



**Informe del Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un
30 por ciento de cobertura arbórea para el año 2018 dentro
del MOCUPP**



CeNAT



PRIAS

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 2 de 50

CONSEJO NACIONAL DE RECTORES (CONARE)

Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT)

Laboratorio PRIAS

Informe del Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea para el año 2018 dentro del MOCUPP

Autores

*Heileen Aguilar Arias
Cornelia Miller Granados
Yorleny Calvo Elizondo
Brandon Blanco Arias
Armando Vargas Céspedes
David Romero Badilla
Yerlin Vargas Solano
Marilyn Ortega Rivera*

Revisión y aprobación

*Cornelia Miller Granados, Directora Laboratorio PRIAS
Francini Acuña Piedra, Geógrafa PNUD*

Diseño de portada

Yorleny Calvo Elizondo

27 de febrero de 2020

San José, Costa Rica

**Informe técnico presentado a PNUD como III Entrega-Informe II del piloto del paisaje
productivo de pastos hasta un 30% de cobertura arbórea**



**Paisajes
Productivos**
Conservar la biodiversidad con producción sostenible



578.7
In43i

Informe del Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea para el año 2018 dentro del MOCUPP / Heileen Aguilar Arias, et al. – Datos electrónicos (1 archivo : 3.000 kb). – San José, C.R. : CONARE - CENAT, 2020.

ISBN 978-9977-77-324-7
Formato pdf, 50 páginas.

1. BIODIVERSIDAD. 2. PAISAJES PRODUCTIVOS. 3. PASTOS. 4. COBERTURA FORESTAL. 5. COSTA RICA. I. Aguilar Arias, Heileen. II. Blanco Arias, Brandon III. Calvo Elizondo, Yorleny. IV. Miller Granados, Cornelia. V. Ortega Rivera, Marilyn. VI. Romero Badilla, David. VII. Vargas Céspedes, Armando. VIII. Vargas Solano, Yerlin IX. Título.



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 3 de 50

Contenido

I.	RESEÑA PROYECTO MOCUPP.....	7
II.	RESUMEN.....	9
III.	INTRODUCCIÓN.....	10
IV.	CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES.....	12
V.	METODOLOGÍA	14
5.1.	Diagrama de flujo de proceso metodológico.	14
5.2.	Revisión literaria	15
5.3.	Identificación y descripción de la zona de estudio.....	15
5.4.	Planificación de toma de puntos de control y validación.....	18
5.4.1.	Definición del tamaño de la muestra de campo.....	19
5.4.2.	Diseño de las rutas de campo.....	21
5.4.3.	Definición de la distancia óptima para la toma de puntos de control	21
5.5.	Muestreo de puntos de control y validación.	21
5.5.1.	Procesamiento de datos	23
5.6.	Tratamiento de imágenes satelitales.....	25
5.7.	Segmentación de imágenes.....	26
5.8.	Clasificación y codificación de segmentos	27
5.9.	Validación	32
5.10.	Elaboración de metadatos y correcciones finales.....	33
VI.	RESULTADOS.....	34
6.1.	Muestreo de puntos de control y validación	34
6.2.	Clasificación y codificación de segmentos	37



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 4 de 50

6.2.1.	Área cubierta por pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en el área de estudio piloto.....	37
6.2.2.	Distribución por cantón para la cobertura de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea	39
6.2.3.	Distribución por distritos para la cobertura de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea dentro de ACLAP	43
VII.	CONCLUSIONES.....	45
VIII.	REFERENCIAS.....	46



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 5 de 50

Indice de cuadros

Cuadro 1. Actividades trimestrales programadas para la ejecución del plan piloto del paisaje productivo de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea..... 12

Cuadro 2. Porcentaje de avance de las actividades trimestrales programadas para el paisaje productivo de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en el área de estudio piloto. 13

Cuadro 3. Estimación del tamaño de la muestra del paisaje productivo de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea por área de conservación..... 20

Cuadro 4. Categorías establecidas durante el procesamiento de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en el área de estudio..... 28

Cuadro 5. Características que deben de contener las columnas creadas dentro de la capa de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea. 31

Cuadro 6. Desglose de las hectáreas de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en los cantones del área de Conservación la Amistad Pacífico Central con presencia de pastos. 39

Cuadro 7. Cantidad de hectáreas de pastos reportados para los cantones de Pérez Zeledón, Buenos Aires y Coto Brus. 40

Cuadro 8. Distribución de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea basado en imágenes Sentinel 2 del año 2018 para los cantones y distritos que se ubican dentro de ACLAP. 44



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 6 de 50

Indice de figuras

Figura 1. Flujograma de trabajo de la metodología para la identificación de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en el área piloto.....	14
Figura 2. Área de estudio del Plan Piloto del proyecto MOCUPP Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea.....	17
Figura 3. Metodología de la toma de datos de campo, del proyecto MOCUPP-Pastos	18
Figura 4. Metodología para el muestreo de puntos de control y validación, proyecto MOCUPP, piloto de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea.	22
Figura 5. Procesos de depuración de la capa final de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea.	30
Figura 6. Distribución de puntos de control para clasificación tomados en el área de estudio para el proyecto MOCUPP Piloto de pastos.....	35
Figura 7. Distribución de puntos de validación utilizados en ACLAP para el proyecto MOCUPP Piloto Pastos.....	36
Figura 8. Porcentaje de cobertura de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea dentro del área piloto.	37
Figura 9. Área total de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en el Área de Conservación la Amistad Pacífico (ACLAP).....	38



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 7 de 50

I. 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, facilite 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).



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 8 de 50

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), 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 y pastos hasta el 30% de cobertura arbórea y 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 de forma gratuita por el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) y son considerados como información de carácter e interés público debido a que: “forma parte de documentos 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.



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 9 de 50

II. RESUMEN

El proyecto Conservando la biodiversidad por medio del manejo sostenible de paisajes productivos en Costa Rica es financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), ejecutado por el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y apoyado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Este proyecto busca generalizar la conservación de la biodiversidad, la gestión sostenible de la tierra y los objetivos de secuestro de carbono hacia los paisajes de producción y los corredores biológicos interurbanos de Costa Rica. Se espera, además, cumplir con varios compromisos ambientales de la agenda nacional; así mismo, difundir la información que se genere, ya que será de orden público y estará disponible para consulta de cualquier usuario en el servidor del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT).

Este proyecto engloba diferentes componentes de desarrollo para llevar a cabo los objetivos planteados. El componente 1, tiene como razón de ser la ejecución del proyecto Monitoreo de Cambio de Uso de los Paisajes Productivos (MOCUPP), el cual es una herramienta de gestión del territorio innovadora, que utiliza tecnología satelital para monitorear el cambio de uso en paisajes productivos. Como líder de este componente se encuentra el Laboratorio PRIAS, quien tiene como rol orientar parte de su recurso humano y técnico en la elaboración de los mapas de palma aceitera, piña y pastos hasta el 30% de cobertura arbórea, de manera anual, tanto a nivel de ubicación de las áreas cubiertas con los cultivos; así como, el análisis de pérdida y ganancia de la cobertura forestal asociada a estos.

Este informe contempla los aspectos técnicos que mediaron en la elaboración de la capa piloto del cultivo de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea, que abarcó los cantones de Pérez Zeledón, Buenos Aires y Coto Brus que conforman parte de Área de Conservación la Amistad Pacífico, en donde se identificaron 111.503,96 hectáreas cubiertas por este paisaje productivo. La metodología desarrollada durante el proceso se aplica actualmente para la identificación de la totalidad del paisaje productivo de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en todo el territorio nacional.



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 10 de 50

III. INTRODUCCIÓN

Costa Rica es reconocido a nivel mundial por ser uno de los países con destacada proyección en el ámbito ambiental; esto se refleja en la diversidad de compromisos que se adquieren en materia, tanto a nivel nacional como internacional. Un ejemplo de ello, es en el compromiso adquirido en el año 2014 mediante la firma de la declaración de Nueva York sobre los Bosques (ratificada por otras declaraciones como lo es la Declaración de Amsterdam), misma que incluye la participación de 37 gobiernos internacionales entre los que destacan Estados Unidos, la Unión Europea, Corea y Alemania. Esta iniciativa busca reducir a la mitad la tasa de pérdida de los bosques para el año 2020 y procurar en el año 2030 niveles de cero deforestaciones; además, impulsar una cadena productiva enfocada a la reducción de emisiones asociadas a la deforestación y la degradación forestal mediante políticas ambientales entre los principales países comerciantes (United Nations, 2014).

Como parte de las gestiones que llevan a cabo las instituciones en Costa Rica para generar datos que ayuden a la toma acciones enfocadas en el cumplimiento de los objetivos de la declaración, yace la consolidación del proyecto “Monitoreo de cambio de uso en paisajes productivos” (MOCUPP); como una herramienta de gestión, en los territorios dedicados al desarrollo de materias primas agrícolas. La estrategia del mismo, se basa en la articulación interinstitucional del laboratorio PRIAS-CeNAT, la Dirección de Registro Nacional (DRI) y la unidad del Instituto Geográfico Nacional con el fin de aprovechar y optimizar recursos y habilidades técnicas; por otra parte, el Centro Nacional de Información Geoambiental del MINAE (CENIGA) es el coordinador del componente 1 y el referente institucional del proyecto. El MOCUPP se enfoca en la creación de capas y datos geoespaciales relacionados a tres de los principales sistemas productivos en el país como lo son piña, palma aceitera y pastos hasta el 30% de cobertura arbórea (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2015).



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 11 de 50

La actividad ganadera en Costa Rica es considerada a través de la historia, como uno de los sistemas productivos de mayor importancia económica y social en el desarrollo del país; principalmente en la generación de divisas y empleo directo e indirecto en las zonas rurales (Castro, 2016). A nivel nacional, las actividades agropecuarias representan un 47,1% de la superficie del país con un total de 2.406.418,4 ha; de las cuales 1.044.910,6 ha corresponde a pastos (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2015).

Dada la importancia de los sistemas productivos y la visión ambiental que asume el país, se hace imprescindible aplicar tecnologías que impulsen el monitoreo de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea dentro del territorio nacional; con herramientas de bajo costo y de fácil acceso. En ello radica la utilización de datos de sensores remotos gratuitos de resolución media como Landsat 8 y Sentinel 2 y las herramientas de observación de la tierra para la identificación y creación de mapas de coberturas y usos del suelo.

La clasificación de coberturas y usos de suelo, al ser interpretada por medio de imágenes satelitales de forma manual genera datos aproximados de la realidad del terreno. Para lo cual se han utilizado, en este estudio, mecanismos nuevos, como los algoritmos de segmentación, que aceleran los procesos de forma eficiente, en menor tiempo y a bajo costo. Los algoritmos de segmentación realizan una división de la imagen en regiones u objetos pequeños que son analizados y clasificados según los atributos espectrales y relaciones espaciales Reyna & Gossweiler (2011). Lo cual facilita la generación de datos para su posterior uso y publicación.

El objetivo principal de este estudio fue el desarrollo de una metodología para identificar la cobertura total de paisajes productivos de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea sobre un área piloto que incluyó los cantones de Pérez Zeledón, Buenos Aires y Coto Brus, que conforman parte del Área de Conservación la Amistad Pacífico como enfoque del MOCUPP para apoyar los esfuerzos del Componente 2 del proyecto Paisajes Productivos y sus posibles aplicaciones para el desarrollo de la cobertura del paisaje productivo de todo el territorio nacional.



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II							
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea							
	Fecha: 27/02/2020							
	Página 12 de 50							

IV. CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES

En el Plan de trabajo presentado en el 2018 para el proyecto general “Conservando la biodiversidad por medio del manejo sostenible de paisajes productivos en Costa Rica-MOCUPP, se asignaron las actividades que se muestran en el **Cuadro 1**, para el cultivo específico de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea como estudio piloto, el cual es abordado en este informe.

Cuadro 1. Actividades trimestrales programadas para la ejecución del plan piloto del paisaje productivo de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea.

Actividad/Trimestre	2018			2019				2020
	II	III	IV	I	II	III	IV	I
Plan Piloto								
Pre-procesamiento de datos		x						
Giras de campo NANTI MOCUPP			x	x				
Giras puntos control validación clasificación		x	x	x				
Digitalización y desarrollo de cobertura total de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea, plan piloto			x	x	x	x		
Validación de la cobertura						x	x	
Publicación en el SNIT								x
Entrega Informe				x				x

De las actividades mencionadas anteriormente se presenta en el **Cuadro 2** el porcentaje de avance para cada una de ellas y los comentarios generales a razón de generalizar y justificar dicho avance.



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 13 de 50

Cuadro 2. Porcentaje de avance de las actividades trimestrales programadas para el paisaje productivo de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en el área de estudio piloto.

Actividad	Porcentaje de avance	Comentarios
Pre-procesamiento de datos	100%	Se encuentran descargadas en el set de almacenamiento, corregidas atmosféricamente, unidas y cortadas con el área de estudio, las imágenes disponibles para el año 2018 tanto Landsat 8 como Sentinel 2 para los meses de menor nubosidad. Se utilizó el archivo shape de cantones disponible en el SNIT para la realización de estos procesos.
Giras de campo NANTI MOCUPP	100%	Se realizó una gira de entrenamiento para delimitar el pixel de Landsat y Sentinel con la realidad del terreno observada, este material fue utilizado como insumo en el taller de trabajo para la definición conjunta de la capa de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea.
Giras puntos control validación - clasificación	100%	En el mes de diciembre de 2018 se completó el total de giras programadas (siete giras). Durante la última semana de marzo 2019 se completaron las áreas que estaban pendientes.
Digitalización y desarrollo de cobertura total de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea	100%	Luego de los trabajos previos realizados y analizando la información disponible para el país, se identifica la necesidad de clarificar el término de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea con diferentes expertos, para ser utilizado en la clasificación de las imágenes. Para aclarar este punto se llevó a cabo el taller “Definición conjunta de criterios que permitan construir la capa de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea, dentro de las herramientas del MOCUPP”. Este taller se realizó el 6 de marzo de 2019 y a partir de los resultados de este taller se trabajó en la definición que permita al equipo técnico desarrollar la capa de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en el área de estudio piloto y en el futuro cercano, del país. La memoria de este taller se entregó el día martes 16 de julio del 2019 se hizo entrega de la memoria del Taller de Pastos a todos los participantes. Se utilizó la metodología de LCCS de FAO. Así mismo, se encontraron 111.503,96 hectáreas de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en el área de estudio.
Validación de la cobertura	100%	Los resultados de la validación dieron un porcentaje de exactitud de 90% y un estadístico kappa de 0,80.
Publicación en el SNIT	100%	Por acuerdos entre PNUD, MINAE y PRIAS se realiza el lanzamiento de las capas para los paisajes productivos de MOCUPP en el 2020; sin embargo, desde diciembre 2019 los datos están disponibles en el Geoserver del PRIAS.
Entrega Informe de avance	100%	Esta actividad contempla la entrega de este documento.



V. METODOLOGÍA

5.1. Diagrama de flujo de proceso metodológico.

En la **Figura 1** se muestra el flujograma correspondiente al desarrollo de la metodología de trabajo para elaborar la capa de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea para el área de estudio Piloto.

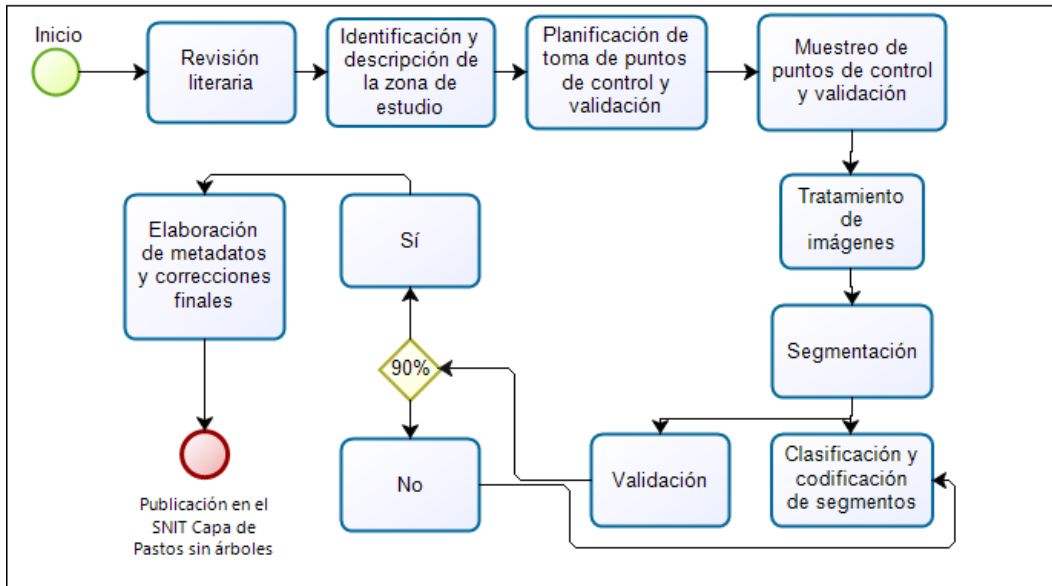


Figura 1. Flujograma de trabajo de la metodología para la identificación de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en el área piloto.

A continuación se explican cada uno de los procesos del flujograma de trabajo y las diferentes técnicas que comprende cada proceso individualmente.

<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 15 de 50

5.2. Revisión literaria

En este proceso es necesario realizar una revisión de las últimas técnicas aplicadas para el tratamiento de los sensores remotos empleados durante el estudio, así mismo, una verificación de los últimos complementos utilizados en los programas de cómputo para el pre y post procesamiento de los datos de dichos sensores. Además, es conveniente indagar acerca de los datos publicados por las instituciones con respecto a áreas plantadas o sembradas del paisaje productivo bajo estudio, con el fin de utilizar estos insumos en la etapa de la planificación del trabajo de campo y el análisis posterior de la información.

5.3. Identificación y descripción de la zona de estudio

En este proceso es adecuado que se realice una identificación del área de estudio; así como, una descripción basada en la revisión de diferentes fuentes literarias como parte de la investigación inicial. Esta información es fundamental para analizar los momentos en los cuales se puede realizar las giras de campo, y contar con información de la cantidad de áreas productivas en la zona como información de importancia para el análisis de las coberturas en función de los tipos de uso del suelo y las relaciones de pérdida y ganancia.

Para el desarrollo del proyecto “*Conservando la biodiversidad por medio del manejo sostenible de los paisajes productivos en Costa Rica-MOCUPP-Piloto Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea*” se seleccionó un área de estudio de interés para los diferentes componentes del proyecto de Paisaje Productivos, esta área abarca los cantones de Pérez Zeledón, Buenos Aires y Coto Brus (**Figura 2**) como plan piloto, ya que conforman parte del Área de Conservación La Amistad Pacífico (ACLAP), la cual es parte de las áreas de interés del proyecto Paisajes Productivos dentro del Componentes 2; lo anterior, con el objetivo de establecer el diseño de la metodología de identificación de este paisaje productivo.

El Área de Conservación la Amistad Pacífico cuenta con una extensión de 5.557,9 km², la cuál abarca la mayor parte de la Cordillera de Talamanca hasta la frontera con Panamá. Está conformada por siete cantones; sin embargo, el 94% del área, lo comprenden los cantones de Pérez Zeledón, Buenos Aires y Coto Brus. El otro 6% del área está cubierta por los cantones de Talamanca, Limón, Turrialba y Paraíso.



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 16 de 50

Dentro de ACLAP se localizan Áreas Silvestres Protegidas de gran importancia para el país como la Reserva Forestal los Santos, el Parque Internacional la Amistad, el Parque Nacional Chirripó, la Zona Protectora las Tablas, los refugios nacionales de vida silvestre Montaña del Tigre, Río General y Longo Mai; así como los humedales de San Vito y Lacustrino Laguna del Paraguas. Razón por la que es considerada una zona con gran diversidad de ecosistemas y variedad de microhábitat.

La **Figura 2** muestra el mapa con la ubicación del Área Piloto, correspondiente a la zona de estudio de este proyecto.



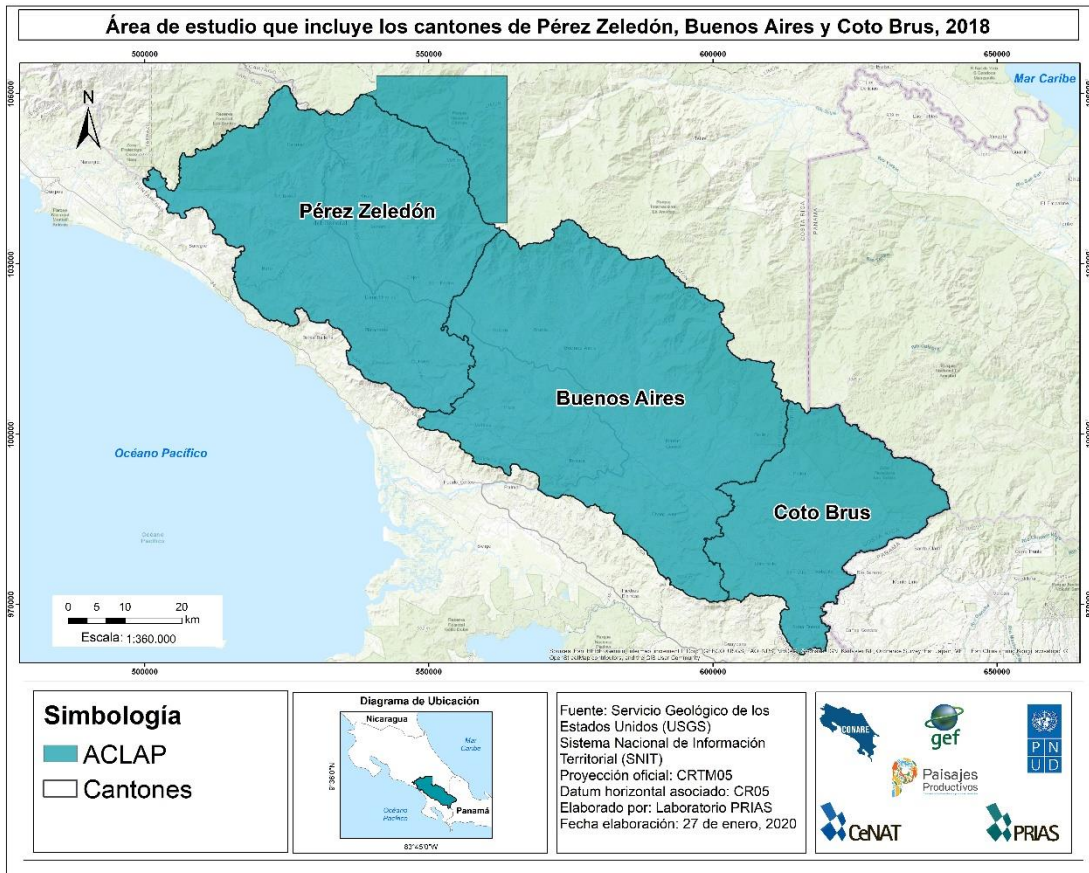


Figura 2. Área de estudio del Plan Piloto del proyecto MOCUPP Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea.

5.4. Planificación de toma de puntos de control y validación.

Las giras de campo que se llevan a cabo durante la ejecución del proyecto son de gran importancia para tener información exacta de la cobertura y uso del suelo relacionado al paisaje productivo de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea, sujeto de estudio. Esto permite realizar una mejor interpretación de las imágenes satelitales durante el proceso de creación de las capas vectoriales del paisaje productivo en estudio. Por esto, para una correcta ejecución de las giras de campo, es esencial que se lleve a cabo una buena y detallada planificación previa. En la **Figura 3** se muestra la metodología utilizada para la planificación y muestreo de las giras de campo del plan piloto.



Figura 3. Metodología de la toma de datos de campo, del proyecto MOCUPP-Pastos

<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 19 de 50

5.4.1. Definición del tamaño de la muestra de campo

La cantidad de puntos que se toman en las giras de campo debe ser una muestra representativa de la zona de estudio, tomando en cuenta los parámetros de interés a desarrollar en el proyecto.

De acuerdo con Chuvieco (2010), una imagen clasificada en donde la variable es categórica y no cuantitativa, se recomienda utilizar una distribución binomial de probabilidad. Por esto, para el cálculo de la cantidad de puntos de campo se empleó la fórmula que se utiliza para validación, con ello se estima un valor de puntos necesarios a coleccionar en campo y de acuerdo al criterio experto del Laboratorio PRIAS se multiplicó este valor por dos para obtener información de campo suficiente para utilizar en los procesos de clasificación y validación, y así maximizar el aprovechamiento de las giras de campo.

La fórmula está dada por:

$$n = \left(\frac{z^2 pq}{L^2} \right) * 2 \quad \text{Fórmula 1}$$

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 $((1-p) \times 100)$

L: El nivel permitido de errores



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 20 de 50

Con el uso de la Fórmula 1 se elaboró el **Cuadro 3** de estimación de puntos mínimos para el paisaje productivo de pastos hasta el 30% de cobertura, para hacer estos cálculos se utilizaron aproximaciones de hectáreas de pastos por Área de Conservación basado en los resultados del Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) (INEC, 2015)

Cuadro 3. Estimación del tamaño de la muestra del paisaje productivo de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea por área de conservación.

Área de Conservación	Hectáreas	Porcentaje de hectáreas (%)	Tamaño de la muestra (n)	Total de puntos
ACLAP	60.000	18,46	231	463
ACAHN	60.000	18,46	231	463
ACAT	50.000	15,38	200	400
ACC	5.000	1,54	23	47
ACG	30.000	9,23	129	258
ACLAC	5.000	1,54	23	47
ACOSA	5.000	1,54	23	47
ACOPAC	20.000	6,15	89	177
ACT	50.000	15,38	200	400
ACTo	40.000	12,31	166	332
Total	325.000	100	1316	2632

Al no conocer la distribución geográfica exacta y no contar con polígonos representativos de este paisaje productivo, estos cálculos fueron la fuente para la planificación de las giras de campo, en el proceso de validación fue necesario estimar nuevamente el tamaño de la muestra para determinar el dato efectivo para asegurar los resultados con un nivel de exactitud del 90%. Para las otras coberturas se estimó un mínimo de 60 puntos por categoría de uso/cobertura evaluada en campo, basado en el criterio de los investigadores del Laboratorio PRIAS y el expertise de los mismos.



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 21 de 50

5.4.2. Diseño de las rutas de campo

Establecido el tamaño de la muestra para el paisaje productivo de pastos, se trazaron las rutas delimitadas por ACLAP. Las rutas fueron diseñadas con el objetivo de recorrer la mayor cantidad de área posible y obtener puntos de cobertura y uso en toda el área de estudio.

Primeramente, con ayuda de Google Earth Pro se analizó el área de estudio y se colocaron puntos de interés. Las rutas se diseñaron utilizando las rutas y caminos principales del país con los cual se tuvo como base Google Maps. Una vez obtenidos los puntos dentro de ACLAP por medio del software libre QGIS 3.4.1 se trazaron las rutas siguiendo los puntos y verificando que los caminos fueran accesibles según la información de Google Maps.

Generadas las rutas en QGis, se exportaron en formato .kml para ser utilizadas en el campo por medio de la aplicación de Google My Maps.

5.4.3. Definición de la distancia óptima para la toma de puntos de control

Luego de realizar diferentes pruebas en campo, se estableció hacer la toma de puntos de control de acuerdo a una distancia fija sobre la ruta y no por el cambio de coberturas, esto para incluir el factor aleatorio en los datos y evitar que se vean alterados por la percepción del equipo técnico. La distancia definida como óptima fue de dos kilómetros entre punto y punto.

5.5. Muestreo de puntos de control y validación.

La recolección de los puntos en campo se realizó mediante un receptor de señales satelitales llamado Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés), permitiendo un error de ± 5 metros.

En esta fase del proyecto se procedió a recorrer en campo las rutas planificadas, se tomaron puntos de control cada dos kilómetros, la distancia entre cada punto se midió utilizando el odómetro del vehículo.



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 22 de 50

Para la recolección de puntos de control y validación, en el trabajo de campo se utilizó como referencia el camino o la calle tomando un solo punto (denominado punto central), con el GPS y anotando su cobertura y uso correspondiente en el formulario para datos de campo. Este punto se clasificó como infraestructura si fue tomado directamente sobre la calle; o bien, si era posible, se ingresó al sitio cercano distinto de infraestructura y se identificó la cobertura observada en el momento. El resto de puntos colectados fueron proyectados a partir de este punto central.

Para tener un orden adecuado en la toma de puntos de campo, se estableció anotar siempre en primer lugar las coberturas del lado derecho de la calle (según la dirección en la que se recorría la ruta en ese momento). De esta manera, se anotó la información de cobertura y uso del suelo a los 50, 100 y 150 metros del punto central, se obtuvo el azimut por medio de una brújula y se tomaron fotografías en esta dirección. Así mismo, esta información se recolectó para el lado izquierdo de la calle, por lo que las coberturas y usos correspondían al azimut contrario con una diferencia de 180°.

En la **Figura 4** se ilustra la metodología descrita anteriormente para la obtención de los puntos de muestreo y validación del proyecto.



Figura 4. Metodología para el muestreo de puntos de control y validación, proyecto MOCUPP, piloto de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea.

<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 23 de 50

La información anotada en campo correspondió a la cobertura según la Clave para Clasificación de cobertura de la Tierra de SIMOCUTE ((Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA), 2018) (Anexo 2) y el uso, a partir de una adaptación del uso del suelo de FAO (Land use/cover classification) (Anexo 3) (FAO, 2012). Cada cobertura y uso tienen asociado un código, por lo que esta información fue la que se registró una vez tomado el punto.

5.5.1. Procesamiento de datos

Para el procesamiento de los datos obtenidos en campo se realizaron los siguientes tres pasos.

a) Descarga de puntos

La descarga de los puntos del GPS se realizó por medio del programa *Garmin Base Camp*. De esta manera se obtuvo la información de campo en las unidades colectadas por el GPS correspondientes a coordenadas geográficas (hddd.ddddd°, Datum WGS84) y la altura en metros sobre el nivel del mar de cada uno de los puntos centrales tomados en campo.

b) Digitar datos de campo

La información colectada en campo se digitó en una hoja de excel, a partir de un formulario previamente diseñado. Adicional a esta información se agregó una columna con el nombre del uso correspondiente al código asignado, según la clasificación de FAO. Mientras que en el caso de la cobertura esta queda asociada únicamente al código anotado en campo. Además, para el procesamiento de los datos es necesario que las coordenadas geográficas se encuentren en el sistema de proyección CRTM05 y que el azimut sea transformado a radianes.



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 24 de 50

c) Reproyectar puntos

Debido a que en campo únicamente se tomó el punto central con el GPS, es necesario reprojectar los puntos de las coberturas y usos que fueron estimados a una distancia de 50, 100 y 150 metros del punto central. Para esto se utilizaron las siguientes fórmulas:

Coordenada X reprojectada:

$$X_{reprojectada} = SEN(a) \times d + X$$

Coordenada Y reprojectada:

$$Y_{reprojectada} = COS(a) \times d + Y$$

Donde:

a: azimut transformado a radianes.

d: la distancia correspondiente a la que se encuentra del punto central ya sea 50, 100 o 150 metros.

X: coordenada geográfica X del punto central.

Y: coordenada geográfica Y del punto central.

Luego de tabular toda la información, se procede a guardar el archivo como un CSV (delimitado por comas) (*.csv). Este puede ser cargado al programa QGIS. Sólo se debe asegurar que, en las opciones de las coordenadas del punto en el momento de cargar el archivo, se seleccionen las coordenadas X y Y reprojectadas. Una vez cargados en QGIS se realiza una revisión general de los puntos reprojectados, utilizando imágenes de alta resolución y la imagen Sentinel 2 correspondiente al año de estudio para verificar que exista congruencia entre lo anotado en campo, basado en la estimación del observador, y lo que muestran los insumos mencionados, para evitar posibles errores de cobertura/uso asociados a la estimación de las distancias. Estos puntos son utilizados luego como un insumo base para el desarrollo del proyecto, ya que contiene la información real de la cobertura y el uso del suelo, además de las observaciones adicionales realizadas en campo.



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 25 de 50

5.6. Tratamiento de imágenes satelitales.

El pre-procesamiento de las imágenes satelitales es fundamental al trabajar con sensores remotos, de modo que se puedan identificar y corregir los errores radiométricos, geométricos o bien atmosféricos, que se generan en la imagen como producto de la interacción con la atmósfera y el sensor.

Para llevar a cabo la elaboración de la capa de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea de en el área de estudio se utilizaron imágenes del sensor Sentinel 2, las cuales han sido corregidas radiométricamente y atmosféricamente por la Agencia Espacial Europea. Adicional a ello, con el software SNAP se realizó una combinación de bandas para formar una imagen a color natural o a falso color según se requiera. Así mismo, las imágenes del sensor Landsat 8 fueron sometidas a la corrección radiométrica y atmosférica por parte del equipo técnico del Laboratorio PRIAS utilizando la metodología descrita por (Aguilar-Arias, Mora-Zamora, & Vargas-Bolaños, 2014); estas imágenes fueron utilizadas como insumos complementarios para la clasificación y codificación de segmentos. La corrección radiométrica se enfoca principalmente en la restauración de líneas y píxeles perdidos, lo que ayuda en la interpretación de imágenes, especialmente cuando se realiza análisis digital (Chuvieco, 2010).

Por otro lado, adicional a las correcciones y como tratamiento final, se procedió a elaborar un “mosaico de imágenes”, utilizando las imágenes de Sentinel 2 con menor cobertura de nubes para el año 2018, este proceso se realizó previo a la segmentación de imágenes utilizando la herramienta Mosaic to new raster del software ArcGIS. El procedimiento general para el tratamiento de imágenes satelitales se muestra en el manual “Procesamiento de imágenes Sentinel 2 Arcgis.pdf”



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 26 de 50

5.7. Segmentación de imágenes

A partir de las imágenes satelitales seleccionadas se procedió a aplicar el método de segmentación de imágenes. Este método consiste en el análisis de imágenes orientado a objetos, de manera que la imagen es dividida en regiones u objetos que luego pueden ser clasificados con base a sus atributos espectrales y relaciones espaciales (Liu, Guo, & Kelly, 2008).

Para realizar la segmentación se utilizó el software Berkeley Image Seg Wizard. Este software utiliza los siguientes 3 parámetros:

- Umbral: define el tamaño relativo de los segmentos a crear.
- Forma: es un valor entre 0,1 y 0,9; permite definir si se prefieren formas redondeadas (valores altos, cercanos a 1) o formas alargadas (valores bajos cercanos a 0).
- Compacidad: es un valor entre 0,1 y 0,9 que establece si la segmentación tendrá bordes suavizados (valores altos, cercanos a 1) o bordes dentados (valores bajos, cercanos a 0).

Estos parámetros fueron valorados con diferentes pruebas utilizando las siguientes combinaciones para umbral_forma_compacidad:

- 80_0,2_0,8
- 100_0,6_0,2
- 140_0,2_0,2
- 140_0,2_0,8
- 140_0,6_0,2
- 200_0,5_0,5
- 200_0,9_0,9



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 27 de 50

De los resultados que se obtuvieron por segmentos se valoró un total de 30 puntos distribuidos al azar asignando a cada uno una categoría (deficiente, malo, regular y bueno) según su calidad y semejanza con la realidad. Con respecto a este proceso los valores que mejor se obtuvieron fueron los parámetros de 100_0,6_0,2 los cuales fueron aplicados por el segmentador de imágenes con los datos del sensor Sentinel 2 de año 2018.

5.8. Clasificación y codificación de segmentos

Basado en los resultados del Taller de trabajo “Definición conjunta de criterios que permitan construir la capa de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea dentro de la herramienta MOCUPP”, llevado a cabo en marzo del 2019 y complementado con el trabajo de campo realizado basado en las categorías de FAO (2016) y SIMOCUTE, se construyó una leyenda para la identificación, clasificación y codificación de los polígonos generados a partir de los procesos de segmentación de los mosaicos de imágenes Sentinel 2, la leyenda se creó utilizando la versión 3 del software Land Cover Classification System (LCCS3) de FAO, (2016). La descripción a detalle para la elaboración de la leyenda y el proceso de codificación de los segmentos se adjunta en el documento llamado “Segmentación y aplicación del complemento LCCS3” adjuntos con este informe.

La leyenda utilizada fue construida por el equipo de trabajo basado en la información propia que se logra determinar con la resolución de las imágenes Sentinel 2 y los recursos adicionales como datos de campo y otros elementos vectoriales y raster complementarios. El **Cuadro 4** resume la leyenda utilizada y la definición según FAO, SIMOCUTE, Corine Land Cover para cada una de las categorías.



Cuadro 4. Categorías establecidas durante el procesamiento de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en el área de estudio.

Categoría	Descripción breve	Código	Definición PRIAS
Bosque	Terrenos cubiertos de bosque	101	Comprende ecosistemas nativos, intervenidos o regenerados que ocupan una superficie mínima de 0,5 hectáreas y una cobertura de dosel (cerrado o abierto) mayor o igual al 70% del área de bosque. Esta incluye yolillales, manglares, páramos, bosque primario y secundario (deciduo o siempre verde).
Plantación forestal	Cultivo de árboles maderables	102	Áreas constituidas de árboles nativos o exóticos, sembrados o plantados de forma artificial y con una distribución espacial homogénea.
Pasto arbolado	Potreros con árboles (30-70%)	201	Tierras cubiertas por pastos naturales o establecidos con una cobertura de copa de árboles o arbustos mayor al 30% y menor al 70% del área.
Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea	Potreros limpios (>30%)	301	Tierras cubiertas por pastos naturales o establecidos, dedicadas al pastoreo y/o corta de forraje. La cobertura de copa de árboles o arbustos es inferior al 30% del área de pastos.
Cultivos	Cultivo de alimentos	302	Terrenos destinados para la producción de materias primas agroalimentarias. Pueden ser cultivos anuales, permanentes, mixtos, en rotación o barbecho.
Playas y arenas	Terrenos cubiertos por arena y piedra	303	Terrenos bajos y planos constituidos por suelos arenosos y pedregosos, generalmente desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de matorral ralo y bajo. Se trata principalmente de las playas litorales y las playas de ríos o bancos de arena de los ríos (Instituto Nacional de Transferencia Agropecuaria (INTA), 2015).
Infraestructura	Áreas de construcción	304	Corresponde a las áreas en las que el ser humano ha desarrollado elementos constructivos, redes de comunicación y espacios verdes que componen el tejido urbano; tanto continuo como discontinuo.
Aguas continentales	Cuerpos de agua	401	Comprenden cuerpos de agua que se encuentran en forma natural o artificial, permanentes, intermitentes o estacionales localizados en los bordes marinos y al interior del continente.

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 29 de 50

Categoría	Descripción breve	Código	Definición PRIAS
Nubes	Áreas de nubes	601	Zonas cubiertas por nubes.
Sombras de nubes	Áreas de sombra de nubes	602	Zonas cubiertas por sombras de nubes y nubes ralas.
Otros tipos de pastos	Pastos naturales (sabanas) y pastos con mucha cobertura vegetal	305	Se refiere aquellas áreas con cobertura herbácea que no cumplen con las definiciones de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea o pasto arbolado, como por ejemplo las sabanas y los terrenos encharralados.
Desconocido	No cumple ninguna de las descripciones anteriores	701	Comprenden todas aquellas áreas identificadas como suelo desnudo, minería, mar, pantano, humedales que no sean pastos y superficies fuera del país.

A partir de la leyenda creada con la herramienta de (Food and Agriculture Organization (FAO), 2016), se utiliza el complemento de QGIS Basic Coder, para efectuar la clasificación de los polígonos, el manual que describe este proceso se entrega con este informe. Esta clasificación conlleva un proceso de depuración, antes de ser validada la información, este proceso incluye la utilización de la capa de Áreas Silvestres Protegidas en donde se verifica que existan el paisaje productivo extrayendo únicamente los polígonos que corresponden a esta clase y no se clasifican todos los polígonos dentro de el ASP, así mismo se utiliza la capa del Inventario Nacional de Humedales 2016-2018 disponible en el SNIT para verificar que el área que se está clasificando no corresponde a humedal en caso que suceda se agrega la descripción en una columna adicional, además se hacen revisiones sobre las nubes, los dordes de la capa y dentro de la clasificación se utiliza una categoría de Reclasificar, en la cual si el interprete no está seguro clasifica el polígono en esta clase y hasta tener información adicional lo categoriza para la capa final. Se muestra en la **Figura 5** la descripción de los procesos en detalle.





Figura 5. Procesos de depuración de la capa final de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea.

Adicional a lo anterior, para estandarizar el trabajo realizado con respecto a los productos vectoriales, cada polígono debe contar con su propio atributo para ello se utilizó la herramienta multiparte a monoparte, asimismo se le aplicó la herramienta corregir geometrías, para evitar problemas al momento de realizar ediciones sobre la misma, ambas herramientas se aplicaron con el software QGIS.

Las características que debe contener las columnas de la capa se especifican a continuación.

Cuadro 5. Características que deben de contener las columnas creadas dentro de la capa de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea.

Columna	Tipo	Longitud	Precisión	Expresión
COD_CLASE	Texto	10	-	-
AREA_HA	Decimal real	20	2	\$area/10000
OBS	Texto	100	-	La primera letra debe ir en mayúscula, las palabras separadas con espacios, sin tildes ni eñes.

<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 32 de 50

5.9. Validación

De los datos recolectados en campo, el 50% se utiliza para realizar la validación de la clasificación. Esto mediante una matriz de confusión que permita determinar su exactitud y precisión basado en la metodología de Chuvieco (2010).

Para el proceso de validación, se aplicó nuevamente la fórmula para definir el tamaño de la muestra (Fórmula 1), dado que anteriormente la muestra fue estimada para la realización del trabajo de campo, con datos estimados basado en la información del CeNAGRO del INEC (2015). Para esta etapa de validación se trabaja sobre los valores de las áreas realmente encontradas o clasificadas según el uso observado en la imagen. Además, la validación es calculada con un nivel de confiabilidad de 90%. En los casos que el tamaño de la muestra es inferior a lo calculado durante la etapa de campo, se aplica un “Random Sample” para generar más puntos aleatorios y llegar al nivel de confianza buscado.

Una vez recalculados los puntos se crea la base de información en un archivo de base de datos (.dbf) que puede ser utilizado en excel o en un programa SIG, con esta base se van validando los puntos de campo contra los usos clasificadas en la imagen. Una vez generada esta base, se calcula la matriz de error, la exactitud del productor, del usuario y la exactitud global y sobre ello el estadístico kappa. Este valor es un coeficiente que refleja el nivel de concordancia inter-observador con valores entre +1 y -1, mientras más cercano a +1 mayor es el nivel de concordancia inter-observador. Los valores superiores a un 90% para el caso de la matriz son aceptados y se asumen parte del error esperado, los valores inferiores a ello son retornados al proceso para ser corregidos y clasificados nuevamente hasta alcanzar la exactitud deseada.

Todo el proceso de validación lo realiza un investigador del Laboratorio PRIAS que no participó del proceso de clasificación y codificación de los segmentos, para evitar el sesgo en la interpretación de los datos.



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 33 de 50

5.10. Elaboración de metadatos y correcciones finales

Para finalizar con el proceso de la elaboración de la capa de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea se aplicaron seis procesos de depuración de la información que resume la **Figura 5**.

Otro paso importante en esta fase del proyecto es revisar los polígonos clasificados como pastos hasta el 30% de cobertura arbórea y editarlos de ser necesario si se detecta alguna otra cobertura que no corresponde. Además, se debe asegurar que los polígonos con características particulares tengan sus respectivas observaciones; por ejemplo, el caso de áreas en que se tiene la certeza que el uso es para ganadería, pero se detectaron características de humedal de acuerdo a la capa del Inventario Nacional de Humedales 2016-2018. Así mismo, durante este proceso se corrigen los errores de topología en los archivos vectoriales finales y se crean los metadatos para cada archivo basado en los estándares del SNIT (ISO/TC 211). Los metadatos son elaborados a partir de la herramienta libre llamada Geoserver, se adjunta adicional con este informe el “Manual para la elaboración de metadatos”.



Paisajes Productivos
Conservar la biodiversidad con producción sostenible



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 34 de 50

VI. RESULTADOS

6.1. Muestreo de puntos de control y validación

Durante los años 2018 y 2019 se llevaron a cabo las giras de campo correspondientes a la toma de puntos de campo para ser utilizados como insumo por el personal técnico a cargo de la identificación, clasificación y codificación de los segmentos, de acuerdo a las clases observadas en las imágenes; así mismo, en las giras de campo se colectaron los puntos que se utilizaron como parte de la información para la validación de los resultados de clasificación de imágenes.

El total de puntos colectados en campo corresponde a 705 puntos centrales. Los cuales fueron re proyectados basado en datos de campo adicionales con lo que se generaron un total de 3774 puntos de control con uso y cobertura capturada en campo. De esta cantidad se utilizaron 1885 puntos para clasificar y 1889 puntos para validar, los puntos para validar fueron complementados con 185 puntos generados aleatoriamente con un SIG, debido a que no fue posible completar el tamaño necesario de la muestra con solo los puntos de campo, para un total de 2074 puntos para validación. La **Figura 6** muestra la distribución de los puntos colectados en campo para clasificar los usos de acuerdo a las categorías evaluadas a partir de la segmentación. La **Figura 7** muestra la distribución de puntos utilizados para la validación de la capa de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea.



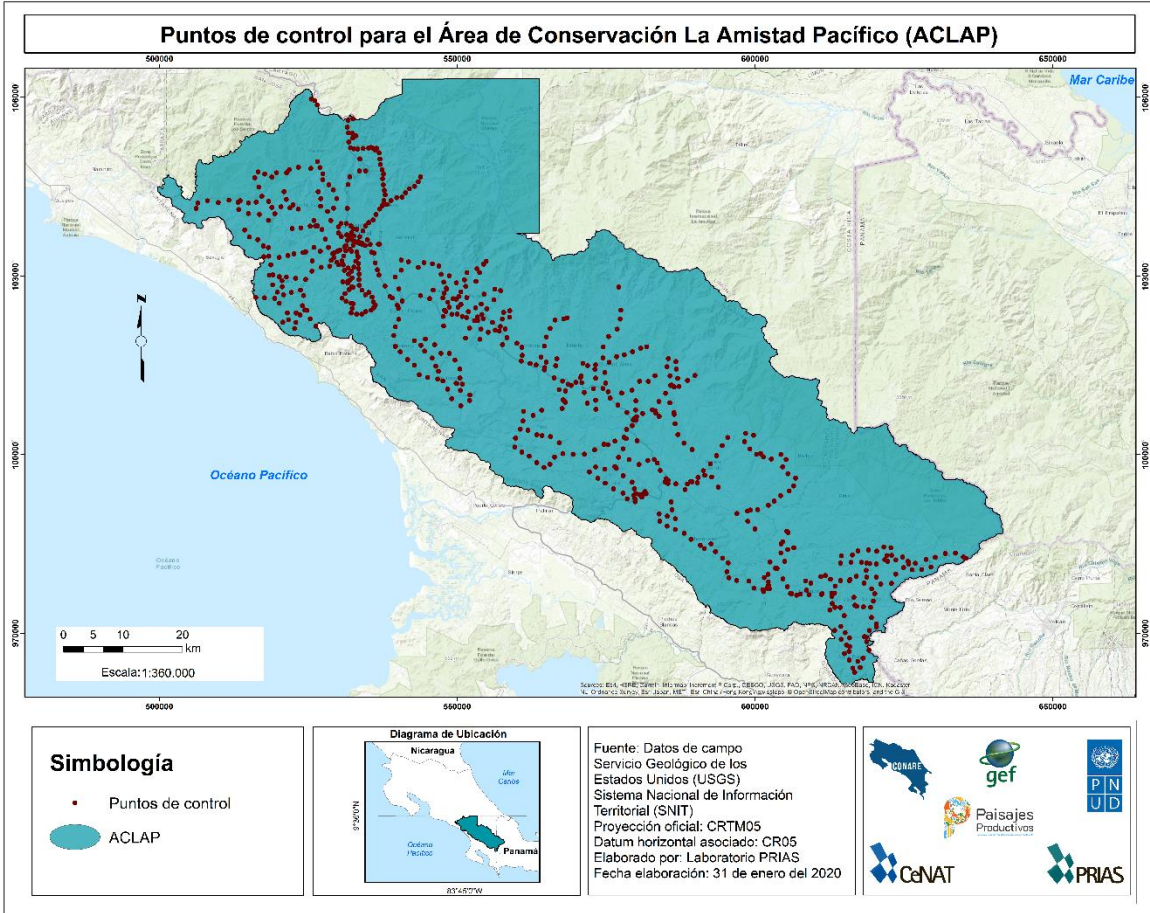


Figura 6. Distribución de puntos de control para clasificación tomados en el área de estudio para el proyecto MOCUPP Piloto de pastos.

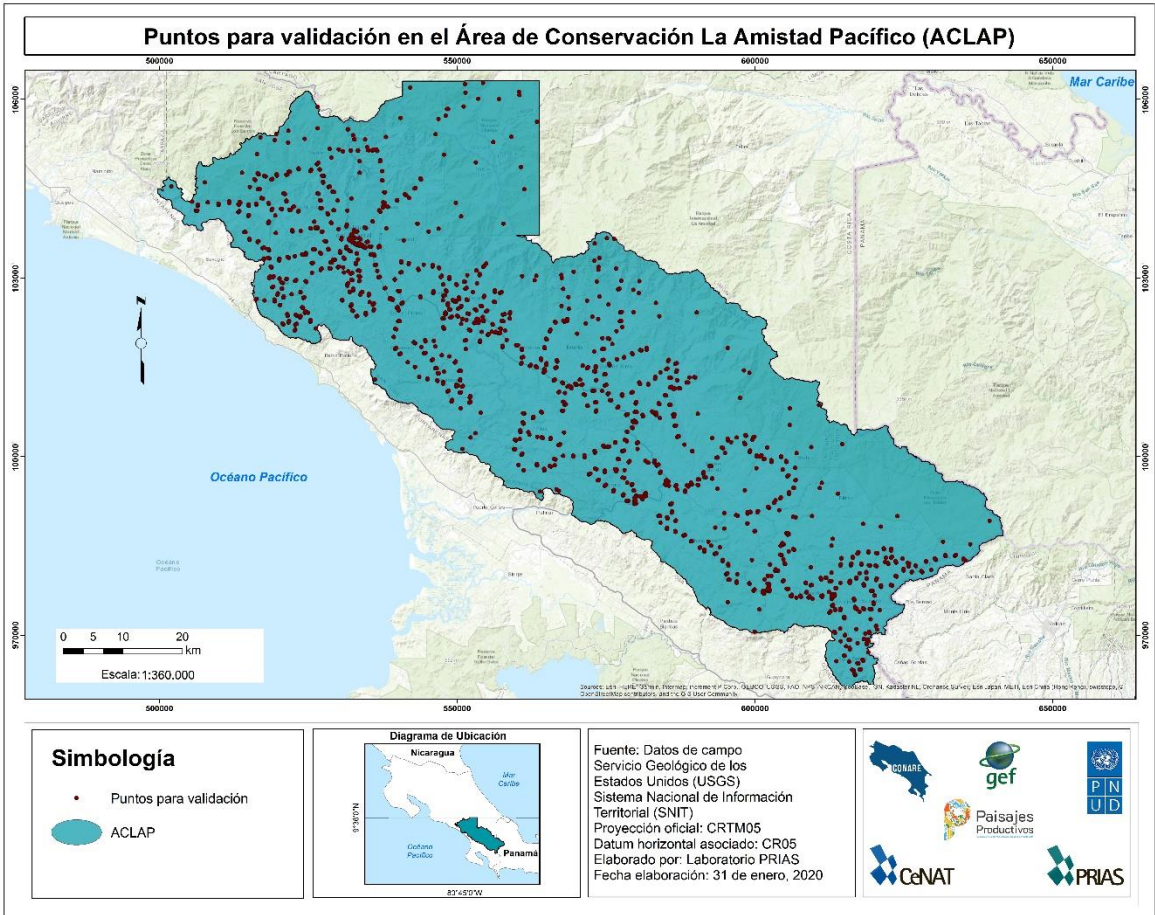


Figura 7. Distribución de puntos de validación utilizados en ACLAP para el proyecto MOCUPP Piloto Pastos.

CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 37 de 50

6.2. Clasificación y codificación de segmentos

6.2.1. Área cubierta por pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en el área de estudio piloto.

El estudio piloto que realizó el laboratorio PRIAS dentro del ACLAP y que se enfocó en los cantones de Buenos Aires, Pérez Zeledón y Coto Brus para la identificación de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea, dio como resultado un total de 111.503,96 hectáreas. La **Figura 9** muestra la distribución de pastos dentro de esta área.

El Área de Conservación La Amistad Pacífico cubre una extensión de 555.789,59 hectáreas y abarca los cantones de Pérez Zeledón, Buenos Aires, Coto Brus, Talamanca, Limón, Turrialba y Paraíso. De acuerdo a los resultados encontrados la distribución de los pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en ACLAP se presenta en los tres cantones que cubren el mayor porcentaje de esta Área de Conservación, como lo son: Pérez Zeledón, Buenos Aires y Coto Brus (**Cuadro 6**). Así mismo, la **Figura 8** muestra la distribución del área total de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea dentro del territorio total de ACLAP. En términos relativos el porcentaje de cobertura de pastos sin árboles abarca el 20,07% del territorio de esta área de conservación y a nivel país representa el 2,18% del territorio nacional.

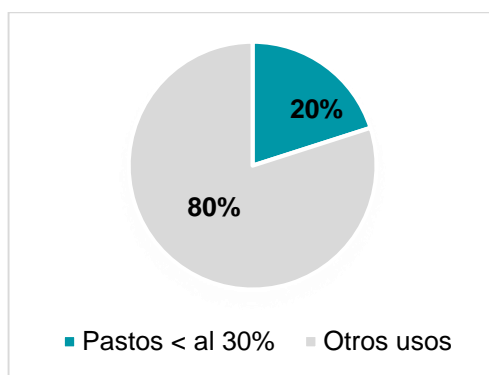


Figura 8. Porcentaje de cobertura de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea dentro del área piloto.

Distribución de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en el Área de Conservación La Amistad Pacífico, 2018

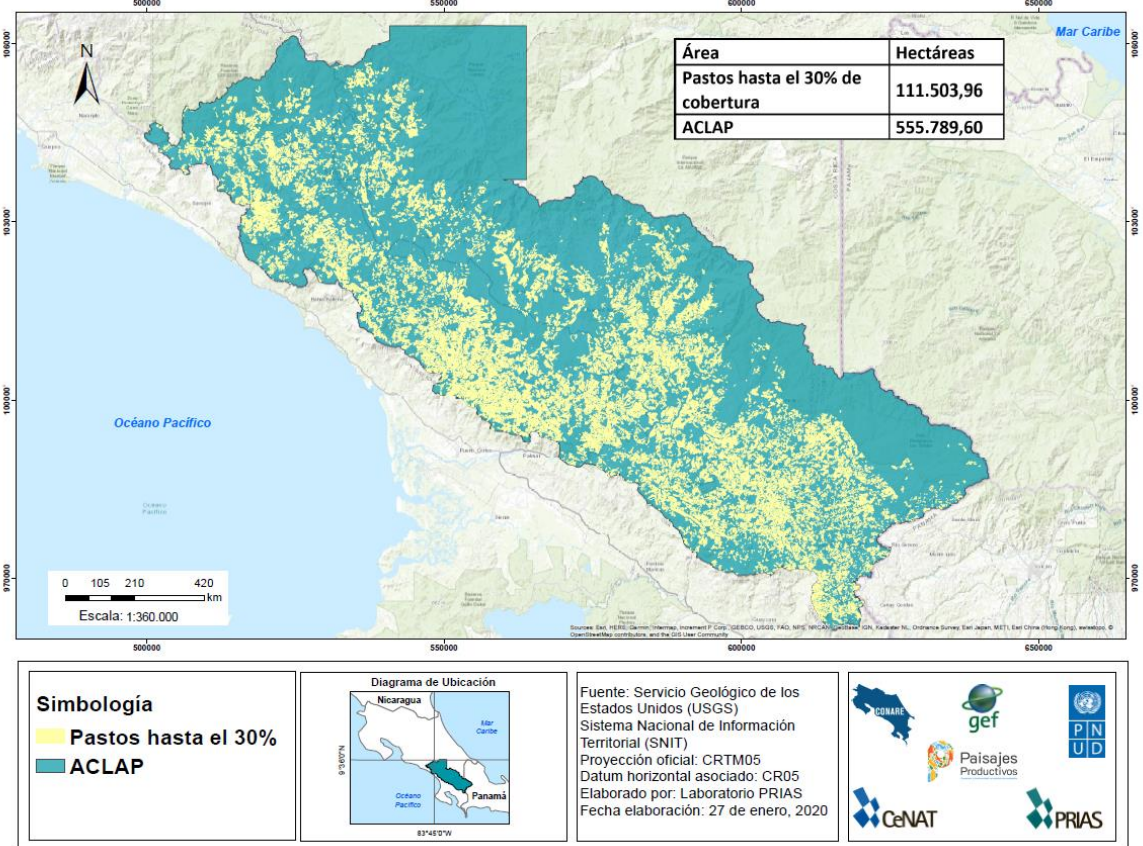


Figura 9. Área total de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en el Área de Conservación la Amistad Pacífico (ACLAP).

6.2.2. Distribución por cantón para la cobertura de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea

El **Cuadro 6** muestra la distribución de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea dentro de los cantones de ACLAP con presencia de este paisaje productivo (Pérez Zeledón, Buenos Aires y Coto Brus). Se muestra el total para los tres cantones con presencia de pastos y las áreas que cubre cada cantón a nivel general.

Cuadro 6. Desglose de las hectáreas de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en los cantones del área de Conservación la Amistad Pacífico Central con presencia de pastos.

Nombre del Cantón	Área total del cantón (ha)	Área total del cantón cubierta por pastos hasta el 30% de cobertura arbórea (ha)	Porcentaje de cobertura de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea dentro del cantón
Pérez Zeledón	190.139,35	36.346,99	19,12
Buenos Aires	238.300,32	55.235,35	23,18
Coto Brus	94.409,43	19.916,71	21,10
Total	522.849,10	111.499,05	N/A

Cabe destacar que al realizar el análisis en los cantones de Pérez Zeledón, Buenos Aires y Coto Brus se observó una diferencia de 4,91 ha menos de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea, lo que da como resultado 111.499,05 hectáreas de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea distribuidos en esos tres cantones. La diferencia del área total de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea encontrada al sumar el área por cantones, respecto al área total para el territorio dentro de ACLAP se debe a la diferencia cartográfica que existe entre los límites de las capas de áreas de conservación y la capa de cantones disponible a la fecha en el SNIT en el nodo del IGN.

Basado en los resultados obtenidos del **Cuadro 6** se realizó un análisis comparativo con datos que han sido desarrollados en años anteriores por diferentes instituciones del país, relacionados con cobertura de pastos, datos que se exponen en el **Cuadro 7**.

Cuadro 7. Cantidad de hectáreas de pastos reportados para los cantones de Pérez Zeledón, Buenos Aires y Coto Brus.

Cantones ACLAP	PRIAS ¹ (MOCUPP) 2018	INEC ² (CENAGRO) 2014	SINAC ³ (Inventario Nacional Forestal) 2013	IGN ⁴ (Pastos 2017_5k) 2017
Pérez Zeledón	36.346,99	38.396,00	50.530,60	59.767,80
Buenos Aires	55.235,35	58.469,20	83.868,16	90.337,50
Coto Brus	19.916,71	20.199,50	26.632,74	26.593,30
Total ACLAP	111.499,05	117.064,70	161.031,50	181.248,60

¹ Laboratorio PRIAS

² (INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos), 2015)

³ (Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) – Programa REDD-CCAD-GIZ, 2015).

⁴ (Instituto Geográfico Nacional (IGN), 2019)

<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 41 de 50

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC), fue el encargado de realizar el Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) en el año 2014, con el objetivo de proveerle al país información básica, confiable y significativa sobre la realidad agropecuaria; el censo abarcó todas las fincas agrícolas y pecuarias del territorio nacional en un periodo aproximado de un mes. En el **Cuadro 7** se muestra el análisis de CENAGRO en los cantones que se encuentran en el área de estudio, dando como resultado que 117.064,70 ha totales están dedicadas a pastos; el cantón con mayor área fue Buenos Aires con 58.469,20 ha, seguido por Pérez Zeledón con 38.396,00 ha y Coto Brus con 20.199,50 (INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos), 2015). Estos datos difieren en un 4,75% más, respecto a los hallazgos encontrados por el Laboratorio PRIAS en el periodo de estudio de 2018, cabe mencionar que las áreas de pastos naturales no fueron contempladas dentro del estudio piloto elaborado por el PRIAS, dada la complejidad en la discriminación del paisaje productivo y el asocio con la ganadería que se dificulta en terrenos naturales.

Como parte de los resultados del CENAGRO, INEC (2015), menciona que en el cantón de Pérez Zeledón existen 8.059 fincas, con una extensión de 97.274,1 hectáreas, donde el 46,8% de estan dedicadas a la actividad agrícola, principalmente a la producción de café, caña de azúcar y granos básicos; un 46,9% se dedican a la actividad pecuaria dentro de ellas la acuicultura, avicultura, ganado porcino y el ganado vacuno y el otro 6,4% a otras actividades como el turismo y protección de los bosques, entre otras actividades. En cuanto al cantón de Buenos Aires, el CENAGRO indica que existen 3.307 fincas, para una extensión total de 126.594,2 ha de las cuales el 39,6% son utilizadas para actividades agrícolas, el 56,1% a actividades pecuarias y el 4,4% restante a otras actividades; Asimismo, en Coto Brus se reportan 3.345 fincas con un área total de 52.104,6 ha de las cuales el 37,7% están detinadas a actividad agrícola, 42,1% a actividad pecuaria y y 20,2% a otras actividades.



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 42 de 50

El SINAC por su parte, fue el encargado de realizar el Inventario Nacional Forestal 2013-2014 y la creación de varios productos cartográficos relacionados a la cobertura del suelo entre ellos una capa con cobertura de pastos. Para la elaboración de la cartografía base se utilizaron mosaicos de imágenes de RapidEye del año 2012, las cuales permitieron comprobar el cubrimiento del mosaico en un 100% del país. Los resultados del estudio indicaron que el cantón de Buenos Aires presenta 83.868,16 ha, Pérez Zeledón 50.530,60 ha, Coto Brus 26.632,74 ha y un área total de 161.031,50 ha de pastos para ACLAP (Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) – Programa REDD-CCAD-GIZ, 2015).

En el análisis se puede evidenciar una diferencia porcentual de un 30,76 % respecto al estudio realizado por el Laboratorio PRIAS, para la totalidad del paisaje productivo, cabe destacar que en esta categoría se incluyeron los pastos como pastos naturales y pastos arbolados, estos últimos no fueron contemplados en el estudio de PRIAS.

Para el periodo 2015-2018, el Instituto Geográfico Nacional generó una capa vectorial relacionada a la cobertura de pastos para todo el territorio nacional, mediante fotointerpretación de orto imágenes a una escala 1:5.000. El análisis de las capas determinó que Buenos Aires es el cantón de mayor área con 90.337,50 ha, posteriormente Pérez Zeledón y Coto Brus con 59.767,80 ha y 26.593,30 ha respectivamente; por último, los cantones de Limón, Paraíso, Talamanca y Turrialba presentan 4.549, 40 ha, para un total de 181.248,60 ha en el área de ACLAP (Instituto Geográfico Nacional (IGN), 2019). La diferencia porcentual encontrada al analizar los datos generados por el Laboratorio PRIAS en la totalidad del paisaje productivo es de 38,48%; sin embargo, las escalas de trabajo son distintas y las clases para el caso de IGN incluyeron los pastos naturales que fueron excluidos del estudio realizado por el PRIAS.



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 43 de 50

6.2.3. Distribución por distritos para la cobertura de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea dentro de ACLAP

El **Cuadro 8** muestra los valores encontrados dentro del estudio al realizar los análisis de distribución de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea por distritos en los cantones con presencia de pastos en el área de ACLAP. Cabe señalar que los tres distritos con mayor área de pastos son: Potrero Grande, Buenos Aires y Pejibaye; por otro lado, los tres distritos con menor cantidad de hectáreas de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea son: Páramo, El General y Daniel Flores.

En relación con los porcentajes de ocupación por área total de distrito, se realizó un análisis comparativo en el cual se puede apreciar que los distritos con mayor porcentaje de ocupación de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea respecto a su área son Colinas, Pilas y Pejibaye, importante mencionar que para los tres distritos un porcentaje mayor al 40% de la cobertura total del territorio se encuentra cubierto por el paisaje productivo de pastos. Por otro lado, los distritos que a nivel porcentual tienen menor representación del paisaje de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea son Gutiérrez Brown, San Pedro y Páramo que no llegan alcanzar más del 10,1 % de cobertura del cultivo respecto al área total.



Cuadro 8. Distribución de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea basado en imágenes Sentinel 2 del año 2018 para los cantones y distritos que se ubican dentro de ACLAP.

Cantón	Distrito	Área total del distrito (ha)	Área cubierta por pastos dentro del distrito (ha)	Porcentaje de cobertura de pastos dentro del distrito
Pérez Zeledón	Rivas	31.004,73	3.237,73	10,44
	Río Nuevo	24.223,79	5.188,42	21,42
	San Pedro	20.615,09	2.078,48	10,08
	Páramo	20.336,93	1.713,15	8,42
	San Isidro de El General	19.185,28	4.785,80	24,95
	Barú	18.969,89	4.243,66	22,37
	Pejibaye	14.119,70	6.173,28	43,72
	Cajón	11.864,67	1.542,35	13,00
	Platanares	8.092,91	2.099,18	25,94
	El General	7.689,26	1.519,07	19,76
	La Amistad	7.630,30	2.822,37	36,99
	Daniel Flores	6.406,80	943,47	14,73
Buenos Aires	Potrero Grande	62.668,61	13.609,12	21,72
	Buenos Aires	55.485,29	10.333,96	18,63
	Chánguena	27.304,13	7.300,48	26,74
	Biolley	20.825,38	3.236,98	15,54
	Volcán	18.742,78	2.361,06	12,60
	Colinas	12.881,19	6.881,80	53,43
	Brunka	16.378,12	2.062,12	12,59
	Boruca	12.579,56	4.801,20	38,17
	Pilas	11.435,23	4.648,63	40,65
Coto Brus	Pitter	25.702,15	6.231,83	24,25
	Gutiérrez Brown	23.814,66	2.305,01	9,68
	Sabalito	18.682,15	2.285,66	12,23
	Limoncito	12.363,55	4.697,03	37,99
	San Vito	7.458,43	2.104,41	28,22
	Agua Buena	6.388,49	2.292,82	35,89

<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 45 de 50

VII. CONCLUSIONES

- Se encontró un total de 111.503,96 ha de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea para el año 2018, distribuidos en los cantones de Pérez Zeledón, Buenos Aires y Coto Brus. Esto representa un 2,18% de la cobertura del territorio nacional.
- El cantón de Pérez Zeledón registra 36.346,99 ha de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea, Buenos Aires contiene 55.235,35 ha y Coto Brus 19.916,71 ha. Por lo tanto el cantón de ACLAP con mayor extensión de este paisaje productivo es Buenos Aires.
- En cuanto a la proporción de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea en relación al área total del cantón, Pérez Zeledón presentó un 19,12%, Buenos Aires un 23,18% mientras que Coto Brus un 21,10 %. En conclusión, Buenos Aires es el cantón con mayor proporción de este paisaje productivo.
- En el cantón de Pérez Zeledón, el distrito con mayor área de este paisaje productivo es Pejibaye con 6.173,28 ha, mientras que, el distrito con menor extensión de pastos es Daniel Flores con 943,47 ha de pastos.
- En el cantón de Buenos Aires, el distrito con mayor cantidad de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea es Potrero Grande con 13.609,12 ha y el distrito con menor área es Pilas con tan solo 4.648,63 ha.
- En el cantón de Coto Brus, Pitter es el distrito que con mayor cantidad de ha de pastos hasta el 30% de cobertura arbórea con 6.231,83 ha. Asimismo, San Vito es el distrito con menor cantidad de pastos con 2.104,41 ha.
- En cuanto a la relación entre la extensión total de cada distrito y la extensión del paisaje productivo, se determinó que para el cantón de Pérez Zeledón el distrito con mayor porcentaje de pastos es Pejibaye donde los pastos representan un 43,72%. En el caso de Buenos Aires, el distrito de Colinas presenta un 53,43% de su territorio cubierto de pastos y por último en Coto Brus Limoncito es el distrito con mayor cantidad de pastos con respecto a su extensión con un 37,99%.



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 46 de 50

VIII. REFERENCIAS

- Aguilar-Arias, H., Mora-Zamora, R., & Vargas-Bolaños, C. (2014). Metodología para la corrección atmosférica de imágenes Aster, RapidEye, Spot 2 y Landsat 8 con el módulo FLAASH del software ENVI. *Revista Geográfica de América Central*, 39-59.
- Barcena, J. (s.f). *Factores fundamentales para la producción de forrajes*. Obtenido de Actualidad Ganadera: <http://www.actualidadganadera.com/articulos/Factores-fundamentales-para-la-produccion-de-forrajes.html>
- Reyna, L. M., & Gossweiler, B. (2011). Segmentación y clasificación de imágenes satelitales para determinar la cobertura del suelo. *La Técnica, volumen 4*, 38-44.
- Bernal, J. (2003). *Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos*. Obtenido de https://www.academia.edu/6676325/MANUAL_DE_NUTRICION_Y_FERTILIZACION_DE_PASTOS
- Castro, M. M. (2016). *Viabilidad económica-ambiental para la producción de cuarenta novillos de engorde estabulado en el cantón de San Ramón, Alajuela*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA). (2018). *Sistema de Definición de Clases de los Usos y Coberturas de la Tierra de Costa Rica*. San José, Costa Rica.
- Chuvieco, E. (2010). *Teledetección ambiental: La observación de la Tierra desde el espacio*. Barcelona, España: Ariel S.A.
- Cingolani, A., Noy-Meir, I., Renison, D., & Cabido, M. (2008). La aganadería extensiva, ¿es compatible con la conservación de la biodiversidad y de los suelos? *Ecología Austral*, 253-271.
- European Space Agency (ESA). (2015). *Sentinel-2 Products Specification Document*. Obtenido de https://sentinel.esa.int/documents/247904/349490/S2_MSI_Product_Specification.pdf



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 47 de 50

Food and Agriculture Organization (FAO). (2009). *La larga sombra del ganado problemas ambientales y opciones*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>

Food and Agriculture Organization (FAO). (2016). *Land Cover Classification System*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i5232e.pdf>

García, M., Riaño, D., Chuvieco, E., & Danson., J. S. (2011). *Multispectral and LiDAR data fusion for fuel type mapping using Support Vector Machine and decision rules*.

Gasparri, N., Parmuchi, M., Bomo, J., Karszenbaum, H., & Montenegro, C. (2007). Utilidad de imágenes Landsat 7 ETM+ de diferentes fechas para la estimación de biomasa aérea en bosques subtropicales secos de Argentina. *XII Congreso de la Asociación Española de Teledetección*, 9p.

INEC (Instituto Nacional de Estadística y Ciencia). (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario 2014*. Recuperado el 21 de enero de 2020, de <http://inec.cr/sites/default/files/documentos/agropecuario/publicaciones/reagropeccenagro2014-ti-006.pdf>

INEC. (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario*. Obtenido de <http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos/agropecuario/publicaciones/reagropeccenagro2014-ti-006.pdf>

INEC. (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario Resultados Generales*. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/U40-10581.pdf>

Instituto de Desarrollo Rural (INDER). (2014). *Plan de Desarrollo Rural del Territorio Buenos Aires-Coto Brus 2015-2020*. Obtenido de https://www.inder.go.cr/territorios_inder/region_brunca/planes_desarrollo/PDRT-Buenos-Aires-Coto-Brus.pdf: https://www.inder.go.cr/territorios_inder/region_brunca/planes_desarrollo/PDRT-Buenos-Aires-Coto-Brus.pdf

Instituto Geográfico Nacional (IGN). (2019). *Costa Rica. Pastos 2017, escala 1:5000*. Recuperado el 21 de enero de 2020, de



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 48 de 50

http://www.snitcr.go.cr/Metadatos/full_metadata?k=Y2FwYT06SUdOXzU6OnBhc3RvczlwMTdfNWs=

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2018). *Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Ganado Bovino*. Obtenido de <https://www.corfoga.org/informes-tecnicos/>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2011). *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Obtenido de <http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos/poblacion/estadisticas/resultados/reoblaccenso2011-01.pdf.pdf>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2014). *Manual para censistas*. Obtenido de Censo Nacional Agropecuario: http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos/agropecuario/metodologias/documentos_metodologicos/meagropeccenagro2014-006.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario: Resultados Generales*. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/U40-10581.pdf>

Instituto Nacional de Transferencia Agropecuaria (INTA). (2015). *Leyenda CLC-CR para la generación de mapas de uso y cobertura de la tierra de Costa Rica*. San José, Costa Rica.

Instituto Nacional Tecnológico (INATEC). (2016). *Pastos y Forrajes*. Obtenido de Manual del Protagonista: https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Pastos_y_Forrajes.pdf

Knight, E., & Kvaran, G. (2014). Landsat-8 Operational Land Imager Design, Characterization and Performance. *Remote Sensing*, 10286-10305. doi:10.3390/rs61110286

Liu, Y., Guo, Q., & Kelly, M. (2008). A framework of region-based spatial relations for non-overlapping features and its application in object based image analysis. *Journal of*



Paisajes Productivos
Conservar la biodiversidad con producción sostenible



CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 49 de 50

Photogrammetry & Remote Sensing, 461-475.
doi:doi:10.1016/j.isprsjprs.2008.01.007

Municipalidad de Pérez Zeledón. (2016). *Plan de Desarrollo Rural Territorial*. Obtenido de file:///C:/Users/ycalvo/Desktop/PDRT-Perez-Zeledon.pdf

Murcia, U., Huertas, C., Rodríguez, J., & Castellanos, H. (2010). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana, datos del año 2007. *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi*, 177p.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2015). *MOCUPP monitoreo de cambio de uso en paisajes productivos*. Recuperado el 17 de enero de 2020, de http://www.pnp.cr/sites/default/files/documentos/documento_final_mocupp_espanol_web_2.pdf

PNUD-SINAC. (2019). *Clasificación de los ecosistemas o comunidades vegetales en las zonas de amortiguamiento de las Áreas Silvestres Protegidas con competencia territorial en el Área de Conservación La Amistad Pacífico, Parque Nacional Chirripó, Parque Internacional La Amistad*. San José.

Ramírez, A. (2013). Evolución del crecimiento de pastos usando índices de vegetación calculados a partir de información satelital. 91p.

Rodríguez, D. P. (2002). Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. *Pastos*, 32(2), 109-137.

Rosales, A. (2015). Leyenda CLC-CR, para la generación de mapas de uso y cobertura de la tierra de Costa Rica.

Russo, R., Botero, R., Hernández, I., Babbar, L., Cárdenas, J., Barrantes, A., & Álvarez, M. (2014). Ganadería entre los árboles para recuperar equilibrios ecológicos. *Ambientico*, 2-3.

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) – Programa REDD-CCAD-GIZ. (2015). *Cartografía base para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica 2013-2014*.



<p align="center">CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO SOSTENIBLE DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA – MOCUPP Piloto del Paisaje Productivo de Pastos hasta un 30 por ciento de cobertura arbórea</p>	Informe N°: II
	Paisaje productivo: Pastos hasta el 30% de cobertura arbórea
	Fecha: 27/02/2020
	Página 50 de 50

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.

United States Geological Survey . (2013). *Landsat Project Description*. Obtenido de http://landsat7.usgs.gov/about_project_descriptions.php

United Nations. (2014). *Forests: Action statements and action plans. Climate Summit*. Recuperado el 9 de Enero de 2020, de https://unfccc.int/sites/default/files/new-york-declaration-on-forests_26-nov-2015.pdf

Vargas, D. (2016). Dinámica del paisaje en áreas afectadas por incendios forestales en el bosque tropical seco del Área de Conservación Guanacaste. 111p.

Weber, S. M. (2012). Modelos de selección de atributos para Support Vector Machines. *Revista Ingeniera de Sistemas, Volumen XXVI*, 22p.



Paisajes Productivos
Conservar la biodiversidad con producción sostenible

