectada por que la planta procede de la región Pacífica, no Atlántica.

Se realizaron desbroces y podas, pero nunca raleos.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte natural de individuos por competencia.

- **Objetivo estructural:**

Corta y aprovechamiento de madera.

- **Situación actual:**

Existen árboles dispersos de Laurel (*Cordia alliodora*) surgidos por regeneración natural q se han respetado por el futuro valor económico de su madera.

Volumen de **caoba (16.9 ha)** plantado en 2009 = **1343.44 m³**

Volumen de **cedro (10 ha)** plantado en 2007 = **41.82 m³**

Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	2.05
nº medio vecinos	8.50
altura comercial media (m)	4.37
Volumen parcela (m3)	3.95
Volumen ha (m3)	79.07
Volumen total (m3)	1343.44

Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	0.95
nº medio vecinos	3.50
altura comercial media (m)	2.96
Volumen parcela (m3)	0.21
Volumen ha (m3)	4.19
Volumen total (m3)	41.82

- **Prescripción selvícola:**

El cedro se encuentra en muy mal estado, con prácticamente la totalidad de los pies que quedan vivos en malas condiciones muy próximos a su muerte. Se recomienda cortar estos árboles.

En la zona de caoba hay que realizar un raleo ya que tiene excesiva competencia.

- **Información referente al sistema PSA:**

El propietario recibió la planta del ICE sin costo alguno y los tres pagos de PSA que le correspondían.

Informe selvícola resolución: 325-11

Finca Buenaventura

Propietario: Ventura Araya.

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca de 5 ha destinada al turismo comunitario.

Antiguo cañal que en 2008 se convirtió a finca de Forestería Análoga para recrear el bosque contiguo. En ella existen más de 100 spp plantadas de frutales y maderables, que proporcionan sombra y madera, aumentando la biodiversidad de la zona.

Como especies madereras se plantaron: botarrama (*Vochysia ferruginea*), corteza amarilla (*Tabebuia ochracea*), caoba (*Swietenia macrophylla*), pilón (*Hieronyma alchorneoides*), cedro (*Cedrela odorata*), laurel (*Cordia alliodora*), roble coral (*Terminalia amazonia*), y cenízaro (*Samanea saman*). Actualmente el que mejor crecimiento tiene es botarrama (*Vochysia ferruginea*) que ocupa el dosel superior y domina sobre el resto de las especies.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Se plantaron alrededor de 1000 individuos maderables sin interés comercial.

No realizó ningún tratamiento de podas o raleos, por lo que se perdieron muchos de los árboles pasando al dosel inferior con la posterior muerte.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte de los individuos de menor crecimiento que ocupan el dosel inferior en beneficio de los pies dominantes.

- **Objetivo estructural:**

El fin de esta finca es meramente educativo.

- **Situación actual:**

Actualmente según el inventario se encuentran alrededor de 400 individuos **botarrama** con un volumen aproximado de **81 m³**:

Botarrama (<i>Vochysia ferruginea</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	2.14
altura comercial media (m)	4.83
Volumen parcela (m3)	2.45
Volumen ha (m3)	48.92
Volumen 400 pies (m3)	81.37

- **Prescripción selvícola:**

Corta de algún pie dominado para disminuir densidades.

- **Información referente al sistema PSA:**

Recibió dos de los tres pagos PSA y después por otro regente recuperó el tercer pago, aunque no le reconocieron el pago sobre el total de individuos, tan solo una parte de ellos.

Actualmente parcela en venta pero únicamente venderá a quien mantenga la finca en esas condiciones, no con fines productivos.

Propietario: Rafael Calderón.

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca de 3.66 ha en PSA. Siembra en 2007 de *Pinus oocarpa*, años después se plantaron gallinazo (*Schizolobium parahyba*), laurel (*Cordia alliodora*) y eucalipto (*Eucalyptus deglupta*) en marco 2.5 x 2.5 m.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Se ha hecho un primer raleo en 2017 de una parte plantada de pino (en torno al 15% superficie) eliminando los pies peor formados y no se ha podido vender la madera, quedando amontonada en uno de los accesos. El resto de la finca no ha recibido ningún tratamiento. Esto hace una idea de la situación del mercado de la madera en la región.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte de alguno de los pies por excesiva competencia.

- **Objetivo estructural:**

Corta y aprovechamiento de madera.

- **Situación actual:**

Las existencias de madera en pie son las siguientes:

Laurel (superficie compartida con gallinazo 0.6 ha) = **12.1 m³**

Gallinazo (superficie compartida con laurel 0.6 ha) = **130.5 m³**

Pino (plantación pura, superficie 2.5 ha) = **510.7 m³**

Eucalipto (plantación pura, superficie 0.56 ha) = **44.19 m³**

El volumen maderable total aproximado de la finca es = **698 m³**

Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	1.69
altura comercial media (m)	5.25
Volumen parcela (m3)	1.01
Volumen ha (m3)	20.22
Volumen total (m3)	12.13

Gallinazo (<i>Schizolobium parahyba</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	3.47
altura comercial media (m)	9.50
Volumen parcela (m3)	10.88
Volumen ha (m3)	217.53
Volumen total (m3)	130.52

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	2.07
altura comercial media (m)	6.38
Volumen parcela (m3)	10.21
Volumen ha (m3)	204.27
Volumen total (m3)	510.67

Eucalipto (<i>Eucalyptus deglupta</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	1.87
altura comercial media (m)	5.50
Volumen parcela (m3)	3.95
Volumen ha (m3)	78.91
Volumen total (m3)	44.19

- **Prescripción selvícola:**

Se aconseja realizar un raleo (clara comercial) eliminando los pies del estrato dominado y torcidos para disminuir la competencia.

- **Información referente al sistema PSA:**

Tan solo recibió planta donada del ICE (1111 árboles) y el primer pago correspondiente al 60 % de los gastos de mantenimiento de los tres primeros. Los otros dos pagos se perdieron.

El propietario se dedica a la producción de café, caña y agricultura con engorde de vacas, junto a su hijo.

Propietario: Mauricio Solórzano.

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca de 6.5 ha destinada al cultivo de café, cacao y producción de sombra mediante el árbol de poró (*Erythrina poeppigiana*) por los que se pidieron los PSA. Plantación de estos árboles en 2014, sin objetivo comercial maderero, únicamente como árboles de servicio.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

No se realizan tratamientos culturales posteriores a la plantación.

La mayoría de las estacas de poró plantadas se secaron en época de menos lluvia.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Posible desaparición de los árboles de servicio por muerte natural.

- **Objetivo estructural:**

Se pretendía proporcionar sombra al cultivo de café y cacao. Nunca obtener madera.

- **Situación actual:**

Muerte de la mayoría de los pies plantados en 2014. No se realiza inventario alguno por la escasez de árboles y el destino no maderable.

- **Prescripción selvícola:**

El propietario quiere plantar otro tipo de árboles con objetivo comercial maderable, por lo que se recomienda eliminar los árboles que apenas sobreviven en la finca e introducir nuevas especies en el cultivo agroforestal.

- **Información referente al sistema PSA:**

No recibe ayudas PSA por la muerte de los individuos plantados.

Informe selvícola resolución: 344-11 Finca: Trapiche de caña orgánica

Propietario: José Ángel Fuentes.

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca donde cultiva caña de azúcar y café orgánico entre otros, mezclado con árboles de Laurel (*Cordia alliodora*) de regeneración natural (abundante en la zona) y de plantación en el año 2011.

Se sembraron 1000 árboles de los que quedarán alrededor de 200. Marco inicial 6 x 4 m en las 3.5 ha que se cultivan de la finca.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Realiza podas de formación. Raleos no necesarios por densidades bajas y muerte natural por planta defectuosa.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte natural de alguno de los pies remanentes.

- **Objetivo estructural:**

Dar sombra al cultivo de café y obtener madera de laurel.

- **Situación actual:**

Los volúmenes aproximados de laurel procedente de plantación que hay en su finca son 5 m³, a día de hoy:

Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	1.24
altura comercial media (m)	2.69
Volumen unitario (m3)	0.02
Volumen ha (m3)	1.42
Volumen 200 pies (m3)	4.98

- **Prescripción selvícola:**

Corta de los pies cuando alcancen diámetros maderables. No necesita raleo.

- **Información referente al sistema PSA:**

Del sistema de PSA no comenta nada, pero está contento de formar parte de él.

La planta donada por el ICE estaba algo pasada de edad, uno de los principales motivos por el que no agarró bien el cultivo.

El propietario vende el laurel aserrado a 450 colones la pulgada ya aserrada, en depósito de maderas. Lo sabe porque lleva vendiendo ya varias veces ya que siembra desde hace 30 años y lo corta él mismo.

Informe selvícola resolución: 386-11

Finca: Monteclaro

Propietario: Marie Anais

- **Diagnóstico selvícola:**

Plantación en 2011 de 1.5 ha. de chanco blanco (*Vochysia guatemalensis*) a marco 4 x 4 m.

Aparte de esta parcela tiene otra superficie incluida en PSA en protección de bosque y otras dos parcelas con especies de interés maderable (387-11 y 3-006).

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

No se realizó el manejo adecuado.

Actualmente la plantación tiene mucha vegetación herbácea competidora ya que solo se mantuvo limpia los dos primeros años.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Invasión por vegetación herbácea natural y muerte de los individuos plantados.

- **Objetivo estructural:**

El propósito es dejar crecer el cultivo de forma natural, ya que se observó que fue muy atacado por la hormiga zompopa y no se realizó manejo cuando debería, perdiéndose la posibilidad de obtener madera.

- **Situación actual:**

Inventario sistemático de árbol individual midiendo 1/25 árboles. El volumen aproximado de madera de los 135 pies de chanco es de 54.89 m³.

Chancho (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	5.75
nº medio vecinos	2.33
altura comercial media (m)	4.35
Volumen unitario (m3)	0.407
Volumen ha (m3)	36.59
Volumen 135 pies (m3)	54.89

- **Prescripción selvícola:**

Prácticamente el cultivo está perdido para obtención de madera. Si se quisiese recuperar habría que realizar una fuerte chapea o limpia y una resiembra.

- **Información referente al sistema PSA:**

Recibió los dos primeros pagos. Desconoce el mercado de la madera. En principio ese era el objetivo de la plantación, pero tras comprobar la poca vitalidad del cultivo tras no recibir manejo, se dejó perder.

Informe selvícola resolución: 387-11

Finca: Monteclaro

Propietario: Marie Anais

- **Diagnóstico selvícola:**

Plantación en 2011 de 4 ha. de laurel (*Cordia alliodora*) en cafetal orgánico a marco 5 x 5 m.

Aparte de esta parcela tiene otra superficie incluida en PSA en protección de bosque y otras dos parcelas con especies de interés maderable (386-11 y 3-006).

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

No se realizó el manejo adecuado, aunque no requiere mucho raleo y apenas poda, en zonas donde no cubre el cafetal el cultivo, ha entrado vegetación herbácea competitiva.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Invasión por vegetación herbácea natural y muerte de los individuos plantados.

- **Objetivo estructural:**

El propósito es dar sobra al cultivo de café y la obtención de madera.

- **Situación actual:**

Inventario sistemático de árbol individual midiendo 1/25 árboles. El volumen aproximado de madera de los 225 pies de laurel es de 39.22 m³.

Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	3.63
nº medio vecinos	4.26
altura comercial media (m)	4.67
Volumen unitario (m3)	0.174
Volumen ha (m3)	9.80
Volumen 225 pies (m3)	39.22

- **Prescripción selvícola:**

Raleo sanitario sobre alrededor del 30 – 40 % del número de pies y al cabo de unos 5 – 8 años corta final.

- **Información referente al sistema PSA:**

Recibió los dos primeros pagos.

Desconoce el mercado de la madera.

Propietario: Guillermo Thiele.

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca agroforestal de 234 ha que incluye también superficie en protección de bosque. Tiene una parcela de 1.5 ha de plantación de pino (*Pinus oocarpa*) incluida en PSA del año 2015. La plantación se encuentra en una fuerte pendiente, característica de la zona.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

No se ha realizado ningún raleo (clareo) hasta la fecha pero si alguna chapea (desbroce) en el interior de la plantación.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte natural de alguno de los pies por excesiva competencia.

- **Objetivo estructural:**

Corta y aprovechamiento de madera.

- **Situación actual:**

El volumen de madera estimado es el siguiente:

Volumen aproximado existente de madera de **pino** es de = **28.9 m³**

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	3.46
altura comercial media (m)	2.59
Volumen parcela (m3)	0.96
Volumen ha (m3)	19.26
Volumen total (m3)	28.89

- **Prescripción selvícola:**

Se recomienda realizar un raleo próximamente para favorecer los pies remanentes.

- **Información referente al sistema PSA:**

Sobre los PSA recibió la planta y el primer pago. Cultivo demasiado reciente para recibir todos los pagos. El año que viene debería recibir el siguiente pago y a los dos siguientes el último.

Propietario: Roberto Granados.

- **Diagnóstico selvícola:**

Repoblación del año 2003 de cenízaro (*Samanea saman*) Cedro (*Cedrela odorata*), *Pinus oocarpa*, poró (*Erythrina poeppigiana*) y gmelina (*Gmelina arborea*) con serios problemas con hormiga podadora también llamada hormiga arriera (*Atta* sp y *Acromirmex* sp).

El cedro y el laurel que quedan en la parcela son de regeneración natural. Son las especies que mejores características muestran pese a la competencia por los pinos residentes y el resto de la vegetación natural.

Actualmente hay bosquetes de pinos, cedros y laureles con fuerte competencia. El resto de la superficie repleta de vegetación secundaria sin valor comercial (Yute similar a banano, Guarumo, herbácea llamada cañoncito, cordoncillo...).

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Tras la plantación no se realizó ningún tratamiento selvícola posterior, tan solo una chapea o desbroce durante los dos primeros años.

Antiguamente fue una plantación de fruta (banano, limón, naranja...), con la aparición de sombra procedente de la nueva plantación, murieron los frutales y por competencia tras no realizar ningún tratamiento, fueron muriendo los árboles introducidos.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Colonización completa por vegetación natural. Muerte de varios pies maderables en los bosquetes por excesiva competencia.

- **Objetivo estructural:**

Quiso tener un cultivo forestal maderable, sin embargo no se atendió y se perdió. Ahora quiere darle un nuevo enfoque a la plantación pero el propietario no sabe qué hacer concretamente.

- **Situación actual:**

Finca con aspecto similar a bosque secundario sin interés maderable. Actualmente tiene en pie alrededor de 150 **pinos** que cubican **60.87 m³**.

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	1.48
altura comercial media	10.74
Volumen árbol medio (m3)	0.39
Volumen ha (m3)	16.02
Volumen total (m3)	60.87

- **Prescripción selvícola:**

Si se quiere aprovechar para madera sería conveniente una corta de la vegetación natural que compite con el pino, un raleo dentro de los bosquetes de pino eliminando los individuos dominados y una nueva plantación de especies de interés maderable controlando la vegetación competidora de forma anual y la proliferación de hormigas, muy abundantes en la finca. Para controlar las hormigas se recomiendan las siguientes recomendaciones:

- Prácticas culturales: siembra de plantas repelentes, entre ellas la llamada caléndula (*Tagetes sp.*), cerca de los hormigueros o dentro del mismo cultivo, para así desterrar a las hormigas.
- Fungicida natural: cubriendo el hormiguero y sus alrededores con 10 o 20 kilogramos de hojas de la planta conocida como frijol burro (*Canabalia enciformis*), que tiene un efecto fungicida.
- Alterar su hábitat: tomando la tierra que está alrededor de los hormigueros y bocas, diseminándola por todo el cultivo. Esta práctica tiene como consecuencia un desorden informático en la hormiga y hace que no ataque los cultivos. La labor es efectiva, porque la plaga trabaja con la información de feromonas, sustancias que segregan para definir algún tipo de situaciones, como las de carácter sexual, alimenticio, alarma o cambios climáticos.
- Aplicar insecticidas: como Attamix SB. peletizado, en dosis de 20 centímetros antes de la boca del hormiguero y sobre los caminos por donde transita la hormiga.
- Untar un trapo en los polvos antihormigas y atarlo alrededor del tronco.
- Rociar las entradas de los hormigueros con agua jabonosa y detergente biodegradable.
- Aplicar insecticida al suelo alrededor de las plantas, recomendable tras siembra. Los productos utilizados para combatir cortadores son: phoxim (Volaton), carbofuran (Furadan), methomyl (Lannate).
- Con bomba insufladora: se puede aplicar polvos como Actepac 2% u Ortene 3% dentro del hormiguero. A medida que se bombea, el veneno empieza a reventar por las diferentes bocas, las cuales se deben tapar progresivamente.
- **Información referente al sistema PSA:**

Recibió bien los pagos prometidos. Le proporcionaron la planta el ICE y Fonafifo le abonó los pagos.

Sin dificultades administrativas.

No ha ido nadie a realizar el seguimiento.

Quiere revalorizar la zona, cambiar cultivo actual a algo rentable forestal o agroforestal. No realizó ventas sobre las plantas instaladas, no conoce mercado. No contrató ningún seguro.

Recién jubilado antiguo trabajador del ministerio. Natural de Cartago.

Informe selvícola resolución: 338-11, 288-10, 327-09 y 252-08

Finca: Heartwood Grano de Oro, Chirripó

Propietario: Heartwood Timberland.

- **Diagnóstico selvícola:**

Finca de 1300 ha. Plantación en los años 2009, 2010, 2011 y 2012 de 300, 100, 100 y 51.5 ha respectivamente de pino (*Pinus oocarpa*) con un marco de plantación de 4 x 2.5 m (1111 árboles/ha) bajo las ayudas de PSA. El resto de la finca se compone de otras plantaciones de pino pertenecientes al año 2000 y 2003 fuera de PSA y a unas 300 ha de bosque secundario de protección.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Los dos primeros años a la plantación se realizó una chapea manual (desbroce) de la vegetación natural herbácea competidora. En el quinto año se realizó un primer raleo (clareo) sanitario, eliminando los árboles muertos, enfermos o muy mal formados. Durante todos los años se realiza un seguimiento de la finca eliminando los posibles bejucos (lianas) que trepan por los troncos de los árboles llegando a ahogar a éstos.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte natural de algunos pies que forman el estrato dominado.

- **Objetivo estructural:**

Corta y aprovechamiento de madera.

- **Situación actual:**

Para el inventario, se realizaron parcelas circulares de 500 m² y radio 12.62 m en distintas zonas de las plantaciones, con el objetivo de representar el conjunto de la finca en los distintos años de plantación.

Los volúmenes obtenidos del inventario son los siguientes:

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	2009
Crecimiento anual DAP (cm)	3.04
altura comercial media (m)	6.59
Volumen parcela (m3)	8.11
Volumen ha (m3)	162.24
Volumen total (m3)	48 671.09

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	2010
Crecimiento anual DAP (cm)	3.13
altura comercial media (m)	7.69
Volumen parcela (m3)	9.91
Volumen ha (m3)	198.18
Volumen total (m3)	19 818.24

Volumen plantación 2009 = 48 671 m³

Volumen plantación 2010 = 19 818 m³

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	2011
Crecimiento anual DAP (cm)	2.99
altura comercial media (m)	5.42
Volumen parcela (m3)	5.71
Volumen ha (m3)	114.25
Volumen total (m3)	11 425.12

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	2012
Crecimiento anual DAP (cm)	3.26
altura comercial media (m)	5.81
Volumen parcela (m3)	4.72
Volumen ha (m3)	94.37
Volumen total (m3)	4860.16

Volumen plantación 2011 = 11 425 m³

Volumen plantación 2012 = 4860 m³

Pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	Total
Crecimiento anual DAP (cm)	3.10
altura comercial media (m)	6.38
Volumen parcela (m3)	5.69
Volumen ha (m3)	113.81
Volumen total (m3)	84 774.61

Volumen total aproximado de pino en PSA = 84 774 m³

- **Prescripción selvícola:**

Se recomienda realizar un segundo raleo (clara) sobre las plantaciones de más de 6 años de edad, eliminando alrededor del 30 % del número de pies con peores características morfológicas, torcidos, horquillados o dominados.

Hay numerosos árboles en los que se divide su guía principal en dos (horquillados), provocado en parte por la calidad, procedencia, época de plantación o estado de la planta en el momento de la siembra. Se recomienda eliminar estos pies en este segundo raleo.

- **Información referente al sistema PSA:**

Los pagos de PSA han llegado todos los años sin ningún problema.

El objetivo principal es mantener la plantación en buen estado, cosechar la madera en el año 20 y si el mercado de la madera de pino mejora o al menos se mantiene, seguir plantando a la vez que se va cortando.

Los anteriores dueños tenían un aserradero particular donde procesaban la madera in situ y vendían ya el producto transformado. Hoy no tienen la maquinaria pero si las instalaciones y no saben si cuando les toque cortar las primeras plantaciones transformarán la madera o la venderán en rollo, dependerá de la situación del mercado.

Informe selvícola resolución: 1-009

Finca Santa Teresita.

Propietario: Carlos Montoya.

- **Diagnóstico selvícola:**

Plantación de 1.3 ha de Laurel en 2009 a marco 4 x 4 m.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

Abonado el primer año y raleo de la mitad del número de pies a los 7-8 años.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Crecimiento de la masa y muerte de alguno de los pies en zonas de mayor competencia.

- **Objetivo estructural:**

Corta y aprovechamiento de madera.

- **Situación actual:**

Tras el raleo y la muerte natural quedan en torno a 400 pies de **laurel** con **20.97 m³**.

Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	1.54
altura comercial media (m)	3.98
Volumen unitario (m3)	0.05
Volumen ha (m3)	16.13
Volumen total (m3)	20.97

- **Prescripción selvícola:**

Futuro raleo previo a la corta final de la finca.

- **Información referente al sistema PSA:**

No pide PSA pero si solicitó los árboles al ICE y se les concedieron. El propietario hizo los agujeros y los niños de las escuelas del pueblo hicieron la plantación, como herramienta de educación ambiental.

El propietario se dedica a aserrar, transformar y transportar la madera a pequeña escala, tiene aserradero portátil y camión. No es necesario pedir permisos para cortar la madera en Costa Rica, pero si para transportarla.

El propietario vende madera: 2400 colones 4 varas, 1200 colones 2 varas de 1 x 4 pulgadas de ancho (a 600 colones la vara de 4 pulgadas; 600 colones la pulgada). A 150 colones la pulgada. Se mide el perímetro, se dobla la cinta 2 veces (perímetro/4) y se multiplica por el n° de varas.

La leña también tiene valor comercial. Sobre los 5000 colones el m³.

Propietario: Oscar Pérez

- **Diagnóstico selvícola:**

Plantación en 2014 de 1 ha de acacia (*Acacia mangium*) a marco 3 x 3 m.

Esta especie es afectada por un hongo que forma exudación de goma negra sobre el tronco cuando alcanza diámetros mayores de 15 cm. Esta sintomatología comienza a manifestarse en alguno de los individuos de la finca.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

En 2017 se hizo una poda de formación a todos los pies de la plantación no llegando a la base de la inserción de la rama en el tronco dejando puntas de rama muertas muy largas, que deberían sanearse.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte de alguno de los individuos por competencia.

- **Objetivo estructural:**

Producción de madera para pulpa de papel o formaleta (tablero de partículas).

- **Situación actual:**

El volumen de madera de **acacia** que hay actualmente en la finca es de = **21.65 m³**

Acacia (<i>Acacia mangium</i>)	
Crecimiento anual DAP	3.54
altura comercial media	2.90
Volumen parcela (m3)	1.35
Volumen ha (m3)	27.06
Volumen total (m3)	21.65

- **Prescripción selvícola:**

Sería conveniente realizar un raleo (clara) sobre 1/3 del número de pies que forman el estrato dominado, los que estén retorcidos y los que comienzan a tener el hongo que debilita la madera y acaba por matar al árbol.

- **Información referente al sistema PSA:**

Respecto a las ayudas por PSA tan solo recibió planta donada del ICE y el primer pago correspondiente al 60 % de los costes de instalación y mantenimiento de los tres primeros años.

Como en muchas de las otras plantaciones falta seguimiento por parte de la administración y del regente forestal encargado de asesorar al productor para hacer los tratamientos de mejora y recibir el resto de los pagos. En esta plantación si se realizó seguimiento a la hormiga que defolia las hojas denominada comúnmente zompopa y se podó, aun así no recibió nada más que el primer pago.

Informe selvícola resolución: 3-006

Finca: Monteclaro

Propietario: Marie Anais

- **Diagnóstico selvícola:**

Plantación en 2006 de 1.1 ha. de pilón (*Hyeronima alchorneoides*) a marco 4 x 4 m.

Aparte de esta parcela tiene otra superficie incluida en PSA en protección de bosque, otra superficie con café, caña, potreros y otras dos parcelas con especies de interés maderable (386-11 y 387-11). La superficie total de la finca es de 350 ha.

- **Antecedentes selvícolas lejanos y cercanos:**

No se realizó manejo ninguno, ni podas ni raleo. Únicamente chapeas o limpieas de vegetación herbácea los dos primeros años.

- **Dinámica natural del cultivo:**

Muerte de los individuos del estrato dominado por excesiva competencia.

- **Objetivo estructural:**

Corta y aprovechamiento de madera.

- **Situación actual:**

Inventario sistemático de árbol individual midiendo 1/25 árboles. El volumen aproximado de madera de los 165 pies de pilón es de 23.04 m³.

Pilón (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	
Crecimiento anual DAP (cm)	2.00
nº medio vecinos	6.74
altura comercial media (m)	3.67
Volumen unitario (m3)	0.139
Volumen ha (m3)	20.95
Volumen 165 pies (m3)	23.04

- **Prescripción selvícola:**

Raleo urgente sobre alrededor del 30 – 40 % del número de pies y al cabo de unos 5 – 8 años corta final.

- **Información referente al sistema PSA:**

Recibió los dos primeros pagos.

Desconoce el mercado de la madera. Difícil encontrar comprador del raleo.

8.2 Anexo - Informe selvícola general CBVCT

Área total inventariada: 628.05 ha

- **Existencias maderables procedentes de cultivos sujetos a PSA:**

Las existencias actuales aproximadas de madera dentro de los cantones de Turrialba y Jiménez tras el inventario son de: 88 904.5 m³.

El estado de esa madera es muy irregular, mostrando buenos resultados en cuanto a calidad de fuste únicamente el 15 % de la muestra. Hay que destacar que dentro de este porcentaje se encuentran las 4 fincas más grandes que componen la muestra. Se tratan de 550 ha de plantación de *Pinus oocarpa* que reciben los tratamientos intermedios necesarios (chapeas, podas y raleos). En total representan al 87.6 % de la superficie total de la muestra y es representado por una gran empresa americana. Quitando estas 4 fincas y otra de pequeñas dimensiones perteneciente al titular de un pequeño aserradero, la madera del resto de las plantaciones está muy lejos de ser aprovechada como madera de calidad.

- **Estado general de las plantaciones**

Como se comentaba en el anterior punto, a excepción de esas 4 fincas de *Pinus oocarpa*, el resto de la muestra necesita al menos un raleo urgentemente. Muchas de estas plantaciones solo han recibido limpieza de vegetación competidora los dos primeros años, y en alguno de los casos, un primer raleo raramente acompañado de una poda de formación del fuste. Los abonos o fertilizaciones también son recomendables. Se han visitado varias fincas que sí habían recibido abonado los dos primeros años y el estado de los árboles era más vigoroso.

Según resultados, tan solo el 30.3 % de las fincas habían recibido el manejo mínimo requerido y el 48.5 % no había recibido ningún cuidado en los últimos años, encontrándose un cultivo en estado de completo abandono.

El estado sanitario de las fincas no era mucho mejor. Tan solo el 27.3 % se encontraba en buen estado, sin daños fuertes sobre el follaje de los árboles producido por hormigas podadoras (*Atta* sp. *Acromyrmex* sp) y libre de plagas o enfermedades importantes. La plaga que más afectó a los cultivos de cedro (*Cedrela odorata*) fue (*Hypsipyla grandella*) que produce una perforación en las yemas terminales provocando el aborto del crecimiento del año. La enfermedad más habitual fue la aparición de varios chancros en el fuste de varios troncos de *Acacia mangium* y *Cordia alliodora*, aunque esta última menos común.

- **Crecimiento medio anual de los cultivos**

Las especies que demostraron un mejor comportamiento a la estación de Turrialba y Jiménez aparecen reflejadas en la siguiente tabla. La variabilidad entre sus crecimientos medios hace referencia a haber recibido manejo o no. Se pretende mostrar esta diferencia para que se vea la importancia de un cultivo ciertamente manejado, a otro sin ningún manejo.

Especie	Crecimiento medio anual DAP (cm/año)	Bibliografía
<i>Vochysia guatemalensis</i>	3 – 5.7	Solís y Moya, 2005
<i>Pinus oocarpa</i>	1.6 – 3.7	Ofi-Catie, 1997 ^a
<i>Eucalyptus deglupta</i>	2 – 3.5	Mesén et al, 2007
<i>Samanea saman</i>	2.4 – 2.8	Piotto et al, 2002
<i>Hieronima alchorneoides</i>	2.1 – 3.4	Solís y Moya, 2003
<i>Terminalia amazonia</i>	2 – 2.2	Montero y Kanninen, 2005
<i>Cordia alliodora</i>	1.5 – 3.6	Ofi-Catie, 1997b
<i>Schizolobium parahyba</i>	3 – 3.5	Ofi-Catie, 1997f
<i>Cupressus lusitánica</i>	2.4 – 2.8	Catie, 1997b
<i>Swietenia macrophylla</i>	2 – 2.25	Hayashida-Oliver et all, 2001

La columna de bibliografía hace referencia a la fuente que se ha consultado para saber si se trata de un crecimiento adecuado para cada especie.

Por lo tanto cualquiera de estas especies, acompañadas de un buen manejo, puede constituir una buena alternativa. Es cierto que la calidad maderera de estas especies no es muy superior, pero si alcanzan valores en pie que oscilan entre los 145 \$/m³ y 51 \$/m³.

- **Productores de madera dentro del CBVCT**

El número total de estos es de 21 propietarios, pero es cierto que tan solo 2 de ellos tienen su cultivo en las condiciones adecuadas para obtener madera de calidad. Se tratan de los nombrados anteriormente.

Tan solo el 42 % de los propietarios conoce el mercado de la madera y sabrá a quien dirigirse a la hora de realizar algún raleo o la corta final del cultivo.

- **Funcionamiento del sistema de PSA en el CBVCT**

Tan solo el 30.3 % de los propietarios recibió la totalidad de los cobros del programa al que se habían suscrito. El 51.5 % del total de los propietarios recibió el primer o los dos primeros cobros. El motivo es bastante complejo. Muchas veces no llega la totalidad de los cobros por falta de manejo por parte de los propietarios a sus cultivos. Otras veces es culpa del propio regente que no realiza el seguimiento o inspección técnica necesaria y no emite el informe favorable a FONAFIFO para que éste le ingrese el efectivo restante del contrato.

El 9.1 % de las fincas aún se encuentra dentro del proceso de adjudicación de cobros por haber sido plantadas hace menos de 5 años.

8.3 Anexo - Tabla resumen inventario:

Finca	Especie	Crecimiento medio DAP (cm)	Altura com. media (m)	Calificación crecimiento	Calificación Altura com.	Edad árboles	Superficie (ha)	Volumen tot. madera (m3)	Observaciones / Bibliografía
037-10	Ciprés	2.68	4.26	Adecuado	Adecuado	6	2.6	146.53	Catie, 1997b
	Pino	3.78	7.7	Adecuado	Adecuado			111.21	Ofi-Catie, 1997a
081-13	Almendro	1.98	2.28	Adecuado	Adecuado	3	1.1	8.06	Ofi-Catie 1997c
	Pilón	3.34	2.09	Adecuado	Suficiente			2.11	Solís y Moya, 2003
101-08	Pino, laurel y cedro								Sin interés maderable
106-08	Eucalipto	2.08	7.32	Suficiente	Suficiente	8	2.24	33.93	Mesén <i>et al</i> , 2007
110-09	Pino	2.61	3.79	Adecuado	Suficiente	7	3.15	202.51	Ofi-Catie, 1997a
140-10	Pino	2.65	4.95	Adecuado	Suficiente	6	1.6	221.05	Ofi-Catie, 1997a
141-10	Varias sps								Sin interés maderable
188-10	<i>V. Guatemalensis</i>	3.82	5.5	Adecuado	Suficiente	6	1.5	10.99	Solís y Moya, 2005
	Cedro	2	2.67	Suficiente	Insuficiente			2.82	González <i>et al</i> , 2018
	Cenízaro	2.43	3	Adecuado	Suficiente			1.26	Piotto <i>et al</i> , 2002
233-10	Pino	3.79	9.26	Adecuado	Adecuado	6	2.7	771.73	Ofi-Catie, 1997a
	Eucalipto	3.48	9.44	Suficiente	Suficiente			36.05	Mesén <i>et al</i> , 2007
	<i>T. amazonia</i>	2.09	4.35	Adecuado	Adecuado			70.61	Montero y Kanninen, 2005
	Pilón	2.15	4.05	Suficiente	Suficiente			50.43	Solís y Moya, 2003
234-10	Pino	1.65	1.88	Insuficiente	Insuficiente	6	3.5	1.55	Ofi-Catie, 1997a
	Espavel	1.02	2.42	Suficiente	Insuficiente			1.78	Ofi-Catie, 1997d
259-10	Laurel, cedro y poró								En venta
262-12	Acacia	3.26	2.23	Suficiente	Suficiente	4	2.5	26.38	Rodríguez Sánchez, 1996
	<i>V. Guatemalensis</i>	2.9	2.06	Suficiente	Insuficiente			28.79	Solís y Moya, 2005
279-09	Cedro	3.1	4.86	Adecuado	Suficiente	7	1.4	14.19	González <i>et al</i> , 2018
	Laurel	3.19	6.1	Adecuado	Adecuado			12.53	Ofi-Catie, 1997b
311-12	Pino	1.74	1.58	Insuficiente	Insuficiente	4	1	1.25	Ofi-Catie, 1997a
	Acacia	1.85	1.96	Insuficiente	Insuficiente			1.38	Rodríguez Sánchez, 1996

Finca	Especie	Crecimiento medio DAP (cm)	Altura com. media (m)	Calificación crecimiento	Calificación Altura com.	Edad árboles	Superficie (ha)	Volumen tot. madera (m3)	Observaciones / Bibliografía
320-09	Caoba	2.05	4.37	Suficiente	Suficiente	7	26.9	1343.44	Hayashida-Oliver <i>et al</i> , 2001
	Cedro	0.95	2.96	Insuficiente	Insuficiente			41.82	González <i>et al</i> , 2018
325-11	<i>V. ferruginea</i>	2.14	4.83	Suficiente	Suficiente	7	5	81.37	Ofi-Catie, 1997e
332-11	Laurel	1.69	5.25	Insuficiente	Suficiente	7	3.66	12.13	Ofi-Catie, 1997b
	Gallinazo	3.47	9.5	Adecuado	Adecuado			130.52	Ofi-Catie, 1997f
	Pino	2.07	6.38	Suficiente	Adecuado			510.67	Ofi-Catie, 1997a
	Eucalipto	1.87	5.5	Insuficiente	Insuficiente			44.19	Mesén <i>et al</i> , 2007
335-13	Poró								sin interés maderable
344-11	Laurel	1.24	2.69	Insuficiente	Insuficiente	7	3.5	4.98	Ofi-Catie, 1997b
396-14	Pino	3.46	2.59	Adecuado	Adecuado	2	1.5	28.89	Ofi-Catie, 1997a
408-11	Pino	1.48	10.74	Insuficiente	Suficiente	14	3.8	60.87	Ofi-Catie, 1997a
252-08	Pino	3.04	6.59	Adecuado	Adecuado	8	300	48671.09	Ofi-Catie, 1997a
327-09	Pino	3.13	7.69	Adecuado	Adecuado	7	100	19818.24	Ofi-Catie, 1997a
288-10	Pino	2.99	5.42	Adecuado	Adecuado	6	100	11425.12	Ofi-Catie, 1997a
338-11	Pino	3.26	5.81	Adecuado	Adecuado	5	51.5	4860.16	Ofi-Catie, 1997a
127-09	Cachá, roble sabana y corteza amarilla					2			Arbolado muy joven
2-013	Acacia	3.54	2.9	Suficiente	Suficiente	3	1	21.65	Rodríguez Sánchez, 1996
1-009	Laurel	1.54	3.98	Suficiente	Insuficiente	7	1.3	20.97	Ofi-Catie, 1997b
3-006	Pilón	2	3.67	Suficiente	Suficiente	10	1.1	23.04	Solís y Moya, 2003
386-11	<i>V. Guatemalensis</i>	5.75	4.35	Adecuado	Adecuado	6	1.5	54.89	Solís y Moya, 2005
387-11	Laurel	3.63	4.67	Adecuado	Suficiente	6	4	39.22	Ofi-Catie, 1997b
Totales	Promedio total	2.607	4.723				628.05	88950.4	

8.4 Anexo - Modelo estadillo de campo parcelas circulares

RESOLUCIÓN N°:						
FINCA					Coordenadas	X:
N° PARCELA						Y:
Tamaño y forma Parcela:						
ESPECIES						
Pendiente						
Observaciones						
Fecha inventario:						
Fecha plantación:						
Árbol N°	Especie	DAP (cm)	DAP (m)	ALT com (m)	Calidad (1-4)	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						

8.5 Anexo - Modelo estadillo de campo inventario árbol individual

RESOLUCIÓN Nº:								
FINCA								
Tamaño y forma Parcela:								
ESPECIES								
Pendiente								
Observaciones								
Fecha inventario:						Coordenadas	X:	
Fecha plantación:							Y:	
Árbol Nº	Especie	DAP (cm)	DAP (m)	ALT com (m)	Vecinos	Calidad (1-4)	Observaciones	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								

8.6 Anexo - Resumen resultados parcelas de inventario:

Finca	parcela	especie	DAP medio (m)	Altura comercial media (m)	Plantación	Fecha muestreo	Superficie finca (ha)
037-10	1	<i>Cupressus lusitanica</i>	0.151	4.085	15/06/2011	24/04/2018	2
037-10	2	<i>Pinus oocarpa</i>	0.227	7.704	15/06/2011	24/04/2018	0.6
262-12	1	<i>Acacia mangium</i>	0.130	2.227	15/06/2013	20/04/2018	2.5
262-12	2	<i>Acacia mangium</i>	0.116	2.060	15/06/2013	20/04/2018	2.5
325-11	1	Varias spp	0.162	3.762	15/06/2008	18/04/2018	5
325-11	2	<i>Vochysia ferruginea</i>	0.222	5.900	15/06/2008	18/04/2018	5
106-08	1	<i>Eucalyptus deglupta</i>	0.166	7.318	15/06/2009	18/04/2018	2.24
396-14	1	<i>Pinus oocarpa</i>	0.104	2.586	15/06/2015	17/04/2018	1.5
140-10	1	<i>Pinus oocarpa</i>	0.159	4.949	15/06/2011	19/04/2018	1.6
110-09	1	<i>Pinus oocarpa</i>	0.164	3.750	15/06/2010	26/04/2018	3.15
110-09	2	<i>Pinus oocarpa</i>	0.201	3.828	15/06/2010	26/04/2018	3.15
233-10	1	<i>Pinus oocarpa</i>	0.303	9.262	15/06/2011	18/04/2018	1.2
233-10	2	<i>Eucalyptus deglupta</i>	0.278	9.444	15/06/2011	18/04/2018	0.3
233-10	3	Varias spp	0.168	4.353	15/06/2011	18/04/2018	0.6
233-10	4	Varias spp	0.172	4.050	15/06/2011	18/04/2018	0.6
320-09	1	<i>Swietenia macrophylla</i>	0.172	4.829	15/06/2009	11/04/2018	16.9
320-09	2	<i>Swietenia macrophylla</i>	0.137	3.139	15/06/2009	11/04/2018	16.9
320-09	3	<i>Swietenia macrophylla</i>	0.156	3.565	15/06/2009	11/04/2018	16.9
320-09	4	<i>Swietenia macrophylla</i>	0.178	3.929	15/06/2009	11/04/2018	16.9
320-09	5	<i>Swietenia macrophylla</i>	0.143	3.786	15/06/2009	11/04/2018	16.9
320-09	6	<i>Swietenia macrophylla</i>	0.195	7.132	15/06/2009	11/04/2018	16.9
320-09	7	<i>Swietenia macrophylla</i>	0.179	4.141	15/06/2009	11/04/2018	16.9
320-09	8	<i>Cedrela odorata</i>	0.058	2.786	15/06/2009	25/04/2018	10
320-09	9	<i>Cedrela odorata</i>	0.073	2.714	15/06/2009	25/04/2018	10
320-09	10	<i>Cedrela odorata</i>	0.063	2.782	15/06/2009	25/04/2018	10
320-09	11	<i>Cedrela odorata</i>	0.090	3.318	15/06/2009	25/04/2018	10
320-09	12	<i>Cedrela odorata</i>	0.011	4.749	15/06/2009	25/04/2018	10
332-11	1	<i>Cordia alliodora</i>	0.169	5.250	15/06/2007	23/04/2018	0.6
332-11	2	<i>Schizolobium Parahyba</i>	0.126	4.918	15/06/2007	23/04/2018	0.6
332-11	3	<i>Pinus oocarpa</i>	0.209	5.778	15/06/2007	23/04/2018	2.5
332-11	4	<i>Pinus oocarpa</i>	0.206	6.974	15/06/2007	23/04/2018	2.5
332-11	5	<i>Eucalyptus deglupta</i>	0.187	5.500	15/06/2007	23/04/2018	0.56
4-001	1	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0.169	6.286	15/06/2001	15/03/2018	12
4-001	2	<i>Terminalia amazonia</i>	0.244	8.063	15/06/2001	15/03/2018	12
252-08	1	<i>Pinus oocarpa</i>	0.215	6.964	15/06/2009	27/04/2018	300
252-08	2	<i>Pinus oocarpa</i>	0.203	6.208	15/06/2009	27/04/2018	300
327-09	1	<i>Pinus oocarpa</i>	0.239	8.194	15/06/2010	27/04/2018	100
327-09	2	<i>Pinus oocarpa</i>	0.199	7.188	15/06/2010	27/04/2018	100
288-10	1	<i>Pinus oocarpa</i>	0.179	5.195	15/06/2011	27/04/2018	100

Finca	parcela	especie	DAP medio (m)	Altura comercial media (m)	Plantación	Fecha muestreo	Superficie finca (ha)
288-10	2	<i>Pinus oocarpa</i>	0.180	5.650	15/06/2011	27/04/2018	100
338-11	1	<i>Pinus oocarpa</i>	0.128	4.574	15/06/2012	27/04/2018	51.5
338-11	2	<i>Pinus oocarpa</i>	0.198	7.054	15/06/2012	27/04/2018	51.5
2-013	1	<i>Acacia mangium</i>	0.110	2.727	15/06/2014	23/04/2018	1
2-013	2	<i>Acacia mangium</i>	0.102	3.068	15/06/2014	23/04/2018	1
344-11	1	<i>Cordia alliodora</i>	0.087	2.687	15/06/2011	19/04/2018	3.5
234-10	1	<i>Pinus oocarpa</i>	0.115	1.875	15/06/2011	19/04/2018	3.5
234-10	2	<i>Anacardium excelsium</i>	0.072	2.417	15/06/2011	19/04/2018	3.5
311-12	1	<i>Pinus oocarpa</i>	0.070	1.583	15/06/2013	16/04/2018	1
311-12	2	<i>Acacia mangium</i>	0.074	1.960	15/06/2013	16/04/2018	1
081-13	1	<i>Dypterix panamensis</i>	0.059	2.275	15/06/2014	26/04/2018	1.1
081-13	2	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0.100	3.088	15/06/2014	26/04/2018	1.1
188-10	1	<i>Vochysia guatemalensis</i>	0.229	5.500	15/06/2011	25/04/2018	1.5
188-10	2	<i>Cedrela odorata</i>	0.120	2.667	15/06/2011	25/04/2018	1.5
188-10	3	<i>Samanea saman</i>	0.146	3.000	15/06/2011	25/04/2018	1.5
408-11	1	<i>Pinus oocarpa</i>	0.204	10.756	15/06/2003	26/02/2018	3.8
408-11	2	<i>Cordia alliodora</i>	0.250	9.923	15/06/2003	26/02/2018	3.8
408-11	3	<i>Samanea saman</i>	0.218	4.875	15/06/2003	26/02/2018	3.8
279-09	1	<i>Cedrela odorata</i>	0.217	13.667	15/06/2009	01/03/2018	1.4
279-09	2	<i>Cordia alliodora</i>	0.223	17.453	15/06/2009	01/03/2018	1.4
3-006	1	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0.221	3.672	15/06/2007	05/06/2018	1.1
386-11	1	<i>Vochysia guatemalensis</i>	0.345	4.353	15/06/2011	05/06/2018	1.5
387-11	1	<i>Cordia alliodora</i>	0.218	4.673	15/06/2011	05/06/2018	4
1-009	1	<i>Cordia alliodora</i>	0.123	3.985	15/06/2011	01/03/2018	1.3