

*Informe de análisis de pérdida,
ganancia y no cambio de cobertura
arbórea para el paisaje productivo de
pastos para los años 2018-2019*

**MONITOREO DE CAMBIO DE USO EN PAISAJES PRODUCTIVOS
(MOCUPP)**



Consejo Nacional De Rectores (CONARE)
Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT)
Laboratorio PRIAS

**Informe de análisis de pérdida, ganancia y no cambio de cobertura arbórea
para el paisaje productivo de pastos para los años 2018- 2019.**

Autores

Heileen Aguilar Arias, Marilyn Manrow Villalobos, Ezequiel Fallas Montero, Sofía Acuña López, Sofía Hernández Hernández, Jennifer Fernández Garro, Armando Vargas Céspedes, Milagro Jiménez Rodríguez, Esteban Montenegro Hernández, Iván Ávila Pérez, Cornelia Miller Granados

Enero 2023. San José, Costa Rica.

333.75
In43i

Informe de análisis de pérdida, ganancia y no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018- 2019. [Recurso electrónico] / Heileen Aguilar Arias...[et al.] -- Datos electrónicos (1 archivo : 7.314 kb). -- San José, C.R. : CONARE - CENAT, 2023.

ISBN 978-9977-77-496-1

Formato pdf, 101 páginas.

1. COBETURA FORESTAL. 2. PAISAJES PRODUCTIVOS. 3. BIODIVERSIDAD. 4. PASTOS. 5. COSTA RICA. I. Aguilar Arias, Heileen. II. Manrow Villalobos, Marilyn. III. Fallas Montero, Ezequiel. IV. Acuña López, Sofía. V. Hernández Hernández, Sofía. VI. Fernández Garro, Jennifer. VII. Vargas Céspedes, Armando. VIII. Jiménez Rodríguez, Milagro. IX. Montenegro Hernández, Esteban. X. Ávila Pérez, Iván. XI. Miller Granados, Comelia. XII. Título.



Equipo responsable

Coordinadora General de la Investigación

Cornelia Miller Granados

Investigadora principal

Heileen Aguilar Arias

Asistentes de investigación

Marilyn Manrow Villalobos, Ezequiel Fallas Montero, Sofía Acuña López, Sofía Hernández Hernández, Jennifer Fernández Garro, Armando Vargas Céspedes, Milagro Jiménez Rodríguez, Esteban Montenegro Hernández

Equipo técnico

Sofía Acuña López, Heileen Aguilar Arias, Iván Ávila Pérez, Ezequiel Fallas Montero, Jennifer Fernández Garro, Sofía Hernández Hernández, Ketcha Hernández Vargas, Milagro Jiménez Rodríguez, Marilyn Manrow Villalobos, Cornelia Miller Granados, David Romero Badilla, Esteban Montenegro Hernández, Christian Vargas Bolaños, Armando Vargas Céspedes, Yerlin Vargas Solano

Diseño metodológico

Marilyn Manrow Villalobos, Ezequiel Fallas Montero, Sofía Acuña López, Jennifer Fernández Garro, Heileen Aguilar Arias

Geoprocesamiento

Ezequiel Fallas Montero, Marilyn Manrow Villalobos, Armando Vargas Céspedes, Sofía Acuña López, Jennifer Fernández Garro, Sofía Hernández Hernández, Milagro Jiménez Rodríguez

Fotointerpretación

Sofía Acuña López, Ezequiel Fallas Montero, Sofía Hernández Hernández, Jennifer Fernández Garro, Milagro Jiménez Rodríguez, Esteban Montenegro Hernández, Armando Vargas Céspedes, Iván Ávila Pérez, Heileen Aguilar Arias, Marilyn Manrow Villalobos

Validación

Heileen Aguilar Arias, Marilyn Manrow Villalobos, Ezequiel Fallas Montero, Sofía Acuña López, Jennifer Fernández Garro, Sofía Hernández Hernández, Armando Vargas Céspedes, Iván Ávila Pérez

Resultados

Armando Vargas Céspedes, Sofía Acuña López, Sofía Hernández Hernández, Jennifer Fernández Garro, Ezequiel Fallas Montero, Marilyn Manrow Villalobos, Heileen Aguilar Arias

Elaboración y diseño de mapas

Jennifer Fernández Garro, Sofía Hernández Hernández

Redacción técnica

Marilyn Manrow Villalobos, Sofía Hernández Hernández, Sofía Acuña López, Armando Vargas Céspedes, Ezequiel Fallas Montero, Esteban Montenegro Hernández, Jennifer Fernández Garro, Milagro Jiménez Rodríguez, Heileen Aguilar Arias

Edición de textos

Sofía Hernández Hernández, Iván Ávila Pérez, Heileen Aguilar Arias

Diseño de portada

Sofía Hernández Hernández

Diagramación

Sofía Hernández Hernández, Jennifer Fernández Garro

Revisión y aprobación

Cornelia Miller Granados

Francini Acuña Piedra



ISBN



RECONOCIMIENTO

Las personas responsables del desarrollo del Monitoreo de Cambio de Uso en Paisajes Productivos (MOCUPP), destacan la labor realizada por el Consejo Nacional de Rectores (CONARE), el Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT) y el Laboratorio PRIAS por el apoyo y acompañamiento brindado en las diversas etapas del desarrollo del MOCUPP.

Este informe es el resultado de un amplio proceso de investigación, las personas autoras extienden un reconocimiento especial a: Evelyn Barrientos Villalta y Laura Ramírez Delgado de la Biblioteca CONARE por las colaboraciones brindadas durante el proceso. Asimismo, a Marilyn Ortega Rivera y Francini Corrales Garro, quienes aportaron e hicieron posible el desarrollo de este informe.



Agradecimientos

Las personas responsables del desarrollo del Monitoreo de Cambio de Uso en Paisajes Productivos (MOCUPP), extienden un agradecimiento al Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Instituto Geográfico Nacional (IGN), Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Comercio Exterior (COMEX), Tribunal Ambiental Administrativo (TAA) y Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), por el acompañamiento y respaldo técnico brindado durante las giras de campo efectuadas en el año 2021, además del aporte de insumos necesarios para la realización de los informes de los distintos paisajes productivos (Para más detalles consultar el Anexo 3).

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-------------|
| GLOSARIO DE TÉRMINOS | X |
| LISTADO DE ACRÓNIMOS | XIII |
| RESEÑA MOCUPP | 1 |
| I. RESUMEN | 4 |
| II. INTRODUCCIÓN | 5 |
| III. METODOLOGÍA | 10 |
| 3.1. DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO METODOLÓGICO | 10 |
| 3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO | 12 |
| 3.3. DEFINICIONES EMPLEADAS PARA LA DETECCIÓN DE CAMBIO BASADO EN LA PÉRDIDA, GANANCIA Y NO CAMBIO DE COBERTURA ARBÓREA PARA EL PAISAJE PRODUCTIVO DE PASTOS PARA LOS AÑOS 2018-2019 | 15 |
| 3.4. GENERACIÓN DE CAPA VECTORIAL DE PÉRDIDA Y GANANCIA DE COBERTURA ARBÓREA PARA EL PAISAJE PRODUCTIVO DE PASTOS PARA LOS AÑOS 2018-2019 | 19 |
| 3.5. VALIDACIÓN DE LA CAPA VECTORIAL DE PÉRDIDA Y GANANCIA DE COBERTURA ARBÓREA PARA EL PAISAJE PRODUCTIVO DE PASTOS PARA LOS AÑOS 2018-2019 | 23 |
| 3.5.1. Validación 1 | 23 |
| 3.5.2. Validación 2 | 25 |
| 3.5.3. Validación 3 | 26 |
| 3.6. GENERACIÓN DE CAPA VECTORIAL DE NO CAMBIO DE COBERTURA ARBÓREA PARA EL PAISAJE PRODUCTIVO DE PASTOS PARA LOS AÑOS 2018-2019 | 28 |
| 3.6.1. Validación de no cambio de cobertura arbórea | 29 |
| 3.7. ANÁLISIS DE EXPEDIENTES SOBRE INFRACCIONES AMBIENTALES VINCULADAS AL PAISAJE PRODUCTIVO DE PASTOS . | 30 |
| IV. RESULTADOS GENERALES | 31 |
| 4.1. PÉRDIDA Y GANANCIA DE COBERTURA ARBÓREA PARA EL PAISAJE PRODUCTIVO DE PASTOS | 31 |



| | | |
|--------|--|----|
| 4.2. | TIPO DE PÉRDIDA IDENTIFICADAS DE COBERTURA ARBÓREA PARA EL PAISAJE PRODUCTIVO DE PASTOS..... | 37 |
| 4.3. | NO CAMBIO DE COBERTURA ARBÓREA PARA EL PAISAJE PRODUCTIVO DE PASTOS | 39 |
| V. | RESULTADOS REGIONALES | 44 |
| 5.1. | REGIÓN BRUNCA | 44 |
| 5.1.1. | Pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 44 |
| 5.1.2. | Tipos de pérdida identificadas de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos .. | 46 |
| 5.1.3. | Ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 47 |
| 5.1.4. | No cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 48 |
| 5.2. | REGIÓN HUETAR CARIBE | 49 |
| 5.2.1. | Pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 49 |
| 5.2.2. | Tipos de pérdida identificadas de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos .. | 51 |
| 5.2.3. | Ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 52 |
| 5.2.4. | No cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 53 |
| 5.3. | REGIÓN HUETAR NORTE..... | 54 |
| 5.3.1. | Pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 54 |
| 5.3.2. | Tipos de pérdida identificadas de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos .. | 56 |
| 5.3.3. | Ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 57 |
| 5.3.4. | No cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 58 |
| 5.4. | REGIÓN CHOROTEGA | 59 |
| 5.4.1. | Pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 59 |
| 5.4.2. | Tipos de pérdida identificadas de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos .. | 61 |



| | | |
|--------|---|------------|
| 5.4.3. | Ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 63 |
| 5.4.4. | No cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 64 |
| 5.5. | REGIÓN PACÍFICO CENTRAL..... | 65 |
| 5.5.1. | Pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 65 |
| 5.5.2. | Tipos de pérdida identificadas de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos .. | 67 |
| 5.5.3. | No cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 68 |
| 5.6. | REGIÓN CENTRAL..... | 69 |
| 5.6.1. | Pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 69 |
| 5.6.2. | Tipos de pérdida identificadas de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos .. | 71 |
| 5.6.3. | Ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 72 |
| 5.6.4. | No cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos | 73 |
| VI. | INFRACCIONES AMBIENTALES VINCULADAS AL PAISAJE PRODUCTIVO DE PASTOS EN COSTA RICA | 75 |
| VII. | CONCLUSIONES | 84 |
| VIII. | RECOMENDACIONES | 87 |
| IX. | BIBLIOGRAFÍA..... | 88 |
| X. | ANEXOS..... | 98 |
| | <i>ANEXO 1. ESTADÍSTICOS DE VALIDACIÓN.....</i> | <i>98</i> |
| | <i>ANEXO 2. DESGLOSE POR REGIONES Y CANTONES DE LAS HECTÁREAS DE PÉRDIDA, GANANCIA Y NO CAMBIO DE COBERTURA</i> <i>ARBÓREA PARA EL PAISAJE PRODUCTIVO DE PASTOS PARA LOS AÑOS 2018-2019.....</i> | <i>98</i> |
| | <i>ANEXO 3. COLABORADORES DEL PROYECTO MOCUPP DURANTE EL PROCESO DE ACTUALIZACIÓN DE LAS CAPAS 2019</i> <i>(ARGUEDAS ET AL., 2021)</i> | <i>101</i> |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. <i>Diagrama del flujo del proceso metodológico para obtener las capas vectoriales de pérdida, ganancia y no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 10 |
| Figura 2. <i>División de áreas de trabajo para la etapa I</i> | 13 |
| Figura 3. <i>División de áreas de trabajo para la etapa II</i> | 14 |
| Figura 4. <i>Ejemplo de nueva área del paisaje productivo de pastos</i> | 21 |
| Figura 5. <i>Ejemplo de modificación interna dentro del paisaje productivo de pastos</i> | 22 |
| Figura 6. <i>Ejemplo de modificación adjunta del paisaje productivo de pastos</i> | 22 |
| Figura 7. <i>Distribución de los puntos utilizados en la Validación 3 de pérdida y ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 28 |
| Figura 8. <i>Ubicación de pérdida y ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 32 |
| Figura 9. <i>Distribución regional de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 33 |
| Figura 10. <i>Distribución regional de la ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 34 |
| Figura 11. <i>Cantones con mayor área de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 35 |
| Figura 12. <i>Cantones con menor área de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 36 |

| | |
|---|----|
| Figura 13. <i>Distribución cantonal de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 37 |
| Figura 14. <i>Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 38 |
| Figura 15. <i>Distribución regional de áreas de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 40 |
| Figura 16. <i>Distribución por regiones de áreas de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 41 |
| Figura 17. <i>Cantones con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 42 |
| Figura 18. <i>Cantones con menor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 43 |
| Figura 19. <i>Ubicación de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Brunca para los años 2018-2019</i> | 45 |
| Figura 20. <i>Distribución cantonal de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en la Región Brunca para los años 2018-2019</i> | 46 |
| Figura 21. <i>Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Brunca para los años 2018-2019</i> | 47 |
| Figura 22. <i>Distribución de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en el cantón Buenos Aires de la Región Brunca para los años 2018-2019</i> | 48 |
| Figura 23. <i>Cantones de la Región Brunca con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 49 |

Figura 24. *Ubicación de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Huetar Caribe para los años 2018-2019..... 50*

Figura 25. *Distribución cantonal de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en la Región Huetar Caribe para los años 2018-2019 51*

Figura 26. *Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Huetar Caribe para los años 2018-2019..... 52*

Figura 27. *Distribución de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones Pococí y Siquirres de la Región Huetar Caribe para los años 2018- 2019 53*

Figura 28. *Cantones de la Región Huetar Caribe con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-201954*

Figura 29. *Ubicación de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Huetar Norte para los años 2018-2019..... 55*

Figura 30. *Distribución cantonal de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en la Región Huetar Norte para los años 2018-2019 56*

Figura 31. *Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Huetar Norte para los años 2018- 2019..... 57*

Figura 32. *Distribución de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en el cantón San Carlos de la Región Huetar Norte para los años 2018-2019 58*

Figura 33. *Cantones de la Región Huetar Norte con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-201959*

Figura 34. *Ubicación de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Chorotega para los años 2018- 2019 60*

Figura 35. *Distribución cantonal de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en la Región Chorotega para los años 2018- 2019* 61

Figura 36. *Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Chorotega para los años 2018- 2019* 62

Figura 37. *Distribución de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones Carrillo y Bagaces de la Región Chorotega para los años 2018- 2019* 63

Figura 38. *Cantones de la Región Chorotega con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019* 64

Figura 39. *Ubicación de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Pacífico Central para los años 2018-2019*.. 65

Figura 40. *Distribución cantonal de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en la Región Pacífico Central para los años 2018-2019*..... 66

Figura 41. *Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Pacífico Central para los años 2018-2019*.. 67

Figura 42. *Cantones de la Región Pacífico Central con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019* 68

Figura 43. *Ubicación de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Central para los años 2018-2019*..... 69

Figura 44. *Distribución cantonal de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en la Región Central para los años 2018-2019* 70

Figura 45. *Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Central para los años 2018-2019*..... 72

Figura 46. *Distribución de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en el cantón Turrubares de la Región Central para los años 2018-2019*

..... 73

Figura 47. *Cantones de la Región Central con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019*

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. <i>Definiciones utilizadas para la detección de cambio basado en la pérdida, ganancia y no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019.....</i> | 15 |
| Tabla 2. <i>Cantidad de hectáreas por región según tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019</i> | 39 |
| Tabla 3. <i>Infracciones ambientales vinculadas a la actividad de pastos en Costa Rica. Resoluciones periodo 2018-2019.....</i> | 76 |
| Tabla 4. <i>Resumen de la legislación y artículos más importantes incluidos dentro de los expedientes de infracciones ambientales</i> | 79 |

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Anexar (append): Herramienta que permite anexar múltiples conjuntos de datos de entrada a un conjunto de datos de destino existente (ESRI, 2016).

ArcGIS: Programa de representación cartográfica y análisis espacial (ESRI, s.f.).

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 et al., s.f.).

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

Codificación de segmentos: Proceso para clasificar cada polígono según la clase a la que corresponda (Aguilar et al, 2019).

Diferencia simétrica (symmetrical difference): Herramienta que genera una entidad de salida de áreas que no se superponen en las entidades de entrada (ESRI, 2016).

Estadístico Kappa: Kappa mide el grado de concordancia de las evaluaciones nominales u ordinales realizadas por múltiples evaluadores cuando se evalúan las mismas muestras (Minitab, 2022).

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).

Imágenes de alta resolución: Imágenes que poseen los tamaños de píxel más pequeños, lo que proporciona mayor detalle (Setyawan, 2019). Existen diferentes satélites que brindan estas imágenes como: Airbus, Maxar Technologies, Planet Scope, entre otros.

Intersección / Intersecar (intersect):

Herramienta que calcula intersecciones geométricas de las entidades de entrada. Las partes que se superponen en las capas son las entidades de salida (ESRI, 2021).

Otros Usos: Comprende todos aquellos usos no monitoreados por el proyecto MOCUPP (Aguilar, Vargas, Ávila y Miller, 2020).

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 1:10.000, 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. 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 (Aguilar, Vargas, Ávila y Miller, 2020).

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 1:10.000, utilizando un pixel de 10x10 metros, por ejemplo: cercas vivas, caminos internos, entre otros. Se considera una Unidad Mínima Cartografiable (UMC) de 0,5 ha (Aguilar, Vargas, Ávila y Miller, 2020).

Matriz de confusión: Una matriz permite comparar los valores reales con los resultados de la clasificación, la diagonal de la matriz muestra los datos coincidentes por categoría y los restantes son los valores que se confunden con otras clases (Borràs et al., 2017).

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

Ráster: Los ráster constan de una matriz de celdas o píxeles organizadas en filas y columnas, cada celda alberga un valor que representa información. Los ráster son imágenes de satélite, imágenes digitales o mapas escaneados (ESRI, 2016).

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).

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 (European Space Agency [ESA], 2000-2021).

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 et al., 2014).

Teledetección: Conjunto de técnicas desarrolladas desde diferentes disciplinas para obtener información a distancia de la tierra (Rodríguez et al., 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 y Mogollón, 2018).

Validación: Actividad que permite corroborar que los procesos y resultados cumplen con los criterios de calidad definidos (Sistema de Estadística Nacional, 2020).

Zona de influencia (Buffer): Herramienta que crea un polígono de área de influencia en torno a una entidad de entrada específica con una distancia establecida (ESRI, 2016).

LISTADO DE ACRÓNIMOS

CA: Cobertura arbórea

CeNAT: Centro Nacional de Alta Tecnología

CENIGA: Centro Nacional de Información Geoambiental

COMEX: Ministerio de Comercio Exterior

CONARE: Consejo Nacional de Rectores

DRI: Dirección del Registro Inmobiliario

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, por sus siglas en inglés

FONAFIFO: Fondo Nacional de Financiamiento Forestal

GEF: Fondo Medio Ambiente Mundial, por sus siglas en inglés

HA: Hectáreas

INFOAGRO: Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense

IGN: Instituto Geográfico Nacional

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, por sus siglas en inglés

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

INF: Inventario Nacional Forestal

INH: Inventario Nacional de Humedales

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería

MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía

MOCUPP: Monitoreo de Cambio de Uso en Paisajes Productivos

NAMA: Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas, por sus siglas en inglés



NDC: Contribución Nacionalmente Determinada, por sus siglas en inglés

NICFI: Norway's International Climate and Forests Initiative Data Program.

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

PNUD: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PRIAS: Laboratorio PRIAS

PPP: Paisaje Productivo de Pastos

PYG: Pérdida y Ganancia

RB: Región Brunca

RC: Región Central

RCh: Región Chorotega

RECSOIL: Recarbonización de los suelos globales, por sus siglas en inglés

REDD+: Reducción de emisiones por deforestación y degradación del bosque más la conservación/gestión sostenible de los bosques y aumento de las reservas de carbono forestal

RHN: Región Huetar Norte

RHC: Región Huetar Caribe

RPC: Región Pacífico Central

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

SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación

SINIA: Sistema Nacional de Información Ambiental

SIREFOR: Programa de Sistemas de Información de los Recursos Forestales

SNIT: Sistema Nacional de Información Territorial

TAA: Tribunal Ambiental Administrativo

UMC: Unidad Mínima Cartografiable

RESEÑA 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 es uno de los temas más importantes abordados dentro de cumbres, tratados y foros internacionales (FAO y PNUMA, 2020). Como parte de esta tendencia, Costa Rica, se ha 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 (Sasa y Acuña, 2021).

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 Sistema de 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, facilitará el monitoreo del cambio de uso del suelo y el análisis de los procesos de deforestación basados en la dinámica agrícola en el país.

Actualmente, el MOCUPP es el componente uno 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, una herramienta de articulación institucional, ya que, además de la labor del PNUD como socio implementador, involucra 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) del Registro Nacional; asimismo, el Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA) funge como enlace para la distribución de los datos en el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el 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. Ambos 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 (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [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 productivos y se adiciona el estudio paralelo de los procesos de ganancia, pérdida y no cambio de cobertura arbórea basada en la dinámica de dichos paisajes. Asimismo, al generar información actualizada y de forma rápida, permite a las personas usuarias descargar y tener acceso a los archivos vectoriales elaborados dentro del proyecto.

Los datos generados por el MOCUPP, son difundidos de forma gratuita por el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), la plataforma GeoExplora del MIVAH y UNBiodiversity Lab, y son considerados como información de carácter e interés público debido a que: “integra 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).

El MOCUPP propicia igualmente, la creación de espacios que favorecen la participación activa de personas 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.

I. RESUMEN

El Monitoreo de Cambio de Uso en los Paisajes Productivo (MOCUPP) es uno de los componentes desarrollados como parte del proyecto Conservando la Biodiversidad por medio del Manejo de los Paisajes Productivos, ejecutado por MINAE en Costa Rica y de la mano de PNUD como socio implementador, el cual cuenta con el financiamiento internacional del GEF y desde el 2015 trabaja en facilitar una herramienta que contribuya en la gestión del territorio nacional y permita monitorear los cambios en la cobertura arbórea debido a la dinámica de los principales paisajes productivos tales como: piña, palma aceitera y pastos productivos. De esta manera, el MOCUPP ha logrado actualizaciones anuales del aumento, pérdida y no cambio de la cobertura arbórea asociada a estos cultivos en términos de área.

El laboratorio PRIAS llevó a cabo la elaboración de las capas del paisaje productivo de pastos hasta un 70% de cobertura arbórea para los años 2018 y 2019; así mismo, se realizó un estudio para identificar la cobertura arbórea en un rango de dos kilómetros a lo largo de la presencia de dicho paisaje productivo. Basado en los datos elaborados para ambos paisajes el PRIAS desarrolla durante el 2022 un estudio para identificar las áreas de pérdida, de ganancia o de no cambio de esa cobertura arbórea.

La capa generada registra un total de 901,35 hectáreas de pérdida, 28,47 hectáreas de ganancia y 2.333.172,18 hectáreas de no cambio distribuidas dentro del área de influencia estudiada por MOCUPP con una exactitud de 91,86%. El archivo vectorial se encuentra disponible al público general para su consulta a través del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), ubicado en el nodo CeNAT/MOCUPP-Pasto (<https://www.snitcr.go.cr/Visor/nodos2>).

Palabras clave: MOCUPP, PRIAS, Paisajes Productivos, Paisaje Productivo de Pastos, Pastos, Pastos Costa Rica.

II. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los bosques representan una de las principales fuentes de servicios y suministros para la subsistencia humana, albergan la mayor parte de la biodiversidad terrestre, actúan como reguladores del ciclo del agua, protegen los suelos de la erosión y son importantes sumideros de carbono (FAO y PNUMA, 2020). Además, poseen una gran importancia y fragilidad, por lo que la conservación de estos recursos y su integridad en una estrategia fundamental para el desarrollo de la vida en el planeta y que depende directamente de la forma en la que los seres humanos utilizan dichos recursos.

Cabe mencionar, que la degradación de los bosques se ha visto impulsada por factores como el cambio de uso del suelo, ocasionado por la alta demanda en el consumo de algunos alimentos, y el desperdicio de estos recursos a lo largo de las diferentes cadenas de valor (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], 2019). Basado en Hosonuma et al. (2012), entre la década del 2000 al 2010 el pastoreo extensivo y la agricultura a gran escala fueron las causas de hasta un 40% de la deforestación y degradación de bosques tropicales a nivel internacional.

Además, según la iniciativa “Ganadería, Ambiente y Desarrollo” (LEAD, por sus siglas en inglés) gestionada por la FAO, en América Latina y el Caribe (ALC) se enmarcan, la deforestación por aumento de pastizales y de cultivo de piensos para ganado, y la degradación del suelo por sobrepastoreo y aumento de área para ganadería extensiva, como los principales problemas ambientales derivados de la ganadería (Steinfeld et al., 2006; FAO y PNUMA, 2020).

Debido a la identificación de estos problemas y a la concientización sobre los efectos negativos por el detrimento de los recursos forestales; y aunado a la importancia de la agricultura y la ganadería como actividades claves para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico global (Bula, 2020), ha sido necesario intensificar las medidas contra la deforestación. Lo que según FAO (2020) ha logrado reducir el ritmo neto mundial de la pérdida de recurso forestal, pasando de 7.8 millones de ha deforestadas por año en el decenio de 1990-2000, a 5.2 millones de ha en 2000-2010 y a 4.7 millones de ha por año en el período 2010-2020.

Durante todo el periodo del 2000 al 2020, se le ha dado especial importancia a la reducción de emisiones por deforestación y degradación del recurso forestal, lo cual ha potenciado la gestión sostenible de los bosques y el aumento de reservas forestales de carbono a través de convenios y declaratorias internacionales voluntarias, como por ejemplo el acuerdo de París y la Declaración de Nueva York sobre los bosques. Estas estrategias buscan integrar la participación de gobiernos, empresas multinacionales, grupos representantes de pueblos indígenas y organizaciones no gubernamentales en la lucha contra la degradación de los recursos forestales en el mundo; en lo que se ha involucrado dentro de esto, a más de 200 países, entre ellos incluido Costa Rica (FAO y PNUMA, 2020).

En Costa Rica, se reconocen dos periodos claves dentro de la dinámica de la deforestación. El primero, se dio entre 1960 y 1986, y se le reconoce como “deforestación frontal”, ya que la cobertura de bosques disminuyó del 59,50% al 40%, variación equivalente a 956.675 hectáreas; el segundo periodo, llamado “recuperación forestal”, va desde 1987 al 2010, periodo en el que se alcanzó un 51,40% de cobertura forestal (Sánchez, 2015). Además, según el INF para el 2013, el porcentaje de cobertura forestal fue del 52,40% (Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC]; Programa de Sistemas de Información de los Recursos Forestales [SIREFOR]; Ministerio de Ambiente y Energía [MINAE], 2013).

Adicional a esto Sierra et al. (2016) mencionan que, en este mismo periodo de 1987 al 2013, entre seis y ocho de cada diez hectáreas deforestadas, fueron incorporadas al paisaje productivo de pastos. Por otro lado, para los años 2014-2015 se estimó que la cantidad de hectáreas deforestadas en Costa Rica se aproximó a las 17.300 anuales, distribuidas principalmente en propiedades privadas cubiertas en periodos anteriores por bosque secundario (MINAE y REDD+, 2015).

Es importante resaltar, que la dinámica de cambio se ha desarrollado en un sentido bidireccional, ya que por ejemplo sólo para el periodo 2008-2013, se registró la conversión de 45.000 ha a pastizales que representaron un 68% de la pérdida de cobertura boscosa, a su vez, se regeneraron 218.752 ha de bosques secundarios a partir de pastizales, aproximadamente un 65% del área recuperada para esos años, lo cual infiere que es el paisaje productivo que más aporta en el momento de la recuperación de la cobertura (MINAE, 2018; Obando y Obando, 2020).

Costa Rica, ha reconocido desde hace más de tres décadas, la importancia de promover el manejo y el uso sostenible de los ecosistemas forestales (Canet, 2015). Esto debido a que el sector agropecuario tiene gran importancia en el desarrollo económico y social de su población (Monge, 2016). Afirmación respaldada por el último Censo Nacional Agropecuario, ejecutado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) que para el año 2014 encontró que el 47,10% del territorio nacional estaba dedicado a dichas actividades, y que casi la mitad de esta proporción correspondió a pastos productivos (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2015).

En el año 2016, Costa Rica con el apoyo de las Naciones Unidas, firmó un Pacto Nacional por el Avance de los ODS, siendo el primer país a nivel mundial en tomar este acuerdo internacional (Naciones Unidas Costa Rica, 2022). Además, en diciembre del 2020, el gobierno costarricense presenta ante las Naciones Unidas la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC, por sus siglas en inglés), que reúne las metas climáticas a las que se compromete durante los próximos 10 años, enmarcadas dentro del Acuerdo de París (Soto, 2021).

Paralelo a esto, el sector ganadero en conjunto con el MAG y el MINAE implementaron en el 2014, la Estrategia Nacional de Ganadería Baja en Carbono, y las NAMA en ganadería, como mecanismo de ejecución de dicha estrategia (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2015). Otra iniciativa es el proyecto SCALA (MAG-MINAE-FAO-PNUD), el cual busca certificarle al consumidor de carne bovina que esta fue producida en fincas libres de deforestación, bajo medidas claras de mitigación y adaptación ante el cambio climático; además de dar el financiamiento, para la creación de un sistema de reconocimiento a los productores que aplican prácticas RECSOIL (PNUD, 2021).

Aunado a la implementación de estas prácticas e iniciativas, fue necesario contemplar el uso de tecnologías para evidenciar a una escala nacional, el resultado de los esfuerzos del gobierno de Costa Rica y de los productores nacionales (MINAE y REDD+, 2015). Fundamentado en lo que menciona FAO (2022) existe la posibilidad de implementar mejores prácticas productivas, asociadas con estrategias tecnológicas que permitan una ganadería más eficiente en el uso de los recursos y que tenga una mayor contribución con la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible.

Es por esto, que herramientas como el sensoramiento remoto y la teledetección, se convierten en parte fundamental de este proceso que busca la sostenibilidad productiva del sector agropecuario, ya que, al conocer la distribución, extensión y ubicación de los recursos, se fortalece la capacidad de ordenamiento y gestión del territorio nacional (Portillo, 2017).

En Costa Rica, a partir de una solicitud del MINAE ante el PNUD, se formula el proyecto “Conservación de la Biodiversidad a través del manejo sostenible en paisajes productivos en Costa Rica”, lo que permitió la consolidación del Monitoreo de Cambio de Uso en Paisajes Productivos (MOCUPP) como una poderosa herramienta para la gestión territorial (PNUD, 2015).

El MOCUPP se basa en el monitoreo a través de sensores remotos, de los paisajes productivos de piña, palma aceitera y pastos; denotados por el programa de “Green Commodities” del PNUD como los principales medios productivos con influencia directa sobre la conversión de cobertura arbórea a otros usos (Aguilar et al., 2020). Este monitoreo ha sido realizado por el laboratorio PRIAS, mediante la generación de capas vectoriales anuales del área total de ocupación de los paisajes productivos a nivel nacional y de las modificaciones espaciales en la cobertura arbórea como producto del cambio de uso del suelo, relacionado a los paisajes productivos del MOCUPP. A su vez, estos datos son publicados en el SNIT, con el objetivo de facilitar el acceso público a la información (PNUD, 2015).

Por consiguiente, dada la importancia de fortalecer la capacidad de gestión de los recursos naturales y el monitoreo de los principales paisajes productivos asociados a los cambios de uso del suelo; y la disponibilidad de los recursos vectoriales mencionados anteriormente, en el año 2022 el Laboratorio PRIAS llevó a cabo el presente estudio, el cual se basa en la identificación de áreas de pérdida, ganancia y no cambio de la cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018 y 2019.

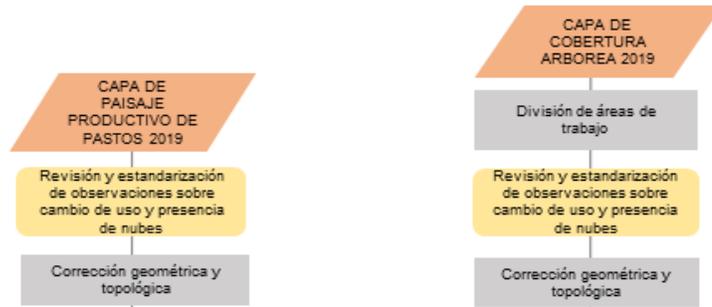
III. METODOLOGÍA

3.1. Diagrama del flujo del proceso metodológico

Figura 1. *Diagrama del flujo del proceso metodológico para obtener las capas vectoriales de pérdida, ganancia y no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019*

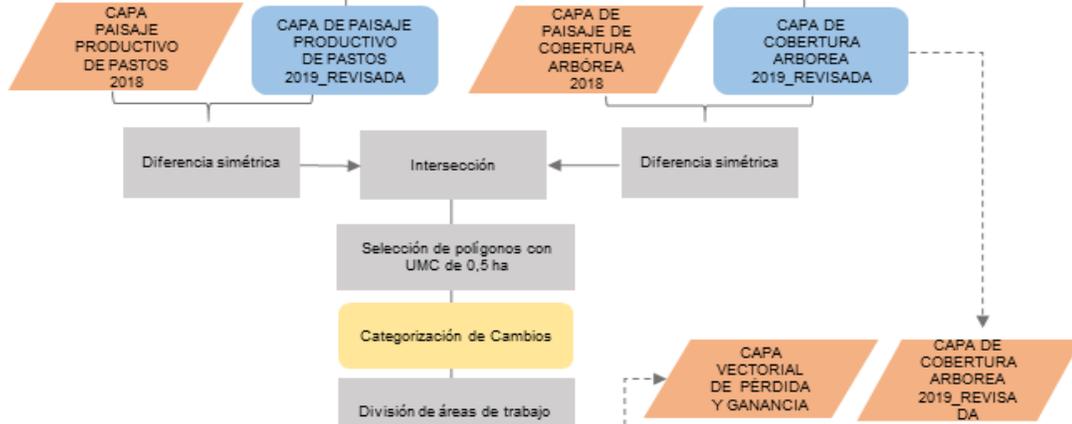
I etapa

Estandarización de capas vectoriales



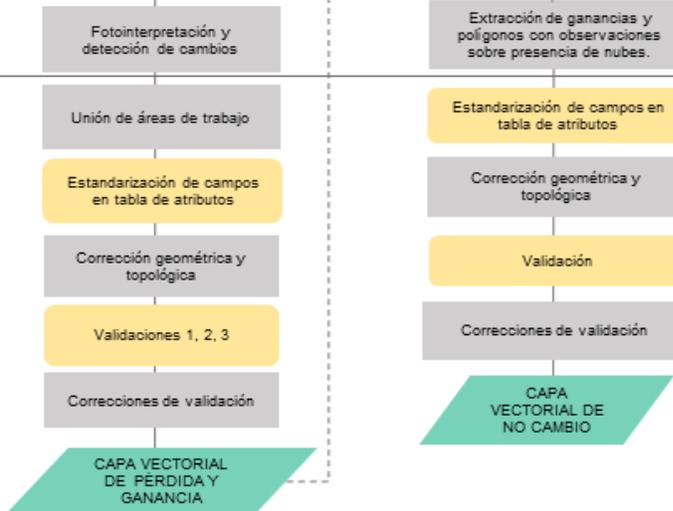
II etapa

Procesamiento



III etapa

Validación y correcciones finales



3.2. Descripción del área de estudio

De acuerdo con los datos generados por MOCUPP, el paisaje productivo de pastos, presenta un porcentaje de ocupación significativo en el territorio costarricense. Para el año 2018 se estimó que un 19,84% del territorio fue dedicado a este paisaje productivo (Aguilar et al., 2021). En el caso del año 2019, la ocupación de área ascendió a un 20,42% del territorio nacional, para un total de 1.044.901,88 ha de pastos distribuidos en el país (Hernández et al., 2022).

En ambos años de estudio se analizó la totalidad del territorio nacional con la finalidad de conocer la extensión y ubicación de este paisaje productivo; con base en ello, se obtuvo como resultado que el PPP se localiza en todas las regiones económicas del país (Aguilar et al., 2021; Hernández et al., 2022).

En el caso del paisaje de cobertura arbórea, MOCUPP identifica la CA que se encuentra en un área de influencia de dos kilómetros respecto a los paisajes productivos monitoreados (Ávila et al., 2021; Acuña et al., 2022). Para el año 2018 el área de influencia correspondió a un 86,11% del área total del país, (Ávila et al., 2021) y para el año 2019 a un 86,67% del territorio nacional (Acuña et al., 2022).

En esta área de influencia de dos kilómetros es donde se procesó la información de pérdida, ganancia y no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019. Al igual que en las investigaciones mencionadas anteriormente, el área de estudio de pérdida, ganancia y no cambio abarcó las seis regiones de Costa Rica: Central, Chorotega, Pacífico Central, Brunca, Huetar Caribe y Huetar Norte (Poder Ejecutivo, 1985).

El procesamiento de la información se realizó mediante dos divisiones del área de estudio, generadas a partir de los límites cantonales y según la cantidad de polígonos o hectáreas que fueron analizadas en cada etapa. La primera división se realizó para la etapa de estandarización de capas vectoriales y constó de cuatro áreas de trabajo (Figura 2). La segunda se realizó para la etapa de procesamiento y constó de seis áreas (Figura 3).

Figura 2. División de áreas de trabajo para la etapa I

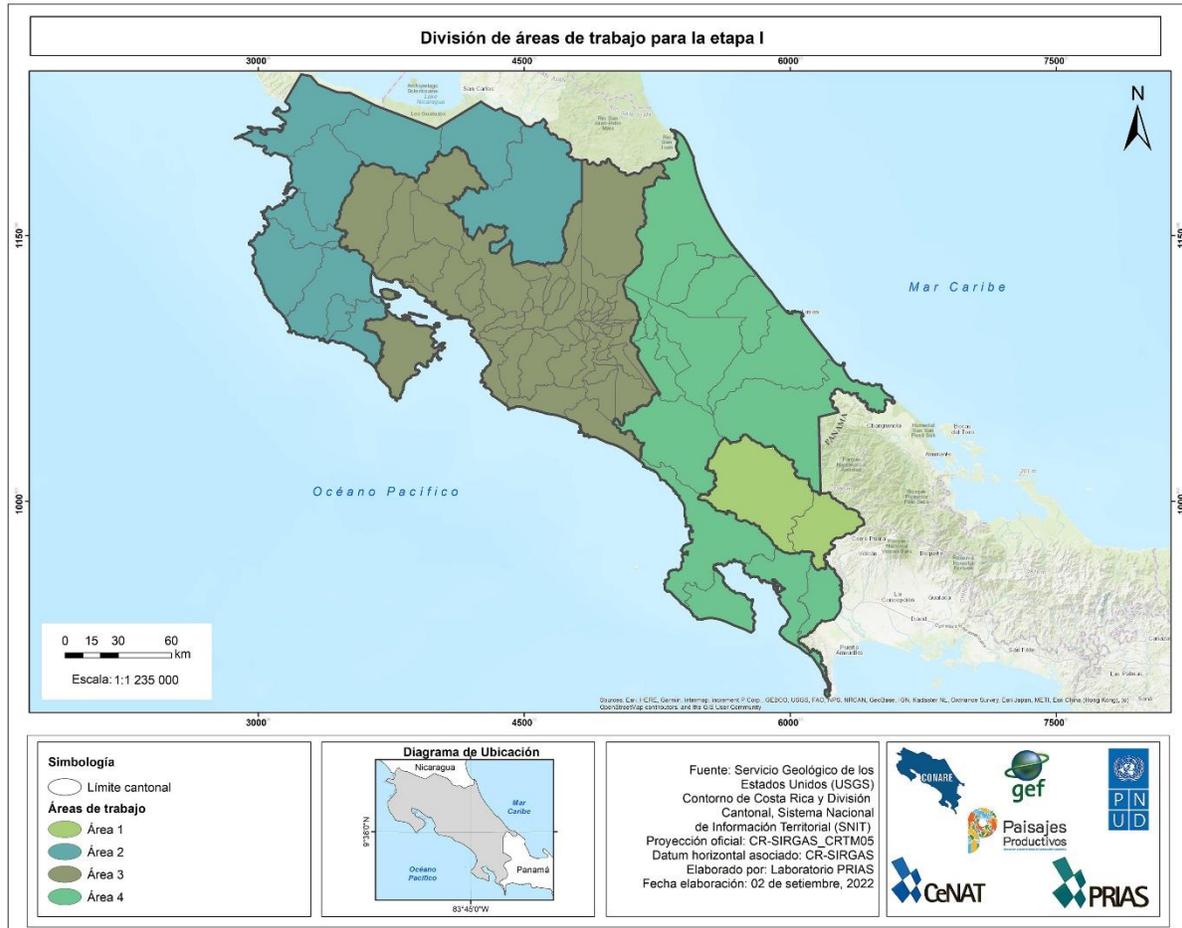
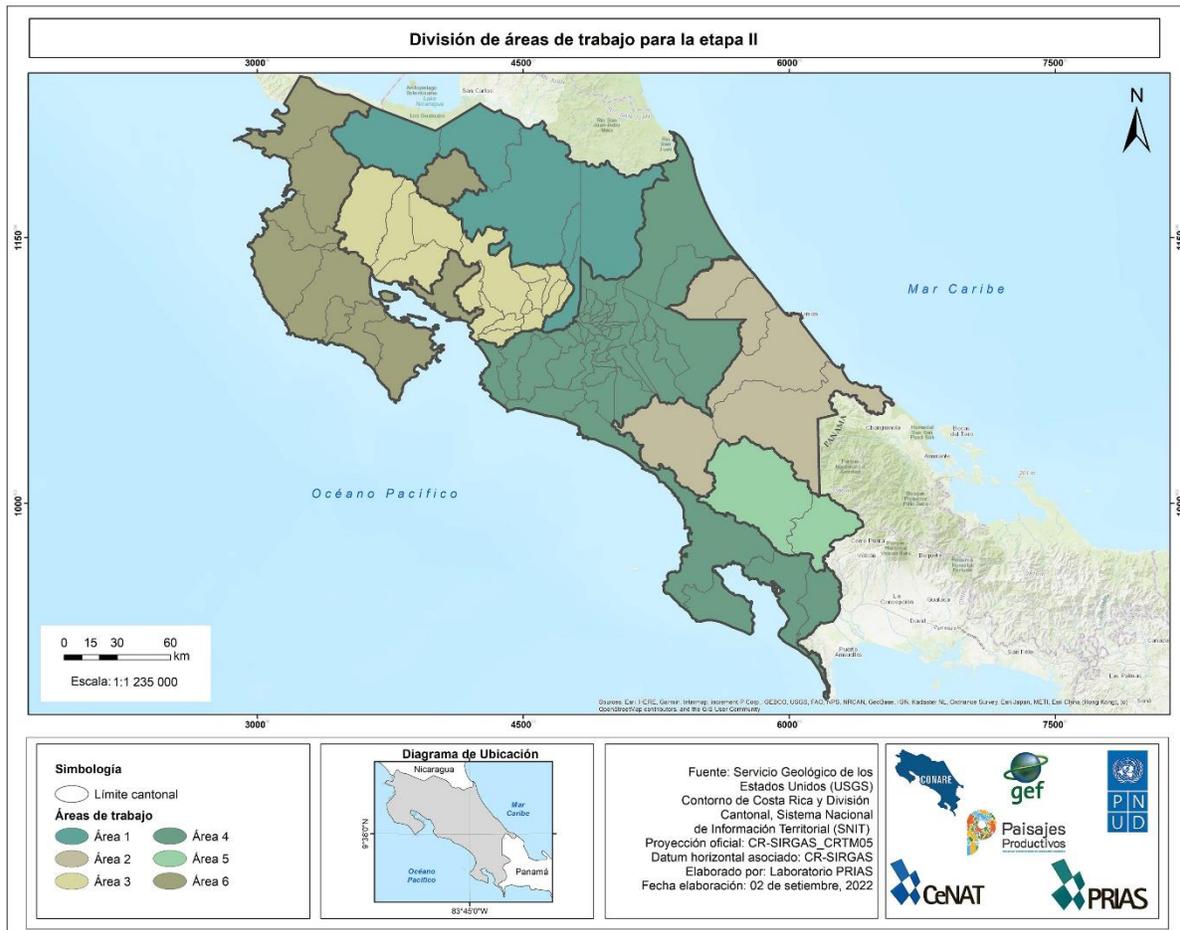


Figura 3. División de áreas de trabajo para la etapa II

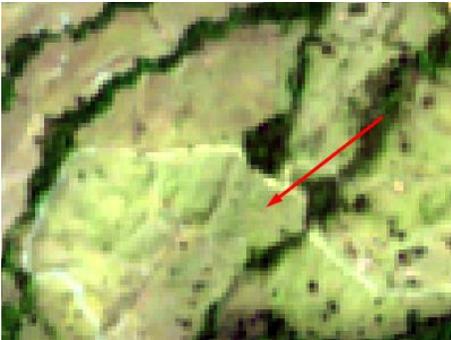


El procesamiento de los datos y el análisis de los resultados se realizó con base en una versión de la división oficial de cantones disponible en el SNIT para el año 2021 (Instituto Geográfico Nacional [IGN], 2018), con el fin de que los cantones coincidieran con los límites existentes al periodo de estudio. Para la presentación de los resultados los cantones del país se agruparon por región según los datos de MIDEPLAN, se hace la salvedad que los distritos Sarapiquí del cantón Alajuela y Peñas Blancas del cantón San Ramón pertenecientes a la Región Huetar Norte para efectos del estudio son analizados en la Región Central.

3.3. Definiciones empleadas para la detección de cambio basado en la pérdida, ganancia y no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019

En la Tabla 1, se presentan las definiciones utilizadas por MOCUPP relacionadas con la detección de cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019. Cabe aclarar, que las descripciones se basan en lo observado a partir del alcance espacial y espectral de las imágenes utilizadas.

Tabla 1. Definiciones utilizadas para la detección de cambio basado en la pérdida, ganancia y no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019

| Categoría de cobertura/uso | Descripción | Referencia imagen a modo de ejemplo |
|--|---|--|
| <p>Paisaje productivo de pastos</p> | <p>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 1:10.000, utilizando un pixel de 10x10 metros, por ejemplo: cercas vivas, caminos internos, entre otros. Se considera una Unidad Mínima Cartografiable (UMC) de 0,5 ha.</p> |  |

| Categoría de cobertura/uso | Descripción | Referencia imagen a modo de ejemplo |
|---|--|--|
| <p>Otros usos</p> | <p>Comprende todos aquellos usos no monitoreados por el proyecto MOCUPP.</p> |  |
| <p>Paisaje de cobertura arbórea</p> | <p>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 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. 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.</p> |  |
| <p>Detección de cambio basado en ganancia de cobertura arbórea</p> | <p>Incremento de cobertura arbórea que permite el aumento de la conectividad de la matriz del paisaje productivo y circundantes. Que pueda ser discriminada a una escala de 1:10.000 utilizando un pixel de 10x10 metros. Incluye: Regeneración natural, asistida o reforestación.</p> |  |

| Categoría de cobertura/uso | Descripción | Referencia imagen a modo de ejemplo |
|---|---|---|
| | | <p>Año comparación</p>  |
| <p>Detección de no cambio de cobertura arbórea</p> | <p>Áreas en las que no se detecta una modificación de la cobertura arbórea circundante al paisaje productivo monitoreado por el MOCUPP, a una escala de 1:10.000 utilizando un pixel de 10x10 metros.</p> | <p>Año base</p>  <p>Año comparación</p>  |

| Categoría de cobertura/uso | Descripción | Referencia imagen a modo de ejemplo |
|--|---|---|
| <p>Detección de cambio basado en pérdida de cobertura arbórea</p> | <p>Diferencia entre los datos vectoriales del paisaje productivo monitoreado por MOCUPP que pueda ser discriminada de un año base con respecto al siguiente, asociada a una variación de la cobertura arbórea y al surgimiento de nuevas áreas del paisaje productivo. Que pueda ser discriminada a una escala de 1:10.000 utilizando un pixel de 10x10 metros. Estas áreas pueden ser inferiores al UMC (0,5 ha) definida para los paisajes productivos. Se identifican tres categorías para esas nuevas áreas asociadas a la pérdida:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Nueva área del paisaje productivo. b) Modificación interna del paisaje productivo. c) Modificación adjunta del paisaje productivo. |  |

Fuente: Aguilar et al., 2020.

3.4. Generación de capa vectorial de pérdida y ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019

La detección de cambio basado en la pérdida y ganancia de cobertura arbórea se llevó a cabo mediante geoprocesos y análisis aplicados a las capas vectoriales de cobertura arbórea y pastos productivos de los años 2018 y 2019 (Centro Nacional de Alta Tecnología [CeNAT], 2021a, 2022a; CeNAT, 2021b, 2022b); así como, la fotointerpretación de imágenes satelitales del sensor Sentinel-2 para el mismo periodo de análisis.

En primera instancia, se realizó la estandarización de los insumos 2019 (Figura 1, Etapa 1), tanto en la capa de CA como en la del PPP, donde se revisaron los atributos asociados a la presencia de nubes, omisiones y comisiones, en relación con los datos de las capas 2018 y que pueden existir, en función del porcentaje de exactitud reportado para cada insumo. Esta revisión se realizó de forma independiente para cada una de las áreas de trabajo mencionadas en el apartado 3.2 (Figura 2). Posterior a la revisión, se unificaron las áreas mediante el geoproceso de “Anexar” del programa ArcGIS 10.8.1.

Seguidamente, se realizaron dos diferencias simétricas, una aplicada entre las capas de pastos productivos 2018 y 2019, y otra sobre las capas de CA para el mismo periodo. Posterior a ello, se generó una intersección entre las diferencias simétricas del paso anterior, que dio como resultado polígonos de cambio de cobertura arbórea en el periodo 2018-2019, relacionados directamente con pastos productivos. Estos geoprocesos fueron realizados con el programa ArcGIS 10.8.1.

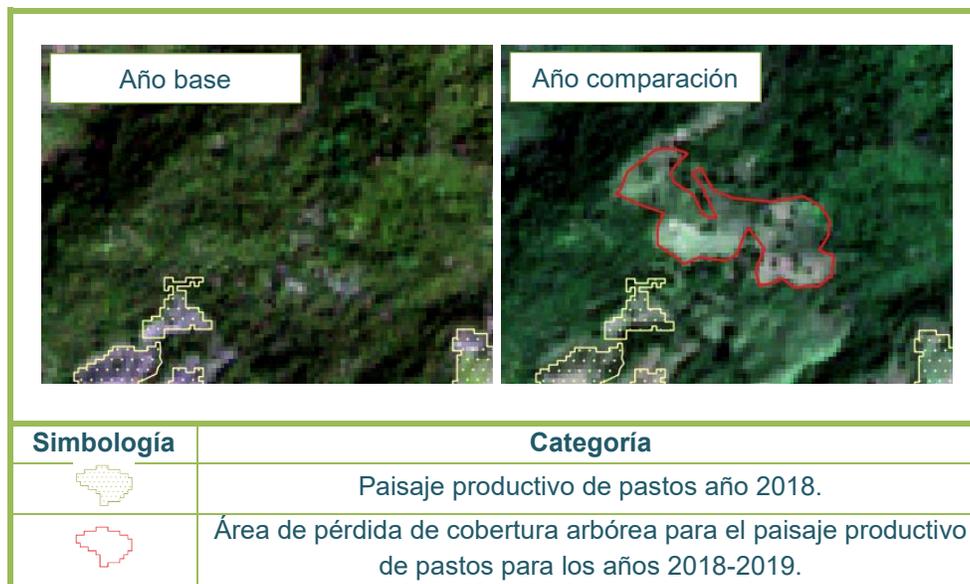
Posteriormente, se realizó la clasificación del cambio detectado para los polígonos con UMC mayor a 0,5 ha, mediante la fotointerpretación de imágenes satelitales de mediana y alta resolución (Figura 1, Etapa 2). Para ello, se utilizaron como insumos primarios, los mosaicos de imágenes del sensor Sentinel-2, elaborados por el laboratorio PRIAS para los años 2018 y 2019. De forma complementaria, se utilizaron imágenes de alta resolución de los proyectos y plataformas: NICFI-Planet Labs (Planet Labs, s.f.), Google Earth Pro (Google, s.f.), ESRI (ESRI, s.f.), Bing Maps (Microsoft Bing, s.f.) y Ortofoto 2017 1:5mil (IGN, 2017); así como, otros insumos vectoriales de información territorial: capas del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2018), Inventario Nacional Forestal (Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC] y Programa REDD-CCAD-GIZ, 2022), Inventario Nacional de Humedales (SINAC, 2022) y la capa de Pagos por Servicios Ambientales de FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal [FONAFIFO], 2022). Los polígonos identificados como pérdida o ganancia, de acuerdo con las definiciones mencionadas en la Tabla 1, fueron contemplados para la capa resultante, el resto, que no cumplían con la definición fueron excluidos del análisis.

La clasificación de pérdida y ganancia se realizó de forma independiente para cada una de las áreas de trabajo mencionadas en el apartado 3.2 (Figura 3). Posterior a ello, se unificaron las áreas en una capa vectorial mediante el geoproceso de “Anexar” del programa ArcGIS 10.8.1. Además, la capa unida fue sometida a una comprobación geométrica y topológica, con el fin de descartar o corregir traslapes de polígonos, nodos duplicados, auto contactos y otros errores geométricos propios de la manipulación espacial de los insumos.

Una vez finalizada la clasificación, se procedió a realizar una categorización adicional para los polígonos identificados como pérdida, la cual, se basó en tres tipos de pérdida relacionadas con la continuidad de estos polígonos respecto a las áreas de pastos productivos existentes en la capa vectorial publicada para el año 2018. A continuación, se detallan cada uno de los tipos de pérdida utilizados:

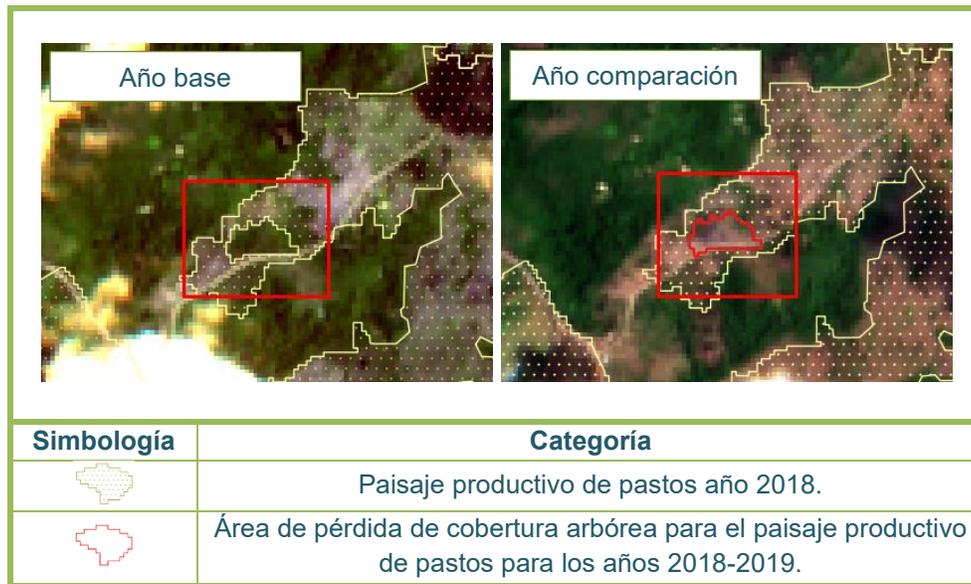
- a. **Nueva área:** Extensiones del paisaje productivo de pastos, superiores a 0,5 ha completamente nuevas, establecidas sobre áreas que en el año base presentaban cobertura arbórea y que se encuentran separadas de polígonos del paisaje productivo de pastos presentes en el año base; ya sea por otros usos, como por ejemplo: carreteras, caminos y ríos; u otros paisajes monitoreados por MOCUPP (Aguilar et al., 2022).

Figura 4. Ejemplo de nueva área del paisaje productivo de pastos



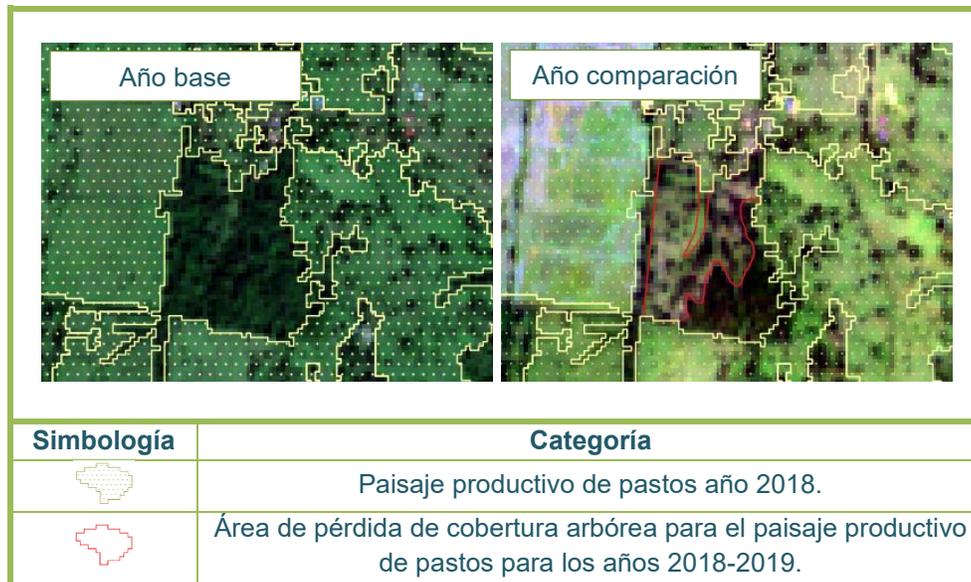
- b. **Modificación interna:** Áreas nuevas del paisaje productivo de pastos superiores a 0,5 ha que surgen por una remoción de cobertura arbórea en el año de comparación, cuyo perímetro se encuentra rodeado por el paisaje productivo de pastos presente en el año base (Aguilar et al., 2022).

Figura 5. Ejemplo de modificación interna dentro del paisaje productivo de pastos



c. Modificación adjunta: Áreas nuevas del paisaje productivo de pastos superiores a 0,5 ha que surgen en el año de comparación sobre cobertura arbórea existente en el año base y representan una ampliación de los límites de los pastos identificados en el año base (Aguilar et al., 2022).

Figura 6. Ejemplo de modificación adjunta del paisaje productivo de pastos



3.5. Validación de la capa vectorial de pérdida y ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019

La validación de las áreas de pérdida y ganancia se realizó mediante tres etapas, en las cuales se verificó que los resultados obtenidos alcanzaran la confiabilidad estadística requerida; las etapas se detallan a continuación:

3.5.1. Validación 1

El proceso de Validación 1, se llevó a cabo mediante el proceso de fotointerpretación con el uso de los insumos satelitales mencionados en el apartado 3.4, para cada una de las áreas de trabajo descritas en la Figura 3. Para ello, se realizó un muestreo estadístico para cada una de las áreas de trabajo basado en el total de los polígonos clasificados, considerando un 95% de confiabilidad y un 5% de error, según Chuvieco (2010). Para lo cual, se utilizaron dos clases: “Pérdida-Ganancia” la cual incluyó los polígonos de pérdida y ganancia de la capa y “No Pérdida-Ganancia” que incluyó los polígonos restantes de la capa de detección de cambio elaborada en el apartado 3.4.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó la siguiente ecuación:

$$n = \frac{z^2 pq}{E^2} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

z= nivel de confianza

p= variabilidad positiva o probabilidad de éxito

q= variabilidad negativa o probabilidad de fracaso (1-p)

E = precisión o error

A partir de la muestra calculada se procedió con la revisión de la concordancia entre los valores clasificados y los evaluados por la persona validadora. Para ello, se utilizaron tres criterios de revisión a saber:

- Definición: se evaluó si el polígono cumple con la definición de MOCUPP para pérdida y ganancia; o bien, si corresponde a un caso de comisión u omisión relacionada con alguno de los paisajes en estudio.
- Desplazamiento: se evaluó si durante la clasificación se consideró el efecto de desplazamiento de los mosaicos utilizados.
- Edición: se evaluó que la totalidad del polígono correspondió a la clase identificada por el clasificador.

Estos criterios fueron utilizados para determinar la precisión de la capa. Para lo cual se utilizó una ponderación de los valores de exactitud calculados para cada uno de los criterios, dada la siguiente ecuación:

$$Exactitud_1 = \frac{VP_1}{VP_1 + FP_1} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

VP₁: valores validados como aciertos.
FP₁: total de los valores.

El cálculo de la precisión se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$Precisión = ED * 0,70 + EDs * 0,15 + EE * 0,15 \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

ED = Exactitud del criterio definición
EDs= Exactitud del criterio de desplazamiento
EE= Exactitud del criterio de edición

El criterio de definición cuenta con un valor más alto debido a que este contribuye en mayor medida con la identificación del cambio. Los criterios de edición y desplazamiento se tomaron en cuenta debido a las implicaciones del desplazamiento detectado en los mosaicos 2018-2019 (Acuña et al., 2022; Hernández et al., 2022) y su efecto en la fotointerpretación y la edición de los polígonos.

La exactitud final reportada para la Validación 1, se determinó únicamente a partir del criterio de definición (Ecuación 2). Adicionalmente se calculó el estadístico kappa para este criterio, mediante el método de matriz de confusión, según Chuvieco (2010).

A partir de los resultados obtenidos, se procedió a realizar las correcciones en cada una de las áreas de trabajo, tomando en cuenta las siguientes posibilidades:

- Exactitud >90%: Se deben corregir todos aquellos polígonos que presenten desaciertos en cada uno de los criterios de revisión.
- Exactitud <90%: Se revisan todos los polígonos presentes en la capa.

Las correcciones propuestas por la Validación 1 se realizaron en la capa de cada área de trabajo correspondiente, según la división de la Figura 3.

3.5.2. Validación 2

El proceso de Validación 2, se llevó a cabo para cada una de las áreas de trabajo (Figura 3) mediante la revisión del total de polígonos de pérdida y ganancia contenidos en las capas resultantes del proceso de Validación 1. La revisión consistió en la comprobación del cambio detectado, con el uso de los insumos satelitales mencionados en el apartado 3.4, por parte de una persona investigadora ajena al proceso de clasificación y Validación 1. Para ello, se utilizaron las clases empleadas en la Validación 1: “Pérdida-Ganancia” y “No Pérdida-Ganancia”, donde se evaluaron los criterios de revisión anteriormente mencionados: definición, desplazamiento y edición.

Para obtener el porcentaje de exactitud, se tomaron en cuenta los aciertos del criterio de definición (Ecuación 2). La precisión global se determinó de la misma forma que en la Validación 1 (Ecuación 3). Cabe aclarar que, para efectos de la Validación 2, los estadísticos de exactitud y precisión se emplearon únicamente como indicadores de calidad del proceso general de clasificación, ya que independientemente de los resultados obtenidos para cada indicador, las correcciones se realizaron sobre el total de polígonos que mostraron desaciertos en cualquiera de los criterios evaluados.

Las correcciones propuestas por la Validación 2 se realizaron en la capa de cada área de trabajo correspondiente.

3.5.3. Validación 3

Para el proceso de Validación 3, se llevó a cabo un muestreo basado en el total de polígonos contenidos en la capa de pérdida y ganancia resultante del proceso de Validación 2. El cálculo del tamaño de la muestra se basó en un 95% de confianza y con un error aceptado de 10%. Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 p q N}{E^2 * (N-1) + Z^2 * p * q} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

z= nivel de confianza

p= variabilidad positiva o probabilidad de éxito

q= variabilidad negativa o probabilidad de fracaso (1-p)

N = tamaño de la población

E = precisión o error

Una vez obtenido el tamaño mínimo a muestrear se crearon de forma aleatoria los puntos de revisión a partir del total de polígonos de pérdida encontrados para el periodo 2018-2019, por medio de la herramienta “Creación de Puntos Aleatorios” del programa ArcGIS. Para lo cual, se utilizó un distanciamiento superior a 50 metros entre puntos, con el objetivo de obtener mayor representatividad y distribución de los datos. Por su parte, los datos de ganancia fueron validados en su totalidad.

Basado en los puntos de muestreo obtenidos, se utilizó la herramienta “Selección por Localización” del programa ArcGIS 10.8.1 para localizar los polígonos clasificados como pérdida de CA relacionados de manera espacial con el punto aleatorio generado.

Posterior a ello, para la revisión de los datos de pérdida y ganancia se realizaron comparaciones entre los mosaicos de imágenes de los sensores Planet y Sentinel-2 elaborados con imágenes del 2019. Así como, una verificación con datos históricos de Google Earth Pro (Google, s.f.). Se utilizaron además las capas del INF 2013 (SINAC y Programa REDD-CCAD-GIZ, 2022), Pastos 2018 (CeNAT, 2021a), Pastos 2019

(CeNAT, 2022a), CA 2018 (CeNAT, 2021b), CA 2019 (CeNAT, 2022b), y mosaicos Planet-NICFI entre el 2017 y 2022 (Planet Labs, s.f.), para la comprobación de todas las características observadas en la imagen. Además, se tomaron en consideración las definiciones de pérdida y ganancia de cobertura arbórea, CA y PPP, elaboradas para MOCUPP y mencionadas en el apartado 3.3.

Por último, para valorar la exactitud de los datos obtenidos se aplicó la siguiente ecuación.

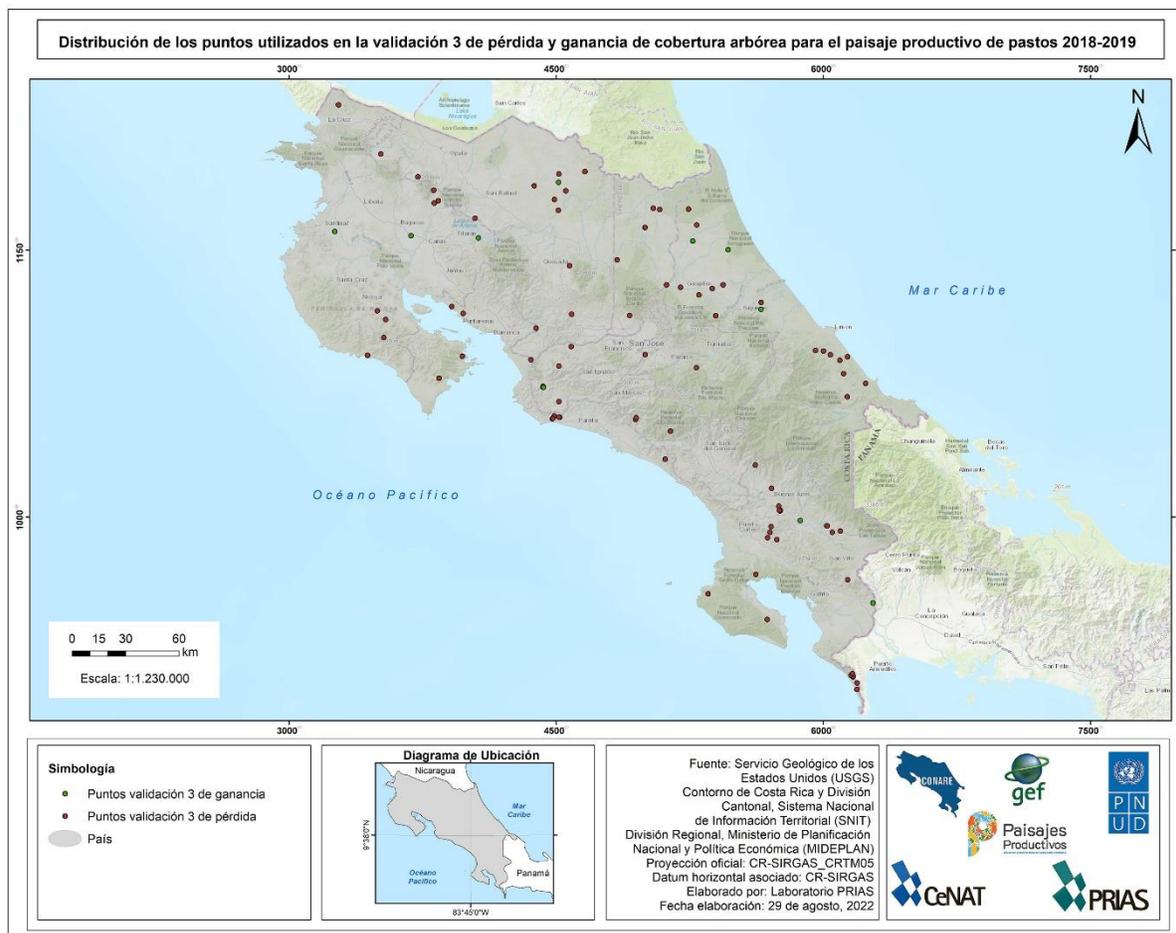
$$Exactitud = \frac{VP}{VP+FP} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

VP: valores positivos (valores clasificados como pérdida que sí son pérdida para PPP).

FP: falsos positivos (valores clasificados como pérdida que sí son pérdida, pero no corresponden a cambio de uso para PPP).

Figura 7. Distribución de los puntos utilizados en la Validación 3 de pérdida y ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019



3.6. Generación de capa vectorial de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019

Para la generación de la capa vectorial de no cambio de cobertura arbórea se utilizaron como insumos primarios, la capa de cobertura arbórea 2019 con la revisión y estandarización de observaciones referentes a la presencia de nubes, omisiones y comisiones, mencionado en el apartado 3.4; además de los polígonos de ganancia generados.

Por consiguiente, la detección del no cambio de CA se realizó mediante la selección y extracción de los polígonos de la capa de cobertura arbórea 2019 determinados como ganancia; así como, aquellos polígonos que por condición de nubosidad no fueron detectados en el año 2018, pero sí en 2019. Para llevar a cabo estos procesos, se utilizaron las herramientas de “Intersección” y “Selección por atributos” del programa QGIS 3.22.6.

3.6.1. Validación de no cambio de cobertura arbórea

Para el proceso de validación de la capa de no cambio de cobertura arbórea para el PPP se utilizó un muestreo estadístico basado en un 95% de confiabilidad y un error tolerado de 10%. Este muestreo se estimó con base en la cantidad de polígonos totales de la capa y se utilizó para ello, la fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra (Ecuación 4) descrita en el apartado 3.5.3. Una vez conocido este valor se seleccionaron aleatoriamente los puntos obtenidos durante las campañas de recolección de campo llevadas a cabo durante el 2021 relacionados con el uso de CA.

Basado en la distribución de puntos obtenidos se utilizó la herramienta “Selección por Localización” del programa ArcGIS 10.8.1 para localizar los polígonos clasificados como no cambio de CA relacionados de manera espacial con el punto de campo obtenido. Posterior a ello, para la revisión de los datos de no cambio se realizaron comparaciones entre los mosaicos de imágenes de los sensores descritos en el apartado 3.5.3. Por último, para valorar la exactitud de los datos obtenidos se aplicó la ecuación descrita en el apartado 3.5.1 (Ecuación 2).

3.7. Análisis de expedientes sobre infracciones ambientales vinculadas al paisaje productivo de pastos

Para la elaboración de este apartado, se llevó a cabo la lectura detallada de expedientes sobre infracciones ambientales vinculadas a la actividad de pastos productivos en Costa Rica por parte del Tribunal Ambiental Administrativo (TAA) y se realizó un análisis espacial tomando en consideración los datos satelitales del sensor Sentinel-2 mencionados en el apartado 3.4.

Los expedientes consultados presentan una resolución final en el periodo de estudio (2018-2019) y de ellos se extrajo la siguiente información: número de expediente, fecha, provincia, cantón, distrito, dirección exacta, coordenadas, hojas cartográficas, infracción, ley asociada, observaciones.

Adicional a lo anterior, se presenta una tabla resumen (tabla 3) con la legislación asociada a cada caso de infracción, en la cual se expone la siguiente información: tipo de infracción, ley y artículo asociado, definición del artículo establecida en la ley correspondiente.

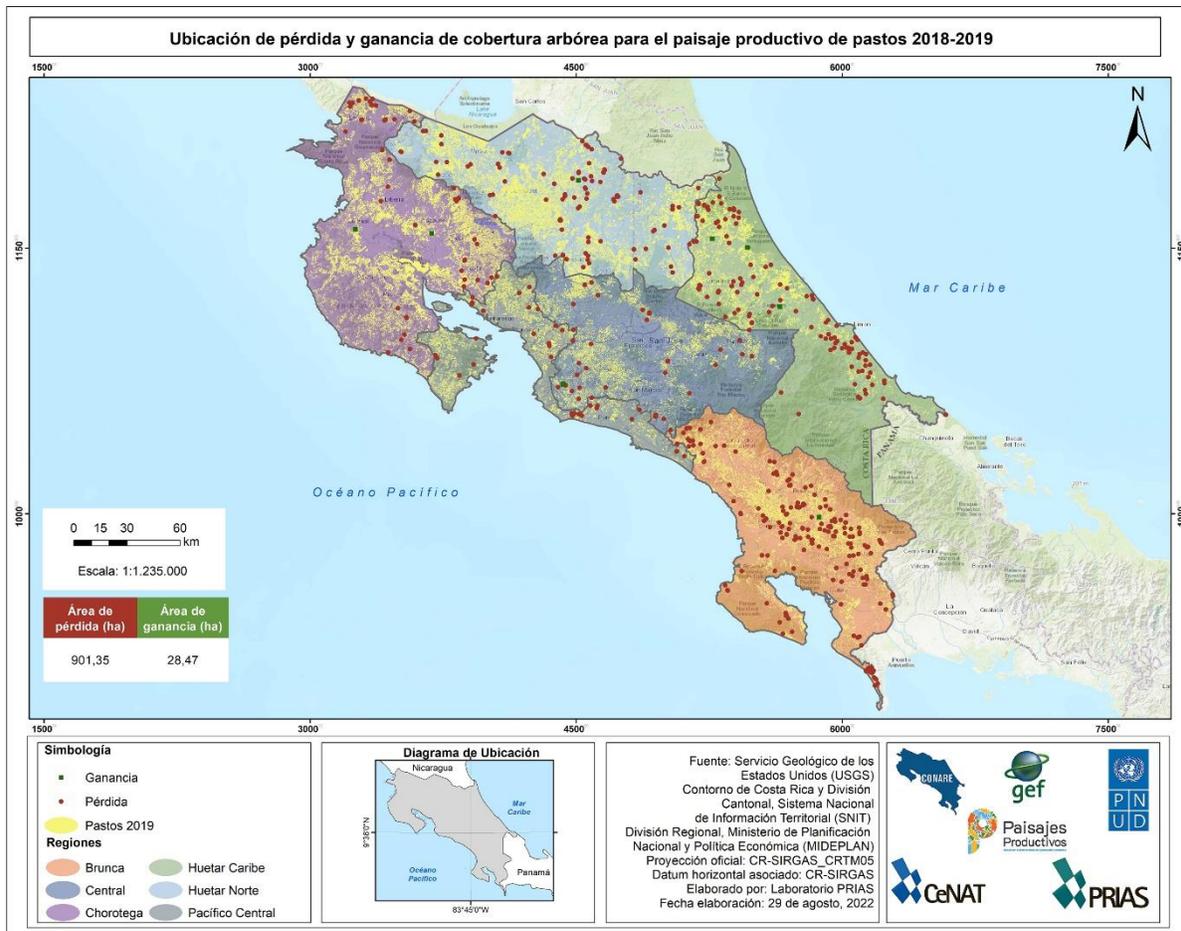
IV. RESULTADOS GENERALES

En este apartado se presentan los resultados generales de los análisis de pérdida, ganancia y no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018- 2019. La información se expone por medio de mapas de ubicación de las áreas identificadas por región y gráficos que muestran los estadísticos regionales y cantonales a nivel país.

4.1. Pérdida y ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

Basado en los resultados obtenidos durante los análisis de detección de cambio de cobertura arbórea para el PPP, Costa Rica presenta un total de 901,35 hectáreas de pérdida y 28,47 hectáreas de ganancia distribuidas dentro del área de influencia estudiada por MOCUPP (Figura 8). La exactitud calculada para esta capa es de un 91,86%.

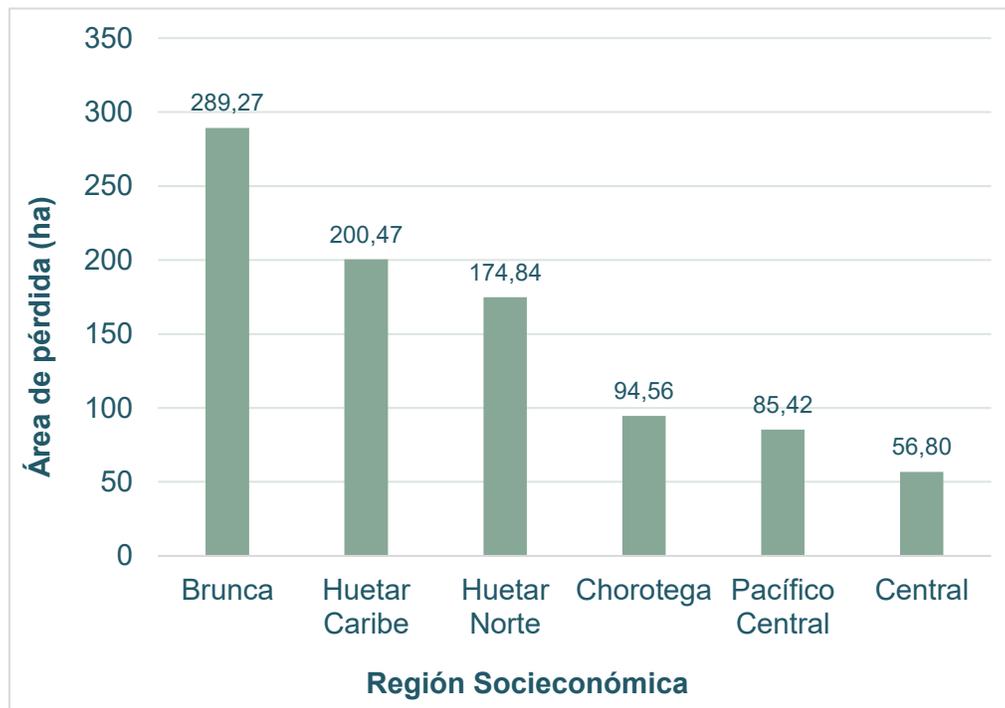
Figura 8. Ubicación de pérdida y ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019



Nota: Los resultados se analizaron con base en la división oficial de cantones en el país, los cuales se agruparon por región, se hace la salvedad de que los distritos Sarapiquí del cantón Alajuela y Peñas Blancas del cantón San Ramón pertenecen a la Región Huetar Norte, para efectos del estudio estos son analizados en la Región Central.

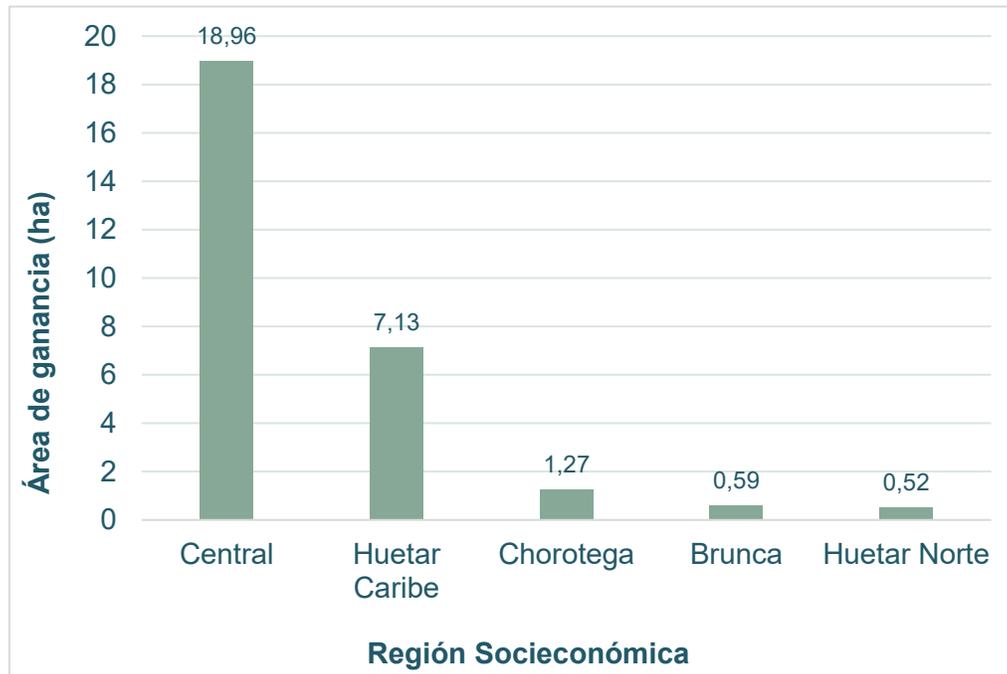
En la Figura 9 se observa la distribución de las áreas de pérdida y ganancia de la CA a nivel regional. Región Brunca cuenta con mayor presencia de pérdida con un total de 289,27 ha; seguido de Huetar Caribe con 200,47 ha y, en orden descendente, Huetar Norte con 174,84 ha, Región Chorotega con 94,56 ha, Pacífico Central con 85,42 ha y, por último, Región Central con 56,80 ha.

Figura 9. Distribución regional de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019



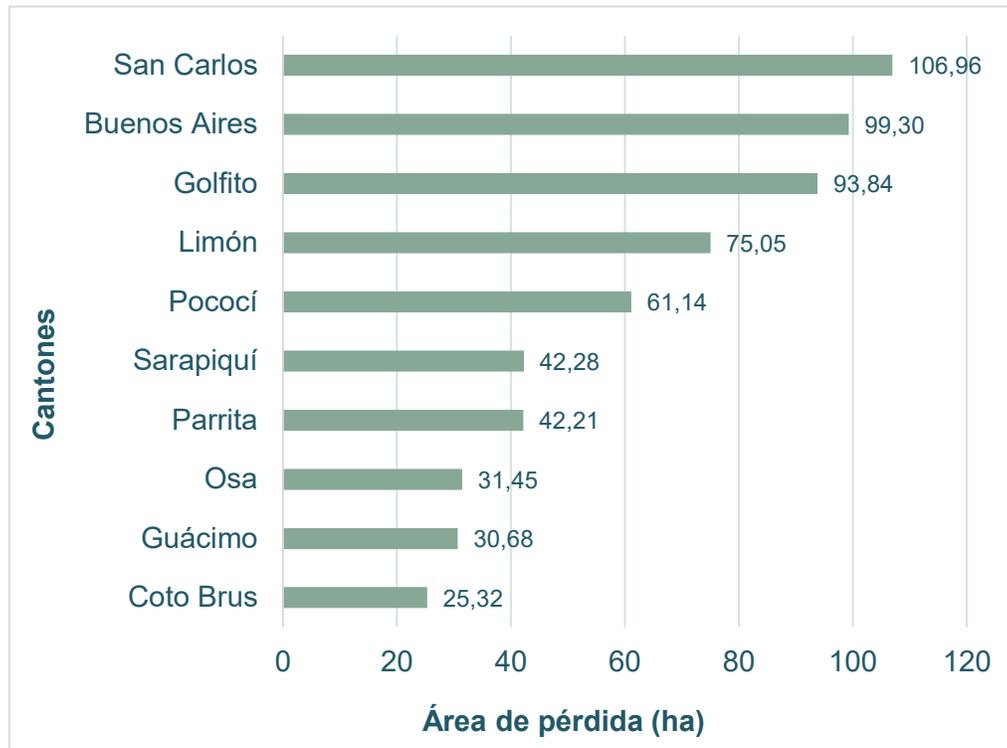
Por otra parte, las áreas relacionadas a ganancia de CA se distribuyen en cinco regiones del país, sin incluir la Región Pacífico Central, donde no se identificó ganancia (Figura 10). Con respecto a la distribución de la ganancia, Región Central aparece en la primera posición con 18,96 ha, seguida de Huetar Caribe con 7,13 ha y Chorotega con 1,27 ha; por último, se encuentran las regiones Brunca y Huetar Norte con 0,59 ha y 0,52 ha, respectivamente.

Figura 10. Distribución regional de la ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019



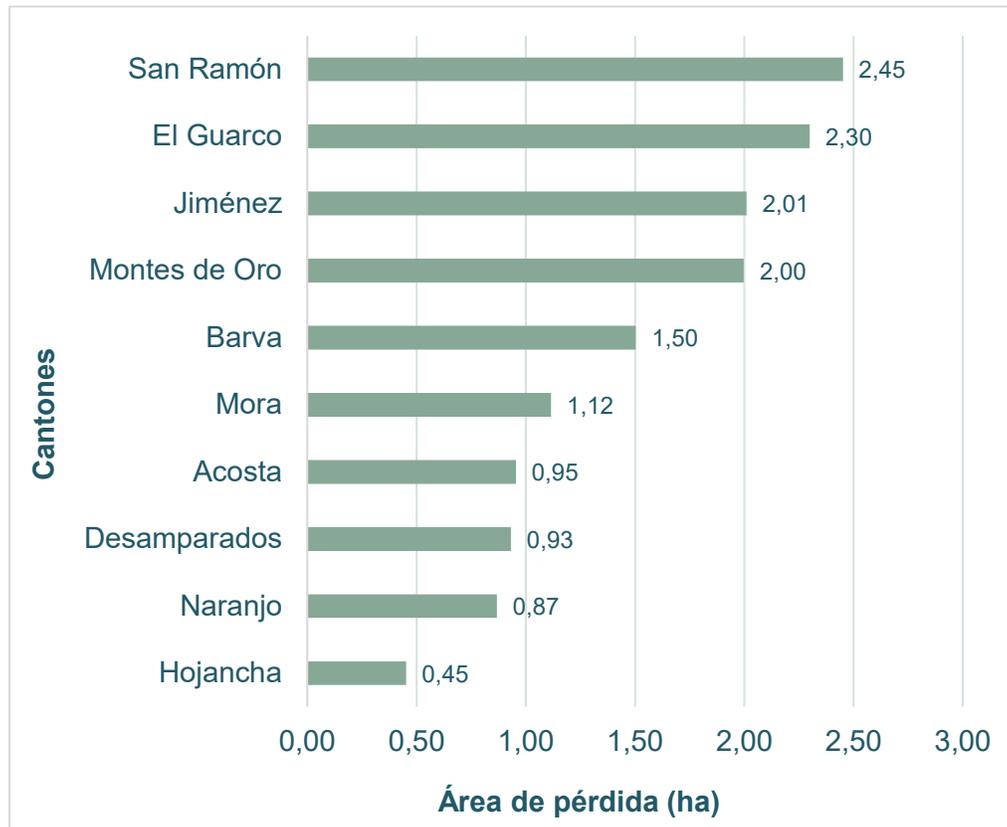
A nivel cantonal, los análisis permiten identificar que, de los 82 cantones del territorio nacional solo 48 presentan áreas relacionadas a pérdida de cobertura arbórea para el PPP. La Figura 11 muestra los diez cantones con mayor área de pérdida a nivel nacional, donde destacan San Carlos, Buenos Aires y Golfito encabezando la lista con 106,96 ha, 99,30 ha y 93,84 ha respectivamente.

Figura 11. Cantones con mayor área de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019



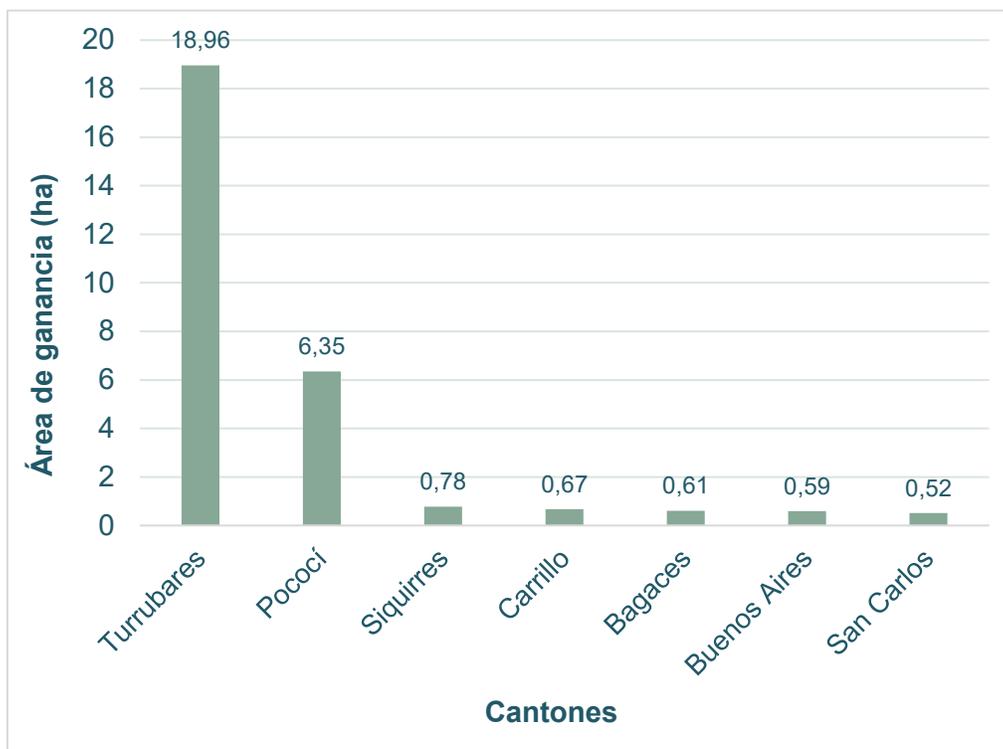
Por el contrario, los diez cantones que presentan menor pérdida de CA dentro del periodo de estudio son San Ramón con 2,45 ha y El Guarco con 2,30 ha; seguidamente se encuentran los cantones Jiménez, Montes de Oro, Barva, Mora, Acosta, Desamparados, Naranjo y Hojanca con áreas de pérdida que oscilan entre las 2,01 ha a 0,45 ha respectivamente (Figura 12).

Figura 12. Cantones con menor área de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019



De la misma manera, se analizaron los cantones con mayor cantidad de ganancia, donde las 28,47 ha detectadas se distribuyeron en siete cantones del país. El cantón Turrubares se ubica en la primera posición con 18,96 ha, seguido de Pococí con 6,35 ha y Siquirres con 0,78 hectáreas; en un cuarto lugar se posiciona el cantón Carrillo con 0,67 y por último se encuentran los cantones Bagaces, Buenos Aires y San Carlos con áreas de ganancia de CA entre los 0,6 ha a 0,5 ha (Figura 13).

Figura 13. Distribución cantonal de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019

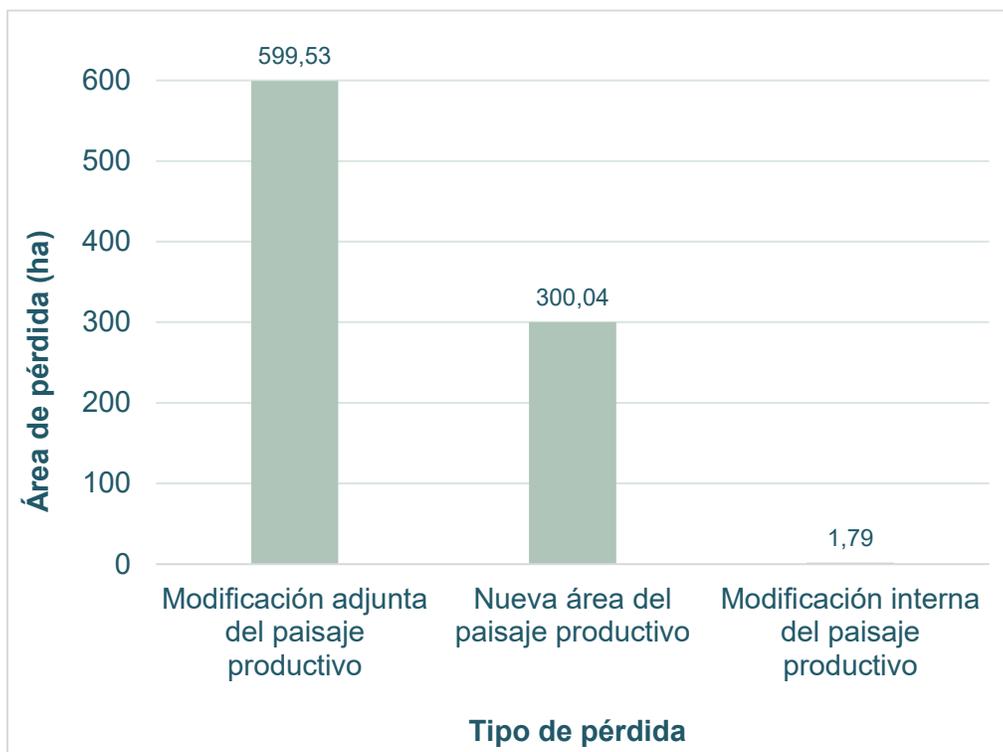


4.2. Tipo de pérdida identificadas de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

Las áreas de pérdida de cobertura arbórea para el PPP fueron clasificadas en tres grupos y se determinaron las diferentes modificaciones del paisaje productivo que ocasionaron la conversión de áreas de CA al paisaje productivo de pastos.

La Figura 14 muestra un total de 599,53 hectáreas de CA que fueron modificadas como áreas adjuntas al paisaje productivo; es decir, áreas que comparten límites espaciales con pastos productivos identificados para el año 2018; mientras que, 300,04 ha fueron el resultado de la conversión de CA a áreas de pastos totalmente nuevas, las cuales no comparten límites espaciales con los PPP reportados en el año 2018. Finalmente, las modificaciones internas dentro de los límites espaciales del paisaje productivo constataron un total de 1,79 ha.

Figura 14. Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019



Los análisis generados permitieron clasificar por tipo, las diferentes áreas de pérdida identificadas dentro de cada región, las cuales se ven reflejadas en la Tabla 2. En primera instancia, se determinó que la pérdida del CA dentro del límite interno del paisaje productivo de pastos 2018, solo se presentó en las regiones Chorotega y Central, mientras que las modificaciones adjuntas y las nuevas áreas del paisaje productivo se distribuyen en todas las regiones del país. Por otra parte, en cinco de las seis regiones se identificó que la modificación adjunta representa el 60% de pérdida por este tipo de cambio entre cobertura arbórea y el paisaje productivo de pastos; así mismo, se observó que, en la Región Chorotega, la modificación adjunta y las áreas nuevas presentaron datos muy similares, de aproximadamente un 49% para cada tipo de pérdida.

Tabla 2. Cantidad de hectáreas por región según tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019

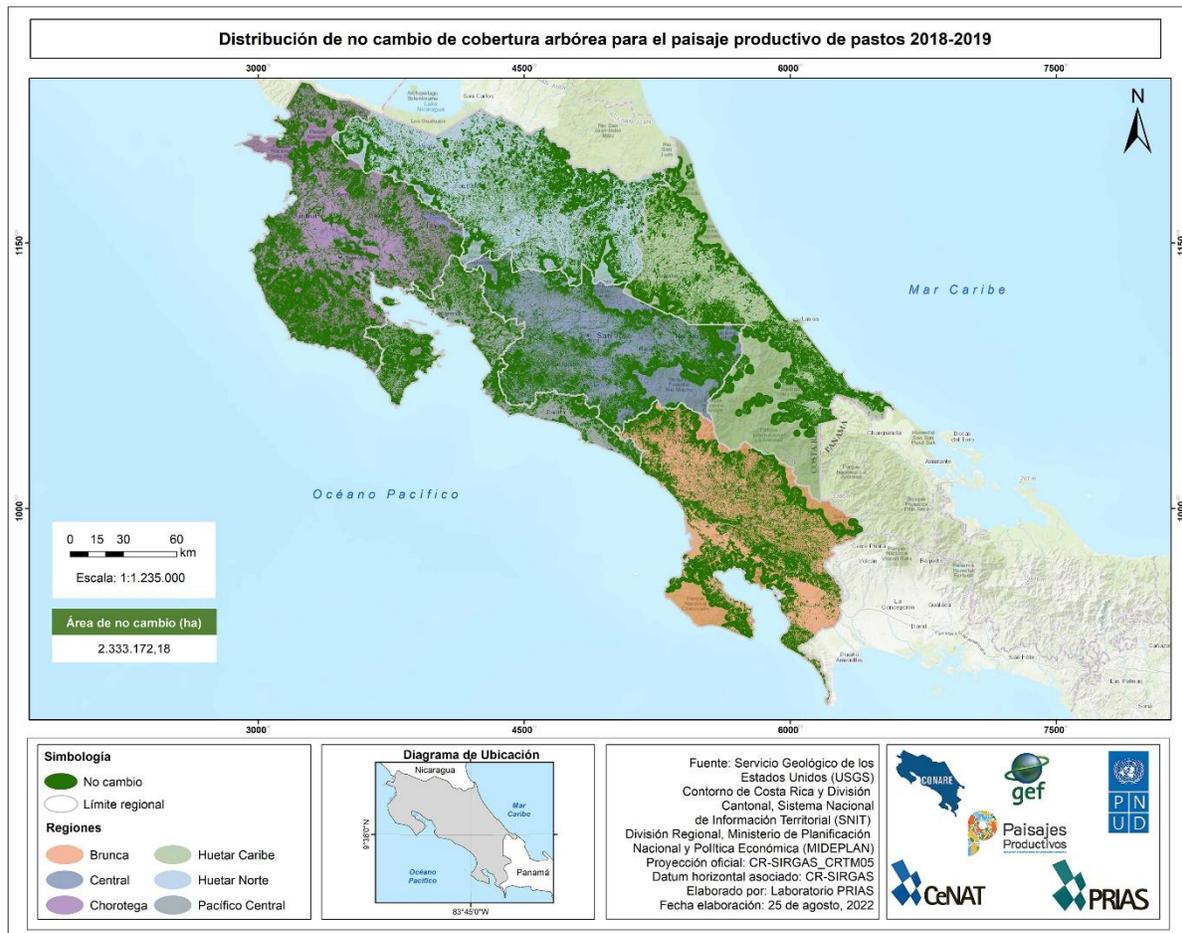
| Región | Modificación adjunta del paisaje productivo (ha) | Nueva área del paisaje productivo (ha) | Modificación interna del paisaje productivo (ha) |
|------------------|--|--|--|
| Brunca | 189,40 | 99,88 | |
| Huetar Caribe | 139,72 | 60,75 | |
| Huetar Norte | 120,46 | 54,38 | |
| Chorotega | 46,38 | 47,12 | 1,05 |
| Pacífico Central | 60,03 | 25,39 | |
| Central | 43,54 | 12,52 | 0,73 |
| Total | 599,53 | 300,04 | 1,79 |

Nota: Los resultados se analizaron con base en la división oficial de cantones en el país, los cuales se agruparon por región, se hace la salvedad de que los distritos Sarapiquí del cantón Alajuela y Peñas Blancas del cantón San Ramón pertenecen a la Región Huetar Norte, para efectos del estudio estos son analizados en la Región Central. Cabe mencionar que, la capa vectorial de detección de pérdida y ganancia de CA para PPP fue publicada con seis cifras significativas y con base en esos resultados, se calcularon los valores reportados en este informe, redondeados a dos cifras significativas, por lo que pueden existir discrepancias mínimas entre ambos datos.

4.3. No cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

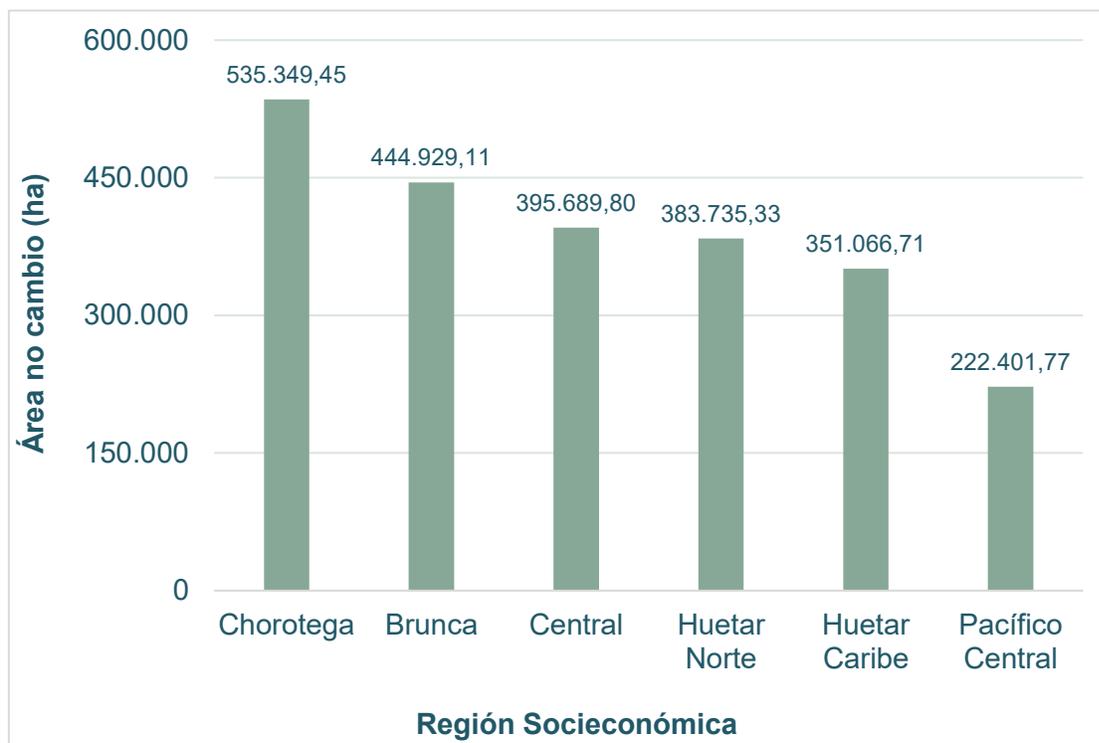
Se efectuó un análisis de las áreas de no cambio de CA a partir de la capa resultante. El área calculada corresponde a un total de 2.333.172,18 hectáreas distribuidas en el territorio costarricense y presentó un porcentaje de exactitud del 94,01% (Figura 15).

Figura 15. Distribución regional de áreas de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019



Como parte de los análisis efectuados por región con respecto a las áreas que conservaron cobertura arbórea en el país; la Figura 16 muestra los resultados obtenidos de acuerdo a la división territorial definida por MIDEPLAN. Los datos indican que la Región Chorotega se encuentra en la primera posición con un 22,95% del total de área de no cambio del país, seguido por Brunca con 19,97% y Central con 16,96%. Por último, se sitúan las regiones Huetar Norte, Huetar Caribe y Pacífico Central con 16,45%, 15,05% y 9,53% respectivamente.

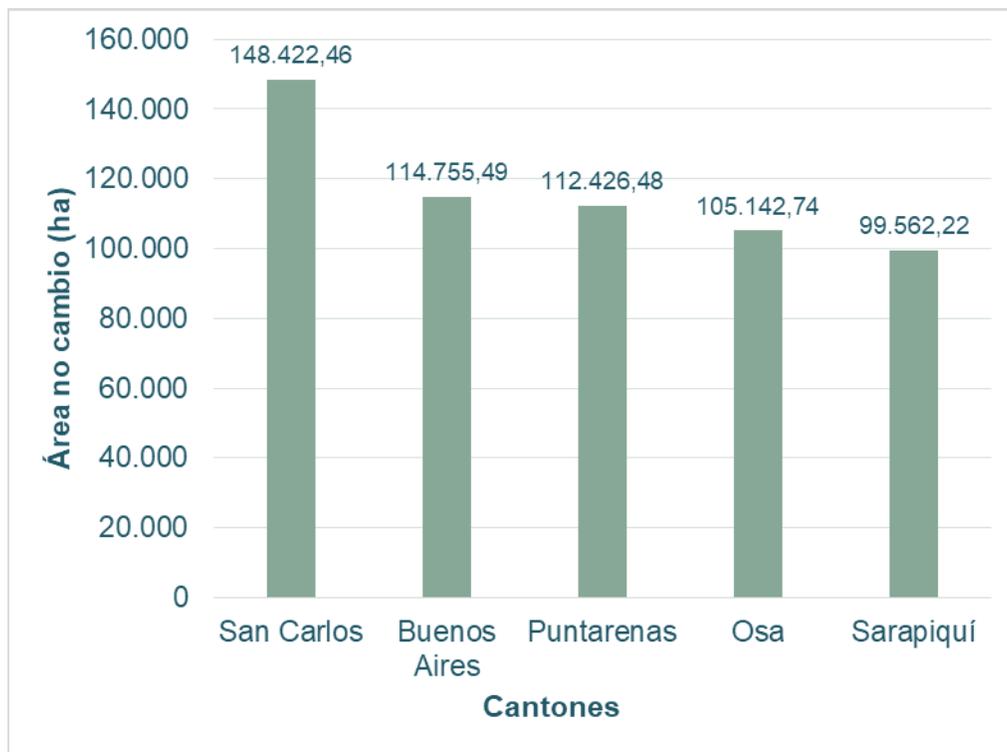
Figura 16. Distribución por regiones de áreas de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019



Nota: Los resultados se analizaron con base en la división oficial de cantones en el país, los cuales se agruparon por región, se hace la salvedad de que los distritos Sarapiquí del cantón Alajuela y Peñas Blancas del cantón San Ramón pertenecen a la Región Huetar Norte, para efectos del estudio estos son analizados en la Región Central.

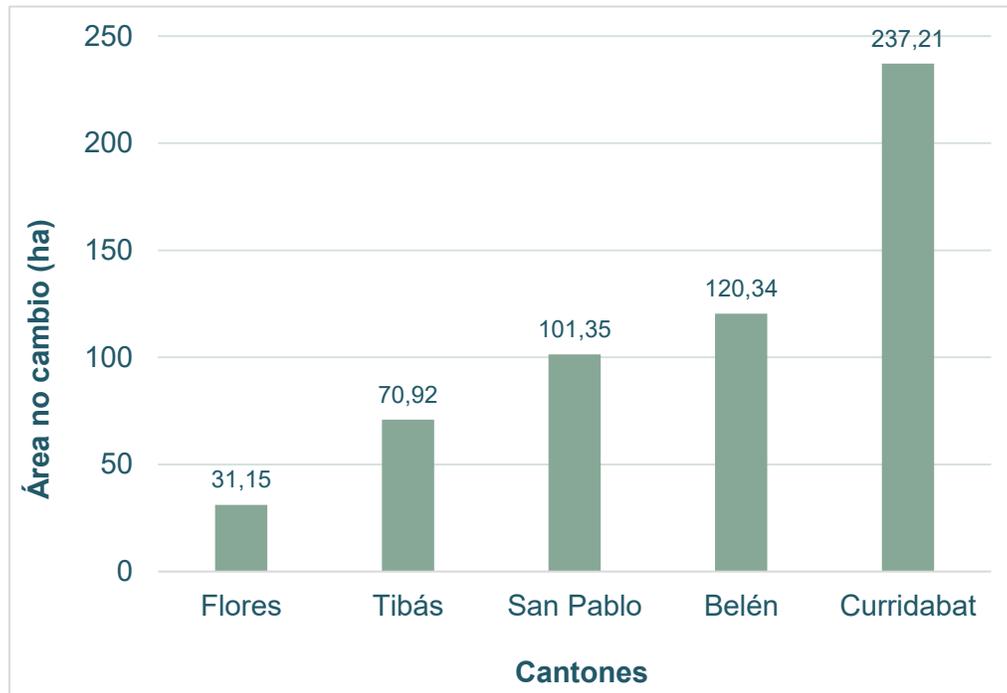
En la Figura 17 se detallan los cinco cantones que presentan mayor cantidad de áreas de no cambio a nivel nacional, donde destacan San Carlos, Buenos Aires, Puntarenas, Osa y Sarapiquí que mostraron áreas mayores a las 99.000 hectáreas. El cantón con mayor presencia de áreas sin cambio de cobertura arbórea circundante al paisaje productivo de pastos fue San Carlos con un total de 148.422,46 ha.

Figura 17. Cantones con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019



Por su parte, los cinco cantones que presentaron menor área de no cambio de cobertura arbórea respecto a los pastos productivos fueron Flores, Tibás y San Pablo con 31,15 ha, 70,92 ha y 101,35 ha respectivamente; seguido por Belén con 120,34 ha y Curridabat con 237,21 ha.

Figura 18. Cantones con menor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019



V. RESULTADOS REGIONALES

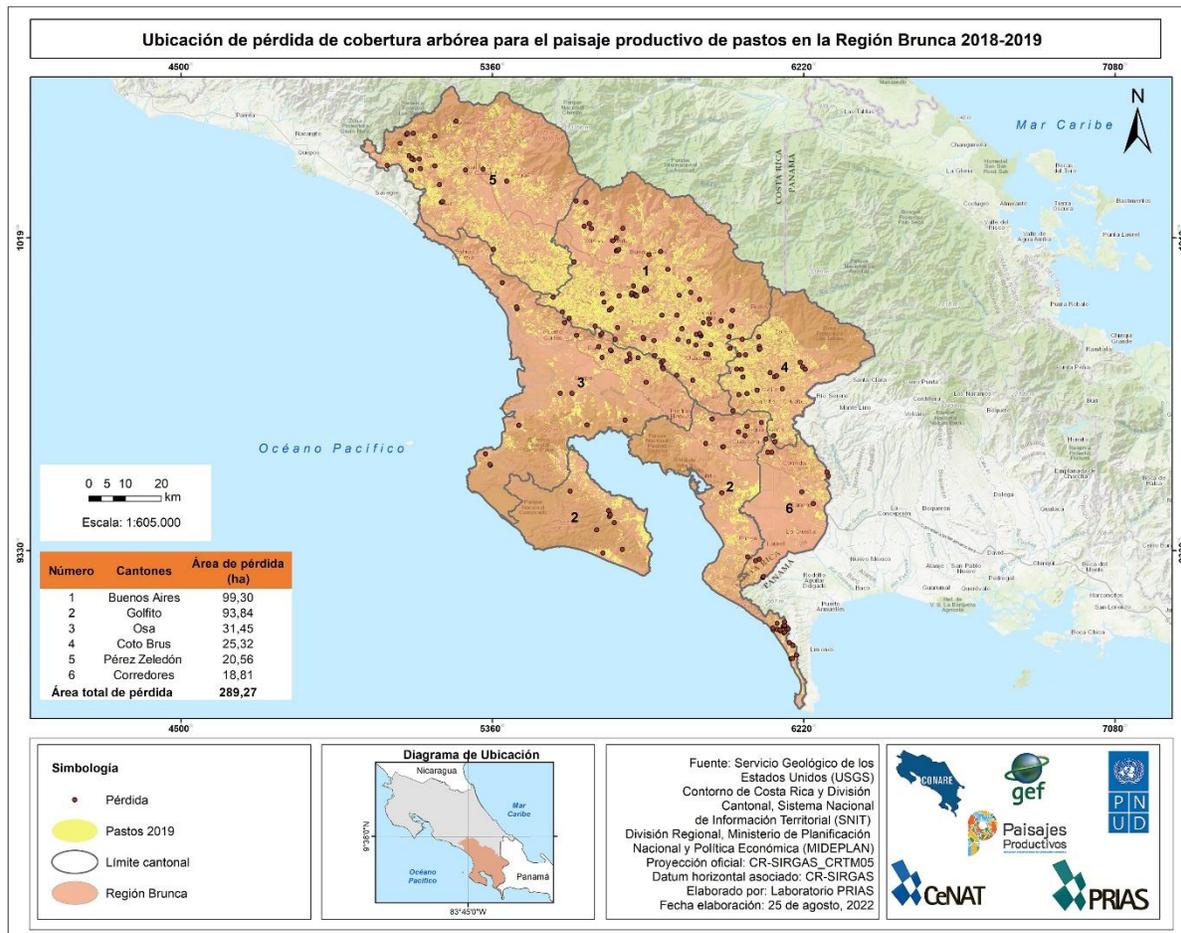
En este apartado se presentan los resultados regionales de los análisis de pérdida, ganancia y no cambio para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019. La información se expone por medio de mapas de ubicación de las áreas identificadas para cada una de las regiones y gráficos de los estadísticos cantonales a nivel regional.

5.1. Región Brunca

5.1.1. Pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

La Región Brunca es la que presentó mayor área de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos a nivel nacional. En la Figura 19 se puede visualizar la localización de las áreas de pérdida de cobertura arbórea, con un total de 289,27 ha distribuidas en los seis cantones que conforman la región.

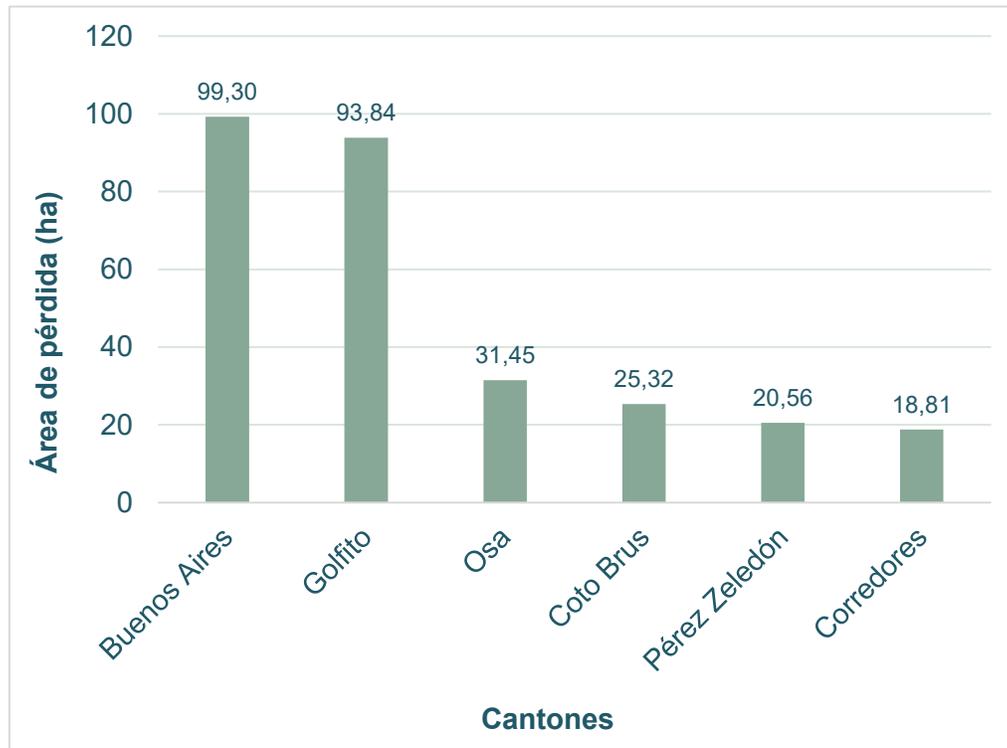
Figura 19. Ubicación de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Brunca para los años 2018-2019



Buenos Aires, fue el cantón en el cual se identificaron más hectáreas de pérdida de cobertura arbórea en la región, con un total de 99,30 ha. Este cantón, además, ocupa el segundo lugar con mayor cantidad de pérdida a nivel nacional.

El cantón Golfoito se posiciona en el segundo lugar de la región con 93,84 ha. Los otros cantones de la región; Osa, Coto Brus, Pérez Zeledón y Corredores, presentaron un cambio menor con un rango entre 31,45 ha a 18,81 ha.

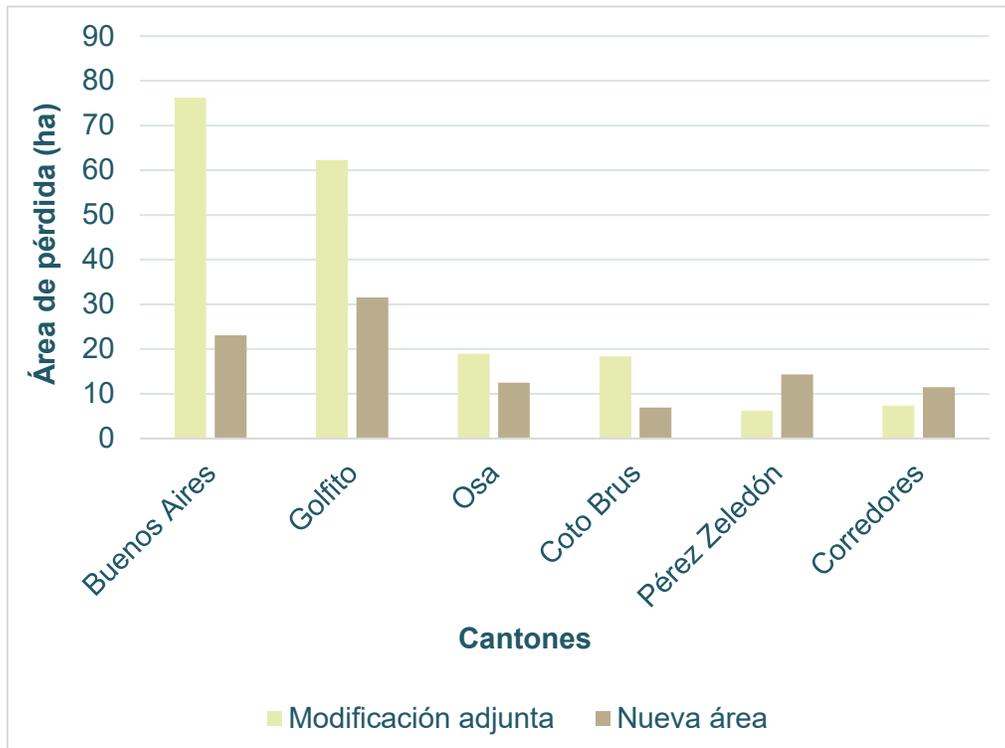
Figura 20. Distribución cantonal de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en la Región Brunca para los años 2018-2019



5.1.2. Tipos de pérdida identificadas de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

La mayor cantidad de las áreas de pérdida que se encontraron en la Región Brunca son causadas por modificaciones adjuntas al paisaje productivo de pastos del año 2018; de modo que, de las 289,27 ha de pérdida detectadas en esta región, un 65,47% corresponde a esta categoría (Figura 21). Por el contrario, los cantones Pérez Zeledón y Corredores fueron los únicos que presentaron más hectáreas de pérdida relacionadas a nuevas áreas de pastos; es decir que no comparten límites con el PPP monitoreado en el año 2018.

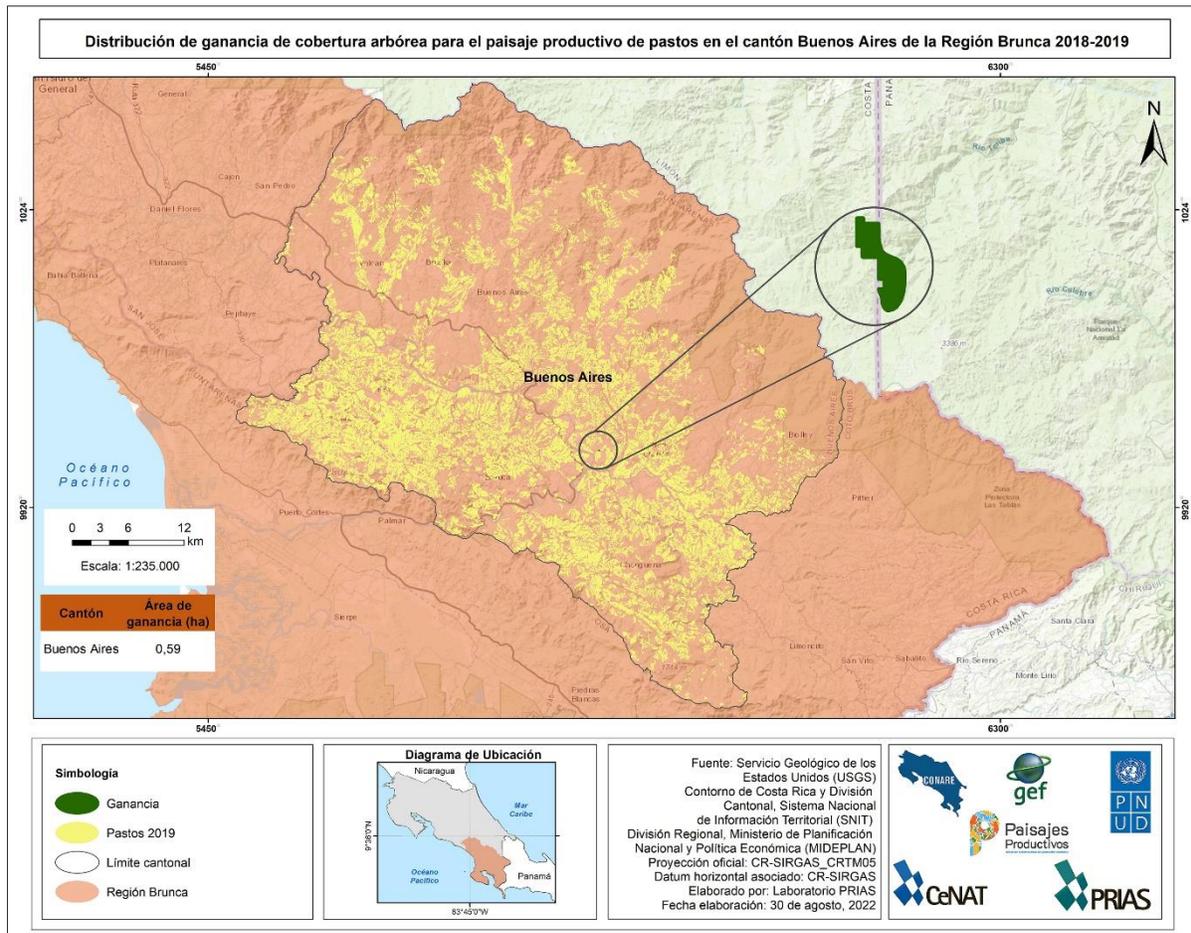
Figura 21. Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Brunca para los años 2018-2019



5.1.3. Ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

En la Región Brunca se registró una ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos, la misma se encuentra en el cantón Buenos Aires con 0,59 ha.

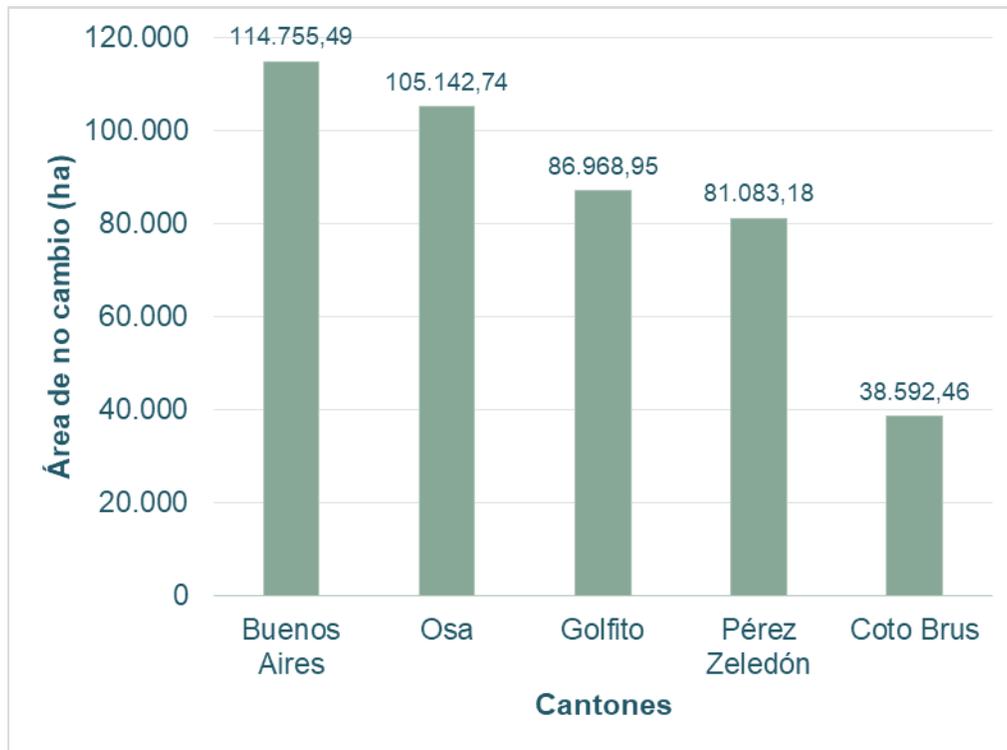
Figura 22. Distribución de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en el cantón Buenos Aires de la Región Brunca para los años 2018-2019



5.1.4. No cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

En la Figura 23 se especifica la distribución de los cantones con más área de no cambio de cobertura arbórea para la Región Brunca. Buenos Aires y Osa representan los cantones con mayor área con un 25,79% y 23,63% del total de la región respectivamente, mientras que el 49,42% restante corresponde a los cantones Golfito con 19,55%, Pérez Zeledón con 18,22%, Coto Brus con 8,67% y Corredores con un 4,13%.

Figura 23. Cantones de la Región Brunca con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019

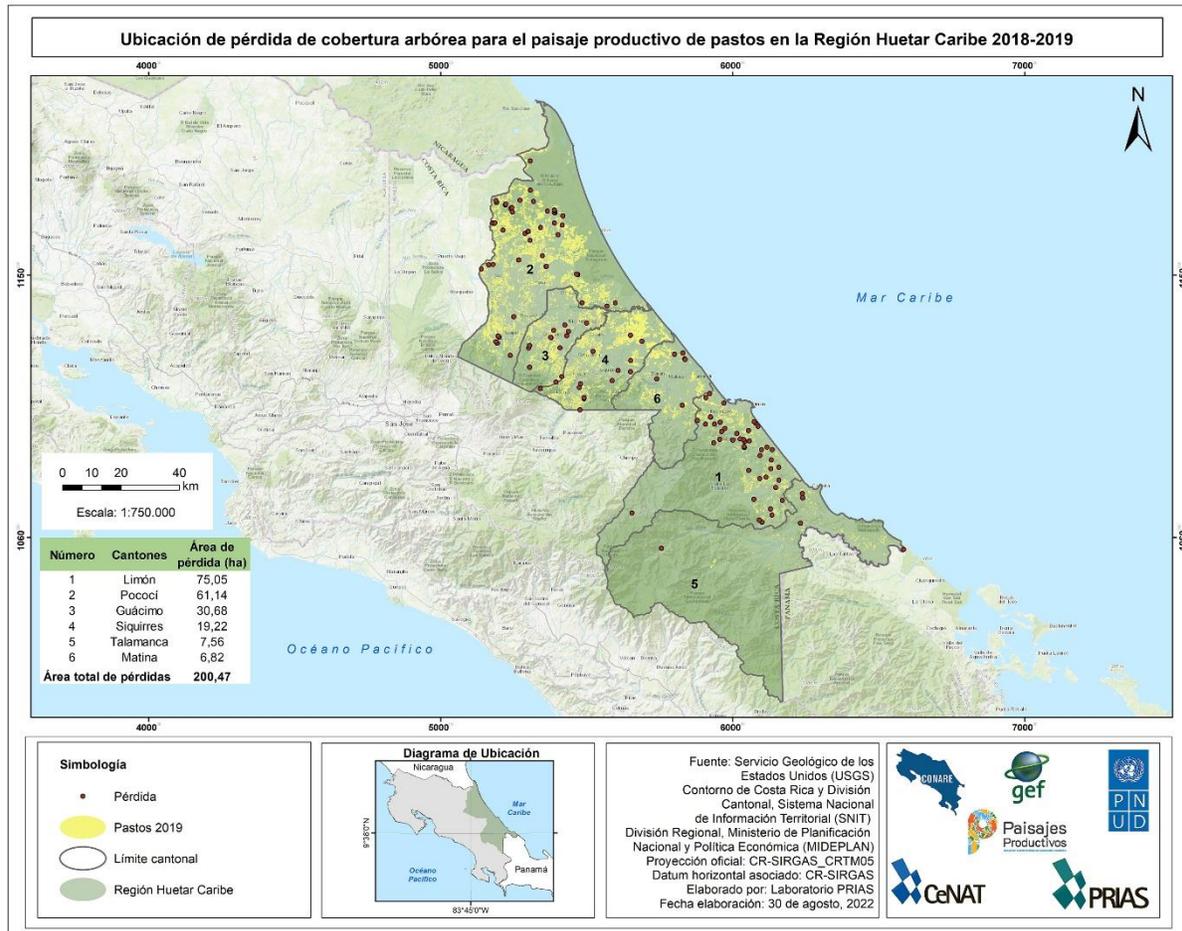


5.2. Región Huetar Caribe

5.2.1. Pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

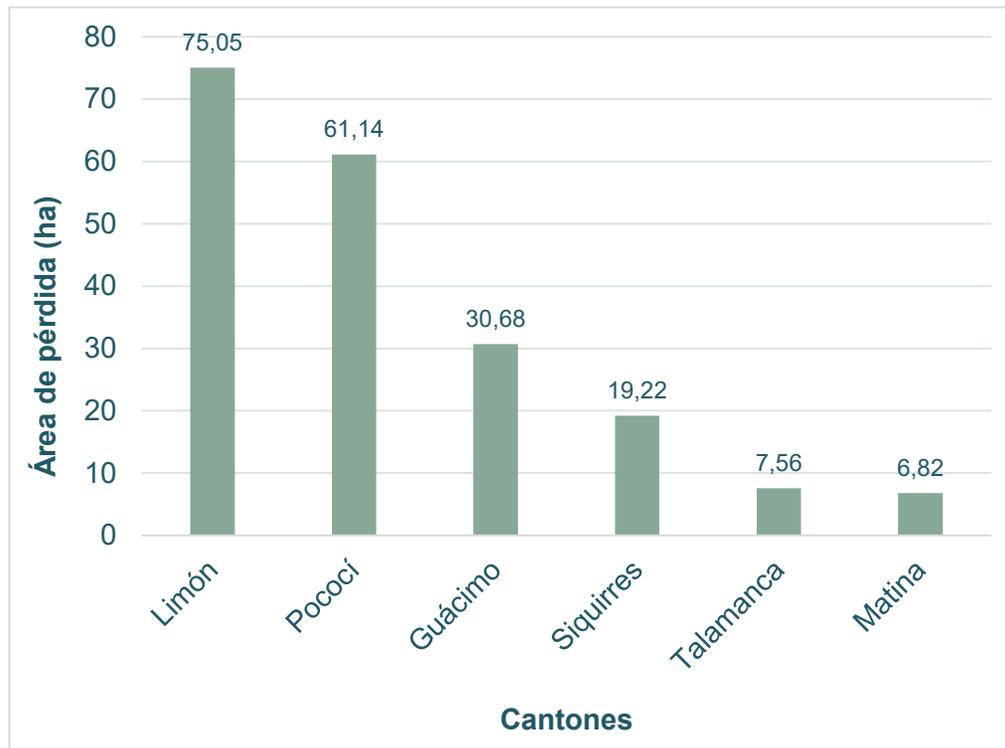
La Región Huetar Caribe es la segunda región con mayor área de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos, estas áreas se encuentran distribuidas en los seis cantones pertenecientes a la región. En la Figura 24 se encuentra la distribución espacial de las 200,47 ha de pérdida de CA de esta región.

Figura 24. Ubicación de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Huetar Caribe para los años 2018-2019



En la Región Huetar Caribe, el cantón con mayor extensión de pérdida es Limón, donde esta área equivale a 75,05 ha, seguido de Pococí con 61,14 ha. Los cuatro cantones restantes representan una extensión de pérdida que se encuentran entre 30,68 ha y 6,82 ha (Figura 25).

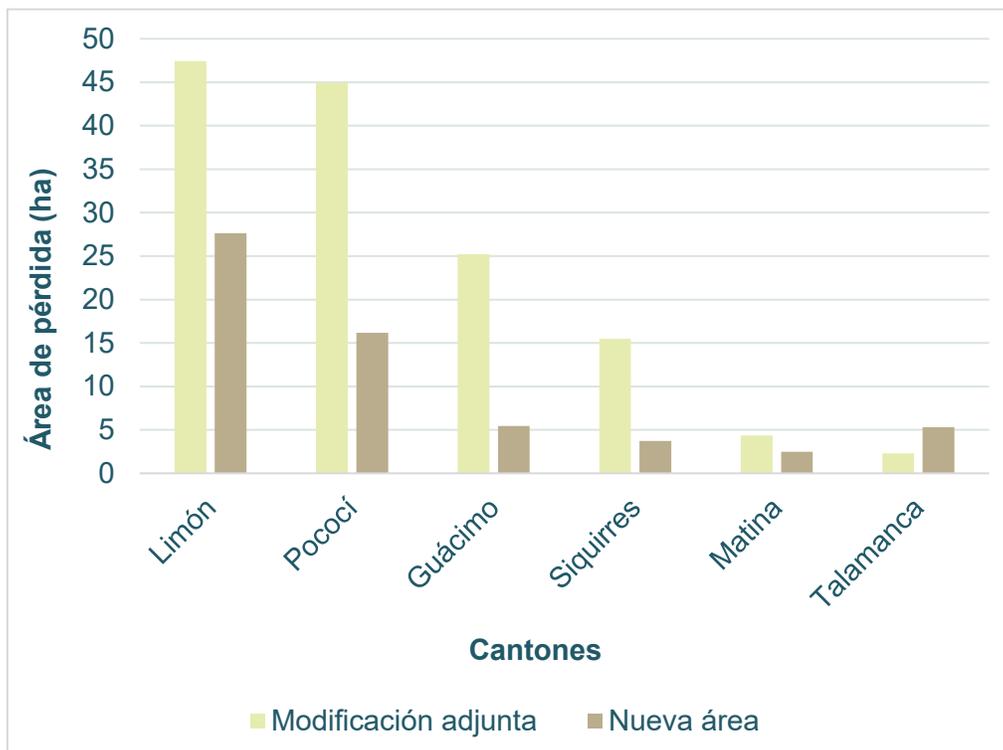
Figura 25. Distribución cantonal de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en la Región Huetar Caribe para los años 2018-2019



5.2.2. Tipos de pérdida identificadas de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

En la Figura 26 se detalla la distribución de las áreas por tipo de pérdida de cobertura arbórea para los cantones de Región Huetar Caribe. El tipo de pérdida por modificación adjunta del paisaje productivo de pastos representa un 69,70%, mientras que el 33,30% restante corresponde a nueva área del paisaje productivo de pastos. Esta proporción se mantiene en la mayoría de los cantones exceptuando Talamanca, donde el tipo de pérdida por nueva área presentó mayor cantidad de hectáreas, con 5,28 ha versus 2,28 ha para modificación adjunta.

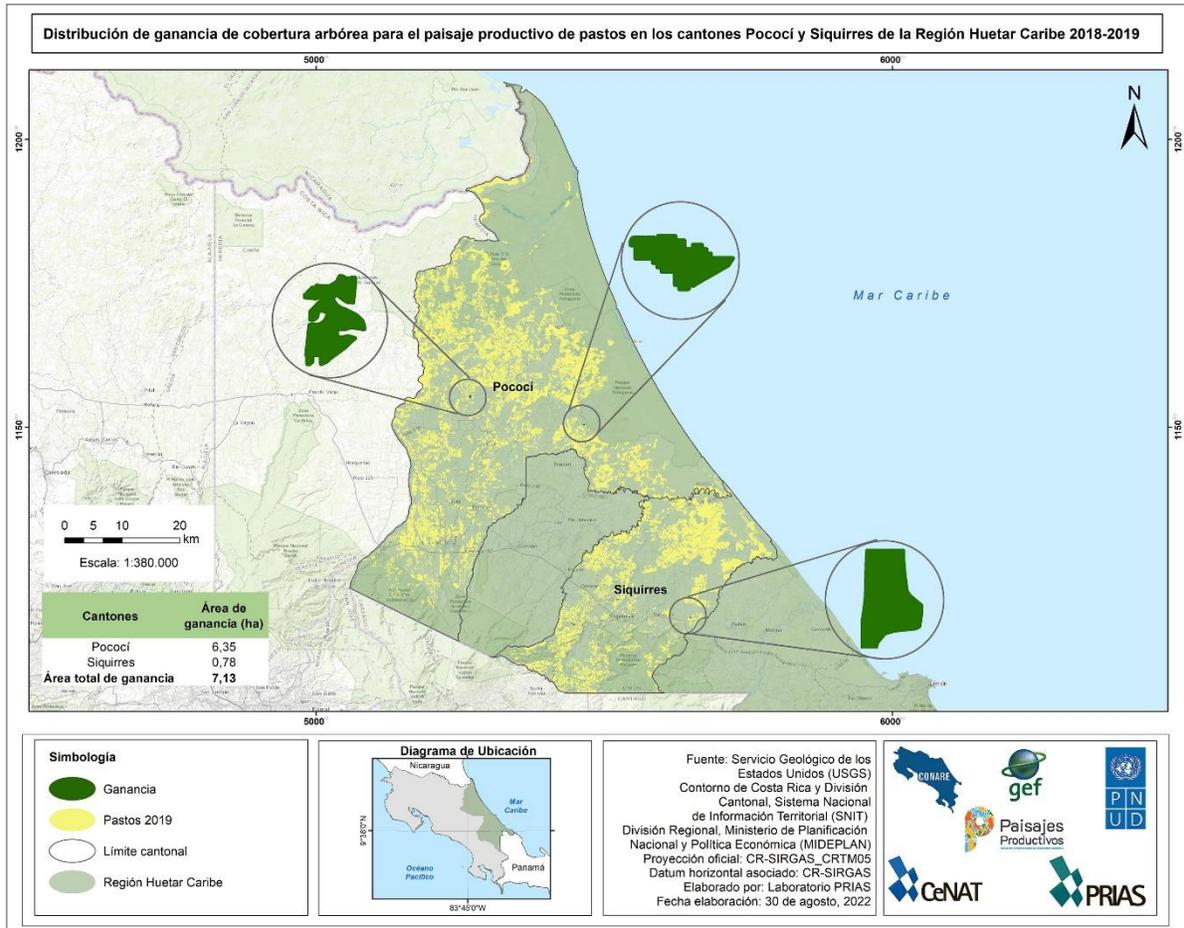
Figura 26. Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Huetar Caribe para los años 2018-2019



5.2.3. Ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

En la Región Huetar Caribe dos de sus seis cantones presentan ganancia, los cuales son Pococí y Siquirres con 6,35 ha y 0,78 ha, respectivamente. Además, estos cantones ocupan el segundo y tercer lugar de cantones con mayor área de ganancia para el paisaje productivo de pastos a nivel nacional reportada en este informe.

Figura 27. Distribución de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones Pococí y Siquirres de la Región Huetar Caribe para los años 2018- 2019

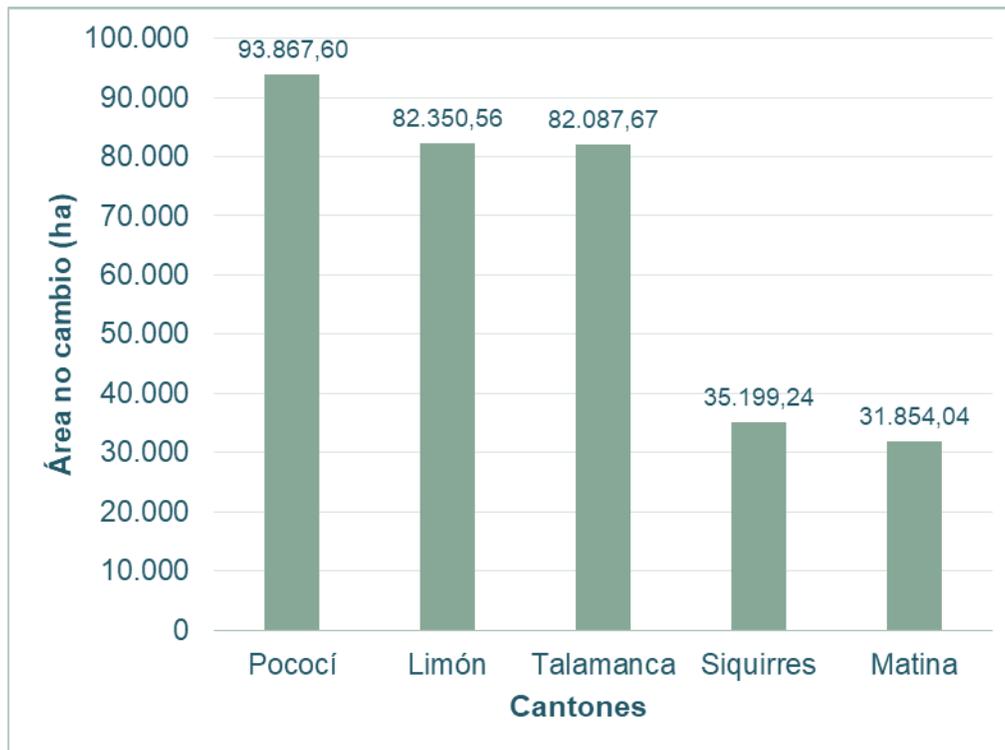


5.2.4. No cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

Huetar Caribe es la penúltima región con mayor presencia de no cambio de cobertura arbórea en el país, a pesar de eso, cuenta con tres cantones que se posicionan entre los territorios con mayor área de no cambio a nivel nacional como lo son Pococí con 93.867,60 ha, Limón con 82.350,56 ha y Talamanca 82.087,67 ha. Los otros tres cantones que conforman la región son Siquirres con 35.199,24 ha, Matina con

31.854,04 ha y Guácimo con 25.707,60 ha.

Figura 28. Cantones de la Región Huetar Caribe con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019

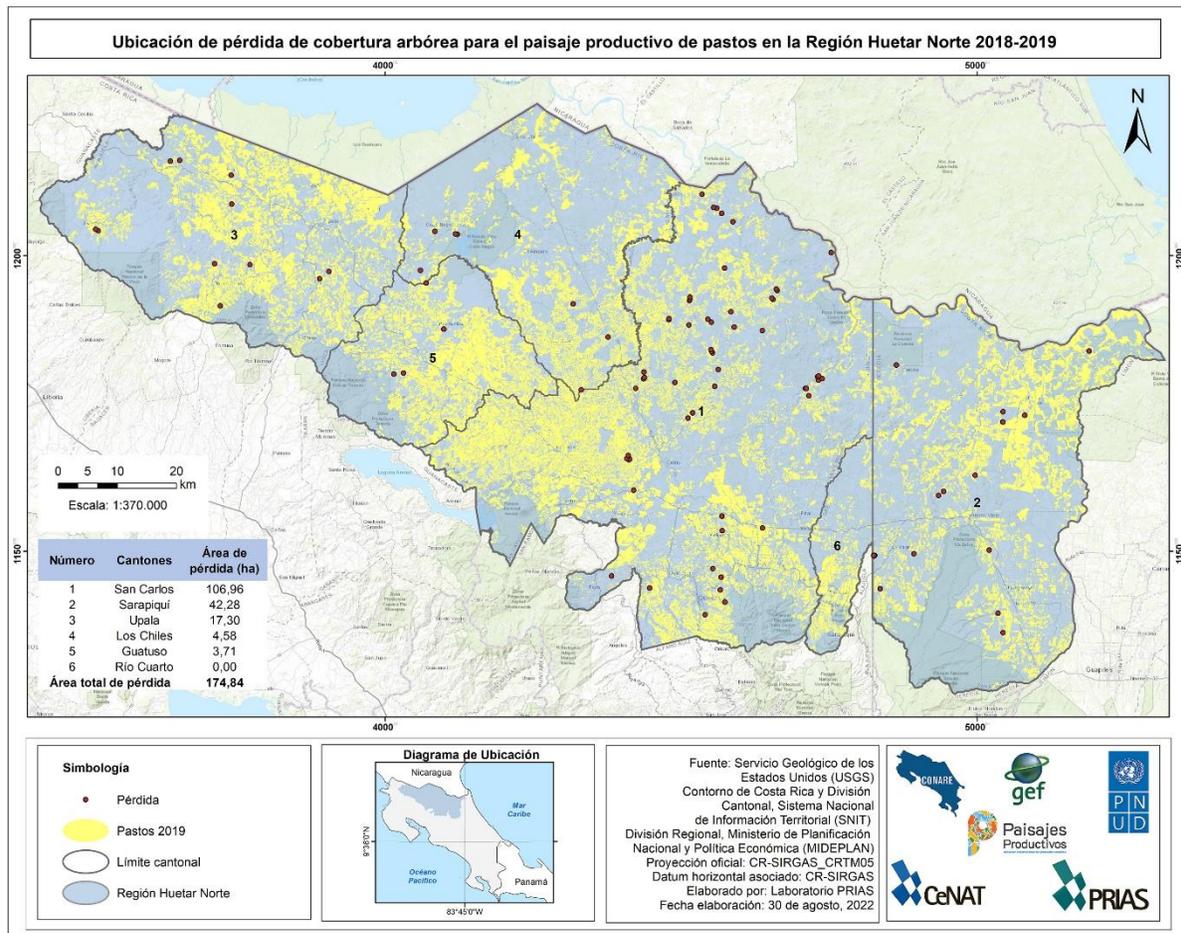


5.3. Región Huetar Norte

5.3.1. Pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

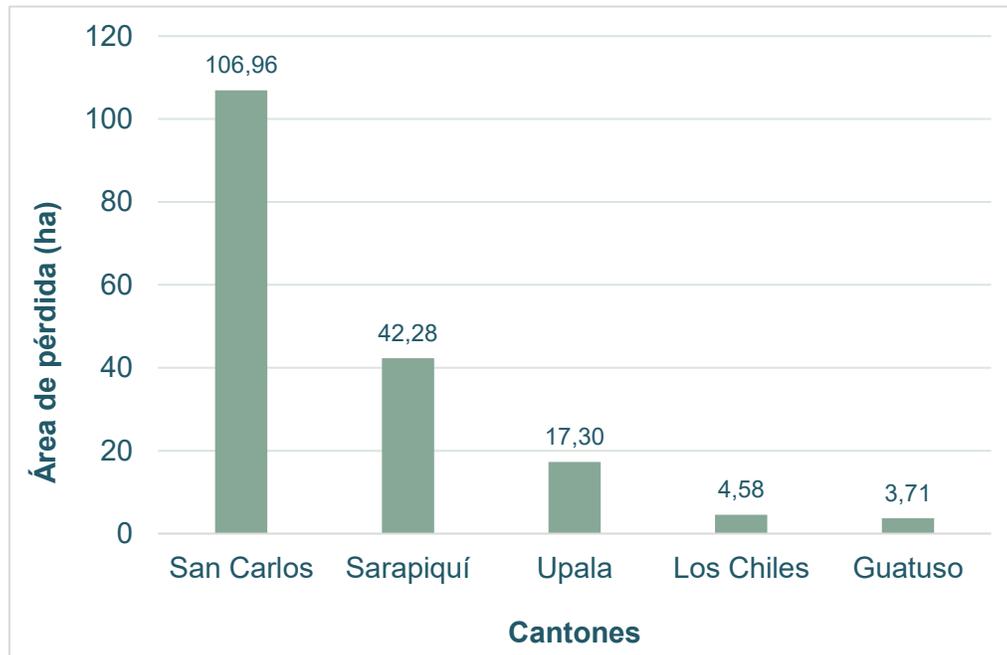
La Región Huetar Norte (RHN) como su nombre lo indica, abarca la mayor parte de la zona norte del país y se posiciona como la segunda región con mayor extensión territorial en el país, por debajo únicamente de la Región Chorotega. Dicha posición coincide con los estadísticos calculados con respecto a la cantidad de áreas de pérdida de cobertura arbórea identificadas a nivel nacional con un total de 174, 84 ha (Figura 29).

Figura 29. Ubicación de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Huetar Norte para los años 2018-2019



A nivel nacional, los cantones San Carlos y Sarapiquí se encuentran en la primera y sexta posición con la mayor cantidad de áreas de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos con un total de 106,96 ha y 42,28 ha respectivamente. A nivel regional ocupan las dos primeras posiciones, seguidos por los cantones Upala con 17,30 ha, Los Chiles con 4,58 ha y Guatuso con 3,71 ha.

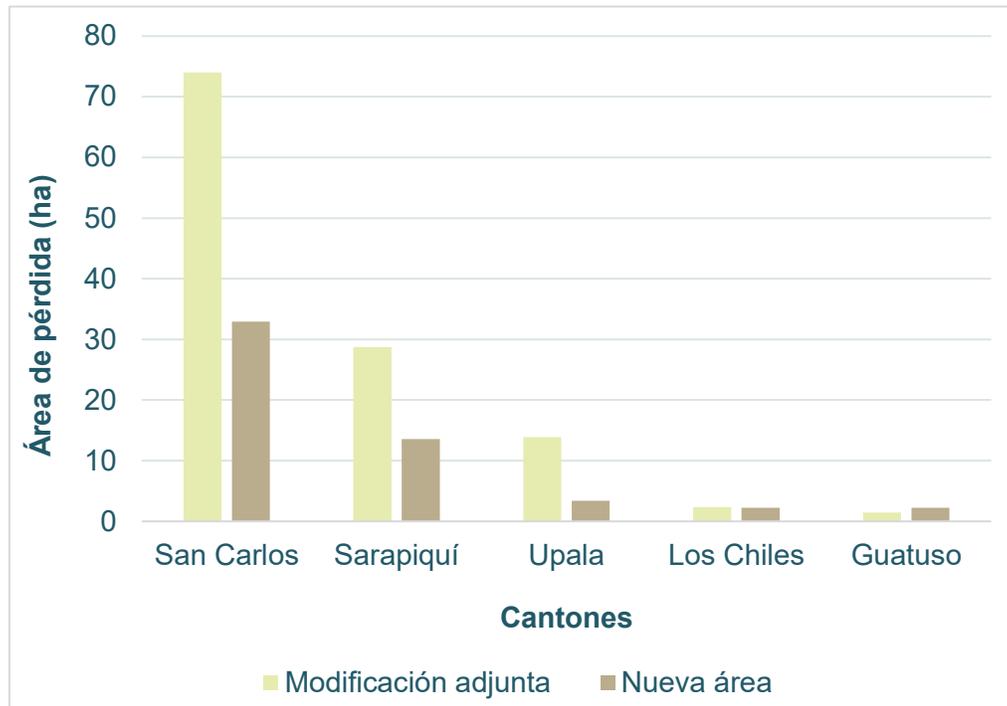
Figura 30. Distribución cantonal de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en la Región Huetar Norte para los años 2018-2019



5.3.2. Tipos de pérdida identificadas de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

La clasificación por tipo de pérdida se ve reflejada en la Figura 31, donde la mayoría de áreas de pérdida del paisaje de cobertura arbórea se dieron por modificaciones adjuntas al paisaje productivo de pastos con un total de 120,46 ha, lo que equivale a un 68,9% a nivel regional. El restante 31,10% corresponde a las modificaciones por nueva área. Esta distribución se vio reflejada en todos los cantones de la región, excepto en Guatuso donde la conversión de CA a pastos se dio en mayor porcentaje por nuevas áreas del paisaje con un 60,45%.

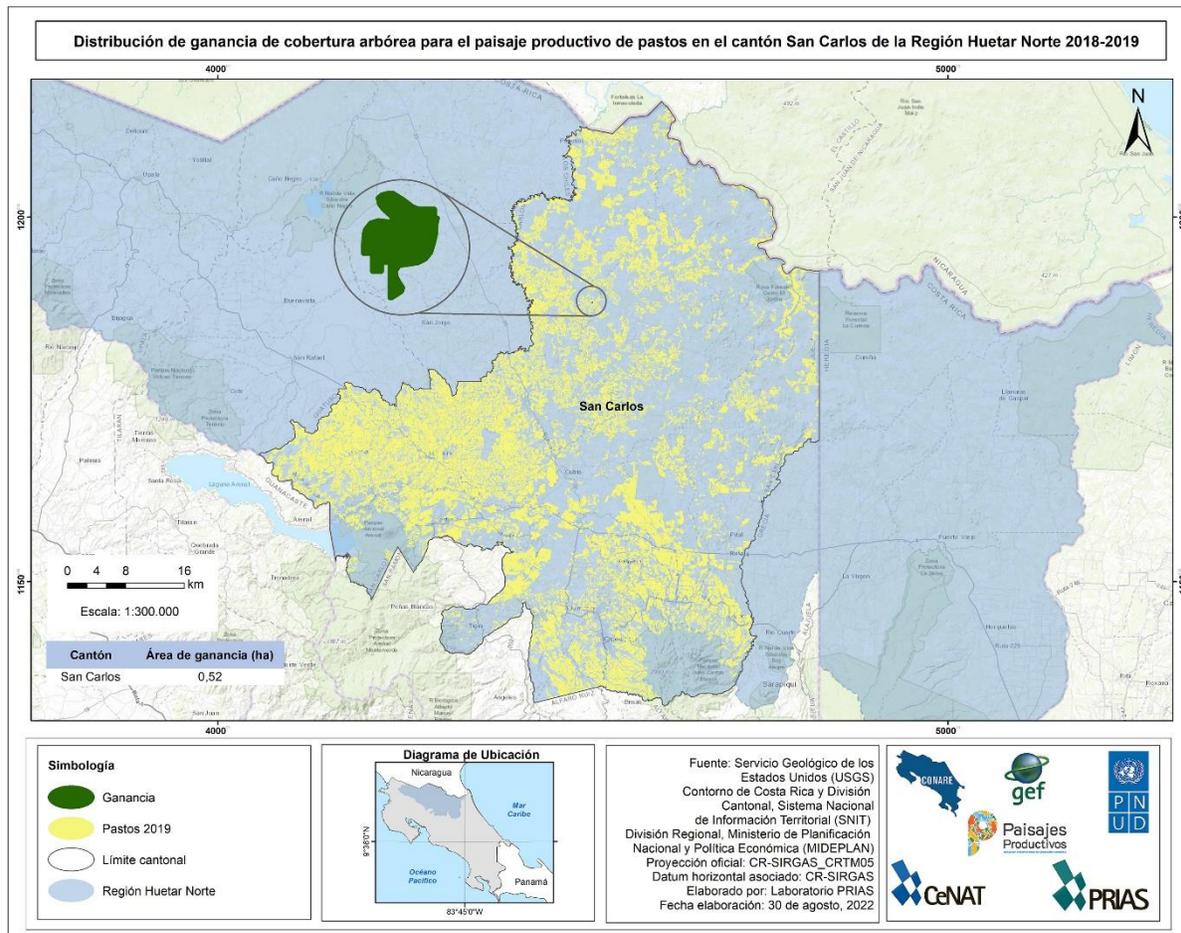
Figura 31. Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Huetar Norte para los años 2018- 2019



5.3.3. Ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

En la Figura 32 se observa la distribución del área identificada como una ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para la Región Huetar Norte, la cual se ubicó específicamente en el cantón San Carlos con un total de 0,52 ha.

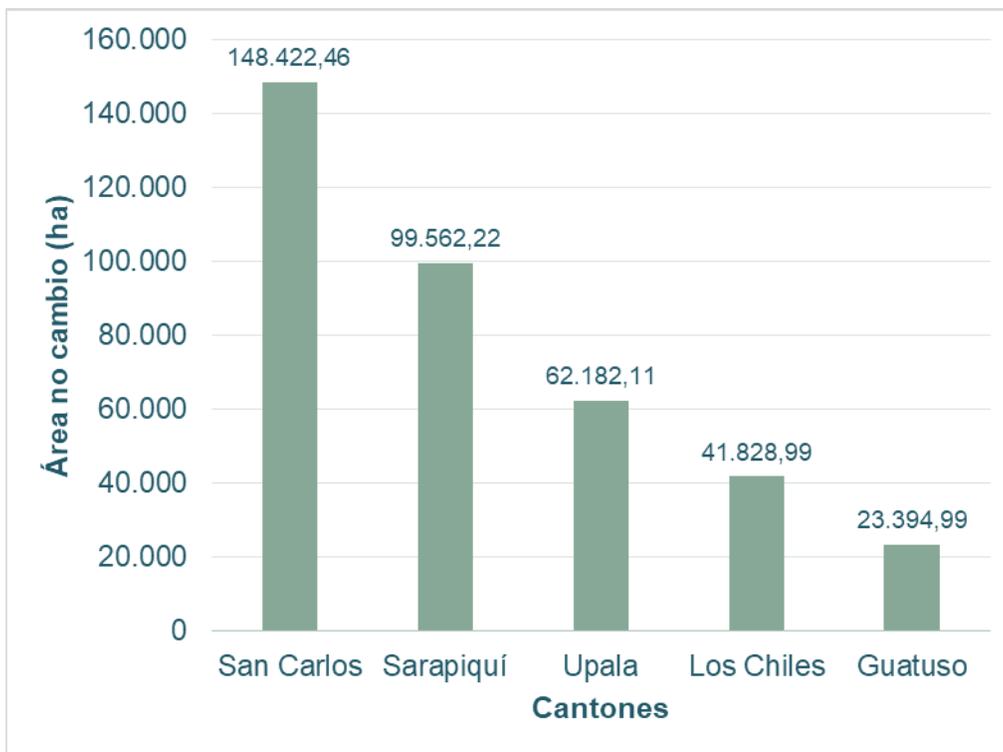
Figura 32. Distribución de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en el cantón San Carlos de la Región Huetar Norte para los años 2018- 2019



5.3.4. No cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

Huetar Norte es la cuarta región que presentó mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos y donde se localiza el cantón con mayor presencia a nivel nacional como lo es San Carlos con 148.422,46 ha. En la Figura 33 se puede visualizar el orden descendente por hectárea de los cinco primeros cantones de la región, este incluye al cantón Sarapiquí que se encuentra en la posición cinco a nivel nacional y de segunda a nivel regional.

Figura 33. Cantones de la Región Huetar Norte con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019

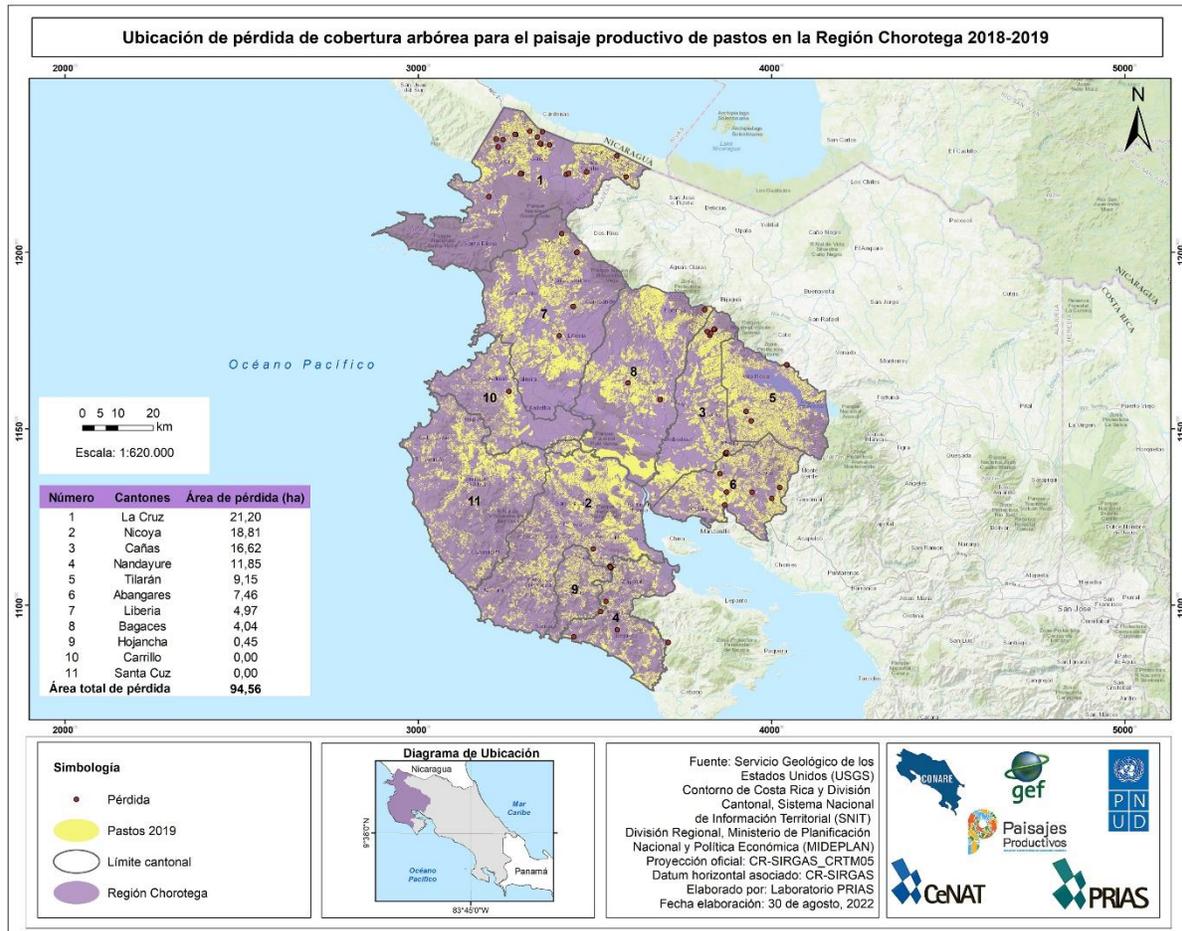


5.4. Región Chorotega

5.4.1. Pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

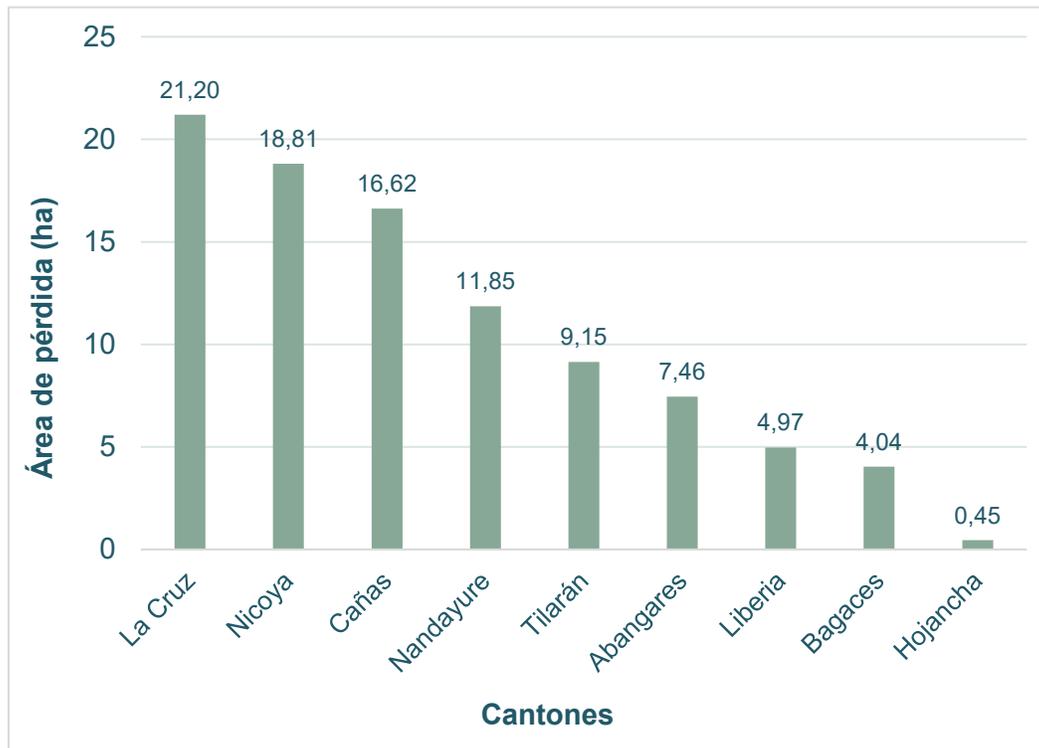
La Región Chorotega presentó un área de pérdida de cobertura arbórea para el PPP menor a las regiones mencionadas anteriormente. En la cual, se identificó un total de 94,56 ha distribuidas en nueve de los 11 cantones pertenecientes a esta región. En la Figura 34, se puede visualizar la distribución de las áreas de pérdida encontradas en la región, donde se evidencia la ausencia de estas áreas para los cantones Carrillo y de Santa Cruz.

Figura 34. Ubicación de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Chorotega para los años 2018- 2019



En tres cantones de la región se encuentran áreas de pérdida de CA mayores a 15,00 ha; el primer lugar lo ocupa La Cruz, con un total de 21,20 ha; seguidamente, con 18,81 ha se encuentra Nicoya y; en tercer lugar, el cantón Cañas con 16,2 ha. Los otros seis cantones que registran pérdida de cobertura arbórea son Nandayure, Tilarán, Abangares, Liberia, Bagaces y Hojancha, con valores entre los 11,85 ha a 0,45 ha (Figura 35).

Figura 35. Distribución cantonal de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en la Región Chorotega para los años 2018- 2019

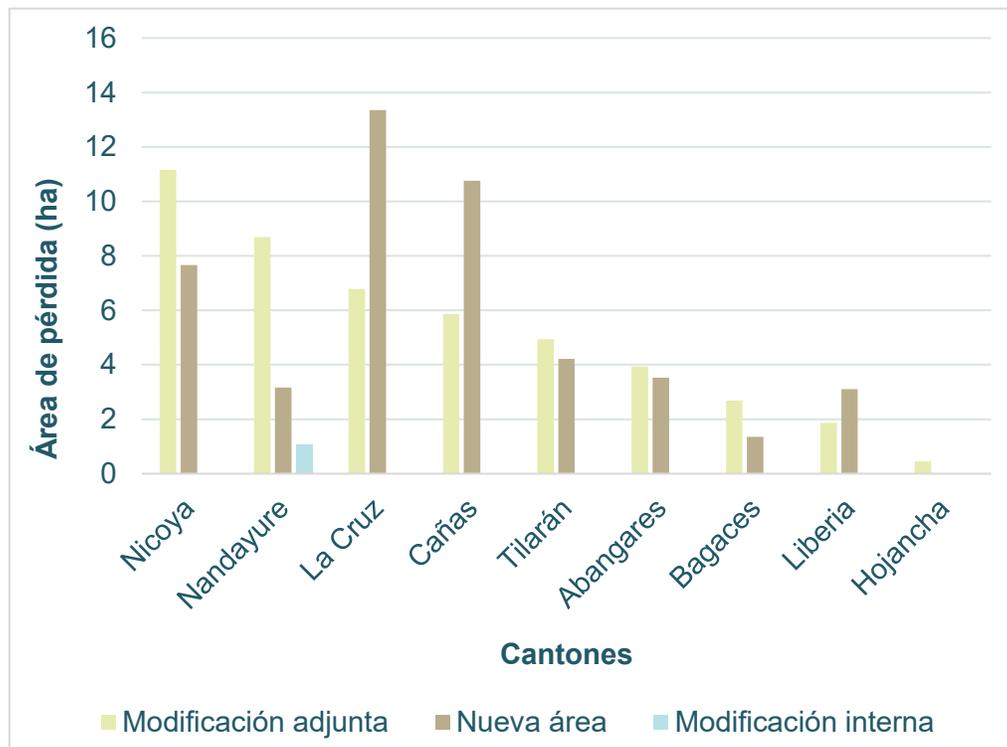


5.4.2. Tipos de pérdida identificadas de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

El tipo de pérdida que predomina en los cantones de la RCh es el de modificación adjunta al paisaje productivo como se puede visualizar en la Figura 36. A pesar de ello; a nivel regional, tanto la modificación adjunta del paisaje productivo como las nuevas áreas comparten un porcentaje similar en las hectáreas de pérdida; de las 94,56 ha que se encontraron un 49,04% corresponde a modificaciones adjuntas y un 49,84% a nuevas áreas.

Los cantones La Cruz, Cañas y Liberia son en los cuales se registró mayor pérdida de cobertura arbórea por áreas nuevas de pastos, siendo La Cruz y Cañas parte de los cantones en que se identificó mayor área de pérdida de CA en la región. Por otra parte, solamente en el cantón Nandayure se identificaron hectáreas de pérdida de cobertura arbórea por modificaciones internas al paisaje productivo.

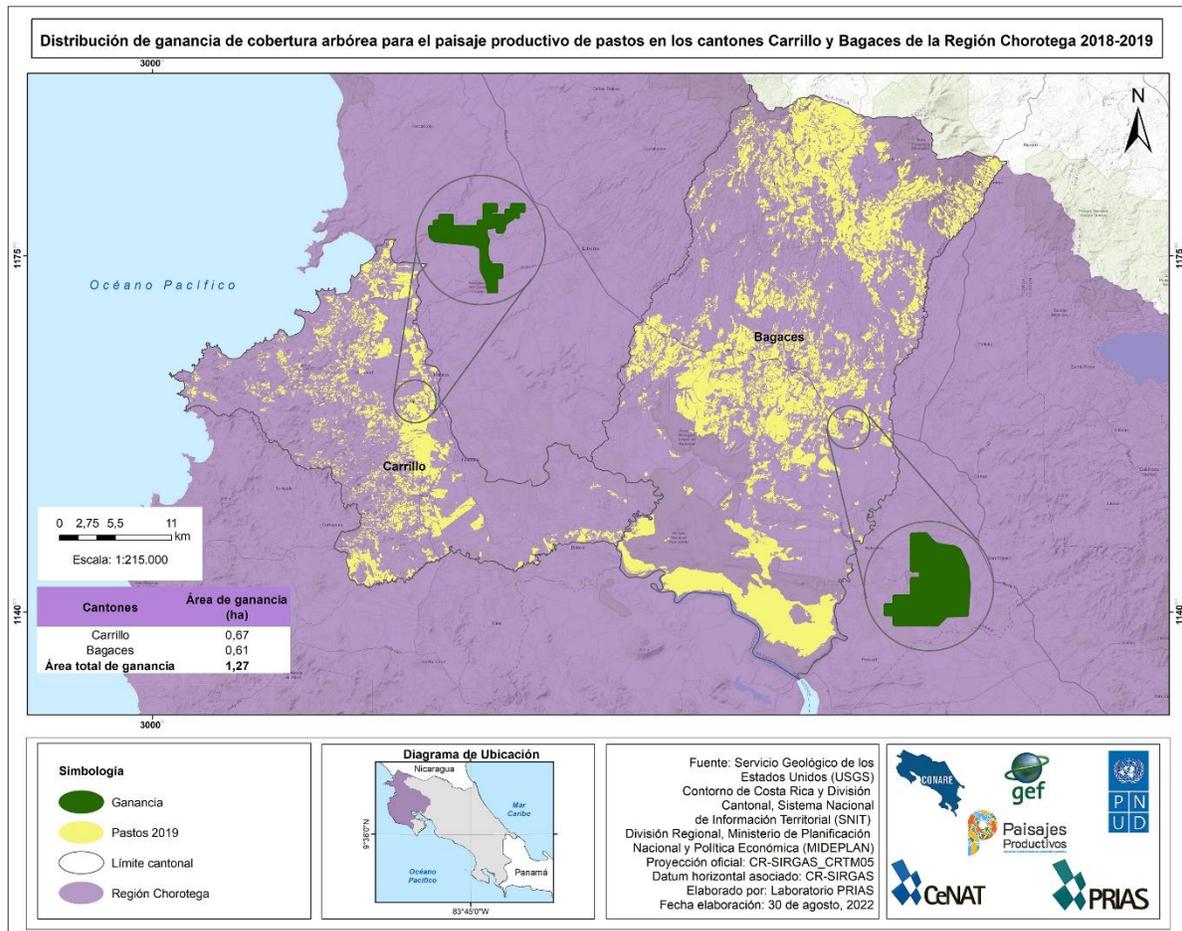
Figura 36. Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Chorotega para los años 2018- 2019



5.4.3. Ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

En la Región Chorotega se identificaron dos áreas de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos, su localización se puede visualizar en la Figura 37. Una ganancia de CA se registra en el cantón Bagaces con 0,61 ha y otra en el cantón Carrillo con 0,67 ha. El cantón Carrillo presenta un caso particular al no contar con pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo y sí con una ganancia de CA.

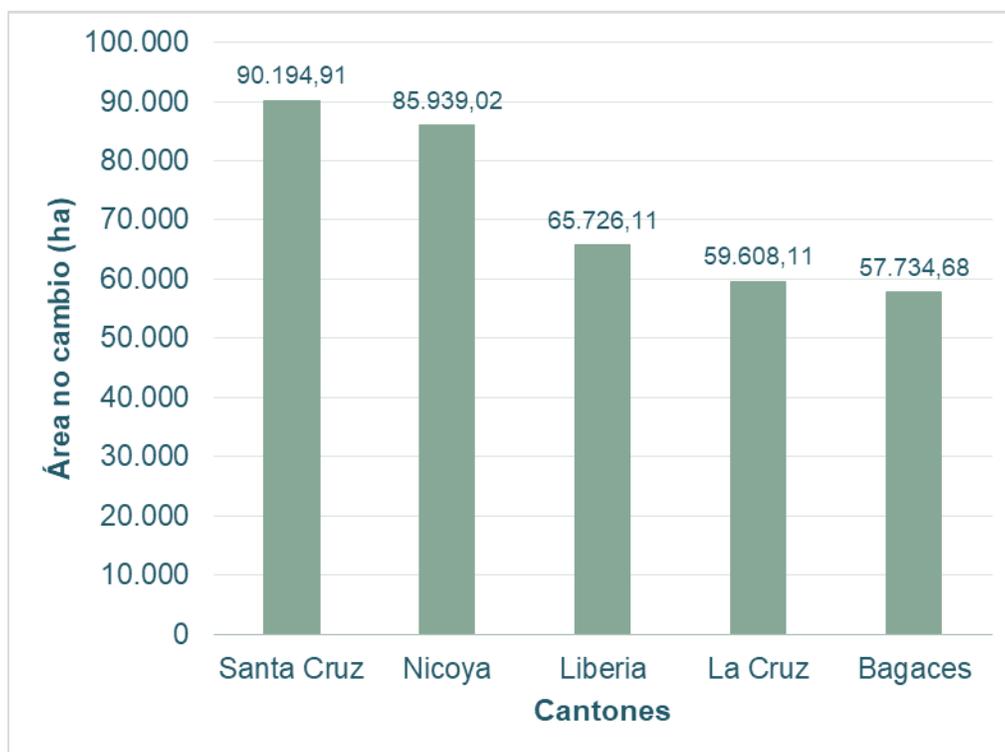
Figura 37. Distribución de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones Carrillo y Bagaces de la Región Chorotega para los años 2018-2019



5.4.4. No cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

En la Figura 38 se muestran los cinco cantones que presentan mayor cantidad de áreas de no cambio en la Región Chorotega con un 67,10%, donde destacan Santa Cruz, Nicoya y Liberia con 90.184,91 ha, 85.939,02 ha y 65.726,11 ha respectivamente, seguidos por el cantón La Cruz con 59.608,11 ha y Bagaces con 57.734,68 ha. El restante 32,90% se distribuye en seis cantones con áreas que oscilan entre las 18.000 ha y 39.000 ha; los cuales se posicionan en forma descendente de la siguiente manera: Nandayure, Abangares, Tilarán, Carrillo, Cañas y Hojancha.

Figura 38. Cantones de la Región Chorotega con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019

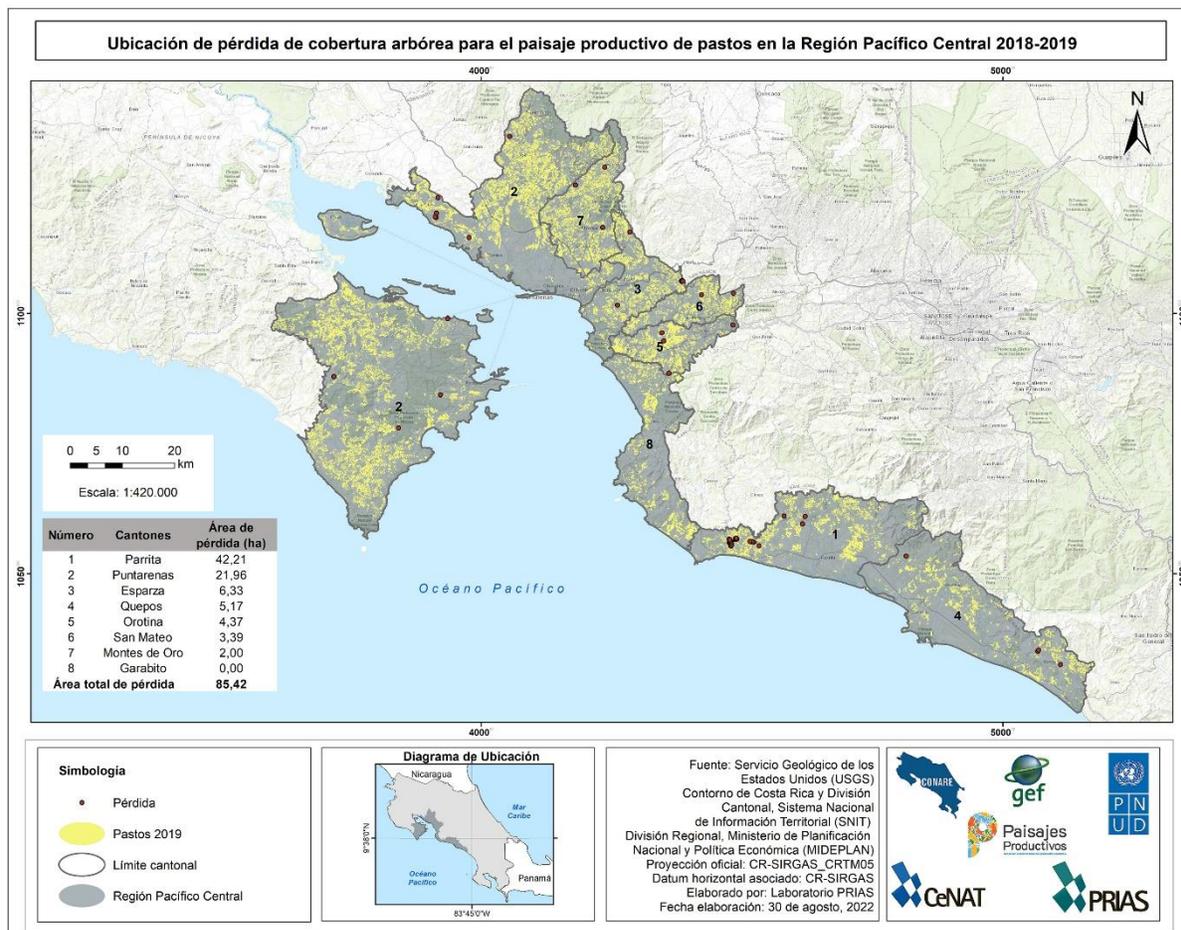


5.5. Región Pacífico Central

5.5.1. Pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

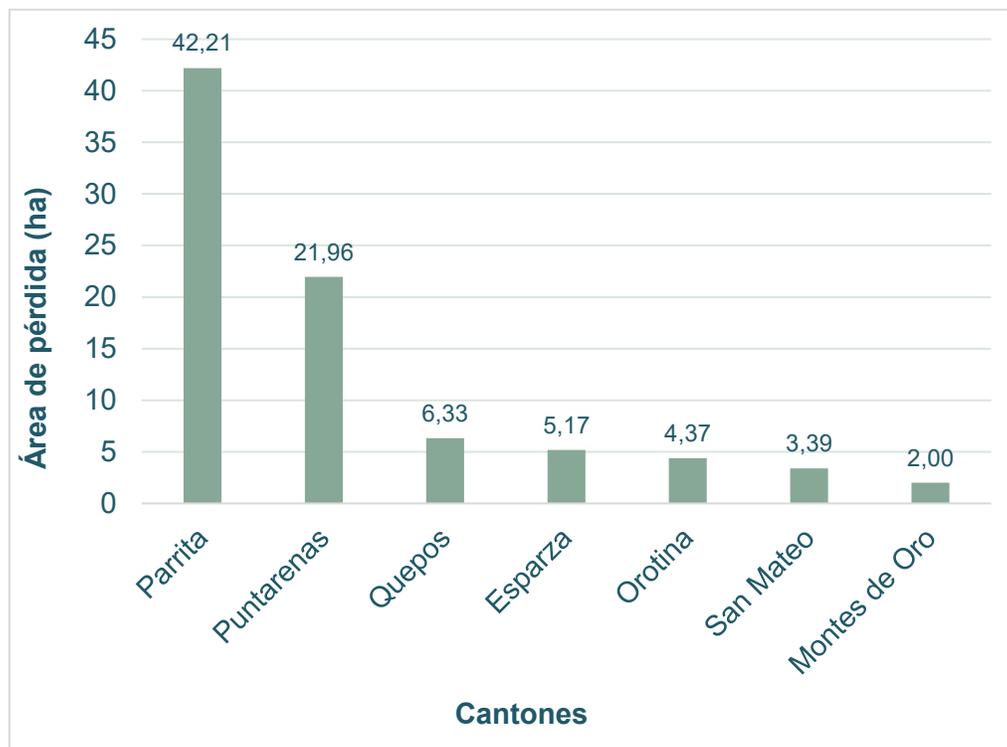
La Región Pacífico Central se encuentra en la quinta posición con respecto a la cantidad de hectáreas de pérdida de cobertura arbórea identificadas en el país, con un total de 85,42 ha. Dentro de este territorio, se encuentra el cantón Parrita quien encabeza la lista con más pérdida de CA y que, además, a nivel nacional se posiciona en el séptimo lugar con mayor pérdida con un total de 42,21 hectáreas.

Figura 39. Ubicación de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Pacífico Central para los años 2018-2019



En la Figura 40, se muestra la distribución cantonal de pérdida de CA para la Región Pacífico Central, donde los cantones Parrita y Puntarenas se localizan como los territorios con mayor presencia de pérdida con 42,21 ha y 21,96 ha respectivamente, seguidos de Quepos, Esparza, Orotina, San Mateo y Montes de Oro con un rango de entre 6,33 ha a 2,00 ha. Quepos con 6,33 ha, Esparza con 5,17 ha y Orotina con 4,37 ha; por último, se posicionan los cantones San Mateo con 3,39 ha y Montes de Oro con 2,00 ha.

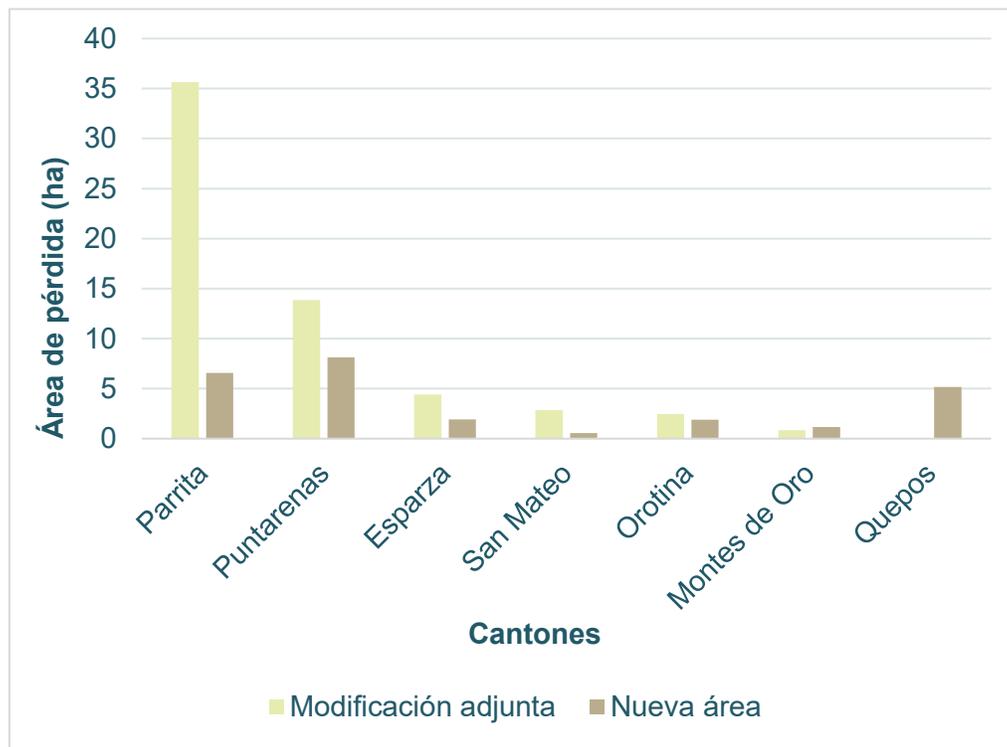
Figura 40. Distribución cantonal de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en la Región Pacífico Central para los años 2018-2019



5.5.2. Tipos de pérdida identificadas de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

En la Figura 41, se muestran los tipos de pérdida encontrados en la Región Pacífico Central, donde se evidencia que un 70,28% de las conversiones de CA a PPP se realizaron adjuntas a las áreas identificadas como pastos para el año 2018 con un total de 60,03 hectáreas; mientras que el 32% restante corresponde a pérdida por nuevas áreas, las cuales no comparten límites espaciales con los PPP en el año 2018. Cabe mencionar, que el cantón Montes Oro mostró mayor presencia de nuevas áreas de pérdida con 1,15 ha que corresponde un 57,62% mientras que los 42,38% restantes fueron de áreas adjuntas. Por su parte, en el cantón Quepos solo se identificaron nuevas áreas del paisaje productivo.

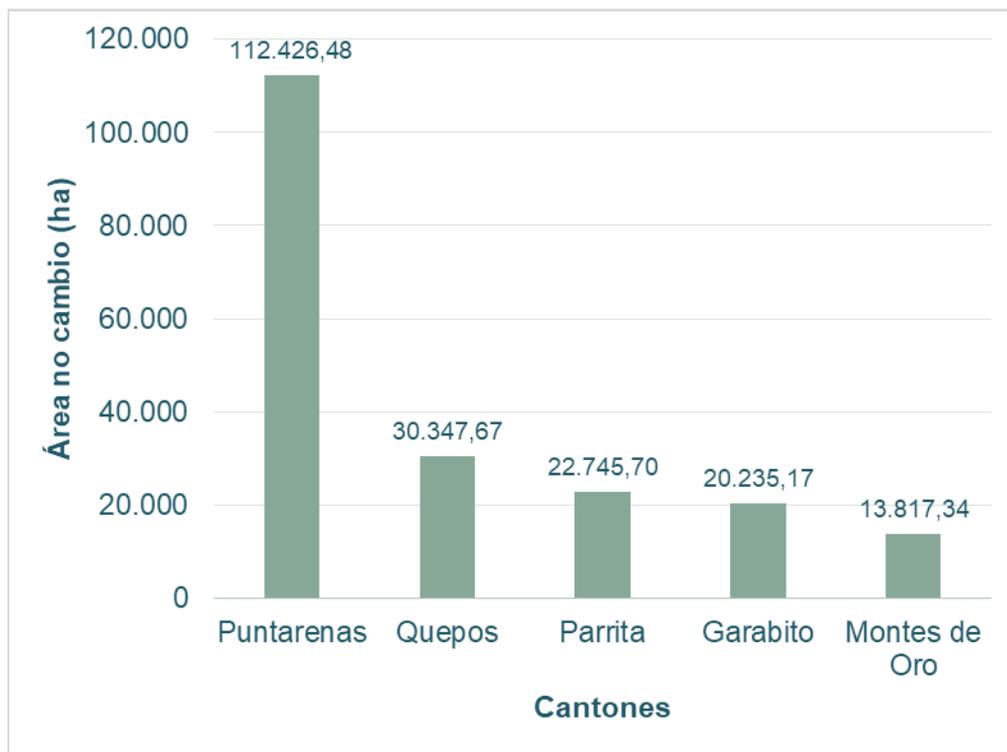
Figura 41. Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Pacífico Central para los años 2018-2019



5.5.3. No cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

En la Figura 42 se muestra la distribución de no cambio de cobertura arbórea para la Región Pacífico Central. En este caso, Puntarenas, fue el cantón en el que se identificó mayor cantidad hectáreas de no cambio de cobertura arbórea con respecto al paisaje productivo de pastos productivos con un total de 112.426,48 ha; lo que lo coloca en la tercera posición a nivel nacional. Con menor cantidad de hectáreas aparecen siete cantones, de los cuales tres superan las 20.000 ha como lo son Quepos, Parrita y Garabito. Por su parte, los cantones Monte de Oro y Esparza se encuentran entre 10.000 y 15.000 ha; por último, aparecen los cantones que se encuentran por debajo de las 10.000 ha como lo son San Mateo y Orotina.

Figura 42. Cantones de la Región Pacífico Central con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019

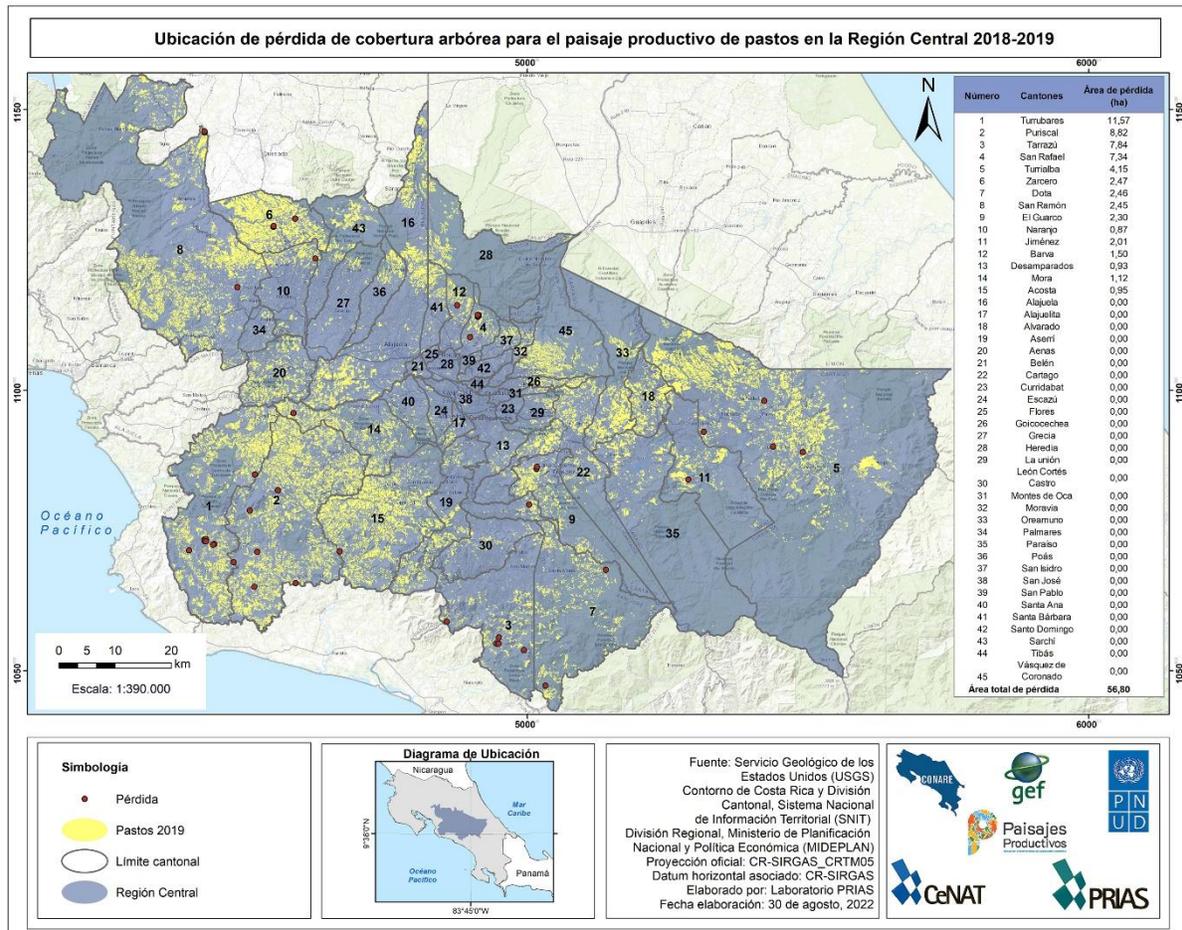


5.6. Región Central

5.6.1. Pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

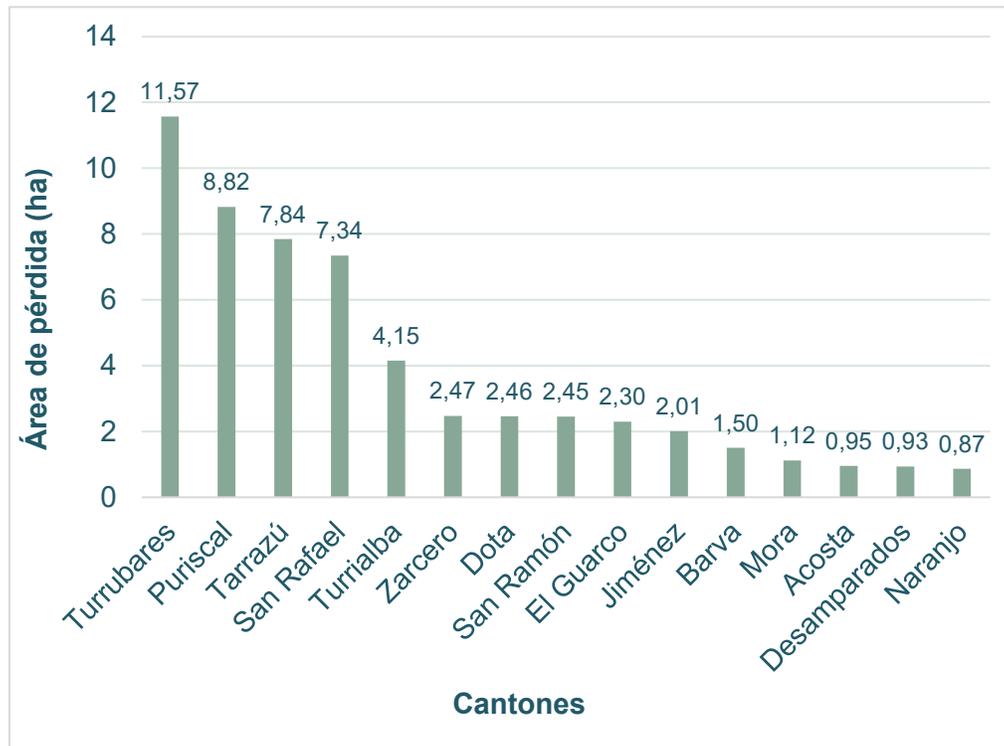
La Región Central posee la menor extensión de área de pérdida de cobertura arbórea a nivel nacional con un total de 56,80 ha distribuidas en 15 cantones. En la Figura 43 se muestra la distribución espacial de las áreas de pérdida de cobertura arbórea para esta región.

Figura 43. Ubicación de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Central para los años 2018-2019



La Figura 44 muestra que el cantón con mayor cantidad de hectáreas de pérdida es el cantón Turrubares, donde se removieron un total de 11,57 ha. Adicionalmente, le siguen los cantones: Puriscal 8,82 ha, Tarrazú 7,84 ha y San Rafael 7,34 ha. Los 11 cantones restantes mostraron que sus áreas de pérdida oscilan entre las 4,15 ha y las 0,87 ha.

Figura 44. Distribución cantonal de la pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en la Región Central para los años 2018-2019

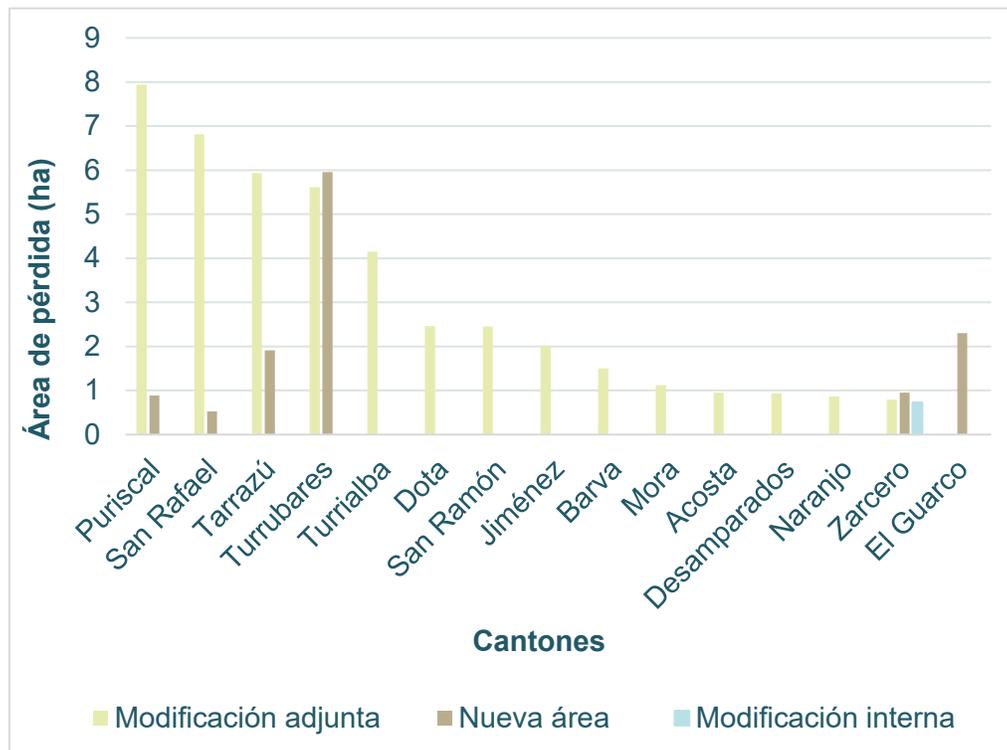


5.6.2. Tipos de pérdida identificadas de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

La Figura 45 detalla la distribución de áreas por tipo de pérdida de cobertura arbórea para los cantones de la Región Central. Donde se aprecia una mayor cantidad de pérdida causada por la modificación adjunta del paisaje productivo de pastos con 76,66%, seguida por el establecimiento de nueva área del paisaje productivo con 22,05% y finalmente por modificación interna del paisaje productivo con 1,29%.

Además, se evidencia que la proporción por tipo de pérdida se mantiene casi de manera uniforme a lo largo de los diferentes cantones, exceptuando a Turrubares y Zarcero, los cuales mostraron áreas de pérdida, basadas mayormente, a nuevas superficies del paisaje productivo. Por su parte, el cantón El Guarco solo presentó áreas de pérdida para este mismo tipo (nueva área del paisaje productivo). Finalmente, Zarcero fue el único cantón que mostró conversión de área de CA a PPP por modificación interna del paisaje productivo con 0,73 ha.

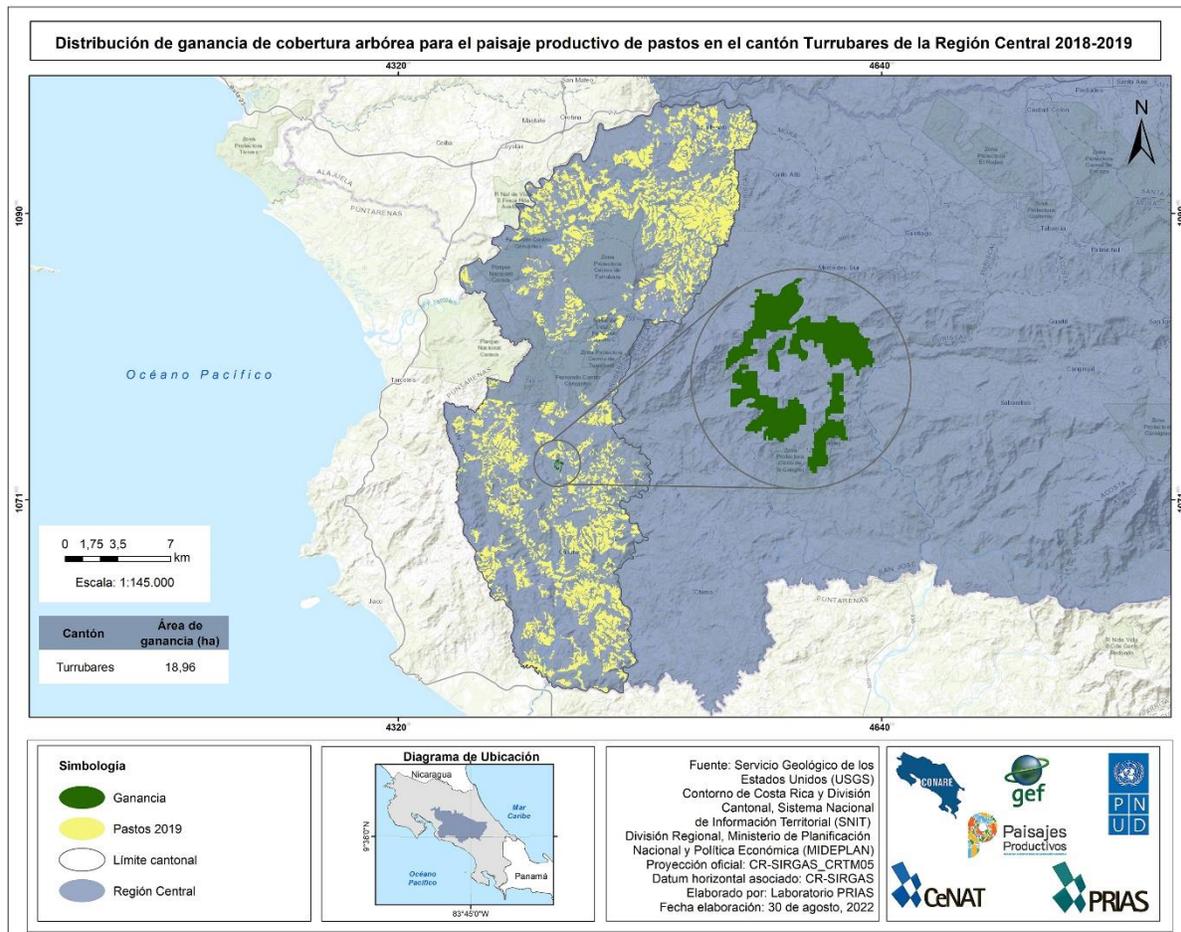
Figura 45. Tipo de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en los cantones de la Región Central para los años 2018-2019



5.6.3. Ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

En el análisis realizado dentro de la Región Central, Turrubares resultó ser el cantón con mayor área de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para un total de 18,96 ha, la cual equivale al 66,60% de toda el área de ganancia reportada para el área de estudio del MOCUPP. En la Figura 46 se muestra la distribución espacial de dicha área.

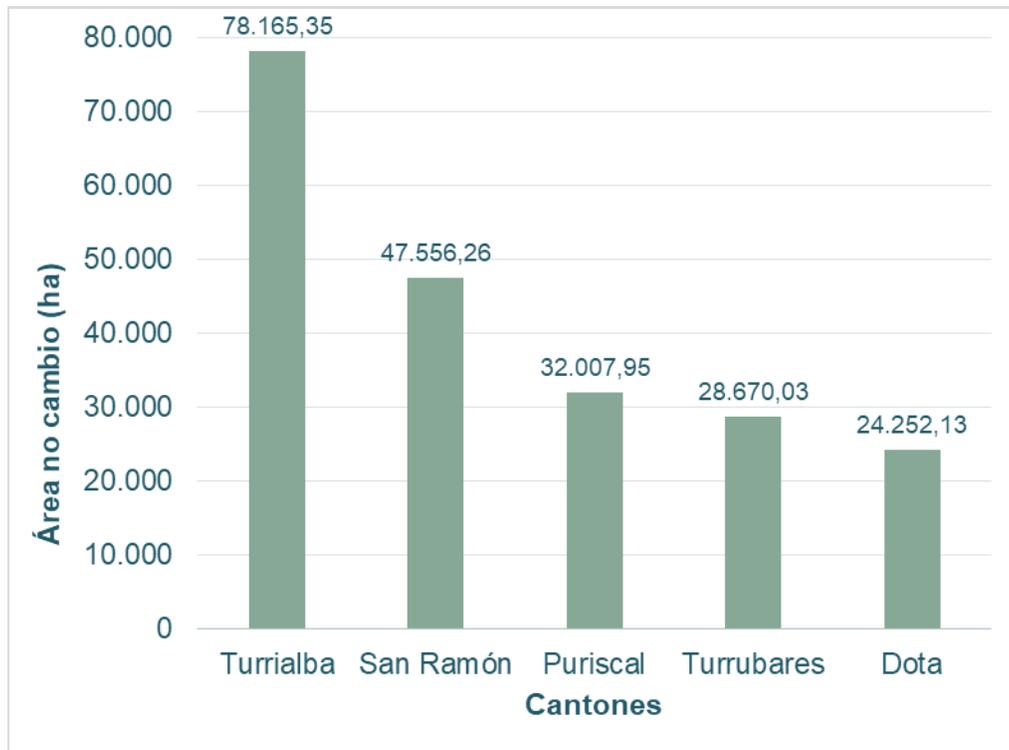
Figura 46. Distribución de ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos en el cantón Turruabares de la Región Central para los años 2018-2019



5.6.4. No cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos

La información generada por la capa de no cambio, reportó que la Región Central alberga los cantones con menor área de no cambio a nivel país, donde destacan los cantones Flores, Tibás, San Pablo, Belén y Curridabat; por otra parte, dentro de la región aparece Turrialba como el cantón que presenta mayor área de no cambio con un total de 78.165,35 ha, seguido por San Ramón y Puriscal con 47.556,26 ha y 32.007,95 ha respectivamente.

Figura 47. Cantones de la Región Central con mayor área de no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019



VI. INFRACCIONES AMBIENTALES VINCULADAS AL PAISAJE PRODUCTIVO DE PASTOS EN COSTA RICA

La ganadería es una actividad que se desarrolla hace más de 400 años en el país costarricense, las pasturas ocupan un porcentaje significativo de las tierras dedicadas al uso agropecuario (MAG, 2007). El PPP es un paisaje productivo de trascendencia nacional, el cual se distribuye a lo largo de todas las regiones de Costa Rica (Aguilar et al., 2021; Hernández et al., 2022), por lo que es importante que se continúe con los esfuerzos por lograr una implementación de sistemas sostenibles que permitan mantener la capacidad del uso de la tierra y evitar la pérdida de cobertura arbórea.

Por otro lado, a pesar de las iniciativas y políticas que se trabajan en pro de alcanzar una producción sostenible; así como, la reglamentación establecida en el país que busca el cuidado del ambiente y el bienestar común, se suscitan casos en donde las áreas de cobertura arbórea son modificadas para ser destinadas a un uso distinto sin considerar la legislación que prohíbe el cambio de uso del suelo y donde además se infringe en contra de otras leyes ambientales asociadas.

En este apartado, se presenta el análisis de los expedientes consultados al Tribunal Ambiental Administrativo que hacen referencia a casos que presentan infracciones ambientales relacionadas a pastos. En la Tabla 3 se presentan los principales detalles de los expedientes suministrados por el TAA con resolución final para los años 2018 y 2019, asociados al periodo de análisis de este estudio.

Tabla 3. Infracciones ambientales vinculadas a la actividad de pastos en Costa Rica. Resoluciones periodo 2018-2019

| | | | |
|---|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| N° Expediente | 045-06-02 TAA | | |
| Fecha de la denuncia | 09 febrero 2006 | | |
| Fecha de resolución | 27 mayo 2019 | | |
| Provincia | San José | | |
| Cantón | Escazú | | |
| Distrito | San Antonio | | |
| Dirección exacta | Calle Hoja Blanca, San Antonio, Escazú (San José) | | |
| Coordenadas | CRTM05 Latitud: 1.093.262,305 N Longitud: 485.089,105 O | | |
| Hoja Cartográfica | Agres 1:10.000 | | |
| Infracción | Tala ilegal y cambio de uso de suelo en Área Silvestre Protegida | | |
| Legislación ambiental asociada a infracciones | Ley Forestal: Artículo 33, 34, Constitución Política: Artículo 50, Ley Orgánica del Ambiente: Artículo 02, 98, 99, 106, 111. | | |
| Observaciones | Tala y corta de vegetación menor en bosque sin permisos correspondientes en una finca dentro de una Zona Protectora. El caso concluye con amonestación a los denunciados por las afectaciones y se libera de responsabilidad al propietario actual del inmueble, indicando que no se puede alterar ni cambiar el destino de las áreas boscosas y cualquier obra a realizar debe contar con los permisos requeridos. | | |
| Análisis de estado del uso del suelo para la infracción reportada basado en el dato disponible para el año de estudio 2018-2019 | | | |
| | Simbología | Año base | Año comparación |
| | | Paisaje productivo de pastos 2018 | Paisaje productivo de pastos 2019 |
| | | Cobertura arbórea 2018 | Cobertura arbórea 2019 |
| | <p>La denuncia presentada al TAA se generó en el año 2006, por lo que el uso entre 2006 y 2018 pudo haber cambiado nuevamente. Al año de resolución, el expediente hace mención de un informe de gira de campo del año 2016, en el que se menciona la</p> | | |

presencia de cobertura arbórea densa. Adicional a lo anterior, por medio de MOCUPP se puede evidenciar que el área se encuentra en la capa vectorial del paisaje de cobertura arbórea tanto para el año 2018 como para el 2019; es decir, pertenece a un área de no cambio para el análisis elaborado en este informe.

| | | |
|---|---|-----------------------------------|
| N° Expediente | 164-12-02 TAA | |
| Fecha de la denuncia | 04 mayo 2012 | |
| Fecha de resolución | 25 setiembre 2019 | |
| Provincia | Heredia | |
| Cantón | Sarapiquí | |
| Distrito | Cureña | |
| Dirección exacta | San Luis de La Cureña, Sarapiquí (Heredia) | |
| Coordenadas | CRTM05 Latitud: 1.179.872,163 N Longitud: 487.598,828 O | |
| Hoja Cartográfica | Chaparrón 1:50.000 - Cutris 1:50.000 | |
| Infracción | Tala ilegal, socola, construcción en los inmuebles y cambio de uso de suelo en área de bosque y en Refugio Nacional de Vida Silvestre | |
| Legislación ambiental asociada a infracciones | Ley Forestal: Artículo 01, 19, 33, 34, Constitución Política: Artículo 50, Ley Orgánica del Ambiente: Artículo 02, 50, 61, 98, 99, 106, 111. | |
| Observaciones | Se presentó el cambio de uso de suelo en área de bosque y de Refugio Nacional de Vida Silvestre mediante la tala de árboles, socola y construcciones en los inmuebles. El caso concluye en que al denunciado le corresponde pagar la valoración económica del daño ambiental al ser responsable de los hechos denunciados, no es posible imponerle el deber de reparar el ambiente en el sitio donde se cometió la infracción debido a que el inmueble cambió de propietario. | |
| Análisis de estado del uso del suelo para la infracción reportada basado en el dato disponible para el año de estudio 2018-2019 | | |
| | Simbología | Año base |
| | | Paisaje productivo de pastos 2018 |
| | | Año comparación |
| | | Paisaje productivo de pastos 2019 |

| | | Cobertura arbórea 2018 | Cobertura arbórea 2019 |
|--|--|------------------------|------------------------|
| | <p>El análisis realizado por MOCUPP permite evidenciar que, tanto para el año 2018 como 2019 las áreas en cuestión han sido dedicadas a pastos productivos y otros usos. La denuncia ante el TAA se realizó en el año 2012, en donde se indicó que hubo tala y construcción de inmuebles en diversos años dentro de la propiedad. De acuerdo con los datos publicados por MOCUPP, una parte de la finca se encuentra en la capa de pastos productivos tanto para el año 2018, como en la actualización del año 2019, por lo que el análisis del periodo no permite evidenciar una pérdida para CA en los años mencionados.</p> | | |

| | |
|---|---|
| N° Expediente | 080-12-02 TAA |
| Fecha de la denuncia | 26 febrero 2013 |
| Fecha de resolución | 29 de noviembre 2019 |
| Provincia | Limón |
| Cantón | Pococí |
| Distrito | La Rita |
| Dirección exacta | Patio de Agua de San Cristóbal, La Rita, Pococí (Limón) |
| Coordenadas | CRTM05 Latitud: 1.143.652,459 N Longitud: 518.940,832 O |
| Hoja Cartográfica | Río Sucio |
| Infracción | Tala de árboles para proceder con cambio de uso del suelo |
| Legislación ambiental asociada a infracciones | Ley Forestal: Artículo 01, 19, 33, 34, Constitución Política: Artículo 50, Ley Orgánica del Ambiente: Artículo 02, 98, 99, 106, 111. |
| Observaciones | Se presentó tala de árboles en área boscosa cambiando el uso del suelo. El caso concluye en que se declara responsable al denunciado; el mismo, debe pagar la valoración económica por daño ambiental de los hechos denunciados y realizar un plan de reforestación de las áreas que fueron bosque; el cual, debe ser elaborado por un profesional en la materia y ser presentado ante la oficina del SINAC con el fin de contar con el visto bueno para su implementación. Además, se indica al dueño del inmueble que no se debe alterar ni cambiar el destino de las áreas boscosas y cualquier obra a realizar debe contar con los permisos correspondientes. |
| Análisis de estado del uso del suelo para la infracción reportada | |

basado en el dato disponible para el año de estudio 2018-2019



| Simbología | Año base | Año comparación |
|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Paisaje productivo de pastos 2018 | Paisaje productivo de pastos 2019 |
| | Cobertura arbórea 2018 | Cobertura arbórea 2019 |

La denuncia ante el TAA se generó en el año 2013, tanto para el 2018 como para el 2019 se observa un comportamiento similar, el área en cuestión no se encuentra identificada como pastos productivos o cobertura arbórea para ningún año de estudio.

Fuente: Laboratorio PRIAS a partir de expedientes Tribunal Ambiental Administrativo (2022).

Para ampliar los datos contenidos en la tabla 3, se incluye información referente a leyes y artículos que intervinieron en la resolución de los casos y que fueron señalados dentro de los expedientes (Tabla 4).

Tabla 4. Resumen de la legislación y artículos más importantes incluidos dentro de los expedientes de infracciones ambientales

| Tipo de Infracción o aspecto citado | Legislación | Definición del artículo |
|--|-----------------------------------|--|
| Función esencial y prioritaria del Estado | Ley Forestal (N° 7575) Art. 01 | La presente ley establece, como función esencial y prioritaria del Estado, velar por la conservación, protección y administración de los bosques naturales y por la producción, el aprovechamiento, la industrialización y el fomento de los recursos forestales del país destinados a ese fin, de acuerdo con el principio de uso adecuado y sostenible de los recursos naturales renovables. Además, velará por la generación de empleo y el incremento del nivel de vida de la población rural, mediante su efectiva incorporación a las actividades silviculturales. En virtud del interés público y salvo lo estipulado en el artículo 18 de esta ley, se prohíbe la corta o el |

| | | |
|---|---|---|
| | | <p>aprovechamiento de los bosques en parques nacionales, reservas biológicas, manglares, zonas protectoras, refugios de vida silvestre y reservas forestales propiedad del Estado.</p> |
| <p>Excepciones para cambio de uso de suelo</p> | <p>Ley Forestal (N° 7575) Art. 19</p> | <p>Actividades autorizadas. En terrenos cubiertos de bosque, no se permitirá cambiar el uso del suelo, ni establecer plantaciones forestales. Sin embargo, la Administración Forestal del Estado podrá otorgar permiso en esas áreas para los siguientes fines:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Construir casas de habitación, oficinas, establos, corrales, viveros, caminos, puentes e instalaciones destinadas a la recreación, el ecoturismo y otras mejoras análogas en terrenos y fincas de dominio privado donde se localicen los bosques. b) Llevar a cabo proyectos de infraestructura, estatales o privados, de conveniencia nacional. c) Cortar los árboles por razones de seguridad humana o de interés científico. d) Prevenir incendios forestales, desastres naturales u otras causas análogas o sus consecuencias. <p>En estos casos, la corta del bosque será limitada, proporcional y razonable para los fines antes expuestos. Previamente, deberá llenarse un cuestionario de preselección ante la Administración Forestal del Estado para determinar la posibilidad de exigir una evaluación del impacto ambiental, según lo establezca el reglamento de esta ley.</p> |
| <p>Invasión de área de protección entre cultivos y fuentes de agua permanentes o intermitentes</p> | <p>Ley Forestal (N° 7575) Art. 33</p> | <p>Áreas de protección: Se declaran áreas de protección las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal b) Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, PLENARIO - 17 - LEY NO. 7575 ASAMBLEA LEGISLATIVA si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado. c) Una zona de cincuenta metros medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados. |

| | | |
|--|--|--|
| | | d) Las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales, cuyos límites serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley. |
| Tala de árboles en zonas de protección | Ley Forestal (N° 7575) Art. 34 | Prohibición para talar en áreas protegidas Se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas de protección descritas en el artículo anterior, excepto en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional. |
| Derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado | Constitución política de Costa Rica Art. 50 | El Estado procurará el mayor bienestar a todos los habitantes del país, organizando y estimulando la producción y el más adecuado reparto de la riqueza. Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Por ello, está legitimada para denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del daño causado. |
| Ambiente, patrimonio común de todos los habitantes | Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554) Art. 02 | <p>Los principios que inspiran esta ley son los siguientes:</p> <p>a) El ambiente es patrimonio común de todos los habitantes de la Nación, con las excepciones que establezcan la Constitución Política, los convenios internacionales y las leyes. El Estado y los particulares deben participar en su conservación y utilización sostenibles, que son de utilidad pública e interés social.</p> <p>b) Todos tienen derecho a disfrutar de un ambiente sano y ecológicamente sostenible para desarrollarse, así como el deber de conservarlo, según el artículo 50 de nuestra Constitución Política.</p> <p>c) El Estado velará por la utilización racional de los elementos ambientales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida de los habitantes del territorio nacional. Asimismo, está obligado a propiciar un desarrollo económico y ambientalmente sostenible, entendido como el desarrollo que satisface las necesidades humanas básicas, sin comprometer las opciones de las generaciones futuras.</p> <p>d) Quien contamine el ambiente o le ocasione daño será responsable, conforme lo establezcan las leyes de la República y los convenios internacionales vigentes.</p> <p>e) El daño al ambiente constituye un delito de carácter social, pues afecta las bases de la existencia de la sociedad; económico, porque atenta contra las materias y los recursos indispensables para las actividades productivas; cultural, en tanto pone en peligro la forma de vida de las comunidades, y ético, porque atenta contra la existencia misma de las generaciones presentes y futuras.</p> <p>El Estado propiciará, por medio de sus instituciones, la puesta en</p> |

| | | |
|---|---|---|
| | | práctica de un sistema de información con indicadores ambientales, destinados a medir la evolución y la correlación con los indicadores económicos y sociales para el país. |
| Dominio público del agua | Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554) Art. 50 | El agua es de dominio público, su conservación y uso sostenible son de interés social. |
| Contingencias ambientales | Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554) Art. 61 | La autoridad competente dictará las medidas preventivas y correctivas necesarias cuando sucedan contingencias por contaminación ambiental y otras que no estén contempladas en esta ley. |
| El daño al ambiente es imputable | Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554) Art. 98 | El daño o contaminación al ambiente puede producirse por conductas de acción u omisión y les son imputables a todas las personas físicas o jurídicas que la realicen. |
| Sanciones administrativas | Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554) Art. 99 | Ante la violación de las normativas de protección ambiental o ante conductas dañinas al ambiente claramente establecidas en esta ley, la Administración Pública aplicará las siguientes medidas protectoras y sanciones: a) Advertencia mediante la notificación de que existe un reclamo. b) Amonestación acorde con la gravedad de los hechos violatorios y una vez comprobados. c) Ejecución de la garantía de cumplimiento, otorgada en la evaluación de impacto ambiental. d) Restricciones, parciales o totales, u orden de paralización inmediata de los actos que originan la denuncia. e) Clausura total o parcial, temporal o definitiva, de los actos o hechos que provocan la denuncia. f) Cancelación parcial, total, permanente o temporal, de los permisos, las patentes, los locales o las empresas que provocan la denuncia, el acto o el hecho contaminante o destructivo. g) Imposición de obligaciones compensatorias o estabilizadoras del ambiente o la diversidad biológica. h) Modificación o demolición de construcciones u obras que dañen el ambiente. i) Alternativas de compensación de la sanción, como recibir cursos educativos oficiales en materia ambiental; además, trabajar en obras comunales en el área del ambiente. |

| | | |
|---|---|---|
| <p>Tribunal Ambiental</p> | <p>Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554) Art. 106</p> | <p>El Tribunal Ambiental Administrativo deberá realizar sus funciones sujeto a los principios de oralidad, oficialidad, celeridad e inmediación de la prueba. Deberá ajustar su actuación al procedimiento y las normas de funcionamiento establecidos en el presente código y, supletoriamente, a la Ley General de la Administración Pública, Libro Segundo, Capítulo "Del Procedimiento Ordinario".</p> |
| <p>Competencias del Tribunal Ambiental</p> | <p>Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554) Art. 111</p> | <p>El Tribunal Ambiental Administrativo será competente para:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Conocer y resolver, en sede administrativa, las denuncias establecidas contra todas las personas, públicas o privadas, por violaciones a la legislación tutelar del ambiente y los recursos naturales. b) Conocer, tramitar y resolver, de oficio o a instancia de parte, las denuncias referentes a comportamientos activos y omisos que violen o amenacen violar las normas de la legislación tutelar del ambiente y los recursos naturales. c) Establecer, en vía administrativa, las indemnizaciones que puedan originarse en relación con los daños producidos por violaciones de la legislación tutelar del ambiente y los recursos naturales. d) Las resoluciones del Tribunal Ambiental Administrativo serán irrecurribles y darán por agotada la vía administrativa. e) Establecer las multas, en sede administrativa, por infracciones a la Ley para la gestión integral de residuos y cualquier otra ley que así lo establezca. |

Nota: Aunado a los artículos anteriores; para la resolución de los expedientes en cuestión se hace referencia a: **Constitución Política:** Artículo 11, 21, 46, 74, 89. **Ley Orgánica del Ambiente:** Artículo 1, 4, 17, 32, 35, 40, 46, 48, 61, 101, 103. **Ley Forestal:** Artículo 3, 4, 13, 14, 20, 58. **Ley de la Biodiversidad:** Artículo 1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 45, 50, 54, 105, 109. **Ley de la Administración Pública:** Artículo 1, 2, 16, 149, 150, 214, 308, 327, 328, 329. **Reglamento de procedimientos del TAA:** Artículo 10, 11, 24, 27, 29. **Ley de Aguas:** Artículo 6.

VII. CONCLUSIONES

Para el periodo 2018-2019 se identificó un total de pérdida de 901,35 hectáreas de cobertura arbórea transformadas al paisaje productivo de pastos.

La pérdida de cobertura arbórea en relación con PPP equivale a 0,04% de la CA reportada para el año 2018 y a 0,086% de la superficie de los PPP reportados para el año 2019.

A nivel regional, la pérdida de CA se distribuyó de la siguiente manera: Región Brunca representó 32,09%, Región Huetar Caribe 22,24%, Región Huetar Norte 19,40%, Región Chorotega 10,49%, Región Pacífico Central 9,48% y finalmente la Región Central 6,30%.

La distribución cantonal ubica las 901,35 ha pérdida de CA en 48 cantones del país.

Los cinco cantones con mayor extensión de pérdida de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos son: San Carlos (106,96 ha), Buenos Aires (99,30 ha), Golfito (93,84 ha), Limón (75,05 ha) y Pococí (61,14 ha). Estos cinco cantones representan casi la mitad de la pérdida de CA reportada (48,40%).

Las áreas de pérdida de cobertura arbórea se clasificaron en tres tipos: Nueva área del paisaje productivo con 300,04 ha, Modificación adjunta de área del paisaje productivo con 599,53 ha y Modificación interna del paisaje de productivo 1,79 ha.

Los tipos de pérdida Modificación adjunta del paisaje productivo y Nueva área del paisaje productivo se encuentran en todas las regiones del país.

El tipo de pérdida Modificación interna del paisaje productivo solo se encuentra en las regiones Chorotega y Central.

Para el periodo 2018-2019 se identifica un total de ganancia de 28,47 hectáreas de pastos productivos transformados al paisaje de cobertura arbórea.



Al servicio
de las personas
y las naciones

La ganancia de cobertura arbórea equivale a la disminución del 0,003% de los PPP de 2018 y equivale al aumento del 0,001% de CA reportada para el año 2019.

La ganancia del paisaje de cobertura arbórea a nivel regional se distribuyó de la siguiente forma: la Región Central con un 66,60%, Región Huetar Caribe 25,05%, Región Chorotega 4,46%, Región Brunca 2,07% y Región Huetar Norte 1,82%.

La Región Pacífico Central, no presentó ganancia de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019.

La distribución cantonal ubica las 28,47 ha de ganancia de CA en siete cantones del país: Turrubares 18,96 ha, Pococí 6,35 ha, Siquirres 0,78 ha, Carrillo 0,67 ha, Bagaces 0,61 ha, Buenos Aires 0,59 y San Carlos 0,52 ha.

La exactitud calculada para la capa de Pérdida y Ganancia de cobertura arbórea sobre paisaje productivo de pastos 2018-2019 corresponde a un 91,86%.

El área de estudio de CA para los años 2018-2019 mostró un total de 2.333.172,18 ha de no cambio de cobertura arbórea relacionadas al paisaje productivo de pastos.

En cuanto a la distribución de no cambio de CA a nivel regional se obtuvo que la Región Chorotega contiene 535.349,45 ha, Región Brunca 444.929,11 ha, Región Central 395.689,80 ha, Región Huetar Norte 383.735,33 ha, Región Huetar Caribe 351.066,71 ha y Región Pacífico Central 222.401,18 ha.

La distribución de la capa de no cambio se encuentra a lo largo de los 82 cantones del país.

Los cinco cantones con mayor área de no cambio de CA influenciada por pastos son: San Carlos, (148.422,46 ha), Buenos Aires (114.755,49 ha), Puntarenas (112.426,48 ha), Osa (105.142,74 ha) y Sarapiquí (99.562,22 ha).

Los cinco cantones con menor área de no cambio de CA influenciada por pastos son: Flores (31,15 ha), Tibás (70,92 ha), San Pablo (101,35 ha), Belén (120,34 ha) y Curridabat (237,21 ha).



La exactitud calculada para la capa de No cambio en cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos 2018-2019 corresponde a un 94,01%.

El TAA reporta tres expedientes con infracciones ambientales vinculadas a pastos productivos con fecha de resolución en los años 2018 y 2019.

El cambio de cobertura arbórea a pastos productivos relacionados a los expedientes del TAA se generó en años previos al periodo de estudio.

De acuerdo con el análisis realizado solo para uno de los expedientes se encuentra área en la capa de no cambio de cobertura arbórea para el periodo 2018-2019.

La resolución de los tres expedientes del TAA analizados presentan una amonestación económica.

VIII. RECOMENDACIONES

Las capas utilizadas como insumos para detectar el cambio en la cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos, se pueden ver alteradas por la ausencia de información entre los años de comparación, debido a factores como la presencia de nubes. Se recomienda para futuros estudios involucrar una fase previa de corrección de los datos base, y que esta información pueda ser actualizada y colocada en el SNIT nuevamente.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, S., Ávila, I., Aguilar, H., Hernández, S., Vargas, A., Vargas, Y., Obando, M., Fallas, E., Jiménez, M., Fernández, J., Calvo, Y., Romero, D., Manrow, M. y Miller, C. (2022). *Informe final del Paisaje de Cobertura Arbórea presente en un radio de 2 km alrededor de los paisajes productivos del MOCUPP para el año 2019*. San José, Costa Rica: Laboratorio PRIAS, CeNAT, CONARE. <https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/8363/Informe%202019%20Paisaje%20de%20Cobertura%20Arborea.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguilar, H., Blanco, B., Calvo, Y., Ortega, M., Vargas, A., Vargas, Y. y Miller, C. (2019). *Informe I paisaje productivo de pastos sin árboles para el año 2018 en Costa Rica*. San José, Costa Rica: Laboratorio PRIAS, CeNAT, CONARE.
- Aguilar, H., Calvo, Y., Blanco, B., Fernández, J., Hernández, S., Jiménez, M., Manrow, M., Miller, C., Romero, D. y Vargas, A. (2021). *Informe Final del Paisaje Productivo de Pastos para el año 2018 dentro del MOCUPP*. San José, Costa Rica: Laboratorio PRIAS, CeNAT, CONARE. <https://repositorio.conare.ac.cr/handle/20.500.12337/8256>
- Aguilar, H., Calvo, Y., Blanco, B., Miller, C. y Vargas, A. (2020). Monitoreo anual del paisaje productivo de pastos en Costa Rica: estudio preliminar. *Ambientico*(276), 54-61. https://www.ambientico.una.ac.cr/revista-ambientico/monitoreo-anual-del-paisaje-productivo-de-pastos-en-costa-rica-estudio-preliminar/#&gid=tainacan-item-document_id-34014&pid=1



Al servicio
de las personas
y las naciones

Aguilar, H., Vargas, C., Ávila, I. y Miller, C. (2020). *Propuesta de proyecto: Productos adicionales para el MOCUPP*. San José, Costa Rica: Laboratorio PRIAS, CeNAT, CONARE.

Aguilar, H., Vargas, C., Ávila, I., Miller, C., Manrow, M., Fernández, J., Fallas, E., Acuña, S., Vargas, A., Hernández, S., Romero, D. y Jiménez, M. (2022). *Definiciones MOCUPP. Actualización se la base del año 2020*. San José, Costa Rica: Laboratorio PRIAS, CeNAT, CONARE.

Arguedas, C., Vargas, C. y Miller, C. (2021). *Informe: Monitoreo del estado de la piña en Costa Rica para el año 2019, asociado con la pérdida y ganancia entre la cobertura forestal*. San José, Costa Rica: Laboratorio PRIAS, CeNAT, CONARE.
https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/8255/Arguedas_C_Informe_monitoreo_estado_pina_CR_2019_perdida_ganancia_cobertura_forestal_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ávila, I., Fallas, E., Acuña, S., Hernández, S., Montenegro, E. y Miller, C. (2021). *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*. San José, Costa Rica: Laboratorio PRIAS, CeNAT, CONARE.
<http://hdl.handle.net/20.500.12337/8254>

Borràs, J., Delegido, J., Pezzola, A., Pereira, M., Morassi, G. y Camps-Valls, G. (2017). Clasificación de usos del suelo a partir de imágenes Sentinel-2. *Revista de Teledetección*, 55-66.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83604/7133-28392-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bula, A. (2020). Importancia de la Agricultura en el Desarrollo Socio-Económico. *Puente Académico*(16). <https://observatorio.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/08/Importancia-de-la-agricultura-en-el-desarrollo-socio-econ%C3%B3mico.pdf>



Al servicio
de las personas
y las naciones

Canet, G. (2015). Recuperación de la cobertura forestal en Costa Rica, logro de la sociedad costarricense. *Ambientico*(253), 17-22.
https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/26433/253_17-22.pdf

Catuna, R. (1995). La percepción remota y el análisis del espacio geográfico. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 83-106.

Centro Nacional de Alta Tecnología [CeNAT]. (03 de marzo de 2021a). *Paisaje Productivo de Pastos 2018 [Mapa]*. Sistema Nacional de Información Territorial.
https://www.snitcr.go.cr/ico_servicios_ogc_info?k=bm9kbzo6NTU=&nombre=MOCUPP%20Pasto

Centro Nacional de Alta Tecnología [CeNAT]. (31 de noviembre de 2021b). *Paisaje Cobertura Arbórea 2018 [Mapa]*. Sistema Nacional de Información Territorial.
https://www.snitcr.go.cr/ico_servicios_ogc_info?k=bm9kbzo6Nzl=&nombre=Monitoreo%20Cobertura%20arb%C3%B3rea

Centro Nacional de Alta Tecnología [CeNAT]. (17 de marzo de 2022a). *Paisaje Productivo Pastos 2019 [Mapa]*. Sistema Nacional de Información Territorial.
https://www.snitcr.go.cr/ico_servicios_ogc_info?k=bm9kbzo6NTU=&nombre=MOCUPP%20Pasto

Centro Nacional de Alta Tecnología [CeNAT]. (17 de marzo de 2022b). *Paisaje de Cobertura Arbórea 2019 [Mapa]*. Sistema Nacional de Información Territorial.
https://www.snitcr.go.cr/ico_servicios_ogc_info?k=bm9kbzo6Nzl=&nombre=Monitoreo%20Cobertura%20arb%C3%B3rea

Chuvieco, E. (2010). *Teledetección ambiental: La observación de la tierra desde el espacio*. Barcelona, España: Editorial Ariel.



Al servicio
de las personas
y las naciones

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

ESRI. (2016). *Anexar*. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/append.htm>

ESRI. (2016). *ArcMap ¿Qué son los datos ráster?*
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>

ESRI. (2016). *ArcMap. Herramientas. Zona de Influencia*.
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/coverage-toolbox/buffer.htm#:~:text=La%20funci%C3%B3n%20BUFFER%20funciona%20en,la%20forma%20de%20la%20Tierra>

ESRI. (2016). *Diferencia simétrica*.
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/symmetrical-difference.htm>

ESRI. (2016). *Qué es un shapefile*.
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm>

ESRI. (2021). *Intersecar*.
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/analysis-toolbox/intersect.htm>

ESRI. (s.f.). *Acerca de ArcGIS*. <https://www.esri.com/es-es/arcgis/about-arcgis/overview>

ESRI. (s.f.). *Imágenes de Costa Rica. ESRI Satellite*.
https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer/tile/{z}/{y}/{x}



Al servicio
de las personas
y las naciones

European Space Agency [ESA]. (2000-2021). *Visión General. Sentinel en línea*.
<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2/overview>

Fondo Nacional de Financiamiento Forestal [FONAFIFO]. (02 de febrero de 2022).
Contratos PSA 2021 [Mapa].
<http://sipsa.fonafifo.com/ppsa/geopsa/ogc/pages/ogcServicio.aspx>

Google. (s.f.). *Imágenes de Costa Rica del 01 de enero 2018 al 31 de diciembre 2019*. Google Earth Pro. https://earth.google.com/web/@9.748917,-83.753428,1165772.82570125a,0d,35y,0h,0t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC]. (2019).
Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. (Shukla, P.R, Skea, J., Calvo Buendia, E., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H.O., Roberts, D.C., Zhai, P., Slade, R., Connors, S., van Diemen, R., Ferrat, M., Haughey, E., Luz, S., Neogi, S., Pathak, M., Petzold, J., Portugal Pereira, J., Vyas, P., Huntley, E., Kissick, K., Belckacemi, M. y Malley, J., Edits.)
<https://www.ipcc.ch/srccl>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGRAW-HILL.

Hernández, S., Aguilar, H., Ávila, I., Acuña, S., Vargas, Y., Vargas, A., Obando, M., Calvo, Y., Jiménez, M., Fernández, J., Fallas, E., Romero, D., Manrow, M. y Miller, C. (2022). *Informe final del Paisaje Productivo de Pastos año 2019*. San José, Costa Rica: Laboratorio PRIAS, CeNAT, CONARE.
[https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/8364/Informe%202019 Paisaje%20Productivo%20de%20Pastos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/8364/Informe%202019%20Paisaje%20Productivo%20de%20Pastos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



Al servicio
de las personas
y las naciones

Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R.S., Brockhaus, M., Verchot, L., Angelsen, A. y Romijn, E. (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters*, 7, 12. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/7/4/044009/pdf>

Instituto Geográfico Nacional [IGN]. (27 de enero de 2017). *Ortofoto 2017 1:5mil [Mapa]*. Sistema Nacional de Información Territorial. https://www.snitcr.go.cr/ico_servicios_ogc_info?k=bm9kbzo6NDM=&nombre=Ortofoto%202014-2017%205k

Instituto Geográfico Nacional [IGN]. (27 de abril de 2018). *Límite Cantonal 1:5mil [Mapa]*. Sistema Nacional de Información Territorial. https://www.snitcr.go.cr/ico_servicios_ogc_info?k=bm9kbzo6MjY=&nombre=IGN%20Cartograf%C3%ADa%201:5mil

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario*. San José, Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/U40-10581.pdf>

Marquina, J. y Mogollón, A. (2018). Niveles y escalas de levantamiento de información geográfica en sensores remotos. *Revista Geográfica Venezolana*, 42-52.

Microsoft Bing. (s.f.). *Imágenes de Costa Rica. Bing Satellite*. http://ecn.t3.tiles.virtualearth.net/tiles/a{q}.jpeg?g=0&dir=dir_n'

Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2007). *Plan Estratégico para el desarrollo de la agrocadena de la ganadería bovina de carne en la Región Chorotega*. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9228.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2015). *Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono -Costa Rica-*. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L01-11006.pdf>



Al servicio
de las personas
y las naciones

Ministerio de Ambiente y Energía [MINAE]. (2018). *Informe de estado del ambiente: Costa Rica 2017*.

<https://www.researchgate.net/publication/325625615> Informe de estado del ambiente Costa Rica 2017

Ministerio de Ambiente y Energía [MINAE] y REDD+. (2015). *Estrategia Nacional Redd+ Costa Rica: Una iniciativa del Programa de Bosques y Desarrollo Rural. Borrador para consulta*. https://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/estrategia_reddcr_0.pdf

Minitab. (2022). *Estadísticos kappa y coeficientes de Kendall*. <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/measurement-system-analysis/supporting-topics/attribute-agreement-analysis/kappa-statistics-and-kendall-s-coefficients/>

Monge, M. (2016). *Viabilidad económica-ambiental para la producción de cuarenta novillos de engorde estabulado en el cantón de San Ramón, Alajuela*. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3856/40150.pdf?sequence=1>

Naciones Unidas Costa Rica. (2022). *Cómo la ONU apoya los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://costarica.un.org/es/sdgs>

Obando, G. y Obando, M. (2020). *Tras el fin de la deforestación: estrategias y acciones para el uso sostenible de la tierra*. Climate Chance. https://www.climate-chance.org/wp-content/uploads/2020/09/costarica_usodelsuelo_climatechance_espa.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2020). *El estado de los bosques del mundo, los bosques, la biodiversidad y las personas*. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>



Al servicio
de las personas
y las naciones

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2020). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 - Principales resultados*. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca8753es>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2022). *La ganadería y el medio ambiente*. <https://www.fao.org/livestock-environment/es>

Planet Labs. (s.f.). *Imágenes de Costa Rica del 01 de enero 2017 al 31 de diciembre de 2022*. NICFI Satellite Data Program. <https://www.planet.com/explorer/>

Poder Ejecutivo. (1985). *Reforma División Regional del Territorio de Costa Rica, para los efectos de investigación y planificación del desarrollo económico N° 16068*.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59724&nValor3=66813&strTipM=TC

Portillo, J. (agosto de 2017). Monitoreo de cultivos utilizando datos de teledetección y modelos de crecimiento. *Revista de Tecnología Agropecuaria*, 10(34), 50-54.
https://inta.gob.ar/sites/default/files/monitoreo_de_cultivos_utilizando_datos_de_teledeteccion_y_modelos_de_crecimiento.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (08 de setiembre de 2021). *Lanzan nuevo programa SCALA para incrementar acción climática en sector ambiental y agropecuario en Costa Rica*.
<https://www.undp.org/es/costa-rica/press-releases/lanzan-nuevo-programa-scala-para-incrementar-acci%C3%B3n-clim%C3%A1tica-en-sector>

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2015). *MOCUPP: Monitoreo de Cambio de Uso de Paisajes Productivos*.
<http://mocupp.org/sites/default/files/documento-mocupp-es.pdf>



QGIS. (s.f.). *Descubre QGIS*. <https://www.qgis.org/es/site/about/index.html>

Rodríguez, D., Sánchez, N. y Domínguez, J. (2015). *Cuestiones de Teledetección*. Universidad Estatal a Distancia.

Sacristán, F. (2006). *La Teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental*.

<https://www.researchgate.net/publication/26479103> *La Teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental*

Sánchez, A. (2015). Análisis de cobertura forestal de Costa Rica entre 1960 y 2013. *Ambientico*(253), 4-11. https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/26395/253_4-11.pdf

Sasa, K. y Acuña, F. (2021). *Soluciones de monitoreo del cambio de uso de la tierra en apoyo de los commodities libres de deforestación*. Orientación Práctica. PNUD. <https://www.undp.org/es/costa-rica/publications/revision-de-las-soluciones-de-monitoreo-del-cambio-de-uso-de-la-tierra-en-apoyo-de-los-commodities-libres-de-deforestacion>

SegemAR. (s.f.). *Conceptos básicos. Sensores Remotos*. <http://www.segemar.gov.ar/igrm/sensores-remotos/>

Setyawan, E. (2019). *Satellite Imagery: Resolution vs. Accuracy*. <https://www.intermap.com/blog/satellite-imagery-resolution-vs.-accuracy>

Sierra, R., Cambroner, A. y Vega, E. (2016). *Patrones y factores de cambio de la cobertura forestal natural de Costa Rica, 1987-2013*. http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/rsierraacambronerovega_patrones_y_factores_cus.pdf

Sistema de Estadística Nacional. (2020). *Validación*. <https://www.inec.cr/sites/default/files/book/V.html>



Al servicio
de las personas
y las naciones

Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC]; Programa de Sistemas de Información de los Recursos Forestales [SIREFOR]; Ministerio de Ambiente y Energía [MINAE]. (2013). *Reporte estadístico forestal*. San José. <https://www.sirefor.go.cr/pdfs/REPORTE-ESTADISTICO-FORESTAL-2013.pdf>

Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC]. (10 de marzo de 2022). *Registro Nacional de Humedales [Mapa]*. Sistema Nacional de Información Territorial. https://www.snitcr.go.cr/ico_servicios_ogc_info?k=bm9kbzo6NDA=&nombre=SINAC

Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC] y Programa REDD-CCAD-GIZ. (10 de marzo de 2022). *Base cartográfica para el Inventario Nacional Forestal de Costa Rica, 2013-2014*. Sistema Nacional de Información Territorial. https://www.snitcr.go.cr/ico_servicios_ogc_info?k=bm9kbzo6NDA=&nombre=SINAC

Soto, M. (19 de febrero de 2021). *La apuesta tica al 2030: una ganadería baja en emisiones*. <https://ojoalclima.com/la-apuesta-tica-al-2030-una-ganaderia-baja-en-emisiones/>

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V. R. y de Haan, C. (2006). *La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. <https://www.fao.org/3/a0701s/a0701s.pdf>

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.

X. ANEXOS

Anexo 1. Estadísticas de validación

| Validación | | N | n | Precisión | Exactitud | Kappa |
|------------|--------------------|--------|-----|-----------|-----------|-------|
| 1 | Pérdida y Ganancia | 29.462 | 646 | 94,79 | 93,76 | 0,88 |
| 2 | Pérdida y Ganancia | 1.068 | N/A | 88,35 | 90,30 | N/A |
| 3 | Pérdida | 545 | 87 | N/A | 91,86 | N/A |
| | Ganancia | 12 | 12 | | 91,67 | |
| No Cambio | | 43.242 | 96 | N/A | 94,01 | N/A |

Anexo 2. Desglose por regiones y cantones de las hectáreas de pérdida, ganancia y no cambio de cobertura arbórea para el paisaje productivo de pastos para los años 2018-2019

| Región | Cantón | Área de pérdida de CA (ha) | Área de ganancia de CA (ha) | Área de no cambio de CA (ha) |
|--------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Huetar Norte | Guatuso | 3,71 | 0,00 | 23.394,99 |
| | Los Chiles | 4,58 | 0,00 | 41.828,99 |
| | Río Cuarto | 0,00 | 0,00 | 8.344,56 |
| | San Carlos | 106,96 | 0,52 | 148.422,46 |
| | Sarapiquí | 42,28 | 0,00 | 99.562,22 |
| | Upala | 17,30 | 0,00 | 62.182,11 |
| | Área total de cantones | | 174,84 | 0,52 |
| Chorotega | Abangares | 7,46 | 0,00 | 33.606,02 |
| | Bagaces | 4,04 | 0,61 | 57.734,68 |
| | Cañas | 16,62 | 0,00 | 27.942,90 |
| | Carrillo | 0,00 | 0,67 | 28.760,06 |
| | Hojancha | 0,45 | 0,00 | 18.601,93 |
| | La Cruz | 21,20 | 0,00 | 59.608,11 |
| | Liberia | 4,97 | 0,00 | 65.726,11 |
| | Nandayure | 11,85 | 0,00 | 38.257,45 |
| | Nicoya | 18,81 | 0,00 | 85.939,02 |

| | | | | |
|----------------|-------------------------------|---------------|-------------|-------------------|
| | Santa Cruz | 0,00 | 0,00 | 90.194,91 |
| | Tilarán | 9,15 | 0,00 | 28.978,27 |
| | Área total de cantones | 94,56 | 1,27 | 535.349,45 |
| Brunca | Buenos Aires | 99,30 | 0,59 | 114.755,49 |
| | Corredores | 18,81 | 0,00 | 18.386,30 |
| | Coto Brus | 25,32 | 0,00 | 38.592,46 |
| | Golfito | 93,84 | 0,00 | 86.968,95 |
| | Osa | 31,45 | 0,00 | 105.142,74 |
| | Pérez Zeledón | 20,56 | 0,00 | 81.083,18 |
| | Área total de cantones | 289,27 | 0,59 | 444.929,11 |
| Central | Acosta | 0,95 | 0,00 | 17.744,84 |
| | Alajuela | 0,00 | 0,00 | 12.742,02 |
| | Alajuelita | 0,00 | 0,00 | 791,15 |
| | Alvarado | 0,00 | 0,00 | 2.139,89 |
| | Aserri | 0,00 | 0,00 | 7.741,23 |
| | Atenas | 0,00 | 0,00 | 4.405,52 |
| | Barva | 1,50 | 0,00 | 2.572,97 |
| | Belén | 0,00 | 0,00 | 120,34 |
| | Cartago | 0,00 | 0,00 | 9.261,43 |
| | Curridabat | 0,00 | 0,00 | 237,21 |
| | Desamparados | 0,93 | 0,00 | 3.692,86 |
| | Dota | 2,46 | 0,00 | 24.252,13 |
| | El Guarco | 2,30 | 0,00 | 9.758,33 |
| | Escazú | 0,00 | 0,00 | 1.154,76 |
| | Flores | 0,00 | 0,00 | 31,15 |
| | Goicoechea | 0,00 | 0,00 | 931,58 |
| | Grecia | 0,00 | 0,00 | 3.829,76 |
| | Heredia | 0,00 | 0,00 | 10.015,18 |
| | Jiménez | 2,01 | 0,00 | 12.140,79 |
| | La Unión | 0,00 | 0,00 | 1.640,84 |
| | León Cortés Castro | 0,00 | 0,00 | 3.607,70 |
| | Montes de Oca | 0,00 | 0,00 | 445,99 |
| | Mora | 1,12 | 0,00 | 9.278,45 |
| | Moravia | 0,00 | 0,00 | 1.265,71 |
| Naranjo | 0,87 | 0,00 | 2.119,13 | |
| Oreamuno | 0,00 | 0,00 | 6.453,46 | |
| Palmares | 0,00 | 0,00 | 515,80 | |
| Paraíso | 0,00 | 0,00 | 12.013,66 | |

| | | | | |
|-------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------|-------------------|
| | Poás | 0,00 | 0,00 | 1.911,91 |
| | Puriscal | 8,82 | 0,00 | 32.007,95 |
| | San Isidro | 0,00 | 0,00 | 876,86 |
| | San José | 0,00 | 0,00 | 322,74 |
| | San Pablo | 0,00 | 0,00 | 101,35 |
| | San Rafael | 7,34 | 0,00 | 1.996,11 |
| | San Ramón | 2,45 | 0,00 | 47.556,26 |
| | Santa Ana | 0,00 | 0,00 | 2.545,96 |
| | Santa Bárbara | 0,00 | 0,00 | 1.746,04 |
| | Santo Domingo | 0,00 | 0,00 | 371,35 |
| | Sarchí | 0,00 | 0,00 | 7.870,09 |
| | Tarrazú | 7,84 | 0,00 | 15.497,58 |
| | Tibás | 0,00 | 0,00 | 70,92 |
| | Turrialba | 4,15 | 0,00 | 78.165,35 |
| | Turrubares | 11,57 | 18,96 | 28.670,03 |
| | Vázquez de Coronado | 0,00 | 0,00 | 9.790,54 |
| | Zarceró | 2,47 | 0,00 | 5.284,85 |
| | Área total de cantones | 56,80 | 18,96 | 395.689,80 |
| Huetar Caribe | Guácimo | 30,68 | 0,00 | 25.707,60 |
| | Limón | 75,05 | 0,00 | 82.350,56 |
| | Matina | 6,82 | 0,00 | 31.854,04 |
| | Pococí | 61,14 | 6,35 | 93.867,60 |
| | Siquirres | 19,22 | 0,78 | 35.199,24 |
| | Talamanca | 7,56 | 0,00 | 82.087,67 |
| | Área total de cantones | 200,47 | 7,13 | 351.066,71 |
| Pacífico Central | Esparza | 5,17 | 0,00 | 11.594,89 |
| | Garabito | 0,00 | 0,00 | 20.235,17 |
| | Montes de Oro | 2,00 | 0,00 | 13.817,34 |
| | Orotina | 4,37 | 0,00 | 5.481,65 |
| | Parrita | 42,21 | 0,00 | 22.745,70 |
| | Puntarenas | 21,96 | 0,00 | 112.426,48 |
| | Quepos | 6,33 | 0,00 | 30.347,67 |
| | San Mateo | 3,39 | 0,00 | 5.752,88 |
| | Área total de cantones | 85,42 | 0,00 | 222.401,77 |
| Total país | 901,35 | 28,47 | 2.333.172,18 | |

Anexo 3. Colaboradores del Proyecto MOCUPP durante el proceso de actualización de las capas 2019 (Arguedas et al., 2021)

AGRADECIMIENTOS

El Proyecto MOCUPP, extiende su más sincero agradecimiento a los siguientes funcionarios, por su colaboración durante el proceso de monitoreo efectuado en el año 2020 y 2021, para los paisajes de piña, palma aceitera, pastos y cobertura arbórea.

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Kífah Sasa (Asesor Senior Programa Green Commodities)
Miriam Miranda (Coordinadora Proyecto Paisajes Productivos)
Maureen Ballester (Especialista en arreglos institucionales)
Francini Acuña (Especialista en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección)

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

Ana Cristina Quirós (Viceministra)

MAG Región Brunca

Roger Montero (Director Regional)
Roberto Chacón (Extensionista)
César Villalobos (Extensionista)
Marcelo Hidalgo (Extensionista)
Kendall Ureña (Extensionista)
Fernando Fallas (Extensionista)
Aaron Quirós (Coordinador Regional InfoAgro)

MAG Región Huetar Caribe

Yendri Delgado (Directora Regional)
Jimmy Medina (Extensionista)
Delfín Rojas (Extensionista)
Armando Jiménez (Extensionista)

MAG Región Huetar Norte

Fernando Vargas (Director Regional)
Norman Mora (Jefe Unidad de Extensión)
Beatriz Corrales (Extensionista)
Justo Rubio (Extensionista)
Víctor Guzmán (Extensionista)
William López (Extensionista)
Jorge Montoya (Extensionista)
Robert Ulate (Extensionista)

MAG Región Central Sur

Iván Quesada (Director Regional)
Sergio Delgado (Jefe Unidad de Extensión)
Franklin Castro (Extensionista)

MAG Región Central Oriental

Guillermo Flores (Director Regional)

MAG Región Pacífico Central

Leda Ramos (Directora Regional)
Víctor Salazar (Extensionista)
William Aguilar (Extensionista)

MAG Región Chorotega

Roberto Caravaca (Extensionista)
Jesús González (Extensionista)
Verónica Elizondo (Extensionista)
Carlos Briceño (Extensionista)
Freddy Vásquez (Extensionista)

Douglas Arauz (Encargado Agencia MAG Nandayure)

Danilo Guzmán (Técnico pecuario Agencia Nandayure)

Gilberto López (Coordinador Regional del Programa de Ganadería Sostenible)

Oficina de Acciones Climáticas (MAG)

Mauricio Chacón (Coordinador)

Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria (MAG)

Nils Solórzano (Director Nacional)

Viviana Delgado

Joaquín Torres

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)

Rafael Monge (Director CENIGA)

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

David Reyes (Área de Conservación Guanacaste)

Tribunal Ambiental Administrativo (TAA)

Ruth Solano (Presidenta)

Juan José Sánchez (Coordinador Unidad Técnica)

Ministerio de Comercio Exterior (COMEX)

Jaime Mora

Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Marta Aguilar (Directora)

