

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE LA FINCA EL ABEJONAL
EN SAN PABLO DE LEÓN CORTÉS, SAN JOSÉ, COSTA
RICA**

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL

ANDREA GÓMEZ BONILLA

CARTAGO, COSTA RICA, 2019



TEC | Tecnológico
de Costa Rica



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE LA FINCA EL ABEJONAL
EN SAN PABLO DE LEÓN CORTÉS, SAN JOSÉ,
COSTA RICA**

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL

ANDREA GÓMEZ BONILLA

CARTAGO, COSTA RICA, 2019

PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE LA FINCA EL ABEJONAL EN SAN PABLO DE LEÓN CORTÉS, SAN JOSÉ, COSTA RICA

Andrea Gómez Bonilla¹

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la finca El Abejonal ubicada en San Pablo de León Cortés, San José. Posee 10 hectáreas las cuales fueron asignadas al Colegio Técnico Profesional San Pablo de León Cortés y actualmente no cuenta con un manejo de ningún tipo. Al respecto se realizó un plan de manejo integral con el fin de determinar los usos actuales de la finca, la capacidad de uso para cada zona y proponer las acciones técnicas integrales de manejo y conservación que armonizaran la producción y conservación del ecosistema.

Se pudo determinar que la mayor limitante en las zonas productivas de la finca se debe a la baja fertilidad de los suelos. Las zonas de plantación presentan una alta densidad que dificultaría la extracción de materia prima por lo que se propone realizar un aprovechamiento en bloques y a futuro ser reforestada. Las zonas que se destinarán a conservación y turismo serán reforestadas con especies nativas de la zona, como herramienta para aumentar la presencia de especies de fauna para su atracción y que colaboren con el intercambio genético y biodiversidad del sitio.

PALABRAS CLAVES

Plan de manejo integral, manejo y conservación, finca El Abejonal, CTP San Pablo de León Cortés.

¹ Gómez-Bonilla, A. (2019). Plan de Manejo Integral para la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, San José, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 69p.

ABSTRACT

The present work has been developed at El Abejonal property located at San Pablo of León Cortés, San José. It has 10 hectares that were assigned to Técnico Profesional San Pablo of León Cortés high school and nowadays has no management at all. About that, an integral management plan was performed after the current land usage was determined, use capacity and integral action techniques of management and conservation were proposed to harmonize the production and conservation of the ecosystem.

It could be determined that the major limitation at the productive areas was the soil fertility. The plantation area has a high density that may difficult the raw material extraction, so it is proposed to perform a extraction in blocks followed by a reforestation. The areas intended to coservation and tourism will be reforestated with native species as a tool for increasing the wildlife presence of species wich can be attracted and may contribute with the genetic exchange and biodiversity of the place.

KEYWORDS

Integral management plan, management and conservation, El Abejonal property, Técnico Profesional San Pablo of León Cortés high school.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Trabajo final de graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador integrado por M.Sc. Gustavo Torres Córdoba, M.Sc. Mario Guevara Bonilla y Lic. Jose Luis Garro Mena como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Forestal, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.



Ing. Gustavo Torres Córdoba, M.Sc.
Director de tesis



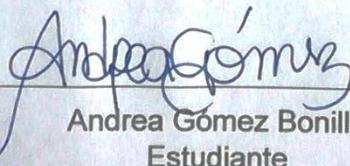
Jose Luis Garro Mena, Lic.
Lector
Colegio Técnico Profesional San
Pablo de León Cortés



Ing. Mario Guevara Bonilla, M.Sc.
Profesor Lector



Ing. Dorian Carvajal Vanegas, M.Sc.
Coordinador de Trabajos Finales de
Graduación



Andrea Gómez Bonilla
Estudiante

DEDICATORIA

El trabajo que aquí presento lo dedico a la perseverancia, voluntad y superación que me enseñaron mis padres durante todos mis años de estudio, herramientas necesarias para cumplir cada meta propuesta en mi vida.

Nuevamente dedico este trabajo a mis padres, hermanos y amigos que me han llenado de motivación cuando lo he necesitado para siempre seguir adelante con más fuerza. A mis profesores que me dieron todas las herramientas necesarias para poder realizar este trabajo y todo lo que me ha traído hasta donde estoy hoy.

Por último, dedico este logro a la vida, que me ha enseñado tanto hasta este momento y me espera con grandes cosas para aprender.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, hermanos, amigos y profesores que me apoyaron durante todos mis años de estudio y me permitieron llegar hasta el final de esta etapa.

Al Instituto Tecnológico de Costa Rica por ser la institución que acogió mi formación académica estos últimos años y a la Escuela de Ingeniería Forestal por representar un hogar donde realmente crecí y aprendí herramientas para la siguiente etapa de mi vida.

A todos los profesores que dejaron un granito de su saber en mí, a todos aquellos que me ayudaron durante la elaboración de este trabajo y a todos los que me ayudarán en un futuro, porque sé que ellos se alegran de cada cosa que aprendí.

Al Colegio Técnico Profesional San Pablo de León Cortés por apoyarme durante la realización de este trabajo, especialmente a los señores Alfredo Haug y Jose Luis Garro que siempre estuvieron atentos a cada cosa que necesitara.

A Bernardita Monge Camacho, por ser mi ayudanta de campo todos los días que estuve en la finca, porque ella me dió más confianza para empezar mi trabajo y no olvidaré cada gesto de agradecimiento y alegría que expresó al acompañarme en mi labor.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	4
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
USO DEL SUELO	5
<i>Capacidad de uso del suelo.....</i>	<i>5</i>
MUESTREO DE SUELOS	5
<i>Método del hidrómetro de Bouyoucos</i>	<i>6</i>
MANEJO DE ECOSISTEMAS FORESTALES.....	6
<i>Reforestación.....</i>	<i>7</i>
<i>Marcaje de raleos</i>	<i>7</i>
<i>Aprovechamiento forestal</i>	<i>8</i>
<i>Ecoturismo y educación ambiental</i>	<i>8</i>
PLANES DE MANEJO INTEGRAL.....	9
<i>Análisis FODA.....</i>	<i>10</i>
MATERIALES Y MÉTODOS	11
DESCRIPCIÓN DEL SITIO.....	11
DETERMINACIÓN DEL USO ACTUAL DEL SUELO	12
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO	13
DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	15

PROPUESTA DE TÉCNICAS DE MANEJO Y CONSERVACIÓN	16
<i>Censo forestal</i>	16
<i>Marcaje de raleos</i>	19
<i>Propuesta para reforestación comercial y de restauración</i>	19
<i>Recolección de información</i>	19
<i>Análisis FODA</i>	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
USO ACTUAL DEL SUELO	21
ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO	23
<i>Contenido de materia orgánica y textura del suelo</i>	25
CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS.....	26
TÉCNICAS DE MANEJO Y CONSERVACIÓN	28
<i>Censo forestal</i>	28
<i>Marcaje de raleos</i>	33
<i>Propuesta de reforestación</i>	34
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	40
<i>Ecoturismo y educación ambiental</i>	42
ANÁLISIS FODA	43
<i>Fortalezas</i>	43
<i>Oportunidades</i>	43
<i>Debilidades</i>	44
<i>Amenazas</i>	45

CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS	49
ANEXOS	56

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la finca El Abejonal en San Pablo, León Cortés, San José. .	11
Figura 2. Ejemplo de representación simbólica de las unidades de manejo según el decreto No. 23214 (MAG-MIRENEM, 1994).	16
Figura 3. Mapa del uso de suelo actual en la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, San José, Costa Rica.	21
Cuadro 1. Descripción de los tipos de cobertura encontrados en la finca El Abejonal en San Pablo, León Cortés, San José.	22
Cuadro 2. Análisis químico del suelo recolectado en la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés.	24
Cuadro 3. Interpretación del análisis químico del suelo realizado en diferentes sectores de la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés.	24
Figura 4. Capacidad de uso de la tierra según la metodología del decreto No. 23214 MAG-MIRENEM en la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.	26
Figura 5. Ubicación de los individuos censados en la unidad PPA-1 en la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.	28
Cuadro 4. Variables dasométricas obtenidas del censo forestal de <i>Pinus caribaea</i> realizado en la unidad PPA-1 de la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.	29
Cuadro 5. Distribución diamétrica de los individuos de <i>Pinus caribaea</i> censados en la unidad fisiográfica PPA-1 de la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.	29

Figura 6. Ubicación de los individuos censados en la unidad PPA-2 en la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.....	30
Cuadro 6. Variables dasométricas obtenidas del censo forestal de <i>Pinus caribaea</i> realizado en la unidad fisiográfica PPA-2 de la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.	30
Cuadro 7. Distribución diamétrica de los individuos de <i>Pinus caribaea</i> censados en la unidad fisiográfica PPA-2 de la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.....	31
Figura 7. Propuesta de bloques de aprovechamiento forestal en la zona PPA-1 para el Plan de Manejo Integral de la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, San José, Costa Rica.	32
Figura 8. Marcaje de raleos realizado en la unidad fisiográfica PPM-1 de la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.....	33
Cuadro 8. Costos y requerimientos mínimos de cal para las unidades fisiográficas muestreadas en la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.....	37
Cuadro 9. Costos de mantenimiento de la plantación durante los primeros 5 años de establecida.....	39
Figura 9. Respuesta a la pregunta: "¿Considera la "Finca El Abejonal" como un lugar importante para la comunidad?" ¹	40
Figura 10. Calificación de las condiciones de la finca El Abejonal según la percepción de sus visitantes.	41
Figura 11. Principales actividades para realizar en "El Abejonal" según la percepción de sus visitantes.....	42

INTRODUCCIÓN

La ciudad de San Pablo es la cabecera del cantón de León Cortés Castro, el cual posee un área de 120,8 km² y es el más densamente poblado (de la comúnmente conocida Zona de Los Santos. Este cantón es uno de los de mayor producción cafetalera para exportación y consumo nacional; destacado por su gran calidad y que ha desarrollado de manera importante la actividad industrial de la zona (Municipalidad de León Cortés, 2017).

La importancia del cultivo de café en la región genera una gran presión sobre el uso del suelo en la zona, especialmente en aquellos de uso forestal a los cuales es común la ausencia de un manejo adecuado para la obtención de recursos económicos. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2015), los cultivos para el mercado doméstico y exportación representan 2 de cada 10 hectáreas deforestadas en el país, por lo cual se vuelve una necesidad controlar y tratar de implementar nuevas técnicas productivas en el sector forestal que eviten la disminución en la cobertura actual dado que son muchas las familias que se dedican a actividades agrícolas. Según el Censo Cafetalero (2006), un 64,86% de la superficie de León Cortés se destina al cultivo de café, mientras los bosques se ven representados por apenas un 17,61%, el resto del paisaje se reparte entre otros cultivos agrícolas. La zona posee, además, gran importancia turística dada su condición montañosa, clima agradable y belleza paisajística producto de la presencia de cataratas y ríos (Municipalidad de León Cortés, 2017).

Esta condición ha generado una gran presión sobre el uso del suelo al buscar maneras más eficientes de mover la economía. El cambio de uso de suelo ilegal de condición forestal a otros usos más industriales se ha dado por la falta de conocimiento en el manejo de los recursos naturales. No saber optimizar la producción forestal y la falta de integración de otras actividades que generen ganancias de tipo económico, social y cultural mientras se alcanzan los turnos de rotación genera falta de interés en conservar los bosques y búsqueda de otras alternativas más sencillas que generan ganancias de una manera más intensiva

como sucede con cultivos agrícolas, en los cuales el uso intensivo de los recursos productivos hace que sea inmanejable la conservación de las tierras. (Fernández y Mora, 1987).

El manejo integral de los recursos ambientales presentes en las fincas es un elemento que se vuelve de gran importancia para optimizar el uso de los recursos de acuerdo con las necesidades de la población, para ello se hace la integración entre prácticas silviculturales y análisis económicos para cumplir con los objetivos y las metas que los propietarios fijan en sus terrenos (Bettinger, Boston, Siry y Grebner, 2008). Los planes de manejo forestal son definidos según la Ley Forestal como:

Conjunto de normas técnicas que regularán las acciones por ejecutar en un bosque o plantación forestal, en un predio o parte de este con el fin de aprovechar, conservar y desarrollar la vegetación arbórea que exista o se pretenda establecer, de acuerdo con el principio del uso racional de los recursos naturales renovables que garantizan la sostenibilidad del recurso. (Ley Forestal No.7575, 1996).

Es decir, los procesos de cultivo, ordenación, protección, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales deben garantizar la integridad en el ecosistema a intervenir sin disminuir la capacidad productiva de los recursos que se intervienen. Para ello es necesario conocer los usos actuales del sitio para identificar usos potenciales y prácticas que pueden generar beneficios al corto y mediano plazo de acuerdo con el interés que poseen los dueños del terreno, conservando la sostenibilidad en el sistema.

La finca El Abejónal pertenece al Colegio Técnico Profesional de San Pablo de León Cortés (CTP-SPLC) y cuenta con 10 hectáreas que representan un sitio de interés para los habitantes de San Pablo y sus visitantes por representar un sitio con facilidades de ocio en el que se pueden reunir con amigos y familiares en un ambiente natural. A su vez, la propiedad representa una fuente de materia prima para proyectos académicos y un sitio de visita para actividades de educación

ambiental, la cual es un recurso para enseñar a sus alumnos y el pueblo la sostenibilidad de la producción del bosque y el suelo; y la conservación de estos a través de las buenas prácticas de manejo integral.

Con motivo de implementar a futuro actividades de conservación, aprovechamiento y educación ambiental, se propone mediante el siguiente estudio elaborar un plan de manejo integral para la finca que cumpla con los objetivos del CTP-SPLC y que armonicen la producción y la conservación del ecosistema presente en la zona.

OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar un plan de manejo integral para la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, San José, Costa Rica.

Objetivos específicos

- a. Determinar los usos actuales de la finca.
- b. Determinar la capacidad de uso para cada zona de la finca según sus condiciones.
- c. Proponer las acciones técnicas integrales de manejo y conservación en la finca El Abejonal, que armonicen la producción y la conservación del ecosistema.

REVISIÓN DE LITERATURA

Uso del suelo

Los cambios de uso de suelo y cubierta vegetal producto de la actividad antrópica provocan efectos negativos en la biodiversidad y el equilibrio de las funciones ecosistémicas. La determinación de los usos de la tierra a nivel local se ha vuelto una herramienta común para realizar el manejo de los recursos de la tierra (Zhang, 2014). Sin embargo, en nuestro país no todas las municipalidades cuentan con un plan de ordenamiento territorial de los terrenos que administran. Tal es el caso de la Municipalidad de San Pablo de León Cortés, la cual, al día de hoy no presenta trámites ante la Secretaría Técnica Nacional que determine el uso óptimo de sus tierras.

AUMA (2007) indica que el planeamiento del uso del suelo es una función municipal clave que incluye políticas a largo alcance del uso de la tierra, manejo del crecimiento, presupuesto y regulación o implementación del ordenamiento.

A pesar de que a nivel macro no se ha implementado adecuadamente la gestión del territorio, a nivel de fincas resulta un modelo a seguir para aumentar su productividad.

Capacidad de uso del suelo

La conservación del suelo requiere que se lleve a cabo su uso de acuerdo con sus necesidades y capacidad de adaptación a los cambios que se den. Para ello, se requiere que se dé la correcta clasificación de la tierra considerando el clima, productividad del suelo, pendientes, erosión, disponibilidad de agua, vegetación original y situación socioeconómica en la que se encuentra inmersa la finca (Villalobos, Hernández y Mojica, 1997).

Muestreo de suelos

Representa una parte importante del análisis de suelos dado que una pequeña porción de suelo deberá representar un área importante. Ramírez (1988) recomienda

tomar las muestras con una humedad moderada del suelo, no localizar puntos de muestreo cerca de caminos, cercas o contaminantes y no mezclar muestras de sitios diferentes de muestreo.

Otras recomendaciones de Schweizer (2010) para recoger las submuestras son: limpiar de manera superficial y sin eliminar el suelo del lugar elegido para tomar la muestra, introducir el barreno de manera vertical hasta la profundidad deseada, extraer piedras, raíces grandes y contaminantes de cada submuestra para realizar la mezcla de las mismas y al homogeneizar el suelo, dividirlo en cuatro partes y separarlas hasta obtener la muestra deseada que debe ser entre 0,5 y 1 kg.

Método del hidrómetro de Bouyoucos

Utilizado para la determinación de la textura del suelo, el método de Bouyoucos estima el tamaño de las partículas a partir de la densidad de la solución medida mediante el hidrómetro (Beretta, Silbermann, Paladino, Torres, Bassahun, Musselli y García-Lamohte, 2014). El mismo está fundamentado en la ley de Stokes la cual establece una relación entre el tamaño de las partículas y la tasa de sedimentación (Jury y Horton, 2004) para cuantificar el tipo de partículas presentes.

Manejo de ecosistemas forestales

El manejo en los ecosistemas forestales se realiza para mitigar los efectos de la destrucción masiva que ha afectado a la tierra desde hace unos años y continúa ocurriendo en el presente. El mismo asegura la continuidad de las funciones ecológicas de los diferentes tipos de ecosistemas ya sean naturales o modificados por el hombre, y con ello garantiza los beneficios a futuro que puedan percibir las personas que se encuentran en constante relación con estos recursos (Bocco, Velázquez y Torres, 2000).

La sostenibilidad en el manejo forestal es una combinación de herramientas y prácticas, aplicadas a diferentes escalas y por parte de diferentes actores que permitirá alcanzar las metas propuestas de manejo sostenible para las situaciones que se analizan en particular (Sabogal, Casaza y González, 2010).

Reforestación

Según Ramos (1987), la reforestación o repoblación forestal es la actividad de plantar o sembrar artificialmente para crear zonas arboladas con el objetivo de producir madera, proteger el suelo, beneficiar al paisajismo y la actividad recreativa. Esta acción se puede llevar a cabo en zonas antiguamente habitadas por árboles donde, por causa del fuego o acción humana, desapareció la vegetación que ahí se encontraba.

Con esta actividad se pretende devolver productividad al sitio, especialmente a nivel de paisajismo y conservación, por lo cual es necesario involucrar aspectos de botánica, climatología, edafología y ecología (Permán y Navarro, 1998) que permitan establecer las especies óptimas para la reforestación, así como su manejo adecuado a través del tiempo para garantizar el restablecimiento de sus funciones dentro del ecosistema.

La práctica de reforestación involucra la integración de conocimiento entre especies arbóreas y las condiciones del sitio donde se colocarán los nuevos individuos. Algunas etapas como la selección del sitio deben tener en cuenta la fertilidad y profundidad del suelo y la manera en que estas características pueden modificarse por otros métodos de trabajo en el suelo. De igual manera, durante la selección de especies es importante considerar si la especie es exigente en los requerimientos de suelo, rango de altitud, zona de vida, precipitación, producción y manejo de la misma, dado que el no tomar en cuenta estas consideraciones puede provocar que se incurra en altos gastos económicos (Castillo *et al.*, 2000).

Marcaje de raleos

Los raleos son la eliminación de los árboles que se encuentran de más en una superficie determinada con el objetivo de disminuir la competencia por luz, humedad y nutrientes entre los individuos y concentrar el aumento de producción de productos primarios en aquellos individuos que muestran mayor potencial productivo (Castillo, de la Cruz, Takano y Jaen, 2000).

Los objetivos del raleo son, entre muchos otros, mejorar la calidad de la producción, asegurar el estado sanitario del bosque, estimular el ensanchamiento de las copas y crecimiento horizontal de las raíces, mantener una densidad adecuada y mejorar la composición del bosque (Castillo *et al.*, 2000).

Aprovechamiento forestal

Es una operación silvicultural que inicia con la planificación de la corta de los árboles en pie seguido de la extracción, troceo, apilado, carga y el transporte, en algunas ocasiones. Es un sistema de producción de las plantaciones forestales y tiene como objetivo la obtención de la mayor cantidad de productos con la mejor calidad, al menor costo posible y causando el menor impacto ambiental posible. (Meza, 2004).

Ecoturismo y educación ambiental

La actividad turística como tal brinda impactos positivos y negativos a nivel sociocultural, económico y ambiental. Rivas y Magadán (2012) plantean que la gran mayoría de los turistas identifica las amenazas que presenta un ecosistema, pero solo una minoría apunta estrategias de gestión para solventarlos. Es por este motivo que el ecoturismo se considera un aspecto ligado a la educación ambiental, dado que son actividades que se complementan para fomentar el conocimiento en temas ambientales y con ello aumentar la consciencia en la responsabilidad ambiental que tiene cada uno de los visitantes y dar una gestión adecuada.

El ecoturismo se define según la Sociedad Internacional de Ecoturismo (TIES) (2015) como el turismo responsable a áreas naturales que conserva el ambiente, mantiene el bienestar de los habitantes locales e involucra la interpretación y educación, tanto de visitantes como de residentes.

El mismo debe tener una planificación, gestión y promoción adecuada de manera que las actividades que realiza busquen la conservación de los valores culturales y el desarrollo sostenible de las comunidades rurales y suburbanas (Jiménez, 2009).

Es necesario conocer los ecosistemas que habitamos para poder satisfacer nuestras necesidades y con ello tomar en cuenta el peso del ser humano en los mismos (O'Neill, 2001). Bien se sabe que los humanos son la especie que altera la composición y estructura de los ecosistemas de manera negativa y desequilibrada, pero a su vez, pueden desempeñar un papel importante en el mantenimiento de los procesos esenciales de los ecosistemas (Berkes y Folke, 1998).

Planes de manejo integral

El manejo forestal actualmente considera el fortalecimiento de los bienes y servicios que proveen los ecosistemas forestales, tales como la recreación, ecoturismo, manejo de la fauna silvestre, captura de carbono, producción y protección de fuentes de agua y biodiversidad, así como la capacitación de los propietarios de estos terrenos (Comisión Nacional Forestal, 2000; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2003). Conociendo la interacción entre estos factores, en la actualidad el manejo se enfoca al desarrollo de líneas de acción estratégicas que permitan atender a la complejidad del manejo de ecosistemas forestales tomando en cuenta el logro de metas sociales y ambientales de manera simultánea. De este modo se logra integrar la protección ambiental con el manejo sostenible de los recursos naturales (Kazana, Bonnieux, Campos, Kazaklis, Merlo, Paoli y Zadnik, 2005).

Un planeamiento de actividades exitoso en colaboración con la comunidad incluye los beneficios que puedan ser percibidos por la comunidad, la organización local para el manejo de los recursos naturales y la ausencia del control por parte de instituciones del estado (Crook, y Decker, 2006). Sin embargo, dado que el manejo de este tipo supone un control por parte de la comunidad y no las entidades gubernamentales, se debe tomar en cuenta que la comunidad que realiza el manejo debe ser consciente sobre los problemas que afectan el ecosistema y con ello encontrarán propuestas para el manejo sostenible y sustentable de los recursos. El proceso suele ser lento y desafiante cuando se tiene la misma importancia por el desarrollo económico y el medio ambiente (Konstant, Newton, Taylor y Tipper, 1999).

Análisis FODA

Es una herramienta de análisis estratégico que identifica las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para conocer las condiciones a las que se enfrenta una organización o empresa al ejecutar una operación. La misma facilita el buen diagnóstico y evaluación durante la planeación estratégica. Según menciona Ramírez (2017), la recopilación de información que se realiza antes de la operación, la calidad y cantidad que se obtenga representará una de sus herramientas más valiosas y podrá ser utilizada para prever impactos, tendencias y la reacción que se debe tener ante cada escenario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio

La finca El Abejonal posee una extensión de 10 hectáreas y es propiedad del CTP-SPLC. Se ubica en la provincia de San José, en el cantón de León Cortés Castro, en el distrito de San Pablo. El cantón de León Cortés se sitúa entre las coordenadas 09°41'13" latitud norte y 84°08'53" longitud oeste (Municipalidad de León Cortés, 2017) que posee una población total de 12.200 habitantes aproximadamente (INEC, 2011).

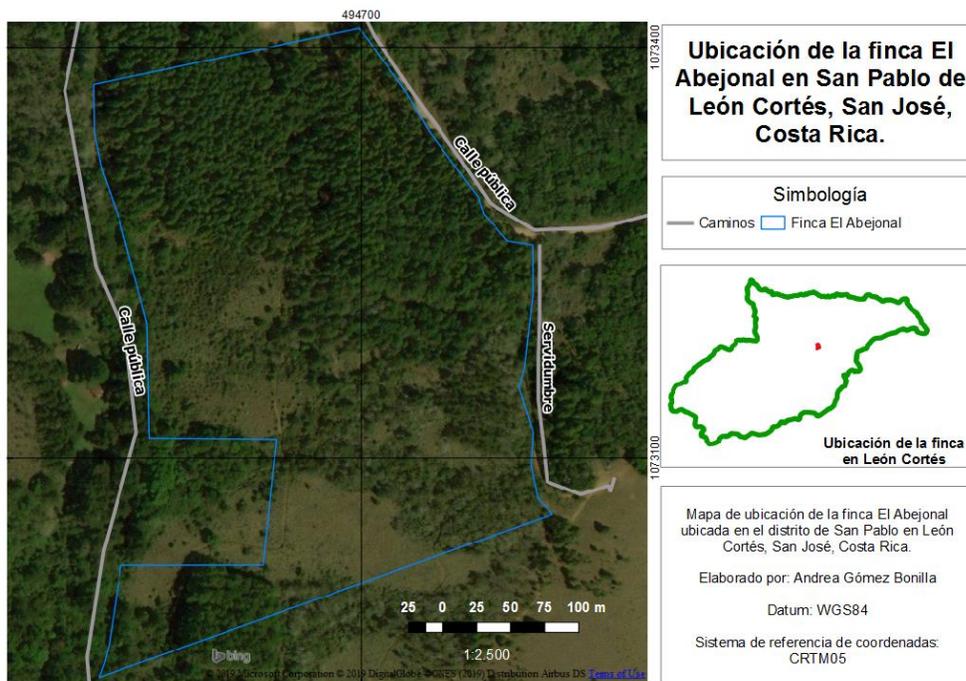


Figura 1. Ubicación de la finca El Abejonal en San Pablo, León Cortés, San José.

La finca se ubica en la zona de vida de bosque muy húmedo montano bajo. Presenta una biotemperatura de 12 a 18° C y precipitaciones entre 2000 y 4000 mm anuales (Atlas Digital de Costa Rica, 2014) con una altitud aproximada de 1900 m.s.n.m.

Actualmente posee una plantación de 38 años de Pino hondureño (*Pinus caribaea*) localizada en gran parte de la finca, la cual no ha sido manejada desde su

establecimiento, limitándose a algunas extracciones de muy baja intensidad sin ningún criterio y con el objetivo de utilizar la madera en el taller del colegio. Esta es visitada constantemente por pobladores de la zona y fuera de ella como sitio de entretenimiento donde ciertos grupos de la comunidad se organizan para realizar senderismo, competencias de motocicletas y bicicletas, camping entre otras actividades.

Posee un camino al costado este y otro al costado oeste los cuales sirven como límite del polígono de la propiedad. El sitio no ha contado con la protección y ni el uso deseado por parte de la administración del CTP-San Pablo dada la falta de recursos e interés. Posee un único rótulo en la entrada principal que indica a quién pertenece la propiedad y no cuenta con ningún tipo de cercado entre el camino público y la propiedad privada.

Determinación del uso actual del suelo

Para determinar el uso del suelo presente en la finca se procedió a realizar un vuelo programado con el dron Phantom 4 pro, el cual brinda imágenes de 12 megapíxeles con una resolución de 1 a 5 cm. El vuelo se realizó a 100m de altura con un 80% de traslape vertical y lateral entre imágenes. A partir del vuelo realizado se obtuvo un total de 438 fotografías aéreas las cuales fueron procesadas a través de la plataforma en línea Pix4Dmapper para obtener la calibración de 431 imágenes que conformaron el ortomosaico de la finca.

El vuelo del dron se programó en horas de la mañana para evitar condiciones adversas del tiempo atmosférico que interfirieran con el vuelo y la calidad de imágenes a obtener.

Una vez obtenido el ortomosaico de imágenes, se procedió a realizar la fotointerpretación para delimitar los tipos de cobertura presentes en la finca. Finalmente, se realizó una delimitación preliminar para elaborar un mapa de campo el cual fue utilizado para recorrer la finca y poder verificar los tipos de cobertura presentes en la misma.

Evaluación de las propiedades del suelo

Se realizó un estudio químico del suelo presente en las unidades fisiográficas identificadas como PPA-1, ZF-1 y PAB-1 correspondientes a la zona de plantación de pino de mayor densidad, zona afectada por el fuego y zona de pasto arbolado. Una recomendación mencionada por Schweizer (2010) es hacer reconocimiento del terreno para delimitar zonas homogéneas o unidades de muestreo que posean características físicas, topográficas y de manejo similares.

Se recolectó una muestra de suelo en cada una de las tres unidades conformada por 8 submuestras de suelo. El diseño de muestreo se hizo de manera aleatoria en cada unidad fisiográfica, dado la homogeneidad dentro de las mismas. La toma de muestras se realizó con la ayuda de un barreno desde los 0 a 20 cm en cada sitio y otra muestra de 20 a 40 cm de profundidad en las zonas de plantación de pino (PPA-1) y las afectadas por el fuego (ZF-1). En la zona de pastizales identificada con el código PAB se tomó una muestra de 0 a 20 cm de profundidad conformada por 8 submuestras de suelo.

Otra herramienta necesaria para este proceso fue el croquis de muestreo realizado previo a la visita de campo y el GPS necesario para ubicar adecuadamente cada sitio, cuchillo con filo, bolsas plásticas para recolectar las submuestras y muestras, así como marcadores permanentes y etiquetas para realizar la identificación de cada muestra. El equipo se mantuvo lo más limpio posible durante el muestreo para evitar contaminantes.

Al finalizar el muestreo se almacenaron en bolsas plásticas debidamente cerradas y se dejaron en la sombra. Para la identificación de cada muestra se tomaron los datos de fecha de muestreo, profundidad (cm) de la muestra, código, ubicación y el tipo de cobertura de la zona.

Las muestras recolectadas en campo fueron secadas durante aproximadamente una semana antes de ser llevadas al Laboratorio de Suelos Forestales de la Escuela de Ingeniería Forestal (EIFO) del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), lugar donde fueron tamizadas para separar las muestras que se enviarían al Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica (UCR) para el análisis químico completo y las muestras que se quedarían en el Laboratorio de Suelos para realizar la determinación de textura y contenido de materia orgánica.

a. Determinación de la textura mediante el Método de Bouyoucos

La determinación de la textura se realizó en laboratorio mediante el método del hidrómetro de Bouyoucos. El procedimiento de laboratorio consistió en añadir a una muestra de aproximadamente 40 g ($\pm 0,01$) de suelo, 50 ml de agua destilada y 40 ml de agua oxigenada (H_2O_2). Cuando se dejó de producir espuma se añadió calgón ($NaPO_3$)₆ como agente dispersante, se mezclaron los frascos y se dejaron reposar. Posteriormente, se agitó cada una de las muestras con la ayuda de una licuadora alternando entre velocidad baja y alta para luego ser vertidas en una probeta graduada completando la sustancia con agua destilada hasta los 1000 ml. Se mezcló el contenido de las probetas y, pasados 40 s, se realizó la medición de la temperatura, así como la lectura del hidrómetro. Las muestras se dejaron reposar durante 2 h y se repitió la medición.

b. Análisis químico

Se hizo una entrega de aproximadamente 500g de suelo de cada una de las muestras tomadas en campo al Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica para que realizaran un análisis químico completo de suelos KCl-OLSEN+CN (pH, CE, acidez, Ca, Mg, K, P, Cu, Fe, Zn, Mn, C, N).

Determinación de la capacidad de uso de las tierras

Para determinar el mejor uso del suelo se realizó una clasificación de capacidad de uso de las tierras según la metodología propuesta en el decreto No. 23214 del Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas (MAG-MIRENEM, 1994) la cual propone la clasificación de capacidad de uso a nivel de clase, subclases y unidades de manejo. Dicha metodología se aplicó en las mismas unidades donde se realizó el muestreo, así como en el resto de las zonas productivas de la finca para las cuales se utilizó la información generada por el análisis de las muestras tomadas.

El sistema cuenta con ocho clases que representan el aumento progresivo en las limitaciones de uso de suelo según las características que este presenta y a su vez propone prácticas de manejo y conservación de los mismos (MAG-MIRENEM, 1994).

Para la evaluación se tomaron datos en campo que permitieron determinar las limitaciones producto de la erosión (e), suelo (s), drenaje (d) y clima (c). Dichos parámetros son:

- Erosión: pendiente (e_1), erosión sufrida (e_2).
- Suelo: profundidad efectiva (s_1), textura del suelo (s_2), pedregosidad y/o rocosidad (s_3), fertilidad (s_4).
- Drenaje: drenaje (d_1), riesgo de inundación (d_2).
- Clima: zona de vida (c_1), período seco (c_2), neblina (c_3), viento (c_4).

Los parámetros de toxicidad de cobre (s_5) y salinidad (s_6) no se evaluaron dado que el decreto No. 23214 indica que no se deben evaluar si la zona no presenta limitantes en estos aspectos.

Con base en los valores obtenidos se procedió a clasificar cada parámetro en un número de clase evaluando los valores obtenidos en el trabajo de campo con respecto a los propuestos en la clase I y pasando a la siguiente clase en caso de no

aplicar según los Parámetros para la Evaluación de la Capacidad de Uso de las Tierras (Anexo 1).

La representación simbólica de las unidades de manejo (figura 2) se da mediante el uso de números romanos (I-VIII) que indican la clase o capacidad, letras minúsculas que indican las subclases de capacidad y números arábigos dispuestos como subíndices en cada subclase que corresponden a las unidades de manejo (MAG-MIRENEM, 1994).

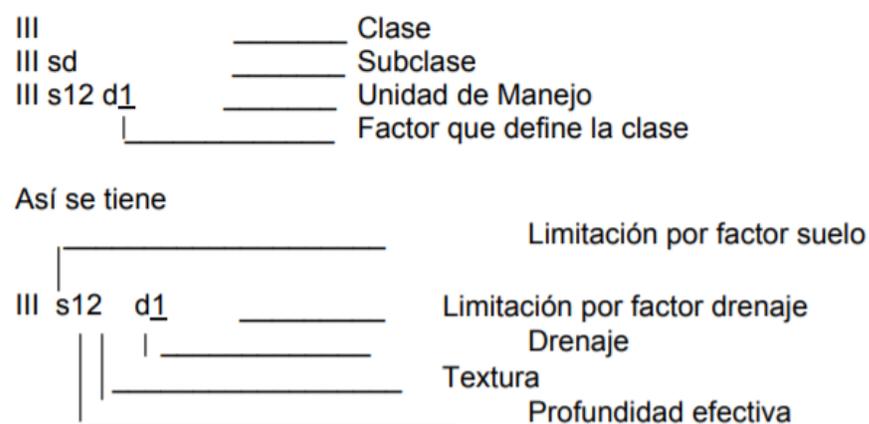


Figura 2. Ejemplo de representación simbólica de las unidades de manejo según el decreto No. 23214 (MAG-MIRENEM, 1994).

Propuesta de técnicas de manejo y conservación

La propuesta de técnicas de manejo y conservación se llevó a cabo tras un proceso de recolección de información.

Censo forestal

Con el fin de organizar el aprovechamiento forestal que pueden realizar eventualmente en la finca, se realizó un censo forestal.

a. Recolección de datos de campo

Por el tamaño y la distribución de la finca, para recolectar la información se realizó un censo forestal sobre las áreas con plantación de pino identificadas como PPA-1 y

PPA-2 con el fin conocer la densidad de la plantación, distribución diamétrica de los individuos, estado fitosanitario de los árboles y posición sociológica dentro de la plantación; esto con el fin de identificar la necesidad de manejo silvicultural necesario tales como poda y raleo y para conocer los productos que se extraerían de la plantación.

Para cada rodal identificado en la finca se calculó el área total y el área efectiva. No se establecieron zonas de protección dado que la finca no cuenta con recursos hídricos o zonas que ameriten una protección del recurso a futuro. De este proceso se generó información de especie, número de árboles por hectárea, área basal por hectárea y volumen por hectárea, así como el diámetro promedio de los individuos y su ubicación.

Los datos se procesaron mediante el uso del programa Microsoft Excel y se utilizó el formulario de campo que se muestra en el anexo 2, mediante el uso de QGIS 2.18 se elaboraron los mapas.

b. Variables

El diámetro de cada individuo se midió a una altura de 1,3 m desde el suelo a todos los individuos mayores a 20 cm y se realizó con cinta diamétrica. Algunas consideraciones según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (ONUAA, 2004) que se tuvieron en cuenta para este proceso fueron: Mantener la cinta diamétrica en una posición perpendicular al eje del árbol, realizar la medición desde la posición cuesta arriba en terrenos inclinados, en el caso de árboles bifurcados debajo de 1,3 m tomar la medida de cada eje a la altura correspondiente, en árboles bifurcados a 1,3 m del suelo tomar la medición del diámetro debajo del punto de bifurcación.

La altura comercial se determinó a partir de la cantidad de trozas que se podían obtener de un largo de 2,5 m y hasta un diámetro mínimo de 15 cm. Para la calidad de trozas se utilizaron las siguientes categorías según el CATIE (2002):

- Calidad 1: Trozas rectas, sin defectos, sin ramas gruesas u otros daños.

- Calidad 2: Trozas con pequeños defectos, torceduras o ramas gruesas.
- Calidad 3: Trozas con defectos o torceduras.

Para la evaluación del estado fitosanitario se utilizó la clasificación de Murillo y Camacho (1997):

- Estado 1: Sano, sin evidencia de problemas y con buena nutrición aparente.
- Estado 2: Aceptablemente sano, problemas no abarcan más del 50% del follaje ni han provocado heridas severas al fuste. No se encuentra bajo una alta probabilidad de muerte.
- Estado 3: Enfermo, sin posibilidad de tener un desarrollo normal (pérdida del eje dominante, pérdida del follaje o daños en más del 50% visible del individuo, caída de ramas, chancros, pudriciones, herrumbres, etc.).

La posición sociológica de los individuos se evaluó como:

- Posición 1: Aquellos individuos que superan en altura al dosel.
- Posición 2: Individuos que se encuentran a nivel del dosel.
- Posición 3: Individuos que se encuentran suprimidos bajo el dosel.

La ubicación de cada uno de los individuos se tomó mediante el uso de GPS con el datum WGS84 y bajo el SRC de crtm05.

c. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de los datos obtenidos en campo se realizó a través de las hojas de cálculo de Excel. Se realizó el cálculo del área basal mediante la fórmula:

$$AB = \frac{\pi}{4} * DAP^2$$

Dónde, AB: área basal (m²), DAP: diámetro a la altura del pecho.

Una vez obtenida el área basal de cada individuo, se calculó el volumen con corteza de los árboles en pie con la fórmula:

$$Volcc = AB * Hc * ff$$

Dónde, Hc: altura comercial, ff: factor de forma.

El factor de forma utilizado fue de 0,50 el cual fue encontrado para plantaciones de *Pinus caribaea* (Salazar, 1985). El cálculo del volumen se realizó con corteza.

Marcaje de raleos

El marcaje de los raleos se realizó con fines comerciales y fitosanitarios. El segundo se realizó en las zonas plantadas y que son más frecuentadas por turistas con el fin de eliminar individuos que pudieran representar un riesgo por estar muertos o con problemas fitosanitarios.

Para la identificación de los árboles a ralear se realizó una marca de pintura color rojo y se georreferenció la ubicación de los individuos a eliminar.

Propuesta para reforestación comercial y de restauración

Las especies seleccionadas para la reforestación comercial fueron escogidas en conjunto con dos de los miembros de la junta de profesores del CTP-SP y mediante la observación del rendimiento de estas en la finca.

Por otra parte, las especies seleccionadas para reforestar en áreas a conservar se escogieron según la disponibilidad en viveros cercanos a la finca y tomando en cuenta que fueran propias de la zona y se adaptaran a las condiciones del sitio. Para ello se realizó una revisión de literatura para verificar su funcionalidad en el ecosistema así como las condiciones apropiadas en las cuales se pueden desarrollar adecuadamente.

Recolección de información

Para determinar actividades de educación ambiental y ecoturismo se procedió a realizar preguntas puntuales a visitantes acerca de su percepción sobre la finca y necesidades de mejora. Adicionalmente se realizó la colecta de información de encuestas realizadas previamente por el colegio.

Las preguntas se realizaron de manera aleatoria a personas de edades variadas y con el fin de determinar qué actividades eran más relevantes para las personas que la visitan y el interés que tenían en conocer más sobre el manejo de la finca.

Como fuente principal de información se utilizaron encuestas realizadas por algunos miembros del colegio para el proyecto “Delimitación de senderos en la finca El Abejonal”; las cuales realizaron a través de su página web para obtener una mayor población.

Análisis FODA

Según la capacidad de uso y el uso potencial que se puede dar a la finca, se realizó un análisis FODA para enlistar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del sitio de estudio según las condiciones actuales. Con el fin de tomarlas en consideración para determinar las acciones de manejo y administración del sitio. Para construir el FODA se siguió las definiciones de Riquelme (2016):

- Fortalezas: Atributos o destrezas que se poseen para alcanzar los objetivos propuestos.
- Oportunidades: Condiciones externas que representan una ventaja para alcanzar el objetivo.
- Debilidades: factores desfavorables que posee el objeto de estudio.
- Amenazas: Condiciones externas que perjudican la supervivencia o la realización de los objetivos propuestos.

Para realizar el FODA se realizó una reunión con dos profesores miembros de la junta del colegio que se destacaron durante todo el proceso por tener una influencia importante en el incentivo para la creación de proyectos de mejora para El Abejonal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uso actual del suelo

Una vez realizada la fotointerpretación del ortomosaico obtenido, se identificaron un total de 13 áreas las cuales se clasificaron entre zonas con bosque natural, plantaciones forestales de pino y ciprés, y pastos arbolados con baja o mediana densidad de arbustos (figura 3).

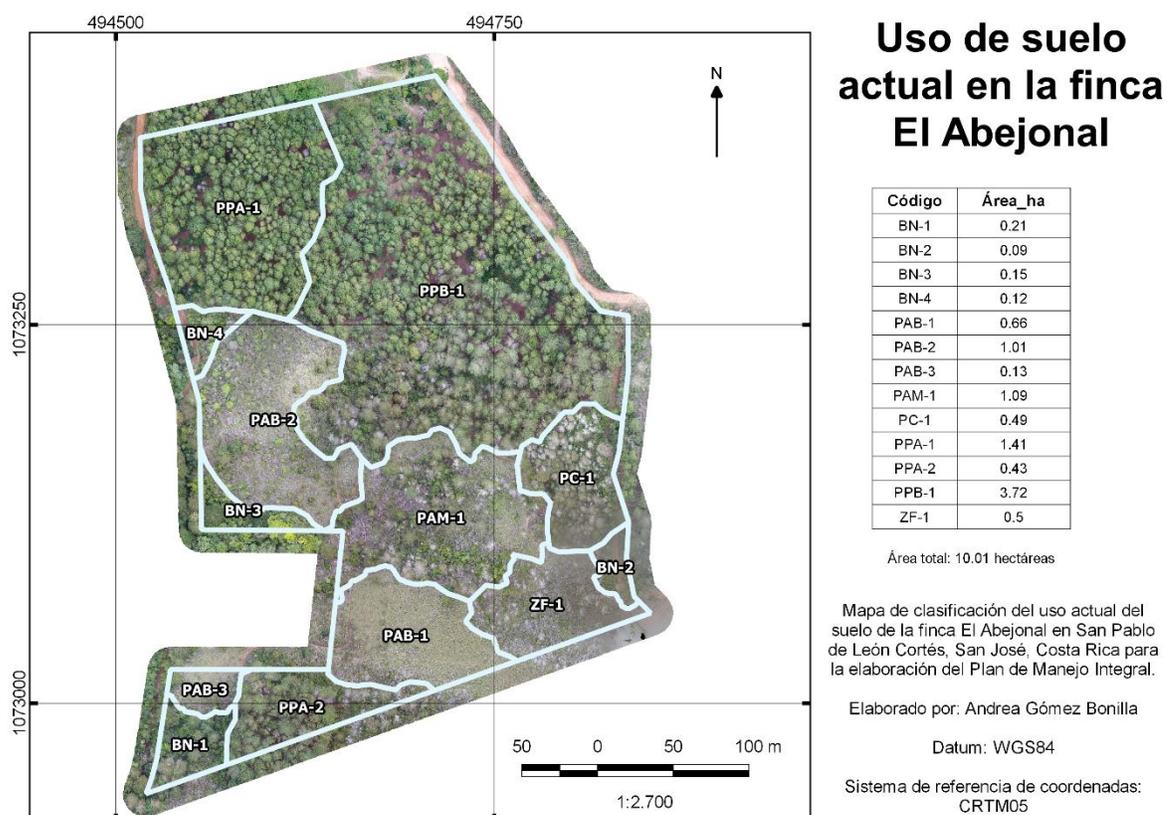


Figura 3. Mapa del uso de suelo actual en la finca El Abejónal en San Pablo de León Cortés, San José, Costa Rica.

La determinación de los tipos de cobertura presentes se realizó según la descripción que presenta el cuadro 1 para cada uno de los sitios identificados.

Cuadro 1. Descripción de los tipos de cobertura encontrados en la finca El Abejonal en San Pablo, León Cortés, San José.

Tipo de cobertura	Código	Descripción
Plantación forestal de pino de alta densidad	PPA	Área que ha sido reforestada con <i>Pinus caribaea</i> y actualmente presenta cobertura forestal de alta densidad, con escaso sotobosque y en la que puede o no desarrollarse actividad turística.
Plantación forestal de pino de baja densidad	PPB	Área que ha sido reforestada con <i>Pinus caribaea</i> y actualmente presenta cobertura forestal, con escaso o nulo sotobosque y en la que actualmente se concentra la actividad turística.
Bosque Natural	BN	Zonas con vegetación natural de la zona.
Zonas afectadas por el fuego	ZF	Área que ha sido afectada por el fuego y presenta árboles en pie afectados por el fuego.
Pasto arbolado baja densidad	PAB	Zonas de pastizal con algunos árboles de pino y encino dispersos. Esta zona posee baja densidad de árboles y arbustos
Plantación forestal de ciprés	PC	Zona reforestada con ciprés. Actualmente por la condición de sombra que generan los individuos y el sotobosque existente se utiliza como zona de senderos
Pasto arbolado mediana densidad	PAM	Zona con arbustos de aproximadamente 1,5m de altura, algunos árboles de pino y encino en conjunto con pastos.

Durante el recorrido en campo se pudo determinar que la zona de plantación de pino identificada como PPA-1 representa un área potencial para la obtención de productos forestales dada su topografía. Sin embargo, en las zonas identificadas como PPA-1 y PPA-2 nunca se dio un manejo forestal, por lo que su productividad (m³/ha) es baja y hay claros síntomas de autoraleo debido a la alta competencia entre individuos.

La zona identificada como PPB-1 posee una menor densidad de los pinos y es la zona de la finca con mayor visitación. En esta zona se encuentran algunas mesas y parrillas disponibles para el disfrute de los visitantes; así como dos baños que han

creado grupos de voluntarios en la finca para mejorar sus condiciones. No se cuenta con servicios de agua ni electricidad.

En las zonas con código PAM y PAB se observaron algunos árboles de pino y encino dispersos junto con algunos arbustos. Estas zonas son las de mayor pendiente dentro de la finca.

La zona que fue afectada por el fuego hace un tiempo atrás fue identificada con el código ZF. Este sitio posee algunos árboles quemados en pie, los cuales deben ser eliminados en su debido momento.

El sitio de la plantación de ciprés (PC) no fue manejado en su momento, por lo que su vegetación se ha ido regenerando de manera natural y actualmente posee varios senderos, algunos de ellos rotulados a su inicio.

Finalmente, se pudieron localizar algunas zonas con bosque propio de la zona identificadas como BN. Estas zonas representan un espacio muy pequeño dentro de la finca, sin embargo, en ellas se observaron algunas especies como madroño, ratoncillo, achiotillo, encinos, entre otras que los lugareños identifican como características de la zona.

Análisis de las propiedades del suelo

Los resultados del análisis químico del suelo de las 5 muestras enviadas al laboratorio del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis químico del suelo recolectado en la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés.

Código de muestra	Profundidad (cm)	pH		cmol(+)/L				% SA	mg/L				
		H ₂ O	ACIDEZ	Ca	Mg	K	CICE		P	Zn	Cu	Fe	Mn
		5,5	0,5	4	1	0,2	5		10	3	1	10	5
PPA-1	0-20	5,2	1,04	0,50	0,20	0,09	1,83	57	1	1,2	9	132	14
PPA-1	20-40	5,2	0,76	0,53	0,20	0,07	1,56	49	1	1,7	10	140	12
PAB-1	0-20	5,2	0,75	0,57	0,23	0,11	1,66	45	1	1,8	13	248	5
ZF-1	0-20	5,2	0,91	0,51	0,24	0,18	1,84	50	2	1,3	10	251	3
ZF-1	20-40	5,4	0,50	0,46	0,19	0,13	1,28	39	1	1,2	11	235	2

Valores en negrita corresponden con los niveles críticos generales para la solución extractora usada

Estos resultados fueron utilizados para determinar la capacidad de uso del suelo de la finca según el decreto No. 23214 MAG-MIRENEM. La interpretación del análisis químico se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3. Interpretación del análisis químico del suelo realizado en diferentes sectores de la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés.

Código de muestra	Profundidad (cm)	pH		cmol(+)/L				% SA	mg/L				
		H ₂ O	ACIDEZ	Ca	Mg	K	P		Zn	Cu	Fe	Mn	
		5,5	0,5	4	1	0,2	10		3	1	10	5	
PPA-1	0-20	M	A	B	B	B	A	B	B	O	A	O	
PPA-1	20-40	M	M	B	B	B	A	B	B	O	A	O	
PAB-1	0-20	M	M	B	B	B	A	B	B	O	A	M	
ZF-1	0-20	M	M	B	B	B	A	B	B	O	A	B	
ZF-1	20-40	M	M	B	B	B	A	B	B	O	A	B	

Donde: (B) Bajo, (M) Medio, (O) Optimo, (A) Alto.

Los valores de pH poseen un valor medio según la interpretación de los resultados del análisis de suelos según el Centro de Investigaciones Agronómicas (Bertsch, 1986). Sarmiento (1984) mencionado por Alvarado y Raigosa (2012) señala que valores inferiores a 5,5 en el suelo son acompañados frecuentemente de toxicidades de Al, Fe y Mn, para lo cual se requiere acompañar de encalado y otras prácticas de manejo de suelo que permitan corregir esos problemas.

La acidez intercambiable corresponde al Al y el H intercambiables y en la solución del suelo, que son los que pueden perjudicar el crecimiento de las plantas, valores

mayores a 0,5 cmol(+)/l pueden manifestarse con problemas moderados de crecimiento de las plantas (Molina, s.f.). Algunas de las propiedades químicas que se alteran con la acidez del suelo son la solubilización, disponibilidad y absorción de nutrimentos, la saturación de bases y saturación de acidez así como la disponibilidad de cationes y aniones. Las propiedades biológicas alteradas con la acidez son el tipo de organismos presentes, el desarrollo vegetal y la fijación de N (Alvarado y Raigosa, 2012).

El porcentaje de saturación de la acidez (%SA) podría representar un riesgo fitotóxico para las plantas al estar en niveles altos, dado que valores mayores al 10% afectan el crecimiento de especies poco tolerantes a la presencia de Al, mientras que valores cercanos al 60% se considera como el máximo para especies tolerantes a la acidez del suelo (Molina, s.f.).

El análisis de suelos muestra una deficiencia de Calcio, Magnesio, Potasio, Fósforo y Zinc, elementos que deberán ser propiciados al suelo según sea su necesidad. Según Alvarado y Raigosa (2012), la presencia de un alto contenido de Al en el suelo inhibe la absorción de Ca y Mg por las raíces de las plantas, por lo que su disponibilidad no es suficiente para lograr el crecimiento óptimo de las especies forestales.

Contenido de materia orgánica y textura del suelo

Según la información suministrada por el laboratorio, los contenidos de materia orgánica oscilaron entre 9% y 15% para las muestras de suelo tomadas en varios sectores de la finca. La textura del suelo determinada en todos los casos fue la arcillosa.

West y Marland (2003) mencionados por Murray, Bojórquez, Hernández, Orozco, García, Gómez, Ontiveros y Aguirre (2011) mencionan que existe una relación positiva entre una textura arcillosa y el contenido de materia orgánica del suelo; dado que la textura posee una influencia en la dinámica de la materia orgánica haciendo que los valores se incrementen.

Capacidad de uso de las tierras

La capacidad de uso de las tierras se determinó en las zonas productivas, por lo que se excluyeron aquellas zonas con cobertura de bosque natural (BN) y la zona plantada con ciprés, dado que la misma se utiliza actualmente como una de las zonas de senderismo y se encuentra en ella la regeneración de sotobosque con presencia de algunas especies propias del lugar.

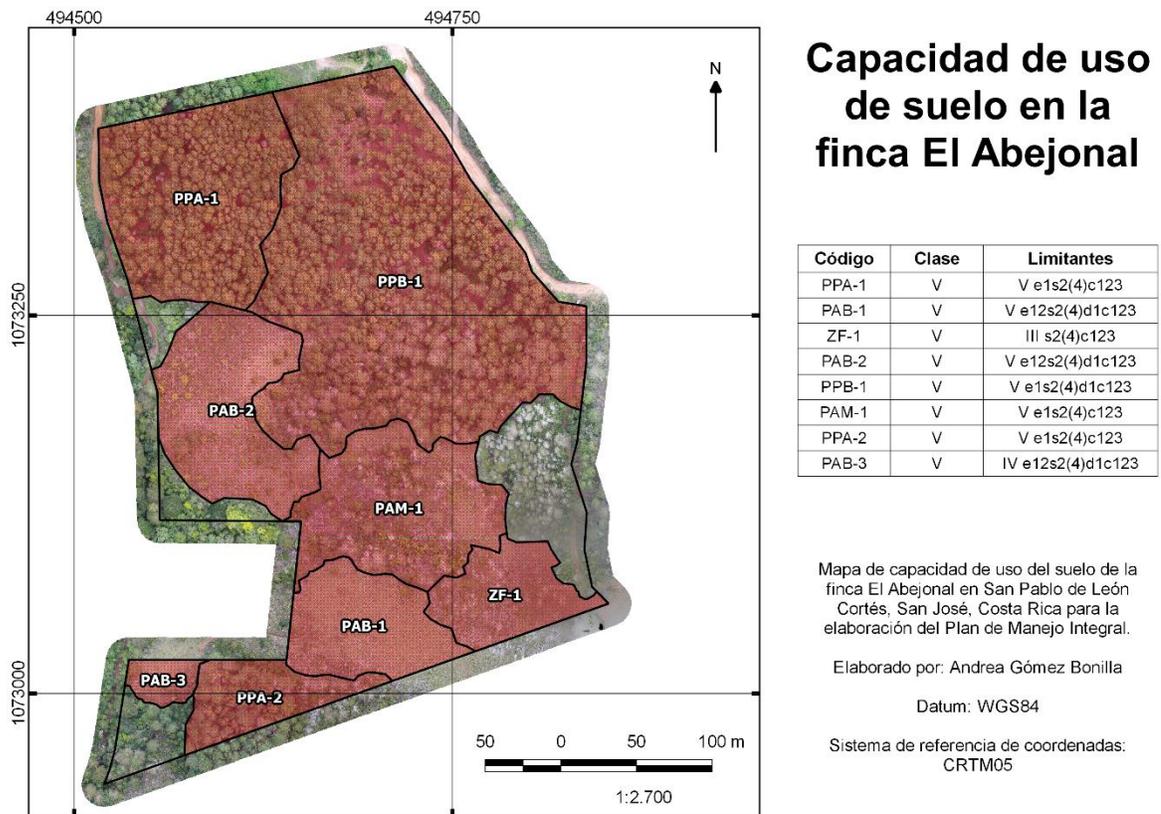


Figura 4. Capacidad de uso de la tierra según la metodología del decreto No. 23214 MAG-MIRENEM en la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.

Se determinó mediante la evaluación de los parámetros observados y medidos en campo, que los suelos de la finca entran en la clase V. Según el decreto No. 23214 MAG-MIRENEM, la clase V restringe su uso al desarrollo de cultivos semipermanentes y permanentes.

En el caso de todas las unidades, el factor que determinó la clase V fue la baja fertilidad de sus suelos la cual tiende a la clasificación baja o muy baja. Otros factores limitantes encontrados fueron la pendiente y el período seco de 3 a 4 meses los cuales pueden corregirse con prácticas de conservación de suelos o mejoramiento en la disponibilidad de agua.

Algunas de las prácticas de conservación de suelos y aguas mencionadas en el decreto No. 23214 que aplican a la clase V que poseen las zonas delimitadas en la finca son el levantamiento topográfico de las áreas a manejar, estudios de suelo, planificación agroconservacionista de fincas, establecimiento de cercas, labranza mínima, abonos verdes, fertilización y enmiendas.

De manera general, es importante mencionar que la planificación conservacionista de la finca es necesaria y para ello debe existir una delimitación entre la propiedad privada que contribuya con el éxito de las labores a implementar en cada unidad de manejo.

Las zonas de pastos en su uso potencial deberían tener algún tipo de cultivo semipermanente o permanente, de manera ocasional se permiten cultivos anuales para evitar la erosión del suelo dada su condición de pendiente.

Técnicas de manejo y conservación

Censo forestal

El censo se realizó para todos los individuos mayores a 10 cm de diámetro. Sin embargo, los cálculos de las variables se realizaron solo para aquellos que tenían 20 cm de diámetro o más dado que a nivel comercial, la madera de pino con dimensiones menores no se comercializa.

PPA-1

Se muestra la ubicación de los individuos censados en la figura 5.

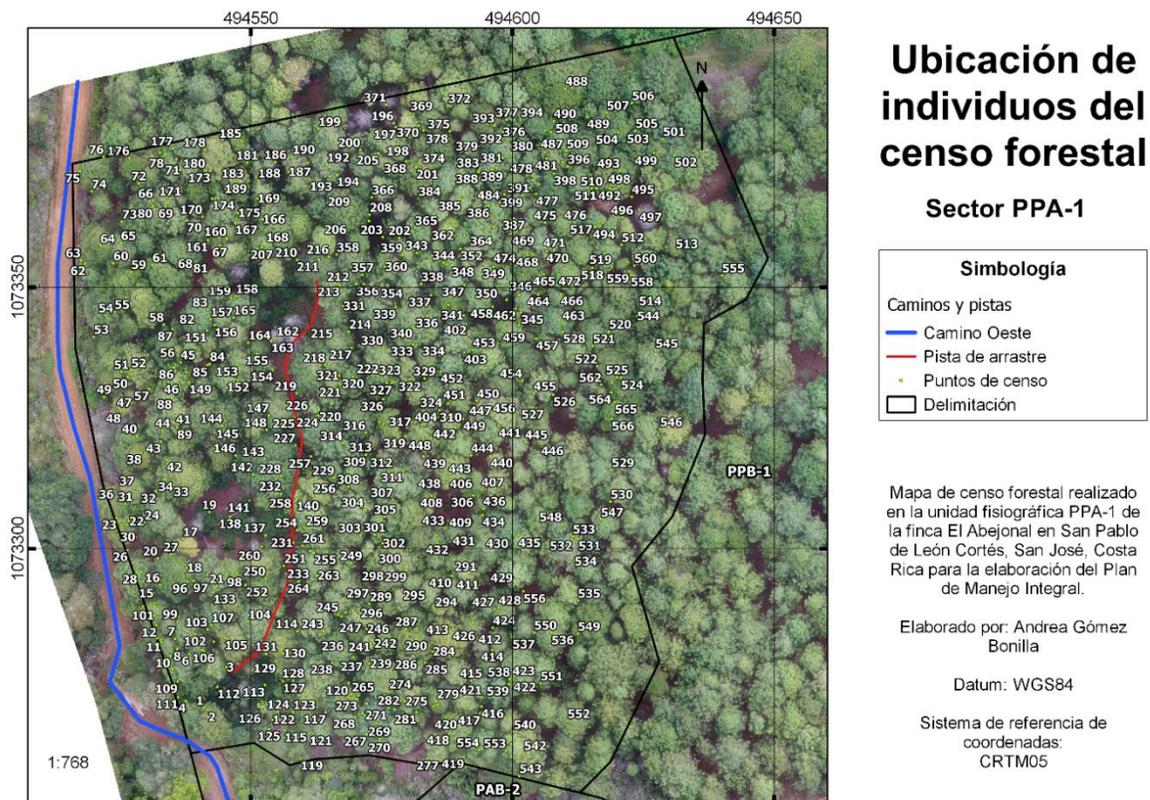


Figura 5. Ubicación de los individuos censados en la unidad PPA-1 en la finca El Abejónal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.

En la parte de la plantación identificada con el código PPA-1 se obtuvieron los siguientes valores:

Cuadro 4. Variables dasométricas obtenidas del censo forestal de *Pinus caribaea* realizado en la unidad PPA-1 de la finca El Abejónal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.

N	DAP promedio (cm)	Altura comercial promedio (m)	Área basal (m²/ha)	Volumen total_{cc} (m³)
515	37,64	9,59	49,70	357,65

La cantidad de individuos a incluir en el censo forestal dado su diámetro fue de 515. La altura comercial promedio de esos individuos fue de 9,59 m y los diámetros tuvieron un promedio de 37,64 cm, cuya distribución se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Distribución diamétrica de los individuos de *Pinus caribaea* censados en la unidad fisiográfica PPA-1 de la finca El Abejónal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.

Clase diamétrica (cm)	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	>80
N	150	166	139	48	10	1	1

La mayor cantidad de individuos se concentra en las clases diamétricas de 30-40 en primer lugar y posteriormente en la clase de 20-30 cm.

PPA-2

La ubicación de los individuos censados en la unidad PPA-2 se puede observar en la siguiente imagen.

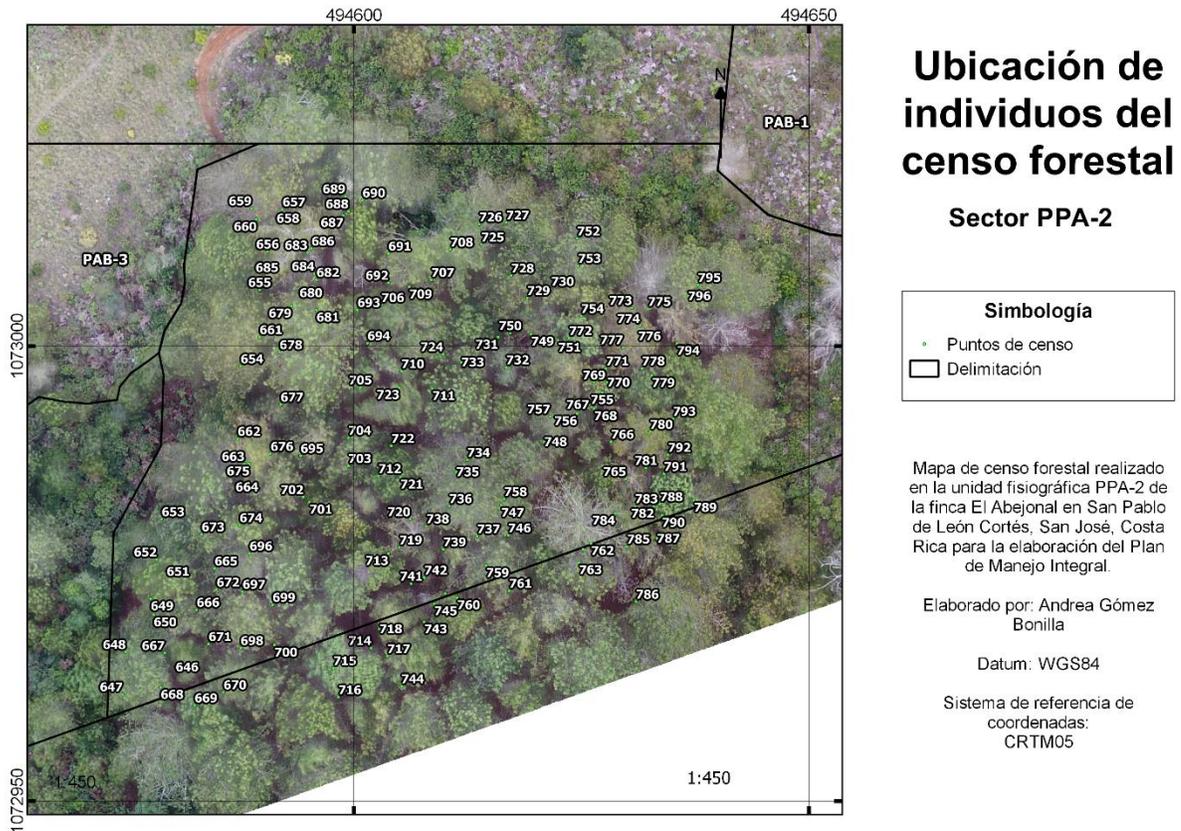


Figura 6. Ubicación de los individuos censados en la unidad PPA-2 en la finca El Abejónal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.

Otra sección colindante con la finca vecina y que se encuentra plantada de pino hondureño fue la identificada con el código PPA-2. Es importante destacar que durante la medición se pudieron involucrar individuos que no son propios de la finca dado que no hay ninguna limitante entre la propiedad de la finca y la vecina.

Cuadro 6. Variables dasométricas obtenidas del censo forestal de *Pinus caribaea* realizado en la unidad fisiográfica PPA-2 de la finca El Abejónal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.

N	DAP promedio (cm)	Altura comercial promedio (m)	Área basal (m ² /ha)	Volumen total (m ³)
131	33,61	7,18	29,16	46,92

En el censo comercial se tomó la medida de las variables dasométricas de 131 individuos los cuales tenían una altura comercial promedio de 7,18 m y 33,61 cm de diámetro promedio. La distribución diamétrica se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 7. Distribución diamétrica de los individuos de *Pinus caribaea* censados en la unidad fisiográfica PPA-2 de la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.

Clase diamétrica (cm)	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
N	50	53	21	3	4

La mayor cantidad de individuos se concentra en la clase diamétrica de 30-40 seguido de la clase inferior de 20-30 cm.

Según los datos obtenidos del censo forestal realizado, y considerando que la plantación tiene 38 años de establecida; se puede observar que los diámetros promedio de 37,64 y 33,61 para las unidades PPA-1 y PPA-2 respectivamente son muy bajos. Plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* establecidas en Lacetilla (Honduras) alcanzaron 36 cm de diámetro promedio con 32 años (Francis, 1992). Estos crecimientos dependen en gran medida del manejo que se haya dado en la plantación, procedencia de los individuos y las condiciones del suelo.

Barrett y Golfari (1962) mencionados por Francis (1992) sugirieron realizar entresacas de pino para alcanzar 34 m² de área basal por hectárea para mantener un crecimiento rápido en diámetro.

Dado el bajo rendimiento de los individuos por la falta de manejo silvicultural, se propone realizar tala rasa del sitio por sectores. Es decir, dividir el área en 10 bloques de aproximadamente 1400m² y aprovecharlos en un lapso de 10 años, donde se cortaría uno de los bloques por año para el sector código PPA-1, el cual corresponde a la zona de la plantación más densa y más amplia.



Diseño de bloques de aprovechamiento

Sector PPA-1

Mapa de división de bloques propuestos de 1400 m² de área para el aprovechamiento forestal en la finca El Abejónal en San Pablo de León Cortés, San José, Costa Rica para la elaboración del Plan de Manejo Integral.

Elaborado por: Andrea Gómez Bonilla

Datum: WGS84

Sistema de referencia de coordenadas: CRTM05

Figura 7. Propuesta de bloques de aprovechamiento forestal en la zona PPA-1 para el Plan de Manejo Integral de la finca El Abejónal en San Pablo de León Cortés, San José, Costa Rica.

En esta zona se cuenta con una pista de arrastre que se había utilizado para aprovechamientos anteriores de unos pocos individuos y potencialmente se podría seguir utilizando. Las condiciones de pendiente favorecen en transporte de las trozas hasta el camino del costado Oeste de la finca, donde inclusive se podría realizar corta de los individuos y extracción con un cable de winche.

Dado que la finca es muy frecuentada por personas de la zona y que es posible que la corta de los individuos provoque un impacto visual negativo, se pretende dividir el área de esta manera para poder reforestar estos bloques con pino y ciprés; cuyos detalles de reforestación se explicarán más adelante.

Marcaje de raleos

El marcaje de raleos se realizó en las unidades codificadas como PPA-1 y PPM-1 en vista de la alta densidad que se pudo detectar al analizar la ortofoto de la finca y tras una visita en campo realizada. Tras un análisis de las condiciones del sitio PPA-1 se considera que en este sitio no vale la pena realizar una entresaca dada la alta densidad de individuos y la baja calidad de la madera del sitio. Por lo que, para evitar un gasto mayor de dinero en realizar un raleo sin una retribución beneficiosa por la materia prima extraída, se determinó como opción viable volver a establecer la plantación y esta vez dando el manejo silvicultural adecuado de podas, entresacas a tiempo y demás.

En la unidad codificada como PPM-1 se realizó el marcaje de raleos pensando en un tema de seguridad para los visitantes, por lo que se puso una marca roja en el fuste de los árboles que representaban un riesgo por su mal estado fitosanitario.

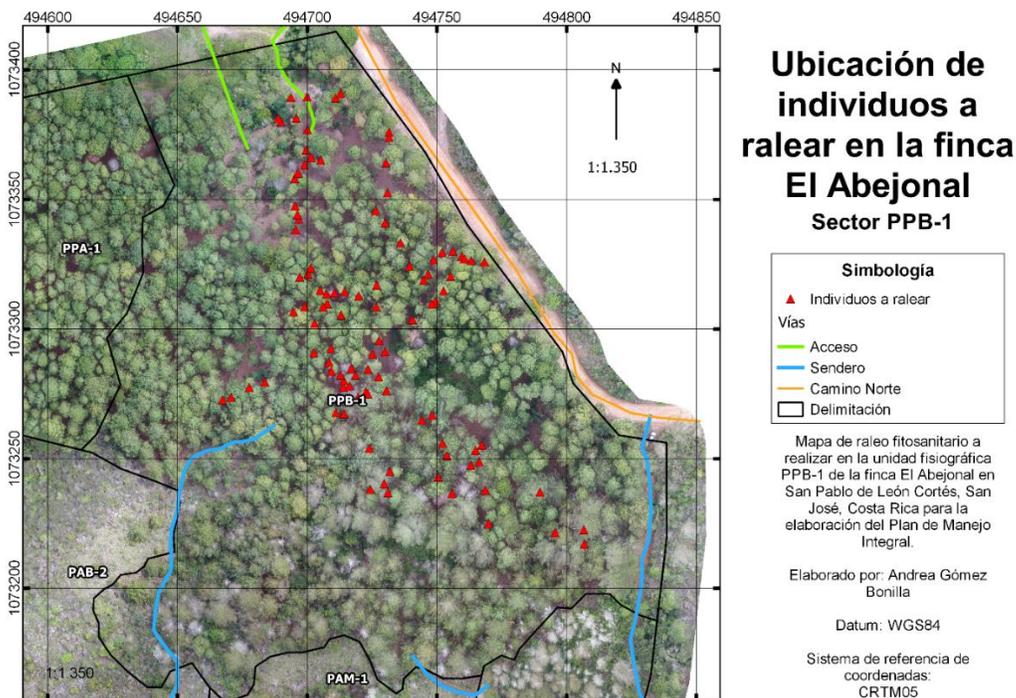


Figura 8. Marcaje de raleos realizado en la unidad fisiográfica PPM-1 de la finca El Abejónal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.

En total se realizó el marcaje de 100 árboles en la unidad codificada como PPM-1. Por la ubicación esta zona, se determinó que los individuos de la zona PPM-1 se podrían extraer mediante la ayuda de un cable winche y un tractor forestal dado que son individuos de diámetros pequeños. Los mismos se pueden apilar en el costado norte de ese mismo predio donde hay mayor disponibilidad de espacio para ubicar las trozas y es más sencillo de llevar hasta el camino que pasa por ese extremo de la finca.

Se considera de gran importancia realizar este raleo por el hecho de ser una parte constantemente frecuentada por turistas y utilizada para realizar actividades recreativas y almuerzos familiares. Esta zona tiene presencia de varios árboles que peligran en lastimar a alguna persona una vez que se caigan y por su condición lo mejor es removerlos.

Propuesta de reforestación

El aumento en la cobertura forestal natural del área es uno de los proyectos más importantes, dado que la finca puede funcionar como un paso de fauna y aumentar la conectividad del ecosistema en el que se encuentra inmersa.

La reforestación con fines de conservación y restauración de ecosistemas se debe llevar a cabo con especies propias de la zona y que sean fáciles de conseguir. Según la disponibilidad de especies en viveros de la zona, se determinaron las siguientes especies.

a. Ratoncillo (Myrsine coriacea)

Especie propia de bosques muy húmedos en las cordilleras de Guanacaste, Tilarán, Volcánica Central y Talamanca en un rango de 1000 a 2800 m.s.n.m. Son árboles o arbustos de 2,5 a 10 m de altura con floración y fructificación durante todo el año (Morales, 2007). Según mencionan Moreno y Cuartas (2014), esta especie en conjunto con otras representa una opción promisoría para los procesos de restauración ecológica dado su mecanismo de dispersión de semillas mediante aves.

b. *Uruca (Trichilia havanensis)*

Árboles o arbustos de hasta 20 m de alto, distribuidos de manera natural en zonas de bosque húmedo, muy húmedo, pluvial, nuboso y de roble en elevaciones de 500 hasta 2650 m.s.n.m. en ambas vertientes y cordilleras de Tilarán, Central, Talamanca y Valle Central según el Manual de Plantas de Costa Rica.

c. *Targuá (Croton draco)*

Árbol o arbusto de 2 a 18 m de altura distribuido en Costa Rica en el Valle Central y ambas vertientes, El Rodeo, Valle del General, La Virgen de Sarapiquí, Reserva Biológica Monte Verde y otros lugares. Se ubica en elevaciones desde los 100 a los 1700 m de altura, principalmente en bosques húmedos (González, 2000).

d. *Roble (Quercus sp.)*

En Costa Rica existen entre 12 y 16 especies de robles las cuales se encuentran desde altitudes menores a los 450 m hasta más de 2800 m de altitud, en las zonas de vida del bosque muy húmedo y pluvial del montano bajo y montano donde predominan *Q. copeyensis* y *Q. costaricensis* (Jiménez, 1984).

Otras especies que se pueden reforestar en las unidades en las cuales se quiere incentivar la conservación del ecosistema original y que se encuentran disponibles en los viveros cercanos son güitite (*Acnistus arborescens*), guarumo (*Cecropia sp.*), bijarro (*Stemmadenia donnell-smithii*), laurel muñeco (*Cordia eriostigma*) y murta (*Myrcia splendens*).

Las especies para reforestar en la zona PPA-1 en dos bloques son ciprés y pino, las cuales son especies de las que ya se conoce en la zona que han crecido y se podrían desarrollar bien con las enmiendas necesarias al suelo y el manejo adecuado de la plantación.

e. *Ciprés (Cupressus lusitanica)*

El Ciprés es un árbol que alcanza hasta 40m de altura y diámetros entre 60 cm y 1 m. Se desarrollan desde los 1300 m hasta los 3000 m.s.n.m. (Batis, Alcocer, Gual, Sánchez y Vázquez, 1999) Prefiere suelos profundos de texturas franco-arenosa o

franco-arcillosa, ligeramente ácidos a neutros, ricos en materia orgánica y fértiles. Se desarrolla en temperaturas desde los 12° C hasta los 30° C con precipitaciones en un rango de 1000-3000 mm (Anónimo, 2000).

f. Pino (Pinus caribaea)

El pino es la especie que actualmente se encuentra reforestada en la finca. Actualmente, se sabe que *Pinus caribaea* Mor. var *hondurensis* Barr. Y Golf. nov. var. es la que mejor se adapta a América Central (Barrett y Golfari, 1962).

Es una especie que ha sido ampliamente distribuida en plantaciones comerciales y tiene una tolerancia en precipitación de 660 a 4000 mm (CABI, 2014), temperaturas entre 20°C y 27°C (Bega y Henderson, 1962). Se desarrolla en suelos con pH superior a 5 y se desarrolla bien en suelos arcillosos. Requiere suelos profundos, húmedos y bien drenados.

La temporada para el establecimiento de las plántulas es al inicio de la época de lluvias, por lo que a finales de mayo o inicios de junio es un buen tiempo para empezar a reforestar. El sitio donde se va a establecer la plantación debe estar listo para el inicio de las lluvias (Martínez, 2015).

La fertilización es un factor importante cuando se pretende establecer una plantación con fines comerciales. Alvarado, Raigosa y Oviedo (2012) observaron como la adición de 30 g por árbol de fertilizante 14-14-14 cada 15 días alcanzó un crecimiento en altura de 52 cm mientras que aquellos individuos que no fueron fertilizados alcanzaron solo 42 cm durante 6 meses en Turrialba.

Para asegurar el éxito en la reforestación se debe dar un tratamiento adecuado al suelo. Si la reforestación con especies nativas se planea dar de manera gradual en algunos sitios previamente seleccionados, no será necesario realizar una preparación mecanizada en todo el suelo de las unidades fisiográficas codificadas como PAM-1, PAB-1 y ZF-1.

La preparación del terreno puede ser manual, con la ayuda de machete, hacha, palas, picos, entre otras herramientas. De esta manera se evitan alteraciones innecesarias en el terreno y no se incurre en gastos adicionales (CONAFOR, 2010).

Otro aspecto importante para tomar en cuenta es la fertilización y el encalado necesario para que las plantas logren prosperar en un suelo con malas condiciones. En el siguiente cuadro se muestran los costos aproximados del encalado por cada zona delimitada para la finca:

Cuadro 8. Costos y requerimientos mínimos de cal para las unidades fisiográficas muestreadas en la finca El Abejonal en San Pablo de León Cortés, Costa Rica.

Zona	Tipo de cal	Ton cal/ha	Sacos/ha	Costo (₡)/ha	Costo total (₡)
PPA-1	Cal dolomita (CaMg(CO ₃) ₂)	1,0	21	105.000	148.050
PAB-1	Carbonato de calcio (CaCO ₃)	1,0	20	41.400	27.324
ZF-1	Carbonato de calcio (CaCO ₃)	1,2	25	51.750	25.875
				Total	201.249

Fuente: Hoja electrónica para la interpretación de análisis de suelos y cálculo de dosis de enmiendas y fertilizantes, versión 1.1

Estos costos están dados para la totalidad del área y la factibilidad de elegir entre fertilizar el área por completo o hacerlo individualmente según se planten los individuos dependerá de la cantidad de especies que se quieran reforestar y el ritmo al que se haga la labor.

En la zona donde se quiere reforestar con pino y ciprés una vez realizado el aprovechamiento, se deben realizar las enmiendas de fertilización y encalado correspondientes. El costo total de aplicar cal dolomita al área plantada con pino que se pretende aprovechar es de ₡148.050. La cal dolomita es un producto enmendador de suelos con problemas de acidez, disposición o balance de Calcio, Magnesio y Potasio con un efecto en la liberación de Fósforo fijado en suelos ácidos. Los nutrientes que contiene se liberan gradualmente según las necesidades de la planta y mejor la eficiencia de los fertilizantes entre un 25 y 40% (ENLASA, s.f.). Dado que el área se planea ir tratando gradualmente, cada uno de los bloques a establecer por

año para aprovechamiento y reforestación tendrían un costo aproximado de ₡14.805 en lo que respecta al encalado.

La aplicación de fertilizantes y encalado según las deficiencias del suelo se considera un gasto necesario para asegurar el éxito de las especies a establecer en los suelos de la finca, de otro modo, es posible que los individuos no muestren un adecuado crecimiento y se incurra en gastos extra por mantenimiento de plantaciones poco productivas y establecimiento de especies para conservación que difícilmente tendrán éxito dadas las deficiencias nutricionales tan fuertes.

Otros elementos importantes para tomar en cuenta en el proceso de reforestación es la confección de rodajeas para evitar la competencia entre la planta que se está estableciendo en el sitio y las malezas que rápidamente pueden generar competencia. Cada cierto tiempo se debe realizar una limpia de esta para evitar faltas en la disponibilidad de luz o nutrientes, en especial cuando son épocas de lluvia y con la disponibilidad de agua aumenta el crecimiento de los individuos. Algunas de las labores a realizar durante los primeros 5 años de establecida la plantación se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 9. Costos de mantenimiento de la plantación durante los primeros 5 años de establecida.

Actividad	Jornales / ha*	Jornales / bloque	Costo / bloque
Chapea o limpia inicial	6,6	0,9	¢9.571
Trazado o marcación	1,9	0,3	¢2.755
Rodajea inicial	4,4	0,6	¢6.381
Ahoyado	5,2	0,7	¢7.541
Distribución de plantas	1,4	0,2	¢2.030
Plantación	4	0,6	¢5.801
Replante	1,4	0,2	¢2.030
Chapea manual y química	9,2	1,3	¢13.342
Rodajea manual	6,3	0,9	¢9.136
Control de plagas	1,2	0,2	¢1.740
TOTAL AÑO 1			¢60.328
Chapea manual y química	10,3	1,4	¢14.937
Rodajea manual	7,4	1,0	¢10.731
Control de plagas	2,1	0,3	¢3.045
Poda	3,5	0,5	¢5.076
TOTAL AÑO 2			¢33.790
Chapea manual y química	9,3	1,3	¢13.487
Rodajea manual	5,7	0,8	¢8.266
Control de plagas	1,4	0,2	¢2.030
Podas	3,1	0,4	¢4.496
TOTAL AÑO 3			¢28.279
Chapea manual	7,8	1,1	¢11.312
Raleos	3,7	0,5	¢5.366
TOTAL AÑO 4			¢16.677
Chapea manual	6	0,8	¢8.701
Podas	5	0,7	¢7.251
TOTAL AÑO 5			¢15.952
TOTAL AÑOS 1-5			¢155.026

* Fuente: CATIE, 1996.

El número de jornales es un estimado promedio a partir de plantaciones de diferentes densidades en diferentes zonas del país (CATIE, 1996). Utilizando esta información y tomando en cuenta que se realizaría la reforestación de manera paulatina en bloques de 1400m², se estima que el costo total de mantenimiento de la misma sería de ¢155.026 por bloque, donde el año 1 es el más caro con un valor aproximado de ¢60.328. Este cálculo se realizó únicamente tomando en cuenta la cantidad de jornales que se pueden gastar realizando las labores y tomando en cuenta un costo de ¢10.358,55 por jornal según lo define el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social para un peón en el año 2019 (Decreto No. 41434-MTSS, 2018), el cual puede variar

por la zona y la paga que se realiza normalmente por llevar a cabo labores de campo.

También es importante tomar en cuenta que se tendrá un gasto por el costo de las plántulas, ya sea si son compradas o germinadas directamente en instalaciones propias de CTP-SP; y por el transporte de estas hasta la finca que podría contratarse o eventualmente ser realizado por algún funcionario de la institución.

Otros aspectos a tomar en cuenta son la prevención contra el fuego, la cual se puede llevar a cabo mediante mejoras en la seguridad de la finca o con la elaboración de rondas cortafuegos en los alrededores de la plantación, costos de fertilización y encalado y costos de químicos utilizados en chapea si fuera el caso.

Recolección de información

Para obtener información acerca de la percepción de la finca a los habitantes se conversó con algunas personas en el poblado de San Pablo. Algunas de las respuestas más comunes fueron la necesidad de mejoras en la infraestructura como agua potable y sitios adecuados para la cantidad de personas que llegan.

De las encuestas realizadas para el proyecto “Delimitación de senderos en la finca El Abejonal” se obtuvieron las siguientes respuestas:

¿Considera la "Finca El Abejonal" como un lugar importante para la comunidad?

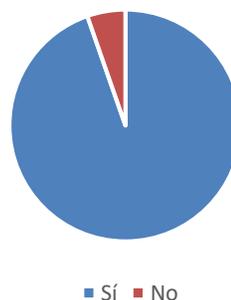


Figura 9. Respuesta a la pregunta: "¿Considera la "Finca El Abejonal" como un lugar importante para la comunidad?"¹

Fuente: Delimitación de senderos en la finca El Abejonal, 2019.

De un total de 71 participantes, al menos 69 consideran la finca como un sitio de importancia para la comunidad. Las actividades que se efectúen para el mejoramiento de esta tendrán una atención importante de los habitantes del pueblo.

Calificación de las condiciones actuales de la finca

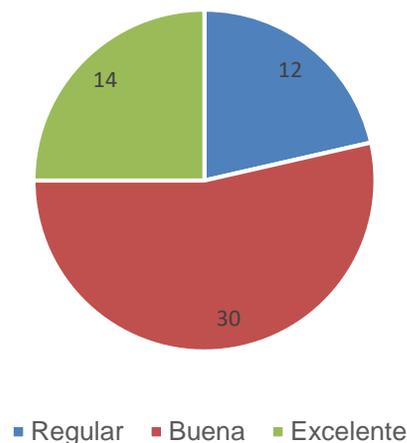


Figura 10. Calificación de las condiciones de la finca El Abejonal según la percepción de sus visitantes.

Fuente: Delimitación de senderos en la finca El Abejonal, 2019.

De 56 personas que respondieron acerca de la percepción de las condiciones de la finca, al menos un 54% de ellas consideran que la finca tiene “buenas” condiciones. Tomando en cuenta la cantidad de personas que llegan a la finca, más de 100 durante el fin de semana aseguran algunos pobladores, las condiciones no son suficientes para abastecer esa cantidad de personas sin que generen un impacto negativo.

Desde el punto de vista de las necesidades de los visitantes, hace falta la disponibilidad de agua, sitios de descanso, lugar para estacionar los carros, techos para cubrirse de las condiciones adversas, delimitación adecuada de los senderos de la finca y zonas que pueden ser peligrosas por sus condiciones de pendiente.

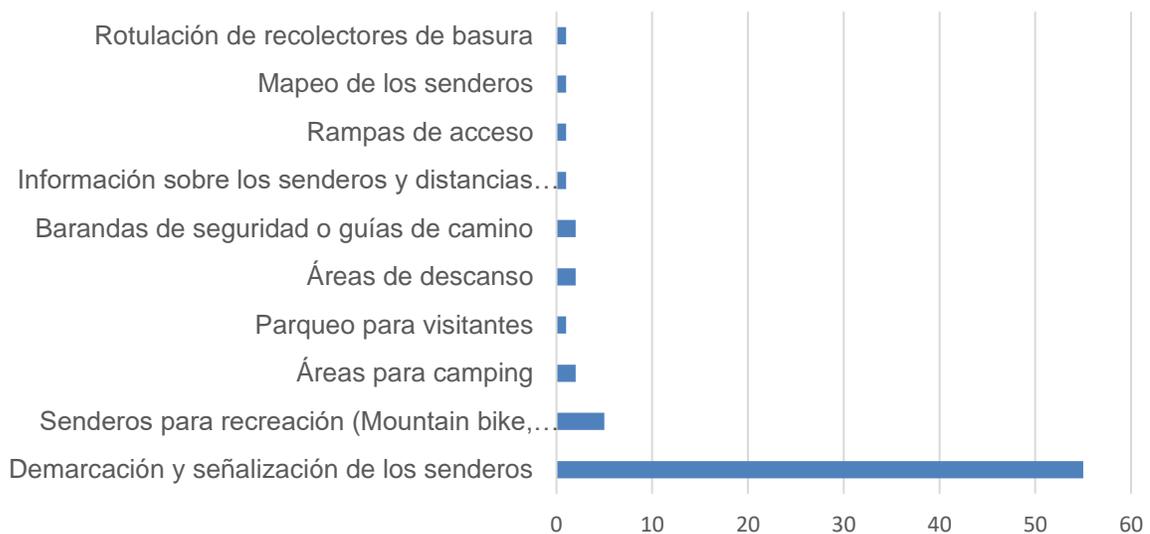


Figura 11. Principales actividades para realizar en "El Abejonal" según la percepción de sus visitantes.

Fuente: Delimitación de senderos en la finca El Abejonal, 2019.

Algunas de las principales actividades que atraerían la atención de las personas al lugar y posiblemente mejorarían la opinión de los visitantes acerca de la infraestructura serían la delimitación de los senderos principalmente, dado que muchas personas el atractivo que ven a la finca es estar en contacto con la naturaleza y caminar un poco entre los senderos. Otras mejoras que se mencionan involucran las áreas de camping, parqueos, seguridad y la rotulación de los sitios de colecta de la basura.

Ecoturismo y educación ambiental

El éxito en el manejo de la finca dependerá a su vez, de la asimilación que tengan los visitantes a los cambios que represente el manejo integral dentro de ella.

Es importante que cada actividad de manejo que puedan percibir quienes visitan el lugar sea comunicado y divulgado. El ecoturismo se acompaña de información que se brinda a las personas para que entiendan los procesos por los que tiene que

pasar un ecosistema para alcanzar niveles mejores de productividad y sostenibilidad en sus operaciones.

El CTP-SP es el ente responsable de brindar la información a los habitantes del pueblo sobre las actividades que se llevan a cabo. Algunos métodos sencillos de difusión de información pueden ser las redes sociales de la institución o a través de las aulas, interactuando directamente con sus estudiantes y comunicando las transformaciones que tendrá la finca para asegurar su mejoría.

Análisis FODA

El análisis interno y externo de la situación de la finca se realizó con ayuda de dos profesores del CTP-SP y dos profesionales de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Fortalezas

- Buena ubicación de la finca respecto al poblado y caminos principales
- La finca es un recurso atractivo e importante para los pobladores de la zona
- La finca es un recurso importante como apoyo a las actividades académicas del colegio
- Permite el desarrollo de actividades sociales, ambientales y económicas para el colegio
- Es un recurso natural importante para aumentar la conectividad entre bosques cercanos
- Representa un medio importante para la integración de la población en actividades de conservación y educación ambiental

Oportunidades

- Cercanía de la finca a poblaciones con servicios básicos de agua y electricidad
- Grupos de voluntariado realizan actividades para mejorar la condición de la finca

- Cercanía con bosques naturales aumenta el intercambio genético y la dispersión de semillas
- Existen gran cantidad de experiencias silviculturales con *Pinus caribaea* que pueden ayudar a incrementar su potencial
- Interés por parte del CTP-SP y la población por mejorar la condición de la finca
- El CTP-SP posee un aserradero para procesamiento de trozas el cual puede aumentar su potencial
- Existe interés de instituciones y organizaciones para desarrollar proyectos conjuntos en la finca

Debilidades

- Ausencia de agua potable y electricidad en la finca
- Plantaciones de edad avanzada sin manejo silvicultural
- No existe delimitación entre la propiedad privada de la finca y la pública externa
- Falta de infraestructura y condiciones adecuadas tanto para las personas como para los vehículos de los futuros visitantes
- Visitantes externos se han apropiado del uso de la finca por falta de regulaciones del propietario
- No existe control ni regulación de las actividades que se llevan a cabo dentro de la finca
- Acciones de mejora dentro de la finca se podrían ver afectados por agentes externos a ella
- Las deficiencias nutricionales del suelo son una limitante para el establecimiento de actividades productivas (reforestación y caficultura)
- La falta de manejo forestal ha implicado problemas fitosanitarios que son un riesgo para los visitantes
- La ubicación de la finca implica mayores limitantes para la seguridad de los visitantes

- Visitantes y falta de mantenimiento son factores que pueden propiciar incendios

Amenazas

- Presupuesto destinado al manejo de la finca depende de financiamientos otorgados por distintas instituciones
- Algunos pobladores de la zona desconocen a quien pertenece la propiedad
- Factores climáticos adversos afectaría en algún grado los procesos de manejo y conservación en la finca

Se encontró gran cantidad de debilidades dentro de la finca las cuales podrían ser más fáciles de superar al ser factores internos que se deben mejorar. Estas debilidades se compensan con similar cantidad de aspectos positivos, entre fortalezas y oportunidad que en sí posee la finca y se pueden desarrollar en conjunto con factores externos a ella.

Algunas de las debilidades de la finca ya están siendo consideradas por parte de algunos miembros de la junta directiva del CTP-SP como lo son la disponibilidad de agua potable y la mejora en las condiciones internas de la finca. Otros aspectos se deben tratar desde cero como lo son el manejo forestal y la conservación de los recursos de El Abejónal.

CONCLUSIONES

Un 55,54% de la finca fue reforestada con pino al cual no se le dio ningún tipo de manejo forestal. Actualmente, se requiere una intervención para añadir productividad a la finca y mejorar las condiciones no solo de las zonas de plantación, sino también de aquellas zonas que utilizan frecuentemente los visitantes.

Las zonas de pastizales son sitios donde potencialmente se podrían desarrollar actividades conjuntas con instituciones como el establecimiento de parcelas experimentales de variedades de café. A su vez, son zonas que se pueden reforestar para aumentar la cobertura forestal de la finca y con ello el atractivo natural.

Los suelos de la finca se agrupan en la clase V, la cual es determinada principalmente por las fuertes deficiencias nutricionales. Esta problemática tan generalizada en la finca debe ser tratada de manera inmediata para cualquier actividad que involucre la reforestación o la producción.

La mejor alternativa para obtener beneficios económicos a partir de la reforestación comercial es volver a establecerla dando el manejo adecuado para promover una alta productividad y calidad de los árboles. Dos especies promisorias para establecer en plantación forestal son el ciprés y el pino, dado que ya se sabe que crecen en la finca y se espera que con los tratamientos adecuados al sitio puedan dar mejores rendimientos.

No es conveniente realizar los raleos que fueron marcados durante el trabajo de campo en la zona PPA-1, dado que la densidad de la plantación y la mala calidad de los individuos que en ella se encuentran provocarán que se genere más gasto que ganancia.

La correcta asimilación de la información que se brinde acerca de las actividades de manejo a realizarse en la finca depende de saber explicar a cada tipo de usuario que visita la finca el porqué de los procesos y los beneficios ambientales que esa acción traerá al ecosistema.

La finca cuenta con varios retos a combatir principalmente a nivel interno; los cuales se ven compensados con fortalezas y oportunidades que se pueden desarrollar para aumentar su potencial y mejorar sus condiciones.

El plan de manejo integral realizado en la finca El Abejonal es una herramienta técnica importante para el CTP-SP y la comunidad aledaña que permitirá dar un uso adecuado a la finca.

RECOMENDACIONES

- Aumentar la productividad en sitios de pastizales
- Dar un manejo silvicultural adecuado al área de plantación para obtener mayores ganancias económicas
- Se debe proteger los suelos al momento de dar un uso adecuado según las condiciones del sitio
- Es importante aumentar la diversidad de especies arbóreas en el sitio a fin de mejorar su condición ambiental.
- Aumentar el potencial del aserradero del colegio
- Extracción de madera por caminos colindantes a la finca dada su cercanía
- Se debe integrar más a la población local a los procesos de manejo y conservación de los recursos naturales de la finca.
- El pago voluntario de visitantes en varias de las actividades propuestas es una alternativa para apoyar los costos de mantenimiento y otras actividades dentro de la finca.
- Contratar un topógrafo que delimite claramente las colindancias de la finca
- Es importante comunicar y divulgar las actividades que se realizan en la finca así como proyectos a futuro; con el fin de lograr mayor concientización en el uso y cuidado de esta.
- Colocar cercas vivas que delimiten la propiedad privada en la calle principal, de manera que no se impida el paso de la fauna terrestre
- Implementar el presente plan de manejo integral acompañado en su ejecución por la asesoría de un profesional forestal.

REFERENCIAS

- Alvarado, A. y Raigosa, J. (eds). (2012). Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales. ACCS, San José, Costa Rica. 416p.
- Anónimo. (2000). *Fichas técnicas de especies forestales estratégicas*. No. 8 *Cupressus lindleyi* Klotzsch. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal 4: 61-64.
- Atlas Digital de Costa Rica. (2014). Zonas de vida 2008 crtm05. Centro Científico Tropical (CCT) y Ministerio de Agricultura y Ganadería. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- AUMA (2007). Summit Land Use Planning Background Paper.
- Barrett, W. y Golfari, L. (1962). *Descripción de dos nuevas variedades del "pino del Caribe"*. Caribbean Forester. 23(2): 59-71.
- Batis, A., Alcocer, M., Gual, M., Sánchez, C. y Vázquez, Y. (1999). *Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. Instituto de Ecología, UNAM – CONABIO. México, D.F.
- Bega, R. y Henderson, F. (1962). *Variation of monobasidiospore isolates of Fomes annosus*. Abst. In Phytopathology. 52(1),3.
- Beretta, A., Silbermann, A., Paladino, L., Torres, D., Bassahun, D., Musselli, R. & García-Lamohte, A. (2014). *Soil texture analyses using a hydrometer: modification of the Bouyoucos method*. Ciencia e investigación agraria. 41. 263-271. 10.4067/S0718-16202014000200013.
- Berkes, F. y Folke, C. (1998). *Linking social and ecological systems*. Management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge UK.: Cambridge University Press.

- Bertsch, F. (1986). *Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica*. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157p.
- Bettinger, P., Boston, K., Siry, J., Grebner, D. (2008). *Forest Management and Planning*. Academic Press, p.2.
- Bocco, G., Velázquez, A. y Torres, A. (2000). *Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México*. Interciencia, 25(2), 64-70. ISSN: 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=339/33904403>
- CABI (Commonwealth agricultural bureau international). (2014). *Pinus caribaea*. Disponible en: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/41573>
- Castillo, P., de la Cruz, O., Takano, K. y Jaen, B. (2000). *Manual de Manejo de Bosques Naturales*. Proyecto de Desarrollo Técnico de la Conservación de los Bosques – CEMARE. Río Hato, Panamá, 2000, p.82
- CATIE. (1996). *Costos de establecimiento y manejo de plantaciones y sistemas agroforestales en Costa Rica*. Gómez, M., Reiche, C. Área de Manejo y Silvicultura de Bosque Tropicales. Área de Economía y Sociología de la Producción y Conservación. Turrialba, Costa Rica, p.9.
- CATIE. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*. Orozco, L., Brumér, C. Serie Técnica. Manual Técnico / CATIE, No. 50. Turrialba, Costa Rica, p.22.
- Censo Cafetalero. (2006). *Extensión total en hectáreas por uso de la tierra, según región y cantón*. Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. Mayo, 2003.
- CONAFOR. (2000). Decreto de creación de la Comisión Nacional Forestal. CONAFOR. Disponible en: <http://conafor.gob.mx>

- CONAFOR. (2010). *Prácticas de reforestación: Manual básico*. Primera edición. Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México.
- Crook, B., y Decker, E. (2006). *Factors affecting community-based natural resource use programs in southern Africa*. *J. Sustainable Forestry*. 22(3/4), pp.111-133.
- ENLASA. (s.f.). *Ficha Técnica: CAL DOLOMITA*. Consultado el 28 de octubre, 2019. Disponible en https://grupoenlasa.com/sites/default/files/ft_cal_dolomita_1.pdf
- Fernández, L. F., y Mora, J. A. (1987). *Costa Rica: Cambios en la distribución y uso del suelo*. 1963-1984. *Revista ABRA*, 7(7-8), pp.101-134.
- Francis, J.K. (1992). *Pinus caribaea Morelet*. Caribbean pine. SO-ITF-SM-53, Nueva Orleans, L.A., U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. P.10.
- González, J. (2000). Euphorbiaceae. En *Manual de Plantas de Costa Rica*. Missouri Botanical Garden, Instituto Nacional de Biodiversidad, Museo Nacional de Costa Rica (en preparación).
- Hammel, B., Grayum, M., Herrera, C. y Zamora, N. (eds.). *Manual de Plantas de Costa Rica*. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, U.S.A., Inst. Nac. de Biodiversidad, Santo Domingo de Heredia y Museo Nacional de Costa Rica (en preparación).
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011). *Población total por grupos de edad, según provincia, cantón y sexo*. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario. Resultados Generales*. INEC. San José, Costa Rica.
- Jiménez, L. H. (2009). *Ecoturismo: oferta y desarrollo sistémico regional*. Bogotá: Ecoe Ediciones. 37p. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/itcrsp/detail.action?docID=3193976>

- Jiménez, W. (1984). *Evolución en el crecimiento del Quercus copeyensis Müller en un bosque de robles no intervenido en San Gerardo de Dota, Costa Rica*. Tesis Lic. Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional. Escuela de Ciencias Ambientales. 192 p.
- Jury, W. y Horton, R. (2004). *SoilPhysics*. Sixth Edition. John Wiley & Sons, Inc. Nueva Jersey, Estados Unidos. 370p.
- Kazana, V., F. Bonnieux, P. Campos Palacin, A. Kazaklis, M. Merlo, J.C. Paoli y L. Zadnik. (2005). *MEDMONT: Tools for evaluating investment in the mountain Mediterranean áreas - An integrated framework for sustainable development*. Final Report Edited by the Mediterranean Agronomic Institute of Chania (MAI.Ch), Alysllion Agrokepion, Chania, Grecia.
- Konstant, T.L., Newton, A.C., Taylor, J.H., y Tipper, R. (1999). *The potential for community-based forest management in Chiapas, México: A comparison of two case studies*. *J. Sustainable Forestry*. 9(3/4), 169-191pp.
- Ley Forestal No. 7575. (1996). Artículo 3: Definiciones. La Gaceta No. 72 del 16 de abril de 1996. Alcance 21.
- Ley Reguladora de los Gastos de Viaje y de Transporte de Funcionarios del Estado No. 3462. (1964). R-DC-0038-2017. La Gaceta No. 116 del 20 de junio del 2017.
- MAG, MIRENEM. (1994). La Gaceta No. 107. Decreto Ejecutivo No. 23214. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica.
- Martínez, H. (2015). *Pino (Pinus caribaea var. hondurensis): condiciones para su cultivo*. “Fomento de la reforestación comercial para la mejora y conservación de las reservas de carbono”. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal y Forest Monitoring System for REDD+ Costa Rica. Moravia, San José, Costa Rica.

- Meza, A. (2012). *El aprovechamiento de plantaciones forestales: un sistema de producción*. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 1(3), pág. 54-56. Recuperado a partir de <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/565>
- Meza, S., Esquivel, S. y Guevara, M. (2018). *Hoja electrónica para la interpretación de análisis de suelos y cálculo de dosis de enmiendas y fertilizantes*. Versión 1.1. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- MTSS. (2018). La Gaceta 235. Decreto No. 41434. Consultado el 7 de mayo de 2019. Recuperado de http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/Lista_Salarios_2019.pdf
- Morales, J.F. (2007). En: Hammel, B., Grayum, M., Herrera, C. y Zamora, N. (eds.). *Manual de Plantas de Costa Rica*. Vol VI. 111:692-727. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, U.S.A., Inst. Nac. de Biodiversidad, Santo Domingo de Heredia y Museo Nacional de Costa Rica (en preparación).
- Moreno, D. y Cuartas, S. (2014). *Sobrevivencia y crecimiento de plántulas de tres especies arbóreas en áreas de Bosque Montano Andino degradadas por ganadería en Colombia*. Acta Biol. Colomb. 2015;20(2):85-100. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v20n2.46057>
- Municipalidad de León Cortés. (2017). *APA style: Electronic references*. León Cortés Castro. Párr.3 Recuperado de: <http://munileco.go.cr/nosotros/>
- Murillo, O., y Camacho, P. (1997). *Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas*. Agronomía costarricense 21(2):189-209, 1997. 196-197pp.
- Murray, R.M., Bojórquez, J.I., Hernández, A., Orozco, M.G., García, J.D., Gómez, R., Ontiveros, H.M., y Aguirre, J. (2011). *Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema aroforestal de la llanura costera norte de Nayarit, México*. Revista Bio Ciencias. 1(3): 27-35. Julio, 2011.

- O' Neill, R.V. (2001). *"Is it time to bury the ecosystem concept? (With Full Military Honors, of Course)"*, en: *Ecology*, 82 (2): 3275-3284.
- ONUAA. (2004). *Inventario Forestal Nacional: Manual de campo modelo*. Departamento de Montes. Programa de Evaluación de Recursos Forestales. Documento de trabajo 94/S. Guatemala. 69-74pp. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-ae578s.pdf>
- Pemán, J., y Navarro, R. (1998). *Replantaciones forestales*. Lérida: Edicions de la Universitat de Lleida. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/itcrsp/detail.action?docID=3217261>
- Ramírez, F. (1988). *Muestreo de suelos para diagnóstico de fertilidad*. Informaciones agronómicas No. 32, 8-11. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica (UCR). 1998, San José, Costa Rica. 8-11pp.
- Ramírez, J. L. (2017). *Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas*. 54-55pp.
- Ramos, A. (1987). *Diccionario de la Naturaleza. Hombre, ecología y paisaje*. Espasa Calpe.
- Riquelme, M. (2016). *FODA: Matriz o análisis FODA – Una herramienta esencial para el estudio de la empresa*. Santiago, Chile. Retrieved from <https://www.analisisfoda.com/>
- Rivas, J., y Magadán, M. (2012). *Planificación turística y desarrollo sostenible*. Oviedo: Septem Ediciones. 24p. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/itcrsp/detail.action?docID=3207162>
- Sabogal, C., Casaza, J., y González, N. (2010). *Casos ejemplares de manejo forestal sostenible en América Latina y el Caribe*. Roma: D - FAO. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/itcrsp/detail.action?docID=3201975>

- Salazar, R. (1985). *Productividad del Pinus caribaea var. hondurensis Barr. Y Golf. En Turrialba, Costa Rica*. IPEF n.29, p.19-24. Abril, 1985. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Schweizer, S. (2010). *Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) / Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). San José, Costa Rica. 9-16pp.
- Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente. (2003). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, y su Reglamento*. SEMARNAT. Disponible en http://www.conafor.gob.mx/documentos_conafor/pdfs/LGDFS.pdf
- TIES (The International Ecotourism Society) . (2015). *APA style: Electronic references*. Párr. 1. Recuperado de: <https://ecotourism.org/what-is-ecotourism/>
- Villalobos, C., Hernández, D., y Mojica, F. (1997). *Determinación del uso actual y potencial del suelo en fincas de los distritos de San Juan y San Pedro de Santa Bárbara de Heredia*. 61-65pp. Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional. UNICIENCIA 14. Apdo. 86-3000 Heredia, Costa Rica.
- West, T. y Marland, G. (2003). *Net carbon flux from agriculture: Carbon emissions, carbon sequestration, crop yield, and land-use change*. *Biogeochemistry* 2003; 63: 73-83.
- Zhang, W. (2014). *Multi-objective optimization for spatial planning of land use in shenzhen* (Order No. 3691976). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. 2p. Retrieved from <https://ezproxy.itcr.ac.cr:2929/docview/1674840457?accountid=27651>
- Zúñiga, J., Pereira, P. y Gamboa, W. (2019). *Delimitación de senderos en la finca El Abejona*. Junta Administrativa del Colegio Técnico Profesional San Pablo de León Cortés. Universidad Americana. Cartago, Costa Rica.

ANEXOS

Anexo 1. Parámetros para la evaluación de la capacidad de uso de las tierras.

CLASE	EROSIÓN		SUELOS					DRENAJE		CLIMA				
	pendiente	erosión sufrida	profundidad efectiva	Textura s2		Pedregosidad	Fertilidad	Toxicidad s5 Salinidad s6	Drenaje	Riesgo de inundación	Zona de vida	Período seco	Nebulina	Viento
				Suelo 0.30 cm	Subsuelo < 30 cm									
I	e1	E2	s1		s3	s4		d1	d2	c1	c2	c3	c4	
	< 3	Nula	> 120	Media	Mod. gruesas a Mod. finas	Sin piedra	Alta	Toxic. leve Salin. leve	Bueno	Nulo	Moderado	Ausente	Ausente	
II	< 8	Nula a Leve	> 90	Mod. Finas a Mod. gruesas	Finas a Mod. gruesas	Sin piedra a ligeramente pedregoso	Media a alta	Toxic. leve Salin. leve	Mod. exces. a Mod. lento	Nulo a leve	Cualquiera	Ausente a moderada	Ausente a moderado	
	< 3	Nula a Leve	> 90	Finas a muy finas	Finas a muy finas	Sin piedra a ligeramente pedregoso	Alta	Toxic. leve Salin. leve	Mod. lento a lento	Nulo a moderado	Fuerte	Ausente	Ausente a moderado	
III	< 15	Nula a Moderada	> 60	Finas a Mod. gruesas	Finas a Mod. gruesas	Sin piedra a Mod. Pedreg.	Media a alta	Toxic. Mod. Salin. leve	Mod. exces. a Mod. lento	Nulo a moderado	Cualquiera	Ausente a moderada	Ausente a moderado	
	< 30	Nula a Moderada	> 60	Muy finas a Mod. gruesas	Muy finas a Mod. gruesas	Sin piedra a pedregoso	Media a alta	Toxic. Mod. Salin. leve	Mod. lento a Mod. exces.	Nulo a moderado	Cualquiera	Ausente a moderada	Ausente a moderado	
V**	< 15	Nula a Moderada	> 30	Cualquiera	Cualquiera	Sin piedra a fuert. pedreg.	Cualquiera	Toxic. fuerte Salin. Mod.	Muy lento a excesivo	Nulo a severo	Cualquiera	Ausente a fuerte	Ausente a fuerte	
	< 30	Nula a Moderada	> 30	Mod. gruesas a finas	Cualquiera	Sin piedra a fuert. pedreg.	Cualquiera	Toxic. fuerte Salin. Mod.	Muy lento a excesivo	Nulo a severo	Cualquiera	Ausente a fuerte	Ausente a fuerte	
VI	< 50	Nula a Severa	> 60	Cualquiera	Cualquiera excepto gruesas	Sin piedra a fuert. pedreg.	Cualquiera	Toxic. fuerte Salin. Mod.	Mod. exces. a Mod. lento	Nulo a moderado	Cualquiera	Ausente a moderada	Ausente a moderado	
	< 75	Nula a Severa	> 30	Cualquiera	Cualquiera	Sin piedra a fuert. pedreg.	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	
VIII	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	

* Climas pluviales no permiten cultivos anuales en esta clase.

** Esta clase acepta cultivos permanentes solo cuando la profundidad efectiva sea mayor a 60 cm. y no se presenten problemas de viento y neblina fuertes.

*** Textura arenosa a través de todo el perfil (ejemplo Psamements), se clasificará como clase VIII.

Anexo 2. Cuestionario realizado para la determinación de actividades ambientales en la finca El Abejonal en San Pablo, León Cortés, San José.

<p>¿Cuál es su parte favorita de la finca?</p> <p>¿Qué mejoras implementaría para el lugar?</p> <p>¿Sabe a quién pertenece la propiedad?</p> <p>¿Qué actividades recreativas le gustaría que se desarrollaran en el lugar?</p> <p>¿Estaría de acuerdo en dar una cuota para el mantenimiento del sitio?</p>
--