

"CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO DE PAISAJES PRODUCTIVOS"

Informe: Monitoreo del estado de la piña en Costa Rica para el año 2019.



Monitoreo de Cambio de Uso de Paisajes Productivos (MOCUPP)



“Conservando la biodiversidad por medio del manejo de paisajes productivos”

Consejo Nacional de Rectores (CONARE)

Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT)

Laboratorio PRIAS

Informe: Monitoreo del estado de la piña en Costa Rica para el año 2019, asociado con la pérdida y ganancia entre la cobertura forestal.

Autores:

Catalina Arguedas González

Christian Vargas Bolaños

Cornelia Miller Granados

Revisión y aprobación:

Cornelia Miller Granados, Directora Laboratorio PRIAS.

Francini Acuña Piedra, Geógrafa PNUD.

Febrero 2021. San José, Costa Rica.

Informe técnico presentado al PNUD dentro del marco del MOCUPP



633
A694i

Arguedas González, Catalina.

Informe : monitoreo del estado de la piña en Costa Rica para el año 2019, asociado con la pérdida y ganancia entre la cobertura forestal / Catalina Arguedas González, Christian Vargas Bolaños, Cornelia Miller Granados – Datos electrónicos (1 archivo : 5.700 kb). -- San José, C.R. : CONARE - CENAT, 2021.

ISBN 978-9977-77-424-4
Formato pdf, 69 páginas.

1. PIÑA. 2. BIODIVERSIDAD. 3. PAISAJES PRODUCTIVOS. 4. COBERTURA FORESTAL. 5. COSTA RICA. I. Vargas Bolaños, Christian. II. Miller Granados, Cornelia. III. Título.





COSTA RICA
GOBIERNO DEL Bicentenario
2018-2022



MINAE
Ministerio de Ambiente y Energía



CeNAT



PRIAS



Paisajes Productivos



gef



Al servicio
de las personas
y las naciones





Agradecimientos

El Proyecto Monitoreo de Cambio de Uso en Paisajes Productivos (MOCUPP), extiende su 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 2020, además del aporte de insumos necesarios para la realización de informes de los distintos paisajes productivos. (Para más detalles consultar el anexo 3)



Al servicio
de las personas
y las naciones

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| LISTADO DE PALABRAS | iv |
| LISTADO DE ACRÓNIMOS | vi |
| RESEÑA PROYECTO MOCUPP | 1 |
| I. RESUMEN | 3 |
| II. INTRODUCCIÓN | 5 |
| III. CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES | 6 |
| a) Cumplimiento de objetivo general..... | 6 |
| b) Cumplimiento de objetivos específicos | 6 |
| IV. METODOLOGÍA | 7 |
| 4.1 Selección del área de trabajo | 7 |
| 4.2 Selección y descarga de imágenes | 8 |
| 4.3 Geoprocesamiento previo | 11 |
| 4.4 Giras de campo | 12 |
| 4.4.1 Revisión previa de imágenes | 12 |
| 4.4.2 Toma de puntos de control..... | 13 |
| 4.5 Proceso de extracción y digitalización de polígonos | 16 |
| 4.6 Proceso de validación de la información | 18 |
| 4.6.1 Definición del tamaño de la muestra..... | 18 |
| 4.6.2 Generación de puntos de muestreo mediante el software ArcGIS 10.5..... | 19 |
| 4.6.3 Análisis de puntos de muestreo | 20 |
| 4.6.4 Generación de la matriz de confusión..... | 20 |
| 4.6.5 Cálculo del Estadístico Kappa..... | 20 |
| V. ANÁLISIS DE RESULTADOS | 22 |
| 5.1 Contexto general. | 22 |
| 5.2 Análisis de resultados generales | 24 |
| 5.2.1 Datos regionales, cantonales y distritales..... | 24 |
| 5.2.2 Tendencias de crecimiento. | 30 |
| 5.2.3 Resultados regionales..... | 34 |
| A. Región Huetar Norte (RHN)..... | 34 |
| B. Región Huetar Caribe (RHC)..... | 38 |
| C. Región Brunca (RB)..... | 41 |
| VI. CONCLUSIONES | 45 |
| VII. BIBLIOGRAFÍA | 48 |
| ANEXOS | 52 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Diagrama de flujo del proceso metodológico para capa de piña. Año 2019..... | 7 |
| Figura 2: Regiones de planificación MIDEPLAN, con cambios en el paisaje productivo de piña. | 8 |
| Figura 3: Geoprocesamiento “Composite bands” de ArcGIS..... | 11 |
| Figura 4: Aplicación de corrección atmosférica, imagen Sentinel-2. Año 2019. | 12 |
| Figura 5: Parcela de clasificación, metodología de giras virtuales..... | 14 |
| Figura 6: Distribución espacial de puntos de control. Proceso de actualización de la cobertura de piña 2019..... | 15 |
| Figura 7: Utilización de fuentes de información primaria y secundaria en la identificación del paisaje productivo de piña, año 2019. Proyecto MOCUPP. | 18 |
| Figura 8: Porcentaje de participación de la piña dentro del sector agrícola años 2017, 2018 y 2019..... | 22 |
| Figura 9: Exportaciones más relevantes Costa Rica. Año 2019. | 24 |
| Figura 10: Distribución del cultivo de piña según región. Año 2019. | 25 |
| Figura 11: Distribución de plantaciones de piña según región. Año 2019. | 26 |
| Figura 12: Cantones con mayor área cultivada de piña. Año 2019. | 27 |
| Figura 13: Cantones con menor área cultivada de piña. Año 2019. | 28 |
| Figura 14: Distritos con mayor área cultivada de piña. Año 2019. | 29 |
| Figura 15: Distritos con menor área cultivada de piña. Año 2019..... | 30 |
| Figura 16: Diferencias entre datos de monitoreo a escala cantonal. Paisaje productivo de piña. Años 2018-2019..... | 31 |
| Figura 17: Diferencias entre datos de monitoreo a escala distrital. Paisaje productivo de piña. Años 2018-2019..... | 32 |
| Figura 18: Distribución cantonal del paisaje productivo de piña. Región Huetar Norte. Año 2019..... | 35 |
| Figura 19: Distribución distrital del paisaje productivo de piña. Región Huetar Norte. Año 2019..... | 36 |
| Figura 20: Mapa distribución cantonal del paisaje productivo de piña. Región Huetar Norte (RHN). Año 2019. | 37 |
| Figura 21: Distribución cantonal del paisaje productivo de piña. Región Huetar Caribe. Año 2019..... | 38 |
| Figura 22: Distribución distrital del paisaje productivo de piña. Región Huetar Caribe. Año 2019..... | 39 |
| Figura 23: Mapa distribución cantonal del paisaje productivo de piña. Región Huetar Caribe (RHC). Año 2019. | 40 |
| Figura 24: Distribución cantonal del paisaje productivo de piña. Región Brunca. Año 2019. | 42 |
| Figura 25: Distribución distrital del paisaje productivo de piña. Región Brunca. Año 2019. | 43 |
| Figura 26: Mapa distribución cantonal del paisaje productivo de piña. Región Brunca (RB). Año 2019 | 44 |



Al servicio
de las personas
y las naciones

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1: Evaluación de cumplimiento del objetivo general del proyecto | 6 |
| Cuadro 2: Evaluación de objetivos específicos | 6 |
| Cuadro 3: Selección de imágenes del sensor Sentinel -2 para las regiones Huetar Caribe, Brunca, Huetar Norte y Pacífico Central. Año 2019. | 9 |
| Cuadro 4: Puntos de control según región y tipología de gira. Proceso de actualización de la cobertura de piña 2019. | 15 |
| Cuadro 5: Escalas e imágenes satelitales a utilizar según tipo de levantamiento. | 17 |
| Cuadro 6: Valor de las exportaciones de los principales productos de cobertura agropecuaria. I Trimestre 2018-2019 (Valor en miles de US) | 23 |
| Cuadro 7: Distribución del paisaje productivo de piña según región. Año 2019. | 25 |
| Cuadro 8: Áreas nuevas de cultivo de piña por región. Años 2018 y 2019. | 33 |
| ANEXO 1: Cuadro 9: Desglose de las hectáreas cultivadas de piña en los cantones y distritos por cada región de estudio. Año 2019. | 52 |
| Cuadro 10: Resultados tamaño de muestra, RHN. Año 2019. | 53 |
| Cuadro 11: Matriz de confusión, RHN. Año 2019. | 53 |
| Cuadro 12: Cálculo del estadístico Kappa, RHN. Año 2019. | 54 |
| Cuadro 13: Resultados tamaño de muestra, RHC. Año 2019. | 54 |
| Cuadro 14: Matriz de confusión, RHC. Año 2019. | 55 |
| Cuadro 15: Cálculo del estadístico Kappa, RHC. Año 2019. | 55 |
| Cuadro 16: Resultados tamaño de muestra, RB. Año 2019. | 56 |
| Cuadro 17: Matriz de confusión, RB. Año 2019. | 56 |
| Cuadro 18: Cálculo del estadístico Kappa, RB. Año 2019. | 57 |
| Cuadro 19: Resultados tamaño de muestra, RPC. Año 2019. | 57 |
| Cuadro 20: Matriz de confusión, RPC. Año 2019. | 58 |
| Cuadro 21: Cálculo del estadístico Kappa, RPC. Año 2019. | 58 |

LISTADO DE PALABRAS

- **Composite Bands:** Herramienta de ArcGIS que combina de forma específica las bandas de interés extraídas de una imagen satelital o de un ráster original, generando un nuevo y único dataset ráster.
- **Dataset y/o Data set:** Colección de datos compilada en columnas para un tema en específico y que contiene caracteres alfanuméricos.
- **GloVis (Global Visualization Viewer):** Plataforma gratuita de visualización y descarga de imágenes de diferentes satélites.
- **Google Earth:** Es la herramienta fundamental de investigación, presentación y colaboración para información específica sobre un lugar. Ofrece el conjunto más completo de datos geoespaciales disponibles de manera pública e incluye imágenes de alta resolución.
- **Planet:** plataforma que ofrece imágenes satelitales de alta resolución de forma diaria o de archivo, además de diversos servicios de análisis, como la creación al vuelo de mapas base, detección de cambios y comparación de imágenes.
- **Ráster:** Representación gráfica que consta de una matriz de celdas o píxeles, organizados en filas y columnas; cada uno de estos píxeles contiene un valor o información específica. Ejemplos de archivos ráster: fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite o digitales.
- **Script:** documento que contiene instrucciones, escritas en códigos de programación.
- **Sentinel - 2:** Uno de los satélites del Programa Copérnico de la Unión Europea, que capta imágenes de alta resolución entre diez y sesenta metros.
- **SNAP (Sentinel Application Platform / Plataforma de Aplicación Sentinel):** Software gratuito que distribuye ESA (European Space Agency) para procesamiento de imágenes de satélites Sentinel.
- **TIFF (Tagged Image File Format / Formato de archivo de imagen etiquetado):** Tipo de formato común en ArcGIS para guardar ráster, en este formato se pueden agrupar varias imágenes.
- **UMC (Unidad mínima cartografiable):** Unidad más pequeña de superficie que puede ser delimitada en un mapa.



- **US: United States Dollar / Dólar Estadounidense:** Moneda oficial de los Estados Unidos de América.



Al servicio
de las personas
y las naciones

LISTADO DE ACRÓNIMOS

- **CANAPEP:** Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña
- **CeNAT:** Centro Nacional de Alta Tecnología
- **CENIGA:** Centro Nacional de Información Geoambiental
- **COMEX:** Ministerio de Comercio Exterior
- **CONARE:** Consejo Nacional de Rectores
- **DLR:** Centro Aeroespacial Alemán
- **DRI:** Dirección del Registro Inmobiliario
- **FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
- **GEF:** Fondo Medio Ambiente Mundial
- **IGN:** Instituto Geográfico Nacional
- **INTA:** Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
- **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
- **PINDECO:** Pineapple Development Corporation-Del Monte, Costa Rica.
- **PNUD:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- **SIMOCUTE:** Sistema de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas
- **SNIT:** Sistema Nacional de Información Territorial
- **USGS:** Servicio Geológico de los Estados Unidos

RESEÑA PROYECTO MOCUPP

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

I. RESUMEN

El cultivo de la piña es una de las actividades más importantes de la región latinoamericana; en Costa Rica, su origen se remonta a la época precolombina, siendo uno de los productos característicos de la dieta de indígenas huetares de Tucurrique (Maglianesi, 2013).

Comercialmente, la producción de piña en el país estuvo enfocada, en sus comienzos, en la satisfacción de la demanda local; no fue sino hasta la década de los ochenta, cuando dicha industria empezó a proyectarse a nivel internacional, tras la implementación de un nuevo modelo de desarrollo basado en exportaciones no tradicionales y la llegada de la empresa Pineapple Development Corporation-Del Monte, Costa Rica (PINDECO) a la Región Brunca, lo que facilitó una mayor producción por hectárea del cultivo (Díaz y Monge, 2019).

Las áreas de siembra se concentraron de manera inicial en las zonas de Buenos Aires de Puntarenas, San Carlos y Grecia de Alajuela, Sarapiquí de Heredia y en menor medida en la provincia de Limón; además, el 65% del total de la producción nacional se encontraba en manos de PINDECO (Quijandría, Berrocal y Pratt, 1997).

Luego de esta década, el cultivo de piña experimentó un crecimiento exponencial tanto en su volumen de producción como en su expansión territorial y actualmente es posible señalar como principales regiones productoras no sólo a la Región Brunca, sino también a las regiones Huetar Norte, Huetar Caribe y Pacífico Central.

El incremento de este consumo de tierras, ha traído consigo drásticas modificaciones a nivel de paisaje donde terrenos antes ocupados por cobertura vegetal, pastos y fincas ganaderas, han sido sustituidos por extensas plantaciones de piña y centros de procesamiento para el producto.

Según datos del Ministerio de Comercio Exterior (COMEX), para el año 2019, la piña se colocó como el tercer producto con mayor salida hacia el exterior, únicamente por debajo de otros productos como los dispositivos médicos y el banano (primer y segundo lugar, respectivamente); asimismo la entidad reportó una ganancia de poco más de 961 millones de dólares por concepto de exportaciones durante ese mismo año.



Dada la relevancia de este paisaje productivo para el país, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) a través del Proyecto Paisajes Productivos, el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA), en colaboración con otras instituciones como: Laboratorio PRIAS, Registro Nacional (Instituto Geográfico Nacional –IGN- y Registro Inmobiliario) y Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG, unieron esfuerzos para desarrollar un monitoreo anual acerca de la dinámica de crecimiento del cultivo de piña y sus posibles repercusiones sobre la cobertura arbórea.

Para la generación de la información detallada en el presente informe, se utilizaron las imágenes de sensor Sentinel-2 y fuentes secundarias (Google Earth e imágenes de alta resolución de la plataforma Planet), cabe destacar que el área estimada fue clasificada según las regiones de planificación definidas por el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN), por cantón y distrito.

Los datos obtenidos para la actualización de piña del año 2019, señalan que esta cobertura se extendió a lo largo de 65.442,41 ha, con una concentración del 65,47% dentro de la Región Huetar Norte; asimismo, el cantón con mayor cantidad de hectáreas dedicadas al cultivo de piña corresponde al cantón de San Carlos con un total de 18.509,51 ha.

La cobertura vectorial en formato shape se encuentra abierta al público para ser consultada a través del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) en su sitio web: www.snitcr.go.cr. Esta plataforma pertenece al Instituto Geográfico Nacional (IGN), que, junto a la Dirección del Registro Inmobiliario, son actores principales de la herramienta de gestión del territorio MOCUPP.

II. INTRODUCCIÓN

La piña es uno de los cultivos de más amplia tradición en Costa Rica, no obstante, fue a partir de la década de los ochenta cuando se comenzó a desarrollar de manera extensiva, a causa de la implementación de nuevos modelos de crecimiento económico, el auge de la exportación de productos no tradicionales y la aparición de la empresa PINDECO en la zona sur del país (Abarca, 2018).

En la actualidad, gracias a la demanda creciente de fruta fresca por parte de países europeos y Estados Unidos, la piña se coloca como uno de los productos nacionales con más potencial comercial y rentabilidad financiera.

Datos de la Cámara Nacional de Productores de Piña (CANAPEP), señalan la existencia de 38 empresas piñeras asociadas a su agrupación y estiman, además, la presencia de cerca de 170 productores y la generación de 28.000 empleos directos y 105.000 indirectos relacionados con la actividad (CANAPEP, 2019).

En el ámbito internacional, la piña se sitúa como la segunda fruta fresca tropical de mayor volumen de producción, con un 28% del total de frutas producidas (superada por el mango con una representatividad del 52%), producción que es suplida principalmente por Costa Rica que funge como el primer productor y exportador de piña en el mundo (FAO, 2020).

Dentro de este contexto, el presente informe detalla los resultados derivados del monitoreo de los paisajes productivos con cultivos de piña a nivel nacional para el año 2019 (empleando recursos como el uso de imágenes satelitales, técnicas de teledetección y el uso de sistemas de información geográfica) y presenta un análisis de la vinculación que tiene la expansión de dicho cultivo, con la pérdida y ganancia de cobertura arbórea en el periodo 2018-2019, todo ello enmarcado dentro de los objetivos principales del proyecto MOCUPP.

III. CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES

En este apartado se describe el avance porcentual del proyecto según objetivo general y objetivos específicos.

a) Cumplimiento de objetivo general

Cuadro 1: Evaluación de cumplimiento del objetivo general del proyecto

| Objetivo general | | % de cumplimiento: |
|--|--|--|
| Identificar de manera digital y a bajo costo, la cobertura total de paisajes productivos de piña, palma, pastos y cobertura arbórea en el territorio nacional y los focos de deforestación o regeneración de cobertura arbórea para la implementación de las metas MOCUPP al 2022. | | 100 |
| Resultado obtenido | Producto | Observaciones |
| Informe de avance | Cobertura vectorial del paisaje productivo de piña al año 2019 | Se realizó el análisis mediante imágenes de satélite para extraer información requerida. |

b) Cumplimiento de objetivos específicos

Cuadro 2: Evaluación de objetivos específicos

| Objetivo específico 1: Publicar en el Sistema Nacional de Información Territorial, el área total del cultivo de la piña para el año 2019. | | % de cumplimiento: |
|--|--|-------------------------------------|
| Resultado obtenido | Producto | Observaciones |
| Informe de avance | Procesamiento de imágenes de satélite, generación de cobertura vectorial y mapas con la distribución de piña en zonas productoras. | Se utilizaron imágenes del año 2019 |

IV. METODOLOGÍA

En el siguiente diagrama se ilustra, a modo de resumen, el proceso metodológico seguido para la obtención de la capa de piña del 2019; en secciones posteriores se brindará mayor detalle sobre cada una de las etapas destacadas.

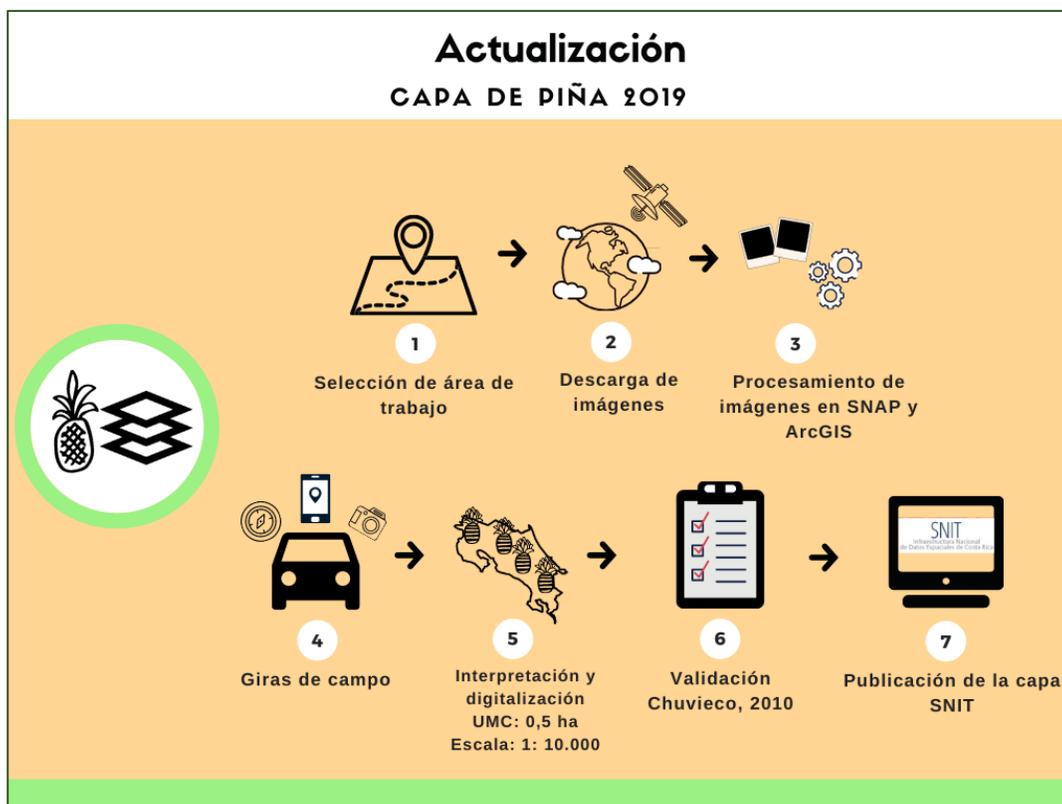


Figura 1: Diagrama de flujo del proceso metodológico para capa de piña. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

4.1 Selección del área de trabajo

La capa actualizada del 2019, tiene como base la delimitación de regiones establecidas mediante la Reforma N° 10.068 al Decreto Ejecutivo N° 7.944-P, la cual define la “División Regional del Territorio de Costa Rica” para efectos de investigación y planificación del desarrollo socioeconómico.

Esta división consta de un total de seis regiones, sin embargo, solamente en cuatro de ellas se identificó la existencia de cultivos de piña: Región Huetar Norte (RHN), Región Brunca (RB), Región Huetar Caribe (RHC) y Región Pacífico Central (RPC); cabe aclarar que el presente informe estará enfocado en las tres primeras regiones, ya que dentro de la Región Pacífico Central no fue detectado ningún cambio en el paisaje productivo de piña.

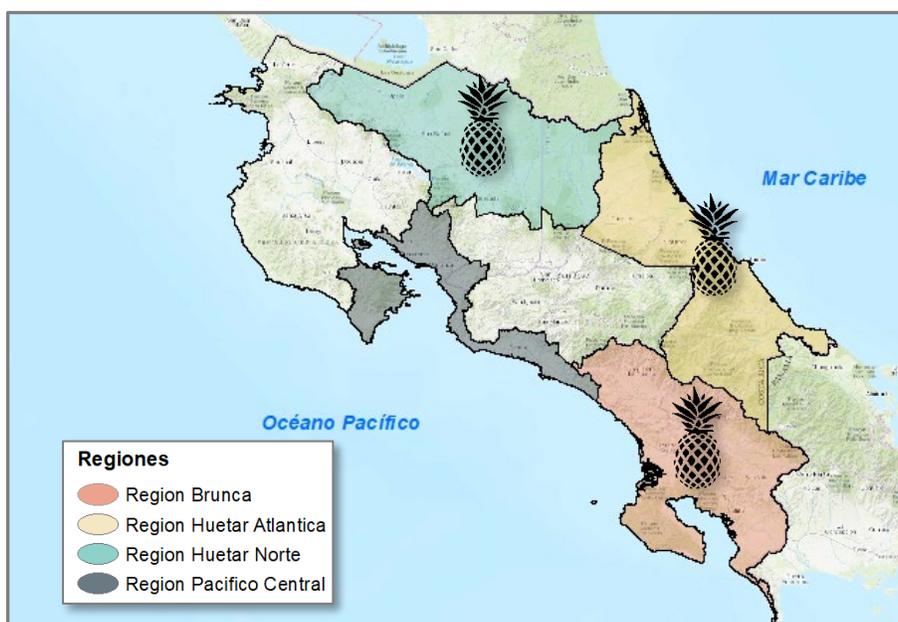


Figura 2: Regiones de planificación MIDEPLAN, con cambios en el paisaje productivo de piña.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

4.2 Selección y descarga de imágenes

Las imágenes descargadas para fines de monitoreo, deben cumplir con algunos estándares de calidad a fin de optimizar el proceso de fotointerpretación y la digitalización de la información.

Las imágenes utilizadas para este proyecto son imágenes del sensor Sentinel- 2, mismas que fueron seleccionadas debido una serie de ventajas entre las que se destacan: la resolución espacial (un pixel de la imagen representa 10x10 metros de la realidad, lo que se traduce en 100 m² de terreno), resolución temporal (tiempo de revisita de cinco días con dos satélites operativos) además del carácter gratuito de la información (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, 2017).

Así, la selección y descarga de imágenes abarcó un periodo comprendido entre los meses de enero y diciembre del 2019, lo que permitió obtener un registro de datos más completo acerca del comportamiento del cultivo a lo largo del año y la elección de las imágenes con menor porcentaje de nubosidad, factor que complica la digitalización principalmente en las regiones Huetar Norte y Huetar Caribe del país.

Para el proceso de actualización de la capa, fueron utilizadas y procesadas un total de 78 imágenes, estos recursos fueron descargados de manera gratuita a través del sitio web: <https://glovis.usgs.gov/>.

En el **cuadro 3** se agrupan las imágenes del sensor Sentinel -2 según la región y el mes del año en que fueron captadas.

Cuadro 3: Selección de imágenes del sensor Sentinel -2 para las regiones Huetar Caribe, Brunca, Huetar Norte y Pacífico Central. Año 2019.

| Región | ID Imagen | Fecha |
|----------------------|------------------------------------|-----------------|
| Región Huetar Caribe | L1C_T16PHS_A009947_20190131T160630 | 31 de enero |
| | L1C_T17PKM_A009947_20190131T160630 | 31 de enero |
| | L1C_T16PHS_A018927_20190205T160508 | 5 de febrero |
| | L1C_T16PHS_A010233_20190220T160803 | 20 de febrero |
| | L1C_T17PKM_A010233_20190220T160803 | 20 de febrero |
| | L1C_T16PHS_A010662_20190322T160511 | 22 de marzo |
| | L1C_T17PKM_A010662_20190322T160511 | 22 de marzo |
| | L1C_T16PHS_A010805_20190401T160513 | 1 de abril |
| | L1C_T16PHS_A020071_20190426T160909 | 26 de abril |
| | L1C_T16PHS_A012092_20190630T160520 | 30 de junio |
| | L1C_T16PHS_A012521_20190730T160519 | 30 de julio |
| | L1C_T16PHS_A021787_20190824T160907 | 24 de agosto |
| | L1C_T17PKM_A021787_20190824T160907 | 24 de agosto |
| | L1C_T16PHS_A023074_20191122T160512 | 22 de noviembre |
| | L1C_T17PKM_A023074_20191122T160512 | 22 de noviembre |
| Región Brunca | L1C_T16PHR_A009518_20190101T160509 | 1 de enero |
| | L1C_T17PKL_A009518_20190101T160509 | 1 de enero |
| | L1C_T16PHR_A018641_20190116T160507 | 16 de enero |
| | L1C_T17PKL_A009947_20190131T160630 | 31 de enero |
| | L1C_T16PHR_A010090_20190210T160511 | 10 de febrero |
| | L1C_T17PKL_A019070_20190215T160508 | 15 de febrero |
| | L1C_T16PHR_A010376_20190302T160813 | 2 de marzo |
| | L1C_T17PKL_A010662_20190322T160511 | 22 de marzo |
| | L1C_T16PHR_A019642_20190327T160511 | 27 de marzo |

| | | |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Región Huetar Norte | L1C_T16PHR_A019642_20190327T160511 | 27 de marzo |
| | L1C_T16PHR_A019785_20190406T160512 | 6 de abril |
| | L1C_T17PKL_A011091_20190421T160647 | 21 de abril |
| | L1C_T17PKL_A021072_20190705T160726 | 5 de Julio |
| | L1C_T17PKL_A021787_20190824T160907 | 24 de agosto |
| | L1C_T16PHR_A013236_20190918T160510 | 18 de setiembre |
| | L1C_T16PHR_A023074_20191122T160512 | 22 de noviembre |
| | L1C_T17PKL_A023074_20191122T160512 | 22 de noviembre |
| | L1C_T17PKL_A023217_20191202T160510 | 2 de diciembre |
| | L1C_T16PHR_A014523_20191217T160730 | 17 de diciembre |
| | L1C_T16PGT_A009518_20190101T160509 | 1 de enero |
| | L1C_T16PFT_A009561_20190104T161509 | 4 de enero |
| | L1C_T16PFT_A018541_20190109T161500 | 9 de enero |
| | L1C_T16PGT_A018541_20190109T161500 | 9 de enero |
| | L1C_T16PGT_A009804_20190121T160855 | 21 de enero |
| | L1C_T16PGS_A018827_20190129T161214 | 29 de enero |
| | L1C_T16PHS_A009947_20190131T160630 | 31 de enero |
| | L1C_T16PGT_A009947_20190131T160630 | 31 de enero |
| | L1C_T16PFT_A009990_20190203T160859 | 3 de febrero |
| | L1C_T16PGS_A009990_20190203T160859 | 3 de febrero |
| | L1C_T16PGT_A018927_20190205T160508 | 5 de febrero |
| | L1C_T16PHS_A018927_20190205T160508 | 5 de febrero |
| | L1C_T16PGT_A018970_20190208T161051 | 8 de febrero |
| | L1C_T16PGT_A010133_20190213T161204 | 13 de febrero |
| | L1C_T16PGS_A010233_20190220T160803 | 20 de febrero |
| | L1C_T16PHS_A010233_20190220T160803 | 20 de febrero |
| | L1C_T16PGT_A010519_20190312T160508 | 12 de marzo |
| | L1C_T16PGS_A010519_20190312T160508 | 12 de marzo |
| | L1C_T16PFT_A019542_20190320T161222 | 20 de marzo |
| | L1C_T16PGS_A010662_20190322T160511 | 22 de marzo |
| | L1C_T16PHS_A010662_20190322T160511 | 22 de marzo |
| | L1C_T16PGT_A010805_20190401T160513 | 1 de abril |
| | L1C_T16PGS_A010805_20190401T160513 | 1 de abril |
| | L1C_T16PFT_A019828_20190409T161056 | 9 de abril |
| | L1C_T16PHS_A020071_20190426T160909 | 26 de abril |
| | L1C_T16PGT_A020400_20190519T161919 | 19 de mayo |
| | L1C_T16PFT_A011706_20190603T161410 | 3 de junio |
| | L1C_T16PGS_A012092_20190630T160520 | 30 de junio |
| | L1C_T16PHS_A012092_20190630T160520 | 30 de junio |
| | L1C_T16PGS_A012521_20190730T160519 | 30 de julio |
| | L1C_T16PHS_A012521_20190730T160519 | 30 de julio |
| | L1C_T16PGS_A021687_20190817T161831 | 17 de agosto |
| | L1C_T16PGT_A021787_20190824T160907 | 24 de agosto |
| | L1C_T16PHS_A021787_20190824T160907 | 24 de agosto |
| | L1C_T16PFT_A012993_20190901T161420 | 1 de setiembre |
| L1C_T16PGS_A022073_20190913T160926 | 13 de setiembre | |
| L1C_T16PGS_A013279_20190921T160932 | 21 de setiembre | |
| L1C_T16PFT_A022545_20191016T161055 | 16 de octubre | |
| L1C_T16PGT_A013851_20191031T161617 | 31 de octubre | |
| L1C_T16PGT_A022931_20191112T160513 | 12 de noviembre | |
| L1C_T16PGS_A023074_20191122T160512 | 22 de noviembre | |
| L1C_T16PHS_A023074_20191122T160512 | 22 de noviembre | |
| L1C_T16PFT_A023117_20191125T161352 | 25 de noviembre | |
| L1C_T16PGT_A023403_20191215T161517 | 15 de diciembre | |

| | | |
|-------------------------|------------------------------------|-----------------|
| | L1C_T16PGS_A023403_20191215T161517 | 15 de diciembre |
| | L1C_T16PFT_A023546_20191225T161521 | 25 de diciembre |
| Región Pacífico Central | L1C_T16PGS_A011234_20190501T160519 | 1 de mayo |
| | L1C_T16PGR_A012807_20190819T160748 | 19 de agosto |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

4.3 Geoprocesamiento previo

Para el geoprocesamiento de las imágenes Sentinel seleccionadas, fue necesaria la aplicación de la herramienta de ArcGIS “Composite bands”, para crear un único dataset ráster a partir de varias bandas.

Las bandas utilizadas en este caso, corresponden a las bandas distribuidas según el espectro electromagnético en el visible e infrarrojo cercano: 2,3,4 y 8 con un pixel de 10x10 metros (**Figura 2**). La combinación en el nuevo dataset corresponde a los números: R3 G2 y B1 (color natural) y R4, G3 y B2 (Infrarrojo). Las imágenes resultantes de este proceso fueron guardadas en formato TIFF.

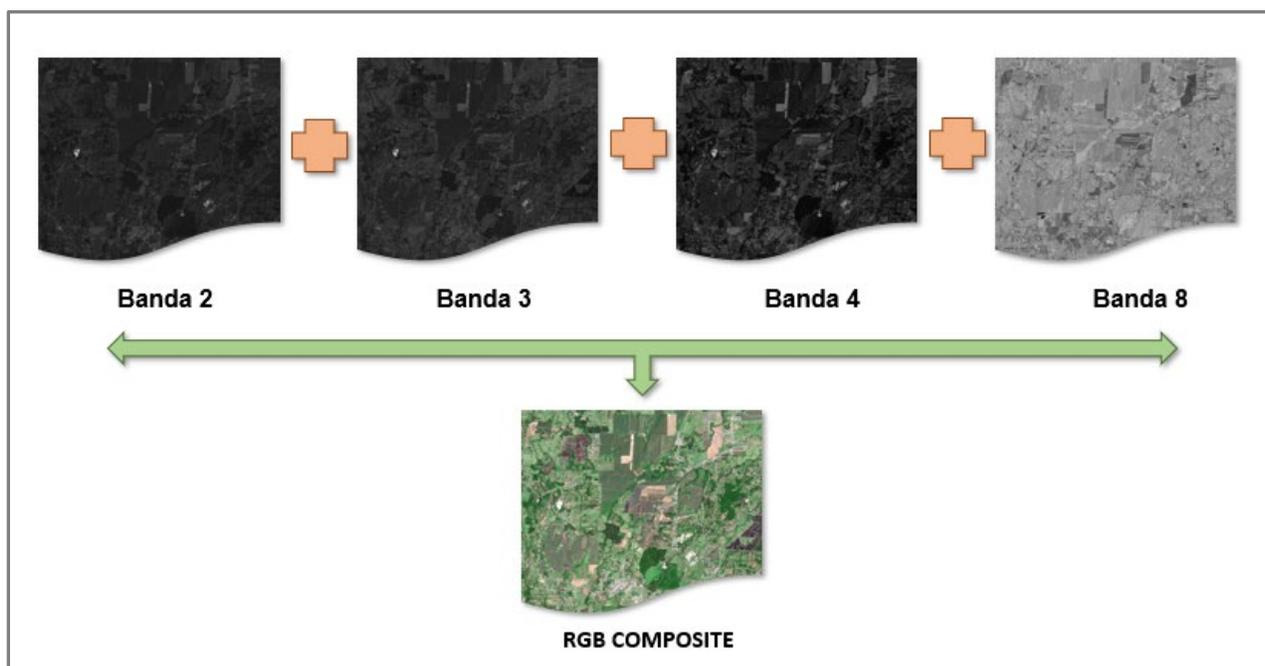


Figura 3: Geoprocesamiento “Composite bands” de ArcGIS.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Los productos de Sentinel-2 cuentan con una corrección radiométrica previa realizada por el Centro Aeroespacial Alemán (DLR), de igual forma, el Laboratorio PRIAS efectuó correcciones atmosféricas haciendo uso de la herramienta Sen2Cor (que puede integrarse a la interfaz del software SNA) y de scripts que faciliten la automatización del proceso.

En la **figura 4**, se ejemplifica el resultado obtenido tras la aplicación de dichas correcciones, sobre una imagen Sentinel-2 capturada en el mes de febrero del 2019, en la zona sur del país.

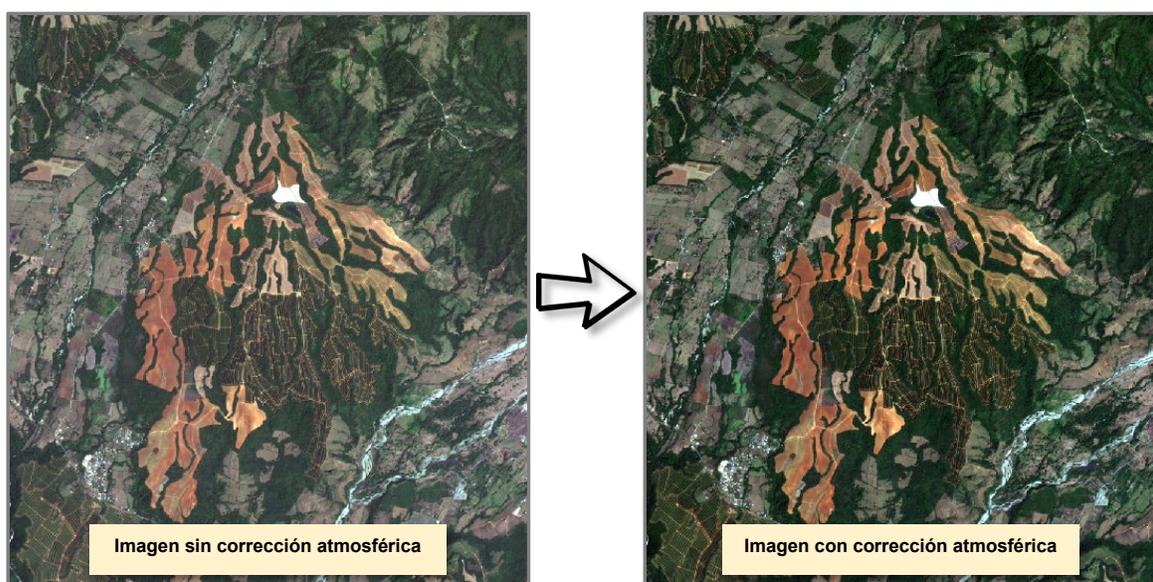


Figura 4: Aplicación de corrección atmosférica, imagen Sentinel-2. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

4.4 Giras de campo

4.4.1 Revisión previa de imágenes

Una vez finalizadas las etapas de geoprocesamiento, se efectúa la revisión de las imágenes corregidas con el propósito de identificar puntos correspondientes a nuevas áreas de cultivo (puntos visitados posteriormente durante el trabajo de campo) y las posibles rutas a seguir.

Esta actividad, se realizó en cuatro de las seis regiones planificación del MIDEPLAN: Región Huetar Norte, Región Huetar Caribe, Región Brunca y Pacífico Central, sin embargo, en esta última no fue detectado ningún tipo de cambio de uso del suelo.

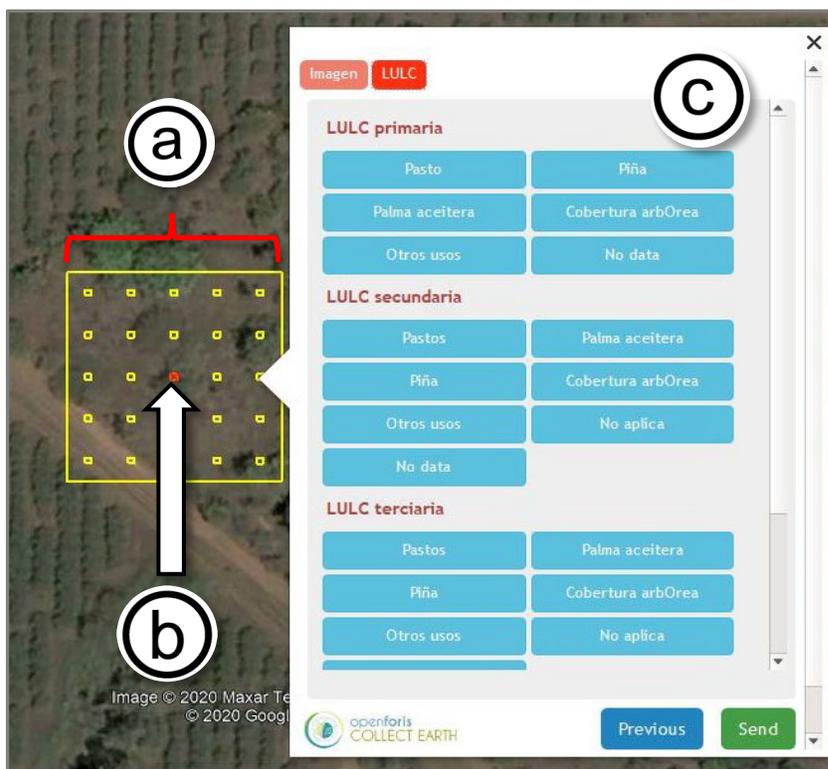
4.4.2 Toma de puntos de control

La información referente a nuevas áreas de piña, fue verificada en campo mediante la toma de puntos de control con un sistema de posicionamiento global (GPS). Cada uno de los puntos colectados, se encuentra asociado a una serie de información complementaria como: número de punto, identificador de GPS, coordenadas geográficas, altitud, error promedio asociado al GPS, tipo de uso (denominado como Land use land cover o LULC), ángulo, distancia y observaciones que sean de utilidad para el proceso de fotointerpretación.

Como consecuencia de la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2, el número de giras presenciales resultó disminuido, por lo que debieron diseñarse nuevas metodologías para la obtención de los datos. De esta forma, surge dentro del Proyecto MOCUPP, la modalidad denominada como: “Giras virtuales”, la cual hace uso de insumos de alta resolución espacial, como: “Collect Earth Desktop”, “Collect”, “Google Earth Pro” e imágenes de la compañía Planet Labs para la identificación de los diversos paisajes productivos.

En términos generales, la metodología planteada consiste en la generación de puntos aleatorios distribuidos a lo largo del territorio nacional en cinco categorías de uso de la tierra definidas por el MOCUPP (piña, palma aceitera, pastos, cobertura arbórea y otros usos); estos puntos se generan a partir del procesamiento de distintas capas del proyecto, recursos de otras instituciones y mediante la aplicación de la fórmula de tamaño de muestra de Chuvieco 2010.

Los puntos de muestreo se evalúan mediante parcelas cuadradas que cuentan con una dimensión de 0,5 ha (Unidad Mínima Cartografiable UMC). Dentro de las parcelas, se presenta una maya de 5x5 subpuntos que permite determinar el Land Use Land Cover (LULC) predominante; cada uno de los subpuntos representa un 4% y funciona como referencia. (Ver **figura 5**)



a: parcela de subpuntos, b: Punto de muestreo principal, c: Categorías de clasificación

Figura 5: Parcela de clasificación, metodología de giras virtuales.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Para mayor detalle sobre la metodología de giras virtuales, puede consultarse el documento: *“Interpretación visual de puntos de muestreo para determinar el LULC en paisajes productivos del MOCUPP”*

Para el proceso de actualización de la capa de piña 2019, fueron colectados un total de 261 puntos distribuidos tal como se muestra en el **cuadro 4** y la **figura 6**.

Cuadro 4: Puntos de control según región y tipología de gira. Proceso de actualización de la cobertura de piña 2019.

| Tipo de gira | Región | | | | Total |
|---------------------------|----------|-----------|-----------|------------|------------|
| | RPC | RHC | RB | RHN | |
| Giras presenciales | 1 | 10 | 42 | 101 | 154 |
| Giras virtuales | 1 | 11 | 11 | 84 | 107 |
| Total | 2 | 21 | 53 | 185 | 261 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

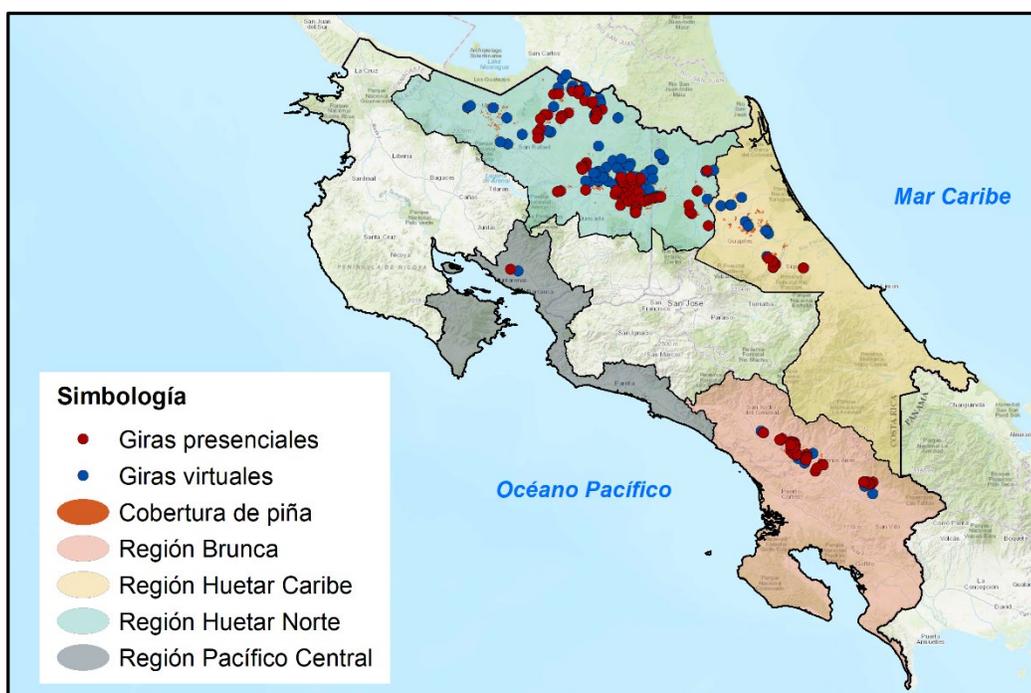


Figura 6: Distribución espacial de puntos de control. Proceso de actualización de la cobertura de piña 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Es importante señalar, que estos puntos de control son divididos en dos grupos: un 50% es empleado por el fotointerprete durante la digitalización de polígonos y el porcentaje restante se utiliza con objetivos de validación.

4.5 Proceso de extracción y digitalización de polígonos

Para fines de digitalización y fotointerpretación, se estableció una definición del concepto de paisaje productivo de piña, resulta preciso aclarar que dicha definición fue elaborada a partir de una óptica satelital, es decir, de aquello que es posible identificar a partir de las imágenes obtenidas del sensor y no de la visión a nivel del terreno.

De esta manera, el paisaje productivo de piña corresponde a:

“Áreas dedicadas al cultivo intensivo de *Annanas sp.* Se incluyen todos aquellos espacios e infraestructura inherentes al paisaje productivo que no puedan ser discriminados con escalas entre 1:5.000 y 1:10.000, utilizando un pixel de 10x10 metros, por ejemplo: caminos internos, drenajes, áreas de retiro, exclusión y almacenamiento, entre otros.” (Laboratorio PRIAS, 2020)

Además de la incorporación de nuevas plantaciones como parte del proceso de digitalización, se desarrolló una revisión completa de la capa del año 2018, con el propósito de mejorar el nivel de detalle y la calidad de la información publicada; incorporando áreas que estuvieron cubiertas por nubosidad en las imágenes y extrayendo caminos principales que no pudieron ser removidos previamente, ya sea por cobertura de nubes o por problemas de nitidez.

La extracción y digitalización de polígonos se efectuó utilizando el software ArcGIS.10.5, a una escala de 1:10.000, escala mínima recomendada para levantamientos semi-detallados con imágenes del sensor Sentinel como se destaca en el **cuadro 5**.

Cuadro 5: Escalas e imágenes satelitales a utilizar según tipo de levantamiento.

| Tipo | Rango | Tipo de levantamiento |
|-------------------------|-----------------------------|---|
| Escalas pequeñas | Mayores a 1:100.000 | Se emplean para realizar representaciones de grandes extensiones (regiones, países) con fines de reconocimiento. Las imágenes apropiadas para este nivel son principalmente registradas por sensores a bordo de satélites como: Landsat, Modis, Terra, entre otros. |
| Escalas medianas | 1:100.000 a 1:10.000 | Para levantamientos semi-detallados, se recomienda la utilización de fotografías aéreas o imágenes satelitales de mayor resolución espacial como Spot, Miranda, Sentinel , Aster e imágenes de radar. |
| Escalas grandes | Menores a 1:10.000 | Para levantamientos a nivel de detalle, las fotografías aéreas se convierten casi que exclusivamente en la fuente de información; en algunos casos es posible emplear imágenes de sensores, tales como: QuickBird, Ikonos, Pléiades, WorldView dada la elevada resolución espacial que ofrecen. |

Fuente: IGAC (2005) citado en Marquina y Mogollón (2018).

Aunque autores como Marquina y Mogollón (2018) establecen una Unidad Mínima Cartografiable (UMC) de 0,25 ha a una escala de 1:10.000, para efectos de digitalización de la capa 2019, se determinó una UMC de 0,5 ha dado el reducido número de polígonos por debajo de esta cifra.

Asimismo, uno de los objetivos del proyecto MOCUPP corresponde al análisis de la pérdida y ganancia de cobertura arbórea relacionada con los paisajes productivos en estudio, razón por la cual el valor de la UMC fue definido también tomando en consideración la superficie mínima de protección del recurso forestal (0,5 ha para bosque secundario) establecida en el Decreto Ejecutivo No. 39.952 del 9 de noviembre de 2016: “Estándares de sostenibilidad para manejo de bosques secundarios: principios, criterios e indicadores, código de prácticas y manual de procedimientos”.

También fueron empleadas fuentes de información secundaria como las imágenes de mediana resolución de la plataforma Google Earth y entre las novedades, se adiciona la utilización del repositorio de imágenes de alta resolución Planet.

La combinación de estos tres recursos, facilita las labores de fotointerpretación, permitiéndole al profesional de este campo, una mayor precisión en la identificación de los paisajes productivos, tal como se observa en la **figura 7**.



Figura 7: Utilización de fuentes de información primaria y secundaria en la identificación del paisaje productivo de piña, año 2019. Proyecto MOCUPP.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

4.6 Proceso de validación de la información

A fin de verificar la precisión y confiabilidad de los datos cartográficos presentados, se efectuó el proceso de validación por parte del Laboratorio PRIAS, esta validación se basa en la metodología de Chuvieco (2010) la cual consiste en la aplicación de distintas técnicas de muestreo y de análisis de resultados, entre ellos:

4.6.1 Definición del tamaño de la muestra

La definición del tamaño de la muestra permite conocer el número puntos muestrales o puntos que serán analizados dentro de las diferentes categorías representadas (en este

caso las categorías corresponden a piña y no piña para cada una de las regiones en estudio).

Para variables categóricas como las que se obtienen al clasificar las diferentes áreas de una imagen, se recomienda la utilización de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 pq}{L^2}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

z= Área bajo la curva normal

p= Porcentaje estimado de aciertos

q= Porcentaje de errores (q= 1-p)

L= Nivel permitido de error

Para el caso de la validación de la capa de piña 2019, se utilizó un nivel de confianza de un 95% y los valores críticos de z a ambos lados de la media, es decir, valores de z para ensayos de dos colas y un 5% como nivel de error permitido.

En caso de tamaños de muestra muy pequeños (inferiores a 30) cuyos resultados podrían ser poco representativos y confiables, se aplica un ajuste y se establece como muestra mínima una cantidad de 30 puntos.

4.6.2 Generación de puntos de muestreo mediante el software ArcGIS 10.5.

Una vez determinada la cantidad de puntos a validar por región y según categoría, se seleccionan los puntos del grupo de puntos de control definidos con fines de validación que, en caso de ser insuficientes, se complementan con la generación de puntos a través de la herramienta “Create Random Points”. En esta herramienta, se introducen varios datos: la

capa en formato vectorial sobre la que se van a crear los puntos, su ruta de archivo, coordenadas, cantidad de puntos a muestrear y la distancia entre ellos.

4.6.3 Análisis de puntos de muestreo

Esta etapa consiste en la aplicación de técnicas de teledetección a través de las cuales se determina la veracidad de la clasificación de cada punto muestral, para ello se utilizan como insumos las imágenes del sensor Sentinel-2 y fuentes de información secundaria como la plataforma de Google Earth y Planet.

4.6.4 Generación de la matriz de confusión

Tras la verificación de puntos, se procedió a generar la tabla denominada como matriz de confusión. Esta tabla permite conocer la fiabilidad general de la clasificación, así como la exactitud de cada clase (Chuvieco (2010)).

De esta forma, las columnas de la matriz representan las clases de referencia y las filas las categorías de la clasificación, la diagonal los puntos de coincidencia entre el mapa y la realidad, mientras que los residuales de las columnas indican errores por omisión (elementos que no se incluyeron en el mapa) y los residuales de las filas los errores por comisión (elementos que no se ajustan a la realidad) (Chuvieco (2010)).

4.6.5 Cálculo del Estadístico Kappa

La etapa final de la validación corresponde al cálculo del Estadístico Kappa el cual permite conocer si la coincidencia entre los resultados obtenidos y la realidad, se deriva de una clasificación precisa o responde a motivos de azar (Chuvieco ,2010).

La estimación del índice Kappa se obtiene a partir de la aplicación de la fórmula:

$$\hat{K} = n \frac{\sum_{i=1,n} X_{ii} - \sum_{i=1,n} X_{i+} X_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1,n} X_{i+} X_{+i}}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

X_{ij} = Acuerdo observado (aparece en la diagonal de la matriz)

(X_{i+}, X_{+i}) = Acuerdo esperado en cada categoría i , producto de las marginales (residuos de filas y columnas de la matriz)

Los valores de k cercanos a 1 indican una concordancia entre lo representado en el mapa y la realidad, valores cercanos a 0 indican que la concordancia responde al azar mientras que los valores negativos indican problemas de clasificación vinculados usualmente al tamaño de la muestra (Chuvieco, 2010).

Los productos del proceso de validación podrán ser consultados en la sección de anexos **(Anexo 2)**.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Contexto general.

La piña ha sido uno de los cultivos de mayor evolución y dinamismo en el país, el aumento en su nivel de producción se sitúa en la década de los setenta; no obstante, fue hasta los años ochenta, cuando se comienzan a efectuar las primeras exportaciones al exterior gracias a la introducción de nuevos paquetes tecnológicos y a la llegada a la zona sur de la empresa Pineapple Development Corporation (PINDECO) (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007).

El proceso de expansión de este paisaje, ha ocasionado no sólo un mayor consumo de tierras, sino también un incremento en el volumen de producción y la consolidación de Costa Rica como el principal exportador de piña a nivel mundial (Arone, 2017).

Datos de la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER), revelan un comportamiento relativamente estable de la participación de la piña dentro del sector agrícola durante los años 2017, 2018 y 2019, y su permanencia como segundo producto de exportación de mayor relevancia, superado únicamente por el banano.

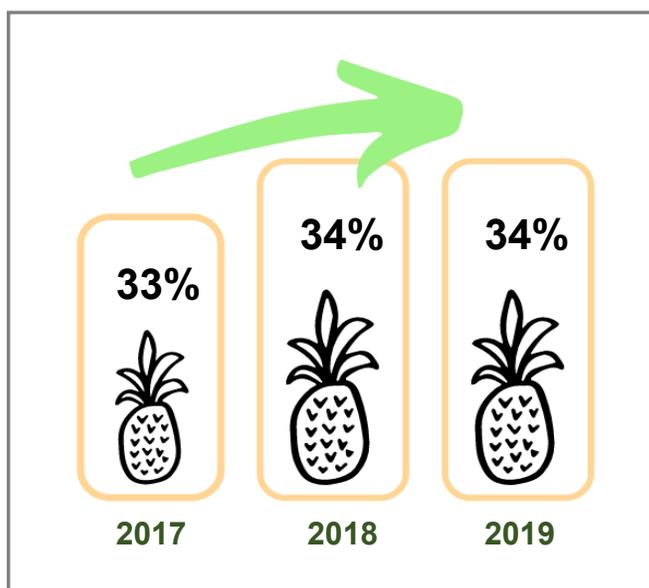


Figura 8: Porcentaje de participación de la piña dentro del sector agrícola años 2017, 2018 y 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021 a partir de datos de PROCOMER

La dinámica comercial del producto, puede analizarse igualmente en términos de divisas generadas. En el **cuadro 6**, se incluye el valor de las exportaciones de los principales productos agropecuarios para el periodo comprendido entre el I trimestre del 2018 y el I trimestre de 2019; en el caso de la piña, se presenta una variación de -4% entre ambos ingresos; esta tendencia negativa se mantuvo a lo largo de todo el año y se estima que el ingreso total pasó de un valor de 1.013,7 millones de US\$ a 961,7 millones de US\$ (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, 2019)

Cuadro 6: Valor de las exportaciones de los principales productos de cobertura agropecuaria. I Trimestre 2018-2019 (Valor en miles de US)

| Descripción | Monto miles US 2018 | Monto miles US 2019 |
|------------------------|---------------------|---------------------|
| Banano | 269.603 | 207.939 |
| Piña | 245.059 | 235.165 |
| Jarabes y concentrados | 81.766 | 102.613 |
| Café oro | 86.326 | 74.220 |
| Aceite de palma | 28.202 | 20.479 |
| Salsas y preparaciones | 25.512 | 26.326 |
| Jugo de piña tropical | 26.951 | 23.496 |
| Yuca | 21.225 | 22.442 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021 a partir de datos de SEPSA (2019)

Esta caída responde a la combinación de varios factores; de acuerdo con Abel Chaves, presidente de la Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (CANAPEP), el descenso en las ventas fue ocasionado por un impacto negativo de las condiciones climáticas en 2019, así como una caída en los precios de la fruta entre un 35% y 40% con respecto a 2018 (Central America Data, 2020)

Chaves añadió además que:

“a mayo, se contabilizaron 20 millones de cajas exportadas menos, en comparación con el mismo lapso de 2018. 'Las cifras de la Promotora de

Comercio Exterior muestran una disminución de cerca del 12%, en volumen de exportación. Creemos que será el comportamiento para cierre de año (2019), lo que si va a afectar, en gran medida la economía del país, ya que representaría \$100 millones menos'." (Central America Data, 2019)

Estas condiciones provocaron a su vez, una repercusión sobre el número de productores de piña, hecho que se confirma con la salida de dos fincas en el cantón de Los Chiles, que en conjunto suman cerca de 1.500 hectáreas (America Central Data, 2019)

A pesar de este panorama, información del Ministerio de Comercio Exterior (COMEX), confirma que, a nivel general, la piña continúa ejerciendo un papel de gran relevancia; así, dicho producto se mantuvo en el tercer puesto dentro de las exportaciones de mayores ingresos en el año 2019, como lo revela la **figura 9**.

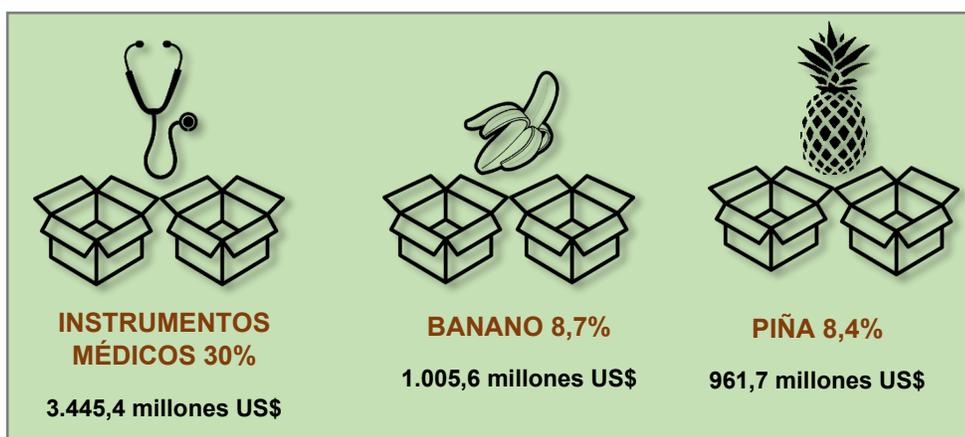


Figura 9: Exportaciones más relevantes Costa Rica. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021 a partir de datos de COMEX, 2019.

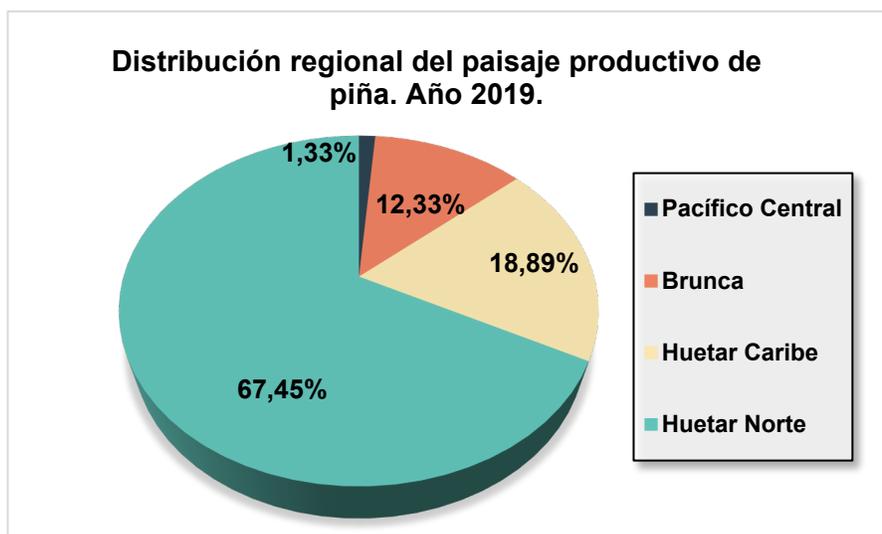
5.2 Análisis de resultados generales

5.2.1 Datos regionales, cantonales y distritales

Datos de la actualización de la cobertura de piña 2019 efectuada por el Proyecto MOCUPP, muestran la expansión del cultivo en una superficie de 65.442,41 ha (228,27 ha menos que el año anterior); cifra que representa el 1,28% del territorio nacional.

La Región Huetar Norte lidera la producción al alcanzar una representatividad porcentual del 67,45% (**Figura 10**), lo que se traduce en un total de 44.138,75 ha de superficie cultivada; la mayor parte de esta área se encuentra en los cantones de San Carlos y Los Chiles.

En la **figura 10** y **cuadro 7**, se muestran más ampliamente los detalles numéricos relacionados con la distribución regional de los cultivos de piña durante el año 2019.



Cuadro 7: Distribución del paisaje productivo de piña según región. Año 2019.

| Región | Área (ha) |
|------------------|------------------|
| Pacífico Central | 870,05 |
| Brunca | 8.071,27 |
| Huetar Caribe | 12.362,15 |
| Huetar Norte | 44.138,94 |
| Total | 65.442,41 |

Figura 10: Distribución del cultivo de piña según región. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

El segundo lugar en términos de extensión, es ocupado por la Región Huetar Caribe con un total de 12.362,15 ha de las cuales un 54,04% se localiza en el cantón de Pococí.

Seguidamente, se coloca la Región Brunca con 8.071,27 ha es decir un 12,33% del total, teniendo al cantón de Buenos Aires como el principal cantón productor de piña en la zona; en última posición, se sitúa la Región Pacífico Central con 870,05 ha que mantiene su superficie con respecto a los años 2017 y 2018, debido a la ausencia de cambios en el uso del suelo.

La información anterior se amplía con mayor detalle a través de la **figura 11:** Distribución regional paisaje productivo de piña. Año 2019.

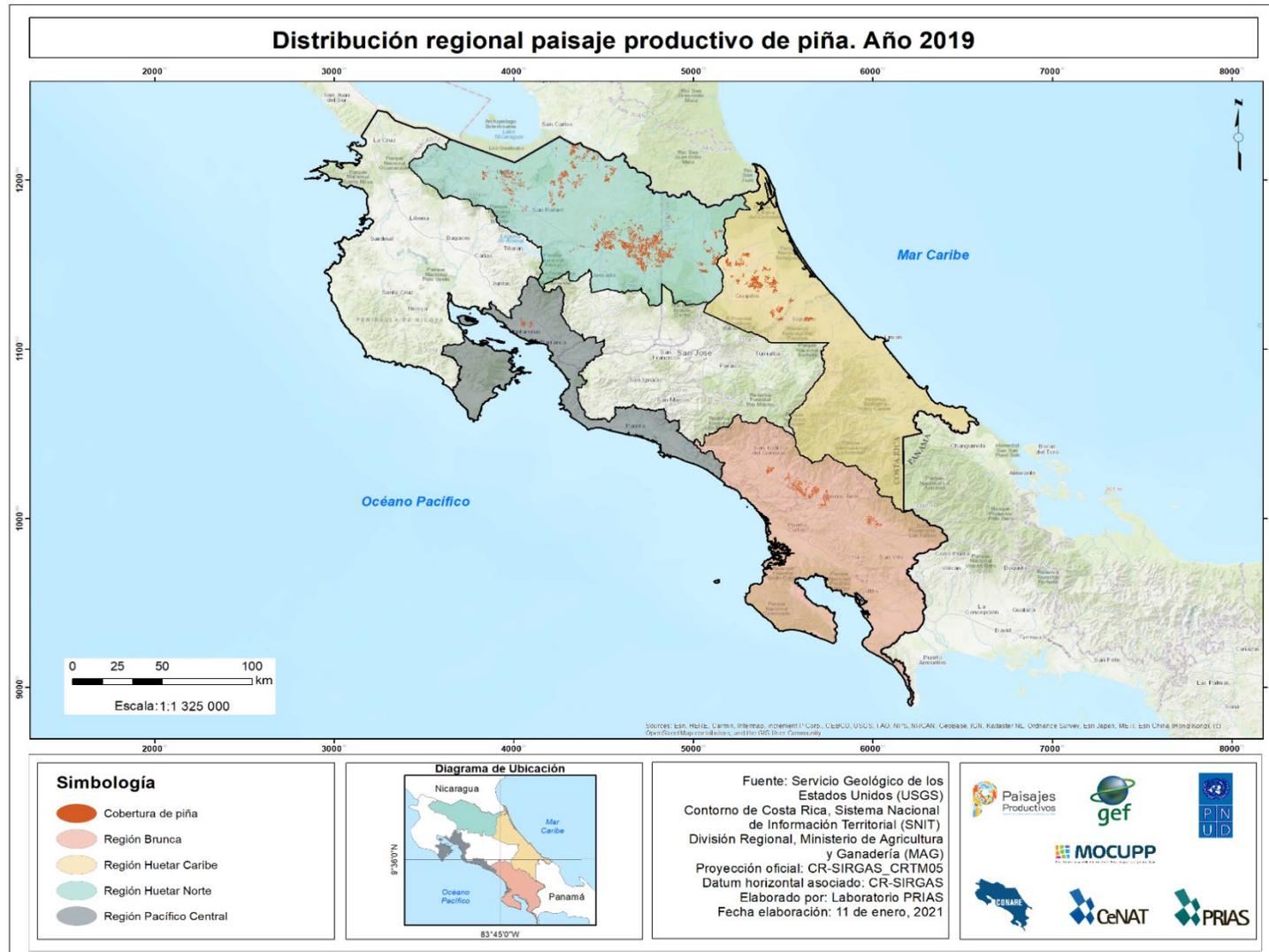


Figura 11: Distribución de plantaciones de piña según región. Año 2019.

Además del análisis regional, se efectuó un análisis de la distribución de la piña según cantón y distrito para Costa Rica. En la **figura 12**, se ilustran los tres cantones con mayor cantidad de hectáreas ocupadas; así se observa al cantón de San Carlos con la cifra más elevada en cuanto a consumo de tierras, con un total de 18.509,51 ha; seguido por Los Chiles y Buenos Aires con extensiones de 8.742,74 ha y 6.870,82 ha, respectivamente.

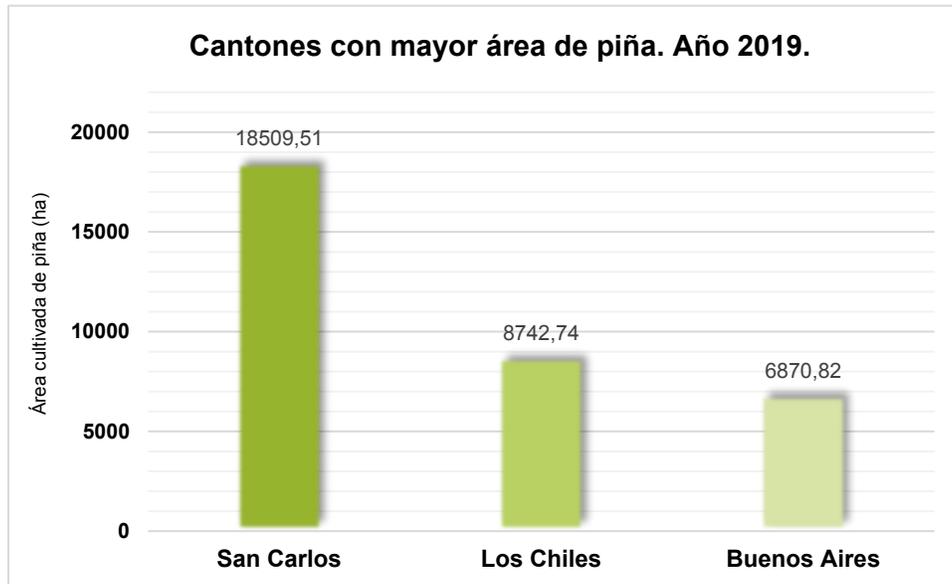


Figura 12: Cantones con mayor área cultivada de piña. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

En contraste, la **figura 13**, representa los cantones con menos hectáreas de cultivo, dichos cantones corresponden a: Pérez Zeledón con 1.200,44 ha, Puntarenas con 870,05 ha y Alajuela con 127,29 ha, grupo que en conjunto representa tan solo el 3,35% de la piña a escala nacional.

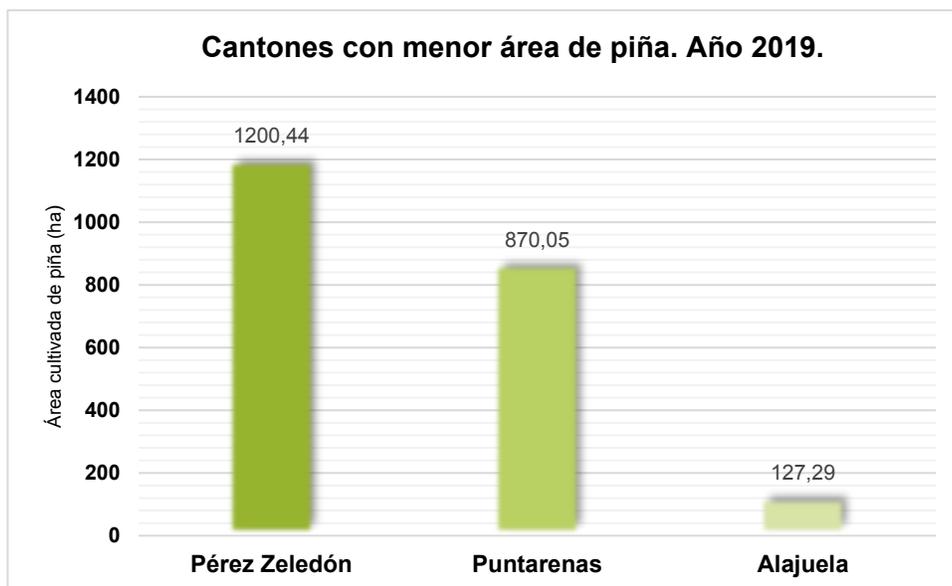


Figura 13: Cantones con menor área cultivada de piña. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Por su parte, los datos asociados a la distribución distrital de la piña, se reúnen en la **figura 14**, en ella se repite la tendencia identificada en el año 2018 con una mayor presencia de cultivo de piña en los distritos de Pital y Cutris (ambos ubicados en el cantón de San Carlos con áreas de 7.558,66 ha y 4.737,85 ha, respectivamente, seguido por el distrito de Los Chiles, con 4.238,43 ha y Santa Isabel en el cantón de Los Chiles, con una extensión de 4.143,39 ha.

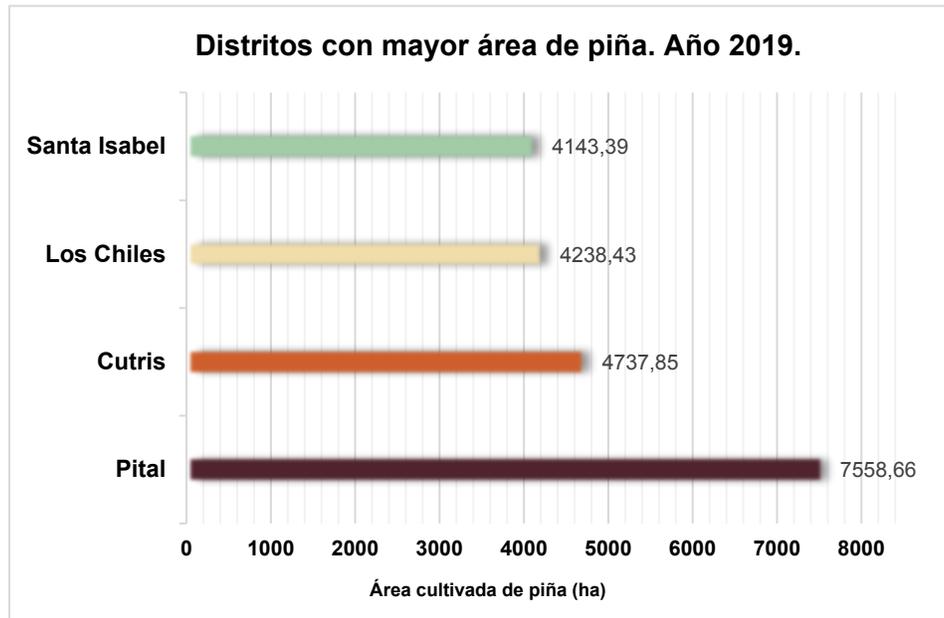


Figura 14: Distritos con mayor área cultivada de piña. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Inversamente, en la **figura 15**, se destacan los distritos con menor área sembrada de piña, dichos distritos corresponden a: La Fortuna de San Carlos con 91,63 ha, La Amistad en el cantón de Pérez Zeledón con 14,99 ha, el distrito de Colorado en Pococí con 14,53 ha y finalmente, Pejibaye de Pérez Zeledón ocupa el último lugar dentro de los distritos analizados con 2,61 ha.

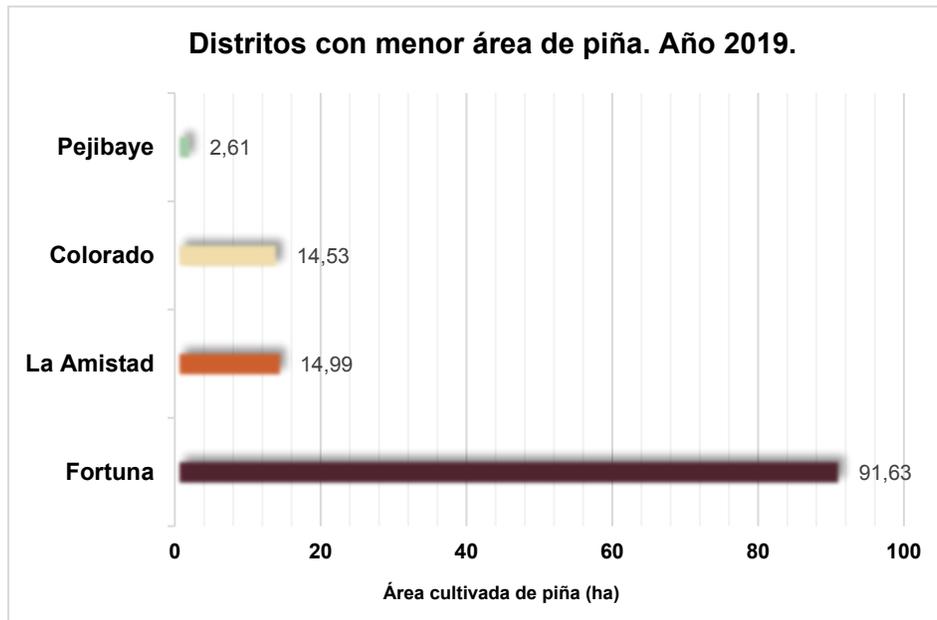


Figura 15: Distritos con menor área cultivada de piña. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

5.2.2 Tendencias de crecimiento.

Datos recopilados mediante el análisis del paisaje productivo de piña durante los años 2018 y 2019, permiten identificar otros cambios a lo interno de los cantones y distritos de producción piñera.

Por ejemplo, dentro de la **figura 16**, pueden visualizarse las diferencias en hectáreas obtenidas entre los años citados y las tendencias de crecimiento o decrecimiento de la superficie ocupada por el cultivo, en los diferentes cantones.

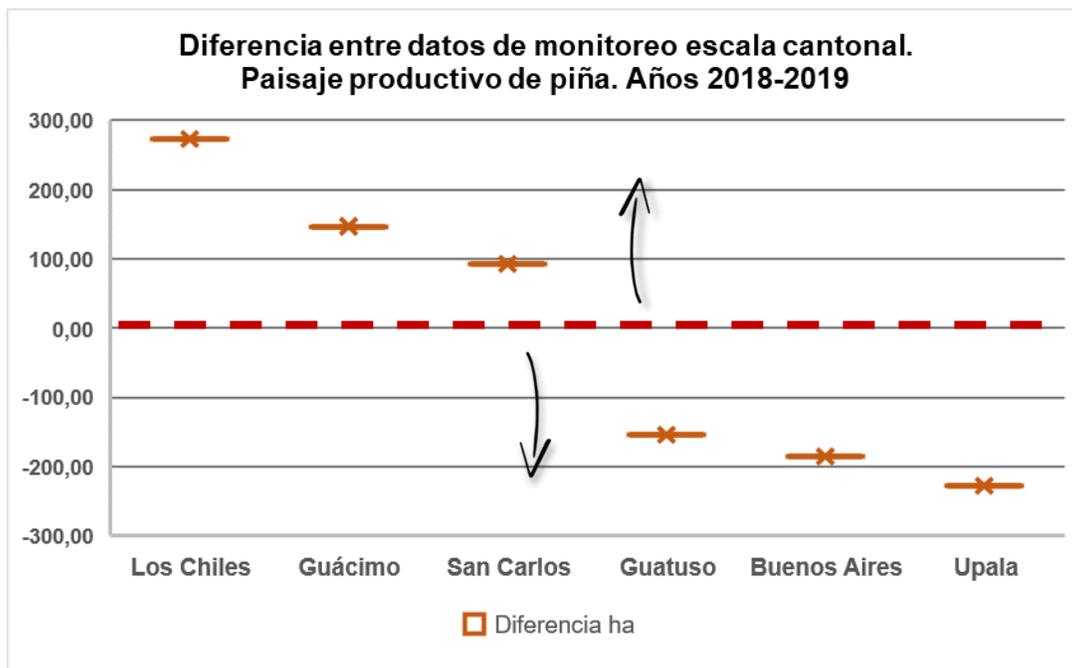


Figura 16: Diferencias entre datos de monitoreo a escala cantonal. Paisaje productivo de piña. Años 2018-2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Nótese así, como los cantones de Los Chiles, Guácimo y San Carlos, se destacan como los cantones de mayor crecimiento durante el periodo antes citado, con aumentos en su superficie que van de las 93 ha a las 273 ha cultivadas.

Situación opuesta se registra dentro de los cantones de Guatuso, Buenos Aires y Upala, donde se observa una caída en la cantidad de tierras destinadas a la actividad que van desde las -153 ha hasta poco más de -227 ha.

El mismo tipo de análisis fue desarrollado a nivel de distritos, los resultados se detallan seguidamente a través de la **figura 17**.

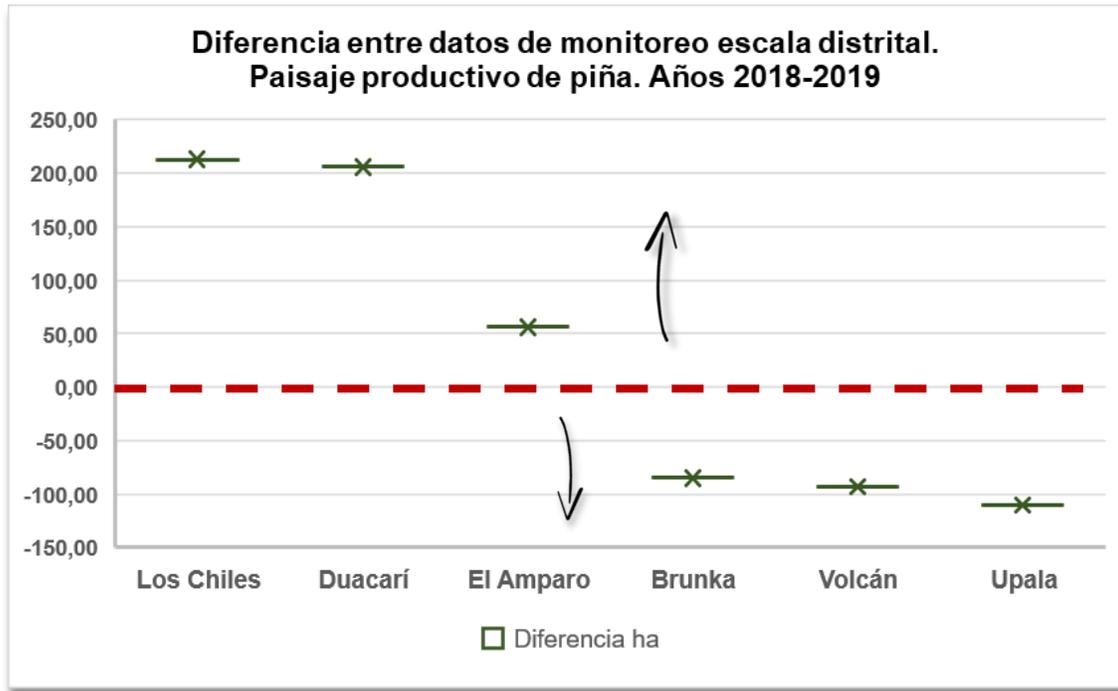


Figura 17: Diferencias entre datos de monitoreo a escala distrital. Paisaje productivo de piña. Años 2018-2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

En el caso de los distritos, Los Chiles, Duacaré y El Amparo se demuestra un incremento en sus áreas de producción con superficies adicionales de 212,90 ha, 206,04 ha y 56,11 ha, con respecto al 2018, en ese mismo orden. Por su parte, los distritos de Brunka, Volcán y Upala contabilizan un descenso en el paisaje productivo de piña que va de las -83 a las -110 ha, aproximadamente.

Condición menos dinámica se identificó en los distritos de Pejibaye, Colorado y Pitahaya, que se mantuvieron sin cambios en la superficie de piña monitoreada entre 2018 y 2019.

La información expuesta en el **cuadro 8**, también permite corroborar un descenso durante el año 2019, de las nuevas áreas de cultivo a lo interno de algunas de las regiones productoras de piña.

Cuadro 8: Áreas nuevas de cultivo de piña por región. Años 2018 y 2019.

| Región | Área nueva ha 2018 | Área nueva ha 2019 |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Pacífico Central | 0,00 | 0,00 |
| Brunca | 161,60 | 41,45 |
| Huetar Caribe | 147,77 | 232,49 |
| Huetar Norte | 1.283,68 | 800,25 |
| Total | 1.593,05 | 1074,19 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Las reducciones más significativas se observan dentro de la Región Huetar Norte que pasó de 1.283,68 ha nuevas en 2018 a 800,25 ha detectadas en el monitoreo de 2019; situación similar se registró dentro de la Región Brunca, con un descenso de casi un 75% en los terrenos ocupados por paisajes productivos de piña, pasando de 161,60 ha en 2018 a tan sólo 41,45 ha en 2019.

Lo anterior puede ser explicado a través de la afectación en los precios internacionales de la piña, factores climáticos y cambios en la cobertura del suelo por actividades como la rotación de los cultivos.

Cabe señalar como excepciones, a la Región Huetar Caribe con un aumento de 84,72 ha nuevas detectadas con respecto al año 2018 y la condición particular de la Región Pacífico Central en la que no se identifican cambios dentro del paisaje productivo analizado desde 2017.



5.2.3 Resultados regionales

En la siguiente sección, se describen los resultados obtenidos para cada una de las regiones en las que se identificó la existencia de nuevos cultivos de piña: Región Huetar Norte (RHN), Región Brunca (RB) y Región Huetar Caribe (RHC).

A. Región Huetar Norte (RHN)

La Región Huetar Norte, limita al norte con Nicaragua, al sur con la Región Central, al oeste con la Región Chorotega y al este con la Región Huetar Atlántica (MIDEPLAN, 2014). Según lo establecido mediante el Decreto N°7.944-P, dicha región está conformada por los cantones de San Carlos, Los Chiles, Guatuso, Upala, Río Cuarto, Sarapiquí además del distrito de Sarapiquí del cantón de Alajuela y el distrito de San Isidro de Peñas Blancas del cantón de San Ramón (Poder Ejecutivo, 1985).

Dicha región se caracteriza por ser una zona rural con una economía diversificada, en la que se combinan actividades agrícolas (productos tradicionales y no tradicionales), ganaderas y una creciente expansión del turismo de tipo ecológico (Valverde y Acuña, 2011).

En el área de cultivos no tradicionales, la Región Huetar Norte sobresale por ser la principal área productora de piña en Costa Rica, cuya estructura se compone de una fuerte presencia de transnacionales y una gran cantidad de pequeños y medianos productores (Aravena, 2005). Dentro de las empresas existentes, Upala Agrícola se coloca como la principal empleadora de la zona, que se estima genera cerca de 900 empleos directos (CANAPEP, 2018).

La coexistencia de una serie de condiciones como la posición geográfica de la región (ubicación periférica con cercanía a puertos), sobreoferta de mano de obra poco calificada tanto nacional como extranjera, condiciones medio ambientales y la disponibilidad de bastas extensiones de tierra, convierten a la región en un sitio idóneo para el desarrollo de la actividad piñera (Acuña y Álvarez, 2019).

De esta forma, la Región Huetar Norte, cuenta con amplias áreas dedicadas al cultivo de piña, las cuales pueden encontrarse en los cantones de San Carlos, Los Chiles, Sarapiquí,

Río Cuarto, Upala, Guatuso y Alajuela; la distribución de dichas extensiones se observa en la **figura 18**.

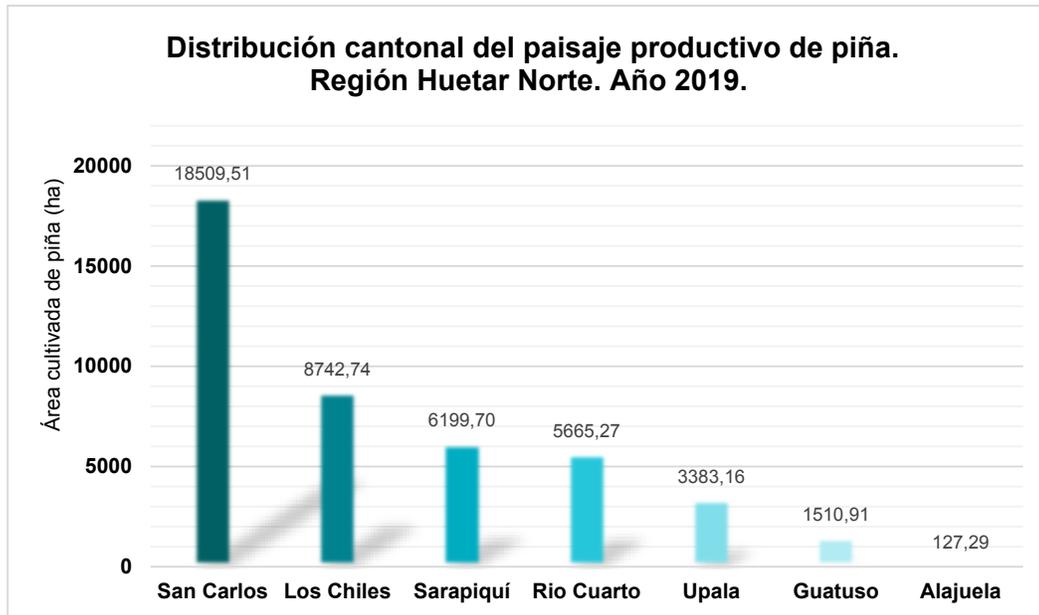


Figura 18: Distribución cantonal del paisaje productivo de piña. Región Huetar Norte. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Por medio de la figura anterior, es posible evidenciar una mayor concentración de área dentro del cantón de San Carlos con un total 18.509,51 ha (41,93% de las áreas productoras de la región), condición que lo convierte en el cantón más importante en términos superficie sembrada dentro de la Región Huetar Norte y en el más importante a escala nacional con una concentración del 28,28% de los terrenos de piña.

En segundo lugar, se puede identificar al cantón de Los Chiles con 8.742,74 ha (segunda posición a nivel nacional), seguido por los cantones de Sarapiquí con 6.199,70 ha y Río Cuarto con 5.665,27 ha.

Contrariamente, entre los cantones con menos hectáreas destinadas a la producción de piña destacan Upala y Guatuso con 3.383,16 ha y 1.510,91 ha, respectivamente.

En último lugar, se posiciona el cantón de Alajuela con 127,29 ha que corresponden a pequeñas concentraciones de piña localizadas en el sector norte, cerca del límite con el cantón de Sarapiquí.

En cuanto a los principales distritos productores, los tres primeros lugares son ocupados Pital y Cutris de San Carlos y el distrito de Los Chiles en el cantón del mismo nombre, con extensiones totales de piña de 7.558,66 ha, 4.737,85 ha y 4.238,43 ha, en ese mismo orden. En la **figura 19**, se presenta información más detallada respecto a la distribución espacial de la piña, en estos distritos al año 2019.

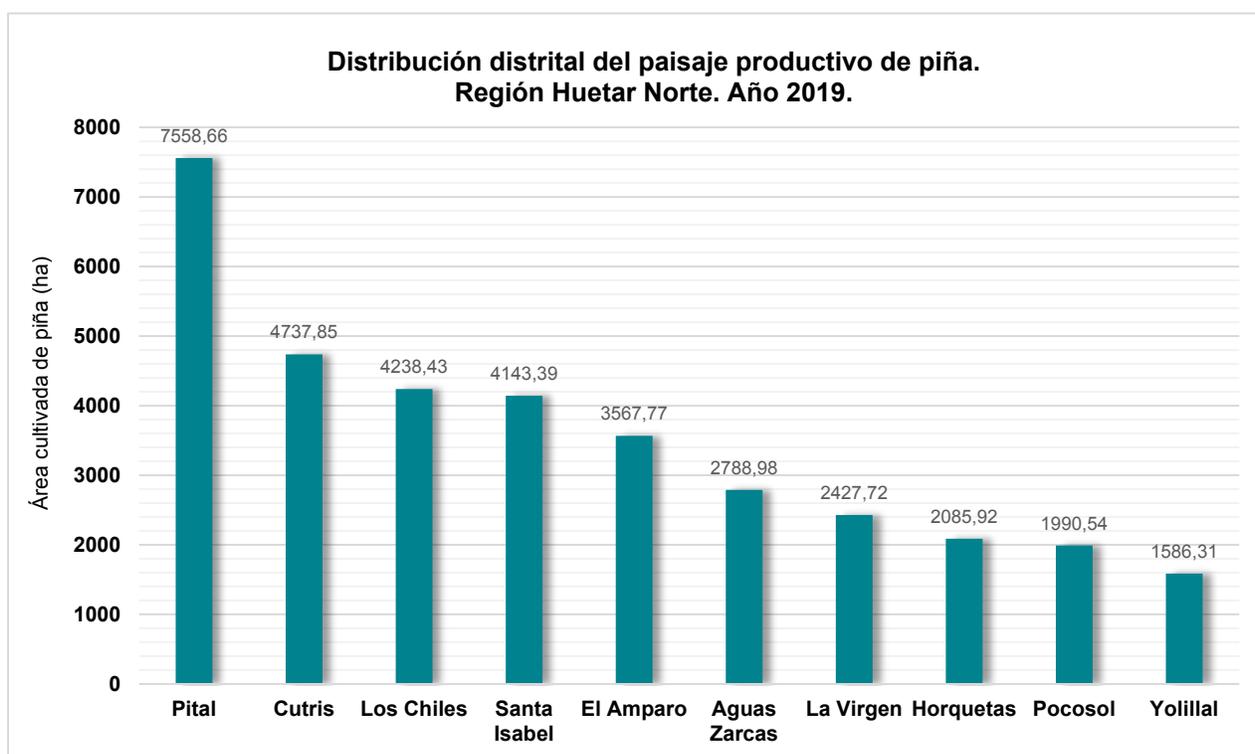


Figura 19: Distribución distrital del paisaje productivo de piña. Región Huetar Norte. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Además de la presentación gráfica de los datos, en la **figura 20**, se ilustra la representación cartográfica de la piña para los cantones de la Región Huetar Norte.

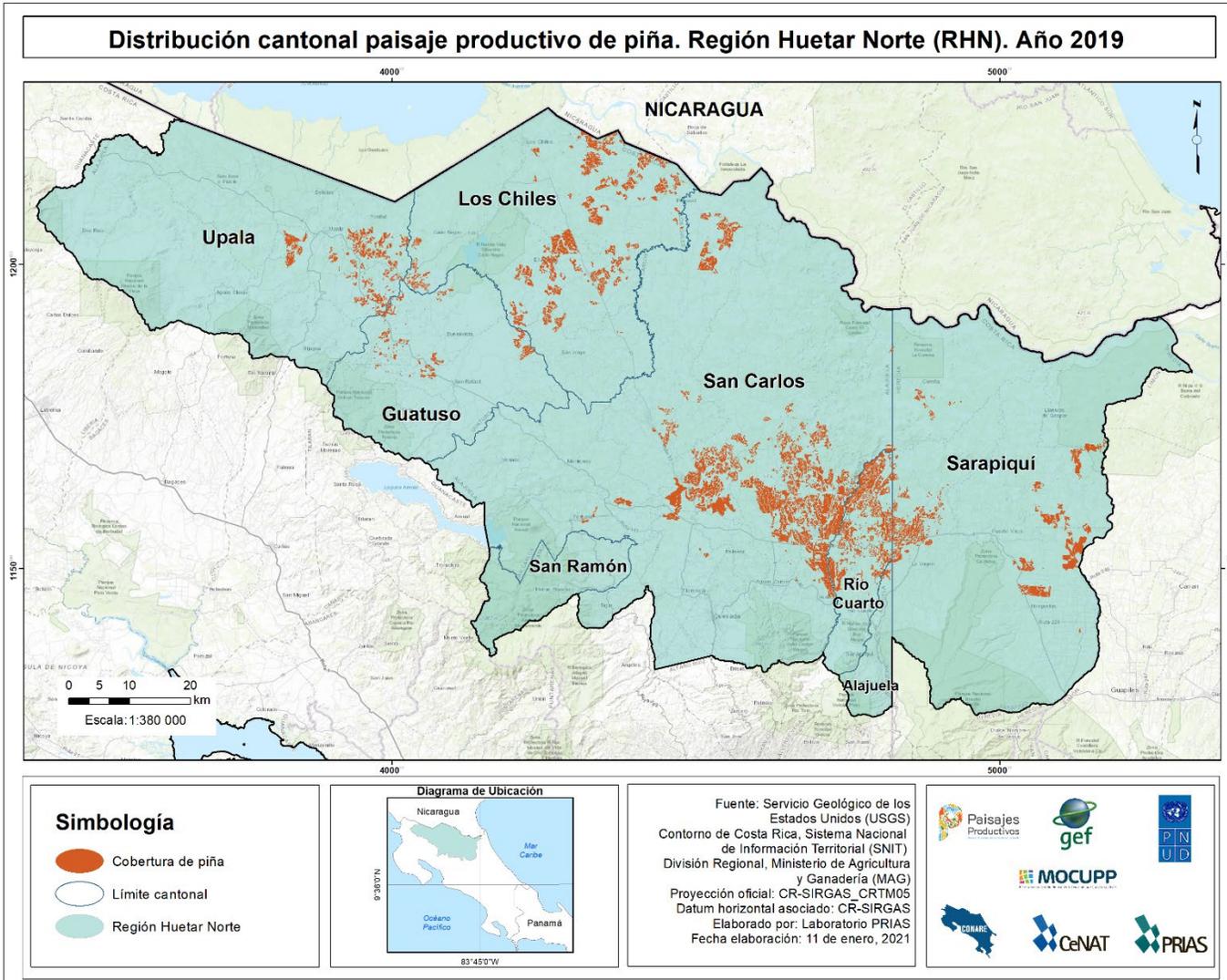


Figura 20: Mapa distribución cantonal del paisaje productivo de piña. Región Huetar Norte (RHN). Año 2019.

B. Región Huetar Caribe (RHC)

Según el Decreto Ejecutivo N° 7.944-P, la Región Huetar Caribe abarca los cantones de Limón, Pococí, Siquirres, Talamanca, Matina y Guácimo, todos ellos pertenecientes a la Provincia de Limón. Esta región limita al norte con Nicaragua, al noroeste con la Región Huetar Norte, al sur con la Región Brunca, al sureste con Panamá, al este con el Mar Caribe y al oeste con la Región Central. (MIDEPLAN, 2014)

En el ámbito económico, la región se caracteriza por el desarrollo de actividades productivas como el cultivo de plátano (el más importante de la zona), palmito y ganadería (especialmente de tipo bovina); en menor medida, se distinguen otros cultivos no tradicionales como la piña que se encuentra presente en aproximadamente 123 fincas, distribuidas en los cantones de Pococí, Guácimo y Siquirres y cuyo principal destino es la exportación (Mora, 2020).

En lo que respecta a este último paisaje, datos estimados por el Proyecto MOCUPP para el año 2019, señalan al cantón de Pococí como el principal productor de piña a nivel de la Región Huetar Caribe con un total de 6.680,38 ha, superando en más de un 100% a los cantones de Guácimo con 3.008,65 ha y Siquirres con 2.675,12 ha. (**Figura 21**)

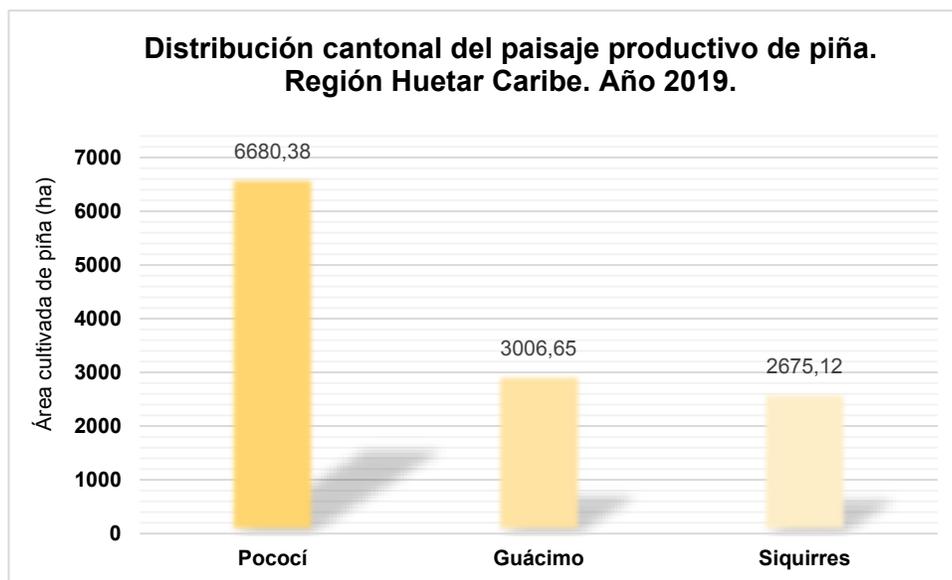


Figura 21: Distribución cantonal del paisaje productivo de piña. Región Huetar Caribe. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

A escala distrital, los distritos de La Rita, Roxana y Duacaré concentran alrededor del 59% del área total con superficies cultivadas de piña de 2.934,66 ha, 2.549,60 ha y 1.884,84 ha, en ese mismo orden.

Como parte de los valores intermedios entre las 508 y 825 ha, se encuentran: Río Jiménez, Alegría, Guácimo, Germania, Pacuarito, Cairo y Jiménez, citados en orden ascendente.

Contrariamente, como se observa en la **figura 22**, los distritos con menos hectáreas destinadas a la producción de piña corresponden a Cariari con 357,40 ha, Florida con 92,17 ha y Colorado con 14,53 ha.

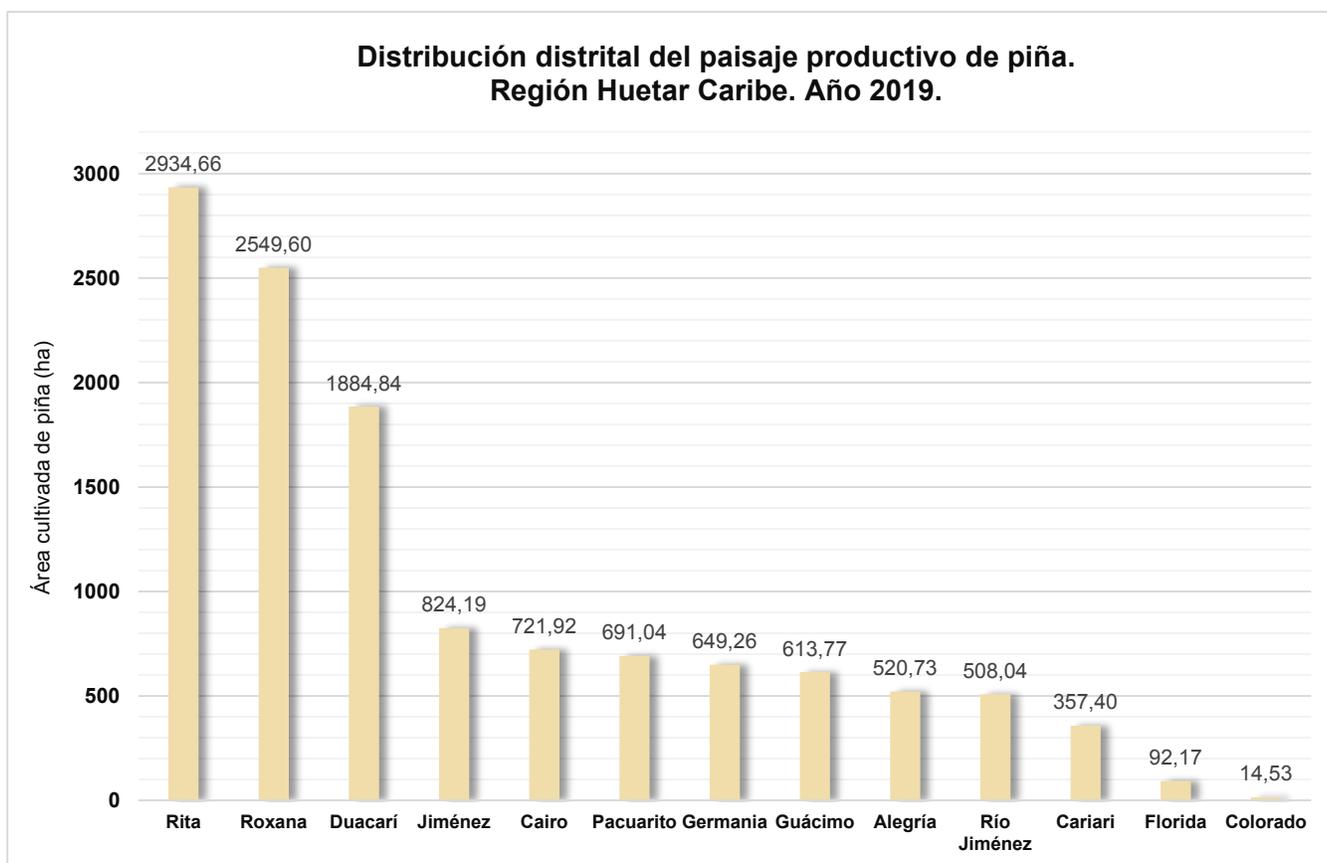


Figura 22: Distribución distrital del paisaje productivo de piña. Región Huetar Caribe. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

A continuación, en la **figura 23**, se muestra la distribución espacial de la piña en región descrita.

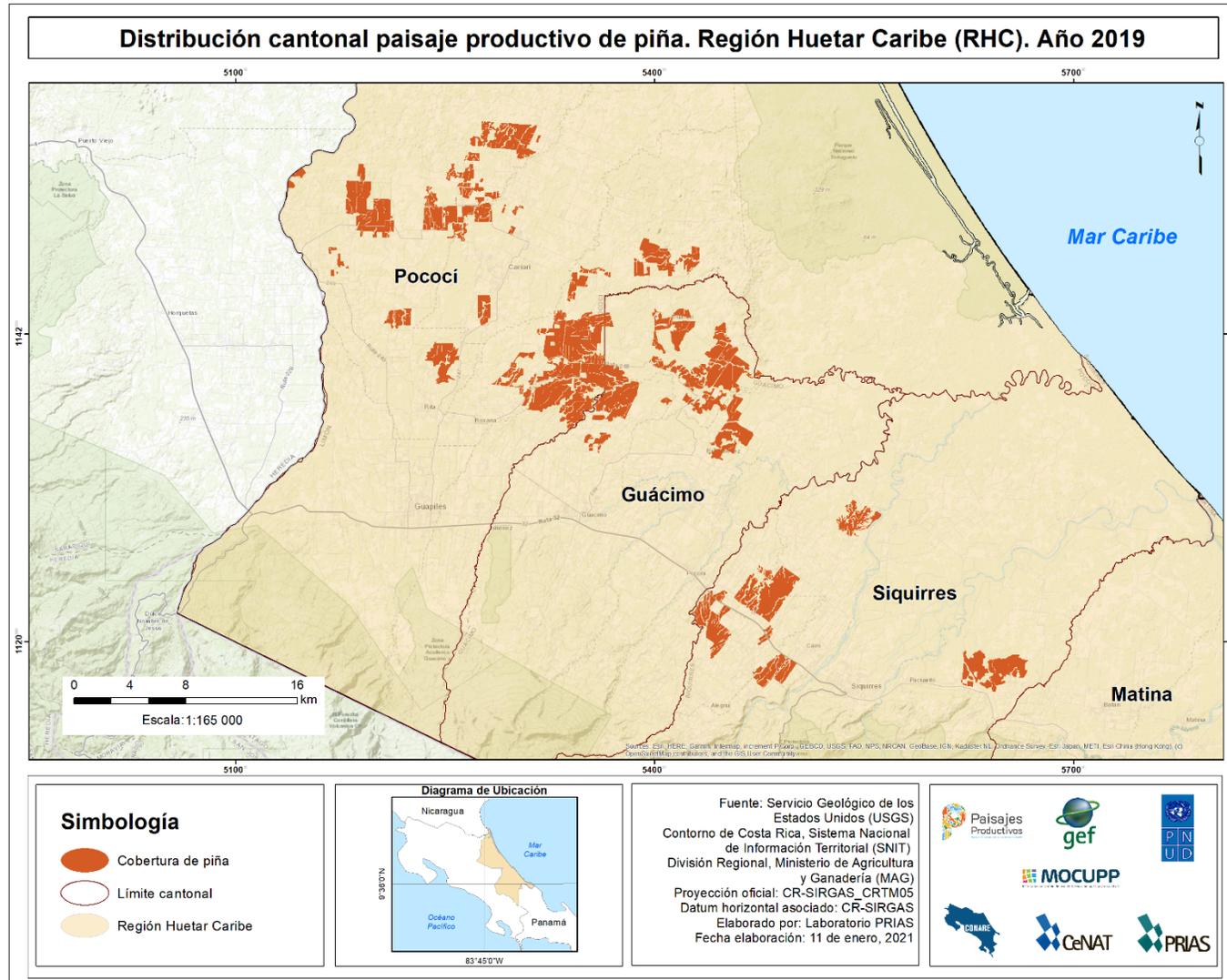


Figura 23: Mapa distribución cantonal del paisaje productivo de piña. Región Huetar Caribe (RHC). Año 2019.

C. Región Brunca (RB)

La Región Brunca limita al norte con los cantones de Paraíso y Turrialba de la Provincia de Cartago, al noreste con Talamanca de la Provincia de Limón; al noroeste con los cantones de Dota y Tarrazú pertenecientes a San José, al suroeste con Aguirre de Puntarenas; al sureste con la República de Panamá y al sur con el Océano Pacífico (Ditsö, 2011).

Está integrada por seis cantones: Osa, Golfito, Corredores, Coto Brus, Pérez Zeledón y Buenos Aires, pese a ello, el cultivo de piña solamente se registra en los dos últimos cantones mencionados. Así, el cantón de Buenos Aires está formado a su vez por los distritos de Buenos Aires, Volcán, Potrero Grande, Biolley, Brunca, Boruca, Pilas, Colinas, y Chánguena, (MIDEPLAN, 2006), pero sólo los primeros cinco utilizan parte de su área para el cultivo de piña.

La economía de la Región Brunca se basa en cuatro actividades básicas: la agricultura (con cultivos como el café, maíz, tubérculos, piña, palma aceitera, hortalizas, entre otros), la ganadería, la agroindustria relacionada con el procesamiento de los cultivos y el turismo ecológico (Comité Sectorial Regional Agropecuario Región Brunca, 2015).

La concentración más importante de paisajes piñeros, se sitúa en el cantón de Buenos Aires, donde la producción obtenida a partir de las 6.870,82 ha contabilizadas por el MOCUPP, se encuentra en manos de la transnacional Del Monte (Contreras y Díaz, 2016); el resto de las áreas de piña identificadas se distribuyen a lo largo del cantón de Pérez Zeledón, en una superficie de aproximadamente 1.200,44 ha, como puede comprobarse a través de la **figura 24** que se presenta seguidamente.

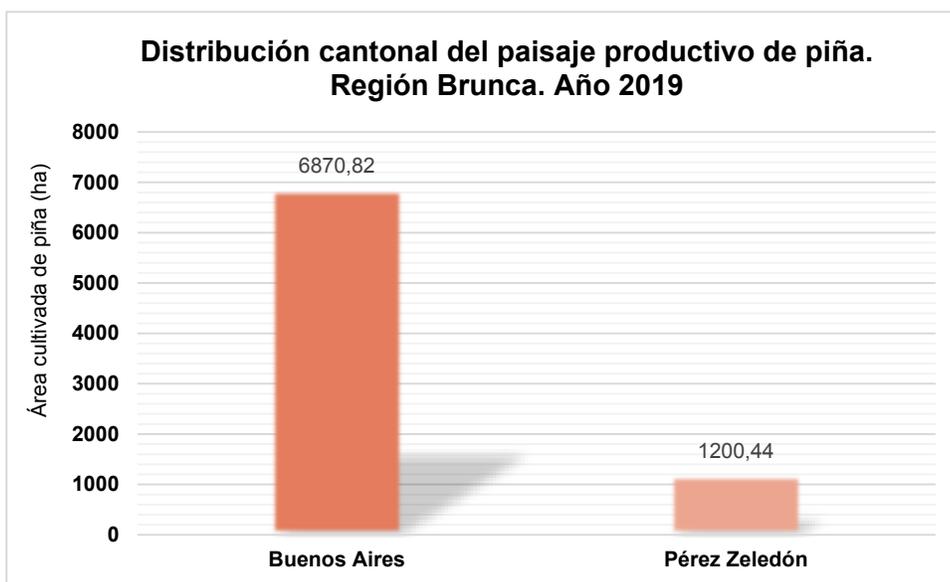


Figura 24: Distribución cantonal del paisaje productivo de piña. Región Brunca. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

En cuanto a la distribución por distrito (**Figura 25**), los tres primeros lugares son ocupados por: Volcán, Brunca y Buenos Aires con áreas de 2.699,64 ha, 1.501,39 ha y 1.297,32 ha, respectivamente. Como valores intermedios, entre las 434 y 854 ha, se colocan los distritos de Potrero Grande, Cajón, Biolley y San Pedro. Finalmente, se posicionan los distritos de La Amistad y Pejibaye con 14,99 y 2,61 ha.

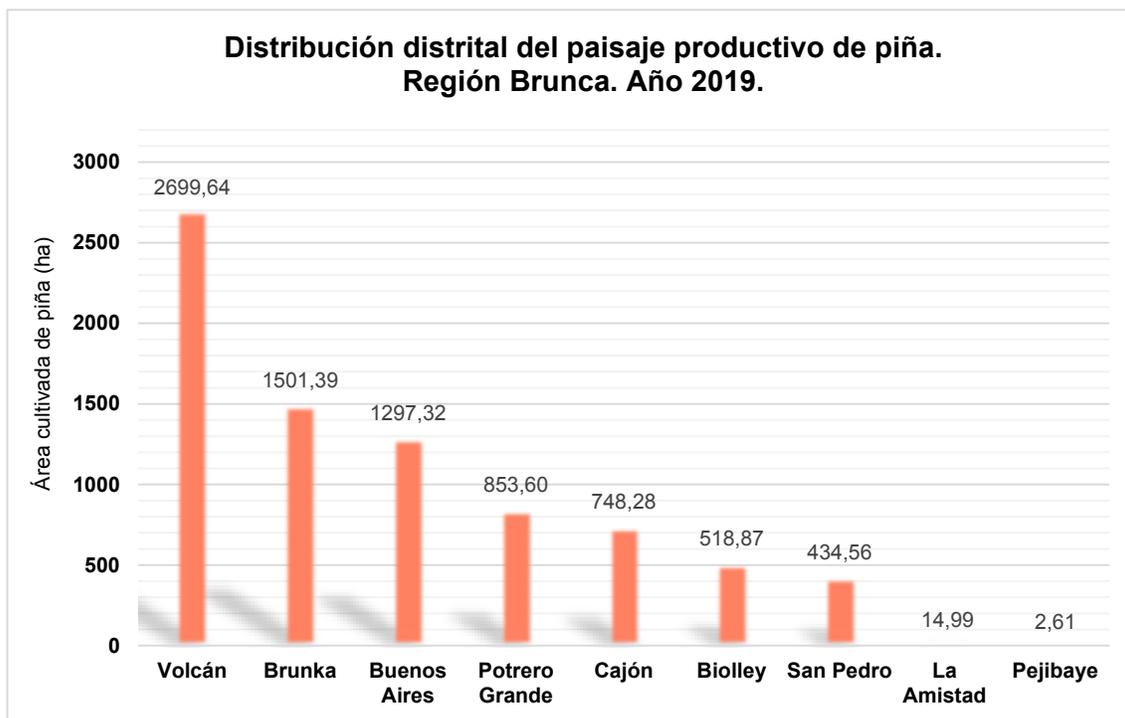


Figura 25: Distribución distrital del paisaje productivo de piña. Región Brunca. Año 2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

En la **figura 26**, se ilustra la distribución espacial de las áreas piñeras dentro de la Región Brunca para el año 2019.

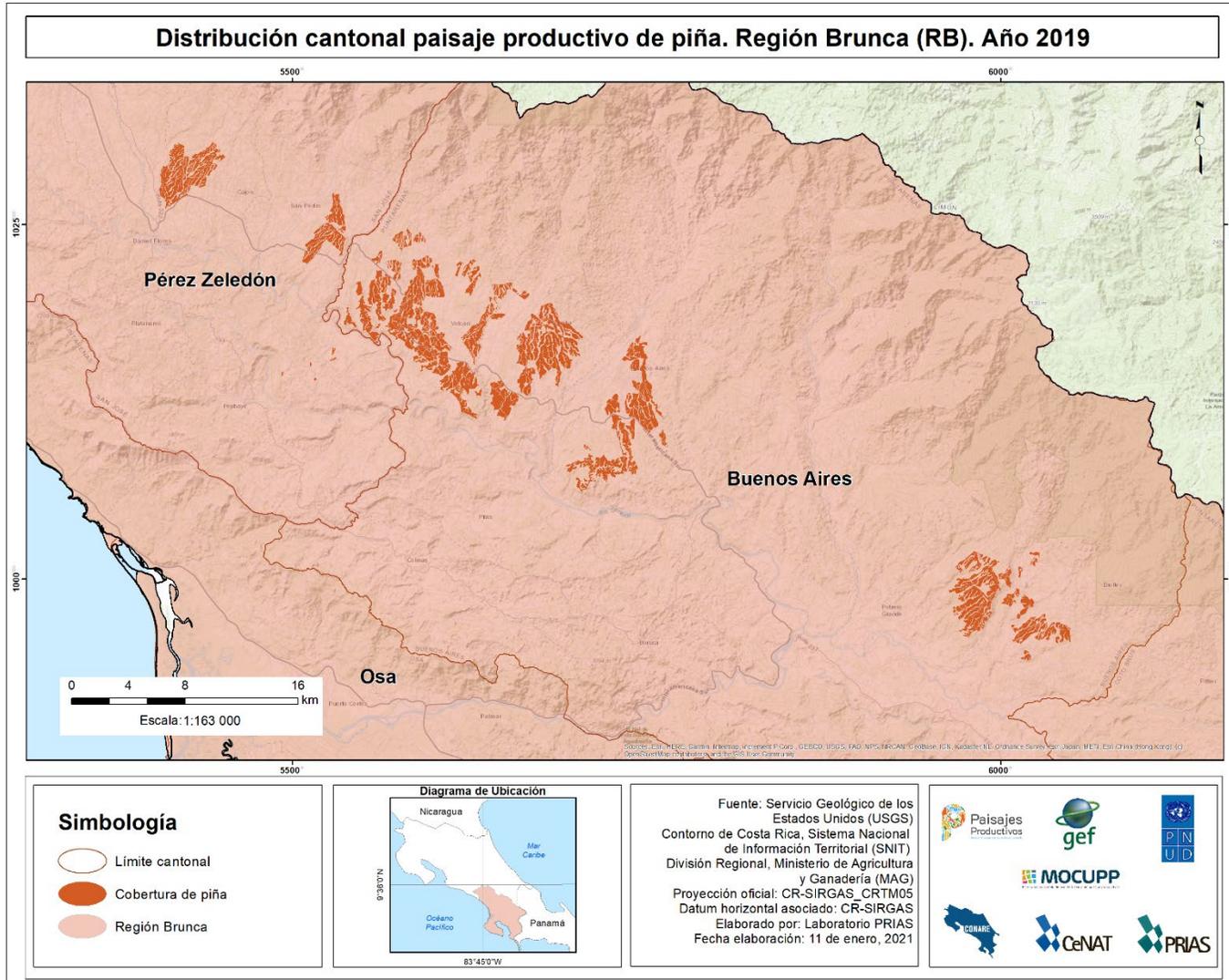


Figura 26: Mapa distribución cantonal del paisaje productivo de piña. Región Brunca (RB). Año 2019

VI. CONCLUSIONES

- Como parte del monitoreo de piña del año 2019 se contabilizaron un total de **65.442,41 ha** destinadas al desarrollo de este cultivo, cifra que representa el 1,28% del territorio nacional.
- Existe una diferencia de **228,27 ha** entre la cantidad de superficie de piña monitoreada en el 2018 (**65.670,68 ha**) y la encontrada como parte de la actualización 2019 (**65.442,41 ha**), lo anterior, puede ser explicado a través del impacto negativo que ejercieron la caída de los precios internacionales y los factores climáticos, sobre la cantidad de fincas dedicadas al cultivo de piña.
- Los datos obtenidos demuestran la existencia de **1.074,19 ha nuevas** de piña en el 2019, las cuales se encuentran distribuidas de la siguiente forma: **Región Brunca: 41,45 ha, Región Huetar Caribe: 232,49 ha y Región Huetar Norte: 800,25 ha.**
- Las **65.442,41 ha** de piña se distribuyen en cuatro regiones funcionales: **Región Huetar Norte, Región Pacífico Central, Región Huetar Caribe y Región Brunca.**
- La **Región Huetar Norte** contiene **44.138,94 ha** (67,45%), la Región Huetar Caribe **12.362,15 ha** (18,89%), la Región Brunca **8.071,27 ha** (12,33%) y la Región Pacífico Central **870,05 ha** (1,33%).
- La **Región Pacífico Central** no presentó variaciones en la superficie cultivada de piña entre los años 2017, 2018 y 2019; la cifra contabilizada se mantuvo en **870,05 ha.**
- Dentro de la **Región Huetar Norte** existe una mayor concentración de piña en el cantón de **San Carlos** con un total **18.509,51 ha**, el segundo lugar lo ocupa el cantón de **Los Chiles** con **8.742,74 ha**, seguido por **Sarapiquí** con **6.199,70 ha** y **Río Cuarto** con **5.665,27 ha.**

- Los cantones con menos territorios destinados a la producción de piña en la **Región Huetar Norte** corresponden a: **Upala, Guatuso y Alajuela** con **3.383,16 ha, 1.510,91 ha y 127,29 ha**, respectivamente.
- En cuanto a la distribución de áreas por distritos, los tres primeros lugares de la **Región Huetar Norte**, son ocupados por **Pital y Cutris de San Carlos y Los Chiles** en el cantón de igual nombre, con extensiones totales de piña de **7.558,66 ha, 4.737,85 ha y 4.238,43 ha**, en ese mismo orden.
- En la **Región Huetar Caribe**, el primer lugar es ocupado por el cantón de **Pococí** que cuenta con aproximadamente **6.680,38 ha**, seguido por **Guácimo** con **3.006,65 ha** y finalmente por **Siquirres** con **2.675,12 ha**.
- A escala distrital, las áreas de piña de la **Región Huetar Caribe** se distribuyen de la siguiente manera: **La Rita (2.934,66 ha)**, **Roxana (2.549,60 ha)** y **Duacaré (1.884,84 ha)**. El resto de los distritos no superan las 825 ha.
- En la **Región Brunca**, se identificaron cultivos de piña únicamente en los cantones de **Buenos Aires** con **6.870,82 ha** y **Pérez Zeledón** con **1.200,44 ha**.
- El distrito de **Volcán** es el más representativo de la región con **2.699,64 ha**, seguido por **Brunca** con **1.501,39 ha**, y **Buenos Aires** con **1.297,32 ha**; por su parte, los distritos de Potrero Grande, Cajón, Biolley y San Pedro representan los **valores intermedios** con áreas aproximadas entre las 434 y 854 ha.
- Los distritos de **La Amistad** y **Pejibaye** poseen las áreas de piña de menor extensión dentro de la Región Brunca, ya que en conjunto reúnen tan sólo 17,6 ha.

- En Costa Rica, los cantones con **mayor área** de piña son: **San Carlos (18.509,51 ha)**, **Los Chiles (8.742,74 ha)** y **Buenos Aires (6.870,82 ha)**; contrariamente, los que poseen **menor área** corresponden a: **Pérez Zeledón (1.200,44 ha)**, **Puntarenas (870,05 ha)** y **Alajuela (127,29 ha)**.
- A nivel nacional, los distritos con mayor área de piña son: **Pital (7.558,66 ha)**, **Cutris (4.737,85 ha)** y **Los Chiles (4.238,43 ha)** y entre los de menor área se encuentran: **La Amistad (14,99 ha)**, **Colorado (14,53 ha)** y **Pejibaye (2,61 ha)**.
- En términos de cobertura (**relación área cultivada vs área total del cantón**), el cantón de **Río Cuarto** ocupa la primera posición ya que un **22,23%** de su territorio está integrado por plantaciones de piña. A escala distrital, **Santa Isabel** es el distrito más importante con un porcentaje de cobertura de **39,81%**.
- En cuanto a las tendencias de crecimiento derivadas de la comparación de datos de monitoreo de los años 2018 y 2019, los cantones de Los Chiles, Guácimo y San Carlos, se destacan como los cantones de mayor crecimiento durante el periodo antes citado, con aumentos en su superficie que van de las 93 ha a las 273 ha cultivadas.
- Situación opuesta se registra dentro de los cantones de Guatuso, Buenos Aires y Upala, donde se observa una caída en la cantidad de tierras destinadas a la actividad que van desde las -153 ha hasta poco más de -227 ha.
- A escala distrital, los distritos de Los Chiles, Duacarí y El Amparo registran un incremento en sus áreas de producción con superficies adicionales de 212,90 ha, 206,04 ha y 56,11 ha, con respecto al 2018, en ese mismo orden. Contrariamente, los distritos de Brunca, Volcán y Upala, contabilizan un descenso en el paisaje productivo de piña que va de las -83 a las -110 ha, aproximadamente.
- Un comportamiento menos dinámico, se identificó en los distritos de Pejibaye, Colorado y Pitahaya que mantuvieron sin cambios la superficie de piña monitoreada entre 2018 y 2019.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- _Abarca, F. (2018) Producción y rendimiento del cultivo de la piña (*Ananas comosus*) en Costa Rica, periodo 1984-2014. *Revista electrónica e-Agronegocios*. Vol.4. Recuperado de: <http://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/index>
- _Acuña, M. y Álvarez, M. (2019) Situación laboral y ambiental de la piñeras en la Zona Norte. Recuperado de: <https://www.elpais.cr/2019/02/07/situacion-laboral-y-ambiental-de-la-pineras-en-la-zona-norte/>
- _Aravena, J (2005) *La expansión piñera en Costa Rica: La realidad de los perdedores de la agroindustria exportadora de la piña*. Recuperado de: http://www.pnp.cr/sites/default/files/documentos/j._aravena_2005_expansion_pinera_en_cr_con_mencion_a_historia.pdf
- _Arone, E. (2017) *Costa Rica se consolida como principal exportador de piña en el mundo*. Recuperado de: <http://www.monumental.co.cr/2017/05/24/costa-rica-se-consolida-como-principal-exportador-de-pina-en-el-mundo/>
- _Cámara Nacional de Productores de Piña [CANAPEP] (2018). Upala Agrícola recibe reconocimiento por sus 5 años de compromiso con la agricultura sostenible. *Revista Piña de Costa Rica*. Edición 28. Recuperado de: <https://canapep.com/revistas/pina-de-cr-28.pdf>
- _Cámara Nacional de Productores de Piña [CANAPEP] (2019). *Estadísticas de exportación*. Recuperado de: <https://canapep.com/estadisticas/>
- _Central America Data (2019) Producción de piña y sus desafíos. Recuperado de: https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Produccion_de_pia_y_sus_desafos

_Central America Data (2020) Piña: ¿Por qué cayó la exportación en 2019? Recuperado de:

https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Pia_Por_qu_cay_la_exportacin_en_2019

_Chuvieco, E. (2010) *Teledetección ambiental: La observación de la Tierra desde el espacio*. Barcelona, España: Ariel S.A.

_Contreras, M., Díaz, R. (2017). Posibilidades locales de desarrollo en presencia de enclaves: Caso de la Asociación de Productores de Piña de la comunidad de Utrapez, ubicada en la Zona Sur de Costa Rica. *Perspectivas Rurales. Nueva época. N° 29.*, pp. 43-72.

_Decreto Ejecutivo No. 39.952-MINAE (2016) Estándares de sostenibilidad para manejo de bosques secundarios: principios, criterios e indicadores, código de prácticas y manual de procedimientos. *Diario Oficial La Gaceta N°215*. Recuperado de: <http://www.sinac.go.cr/ES/tramitesconsultas/Permisos%20Manejo%20Forestal%20Sostenible%20Bosques%20Secund/Decreto%20Ejecutivo%2039952-MINAE%20Estandares%20de%20Sostenibilidad%20Manejo%20Bosques%20Secundarios.pdf>

_Díaz, R., Monge, M (2019). *Cadenas agroindustriales de piña en Centroamérica*. Cuadernos de Política Económica 002-2019. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

_Ditsö (Asociación de Iniciativas Populares) (2011) *Resultados de investigación según categorías*. San José, CR.408 p.

_Duarte, K. (2020). *Interpretación visual de puntos de muestreo para determinar el LULC en paisajes productivos del MOCUPP*. Laboratorio PRIAS. San José, Costa Rica.

_Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial [INTA] (2017) *Sentinel 1, 2 y 3*. Recuperado de: http://www.inta.es/WEB/INTA/es/blogs/copernicus/BlogEntry_1507278650016



- _Laboratorio PRIAS (2020). *Definición de paisaje productivo de piña*. Proyecto MOCUPP. San José, Costa Rica.
- _Maglianesi, M. (2013) Desarrollo de las piñeras en Costa Rica y sus impactos sobre ecosistemas naturales y agro-urbanos. *Revista Biocenosis*. N° 27, 62-70.
- _Marquina, J., Mogollón, A. (2018) Niveles y escalas de levantamiento de información geográfica en sensores remotos. *Revista Geográfica Venezolana*. Vol. 59. pp.45-52
- _Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG] (2007). *Cadena agroalimentaria del cultivo de piña en distrito de Chires de Puriscal*. Recuperado de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-10277.pdf>
- _Ministerio de Comercio Exterior [COMEX] (2019) *Principales exportaciones 2019*. Recuperado de: <http://www.comex.go.cr/estad%C3%ADsticas-y-estudios/comercio-bienes/exportaciones/>
- _Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica [MIDEPLAN] (2006) *Diagnóstico socioeconómico: Región Brunca*. San José, CR. 226 p
- _Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica [MIDEPLAN] (2014) *Región Huetar Norte: Plan de Desarrollo 2030*. Recuperado de: <https://documentos.mideplan.go.cr/share/s/NOU4cm0sShK72vT8xZ3WQQ>
- _Mora, V. (2020) *Caracterización regional de la región desarrollo Huetar Caribe*. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Recuperado de: <https://www.mag.go.cr/regiones/rha/Caracteriazacion-regional.pdf>
- _Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2020). *Las principales frutas tropicales: análisis de mercado*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ca5692es/CA5692ES.pdf>



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

Recuperado

de:

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

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

_ Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica [PROCOMER] (2019). Anuario Estadístico 2019. Recuperado de: <https://www.procomer.com/exportador/documentos/anuario-estadistico-2019/>

_ Quijandría, G; Berrocal, J y Pratt, L (1997). *La Industria de la piña en Costa Rica: Análisis de sostenibilidad*. Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible (CLACDS). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/289528887_La_Industria_de_la_Pina_en_Costa_Rica_Analisis_de_Sostenibilidad

_ Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria [SEPSA] (2019) Informe Comercio Exterior del Sector Agropecuario I Trimestre 2018-2019. Recuperado de: http://www.sepsa.go.cr/docs/2019-012-Comercio_Exterior_del_Sector_Agropecuario_I_trimestre_2018-2019.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.

_ Valverde, J., Acuña, K. (2011). *Desarrollo local en la Región Huetar Norte Norte*. Recuperado de: https://www.uned.ac.cr/51xtensión/images/ifcmdl/CONTENIDO_2.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Cuadro 9: Desglose de las hectáreas cultivadas de piña en los cantones y distritos por cada región de estudio. Año 2019.

| Región | Cantón | Área total cantón (ha) | Área cubierta por piña (ha) | Porcentaje de cobertura | Distritos | Área total distritos (ha) | Área cubierta por piña (ha) | Porcentaje de cobertura | Porcentaje de cobertura para la región |
|------------------------------|---------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|--|
| Huetar Norte | Upala | 159267,40 | 3383,16 | 2,12 | Yolillal | 13962,27 | 1586,31 | 11,36 | 4,51 |
| | | | | | Upala | 14864,65 | 1393,88 | 9,38 | |
| | | | | | Canalete | 10645,16 | 402,97 | 3,79 | |
| | Guatuso | 75284,26 | 1510,91 | 2,01 | San Rafael | 30400,32 | 670,70 | 2,21 | |
| | | | | | Katira | 11439,94 | 587,15 | 5,13 | |
| | | | | | Buenavista | 15086,46 | 253,06 | 1,68 | |
| | Los Chiles | 133271,01 | 8742,74 | 6,56 | Los Chiles | 50360,76 | 4238,43 | 8,42 | |
| | | | | | El Amparo | 31288,61 | 3567,77 | 11,40 | |
| | | | | | Caño Negro | 30126,67 | 550,31 | 1,83 | |
| | | | | | San Jorge | 21495,23 | 386,23 | 1,80 | |
| San Carlos | 335231,22 | 18509,51 | 5,52 | Pocosol | 66059,34 | 1990,54 | 3,01 | | |
| | | | | La Fortuna | 22958,88 | 91,63 | 0,40 | | |
| | | | | Cutris | 84918,91 | 4737,85 | 5,58 | | |
| | | | | Florencia | 19965,74 | 251,74 | 1,26 | | |
| | | | | Pital | 37926,97 | 7558,66 | 19,93 | | |
| | | | | Aguas Zarcas | 18569,83 | 2788,98 | 15,02 | | |
| | | | | Venecia | 13253,14 | 891,01 | 0,00 | | |
| Monterrey | 22059,18 | 199,01 | 0,90 | | | | | | |
| Rio Cuarto | 25489,17 | 5665,27 | 22,23 | Santa Isabel | 10408,53 | 4143,39 | 39,81 | | |
| | | | | Santa Rita | 5318,51 | 1172,17 | 22,04 | | |
| | | | | Rio Cuarto | 9762,13 | 349,72 | 3,58 | | |
| Sarapiquí | 214438,06 | 6199,70 | 2,89 | La Virgen | 51419,48 | 2427,72 | 4,72 | | |
| | | | | Llanuras del Gaspar | 26734,47 | 135,76 | 0,51 | | |
| | | | | Puerto Viejo | 42851,94 | 1268,45 | 2,96 | | |
| | | | | Horquetas | 56459,12 | 2085,92 | 3,69 | | |
| Alajuela | 39162,07 | 127,29 | 0,33 | Cureña | 36973,05 | 281,85 | 0,76 | | |
| | | | | Sarapiquí | 11379,08 | 127,29 | 1,12 | | |
| Área total cubierta por piña | | | | | 44138,52 | | | | |
| Huetar Caribe | Siquirres | 85514,56 | 2675,12 | 3,13 | Alegria | 3804,72 | 520,73 | 13,69 | |
| | | | | | Cairo | 10696,12 | 721,92 | 6,75 | |
| | | | | | Florida | 8192,99 | 92,17 | 1,12 | |
| | | | | | Germania | 3396,44 | 649,26 | 19,12 | |
| | | | | | Pacuarito | 22002,35 | 691,04 | 3,14 | |
| | Guácimo | 58104,97 | 3006,65 | 5,17 | Duacari | 8111,73 | 1884,84 | 23,24 | |
| Guácimo | | | | | 22379,39 | 613,77 | 2,74 | | |
| Río Jiménez | | | | | 11319,90 | 508,04 | 4,49 | | |
| Pococi | 240876,36 | 6680,38 | 2,77 | Colorado | 115844,24 | 14,53 | 0,01 | | |
| | | | | La Rita | 50373,60 | 2934,66 | 5,83 | | |
| | | | | Cariari | 20102,62 | 357,40 | 1,78 | | |
| | | | | Roxana | 17678,66 | 2549,60 | 14,42 | | |
| | | | | Jiménez | 10823,26 | 824,19 | 7,61 | | |
| Área total cubierta por piña | | | | | 12362,15 | | | | |
| Brunca | Pérez Zeledón | 190108,22 | 1200,44 | 0,63 | Cajón | 11862,90 | 748,28 | 6,31 | |
| | | | | | San Pedro | 20612,43 | 434,56 | 2,11 | |
| | | | | | Pejibaye | 14117,71 | 2,61 | 0,02 | |
| | | | | | La Amistad | 7629,26 | 14,99 | 0,20 | |
| | Buenos Aires | 238293,97 | 6870,82 | 2,88 | Brunca | 16376,71 | 1501,39 | 9,17 | |
| Biolley | | | | | 20827,01 | 518,87 | 2,49 | | |
| Buenos Aires | | | | | 55482,89 | 1297,32 | 2,34 | | |
| Potrero Grande | | | | | 62669,80 | 853,60 | 1,36 | | |
| Volcán | 18740,73 | 2699,64 | 14,41 | | | | | | |
| Área total cubierta por piña | | | | | 8071,27 | | | | |
| Pacífico Central | Puntarenas | 184037,07 | 870,05 | 0,47 | Pitahaya | 10954,62 | 870,05 | 7,94 | 0,22 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Anexo 2: Desglose de resultados de validación según región. Año 2019.

A. Región Huetar Norte (RHN)

Cuadro 10: Resultados tamaño de muestra, RHN. Año 2019.

| Clase | Área (ha) | Porcentaje de la clase | Tamaño de la muestra | Tamaño muestra ajustado |
|----------------|-------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|
| Piña | 441.38,94 | 4,51% | 66 | 66 |
| No piña | 935.141,39 | 95,49% | 66 | 66 |
| Total | 979.280,33 | 100,00% | 132 | 132 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Cuadro 11: Matriz de confusión, RHN. Año 2019.

| Clase | No piña | Piña | Total general |
|----------------------|-----------|-----------|---------------|
| No piña | 66 | 0 | 66 |
| Piña | 2 | 64 | 66 |
| Total general | 68 | 64 | 132 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Cuadro 12: Cálculo del estadístico Kappa, RHN. Año 2019.

| | |
|--------------------------------|---------------|
| N | 132 |
| N² | 17424 |
| Xii | 130 |
| (xi+ * x+i) | 8712 |
| Khat | 0,97 |
| Exactitud del Productor | |
| Piña | 100,00 |
| No piña | 97,06 |
| Exactitud del Usuario | |
| Piña | 96,97 |
| No piña | 100,00 |
| Exactitud Total | 98 |
| Error global | 2 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

B. Región Huetar Caribe (RHC)

Cuadro 13: Resultados tamaño de muestra, RHC. Año 2019.

| Clase | Área (ha) | Porcentaje de la clase | Tamaño de la muestra | Tamaño muestra ajustado |
|----------------|-------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|
| Piña | 12.362,15 | 1,35% | 20 | 30 |
| No piña | 905.467,56 | 98,65% | 20 | 30 |
| Total | 917.829,71 | 100,00% | 40 | 60 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Cuadro 14: Matriz de confusión, RHC. Año 2019.

| Clase | No piña | Piña | Total general |
|----------------------|-----------|-----------|---------------|
| No piña | 30 | 0 | 30 |
| Piña | 0 | 30 | 30 |
| Total general | 30 | 30 | 60 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Cuadro 15: Cálculo del estadístico Kappa, RHC. Año 2019.

| | |
|--------------------------------|------------|
| N | 60 |
| N² | 3600 |
| xii | 60 |
| (xi+ * x+i) | 1800 |
| Khat | 1,00 |
| Exactitud del Productor | |
| Piña | 100,00 |
| No piña | 100,00 |
| Exactitud del Usuario | |
| Piña | 100,00 |
| No piña | 100,00 |
| Exactitud Total | 100 |
| Error global | 0 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

C. Región Brunca (RB)

Cuadro 16: Resultados tamaño de muestra, RB. Año 2019.

| Clase | Área (ha) | Porcentaje de la clase | Tamaño de la muestra | Tamaño muestra ajustado |
|----------------|-------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|
| Piña | 8.071,27 | 0,85% | 13 | 30 |
| No piña | 941.141,55 | 99,15% | 13 | 30 |
| Total | 949.212,82 | 100,00% | 26 | 60 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Cuadro 17: Matriz de confusión, RB. Año 2019.

| Clase | No piña | Piña | Total general |
|----------------------|-----------|-----------|---------------|
| No piña | 30 | 0 | 30 |
| Piña | 0 | 30 | 30 |
| Total general | 30 | 30 | 60 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Cuadro 18: Cálculo del estadístico Kappa, RB. Año 2019.

| | |
|--------------------------------|------------|
| N | 60 |
| N² | 3600 |
| Xii | 60 |
| (xi+ * x+i) | 1800 |
| Khat | 1,00 |
| Exactitud del Productor | |
| Piña | 100,00 |
| No piña | 100,00 |
| Exactitud del Usuario | |
| Piña | 100,00 |
| No piña | 100,00 |
| Exactitud Total | 100 |
| Error global | 0 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

D. Región Pacífico Central (RPC)

Cuadro 19: Resultados tamaño de muestra, RPC. Año 2019.

| Clase | Área (ha) | Porcentaje de la clase | Tamaño de la muestra | Tamaño muestra ajustado |
|----------------|------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|
| Piña | 870,05 | 0,22% | 3 | 30 |
| No piña | 389402,19 | 99,78% | 3 | 30 |
| Total | 390272,24 | 100,00% | 6 | 60 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Cuadro 20: Matriz de confusión, RPC. Año 2019.

| Clase | No piña | Piña | Total general |
|----------------------|-----------|-----------|---------------|
| No piña | 30 | 0 | 30 |
| Piña | 0 | 30 | 30 |
| Total general | 30 | 30 | 60 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Cuadro 21: Cálculo del estadístico Kappa, RPC. Año 2019.

| | |
|--------------------------------|------------|
| N | 60 |
| N² | 3600 |
| Xii | 60 |
| (xi+ * x+i) | 1800 |
| Khat | 1,00 |
| Exactitud del Productor | |
| Piña | 125,00 |
| No piña | 83,33 |
| Exactitud del Usuario | |
| Piña | 100,00 |
| No piña | 100,00 |
| Exactitud Total | 100 |
| Error global | 60 |

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

Exactitud promedio de la capa: 99,5%

Error promedio de la capa: 0,5%

Estadístico Kappa promedio: 0,9925

Anexo 3: Colaboradores del Proyecto MOCUPP. Año 2020.

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, para los paisajes productivos de piña, palma aceitera, pastos y cobertura arbórea.

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Kifah 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 Ambiente 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)
Victor 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)

