



**“CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO DE PAISAJES
PRODUCTIVOS”**

**Informe final del Paisaje de Cobertura Arbórea presente en un radio de 2 km
alrededor de los paisajes productivos del MOCUPP para el año 2018**

Monitoreo de Cambio de Uso en Paisajes Productivos (MOCUPP)



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 1 de 80

CONSEJO NACIONAL DE RECTORES (CONARE)

Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT)

Laboratorio PRIAS

**Informe final del Paisaje de Cobertura Arbórea presente en un radio de
2 km alrededor de los paisajes productivos del MOCUPP para el año 2018**

Autores

Iván Ávila Pérez

Ezequiel Fallas Montero

Sofía Acuña López

Sofía Hernández Hernández

Esteban Montenegro Hernández

Cornelia Miller Granados

Revisión y aprobación

Cornelia Miller Granados, Directora Laboratorio PRIAS

Jessica Francini Acuña Piedra, Geógrafa PNUD

Diseño de portada

Esteban Montenegro Hernández

14 de mayo de 2021

San José, Costa Rica

**Informe técnico presentado a PNUD como I Entrega-Informe Final del Paisaje de
Cobertura Arbórea 2018**



333.75
In43i

Informe final del Paisaje de Cobertura Arbórea presente en un radio de 2 km alrededor de los paisajes productivos del MOCUPP para el año 2018 / Iván Ávila Pérez [et al.]. -- Datos electrónicos (1 archivo : 2600 kb). -- San José, C.R. : CONARE-CENAT, 2021.

ISBN 978-9977-77-425-1
Formato PDF, 80 páginas.

1. COBERTURA FORESTAL. 2. PAISAJE PRODUCTIVO. 3. COSTA RICA. I. Ávila Pérez, Iván. II. Fallas Montero, Ezequiel. III. Acuña López, Sofía. IV. Hernández Hernández, Sofía. V. Montenegro Hernández, Esteban. VI. Miller Granados, Cornelia. VII. Título.



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 2 de 80

ÍNDICE DE CONTENIDO

GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	7
LISTADO DE ACRÓNIMOS.....	9
RESEÑA PROYECTO MOCUPP.....	11
I. RESUMEN.....	13
II. INTRODUCCIÓN.....	14
2.1 Cobertura Arbórea en Costa Rica.....	14
2.2 Actualidad de la cobertura arbórea del país.....	15
2.3 Uso de tecnologías de teledetección para el monitoreo de paisajes productivos.....	16
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1 Diagrama de flujo de proceso metodológico.....	18
3.2 Descripción de la zona de estudio.....	18
3.2.1 Región Central (RC).....	19
3.2.2 Región Pacífico Central (RPC).....	19
3.2.3 Región Brunca (RB).....	20
3.2.4 Región Huetar Caribe (RHC).....	20
3.2.5 Región Huetar Norte (RHN).....	21
3.2.6 Región Chorotega (RCh).....	21
3.3 Procesos previos de preparación de imágenes y trabajo de campo.....	22
3.3.1 Puntos de control y validación.....	22
3.3.2 Tratamiento de imágenes satelitales.....	23
3.3.3 Segmentación de imágenes.....	24
3.4. Recorte de segmentación para las áreas de interés.....	24
3.5. Clasificación y codificación de segmentos.....	25
3.5.1 Revisión de nubes.....	26
3.6. Validación de la codificación.....	28
3.6.1 Validación 1 (puntos).....	31
3.6.2 Validación 2 (segmentos).....	32
3.6.3 Validación 3 (total).....	33
IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL PAISAJE DE COBERTURA ARBOREA PRESENTE EN UN RADIO DE 2KM ALREDEDOR DE LOS PAISAJES PRODUCTIVOS DEL MOCUPP PARA EL AÑO 2018.....	34
4.1 Análisis de resultados por Cantón.....	35
4.2 Análisis de Resultados por Región.....	38

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 3 de 80

4.3 Análisis de Resultados por Región (agrupación de cantones)	40
4.3.1 Región Chorotega.....	40
4.3.2 Región Brunca	42
4.3.3 Región Huetar Norte	44
4.3.4 Región Huetar Caribe	46
4.3.5 Región Central	48
4.3.6 Región Pacífico Central.....	50
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
VI. REFERENCIAS	55
VII. ANEXOS	64



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arborea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arborea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 4 de 80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tamaño de muestra por cantidad de segmentos por clase.	29
Cuadro 2. Tamaño de muestra por área por clase.	29
Cuadro 3. Ejemplo de matriz de confusión generada para los diferentes procesos de validación.	29
Cuadro 4. Resultados obtenidos de Cobertura arborea por región según la división territorial administrativa de MIDEPLAN para el año 2018.	39
Cuadro 5. Cantidad de hectareas totales, de area de estudio y de cobertura arborea por region, canton y distrito en Costa Rica para el año 2018.	64
Cuadro 6. Exactitud y estadístico Kappa de las validación de Cobertura arborea para cada una de las áreas de conservación de Costa Rica.	79



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 5 de 80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de la metodología de trabajo para la elaboración de la capa de Cobertura Arbórea de Costa Rica en el marco del proyecto MOCUPP.	18
Figura 2. Área de influencia del Área de conservación La Amistad- Caribe según los paisajes productivos de MOCUPP. A: Pastos, piña y palma; B: Buffer de los paisajes productivos para determinar el área de cobertura arbórea.....	25
Figura 3. Ejemplo de los segmentos a clasificar en el Área de conservación La Amistad- Caribe según el buffer de 2 km de los paisajes productivos de MOCUPP.....	25
Figura 4. Segmentos a clasificar por cobertura arbórea. A: Segmentos de otros usos y cobertura arbórea sin editar. B: Segmento editado, extrayendo la cobertura arbórea.....	26
Figura 5. Imágenes utilizadas para la revisión de nubes. A: mosaico original; B: imagen Sentinel-2 descargada sobre el área de alta nubosidad.....	27
Figura 6. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en Costa Rica. Año 2018.	34
Figura 7. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en hectáreas por cantón, Costa Rica. Año 2018.....	35
Figura 8. Cantones con mayor cantidad de hectáreas del paisaje de cobertura arbórea en Costa Rica. Año 2018..	36
Figura 9. Representación de los cantones con mayor cantidad de hectáreas de CA y de los cantones con mayor porcentaje de ocupación por CA.....	37
Figura 10. Área total, área de estudio y área de cobertura arbórea por región según la división territorial administrativa de MIDEPLAN para el año 2018.	40
Figura 11. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en los cantones de la región Chorotega. Año 2018.	41
Figura 12. Relación de los cantones de la Región Chorotega según el área (ha) de CA y el porcentaje de ocupación de CA dentro del área de estudio para el año 2018.	42
Figura 13. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en los cantones de la región Brunca. Año 2018.....	43
Figura 14. Relación de los cantones de la Región Brunca según el área (ha) de CA y el porcentaje de ocupación de CA dentro del área de estudio para el año 2018.	44
Figura 15. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en los cantones de la región Huetar Norte. Año 2018.....	45

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 6 de 80

Figura 16. Relación de los cantones de la Huetar Norte según el área (ha) de CA y el porcentaje de ocupación de CA dentro del área de estudio para el año 2018.	46
Figura 17. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en los cantones de la región Huetar Caribe. Año 2018.....	47
Figura 18. Relación de los cantones de la Región Huetar Caribe según el área (ha) de CA y el porcentaje de ocupación de CA dentro del área de estudio para el año 2018.....	48
Figura 19. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en los cantones de la región Central. Año 2018. Fuente:	49
Figura 20. Relación de los cantones de la Región Central según el área (ha) de CA y el porcentaje de ocupación de CA dentro del área de estudio para el año 2018.	50
Figura 21. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en los cantones de la región Pacífico Central. Año 2018.....	51
Figura 22. Relación de los cantones de la Región Pacífico Central según el área (ha) de CA y el porcentaje de ocupación de CA dentro del área de estudio para el año 2018.	52



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 7 de 80

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ArcGIS: Software de representación cartográfica y análisis espacial (ESRI, S.f).

Área de estudio: 2 kilómetros a partir de los paisajes productivos de MOCUPP: palma, pastos y piña.

Capa vectorial: Es una estructura de datos utilizada para almacenar datos geográficos, constan de líneas o arcos definidos por puntos de inicio y fin y por los puntos donde se cruzan varios arcos (nodos) (Escobar, Hunter, Bishop, & Zerger, S.f).

Clasificación: Reconocimiento de clases o grupos cuyos miembros tengan ciertas características en común (Sacristán, 2006).

Cercas vivas: hileras de árboles de una o varias especies que conforman una barrera alrededor de lotes, además, representan beneficios para los ecosistemas alrededor (WWF, 2018).

Codificación de segmentos: Proceso para clasificar cada polígono según la clase a la que corresponda (Aguilar, Blanco, Calvo, Ortega, & Vargas, I Entrega: Informe I - Pastos sin árboles Costa Rica, 2019).

Fotointerpretación: Estudio general de las imágenes con el propósito de identificar, analizar, clasificar y establecer las deducciones para una mejor comprensión de los elementos que las integran (Catuna, 1995).

Gran Área Metropolitana: Representa el 3,84% del territorio nacional, comprende parcialmente cuatro

provincias (San José, Alajuela, Cartago y Heredia), 31 cantones (algunos incluidos parcialmente) y 152 distritos (Tec Digital, 2014).

Otros Usos: Comprende todos aquellos usos no monitoreados por el proyecto MOCUPP.

Paisaje de Cobertura Arbórea: Comprende las áreas naturales, seminaturales o plantadas, constituidas principalmente por elementos arbóreos o arbustivos (especies nativas o exóticas) identificables a una escala de 1:10000, utilizando un píxel de 10x10 metros. Con una superficie mínima de 0,5 ha (UMC) cubierta por un dosel abierto o cerrado mayor o igual al 70% del área. Incluye: bosque en todas sus sucesiones, manglar, páramo y plantación forestal. Se incorporan, además, yolillales y bambusales debido a que, por la escala y resolución utilizadas, estas coberturas se asemejan a elementos arbóreos o arbustivos

Paisaje Productivo de Pastos: Áreas cubiertas por pastos naturales o establecidos, dedicadas al pastoreo y/o corta de forraje. La cobertura de copa de árboles, arbustos o palmas no conforma un dosel y es inferior al 70% del área de pastos de los segmentos analizados. Se incluyen todos aquellos espacios e infraestructura inherentes al paisaje productivo que no puedan ser discriminados a una escala de 1:10000, utilizando un píxel de 10x10 metros, por ejemplo: cercas vivas, caminos internos, entre otros. Se considera una Unidad Mínima Cartografiable (UMC) de 0,5 ha

QGIS: Sistema de Información Geográfico de software libre y código abierto (QGIS, S.f).

Segmentación: Proceso que permite una búsqueda de regiones homogéneas en la imagen para que se dé una posterior clasificación (Arroyo, Cocero, Manzanera de la Vega, & García, 2005).

Sensores remotos: Sistemas o instrumentos que permiten captar información de un objeto a distancia (SegemAR, S.f).

Sentinel-2: Es una misión europea que permite obtener imágenes multiespectrales de alta resolución entre 10 a 60 metros (Agencia Espacial Europea (ESA), 2000-2021).

Shapefile: Formato que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de los atributos de las entidades geográficas, se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (ESRI, 2016).

Sistema de Posicionamiento Global (GPS): Servicio que proporciona a los usuarios información sobre posicionamiento, navegación y

cronometría (Space-Based Positioning Navigation & Timing, S.f).

Tamaño de muestra: Número de unidades que se necesitan para conformar una muestra representativa. La muestra posee cierta posibilidad de error y nivel de confianza, así como probabilidad (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Teledetección: Conjunto de técnicas desarrolladas desde diferentes disciplinas para obtener información a distancia de la tierra (Rodríguez, Sánchez, Domínguez & Sánchez, 2015).

Unidad Mínima Cartografiable (UMC): Unidad más pequeña de la superficie que se representa en un mapa o producto final, se define de acuerdo con la resolución que es registrada por el sensor y de la escala a la que se genere el levantamiento de la información por parte del intérprete (Marquina & Mogollón, 2018).

Validación: Actividad que asegura la calidad en la información geográfica para dar confiabilidad de esta en la toma de decisiones (FAO,2017)

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 9 de 80

LISTADO DE ACRÓNIMOS

AC: Área de Conservación	CENIGA: Centro Nacional de Información Geoambiental del MINAE
ACAHN: Área de Conservación Arenal Huetar Norte	CONARE: Consejo Nacional de Rectores
ACAT: Área de Conservación Arenal Tempisque	CSRA: Comité Sectorial Regional Agropecuario
ACC: Área de Conservación Central	CLC-CR: Leyenda Corine Land Cover versión Costa Rica
ACG: Área de Conservación Guanacaste	DRI: Dirección del Registro Inmobiliario
ACLAC: Área de Conservación La Amistad Caribe	ESA: Agencia Espacial Europea
ACLAP: Área de Conservación La Amistad Pacífico	FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
ACOSA: Área de Conservación Osa	GAM: Gran Área Metropolitana
ACOPAC: Área de Conservación Pacífico Central	GEE: Google Earth Engine
ACT: Área de Conservación Tempisque	GEF: Fondo para el Medio Ambiente Mundial
ACTo: Área de Conservación Tortuguero	GPS: Sistema de Posicionamiento Global
CA: Cobertura arbórea	IGN: Instituto Geográfico Nacional
CeNAT: Centro Nacional de Alta Tecnología	INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censo
CENAGRO: Censo Nacional Agropecuario	INDER: Instituto de Desarrollo Rural
	INH: Inventario Nacional de Humedales

INF: Inventario Nacional Forestal

INTA: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería

MEIC: Ministerio de Economía, Industria y Comercio

MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía

MOCUPP: Monitoreo de Cambio de Uso en Paisajes Productivos

NASA: Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio

PEN: Programa Estado de la Nación. Naciones Unidas para el Desarrollo

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

REDD: reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques

RPC: Región Pacífico Central

RC: Región Central

RCh: Región Chorotega

PROCOMER: Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica

PSA: Pago por servicios ambientales.

PPP: Paisaje Productivo de Pastos

RHN: Región Huetar Norte

RHA: Región Huetar Atlántica

SIG: Sistema de Información Geográfica

SINAMOCUTE: Sistema Nacional de Monitoreo de la Dinámica de Uso de la Tierra

SIMOCUTE: Sistema de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas

SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación

SINAMEC: Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climático.

RB: Región Brunca

SNIT: Sistema Nacional de Información Territorial.

SNAP: Plataforma de aplicación Sentinel

SINIA: Sistema Nacional de Información Ambiental

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 11 de 80

RESEÑA PROYECTO MOCUPP

El alcance de una economía social y ambientalmente sostenible, se ha convertido en una de las principales preocupaciones dentro de las agendas políticas de gran cantidad de naciones alrededor del mundo y en uno de los temas más importantes abordados dentro de cumbres, tratados y foros internacionales.

Como parte de esta tendencia, países como Costa Rica, se han comprometido a incrementar su cobertura forestal de un 52% a un 60% al año 2030 y a ser una de las primeras economías libres de huella de carbono al año 2050 (Troya, 2019).

Para la consecución de estos objetivos, resulta primordial una priorización de las inversiones, así como de los diferentes campos de acción. Un elemento fundamental en este aspecto, corresponde al acceso a datos espaciales que faciliten la obtención de una visión rápida de la realidad y que optimicen el proceso de toma de decisiones.

De esta forma, entre los años 2011 y 2015, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) a través de su Programa Green Commodities, planteó iniciativas como el Proyecto Monitoreo de Cambio de Uso en Paisajes Productivos (MOCUPP), el cual se perfiló como una herramienta innovadora de apoyo a la gestión del territorio, que, mediante el uso de tecnología satelital, facilitara el monitoreo de cambios en el uso de la tierra y el análisis de los procesos de deforestación asociados a la dinámica agrícola en el país.

Actualmente, el MOCUPP es el componente 1 del Proyecto: “Conservando la biodiversidad a través de la gestión sostenible en los paisajes de producción en Costa Rica (Proyecto Paisajes Productivos)”, liderado por el Gobierno de la República y financiado con recursos del Fondo Medio Ambiente Mundial (GEF).

Es al mismo tiempo, un proyecto de articulación institucional, ya que además de la labor del PNUD como socio implementador, cuenta con la participación de tres entidades principales: el Laboratorio PRIAS del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT), la Dirección del Registro Inmobiliario (DRI) y el Instituto Geográfico Nacional (IGN); asimismo, posee el respaldo del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE),

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 12 de 80

por medio de la coordinación con el Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA) y el apoyo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

El MOCUPP se vincula de igual manera, con el Sistema de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE) creado en el año 2015 por medio de la directriz ministerial del Ministro de Ambiente DM-417-201, ya que operativamente comparten la misma geodatabase y son sistemas que se retroalimentan, pues la información más detallada del MOCUPP puede ser comparada y verificada con los datos a escala nacional generados por el SIMOCUTE (PNUD, 2015).

La herramienta es considerada como una estrategia de bajo costo, que se basa en el uso de imágenes satelitales gratuitas para el monitoreo anual de tres tipos de paisajes productivos: piña, palma aceitera, pastos y se adiciona el estudio paralelo de los procesos de regeneración y pérdida de cobertura arbórea, asociados al desarrollo de dichos paisajes.

Los datos generados por el proyecto, son difundidos en la plataforma del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) y son considerados como información de carácter e interés público debido a que: “integran el patrimonio científico y cultural de la nación, por tratarse de información sobre un derecho humano de incidencia colectiva como lo es el ambiente y además, por recaer sobre bienes ambientales de dominio público” (PNUD, 2015, p.10)

El MOCUPP propicia igualmente, la creación de espacios que favorecen la participación activa de representantes de distintos ámbitos de la sociedad (economía, ambiente y academia) no sólo en la mejora continua de la herramienta, sino también en la toma de decisiones de vigilancia y protección de los recursos naturales.

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 13 de 80

I. RESUMEN

A partir del 2015 se ha trabajado en el desarrollo de una herramienta que busca la gestión del territorio nacional utilizando líneas base de monitoreo de los principales paisajes productivos presentes: piña, palma aceitera y pastos. El Monitoreo de Cambio de Uso en los Paisajes Productivos en Costa Rica (MOCUPP) ha permitido realizar actualizaciones anuales de la contracción y expansión de estos cultivos en términos de área. Costa Rica desde los años 60 y hasta la actualidad ha sido sometido a diferentes dinámicas de deforestación y recuperación de la cobertura arbórea, incentivada por diferentes cambios legislativos y del modelo económico predominante en el país, por lo que en julio del 2020 se inició con la inclusión del paisaje de cobertura arbórea dentro del MOCUPP. El año 2018 es el primero año de monitoreo y definiendo cobertura arbórea como aquellas áreas naturales, seminaturales o plantadas, constituidas principalmente por elementos arbóreos o arbustivos (especies nativas o exóticas) identificables a una escala de 1:10000, utilizando un pixel de 10x10 metros. Con una superficie mínima de 0,5 ha (UMC) cubierta por un dosel abierto o cerrado mayor o igual al 70% del área y que se encuentre en un radio no mayor a 2 km de distancia de los paisajes productivos ya incluidos dentro del MOCUPP. Para llevar a cabo esta tarea se utilizaron imágenes satelitales del sensor Sentinel-2 con las bandas 2, 3, 4 y 8, las cuales permiten visualizar la imagen en color verdadero e infrarrojo. Además, se utilizaron las capas generadas para el 2018 de piña, palma aceitera y pastos, y se les calculó una zona de amortiguamiento de 2 km, la cual fue utilizada como área de estudio para la estimación de la cobertura arbórea presente. Los resultados obtenidos fueron validados con un 90% de confianza y un 10% de error aceptado. La capa total del paisaje productivo de cobertura arbórea cubre una superficie de 2.227.962,24 ha hectáreas lo que equivale a un 50,55 % del territorio costarricense incluido dentro de área de estudio, la capa obtuvo un 93% de exactitud y un estadístico kappa de 0,87.

Palabras clave: MOCUPP, PRIAS, Paisajes Productivos, Paisaje de Cobertura Arbórea

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 14 de 80

II. INTRODUCCIÓN

2.1 Cobertura Arbórea en Costa Rica

Costa Rica es un país situado en América Central, con una extensión terrestre de 51.100 km² y un extenso mar territorial de 589.683 km², posee más del 6% de la biodiversidad a nivel mundial (SINAC, 2014, como se citó en MINAE–SINAC–CONAGEBIO–FONAFIFO, 2018). Esto se debe por un lado a que forma parte del istmo Centroamericano que une dos de las grandes masas terrestres: Norteamérica y Sudamérica; y por otro lado su topografía variada permitió el desarrollo de especies únicas, resultando en un elevado endemismo tanto de fauna como de flora. Costa Rica cuenta con una amplia variedad de ecosistemas y una considerable riqueza en biodiversidad distribuidos en once grandes áreas de conservación con características biofísicas y de uso de la tierra diferenciables (SINAC, 2014, como se citó en MINAE–SINAC–CONAGEBIO–FONAFIFO, 2018).

Entre 1960 y 1986 ocurrió un proceso de deforestación frontal, donde la cobertura forestal pasó de 59,5% a 40,8% (tasa de deforestación de 1,21% anual) (Sánchez-Azofeifa, 2015), las causas de la pérdida de cobertura forestal o deforestación está dada en términos del costo de oportunidad de la tierra. Posiblemente, el detonante de más impacto fue la construcción de caminos públicos a orillas de áreas boscosas, donde la tendencia natural fue remover el bosque y practicar agricultura, ganadería y extracción de madera, básicamente porque se ha facilitado el acceso al mercado, modificándose así el costo de oportunidad de la tierra (Tattenbach, 2007, como se citó en Canet, 2015).

A partir de 1986 inició un período de recuperación forestal, en parte, el aumento en la cobertura fue un logro de muchos gobiernos que implementaron políticas de conservación. Entre las acciones políticas se menciona la promulgación de la Ley Forestal de 1996, el pago por servicios ambientales (PSA) y la transformación de la economía nacional en una de servicios, entre otros (Sánchez-Azofeifa, 2015).

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 15 de 80

En relación con el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), es un reconocimiento financiero que otorga el Estado, a través del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), por los servicios ambientales generados en las actividades de conservación y manejo de bosque, reforestación, regeneración natural y sistemas agroforestales. Este programa se ha utilizado para reforzar el sistema de áreas protegidas y crear corredores biológicos que abarcan 437 mil hectáreas (FAO, 2016).

El crecimiento forestal es responsable de un 3% adicional del carbono almacenado por los bosques en todo el país, lo cual es cada vez más importante para combatir el cambio climático, a través de por ejemplo la estrategia del Gobierno de programas REDD+ (reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal). Para mantener esta riqueza natural es importante tener en cuenta ciertas medidas que siguen siendo fundamentalmente prioritarias: asegurar la integridad de las áreas protegidas de Costa Rica, fortalecer el Programa de Pago de Servicios Ambientales y monitorear los cambios de uso del suelo relacionados a actividades agrícolas y ganaderas (Banco Mundial, 2016).

2.2 Actualidad de la cobertura arbórea del país

Al 2015 no se habían realizado nuevos estudios oficiales que evidencien cambios en la cobertura arbórea del país, por lo que se mantienen los datos reportados por el SINAC en el Inventario Nacional Forestal (INF) 2014, donde se reportó que el 52,4% del territorio nacional está constituido por bosques maduros, bosques secundarios, bosques deciduos, manglares, bosques de palmas y plantaciones forestales (Hernández et al., 2016).

Esta significativa cobertura arbórea, en su mayoría corresponde a bosques secundarios (con edades entre los 10 y los 60 años); mientras que la mayor parte de los bosques primarios se encuentran en las áreas silvestres protegidas, con baja probabilidad de cambio de uso de la tierra y usualmente ubicadas en áreas con muy poca o ninguna vocación agrícola (Sánchez-Azofeifa, 2015). Asimismo, Costa Rica conserva más del 27% de su territorio bajo su sistema de áreas

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 16 de 80

protegidas (Parques Nacionales, Reservas Biológicas, entre otros), a lo que se suma un porcentaje similar en procesos de conservación participativa, como, por ejemplo, los corredores biológicos (SINAC, 2014, como se citó en MINAE–SINAC–CONAGEBIO–FONAFIFO, 2018).

2.3 Uso de tecnologías de teledetección para el monitoreo de paisajes productivos

La teledetección es la técnica de adquisición de datos de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales. La interacción electromagnética entre el terreno y el sensor genera una serie de datos que son procesados posteriormente para obtener información interpretable de la tierra (Instituto Geográfico Nacional, s.f.). Dada la importancia de esta tecnología, actualmente se realizan múltiples estudios que datan la trascendencia y eficacia de la información generada por estas herramientas geo-espaciales (Jensen, 2014). Los elementos propios de la teledetección proporcionan datos de gran relevancia, que determinan los tipos de cobertura presentes en la tierra y los eventuales cambios que se producen en la superficie terrestre en determinados lapsos de tiempo (Sacristán, 2006), siendo una herramienta muy utilizada para resolver problemáticas a nivel mundial como la deforestación y el cambio climático.

Los avances en la teledetección han permitido la existencia de una amplia variedad de equipos (Yang et al., 2018) y métodos (Shen et al., 2018) para obtener y analizar información espacial obtenida de manera remota y así mejorar su exactitud. Dentro de los equipos más utilizados actualmente resaltan las imágenes provenientes de los satélites Sentinel-2. Esta plataforma fue lanzada en junio del 2015 (Li et al., 2018) con el principal propósito de generar datos para colaborar con la creación del programa de Monitoreo Global para la Seguridad Ambiental (GMES por sus siglas en inglés) (Yang et al., 2017, como se citó en Ávila, 2020).

Dicho sensor será un esencial para la ejecución de programas de monitoreo de la superficie terrestre, en especial si se complementan sus datos con la

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 17 de 80

información de otros satélites enviados por la ESA (Whyte, Ferentinos y Petropoulos, 2018). Entre los usos de estas imágenes se pueden citar: el mapeo de humedales lodosos y su composición florística (Feilhauer et al., 2014), la identificación de diversos tipos de bosques tropicales (Laurin et al., 2016), y la evaluación de la cobertura boscosa y su degradación (Hojas-Gascón et al., 2015).

Dentro de los métodos de procesamiento de imágenes, en la actualidad destaca el enfoque basado en objetos (segmentación), el cual, agrupa píxeles en conjuntos discretos y mutuamente excluyentes que representan terrenos con diferentes coberturas en la realidad previo a realizar la clasificación (Costa, Foody, y Boyd, 2018, como se citó en Ávila, 2020).

Aunado a la segmentación, debe llevarse a cabo la fotointerpretación de imágenes, la cual representa una serie de procesos visuales, en donde a través de la observación de objetos, se puede extraer la información captada por el sensor (textura, forma, disposición, color, dimensiones, ubicación, entre otros) y con ello asignarle un código o clase a la cobertura analizada visualmente por el foto-intérprete (Avogadro & Padró, 2019, como se citó en Aguilar et al, 2021).

Finalmente, la utilidad de un mapa obtenido a través del análisis de imágenes satelitales depende de la exactitud de ésta y de cómo se asignaron las diferentes clases a los atributos terrestres en la imagen (Warrens, 2015). No obstante, cualquier mapa obtenido mediante detección remota se encuentra sujeto a errores en la clasificación, por lo que es de vital importancia el realizar una evaluación de la exactitud, a través de la cual se identifican errores en el mapa (Olofsson et al., 2014), mediante diversas técnicas entre las que destacan la elaboración de matrices de confusión (Khatami, Mountrakis y Stehman, 2017).

Dentro de este contexto, el presente informe detalla los resultados derivados del monitoreo de la cobertura arbórea de Costa Rica para el año 2018 (empleando recursos como el uso de imágenes satelitales, técnicas de teledetección y el uso de sistemas de información geográfica), presenta además la vinculación de dicha

cobertura arbórea en relación con los paisajes productivos analizados por el proyecto MOCUPP.

III. METODOLOGÍA

3.1 Diagrama de flujo de proceso metodológico

En la figura 1 se muestra el flujo de trabajo para la elaboración de la capa de Cobertura Arbórea de Costa Rica.

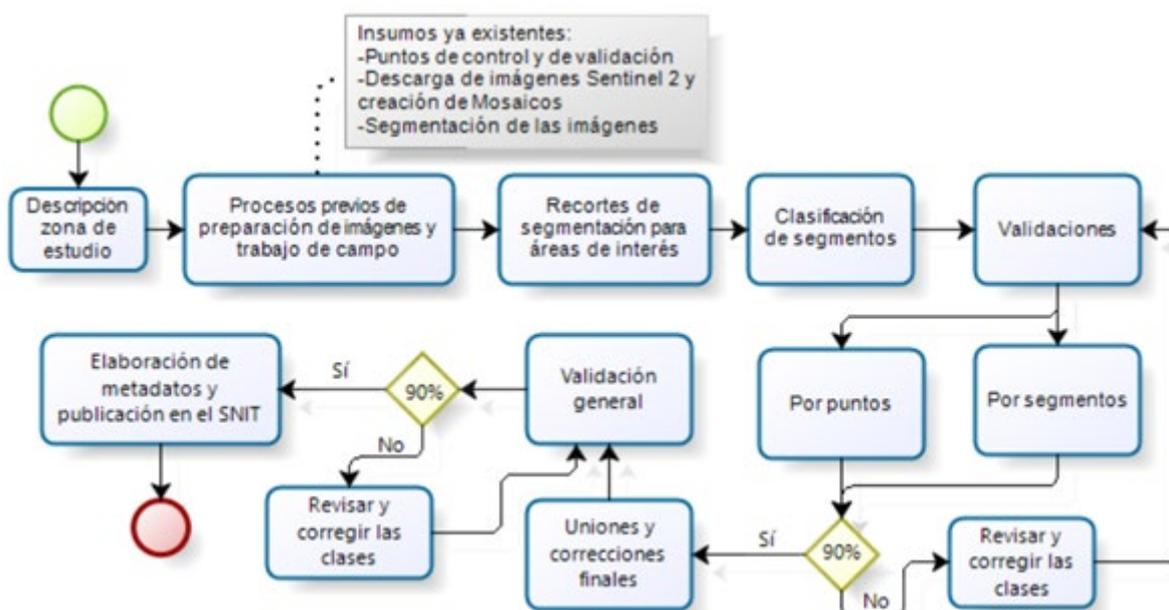


Figura 1. Flujograma de la metodología de trabajo para la elaboración de la capa de Cobertura Arbórea de Costa Rica en el marco del proyecto MOCUPP.

3.2 Descripción de la zona de estudio

La etapa de clasificación y codificación de segmentos se realizó a partir de las Áreas de Conservación establecidas por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) siguiendo la división territorial previa realizada para el Paisaje Productivo de Pastos. A pesar de ello, el análisis de la información generada por el Paisaje de Cobertura Arbórea se realiza por regiones, con el

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 19 de 80

objetivo de estandarizar la presentación de los datos dentro de los paisajes productivos del proyecto MOCUPP.

De esta manera, a continuación, se presenta una breve descripción de las seis regiones socioeconómicas que conforman Costa Rica (Poder Ejecutivo, 1985).

3.2.1 Región Central (RC)

Se ubica en la zona central del país, además es la región con la mayor cantidad de distritos, específicamente comprende el 58% del total de distritos del país, además, contiene los cantones más poblados: San José, Alajuela y Desamparados. Sus límites son con todas las regiones del país; al norte con la Región Huetar norte, al noroeste con la región pacífico central, al sur con las Regiones Brunca y Pacífico Central y al este con la Región Huetar caribe (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN, 2014).

Entre las principales actividades económicas de esta región se destaca: empleabilidad en zonas industriales con alta tecnología, además se concentran la mayor cantidad de instituciones del estado. Por otra parte, existe apoyo a las PYMES en todos los procesos y etapas, inclusive en la posible exportación de sus productos. También existe actividad agropecuaria de café, caña de azúcar, legumbres, hortalizas y producción de leche, entre otros (MIDEPLAN, 2014).

3.2.2 Región Pacífico Central (RPC)

La región Pacífico Central representa un 7,6% del territorio nacional siendo la región más pequeña de todo el país. Por otro lado, está constituida por 38 distritos, y el 47% del área está ocupada por el cantón de Puntarenas (MIDEPLAN, 2014). Limita al norte y al este con la Región Central, al oeste con la región chorotega y al sureste con la región Brunca.

La actividad económica de esta región es un poco distinta a las demás, ya que en su mayoría se concentra en el sector terciario, es decir, en los servicios como: comercio y reparación, enseñanza y salud y actividades profesionales, entre otros. Aunque también tiene representación de actividades agropecuarias y

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 20 de 80

agrícolas, en cuanto al turismo tiene gran potencial, pero no ha sido explotado como en otras zonas costeras (MIDEPLAN, 2014).

3.2.3 Región Brunca (RB)

La región Brunca representa un 18,6% del territorio nacional, está integrada por 39 distritos y por los cantones de Osa, Coto Brus, Corredores, Golfito y Pérez Zeledón. En su mayoría es una región considerada rural y dentro de este espacio alberga 12 territorios indígenas (MIDEPLAN, 2014).

Las actividades agrícolas y alimentarias son sus principales actividades económicas, entre las que se destacan el cultivo de: palma, piña, café y granos básicos, así como la ganadería. Por otra parte, las actividades de transporte, comunicación, construcción y empresariales son otras de las fuentes de ingresos para esta zona (MIDEPLAN, 2014).

Esta zona se destaca por tener gran riqueza de humedales, específicamente existen 41 humedales, entre los que se destaca Sierpe como el de mayor extensión. Además, en esta zona se ubica el 62% de hectáreas de mangle de Costa Rica (MIDEPLAN, 2014).

3.2.4 Región Huetar Caribe (RHC)

Representa el 18% del territorio nacional y es abarcada por toda la provincia de Limón. Limita con las dos fronteras de Costa Rica, así como con la Región Central al suroeste, la Región Brunca al sur y la Región Huetar Norte al oeste, así como el Mar Caribe al este (Román y Morales, 2018).

Se caracteriza por tener una gran riqueza paisajística, por lo que un 39% del área está bajo algún tipo de protección, esto contribuye a la actividad económica del turismo. En esta zona se presentan otras actividades económicas como: el cultivo de banano, piña, palma y plátano, entre otros. Por ser una zona con cercanía al mar, es sumamente importante el tema de exportación e importación para el país por parte de esta zona (Román y Morales, 2018).

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 21 de 80

3.2.5 Región Huetar Norte (RHN)

Posee el 19,2% del territorio nacional, comprendiendo los cantones de San Carlos Guatuso, Los Chiles, Upala, Sarapiquí y los distritos de: San Isidro de Peñas Blancas, Río Cuarto y Sarapiquí. Limita al norte con Nicaragua, al sur con la Región Central, al Este con la Región Huetar Caribe y al Oeste con la Región Chorotega (MIDEPLAN, 2014).

La actividad económica principal es la agropecuaria, desarrollada en: agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Seguido de otras actividades como: el comercio y la manufactura. Por otro lado, el turismo es una actividad en auge por el atractivo del volcán Arenal, las aguas termales, entre otros (MIDEPLAN, 2014).

3.2.6 Región Chorotega (RCh)

Es una región extensa, equivale al 20% del país. Está constituida por once cantones: Abangares, Bagaces, Cañas, Carrillo, Hojancha, La Cruz, Liberia, Nandayure, Nicoya, Santa Cruz y Tilarán, todos ellos pertenecientes a la provincia de Guanacaste. Esta zona limita al este con la región Huetar Norte y la región Central, con la Región Pacífico Central al sureste y al oeste con el Océano Pacífico (Rinaldi, 2016).

La actividad económica ha experimentado cambios en los últimos años, de ser una economía meramente agropecuaria se ha tornado a una economía también turística. Entre las actividades agropecuarias se encuentran el cultivo de granos básicos, el melón, la sandía, así como la ganadería y la pesca (MIDEPLAN, 2014). Por otra parte, el sector empresarial se está convirtiendo en otra actividad económica para la zona con la construcción y establecimiento de zonas francas (Rinaldi, 2016).

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 22 de 80

3.3 Procesos previos de preparación de imágenes y trabajo de campo

Antes de iniciar el proceso de clasificación de Cobertura Arbórea es necesario tener materiales que permitan la identificación de estas áreas por parte de las personas investigadoras. Al contar el proyecto MOCUPP con metodologías y datos ya existentes por parte de otros paisajes productivos, se decide utilizar; para esta etapa, insumos generados por el Paisaje Productivo de Pastos. Estos procesos previos incluyen: la descarga de imágenes Sentinel-2 y la creación de mosaicos, la segmentación de estas imágenes y los puntos de control y validación. La finalidad de utilizar estos materiales es el de optimizar el tiempo que conlleva desarrollar estas u otras técnicas e iniciar en la etapa de codificación de los segmentos.

A continuación, se brinda una breve descripción de los procesos previos generados por el Paisaje Productivo de Pastos que se utilizaron en la creación de la capa vectorial de Cobertura Arbórea.

3.3.1 Puntos de control y validación

Los puntos que se utilizan en el proceso de control y validación son datos generados previamente por el Paisaje Productivo de Pastos, los cuales; fueron tomados en distintas giras a nivel nacional para obtener información sobre los diferentes usos y coberturas existentes en el territorio.

En el *Informe del Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea para el año 2018 dentro del MOCUPP*, Aguilar et al (2020) explican la metodología que se utilizó para el levantamiento de esta información. Primeramente; se definió la cantidad de puntos necesaria para cada área de estudio y con base a esto, se planificaron las rutas en donde se genera el levantamiento de los datos. En campo, se siguen las rutas establecidas y se inicia la toma de puntos centrales con GPS a una distancia de dos kilómetros entre ellos, en un formulario se anotó la cobertura a la que corresponde el punto y los otros usos observados a 50, 100 y 150 metros de distancia, tanto al lado derecho e izquierdo de la vía desde el punto central. Además; según la dirección

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 23 de 80

de la cobertura que se observó en campo se obtuvo el azimut con una brújula, lo que permitió re proyectar los puntos en oficina desde el punto central y también se tomaron las fotografías correspondientes a cada cobertura que respaldan la información observada en el campo por la persona investigadora (p.21-24).

Estos datos, fueron utilizados en el proceso de creación de la capa de Cobertura Arbórea con la finalidad de facilitar y respaldar, con datos reales del terreno, la interpretación de las imágenes Sentinel 2 al momento de su clasificación, y para el proceso de validar el trabajo generado por los fotointérpretes.

3.3.2 Tratamiento de imágenes satelitales

Para realizar la clasificación de las áreas de Cobertura Arbórea es necesario contar con imágenes que permitan identificar las superficies de interés para el año 2018, en este caso, el proyecto utiliza las imágenes de Sentinel-2.

Previamente, el Paisaje Productivo de Pastos, ya había trabajado en la descarga de las mejores imágenes de cada mes del sensor Sentinel-2 para el año 2018, y con el software SNAP se realizó la combinación de bandas para utilizar la imagen en color natural o falso color según lo requiera la persona investigadora, también, se generaron mosaicos con las imágenes que poseían menor porcentaje de nubes para el área de estudio (Aguilar et al, 2020, p.25).

Con el fin de aprovechar los recursos ya existentes y seguir líneas metodológicas similares dentro del proyecto MOCUPP, Cobertura Arbórea utiliza estos insumos para la creación de la capa vectorial. Los mosaicos son utilizados para el proceso de clasificación y las imágenes adicionales para cuando exista duda sobre alguna cobertura o en el mosaico haya bancos de nubes que no permitan la visualización para la codificación del uso respectivo.



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 24 de 80

3.3.3 Segmentación de imágenes

La segmentación de las imágenes satelitales fue generada a nivel país por parte del Paisaje Productivo de Pastos con la herramienta Bekerly Image Seg Wizard. Aguilar et al (2020), exponen que se realizaron diversas pruebas en el plan piloto para valorar cuáles eran los mejores parámetros a utilizar, con base a ellas se determinó que los parámetros serían; umbral 100, forma 0,6 y compacidad 0,2 (p.26-27).

En el caso de la creación de la capa vectorial de Cobertura Arbórea, no es necesario utilizar la totalidad de la segmentación, sino que se debe realizar un corte al insumo existente que contemple únicamente el área que se desea analizar.

3.4. Recorte de segmentación para las áreas de interés

El área de análisis establecido para la capa de Cobertura Arbórea comprende un radio a dos kilómetros de distancia de los paisajes productivos que monitorea el proyecto MOCUPP. Esto con el objetivo de analizar si existen o no cambios en la Cobertura Arbórea en una mayor área de influencia, y no solamente en las áreas adyacentes o inherentes a los paisajes de piña, palma y pastos. El área de estudio se define en 2 kilómetros debido a que según NASA-DEVELOP (2020), la aparición de nuevas zonas de cultivos en una ubicación es proporcional a la cercanía a zonas previamente cultivadas siendo el radio de estudio de dicha investigación correspondiente a estos 2 kilómetros.

Para obtener el archivo vectorial en el que se trabajan las áreas de interés es necesario aplicar un *buffer* a dos kilómetros a las capas generadas por los paisajes productivos monitoreados por el proyecto MOCUPP para cada área de conservación (Figura 2), cuando este ya está definido se genera un recorte de las segmentaciones elaboradas por el Paisaje Productivo de Pastos, de manera que queden los *shapes* que permitan analizar el área de influencia determinada para el año 2018 (Figura 3).

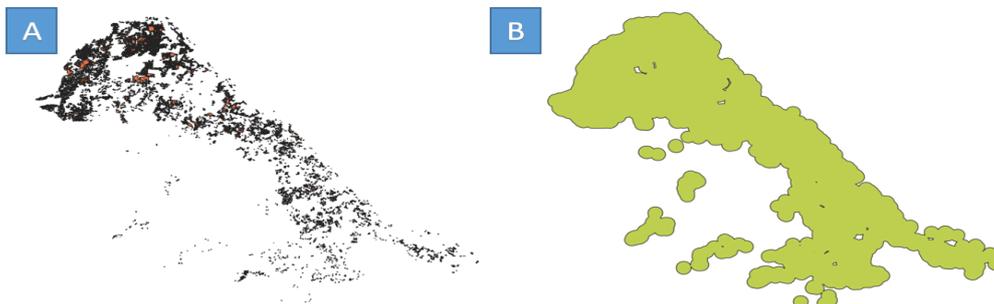


Figura 2. Área de influencia del Área de conservación La Amistad- Caribe según los paisajes productivos de MOCUPP. A: Pastos, piña y palma; B: Buffer de los paisajes productivos para determinar el área de cobertura arbórea.



Figura 3. Ejemplo de los segmentos a clasificar en el Área de conservación La Amistad- Caribe según el buffer de 2 km de los paisajes productivos de MOCUPP.

3.5. Clasificación y codificación de segmentos

En la etapa de clasificación y codificación de segmentos se cargan los archivos vectoriales y el mosaico correspondiente en el programa QGIS. Conforme a la fotointerpretación de las personas investigadoras en la imagen Sentinel-2 se coloca en la tabla de atributos de la capa de segmentación el código con el que

se clasifica el polígono en cuestión, se utilizó el código CA100 para las áreas de Cobertura Arbórea y el código OS200 para las áreas que corresponden a otros usos distintos. En el caso que algún segmento sea mixto, es decir, contenga Cobertura Arbórea y otros usos al mismo tiempo, es necesario realizar el refinamiento respectivo y editar el polígono (figura 4). Es importante destacar que este proceso se realiza según lo observado a escala 1:10 000, ya que es la escala a la que se genera el levantamiento de la información en el proyecto MOCUPP.

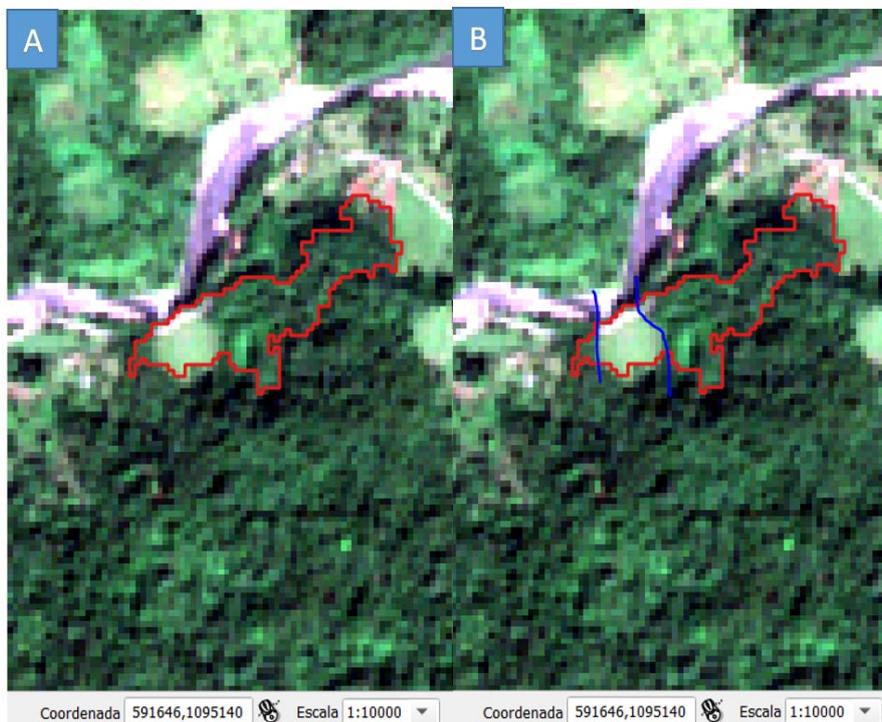


Figura 4. Segmento a clasificar por cobertura arbórea. A: Segmento de cobertura arborea y otros usos sin editar. B: Segmento editado, extrayendo la cobertura arbórea.

3.5.1 Revisión de nubes

En el proceso de clasificación se incluye una clase llamada “Nubes y sombras” las cuales, son áreas que en el mosaico Sentinel-2 se encuentran cubiertas por nubes, por tanto, carecen de información del atributo debajo de estas y se

presenta una alta probabilidad de que se exista cobertura arbórea debajo de estas nubes y sombras.

Para disminuir la cantidad de segmentos clasificados como “Nubes y sombras”, se descargaron imágenes satelitales con base a los cuadrantes que cubren el país y se descargó al menos una imagen de cada cuadrante por cada mes del año 2018. Con base en estos cuadrantes se facilitó la tarea de descarga y posterior revisión. Cada segmento clasificado se analiza con base a estas imágenes y se realiza una interpretación para lograr identificar la cobertura arbórea y realizar el cambio o edición respectiva (Figura 5).

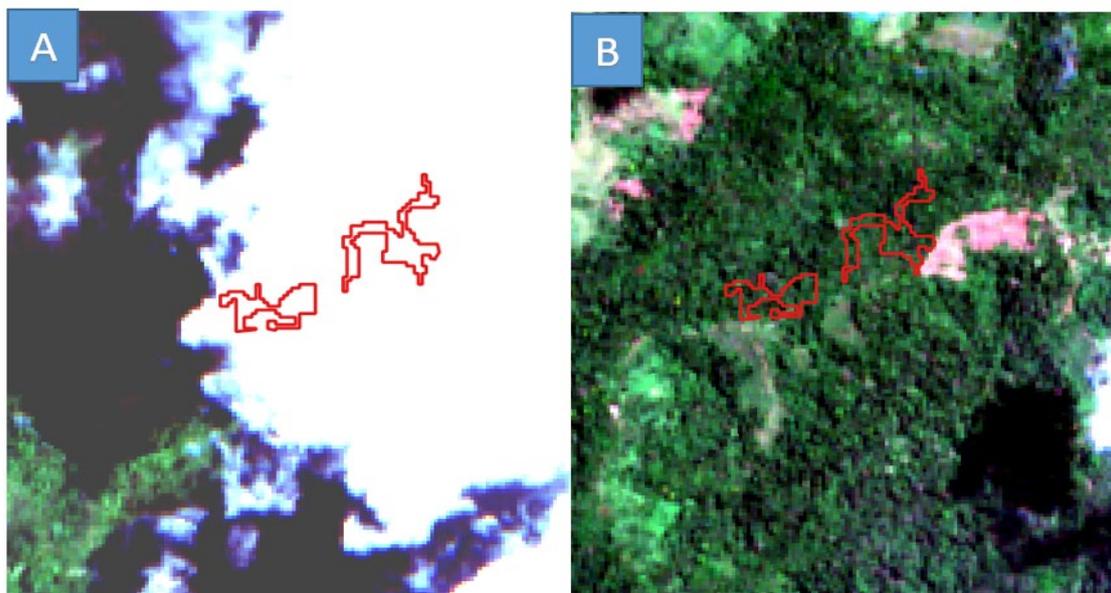


Figura 5. Imágenes Sentinel-2 del proyecto MOCUPP utilizadas para la revisión de nubes. A: mosaico original; B: imagen Sentinel-2 descargada sobre el área de alta nubosidad.

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 28 de 80

3.6. Validación de la codificación

Se realizaron 3 validaciones diferentes para lograr la capa final de cobertura arbórea con alta precisión y posteriormente ser publicada en el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT).

Para estos procesos de validación, se aplicó la fórmula para definir el tamaño de la muestra (fórmula 1), que anteriormente fue utilizada por el Paisaje Productivo de Pastos para calcular la muestra de los puntos a visitar en la fase de trabajo de campo.

La fórmula está dada por:

Fórmula 1:
$$n = \frac{z^2 pq}{L^2} * 2$$

Donde las variables a analizar son las siguientes:

n: Tamaño de la muestra

z: Nivel de probabilidad

p: Porcentaje estimado de aciertos

q: El porcentaje de errores ((1-p)*100)

L: El nivel permitido de errores

La cantidad de puntos o segmentos a validar se determinó de dos maneras:

- Mediante la cantidad de segmentos por cada clase (cobertura arbórea y otros usos)
- Por cantidad de área de cada clase (cobertura arbórea y otros usos)

Finalmente se escogió la opción que determinara mayor cantidad de puntos o segmentos a validar (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Tamaño de muestra por cantidad de segmentos por clase.

Clase	Área (ha)	Porcentaje de la clase	Tamaño de la muestra	Tamaño muestra ajustado
CA	12425	27.15%	76	76
Otros usos	33336	72.85%	76	76
Total	45761	100.00%	152	152

Cuadro 2. Tamaño de muestra por área por clase.

Clase	Área (ha)	Porcentaje de la clase	Tamaño de la muestra	Tamaño muestra ajustado
CA	20769.98	30.35%	81	81
Otros usos	47656.34	69.65%	81	81
Total	68426.32	100.00%	162	162

Cada punto o segmento se revisa con ayuda de la imagen Sentinel- 2 y otros insumos como Google Earth, las ortofotos 2014-2017 para Costa Rica del IGN y otras imágenes de alta resolución. Se modifica la tabla de atributos con el uso determinado por el validador, una vez se termina este proceso, se exporta el archivo dbf que puede ser utilizado en Excel para construir la matriz de error y determinar la exactitud.

La matriz de error (Cuadro 3) se calcula a partir de la metodología de (Chuvieco, 2010). Con la información de esta matriz es posible calcular la exactitud global (fórmula 2), exactitud del productor, del usuario, y el estadístico kappa.

Cuadro 3. Ejemplo de matriz de confusión generada para los diferentes procesos de validación.

Clasificado/Validado	Cobertura arbórea	Otros usos	Total
Cobertura arbórea	91	5	96
Otros usos	7	89	96
Total	98	94	192

La exactitud está dada por:

Fórmula 2:

$$E = \frac{a + d}{a + b + c + d} \times 100$$

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 30 de 80

Donde:

E: es la exactitud

a: es el número de predicciones correctas de la clase 1.

b: son el número de predicciones incorrectas de la clase 2.

c: son el número de predicciones incorrectas de la clase 1.

d: son el número de predicciones correctas de la clase 2.

Tomando la matriz del cuadro 3, la exactitud se calcula de la siguiente forma:

$$Exactitud = \frac{91 + 89}{192} \times 100 = 93,75\%$$

La exactitud del productor se calcula dividiendo los puntos clasificados correctamente por cada clase respecto al total de puntos por columna para cada clase (Ejemplo 2) y la exactitud del usuario se calcula dividiendo el número total de puntos clasificados correctamente por clase entre el total de puntos por fila de cada clase (Ejemplo 3).

Ejemplo 2: exactitud del productor:

$$E \text{ clase 1} = \frac{91}{98} \times 100 = 92,85\%$$

$$E \text{ clase 2} = \frac{89}{94} \times 100 = 94,68\%$$

Ejemplo 3: exactitud del usuario:

$$E \text{ clase 1} = \frac{91}{96} \times 100 = 94,79\%$$

$$E \text{ clase 2} = \frac{89}{96} \times 100 = 92,71\%$$

Posteriormente, se calcula el estadístico Kappa (fórmula 3), el mismo permite conocer la concordancia inter-observador con valores entre -1 y +1, entre más

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 31 de 80

cercano a +1 mayor será el nivel de concordancia entre lo clasificado y la realidad del terreno.

La fórmula está dada por:

Fórmula 3:

$$K_{hat} = \frac{N \times \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{i+} \times X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (X_{i+} \times X_{+i})}$$

Donde:

K: Estadístico Kappa

N: Número total de puntos de control usados en la validación.

r: Número de filas en la matriz.

X_{ii}: Suma de observaciones en la fila i y columna i, es decir los valores en la diagonal mayor.

X_{i+}: Total de observaciones en la fila i, es decir a la derecha de la matriz.

X_{+i}: Total de observaciones en la columna i, es decir debajo de la matriz.

3.6.1 Validación 1 (puntos)

A partir de los puntos recolectados en campo, se destinó el 50% de cada clase a validación y en los casos donde no se cumplía con el tamaño de muestra, se procedió a aplicar un “Random sample” para generar puntos aleatorios hasta cumplir con el tamaño de muestra, la muestra se definió con un 10% de error y un 95% de confiabilidad (fórmula 1). En total para todas las áreas se validaron 4360 puntos.

Se realizaron dos matrices de confusión, en el primer caso se consideró como cierto la coincidencia del punto de validación con el valor de clasificación asignado al área o segmento donde este se localiza, mientras que en el segundo caso se realizó este mismo análisis, pero aplicando un castigo en donde se toma

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 32 de 80

en cuenta estrictamente la clasificación donde se ubica el punto de validación, sin importar el contexto o si el punto cae sobre bordes de segmentos que por escala no se pueden refinar para asignarles el valor que corresponde.

Al utilizar la metodología de la matriz de confusión, para la validación 1 se utilizaron 2 clases: 1) cobertura arbórea, 2) otros usos. En el caso de esta validación, cuando la exactitud global es igual o mayor a 90%, la capa es aprobada y se procede a revisar y corregir únicamente los puntos en donde se encontró discordancia entre el clasificador y el validador. En el caso de que la exactitud obtenida sea menor al 90% se deben revisar todas las clases y corregir los errores encontrados.

3.6.2 Validación 2 (segmentos)

Para la validación 2 de igual manera se contemplaron 2 clases: cobertura arbórea y otros usos. En este caso se realizó una selección aleatoria de los segmentos para cada clase según el tamaño de muestra de la fórmula 1, por lo que de igual forma se estableció un error permitido del 10% con un nivel de probabilidad del 95%. Al igual que en la validación 1, se validaron 4360 segmentos.

La validación se realizó utilizando las imágenes sentinel 2 principalmente y como complemento se consultaron insumos adicionales como Google Earth, Bing maps, Esri Satellite y Planet.

Se realizaron dos matrices de confusión, en el primer caso si el segmento estaba correctamente clasificado era suficiente para tomarlo como verdadero, pero en la segunda matriz se castigó los segmentos que, aunque estuvieran correctamente clasificados no se refinaron, por lo que existía una mezcla de clases dentro de ese segmento.

De igual forma esta validación, es aprobada cuando la exactitud global es igual o mayor a 90%, se revisan y corrigen únicamente los segmentos en donde no haya existido concordancia según la matriz de confusión. Cuando la exactitud es

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 33 de 80

menor a 90%, además de revisar los segmentos de discordancia, también se realiza una revisión general de la capa que permita identificar y corregir errores.

3.6.3 Validación 3 (total)

Para el proceso de validación 3 se consideraron dos clases: cobertura arbórea y otros usos, y se estableció un error permitido de 5% con un nivel de probabilidad del 95%. A partir de esto para calcular la cantidad de puntos necesarios se utilizó la fórmula de tamaño de la muestra (fórmula 1). En este caso se validaron 760 puntos alrededor de todo el área de estudio.

En este caso la capa es aprobada con un 90% de exactitud, si el porcentaje es menor, se revisan los puntos que no concuerdan con CA para determinar el uso real y se corrigen si es necesario. En caso de que la exactitud sea menor o igual 80% se revisa toda la capa por completo.



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 34 de 80

IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL PAISAJE DE COBERTURA ARBOREA PRESENTE EN UN RADIO DE 2KM ALREDEDOR DE LOS PAISAJES PRODUCTIVOS DEL MOCUPP PARA EL AÑO 2018

De acuerdo con el estudio realizado, el área de influencia de los 2 km de los cultivos de MOCUPP, pastos, piña y palma, equivale a 4.406.637,162 ha, esta área de estudio representa un 86,11% del área total del país. De esta área de estudio 2.227.962,24 ha corresponden a cobertura arbórea, es decir un 50,59%. Para este estudio cobertura arbórea corresponde a: bosque en todas sus sucesiones, manglar, páramo y plantación forestal, además, yolillales y bambusales, con una superficie mínima de 0,5 ha (UMC), también se consideraron las cercas vivas principalmente cuando estas conectaban con otras áreas de cobertura arbórea. Toda esta identificación del uso se realizó mediante el uso de imágenes Sentinel- 2 a una escala de 1:10.000 (Figura 6).

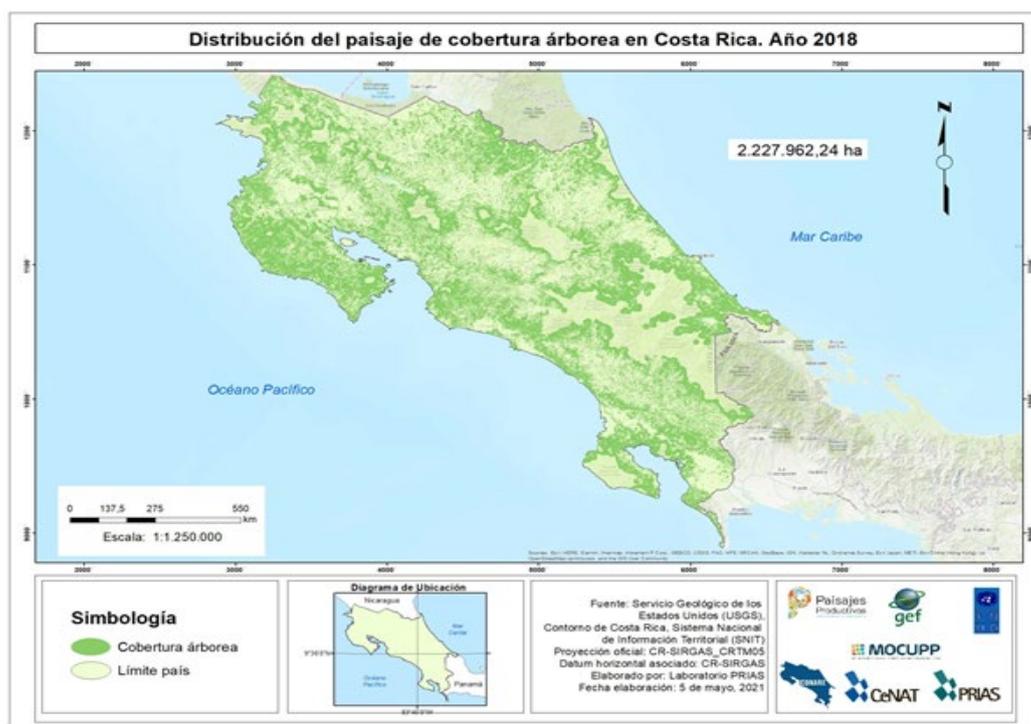


Figura 6. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en Costa Rica. Año 2018. Fuente: Laboratorio PRIAS.

4.1 Análisis de resultados por Cantón

Mediante este estudio se determinó que existe cobertura arbórea (CA) en los 82 cantones que se encuentra dividido el país, según la división territorial administrativa ley número 4366 (Figura 7).

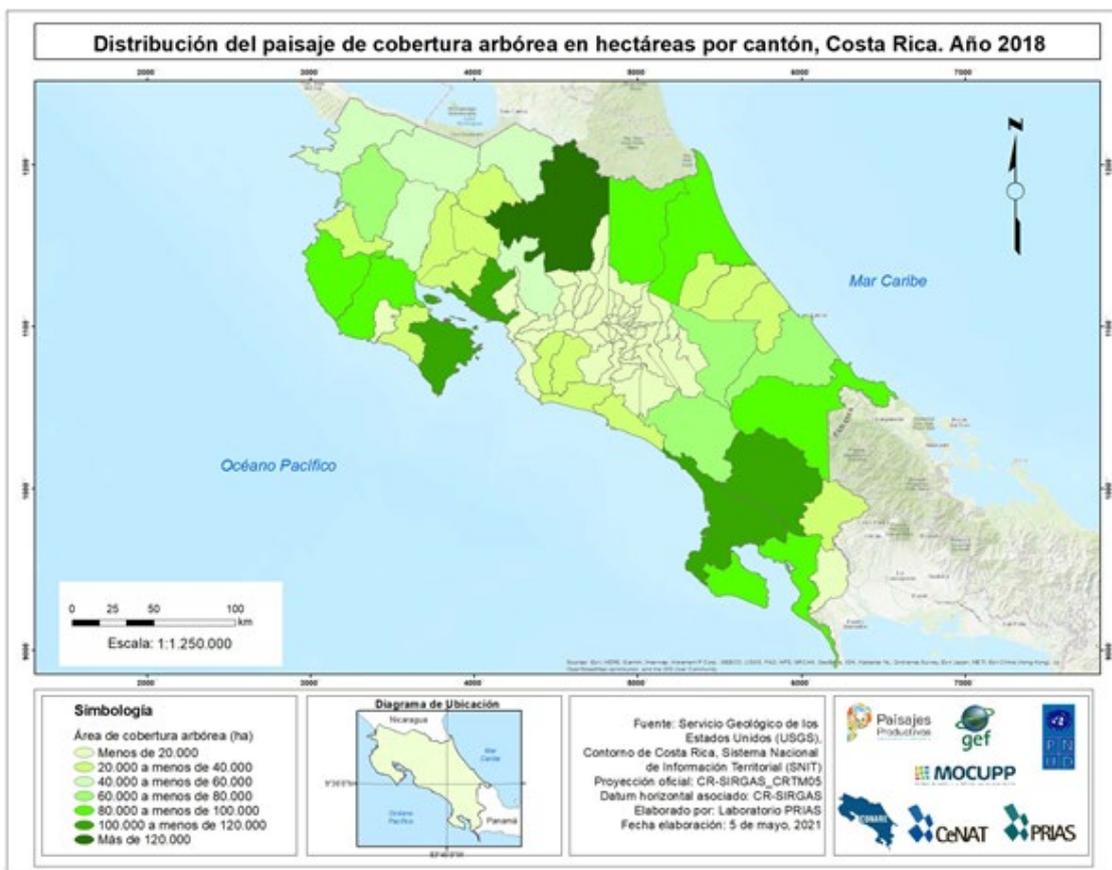


Figura 7. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en hectáreas por cantón, Costa Rica. Año 2018. Fuente: Laboratorio PRIAS.

Los cantones que más hectáreas (ha) de CA presentan son San Carlos que además es el cantón más grande del país, posee 148.578,61 ha, seguido del cantón de Puntarenas con 108.722,45 ha, el cantón de Buenos Aires con 107.269,77 ha, el cantón de Osa con 101.790,99 ha y Sarapiquí con 92.536,18 ha (Figura 8). Estos 5 cantones representan el 25,09% del total de CA del área total estudiada del país. Por otra parte, los cantones con menor cantidad de área de CA son el cantón de Flores con 30,84 ha, seguido de Tibás con 64,81 ha, San

Pablo con 88,26 ha, Belén con 112,55 ha y Curridabat 199,36 ha. Estos valores se deben principalmente a que son cantones con una extensión pequeña de 1000 ha en promedio, en comparación por ejemplo con el cantón de San Carlos de 330.000 ha aproximadamente.

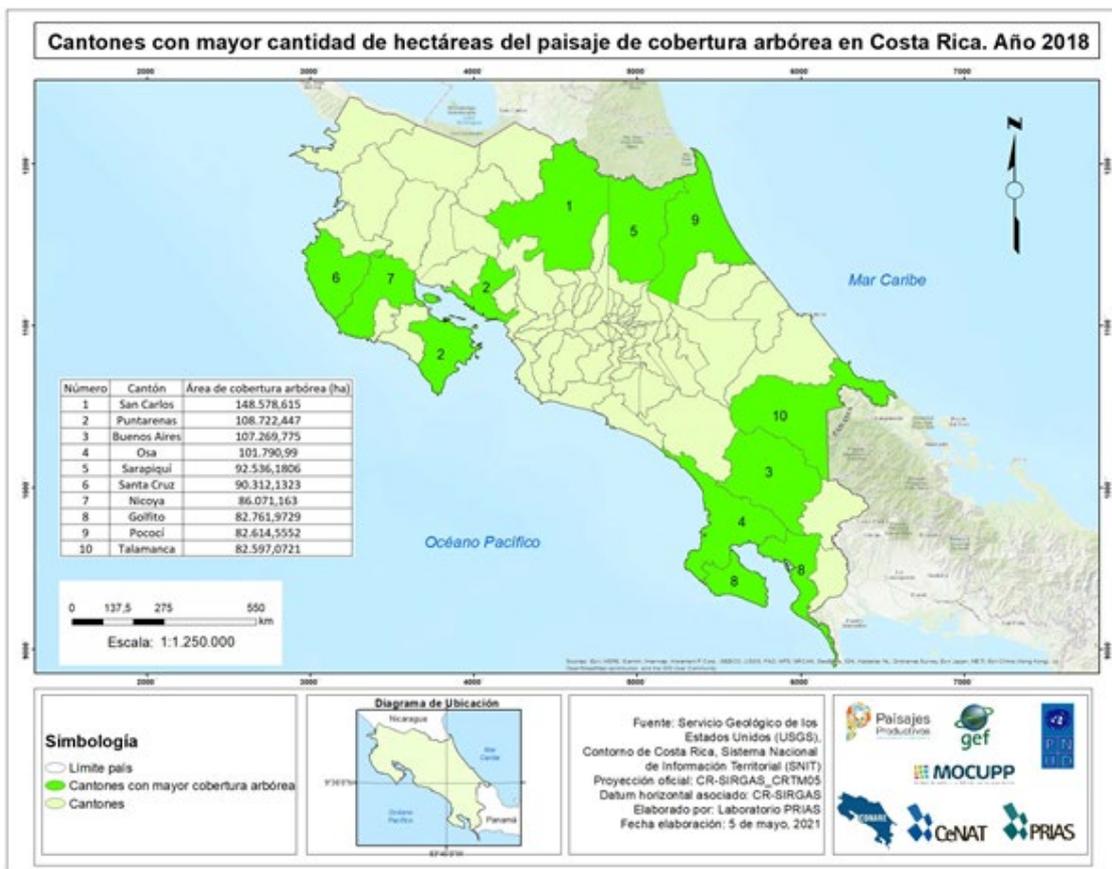


Figura 8. Cantones con mayor cantidad de hectáreas del paisaje de cobertura arbórea en Costa Rica. Año 2018. Fuente: Laboratorio PRIAS.

Respecto a la proporción del área de estudio los 5 cantones que están ocupados mayormente por cobertura arbórea son: Talamanca con un 79,15%, Limón con un 73,41%, Hojancha con un 71,20%, Santa Cruz con un 69,61% y Nandayure con un 69,39% (Figura 9).

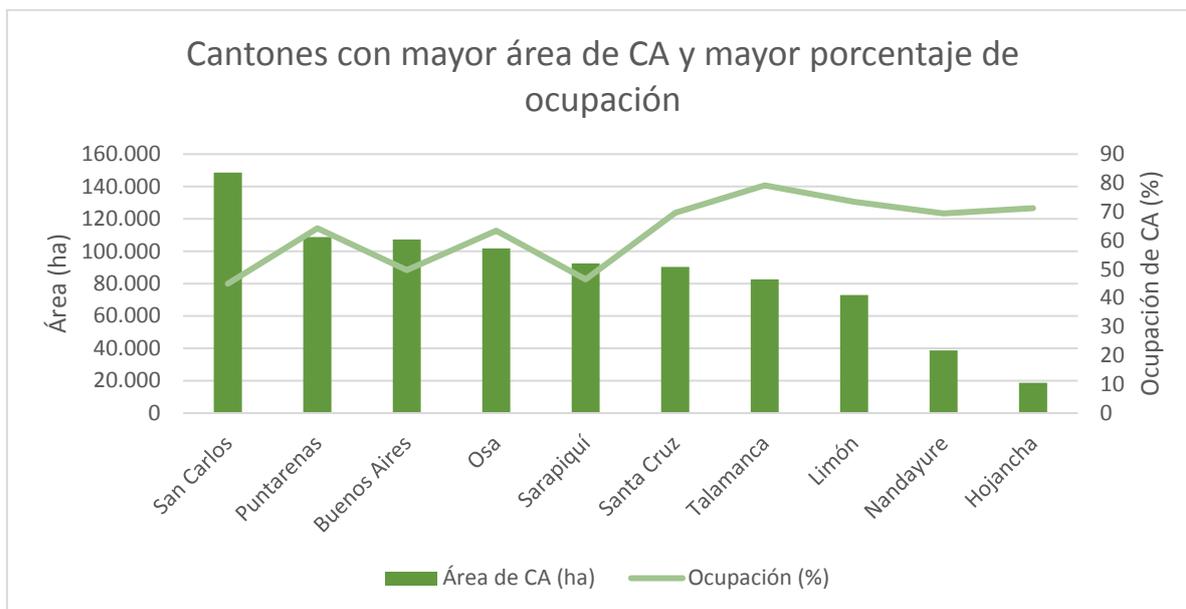


Figura 9. Representación de los cantones con mayor cantidad de hectáreas de CA y de los cantones con mayor porcentaje de ocupación por CA.

Cuando se compara la cantidad en hectáreas de CA y la proporción de ocupación de CA de los cantones (Figura 9) se observa que San Carlos posee la mayor cantidad de hectáreas de CA y presenta un 44,96% de su territorio ocupado por CA, Puntarenas segundo cantón con más CA (108.722,44) posee más de la mitad de su territorio bajo esta cobertura con un 64,30% de ocupación; seguido por Osa con un porcentaje similar del 63,37% y 101.790,99 ha de CA. Otros cantones poseen menor cantidad de hectáreas de CA, pero presentan valor de ocupación más alto, tal es el caso de Talamanca con un 79,14%, Limón con un 73,41%, Hojancha con un 71,20%, Santa Cruz con 69,67% y Nandayure con un 69,39%.

Las razones de los porcentajes de ocupación se deben a varios factores como lo son el tamaño de los cantones, la topografía, el tipo de expansión urbana, programas e incentivos que protegen la deforestación y también la cantidad de áreas protegidas como parques nacionales que se encuentran dentro de cada cantón.

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 38 de 80

4.2 Análisis de Resultados por Región

En esta sección se analizan los resultados de CA obtenidos dentro del área de estudio (2 km a partir de los paisajes productivos de MOCUPP: piña, palma y pastos), por cantón asociada a la región correspondiente de acuerdo a la división territorial del MIDEPLAN.

La Región Chorotega representa la mayor cantidad de hectáreas de CA según el área de estudio para un total de 528.652,73 ha, lo cual representa un 23,74% del total de CA determinada en este estudio y un 55, 87% del área de estudio (Cuadro 4). A pesar de que el área de estudio no contempla toda la región Chorotega, sino únicamente aquella área en un radio de 2 km de los PP, lo encontrado concuerda con lo determinado en un estudio de la UCR, donde las categorías forestales presentan más del 50% del total de área, esto porque son zonas asociadas a la cordillera de Guanacaste, así como zonas de Nicoya y Hojanca (2011).

En segundo lugar, la Región Brunca con un total de 427.217,52 ha, esto equivale a un 19,17% del total de CA, en este caso representa 44,79% del total de la región y un 51,69% del área de estudio (Cuadro 4). De acuerdo con MIDEPLAN, (2014), esta región presenta dos usos de las tierras predominantes, siendo la cobertura boscosa la primera con un 55,4% y la segunda con 32,4% corresponde a áreas dedicadas a pastos. Por otra parte, la Región Huetar Norte representa el tercer lugar con 372.554,45 ha, el cuarto lugar la Región Central 355.675,08, el quinto lugar la Región Huetar Caribe con 327.550,08 y por último la Región Pacifico Central con 216.311,72 ha (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados obtenidos de Cobertura arbórea por región según la división territorial administrativa de MIDEPLAN para el año 2018.

Región	Superficie total (ha)	Proporción de área de CA en el área de estudio	Proporción de área de CA en el área total de la región
Chorotega	528.652,73	55,78	51,85
Brunca	427.217,52	51,69	44,79
Huetar Norte	372.554,45	41,39	39,51
Central	355.675,74	47,39	39,97
Huetar Caribe	327.550,08	54,13	35,69
Pacifico Central	216.311,72	57,44	55,01
Total	2.227.962,24		

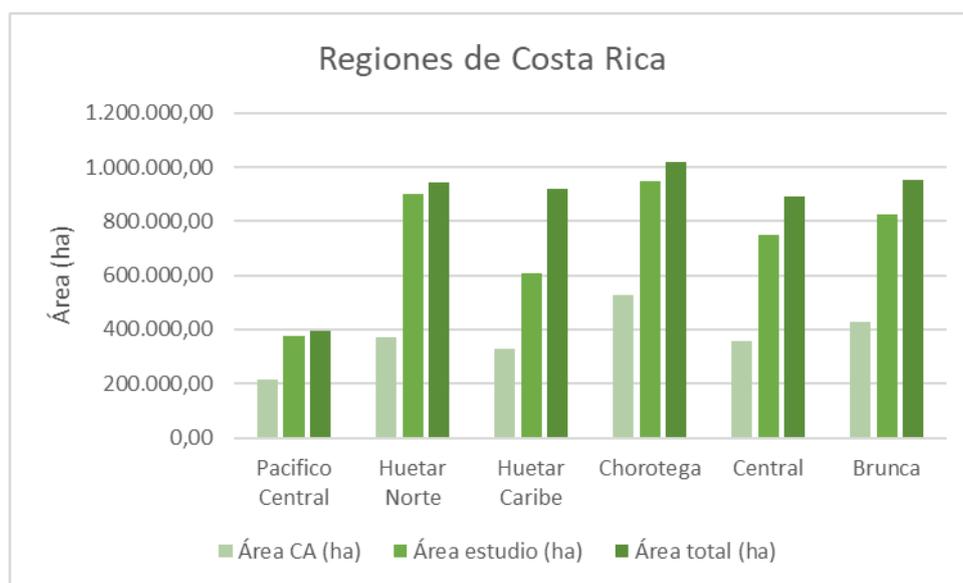


Figura 10. Área total, área de estudio y área de cobertura arbórea por región según la división territorial administrativa de MIDEPLAN para el año 2018.

4.3 Análisis de Resultados por Región (agrupación de cantones)

4.3.1 Región Chorotega

La región Chorotega cuenta con 11 cantones, todos ellos correspondientes a la provincia de Guanacaste, es una zona con gran cantidad de CA. El cantón con mayor cantidad de hectáreas de CA corresponde a Santa Cruz con 90.312,13 ha, seguido de Nicoya con 86.071,16 ha y Liberia con 64.598,11 ha, caso contrario sucede con el cantón de Hojancha que tiene la menor cantidad de hectáreas con 18.699,47 (Figura 11). Según (Meza, et al, 2019), esta región cuenta con un 24,3% de las plantaciones forestales determinadas por el CENAGRO 2014 y el cantón de Nicoya es el más reforestado, seguido de La Cruz.

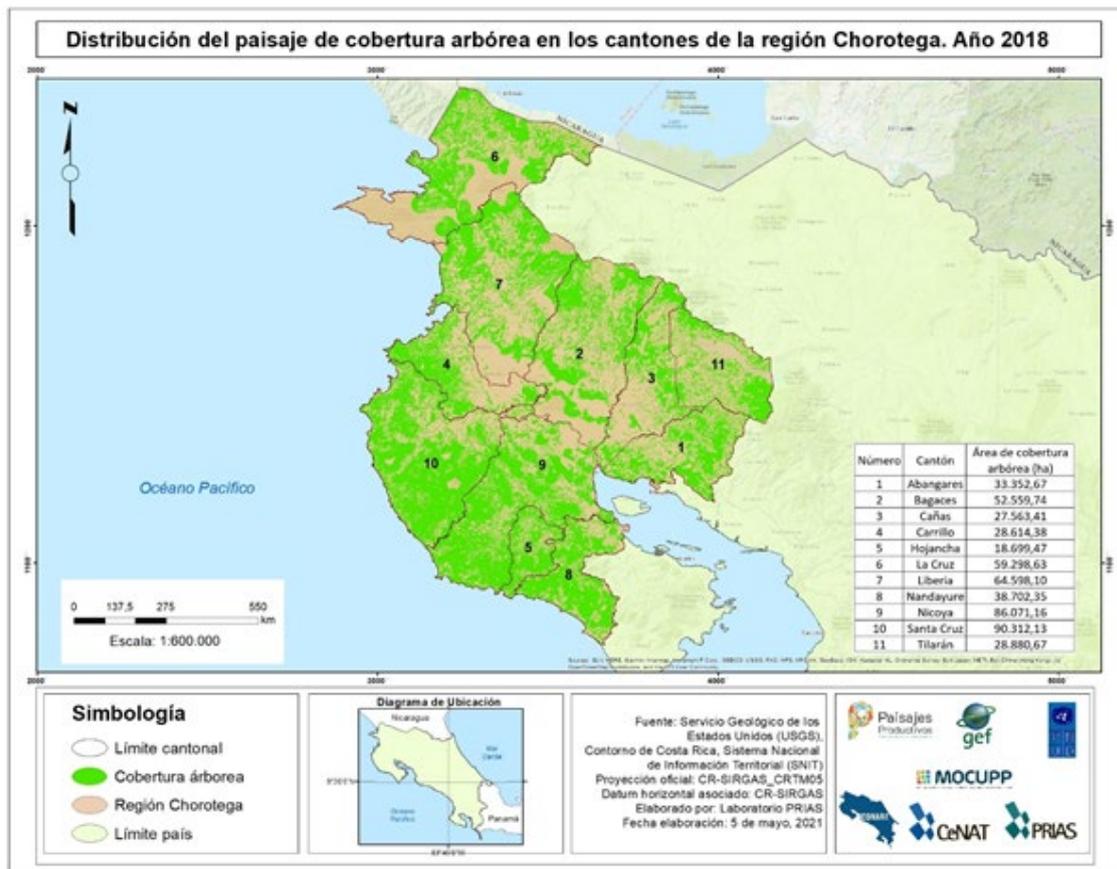


Figura 11. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en los cantones de la región Chorotega. Año 2018. Fuente: Laboratorio PRIAS.

En cuanto a proporción del área de estudio ocupada por cobertura arbórea, el cantón mayormente ocupado por este tipo de cobertura es el de Hojancha con un 71,20% seguido de Santa Cruz con un 69,61% y de Nandayure con un 69,39%. El que tiene menor porcentaje de su espacio cubierto por cobertura arbórea es Cañas con un 40,45% (Figura 12).

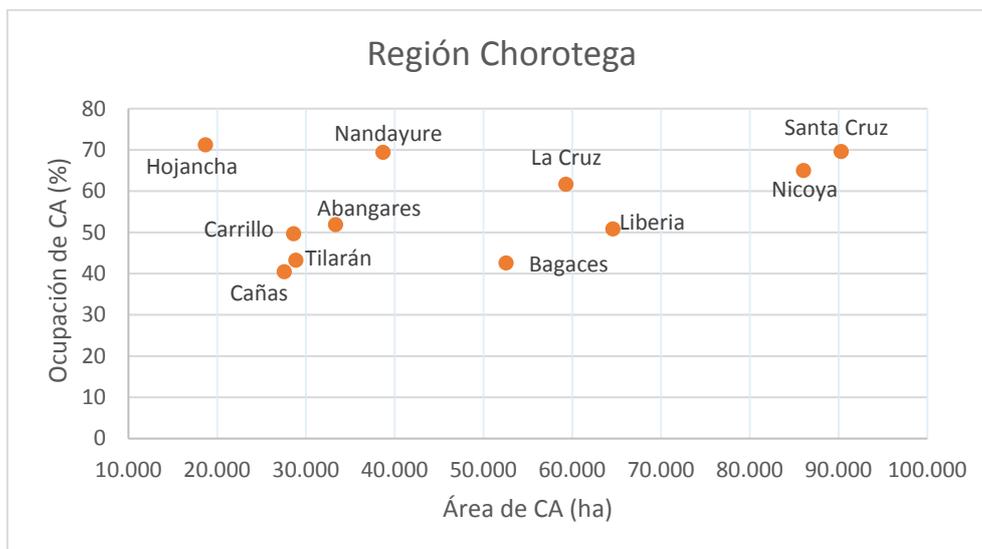


Figura 12. Relación de los cantones de la Región Chorotega según el área (ha) de CA y el porcentaje de ocupación de CA dentro del área de estudio para el año 2018.

4.3.2 Región Brunca

En la región Brunca, el cantón con mayor cantidad de hectáreas de CA es Buenos Aires con 107.269,77 ha, seguido de Osa 101.790,99 y Golfito 82.761,97 ha. El cantón con menor cantidad es Corredores con 17.247,27 (Figura 13). En la zona de Buenos Aires hay una gran área de territorios indígenas (MIDEPLAN, 2014), por lo que esto contribuye a que sea la zona con mayor cantidad de CA, Osa por otro lado, presenta diversos sectores dentro de Áreas Silvestres Protegidas por lo que también contribuye a representar gran cantidad de cobertura arbórea.

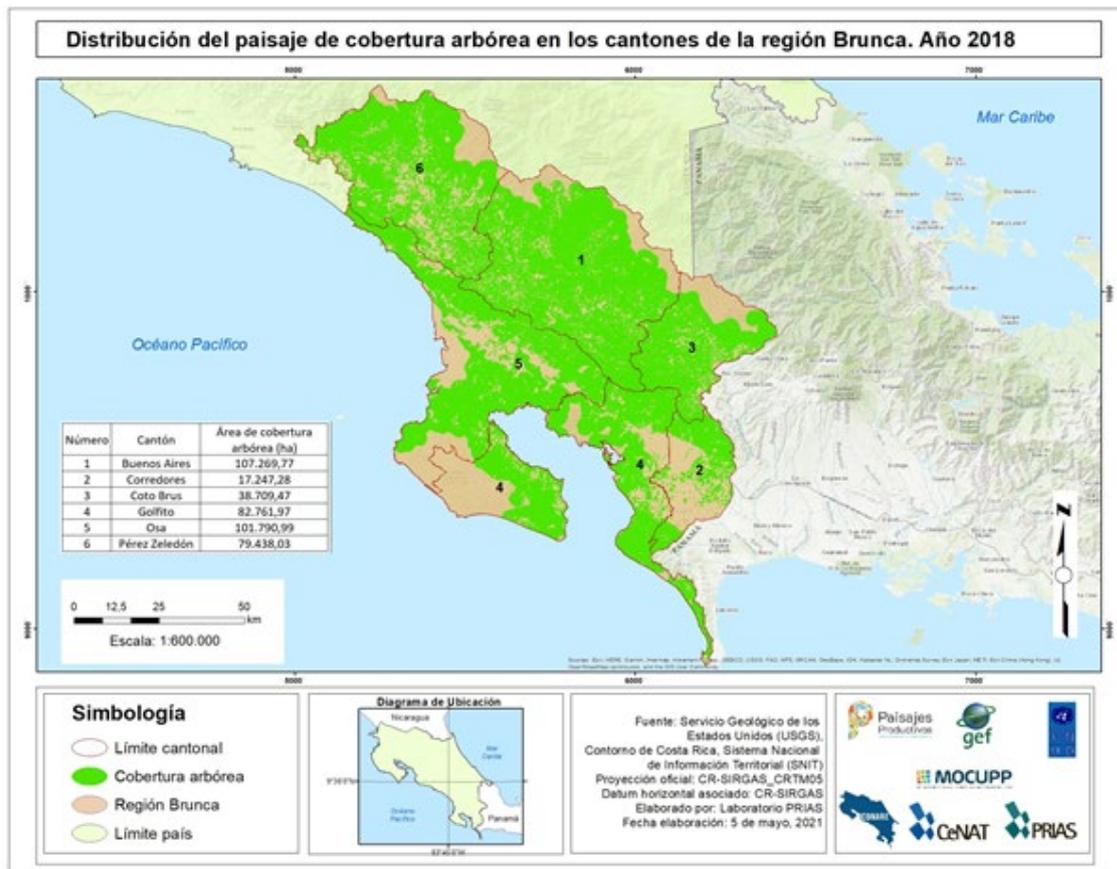


Figura 13. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en los cantones de la región Brunca. Año 2018. Fuente: Laboratorio PRIAS.

Analizando el porcentaje de ocupación de CA con respecto al área estudiada, Osa es el que presenta mayor porcentaje de CA (63,37%) seguido de Golfoito (61,31%) y Coto Brus (50,13%) (Figura 14).

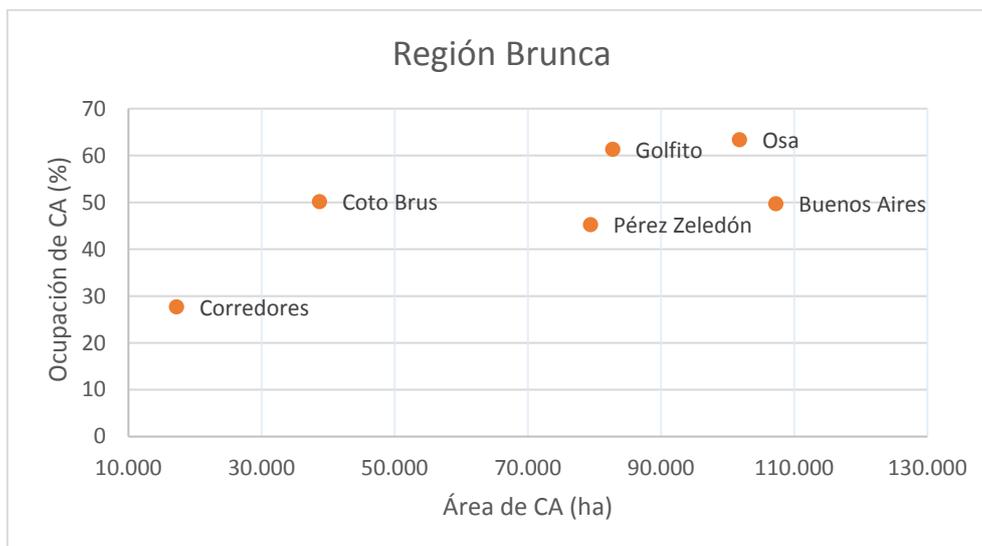


Figura 14. Relación de los cantones de la Región Brunca según el área (ha) de CA y el porcentaje de ocupación de CA dentro del área de estudio para el año 2018.

4.3.3 Región Huetar Norte

El cantón de San Carlos es el que posee la mayor cantidad de hectáreas de CA con 148.578,61. Estos datos pueden ser explicados según lo reportado por Meza et al, (2019), donde indica que este cantón es el más reforestado a nivel regional y nacional. Le sigue el cantón de Sarapiquí con 92.536,18 y Upala con 57.698,28. Por otra parte, Río Cuarto es el que presenta menor cantidad de CA con 8.351,55 ha (Figura 15). A pesar de ser una región con gran cantidad de CA dentro del área de estudio, se sabe que en los últimos años ha sufrido una intervención no controlada de los bosques para el establecimiento de pastos, cultivos anuales o construcciones (MIDEPLAN, 2014).

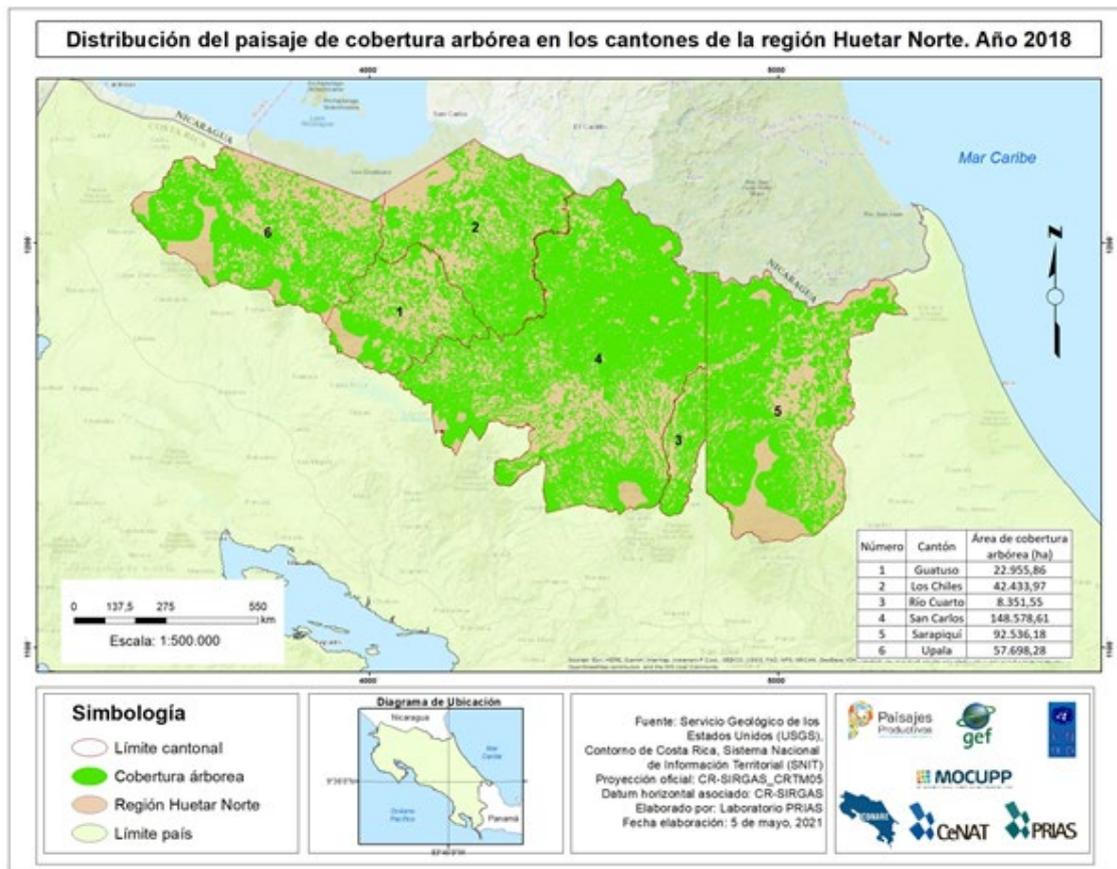


Figura 15. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en los cantones de la región Huetar Norte. Año 2018. Fuente: Laboratorio PRIAS.

Respecto al porcentaje de ocupación de CA con respecto al área de estudio, Sarapiquí es donde se encuentra más CA con 46,46% seguido de San Carlos con 44,96%. Como en el caso anterior Río Cuarto es el que presenta menor porcentaje con un 32,76% de ocupación (Figura 16).

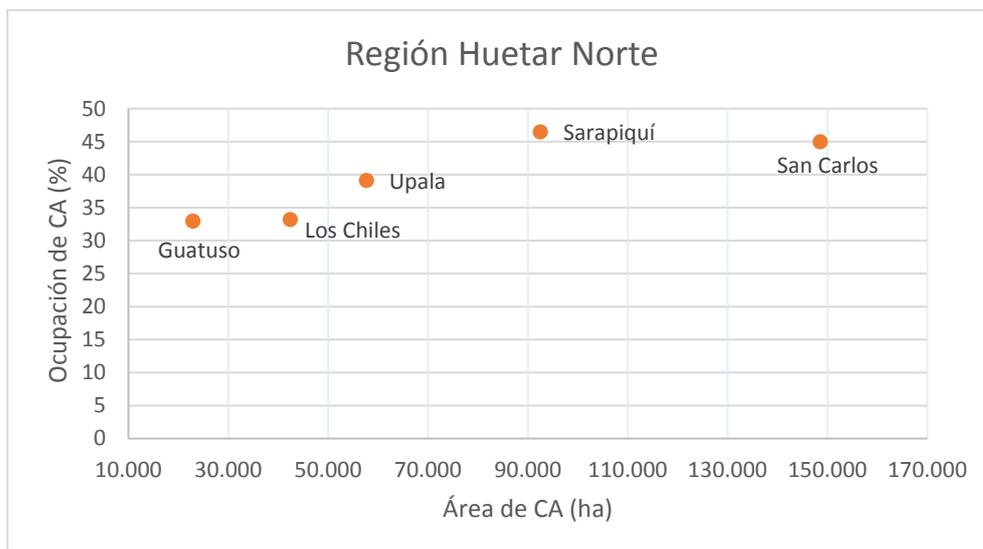


Figura 16. Relación de los cantones de la Huetar Norte según el área (ha) de CA y el porcentaje de ocupación de CA dentro del área de estudio para el año 2018.

4.3.4 Región Huetar Caribe

En el caso de la región Huetar Caribe, el cantón con mayor cantidad de hectáreas es Pococí con 82.614,55 ha, esto concuerda con lo reportado por Meza et al, a partir del CENAGRO, donde menciona que este cantón es el más reforestado de la región (2019). En segundo lugar, está el cantón de Talamanca con 82.597,07 ha y Limón con 72.948,65 ha y el cantón con menor cantidad de hectáreas es Guácimo con 22.595,02 (Figura 17).

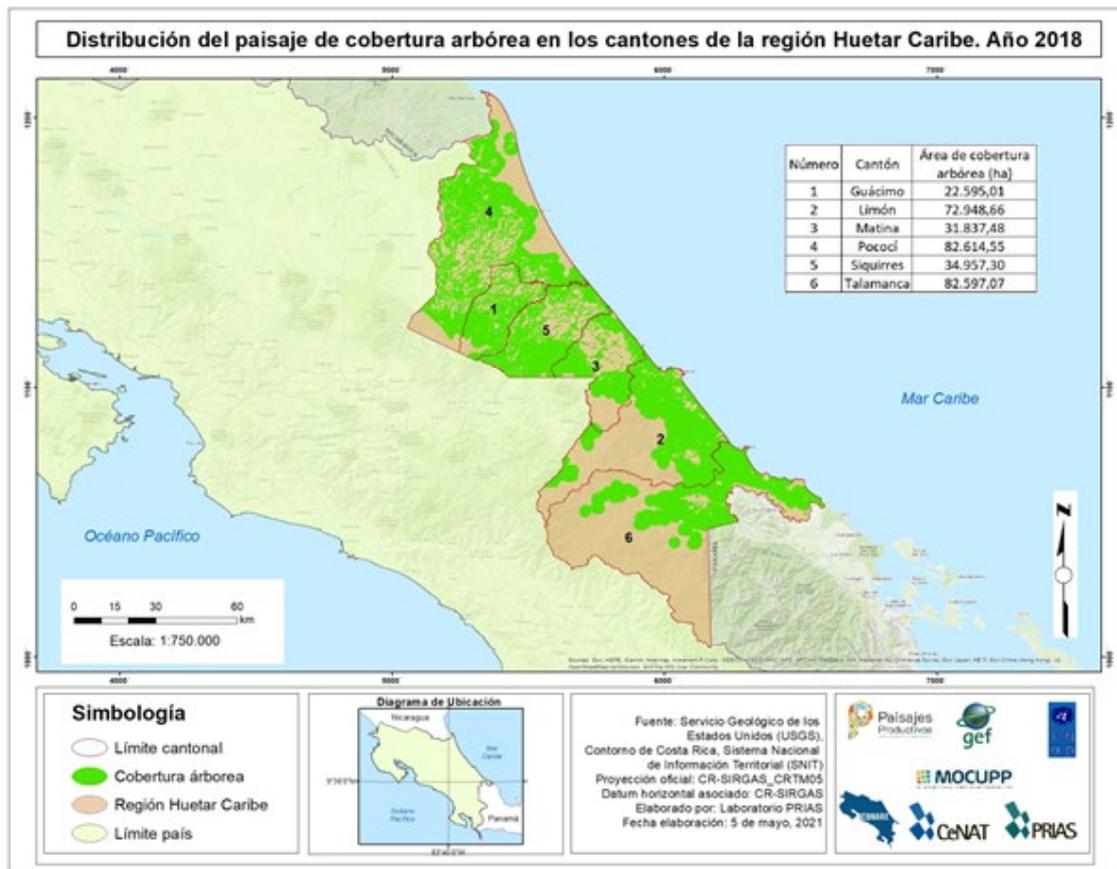


Figura 17. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en los cantones de la región Huetar Caribe. Año 2018. Fuente: Laboratorio PRIAS.

Al analizar el porcentaje de ocupación cambian un poco los datos, ya que el cantón con mayor ocupación de cobertura arbórea según el área de estudio es Talamanca (79,15%) seguido por el cantón de Limón (73,41%) y Matina (50,30%), aunque Guácimo continúa siendo el cantón con menor ocupación de CA con 39,61% (Figura 18).

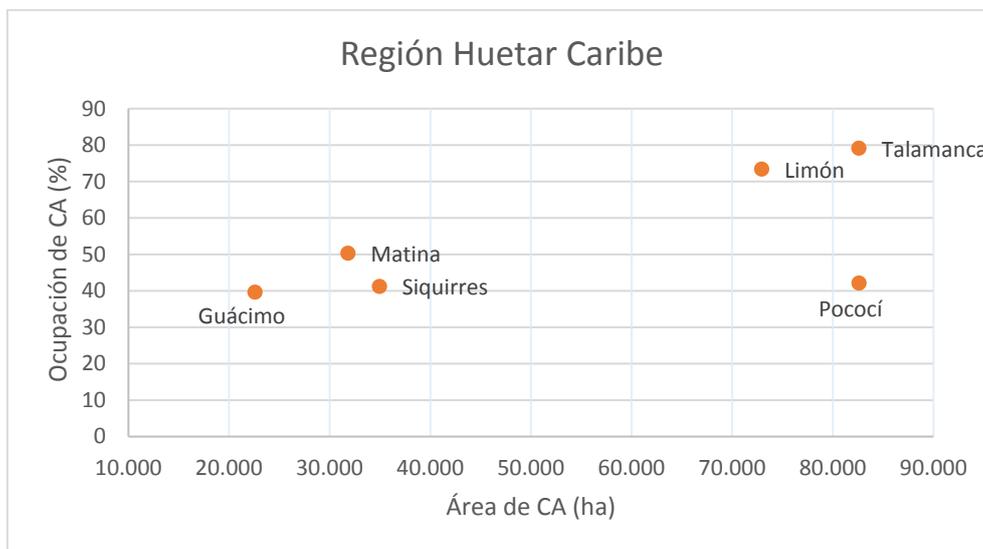


Figura 18. Relación de los cantones de la Región Huetar Caribe según el área (ha) de CA y el porcentaje de ocupación de CA dentro del área de estudio para el año 2018.

4.3.5 Región Central

En la región central el cantón con mayor cantidad de hectáreas es Turrialba con 74.523,33 ha, seguido de San Ramón (45.812,51 ha), Puriscal (31.534,45 ha), Turrubares (27.204,84 ha) y Acosta (17.564,62 ha) (Figura 19). Los cantones con menor cantidad de hectáreas son Flores con 30,84 ha, Tibás con 64,81 ha, San Pablo con 88,26 ha, Belén con 112,55 ha y Curridabat con 199,36 ha (Figura 19), estos cantones con menor cantidad de CA se encuentran en el Gran Área Metropolitana, zona habitada por la mayor parte de la población del país y que a lo largo de los años ha sufrido cambio de uso de suelo y por ende pérdida de la cobertura arbórea (Jiménez, 2013).

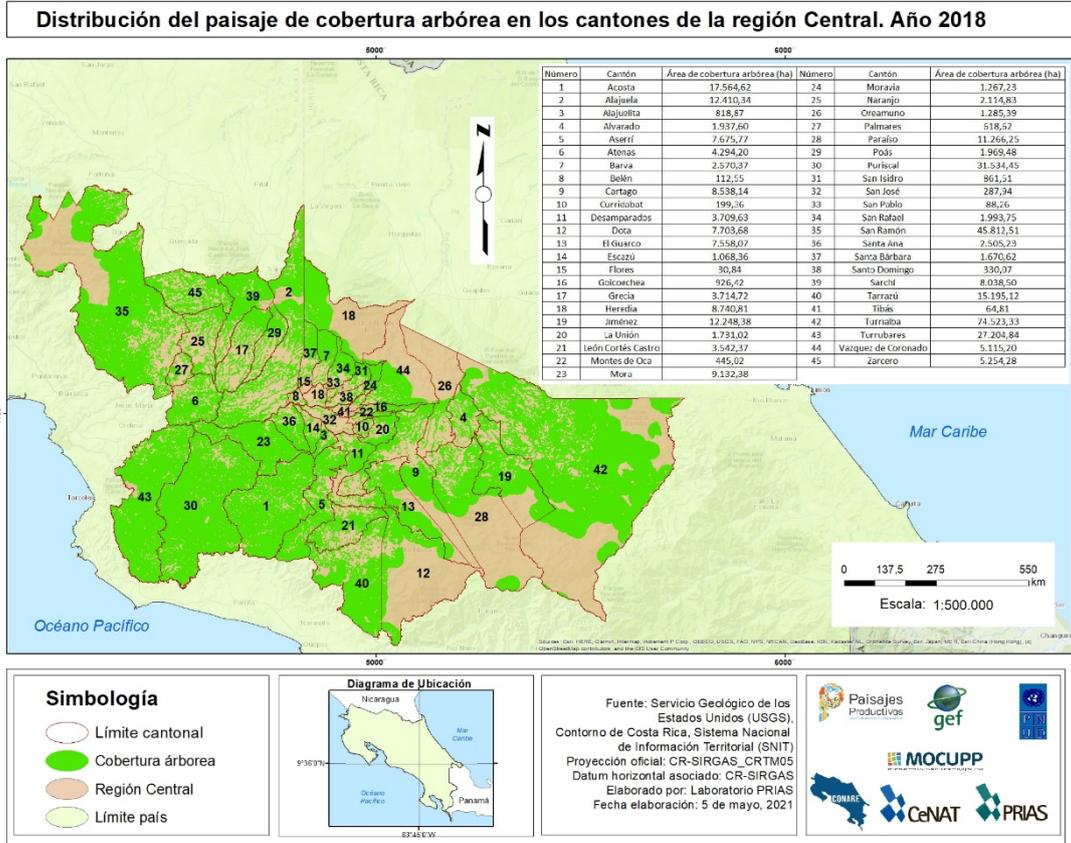


Figura 19. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en los cantones de la región Central. Año 2018. Fuente: Laboratorio PRIAS.

En cuanto a porcentaje de ocupación de CA, Turrubares presenta el mayor porcentaje con un 65,41%, seguido de Turrialba con un 64,25%, Heredia con un 62,40%, Sarchí con 61,10% y Jiménez con 60,91% (Figura 20).

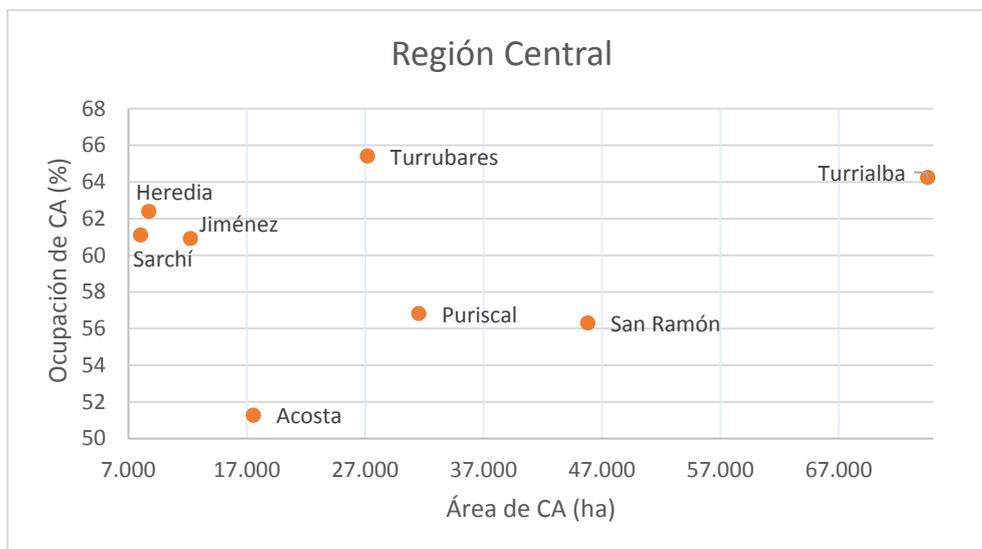


Figura 20. Relación de los cantones de la Región Central según el área (ha) de CA y el porcentaje de ocupación de CA dentro del área de estudio para el año 2018.

4.3.6 Región Pacífico Central

En este caso Puntarenas es el cantón con mayor cantidad de CA con 108.722,45 ha, seguido de Quepos y Parrita, los cuales poseen una cantidad significativamente menor, con 29.515,50 y 22.361,68 ha respectivamente. Por otra parte, los cantones con menor cantidad de CA son Orotina (5.099,48 ha), San Mateo (5.586,67 ha) y Esparza (11.634,18 ha) (Figura 21). La Región Pacífico Central ha tenido a través de los años diferentes ocupaciones en el uso del suelo como lo son pastos para ganadería y cultivos. Sin embargo, en las últimas décadas los pastos se han mantenido como la fuente más importante de recuperación forestal, con periodos extremos en los que más de ocho de cada diez hectáreas recuperadas salieron de pastos abandonados (Sierra et al., 2016). Por otro lado, parte de esta región ha sufrido por hectáreas consumidas por el fuego en el año 2013 (PEN,2013).

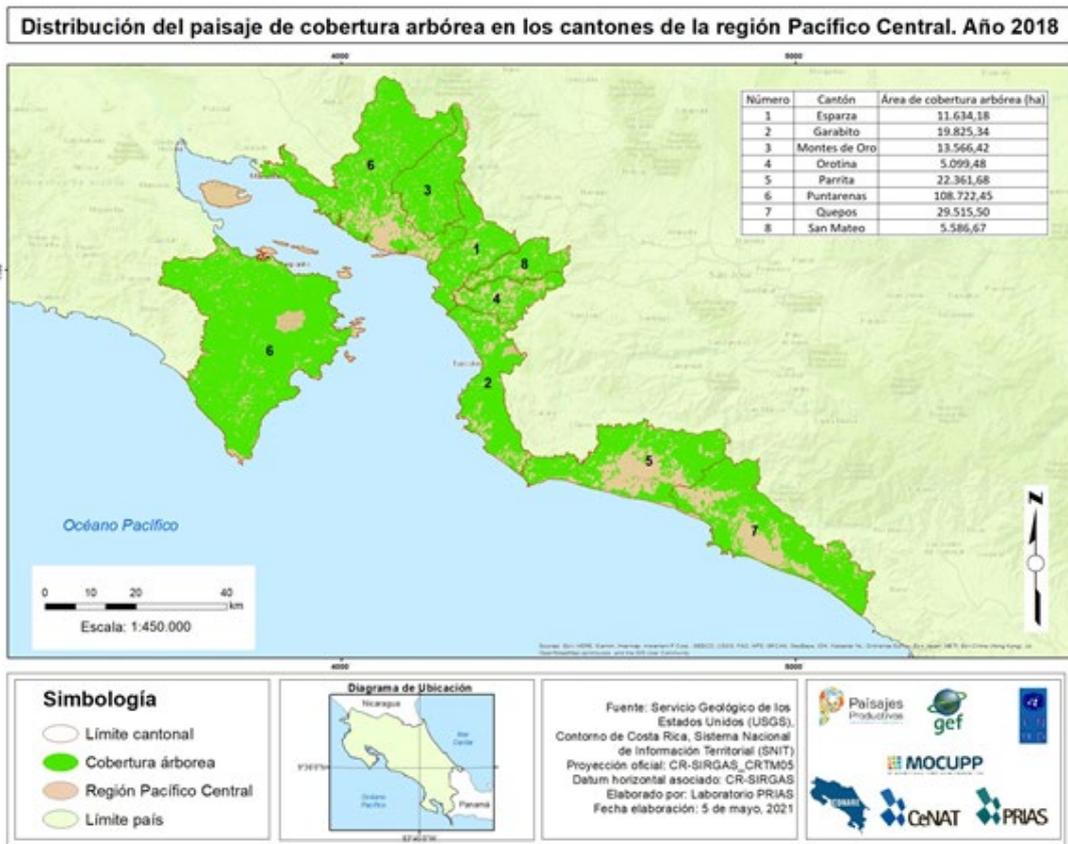


Figura 21. Distribución del paisaje de cobertura arbórea en los cantones de la región Pacífico Central. Año 2018. Fuente: Laboratorio PRIAS.

Si se analiza el porcentaje de ocupación de CA dentro del área de estudio de los cantones el resultado cambia, ya que, Garabito es el que tiene mayor porcentaje de ocupación con un 64,75%, seguido de Puntarenas y Esparza con un 64,25% y 53,61%, respectivamente (Figura 22).

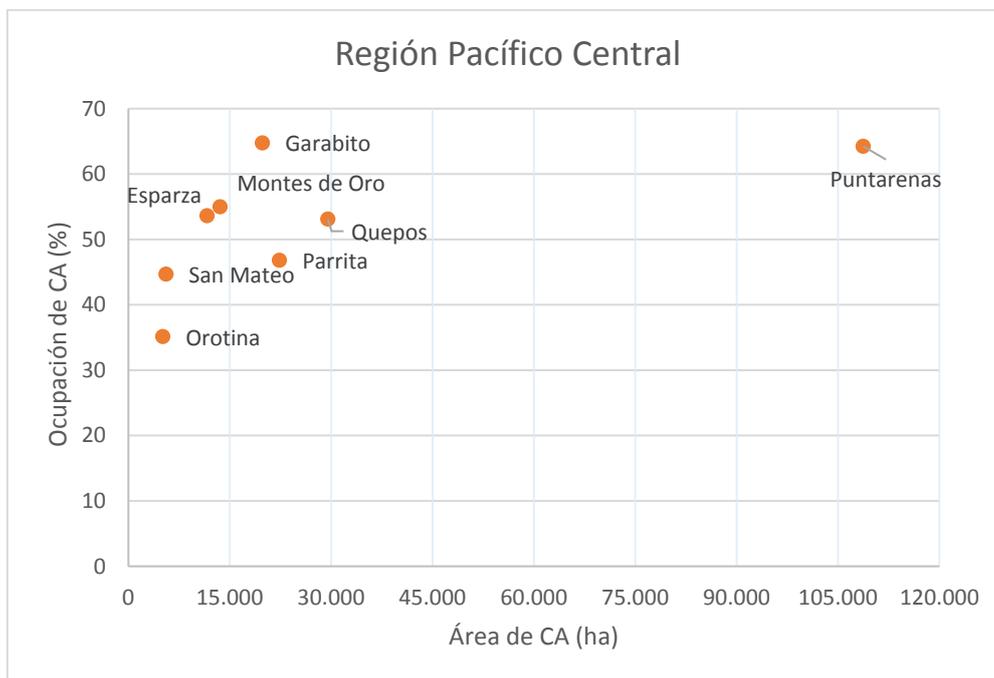


Figura 22. Relación de los cantones de la Región Pacífico Central según el área (ha) de CA y el porcentaje de ocupación de CA dentro del área de estudio para el año 2018.

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 53 de 80

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este apartado se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas al identificar el paisaje de cobertura arbórea, cabe destacar que son conclusiones basadas en el área de estudio, la cual es de 2 km a partir de los cultivos monitoreados por la herramienta MOCUPP.

- Mediante este estudio se logró identificar 2.227.962,24 ha dentro de los 2 km de los paisajes productivos de MOCUPP.
- La región con mayor extensión de cobertura arbórea es Chorotega con un 24% de la cobertura arbórea total encontrada.
- La región con mayor porcentaje de ocupación de cobertura arbórea en el área de estudio es la Región Pacífico Central (57,44%).
- La región con menor extensión de cobertura arbórea es Pacífico Central con un 10%.
- El paisaje de cobertura arbórea está presente en los 82 cantones del país.
- Los cantones con mayor extensión de CA son: San Carlos (148.578,61 ha), Puntarenas con (108.722,45 ha), Buenos Aires (107.269,77 ha) y Osa (101.790,99 ha).
- Los cantones con menor extensión de CA son Flores con (30,84 ha), Tibás (64,81 ha), San Pablo (88,26 ha) y Belén (112, 55 ha).
- La mayor extensión de cobertura arbórea, específicamente el 51,04% se alberga en 12 cantones: San Carlos, Puntarenas, Buenos Aires, Osa, Sarapiquí, Santa Cruz, Nicoya, Golfito, Pococí, Talamanca, Pérez Zeledón y Turrialba.
- El cantón con mayor porcentaje de ocupación de cobertura arbórea es Talamanca con un 79,15% dentro del área de estudio.
- En este informe no se contempló el análisis por distritos debido al tiempo que abarca, por lo que se recomienda realizar un análisis distrital posterior del comportamiento del paisaje de cobertura arbórea.

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 54 de 80

- Para asegurar la confiabilidad de los datos, se recomienda mantener el uso de datos de campo para la utilización de información en los procesos de clasificación y validación de la información.
- Con el fin de asegurar la confiabilidad del dato que se genera, se recomienda mantener el nivel académico del personal a cargo del procesamiento de datos espaciales para estudios futuros.



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 55 de 80

VI. REFERENCIAS

- Aguilar, H. et al (2020). Informe del Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea para el año 2018 dentro del MOCUPP. Datos electrónicos (1 archivo: 3.000 kb). -- San José, C.R.: CONARE - CENAT. ISBN 978-9977-77-324-7 Formato pdf, 50 páginas.
- Aguilar, H., Blanco, B., Calvo, Y., Ortega, M., Vargas, A., & Vargas, Y. (2019). Pastos sin árboles Costa Rica. San José: CeNAT-PRIAS.
- Aguilar, H., Miller, C., Calvo, Y., Blanco, B., Vargas, A., Romero, D., Jiménez, M., Fernández, J. y Manrow, M. (2021). Informe Final del Paisaje Productivo de Pastos para el año 2018 dentro del MOCUPP. San José: CeNAT-PRIAS.
- Arias, R., Sánchez, L., y Cipriano, J. (2011). Región Chorotega: análisis de competitividad territorial y mercado de trabajo. Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas. Universidad de Costa Rica. https://www.researchgate.net/publication/316526818_Analisis_de_Competitividad_Territorial_y_Mercado_de_Trabajo_en_la_Region_Chorotega
- Arroyo, L., Cocero, D., Manzanera de la Vega, J., & García, L. &. (2005). El empleo de clasificadores de contexto para la obtención de cartografía en la interfase urbano forestal. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica (5), 115-128.
- Ávila, I. (2020). Derivación indirecta de la distribución espacial y estado de desarrollo de los bosques secundarios en Costa Rica usando imágenes satelitales de mediana resolución espacial. Tesis de Maestría. Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 200 p.

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 56 de 80

Banco Mundial. (2016). La riqueza forestal de Costa Rica es mayor que lo previsto, según la contabilidad de sus recursos naturales. World Bank Group. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/05/31/accounting-reveals-that-costa-ricas-forest-wealth-is-greater-than-expected>

Canet, G. (2015). Recuperación de la cobertura forestal en Costa Rica, logro de la sociedad costarricense. Revista Ambientico 253. 17-22p. <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientico/253.pdf>

Catuna, R. (1995). La percepción remota y el análisis del espacio geográfico. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, 5(2), 83-106. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/70766>

Costa, H., Foody, G., Boyd, D. (2018). Supervised methods of image segmentation accuracy assessment in land cover mapping. Remote Sensing of Environment 205: 338-351 p. doi:10.1016/j.rse.2017.11.024

Escobar, F., Hunter, G., Bishop, I., & Zerger, A. (S.f). Introducción a los SIG. Obtenido de https://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/IntroduccionSIG/GISModule/GIST_Vector.htm

ESRI. (S.f). ArcGIS. Recuperado el 12 de mayo de 2021 de <https://www.esri.com/es-es/arcgis/about-arcgis/overview>

FAO. (2016). El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Roma. <http://www.fao.org/3/i5588s/i5588s.pdf>

FAO. (2017). Lineamientos de Calidad de Información Geográfica. Agencia Nacional de Tierras. Sistema de información de Tierras.

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 57 de 80

http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/FAO-countries/Colombia/docs/Agosto_2017/FAOCO-2017-LC018_Anexo_4_Lineamientos_de_calidad_de_datos_geogr%C3%A1ficos.pdf

Feilhauer, H., Dahlke, C., Doktor, D., Lausch, A., Schmidtlein, S., Schulz, G., y Stenzel, S. (2014). Mapping the local variability of Natura 2000 habitats with remote sensing. *Applied Vegetation Science* 17(4): 765–779 p. doi:10.1111/avsc.12115.

Hernández, L., Barquero, A., Hernández, W., Méndez, A., Montero, W. y Sánchez, H. (2016). Informe Final “Gestión de los recursos forestales en Costa Rica”. Vigésimosegundo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. <http://repositorio.conare.ac.cr/handle/20.500.12337/389>

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación (Sexta ed.). McGRAW-HILL. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Hojas-Gascon, L., Belward, A., Eva, H., Ceccherini, G., Hagolle, O., Garcia, J., y Cerutti, P. (2015). Potential improvement for forest cover and forest degradation mapping with the forthcoming Sentinel-2 program, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sensing Spatial Information Science.*, XL-7/W3, 417-423 p. doi:10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-417-2015, 2015.

Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). Teledetección. España. <https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/OBS-Teledeteccion.pdf>

Jensen, J. (2014). Remote Sensing of the Environment an Earth Resource Perspective (Segunda ed.). <https://www.pdfdrive.com/advances-in-environmental-remote-sensing-sensors-algorithms-and-applications-e168530139.html>

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 58 de 80

- Jiménez, Q. (2013). Arbolado urbano: beneficios, desaciertos y realidad en la Gran Área Metropolitana. Revista Ambientico 232-233. 4-12 p.
<https://www.ambientico.una.ac.cr/index.php/numeros-completos/biodiversidad-en-la-ciudad-costarricense/>
- Khatami, R., Mountrakis, G., y Stehman, S. (2017). Mapping per-pixel predicted accuracy of classified remote sensing images. Remote Sensing of Environment 191: 156-167 p. doi:10.1016/j.rse.2017.01.025
- Laurin, G. Vaglio, Puletti, N., Hawthorne, W., Liesenberg, V., Corona, P., Papale, D., Chen, Q., Valentini, R. (2016). Discrimination of tropical forest types, dominant species, and mapping of functional guilds by hyperspectral and simulated multispectral Sentinel-2 data. Remote Sensing of Environment 176: 163–176 p. doi:10.1016/j.rse.2016.01.017.
- Li, J., Yang, X., Maffei, C., Tooth, S., y Yao, G. (2018). Applying independent component analysis on Sentinel-2 imagery to characterize geomorphological responses to an extreme flood event near the non-vegetated Río Colorado terminus, Salar de Uyuni, Bolivia. Remote Sensing 10(5): 725-743 p. doi:10.3390/rs10050725
- NASA-DEVELOP. (2020). Determining Protected Area Land Change in Costa Rica and Panama for Targeted Resource Management [Manuscrito presentado para publicación]. NASA, Washington D.C.
- Marquina, J., & Mogollón, A. (2018). Niveles y escalas de levantamiento de información geográfica en sensores remotos. Revista Geográfica Venezolana, 59(1), 42-52.
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/3477/347760307004/html/index.html>
- Meza, V., Alfaro, K., Bedoya, R., Romero, M., Valerio, A. y Montenegro, P. (2019). Reforestación Comercial en Costa Rica: regiones Huetar Atlántica, Huetar Norte

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 59 de 80

y Chorotega. Instituto de Investigación y Servicios Forestales. Universidad Nacional de Costa Rica.

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (2014).
REGIÓN CENTRAL PLAN DE DESARROLLO 2030. Ministerio de Planificación
Nacional y Política Económica- MIDEPLAN.
<https://documentos.mideplan.go.cr/share/s/IYWuj9BPQJehfcR4EuE1CA>

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (2014).
REGIÓN HUETAR NORTE PLAN DE DESARROLLO 2030. Ministerio de
Planificación Nacional y Política Económica- MIDEPLAN.
<https://documentos.mideplan.go.cr/share/s/NOU4cm0sShK72vT8xZ3WQQ>

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (2014).
REGIÓN BRUNCA PLAN DE DESARROLLO 2030. Ministerio de Planificación
Nacional y Política Económica- MIDEPLAN.
<https://documentos.mideplan.go.cr/share/s/ZSblneE2TOK8aq0CDaiuHw>

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (2014).
REGIÓN PACIFICO CENTRAL PLAN DE DESARROLLO 2030. Ministerio de
Planificación Nacional y Política Económica- MIDEPLAN.
https://documentos.mideplan.go.cr/share/s/Xvhmk_mcSlal2GRZPB7arQ

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (2014).
REGIÓN CHOROTEGA PLAN DE DESARROLLO 2030. Ministerio de
Planificación Nacional y Política Económica- MIDEPLAN.
<https://documentos.mideplan.go.cr/share/s/r5n-AC-LR9evM7CYXIYPsg>

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (2014).
REGIÓN CARIBE PLAN DE DESARROLLO 2030. Ministerio de Planificación

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 60 de 80

Nacional y Política Económica- MIDEPLAN.

<https://documentos.mideplan.go.cr/share/s/lBwbYuYBSyCO4A3u7WvgWA>

MINAE – SINAC – CONAGEBIO – FONAFIFO. (2018). Resumen del Sexto Informe Nacional de Costa Rica ante el Convenio de Diversidad Biológica. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo - Apoyo técnico para que las Partes Elegibles desarrollen el Sexto Informe Nacional para el CDB (6NR-LAC) Costa Rica. https://chmcostarica.go.cr/sites/default/files/content/Estado%20de%20la%20Bio%20diversidad_lectura%20digital.pdf

Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S., Woodcock, C., y Wulder, M. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148: 42-57 p. doi:10.1016/j.rse.2014.02.015

PEN. (2014). Informe 2014 Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible: Un análisis amplio y objetivo sobre la Costa Rica que tenemos a partir de los indicadores más actuales (2013). Programa Estado de la Nación.

Poder Ejecutivo. (1985). Reforma División Regional del Territorio de Costa Rica, para los efectos de investigación y planificación del desarrollo socioeconómico. N°16.068.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59724&nValor3=66813&strTipM=T
C

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] (2015) *MOCUPP: monitoreo de cambio de uso en paisajes productivos*. <http://mocupp.org/sites/default/files/documento-mocupp-es.pdf>

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 61 de 80

QGIS. (S.f). QGIS - El SIG Líder de Código Abierto para Escritorio. Recuperado el 12 de mayo de 2021 de <https://www.qgis.org/es/site/about/index.html>

Rinaldi, K. (2016). La educación superior en la región Chorotega: alcances y desafíos. Sexto Informe Estado de la Educación. Programa del Estado de la Nación. <http://hdl.handle.net/20.500.12337/823>

Rodríguez, D., Sánchez, N. Domínguez, J. y Marta, C. (2015). Cuestiones de teledetección. Universidad Estatal a Distancia. <https://elibro.net/es/ereader/conare/48836>

Román, F. M. y Morales, A. N. (2018). Región Huetar Caribe: situación socioeconómica y principales desafíos. Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2018. Programa del Estado de la Nación. http://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/2954/Region_Huetar_Caribe_situacion_socioeconomica_principales_desafios.pdf?sequence=1

Sacristán, F. (2006). La Teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental. AquaTIC, (24), 28. https://www.researchgate.net/publication/26479103_La_Teledeteccion_satelital_y_los_sistemas_de_proteccion_ambiental

Sánchez-Azofeifa, A. (2015). Análisis de la cobertura forestal de Costa Rica entre 1960 y 2013. Revista Ambientico 253. 4-11 p. <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientico/253.pdf>

SegemAR. (S.f). Sensores Remotos. Recuperado el 2 de Marzo de 2021, de <http://www.segemar.gov.ar/igrm/sensores-remotos/>

Shen, H., Lin, Y., Tian, Q., Xu, K., Jiao, J. (2018). A comparison of multiple classifier combinations using different voting-weights for remote sensing image



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 62 de 80

classification. International Journal of Remote Sensing, 39(11): 3705-3722 p.
doi:10.1080/01431161.2018.1446566

Sierra, R., Cambroner, A. y Vega, E. (2016). Informe Final "Patrones y factores de cambio de la cobertura forestal natural de Costa Rica, 1987-2013". Desarrollo del nivel de referencia REDD+ de Costa Rica. http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/rsierraacambronerovega_patrones_y_factores_cus.pdf

Space-Based Positioning Navigation & Timing. (S.f). El Sistema de Posicionamiento Global. GPS.GOV. Recuperado el 1 de Marzo de 2021 de <https://www.gps.gov/systems/gps/spanish.php>

Tec Digital. (2014). Acerca de la GAM. Plan GAM. <https://tecdigital.tec.ac.cr/servicios/gam//?q=node/11>

Troya, J (2019) PNUD en Costa Rica. *Taller Big Enchilada Workshop: Mapeo de la naturaleza para las personas y el planeta*. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). San José, Costa Rica.

Warrens, M. (2015) Relative quantity and allocation disagreement measures for category-level accuracy assessment. International Journal of Remote Sensing 36(23): 5959-5969 p. doi:10.1080/01431161.2015.1110265

WWW, (2 de octubre de 2018). Glosario ambiental: ¿Qué son las cercas vivas? <https://www.wwf.org.co/?uNewsID=335770>

Whyte, A., Ferentinos, K. P., Petropoulos, G. P. (2018). A new synergistic approach for monitoring wetlands using sentinels -1 and 2 data with object-based machine learning algorithms. Environmental Modelling & Software 104: 40-54 p. doi:10.1016/j.envsoft.2018.01.023

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arbórea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arbórea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 63 de 80

Yang, H., Pan, B., Wu, W., Tai, J. (2018). Field-based rice classification in Wuhua county through integration of multi-temporal sentinel-1A and landsat-8 OLI data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 69: 226-236 p. doi:10.1016/j.jag.2018.02.019

Yang, X., Zhao, S., Qin, X., Zhao, N., Liang, L. (2017). Mapping of urban surface water bodies from Sentinel-2 MSI imagery at 10 m resolution via NDWI-based image sharpening. Remote Sensing 9(6): 596-603 p. doi:10.3390/rs9060596



VII. ANEXOS

Cuadro 5. Cantidad de hectareas totales, de area de estudio y de cobertura arborea por region, canton y distrito en Costa Rica para el año 2018. Fuente: Laboratorio PRIAS

Región	Cantón	Distrito	Área total (ha)	Área de estudio (ha)	Área de cobertura arborea (ha)	
Brunca	Buenos Aires	Biolley	20.827,01	15.490,31	8.965,44	
		Boruca	12.578,76	12.579,56	4.817,28	
		Brunka	16.376,71	12.869,77	6.293,63	
		Buenos Aires	55.482,89	51.423,27	25.378,94	
		Chánguena	27.304,19	27.304,13	15.017,92	
		Colinas	12.879,78	12.881,19	4.463,69	
		Pilas	11.434,08	11.435,23	3.716,63	
		Potrero Grande	62.669,80	55.605,46	31.337,82	
		Volcán	18.740,73	16.208,76	7.278,43	
		Subtotal cantón		238.293,97	215.797,69	107.269,77
		Corredores	Canoas	12.201,77	12.184,21	3.355,44
			Corredor	27.566,89	27.561,47	9.822,43
			La Cuesta	3.707,93	3.707,25	305,21
			Laurel	18.884,59	18.832,51	3.764,19
		Subtotal cantón		62.361,18	62.285,44	17.247,28
		Coto Brus	Aguabuena	6.389,34	6.386,32	2.095,79
			Gutiérrez Braun	23.819,07	13.422,53	8.108,34
			Limoncito	12.364,44	12.363,55	6.154,30
			Pittier	25.705,36	19.869,45	9.889,65
			Sabalito	18.686,07	17.695,48	9.084,10
			San Vito	7.459,27	7.458,42	3.377,29
		Subtotal cantón		94.423,55	77.195,75	38.709,47
		Golfito	Golfito	35.589,85	29.027,91	21.394,12
			Guaycará	32.309,77	32.015,48	17.486,99
			Pavón	35.331,92	33.816,00	17.694,65
			Puerto Jiménez	72.110,20	40.137,47	26.186,20
		Subtotal cantón		175.341,74	134.996,86	82.761,97
		Osa	Bahía Ballena	15.833,21	15.802,05	10.777,01
	Bahía Drake		39.173,91	21.965,57	17.685,66	
	Palmar		25.080,29	25.082,66	11.207,64	
	Piedras Blancas		26.258,30	25.844,08	16.709,83	
	Puerto Cortés		23.438,63	20.893,02	12.019,63	

	Sierpe	63.418,42	51.056,91	33.391,22	
	Subtotal cantón	193.202,74	160.644,29	101.790,99	
Pérez Zeledón	Barú	18.966,29	18.969,89	10.103,52	
	Cajón	11.862,90	10.632,32	4.137,72	
	Daniel Flores	6.405,74	6.406,81	900,68	
	El General	7.688,04	7.122,51	2.751,97	
	La Amistad	7.629,26	7.630,30	1.680,79	
	Paramo	20.333,24	18.575,20	12.792,73	
	Pejibaye	14.117,71	14.119,70	3.635,65	
	Platanares	8.091,60	8.092,91	1.514,48	
	Río Nuevo	24.219,11	24.223,79	13.326,75	
	Rivas	31.000,00	23.341,04	15.080,14	
	San Isidro de El General	19.181,89	19.185,28	5.491,49	
	San Pedro	20.612,43	17.358,61	8.022,13	
	Subtotal cantón	190.108,22	175.658,37	79.438,03	
	Subtotal región	953.731,39	826.578,41	427.217,52	
Central	Acosta	Cangrejal	6.433,16	6.434,37	2.663,18
		Guaitil	4.398,94	4.399,74	1.716,91
		Palmichal	3.413,81	3.414,46	1.983,96
		Sabanillas	17.735,81	17.738,98	10.294,38
		San Ignacio	2.274,43	2.274,87	906,19
		Subtotal cantón	34.256,14	34.262,42	17.564,62
	Alajuela	Alajuela	1.061,06	1.061,26	145,23
		Carrizal	1.621,97	1.622,28	290,56
		Desamparados	1.294,63	1.294,87	219,32
		Garita	3.390,40	3.390,99	715,16
		Guácima	2.806,77	2.807,27	516,00
		Río Segundo	545,74	545,84	56,23
		Sabanilla	4.318,27	3.789,15	1.473,21
		San Antonio	876,32	876,48	89,09
		San Isidro	3.469,02	3.364,21	794,01
		San José	1.487,25	1.487,52	138,56
		San Rafael	1.933,25	1.933,60	384,38
		Tambor	1.389,06	1.389,31	341,80
	Turrucares	3.589,26	3.589,86	1.281,07	
		Subtotal cantón	27.782,99	27.152,65	6.444,63
	Alajuelita	Alajuelita	127,49	127,52	7,43
		Concepción	242,51	242,56	69,83
		San Antonio	1.026,33	1.026,54	486,72
		San Felipe	513,10	513,20	187,07

	San Josecito	237,09	237,14	67,81
	Subtotal cantón	2.146,53	2.146,95	818,87
Alvarado	Capellades	3.439,07	3.439,72	1.344,02
	Cervantes	1.517,63	1.517,92	165,40
	Pacayas	2.961,69	2.962,25	428,18
	Subtotal cantón	7.918,39	7.919,89	1.937,60
Aserrí	Aserrí	1.525,94	1.526,24	724,79
	Legua	8.125,90	8.127,45	4.523,45
	Monterrey	827,74	827,90	264,48
	Salitrillos	1.434,11	1.434,39	670,41
	San Gabriel	1.172,65	698,93	155,66
	Tarbaca	1.534,15	1.505,99	809,74
	Vuelta de Jorco	2.205,42	2.182,46	527,25
	Subtotal cantón	16.825,91	16.303,38	7.675,77
Atenas	Atenas	976,14	976,30	247,09
	Concepción	2.190,82	2.191,17	1.007,58
	Escobal	2.628,26	2.628,65	1.202,33
	Jesús	1.810,55	1.810,81	790,63
	Mercedes	783,73	783,85	182,55
	San Isidro	1.438,94	1.439,15	138,58
	San José	1.346,66	1.346,87	300,35
	Santa Eulalia	1.455,94	1.456,17	425,08
	Subtotal cantón	12.631,06	12.632,97	4.294,20
Barva	Barva	83,69	83,70	16,34
	San José de la Montaña	3.703,55	3.704,28	2.328,22
	San Pablo	683,49	683,62	137,40
	San Pedro	716,89	717,03	52,78
	San Roque	127,85	127,87	7,98
	Santa Lucía	285,73	285,79	27,66
	Subtotal cantón	5.601,20	5.602,30	2.570,37
Belén	La Asunción	456,92	457,01	41,32
	La Ribera	425,72	425,80	45,85
	San Antonio	355,63	355,70	25,38
	Subtotal cantón	1.238,27	1.238,51	112,55
Cartago	Aguacaliente o San Francisco	9.926,37	5.693,16	3.614,99
	Carmen	432,99	433,08	44,02
	Corralillo	3.269,02	3.122,62	230,51
	Dulce Nombre	3.363,69	2.352,89	1.256,91
	Guadalupe o Arenilla	1.316,17	1.316,43	236,52
	Llano Grande	3.034,54	3.035,14	1.121,86

	Occidental	201,10	201,14	5,88
	Oriental	204,08	204,12	1,04
	Quebradilla	1.915,16	1.915,54	838,77
	San Nicolás	2.922,62	2.923,20	762,09
	Tierra Blanca	1.280,28	1.280,54	425,55
	Subtotal cantón	27.866,03	22.477,87	8.538,14
Curridabat	Curridabat	617,14	617,27	56,87
	Granadilla	350,54	350,61	58,96
	Sánchez	450,54	450,63	43,45
	Tirrases	188,03	188,07	40,09
	Subtotal cantón	1.606,26	1.606,58	199,36
Desamparados	Damas	264,62	264,68	101,50
	Desamparados	331,95	332,02	19,02
	Frailles	1.966,96	1.851,00	206,75
	Gravilias	293,86	293,92	35,69
	Los Guido	305,51	305,57	86,02
	Patarra	1.587,57	1.587,89	1.032,26
	Rosario	1.485,03	816,46	180,78
	San Antonio	207,21	207,25	21,97
	San Cristobal	2.502,91	2.503,41	852,40
	San Juan de Dios	285,11	285,17	67,70
	San Miguel	2.133,61	2.134,03	1.035,84
	San Rafael Abajo	202,09	202,13	14,89
	San Rafael Arriba	322,86	322,93	54,81
	Subtotal cantón	11.889,30	11.106,46	3.709,63
Dota	Copey	27.757,55	25.127,99	2.349,24
	Jardín	3.326,61	3.327,29	1.958,76
	Santa María	9.360,21	9.362,68	3.395,67
	Subtotal cantón	40.444,37	37.817,95	7.703,68
El Guarco	El Tejar	611,61	611,73	13,81
	Patio de Agua	1.094,07	1.094,28	275,48
	San Isidro	13.488,17	11.843,28	6.594,37
	Tobosi	2.005,84	2.006,24	674,42
	Subtotal cantón	17.199,68	15.555,53	7.558,07
Escazú	Escazú	453,32	453,41	143,34
	San Antonio	1.695,88	1.696,21	774,29
	San Rafael	1.304,27	1.255,16	150,72
	Subtotal cantón	3.453,48	3.404,78	1.068,36
Flores	Barrantes	214,39	214,44	8,88
	Llorente	185,55	185,59	3,41

	San Joaquín	274,85	274,90	18,55
	Subtotal cantón	674,79	674,92	30,84
Goicoechea	Calle Blancos	235,66	106,77	1,73
	Guadalupe	239,35	239,40	10,80
	Ipis	249,74	249,79	25,43
	Mata de Plátano	778,62	778,77	235,83
	Purrál	299,76	299,82	44,69
	Rancho Redondo	1.308,37	1.308,63	607,63
	San Francisco	58,15	5,85	0,30
	Subtotal cantón	3.169,65	2.989,03	926,42
Grecia	Bolívar	3.077,61	3.045,18	1.102,01
	Grecia	757,26	757,39	82,17
	Puente de Piedra	2.302,51	2.302,89	304,55
	San Isidro	1.683,11	1.621,60	610,79
	San José	1.240,84	1.241,02	143,15
	San Roque	2.695,28	2.583,31	1.107,08
	Tacares	2.490,10	2.479,78	364,97
	Subtotal cantón	14.246,71	14.031,19	3.714,72
Heredia	Heredia	285,79	285,85	2,85
	Mercedes	414,96	415,04	9,96
	San Francisco	655,70	655,83	15,23
	Ulloa	1.137,82	1.138,04	53,43
	Varablanca	25.816,65	11.516,55	8.659,33
	Subtotal cantón	28.310,91	14.011,30	8.740,81
Jiménez	Juan Viñas	4.336,63	4.332,51	1.323,45
	Pejibaye	17.320,39	12.429,22	9.243,66
	Tucurrique	3.350,25	3.350,85	1.681,28
	Subtotal cantón	25.007,28	20.112,59	12.248,38
La Unión	Concepción	379,06	379,14	73,43
	Dulce Nombre	825,52	825,69	420,41
	Río Azul	485,39	485,49	215,12
	San Diego	807,83	807,99	452,59
	San Juan	394,82	394,90	24,87
	San Rafael	950,56	950,75	406,74
	San Ramón	347,20	347,27	126,50
	Tres Ríos	227,55	227,60	11,35
	Subtotal cantón	4.417,94	4.418,82	1.731,02
León Cortés Castro	Llano Bonito	3.410,12	3.342,44	1.199,60
	San Andrés	1.610,13	1.610,01	342,38
	San Antonio	1.013,78	1.013,23	393,10

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arborea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arborea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 69 de 80

	San Isidro	1.901,80	1.889,01	356,78
	San Pablo	2.076,05	2.076,46	524,20
	Santa Cruz	2.177,57	2.178,00	726,31
	Subtotal cantón	12.189,46	12.109,14	3.542,37
Montes de Oca	Mercedes	142,53	142,55	31,38
	Sabanilla	178,57	178,61	28,00
	San Pedro	474,11	466,78	27,11
	San Rafael	782,41	782,56	358,52
	Subtotal cantón	1.577,62	1.570,50	445,02
Mora	Colón	3.989,09	3.989,80	2.529,76
	Guayabo	900,69	900,85	404,77
	Jaris	548,75	548,85	242,87
	Picagres	2.715,53	2.715,96	1.242,91
	Piedras Negras	1.488,09	1.488,35	716,19
	Quitirrisí	2.661,86	2.662,35	1.827,20
	Tabarcia	4.042,65	4.043,40	2.168,69
	Subtotal cantón	16.346,65	16.349,55	9.132,38
Moravia	La Trinidad	490,07	490,17	115,30
	San Jerónimo	1.852,86	1.850,44	1.106,95
	San Vicente	539,52	467,06	44,97
	Subtotal cantón	2.882,45	2.807,67	1.267,23
Naranjo	Cirrí Sur	3.210,52	3.211,03	811,75
	El Rosario	1.715,26	1.715,53	425,10
	Naranjo	1.684,69	1.684,95	119,32
	Palmitos	823,08	823,20	64,80
	San Jerónimo	904,97	905,12	133,27
	San José	2.089,52	2.089,84	320,87
	San Juan	714,55	714,66	36,81
	San Miguel	1.558,87	1.559,11	202,91
	Subtotal cantón	12.701,46	12.703,44	2.114,83
Oreamuno	Cipreses	937,01	937,19	25,70
	Cot	1.486,48	1.486,77	84,11
	Potrero Cerrado	1.811,24	1.811,59	481,16
	San Rafael	1.027,71	1.027,91	63,48
	Santa Rosa	15.027,44	8.082,04	630,94
	Subtotal cantón	20.289,87	13.345,50	1.285,39
Palmares	Buenos Aires	684,22	684,32	75,67
	Candelaria	472,32	472,39	61,28
	Esquipulas	540,28	540,36	78,29
	La Granja	438,69	438,75	139,34

	Palmares	119,37	119,38	2,74
	Santiago	795,65	795,77	123,26
	Zaragoza	843,09	843,20	138,04
Subtotal cantón		3.893,61	3.894,16	618,62
Paraíso	Cachí	4.110,59	4.111,36	2.121,64
	Llanos de Santa Lucía	653,88	654,01	57,55
	Orosi	37.653,92	11.016,30	7.957,35
	Paraíso	2.717,06	2.717,58	550,45
	Santiago	2.563,61	2.564,09	579,25
Subtotal cantón		47.699,06	21.063,34	11.266,25
Poás	Carrillos	1.013,09	1.013,27	188,11
	Sabana Redonda	2.021,13	2.006,15	700,45
	San Juan	1.637,92	1.582,40	731,26
	San Pedro	1.357,89	1.165,43	142,93
	San Rafael	1.418,34	1.418,59	206,72
Subtotal cantón		7.448,37	7.185,84	1.969,48
Puriscal	Barbacoas	1.861,62	1.861,92	413,96
	Candelarita	2.494,41	2.494,83	1.301,53
	Chires	22.965,85	22.969,33	14.328,94
	Desamparaditos	721,98	722,10	251,59
	Grifo Alto	2.639,72	2.640,13	900,52
	Mercedes Sur	18.355,27	18.358,02	11.528,60
	San Antonio	1.461,66	1.461,91	588,30
	San Rafael	1.549,99	1.550,27	708,17
Subtotal cantón		55.502,27	55.510,85	31.534,45
San Isidro	Concepción	807,28	807,44	450,60
	San Francisco	455,96	456,05	18,47
	San Isidro	266,70	266,75	28,26
	San José	1.136,97	1.137,20	364,18
Subtotal cantón		2.666,91	2.667,44	861,51
San José	Carmen	149,48	76,23	2,76
	Catedral	236,67	235,43	2,63
	Hatillo	436,81	436,89	37,80
	Hospital	332,00	332,06	4,42
	Mata Redonda	365,53	365,60	29,49
	Merced	220,41	206,69	13,46
	Pavas	934,92	864,68	69,60
	San Francisco de Dos Ríos	263,61	263,66	10,68
Subtotal cantón		396,64	396,72	10,11

	Uruca	839,46	839,62	100,06
	Zapote	286,32	268,50	6,92
	Subtotal cantón	4.461,84	4.286,08	287,94
San Pablo	Rincón de Sabanilla	240,67	240,71	26,40
	San Pablo	593,20	593,32	61,86
	Subtotal cantón	833,87	834,03	88,26
San Rafael	Ángeles	2.124,45	2.120,98	851,11
	Concepción	2.281,39	2.281,84	1.120,71
	San Josecito	134,75	134,78	1,78
	San Rafael	133,48	133,51	1,90
	Santiago	157,21	157,24	18,24
	Subtotal cantón	4.831,28	4.828,35	1.993,75
San Ramón	Ángeles	8.490,66	8.491,70	5.337,07
	Alfaro	1.783,71	1.783,93	455,72
	Concepción	950,67	950,80	68,10
	Piedades Norte	4.767,75	4.768,29	2.241,48
	Piedades Sur	11.563,12	11.564,30	5.707,42
	San Isidro	868,96	869,08	79,80
	San Juan	511,93	512,00	28,19
	San Lorenzo	30.474,49	19.064,54	13.650,98
	San Rafael	3.068,57	3.068,99	520,23
	San Ramón	128,40	128,41	1,88
	Santiago	6.106,08	6.106,79	3.063,63
	Zapotal	2.066,93	2.067,22	366,71
	Subtotal cantón	77.493,88	66.089,21	35.644,82
Santa Ana	Brasil	324,42	324,48	119,01
	Piedades	1.206,98	1.207,20	597,93
	Pozos	1.334,99	1.335,24	250,18
	Salitral	2.028,67	2.029,06	1.210,22
	Santa Ana	543,63	543,73	108,08
	Uruca	703,06	703,20	219,81
	Subtotal cantón	6.141,76	6.142,92	2.505,23
Santa Bárbara	Jesús	1.115,36	1.115,58	177,29
	Purabá	614,30	614,41	119,77
	San Juan	447,76	447,84	36,45
	San Pedro	256,47	256,52	19,78
	Santa Bárbara	128,02	128,04	13,82
	Santo Domingo	2.648,59	2.649,11	1.303,51
	Subtotal cantón	5.210,50	5.211,50	1.670,62

Santo Domingo	Pará	287,33	287,38	31,31
	Paracito	127,41	127,44	53,97
	San Miguel	590,25	588,10	100,13
	San Vicente	287,91	287,96	5,37
	Santa Rosa	426,96	427,05	48,90
	Santo Domingo	77,96	77,97	0,00
	Santo Tomás	353,93	354,00	25,23
	Tures	387,96	388,04	65,16
Subtotal cantón		2.539,71	2.537,94	330,07
Sarchí	Rodríguez	728,26	728,38	81,85
	San Pedro	1.086,57	1.086,75	262,52
	Sarchí Norte	2.113,88	2.114,24	903,01
	Sarchí Sur	634,52	634,63	76,55
	Toro Amarillo	9.113,20	8.593,80	6.714,57
Subtotal cantón		13.676,44	13.157,79	8.038,50
Tarrazú	San Carlos	5.896,18	5.873,48	2.571,15
	San Lorenzo	18.628,91	18.632,63	11.376,14
	San Marcos	4.601,67	4.602,60	1.247,83
Subtotal cantón		29.126,76	29.108,71	15.195,12
Tibás	Anselmo Llorente	136,98	53,64	0,00
	Cinco Esquinas	65,42	45,92	1,76
	Colima	200,92	200,89	11,70
	León XIII	72,24	72,25	11,69
	San Juan	351,39	328,81	39,66
Subtotal cantón		826,94	701,52	64,81
Turrialba	Chirripó	94.089,52	56.340,12	46.971,20
	La Isabel	1.979,24	1.979,57	939,77
	La Suiza	16.093,20	11.547,71	7.140,32
	Pavones	4.205,25	4.205,91	1.912,12
	Peralta	969,41	969,56	292,39
	Santa Cruz	12.957,27	12.331,19	5.039,47
	Santa Rosa	1.862,03	1.862,34	537,05
	Santa Teresita	6.013,73	6.014,73	2.170,52
	Tayutic	7.477,13	7.477,45	4.741,46
	Tres Equis	3.695,08	3.695,58	1.742,85
	Tuis	3.920,06	3.920,62	1.419,28
	Turrialba	5.662,75	5.663,71	1.616,89
Subtotal cantón		158.924,66	116.008,50	74.523,33
Turruabares	Carara	22.055,24	22.057,47	15.728,46
	San Juan de Mata	8.625,17	8.590,97	5.859,17

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Paisaje de Cobertura Arborea 2018	Informe Final
	Paisaje de Cobertura arborea
	Fecha: 14/05/2021
	Página 73 de 80

	San Luis	4.383,54	4.384,13	2.600,65	
	San Pablo	2.641,32	2.641,68	1.345,19	
	San Pedro	3.919,54	3.920,09	1.671,36	
	Subtotal cantón	41.624,80	41.594,35	27.204,84	
Vázquez de Coronado	Cascajal	13.202,49	9.490,27	2.800,08	
	Dulce Nombre de Jesús	6.791,63	2.550,59	1.280,39	
	Patalillo	191,64	191,68	9,87	
	San Isidro	516,15	516,25	147,85	
	San Rafael	1.690,65	1.690,98	877,01	
	Subtotal cantón	22.392,56	14.439,77	5.115,20	
Zarcero	Brisas	1.784,68	1.784,96	729,52	
	Guadalupe	2.258,42	2.258,75	581,29	
	Laguna	2.328,26	2.328,59	757,05	
	Palmira	3.066,88	3.067,38	1.307,95	
	Tapesco	638,69	638,78	167,57	
	Zapote	4.475,75	4.476,36	1.452,62	
	Zarcero	1.182,92	1.183,10	258,27	
	Subtotal cantón	15.735,59	15.737,92	5.254,28	
	Subtotal región	853.705,22	725.352,13	339.542,33	
Chorotega	Abangares	Colorado	19.783,55	19.489,48	8.862,31
		Las Juntas	22.871,18	22.869,00	12.179,61
		San Juan	10.747,23	10.746,66	6.485,73
		Sierra	11.200,10	11.199,63	5.825,02
		Subtotal cantón	64.602,06	64.304,77	33.352,67
	Bagaces	Bagaces	88.907,13	84.911,40	30.925,23
		La Fortuna	16.346,67	15.946,71	8.423,43
		Mogote	18.177,03	18.171,96	10.463,06
		Río Naranjo	4.361,74	4.361,04	2.748,03
		Subtotal cantón	127.792,58	123.391,11	52.559,74
	Cañas	Bebedero	5.806,46	5.518,50	291,82
		Cañas	19.309,34	19.306,37	9.078,81
		Palmira	20.403,05	20.108,09	11.052,69
		Porozal	11.090,88	11.088,99	3.252,08
		San Miguel	12.095,01	12.093,25	3.888,01
		Subtotal cantón	68.704,75	68.115,20	27.563,41
	Carrillo	Belén	18.213,82	18.203,69	8.679,81
		Filadelfia	12.523,91	10.389,93	2.850,58
		Palmira	3.145,95	3.144,22	518,39
Sardinal		26.017,46	25.842,53	16.565,60	
	Subtotal cantón	59.901,15	57.580,36	28.614,38	

Hojancha	Hojancha	7.040,15	7.037,29	4.631,01
	Huacas	3.173,61	3.172,49	2.073,56
	Matambú	871,48	871,14	634,26
	Monte Romo	7.526,74	7.523,92	5.357,89
	Puerto Carrillo	7.686,96	7.647,02	6.002,75
Subtotal cantón		26.298,94	26.251,87	18.699,47
La Cruz	La Cruz	34.439,01	31.454,75	19.793,09
	La Garita	27.338,82	23.764,36	13.659,22
	Santa Cecilia	25.800,89	23.549,31	12.159,06
	Santa Elena	50.959,49	17.359,13	13.687,26
Subtotal cantón		138.538,21	96.127,55	59.298,63
Liberia	Cañas Dulces	24.340,59	23.305,60	12.277,70
	Curubandé	8.132,21	7.517,60	3.572,44
	Liberia	56.301,94	45.113,00	17.769,45
	Mayorga	22.750,70	19.644,47	12.428,39
	Nacascolo	32.691,42	31.516,62	18.550,13
Subtotal cantón		144.216,86	127.097,28	64.598,11
Nandayure	Bejuco	26.178,21	26.067,51	19.441,58
	Carmona	3.165,69	3.164,83	2.291,49
	Porvenir	4.015,45	4.014,29	2.747,01
	San Pablo	7.808,30	6.878,26	3.436,47
	Santa Rita	5.138,25	5.136,76	2.813,54
	Zapotal	10.508,35	10.496,76	7.972,26
Subtotal cantón		56.814,24	55.758,41	38.702,35
Nicoya	Belén de Nosarita	12.307,46	12.301,52	8.422,35
	Mansión	21.215,30	20.769,48	12.975,95
	Nicoya	31.066,05	31.051,33	22.780,84
	Nosara	13.365,20	13.314,40	11.126,07
	Quebrada Honda	10.917,24	10.868,60	5.899,63
	Sámara	10.935,52	10.900,96	9.236,31
	San Antonio	33.950,22	33.150,75	15.630,01
Subtotal cantón		133.757,00	132.357,04	86.071,16
Santa Cruz	Bolsón	3.228,30	3.226,92	1.078,40
	Cabo Velas	7.370,40	6.993,40	4.830,40
	Cartagena	7.290,46	7.285,84	3.694,07
	Cuajiniquíl	21.800,38	21.734,18	18.159,01
	Diriá	6.622,48	6.619,25	3.192,34
	Santa Cruz	28.891,92	28.180,95	17.589,08
	Tamarindo	12.608,60	12.468,02	9.340,03
	Tempate	13.968,86	13.950,96	8.894,67

		Veintisiete de Abril	30.299,60	29.195,14	23.534,12
	Subtotal cantón		132.081,00	129.654,65	90.312,13
	Tilarán	Arenal	7.266,87	7.251,58	3.756,32
		Cabeceras	5.092,89	5.059,42	2.593,34
		Líbano	7.213,04	7.212,53	3.046,80
		Quebrada Grande	3.444,73	3.444,54	1.078,39
		Santa Rosa	7.106,26	7.105,58	2.130,62
		Tierras Morenas	8.331,64	8.323,92	4.582,70
		Tilarán	14.474,86	14.445,32	2.498,69
		Tronadora	13.993,14	13.928,12	9.193,81
	Subtotal cantón		66.923,45	66.771,01	28.880,67
Subtotal región			1.019.630,22	947.409,25	528.652,73
Huetar Caribe	Guácimo	Duacaré	8.111,73	8.113,00	1.375,34
		Guácimo	22.379,39	21.938,03	9.780,61
		Mercedes	9.005,63	8.379,27	4.920,88
		Pocora	7.288,32	7.289,47	4.251,77
		Río Jiménez	11.319,90	11.321,51	2.266,42
	Subtotal cantón		58.104,97	57.041,27	22.595,02
	Limón	Limón	5.917,87	5.333,85	2.735,32
		Matama	34.047,23	20.638,68	15.284,70
		Río Blanco	13.130,71	12.631,15	8.550,60
		Valle La Estrella	123.842,02	60.758,67	46.378,05
	Subtotal cantón		176.937,83	99.362,35	72.948,66
	Matina	Batán	21.340,61	20.345,64	10.347,42
		Carrandí	20.553,90	20.060,12	7.884,05
		Matina	35.145,30	22.892,12	13.606,01
	Subtotal cantón		77.039,80	63.297,88	31.837,48
	Pococí	Cariari	20.102,62	20.106,01	3.250,23
		Colorado	115.844,24	74.546,40	50.889,60
		Guápiles	22.174,50	20.391,17	4.890,00
		Jiménez	10.823,26	9.322,10	3.746,58
		La Colonia	3.879,48	3.880,24	999,38
		Rita	50.373,60	50.380,79	15.753,19
		Roxana	17.678,66	17.636,29	3.085,58
	Subtotal cantón		240.876,36	196.263,00	82.614,56
	Siquirres	Alegría	3.804,72	3.805,30	1.098,95
		El Cairo	10.696,12	10.697,50	3.312,88
		Florida	8.192,99	8.194,29	4.445,50
		Germania	3.396,44	3.396,92	867,03
Pacuarito		22.002,35	21.658,32	10.542,09	

		Reventazón	19.001,14	18.995,55	6.147,72	
		Siquirres	18.420,79	18.132,55	8.543,14	
		Subtotal cantón	85.514,56	84.880,43	34.957,30	
	Talamanca	Bratsi	18.084,96	14.693,58	10.599,79	
		Cahuita	23.406,51	21.196,26	18.538,27	
		Sixaola	16.901,25	15.146,96	8.140,26	
		Telire	220.829,85	53.308,93	45.318,75	
		Subtotal cantón	279.222,57	104.345,74	82.597,07	
		Subtotal región	917.696,10	605.190,67	327.550,08	
Huetar Norte	Alajuela	Sarapiquí	11.379,08	10.067,63	5.965,71	
		Subtotal cantón	11.379,08	10.067,63	5.965,71	
	Guatuso	Buenavista	15.086,46	14.279,20	3.565,07	
		Cote	18.357,54	14.312,54	8.281,25	
		Katira	11.439,94	10.842,24	2.821,54	
		San Rafael	30.400,32	30.224,63	8.288,00	
			Subtotal cantón	75.284,26	69.658,60	22.955,86
	Los Chiles	Caño Negro	30.126,67	24.970,19	7.146,03	
		El Amparo	31.288,61	31.243,51	10.071,93	
		Los Chiles	50.360,76	50.121,29	15.965,75	
		San Jorge	21.495,23	21.497,14	9.250,27	
			Subtotal cantón	133.271,28	127.832,13	42.433,98
	Río Cuarto	Río Cuarto	9.762,13	9.763,94	3.595,83	
		Santa Isabel	10.408,53	10.410,48	3.251,07	
		Santa Rita	5.318,51	5.319,51	1.504,65	
			Subtotal cantón	25.489,17	25.493,92	8.351,55
	San Carlos	Aguas Zarcas	18.569,83	17.733,21	4.936,80	
		Buenavista	2.597,15	2.597,39	1.127,83	
		Cutris	84.918,91	84.540,81	53.523,08	
		Florencia	19.965,74	19.969,22	5.277,44	
		La Fortuna	22.958,88	22.262,43	8.529,00	
		La Palmera	10.036,06	9.257,88	3.039,93	
		La Tigra	5.621,12	5.517,16	2.364,93	
Monterrey		22.059,18	22.060,96	5.987,87		
Pital		37.926,97	37.869,78	18.388,60		
Pocosol		66.059,34	66.054,89	28.882,05		
Quesada		14.348,02	14.349,38	5.734,29		
Venado		16.916,90	16.917,35	5.411,10		
		Subtotal cantón	335.231,25	330.491,20	148.578,61	
San Ramón	Peñas Blancas	24.679,69	15.280,95	10.167,70		

Subtotal cantón		24.679,69	15.280,95	10.167,70	
Sarapiquí	Cureña	36.973,05	35.253,16	25.431,03	
	La Virgen	51.419,48	47.686,18	28.629,77	
	Las Horquetas	56.459,12	46.988,82	15.027,58	
	Llanuras del Gaspar	26.734,47	26.558,78	9.777,26	
	Puerto Viejo	42.851,94	42.693,64	13.670,54	
Subtotal cantón		214.438,06	199.180,58	92.536,18	
Upala	Aguas Claras	40.853,62	33.534,95	17.814,32	
	Bijagua	18.680,48	16.867,25	8.875,01	
	Canalete	10.645,16	10.623,38	3.345,29	
	Delicias	9.851,67	9.849,10	1.516,27	
	Dos Ríos	21.866,80	19.567,02	10.874,26	
	San José O Pizote	28.542,75	28.536,44	8.292,16	
	Upala	14.864,65	14.863,34	4.518,31	
	Yolillal	13.962,27	13.674,74	2.462,66	
Subtotal cantón		159.267,40	147.516,20	57.698,28	
Subtotal región		979.040,18	925.521,21	388.687,87	
Pacífico Central	Esparza	Caldera	6.201,75	6.181,36	3.823,81
		Espíritu Santo	1.891,07	1.891,19	898,57
		Macacona	3.412,66	3.412,96	1.938,05
		San Jerónimo	4.914,43	4.914,79	2.676,40
		San Juan Grande	1.870,83	1.870,97	736,40
		San Rafael	3.432,49	3.432,81	1.560,94
	Subtotal cantón		21.723,24	21.704,08	11.634,18
	Garabito	Jacó	14.137,04	14.053,35	8.771,33
		Tárcoles	17.464,01	16.563,49	11.054,00
	Subtotal cantón		31.601,05	30.616,84	19.825,34
	Montes de Oro	La Unión	7.892,81	7.810,75	4.328,95
		Miramar	11.095,63	11.096,06	6.382,58
		San Isidro	5.770,55	5.770,78	2.854,89
	Subtotal cantón		24.758,99	24.677,59	13.566,42
	Orotina	Coyolar	3.647,61	3.647,98	1.162,78
		El Mastate	950,24	950,34	221,32
		Hacienda Vieja	1.690,53	1.690,75	991,21
		La Ceiba	6.066,28	6.066,78	1.878,17
		Orotina	2.156,41	2.156,66	846,00
	Subtotal cantón		14.511,07	14.512,52	5.099,48
Parrita	Parrita	48.321,80	47.783,97	22.361,68	
Subtotal cantón		48.321,80	47.783,97	22.361,68	
Puntarenas	Acapulco	11.090,90	11.090,97	6.463,49	

	Arancibia	4.486,05	4.477,85	2.646,89
	Barranca	3.620,58	3.620,76	1.651,03
	Cóbano	31.926,81	31.129,87	21.117,75
	Chacarita	491,75	464,50	123,45
	Chira	4.201,62	0,00	0,00
	Chomes	11.895,34	11.842,95	5.573,90
	El Roble	793,23	783,77	96,94
	Guacimal	11.494,16	11.411,97	6.418,30
	Isla del Coco	2.352,37	0,00	0,00
	Lepanto	42.430,66	41.952,87	29.075,84
	Manzanillo	5.985,75	5.904,53	3.363,31
	Monte Verde	5.347,17	5.347,16	3.421,63
	Paquera	33.563,38	30.231,81	25.366,80
	Pitahaya	10.954,62	8.877,76	2.793,94
	Puntarenas	3.402,68	2.068,81	609,17
	Subtotal cantón	184.037,07	169.205,59	108.722,45
Quepos	Naranjito	10.533,46	10.535,54	6.852,47
	Quepos	23.604,93	23.453,57	9.322,55
	Savegre	21.647,06	21.591,45	13.340,49
	Subtotal cantón	55.785,44	55.580,57	29.515,50
San Mateo	Desmonte	2.022,26	2.022,52	730,19
	Jesús María	1.865,52	1.865,71	838,16
	Labrador	2.126,02	2.126,19	729,90
	San Mateo	6.489,17	6.489,92	3.288,42
	Subtotal cantón	12.502,97	12.504,34	5.586,67
	Subtotal región	393.241,64	376.585,50	216.311,72
	Total general	5.117.044,76	4.406.637,16	2.227.962,25

Cuadro 6. Exactitud y estadístico Kappa de las validaciones de Cobertura arbórea para cada una de las áreas de conservación de Costa Rica.

AC	Exactitud	Kappa
ACLAC	95,60	0,91
ACOPAC	95,83	0,92
ACTo	93,68	0,87
ACLAP	93,44	0,87
ACAHN	90,25	0,81
ACT	97,34	0,95
ACC	96,47	0,93
ACAT	99,17	0,99
ACG	90,82	0,82
ACOSA	96,17	0,93