



**Informe: Monitoreo del estado de la
piña en Costa Rica para el año 2018.**

**Monitoreo de Cambio de Uso de Paisajes
Productivos (MOCUPP)**





“CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD POR MEDIO DEL MANEJO DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN COSTA RICA - MOCUPP”

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 2018

Autores

Christian Vargas Bolaños

Cornelia Miller Granados

Catalina Arguedas González

Revisión y aprobación

Cornelia Miller Granados, Directora Laboratorio PRIAS

Francini Acuña Piedra, Geógrafa PNUD

Marzo 2020. San José, Costa Rica

Informe técnico presentado al PNUD dentro del marco del MOCUPP



578.7
V297i

Vargas Bolaños, Christian

Informe : monitoreo del estado de la piña en Costa Rica para el año 2018 /
Christian Vargas Bolaños, Cornelia Miller Granados, Catalina Arguedas González
– Datos electrónicos (1 archivo : 3.900 kb). -- San José, C.R. : CONARE - CENAT,
2020.

ISBN 978-9977-77-326-1
Formato pdf, 67 páginas.

1. PIÑA. 2. BIODIVERSIDAD. 3. PAISAJES PRODUCTIVOS. 4. COBERTURA FORESTAL. 5. COSTA RICA. I. Miller granados, Cornelia. II. Arguedas González, Catalina. III. Título.



ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTADO DE PALABRAS	iv
LISTADO DE ACRÓNIMOS	v
RESEÑA PROYECTO MOCUPP	1
RESUMEN	3
I. INTRODUCCIÓN	5
II. CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES	7
a) Cumplimiento de objetivo general	7
b) Cumplimiento de objetivos específicos.....	7
III. METODOLOGÍA	8
3.1 Diagrama de flujo de proceso metodológico	8
3.2 Descripción del área de estudio	8
3.3 Selección y descarga de imágenes.....	9
3.4 Proceso de interpretación y clasificación de las imágenes.....	11
3.5 Toma de puntos en campo	13
3.6 Proceso de extracción y digitalización de polígonos	15
3.7 Proceso de validación de la información	18
3.7.1 Definición del tamaño de la muestra	18
3.7.2 Generación de puntos de muestreo mediante el software ArcGIS 10.5.	19
3.7.3 Análisis de puntos de muestreo	19
3.7.4 Generación de la matriz de confusión	19
3.7.5 Cálculo del Estadístico Kappa.....	20
IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	21
4.1. Resultados generales	21
4.2 Resultados regionales	34
A. Región Huetar Norte (RHN).....	34
B. Región Huetar Caribe (RHC).....	38
C. Región Brunca (RB)	41
V. CONCLUSIONES	45
ANEXOS	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo del proceso metodológico para capa de piña. Año 2018.	8
Figura 2: Regiones de planificación MIDEPLAN, con cambios en el paisaje productivo de piña. Año 2018.....	9
Figura 3: Aplicación de corrección atmosférica, imagen Sentinel-2. Año 2018.....	13
Figura 4: Distribución espacial de puntos de campo. Proceso de actualización de la cobertura de piña 2018.	14
Figura 5: Comparación de capas de piña. Años 2017-2018.....	16
Figura 6: Destino de la piña producida en Centroamérica. Año 2018.....	22
Figura 7: Exportaciones Sector Agrícola. Año 2018 (Participación del valor exportado) .	23
Figura 8: Exportaciones más relevantes Costa Rica. I Semestre, Año 2018.....	24
Figura 9: Distribución del cultivo de piña según región. Año 2018	26
Figura 10: Mapa Distribución de plantaciones de piña según región. Año 2018.....	27
Figura 11: Cantones con mayor área cultivada de piña. Año 2018.	28
Figura 12: Cantones con menor área cultivada de piña. Año 2018.	29
Figura 13: Distritos con mayor área cultivada de piña. Año 2018.....	30
Figura 14: Distritos con menor área cultivada de piña. Año 2018.....	31
Figura 15: Porcentaje de cobertura de piña, según cantón y distrito. Año 2018.	32
Figura 16: Parcelas de piña. Región Huetar Norte.....	33
Figura 17: Distribución cantonal de la piña. Región Huetar Norte. Año 2018.	35
Figura 18: Principales distritos productores de piña. Región Huetar Norte. Año 2018....	36
Figura 19: Mapa Distribución cantonal de plantaciones de piña. Región Huetar Norte (RHN). Año 2018	37
Figura 20: Distribución cantonal de la piña. Región Huetar Caribe. Año 2018.	38
Figura 21: Distribución distrital de la piña. Región Huetar Caribe. Año 2018.	39
Figura 22: Mapa Distribución cantonal de plantaciones de piña. Región Huetar Caribe. Año 2018.	40
Figura 23: Distribución cantonal de la piña. Región Brunca. Año 2018.	42
Figura 24: Distribución distrital de la piña. Región Brunca. Año 2018.	43
Figura 25: Mapa Distribución cantonal de plantaciones de piña. Región Brunca (RB). Año 2018.	44



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Evaluación de cumplimiento del objetivo general del proyecto	7
Cuadro 2: Evaluación de objetivos específicos	7
Cuadro 3: Selección de imágenes del sensor Sentinel -2 para las regiones Huetar Caribe, Brunca, Huetar Norte y Pacífico Central. Año 2018.	10
Cuadro 4: Puntos de campo según región. Proceso de actualización de la cobertura de piña 2018.....	14
Cuadro 5: Escalas e imágenes a utilizar según tipo de levantamiento.	17
Cuadro 6: Valor de las exportaciones de los principales productos de cobertura agropecuaria. (Valor en miles de US\$)	24
Cuadro 7: Distribución del cultivo de piña según región. Año 2018.....	26
Cuadro 8: Áreas nuevas de piña identificadas por región. Año 2018	32
Cuadro 9: Desglose de las hectáreas cultivadas de piña en los cantones y distritos por cada región de estudio. Año 2018.....	52
Cuadro 10: Parámetros generales de validación.....	53
Cuadro 11: Resultados tamaño de muestra, RHN. Año 2018.	53
Cuadro 12: Matriz de confusión, RHN. Año 2018.....	53
Cuadro 13: Cálculo del estadístico Kappa, RHN. Año 2018.....	54
Cuadro 14: Resultados tamaño de muestra, RHC. Año 2018.	55
Cuadro 15: Matriz de confusión, RHC. Año 2018.....	55
Cuadro 16: Cálculo del estadístico Kappa, RHC. Año 2018.....	56
Cuadro 17: Resultados tamaño de muestra, RB. Año 2018.	56
Cuadro 18: Matriz de confusión, RB. Año 2018.	57
Cuadro 19: Cálculo del estadístico Kappa, RB. Año 2018.....	57
Cuadro 20: Resultados tamaño de muestra, RPC. Año 2018.	58
Cuadro 21: Matriz de confusión, RPC. Año 2018.....	58
Cuadro 22: Cálculo del estadístico Kappa, RPC. Año 2018.....	59

LISTADO DE PALABRAS

- **Bing Maps:** Web de mapas creada por Microsoft.
- **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.
- **Landsat-8:** Octavo satélite lanzado por la alianza entre National Aeronautics and Space Administration (NASA) y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Este sensor capta imágenes de alta resolución entre los treinta y cien metros.
- **Piña MD-2:** Variedad de piña también conocida como “Honey Golden” o “Golden Sweet”
- **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.
- **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.
- **TM:** Tonelada métrica.



- **UMC (Unidad mínima cartografiable):** Unidad más pequeña de superficie que puede ser delimitada en un mapa.
- **US: United State Dollar / Dólar Estadounidense:** Moneda oficial de los Estados Unidos de América.

LISTADO DE ACRÓNIMOS

- **CANAPEP:** Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña
- **CeNAT:** Centro Nacional de Alta Tecnología
- **CENIGA:** Centro Nacional de Información Geoambiental
- **CONARE:** Consejo Nacional de Rectores
- **DANIDA:** Agencia Indo-Danesa de Desarrollo Internacional
- **DLR:** Centro Aeroespacial Alemán
- **DRI:** Dirección del Registro Inmobiliario
- **GEF:** Fondo Medio Ambiente Mundial
- **IGDC:** Proyecto de Cooperación al Desarrollo Indo-Alemán
- **IGN:** Instituto Geográfico Nacional
- **INTA:** Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (Gobierno de España)
- **INDER:** Instituto de Desarrollo Rural
- **JFM:** Manejo Conjunto de Bosques
- **JICA:** Agencia de Cooperación Internacional de Japón
- **MAG:** Ministerio de Agricultura y Ganadería
- **MGNREGS:** Sistema Nacional de Garantía de Empleo Rural de Mahatma Gandhi
- **MIDEPLAN:** Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica
- **MINAE:** Ministerio de Ambiente y Energía
- **MOCUPP:** Monitoreo de Cambio de Uso en Paisajes Productivos
- **NASA:** National Aeronautics and Space Administration
- **PEA:** Población económicamente activa.
- **PINDECO:** Pineapple Development Corporation
- **PNUD:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- **SEPSA:** Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria
- **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 Geoespacial (CENIGA) y el apoyo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).



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

La herramienta es considerada como una estrategia de bajo costo, que se basa en el uso de imágenes satelitales gratuitas para el monitoreo anual de tres tipos de paisajes productivos: piña, palma aceitera y pastos menor a un 30% de cobertura arbórea y el estudio paralelo de los procesos de regeneración y pérdida de cobertura arbórea, asociados al desarrollo de dichos paisajes.

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

RESUMEN

La industria piñera es una de las industrias de mayor importancia en Costa Rica no sólo por su impacto en términos económicos, sino también por repercutir en la dinámica agrícola, donde terrenos que antes fueron ocupados por cobertura arbórea, pastos y fincas ganaderas, han sido sustituidos por extensas plantaciones de piña y centros de procesamiento para el producto.

El punto de partida del auge de esta actividad, se sitúa alrededor de la década de los años ochenta con el inicio de operaciones de la empresa Pineapple Development Corporation (PINDECO) en la zona sur y la introducción de paquetes tecnológicos que permitieron una mejora en la calidad del cultivo y un nivel de producción a mayor escala (Obando, 2017).

Actualmente, la piña se posiciona como el segundo producto de exportación más importante dentro del sector agrícola, siendo superado únicamente por el banano. Datos de la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA) revelan que al año 2018, la piña alcanzó una representación del 34,9% del valor exportado para fruta fresca y un incremento del 1,9% con respecto al año 2017; lo anterior, también se traduce en ingresos aproximados de 1.013.733 miles de US\$ (SEPSA, 2018).

Dada la relevancia del paisaje productivo de piña 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), unieron esfuerzos para desarrollar un monitoreo anual acerca de la dinámica de crecimiento del cultivo y sus posibles repercusiones sobre la cobertura arbórea.

Para la generación de información se utilizaron las imágenes de sensor Sentinel-2 y fuentes secundarias (Buscador de mapas Bing y Google Earth), 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.



Así, los datos obtenidos para la actualización de piña del año 2018, señalan que esta cobertura se extiende a lo largo de 65.670,68 ha, las cuales se encuentran distribuidas en cuatro de las seis regiones de MIDEPLAN (Región Huetar Norte, Pacífico Central, Región Huetar Caribe y Región Brunca); asimismo, el cantón con mayor concentración de terrenos dedicados al cultivo de piña corresponde al cantón de San Carlos con un total de 18.416,49 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.

I. INTRODUCCIÓN

La piña es uno de los cultivos con mayor historia en Costa Rica, no obstante, fue a partir de la década de los ochenta cuando se comenzó a desarrollar de manera extensiva, debido a la introducción de nuevos modelos de crecimiento económico basados en la exportación de productos no tradicionales y la aparición de la empresa PINDECO; este último hecho facilitó la implementación de nuevos paquetes tecnológicos y la incorporación de nuevas variedades de piña (Abarca, 2018).

De esta forma, la presencia de PINDECO propició la realización de las primeras exportaciones de piña costarricense, posteriormente, la empresa DOLE se sumó a esta cadena de exportación y para la década de los noventa se hizo notorio un incremento en la participación de inversionistas independientes tanto nacionales como extranjeros (MAG, 2017).

En la actualidad, Costa Rica se posiciona como el principal proveedor mundial de piña fresca, específicamente de la variedad MD-2 (Golden) (REDILACG, s.f); por otra parte, estadísticas de la Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (CANAPEP) revelan que la actividad se encuentra asociada a la generación de 32.000 empleos directos y 120.000 empleos indirectos (CANAPEP, 2018).

Además de cumplir con los estándares de calidad durante el proceso de producción, el sector piñero debe responder a acuerdos de producción limpia a partir del año 2020 y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), cuya función principal corresponde a la protección del suelo, del recurso hídrico, la cobertura forestal, las áreas de protección y fomentar paralelamente, la generación de mejores condiciones laborales para quienes se desempeñan en la actividad (Ministerio de Salud, 2017); lo anterior no solo para reforzar la imagen verde y sustentable del país en el mercado internacional, sino también para atraer a nuevos inversionistas.

Ante este panorama y ante el fuerte consumo de tierras para fines de producción, el presente informe detalla los resultados derivados del monitoreo de los paisajes productivos con cultivos de piña a nivel nacional para el año 2018 (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 2017-2018, todo ello enmarcado dentro de los objetivos principales del proyecto MOCUPP.

Cabe señalar que, a nivel internacional, existen algunas iniciativas similares, entre ellas el monitoreo de cambios en la vegetación asociados al desarrollo de diversas plantaciones (piña, bambú y areca, un tipo de palmera) y el monitoreo de cuerpos de agua en dos distritos del Estado de Tripura en la India (Behera, Gupta, Barik, Das y Panda, 2018).

Este proyecto se basa en el uso imágenes de los sensores Landsat-8 y Sentinel -2, y es parte de un esfuerzo conjunto entre la Agencia Indo-Danesa de Desarrollo Internacional (DANIDA), el Sistema Nacional de Garantía de Empleo Rural de Mahatma Gandhi (MGNREGS), Manejo Conjunto de Bosques (JFM), Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) y el Proyecto de Cooperación al Desarrollo Indo-Alemán (IGDC) (Behera *et al*, 2018)

Trabajos especializados de esta naturaleza, sirven como ejemplo y potencian la utilización de técnicas de teledetección para el análisis de los paisajes productivos locales; lo cual desemboca en un beneficio para el consumidor y para el productor al favorecer la ejecución de buenas prácticas agrícolas a lo interno de las fincas y al mejorar el nivel de competitividad dentro del mercado internacional, garantizando una responsabilidad ambiental a lo largo de todo el proceso de producción.

II. 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 del cumplimiento del objetivo general del proyecto

Objetivo general		
Identificar de manera digital y a bajo costo, la cobertura total de paisajes productivos de piña, palma y pastos menor a un 30% de cobertura arbórea.		% de cumplimiento: 100
Resultado obtenido	Producto	Observaciones
Informe de avance	Cobertura vectorial del paisaje productivo de piña al año 2018	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 2018.		
		% de cumplimiento: 100
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 2018

III. METODOLOGÍA

3.1 Diagrama de flujo de proceso metodológico

En el siguiente diagrama se ilustra, a modo de resumen, el proceso metodológico seguido para la obtención de la capa de piña del 2018; en secciones posteriores se brindará mayor detalle sobre cada una de las etapas destacadas.

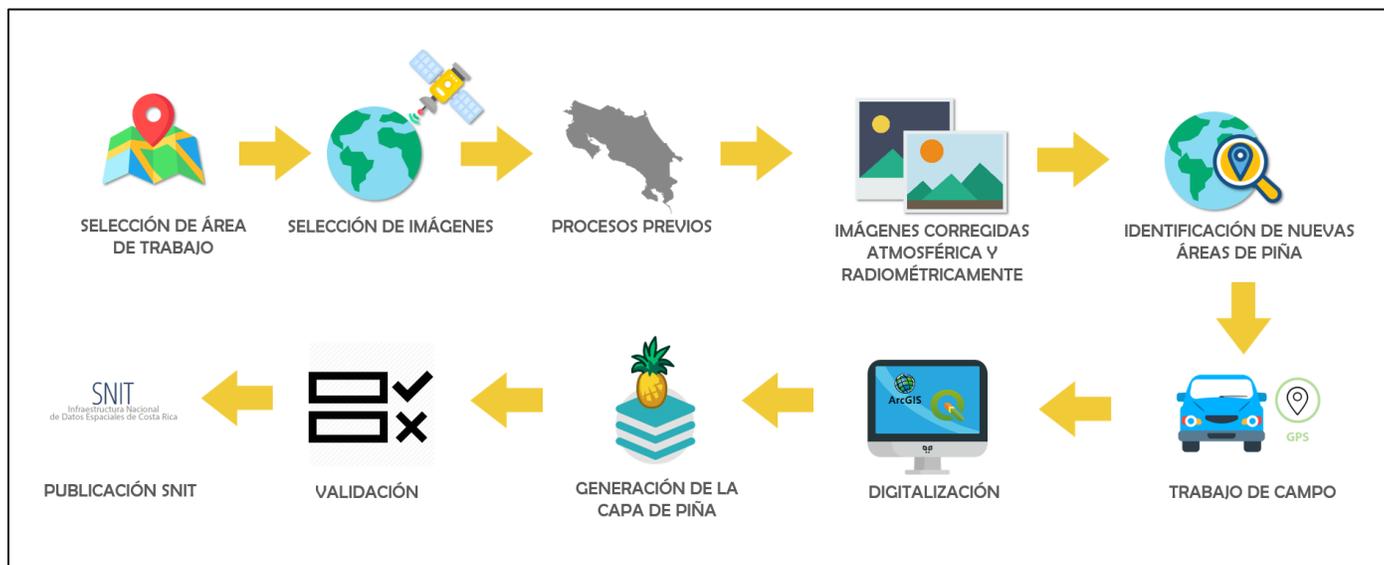


Figura 1: Diagrama de flujo del proceso metodológico para capa de piña. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

3.2 Descripción del área de estudio

La capa actualizada del 2018, tiene como base la delimitación de regiones establecidas mediante la Reforma N° 9.501 al Decreto Ejecutivo N° 7.944-P del 26 de enero de 1978, 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.

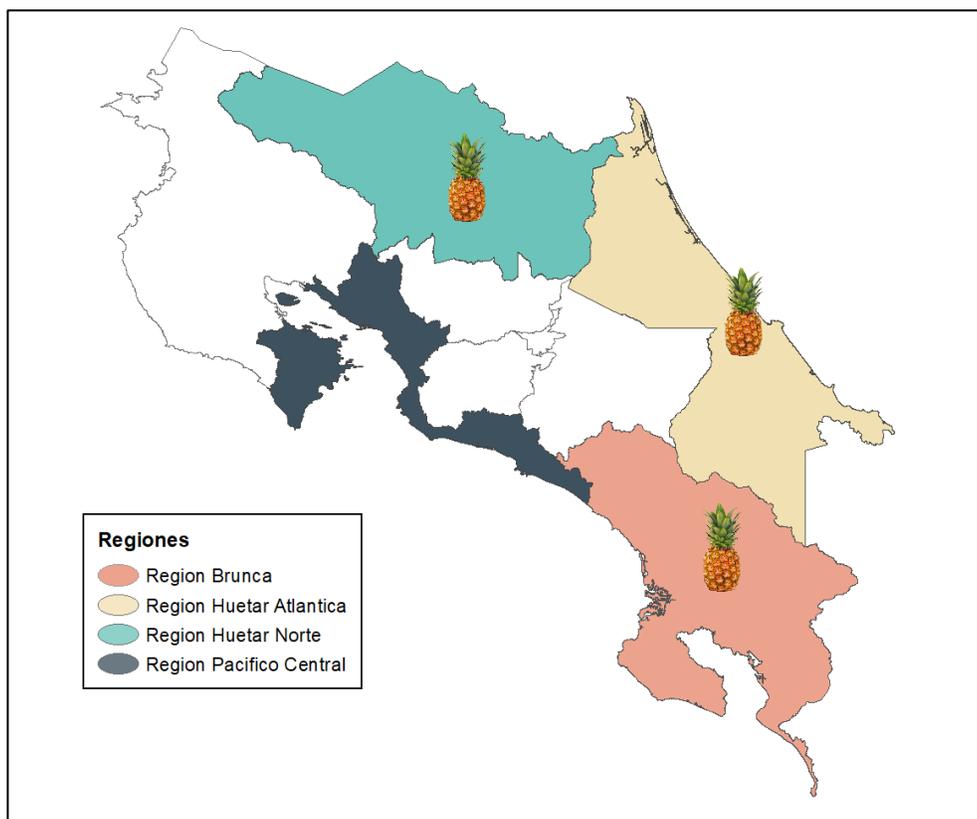


Figura 2: Regiones de planificación MIDEPLAN, con cambios en el paisaje productivo de piña. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

3.3 Selección y descarga de imágenes

Uno de los pasos más importantes dentro del monitoreo de cultivos de piña corresponde a la descarga y selección de imágenes satelitales, las cuales 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 (INTA, 2017).

Así, la selección y descarga de imágenes abarcó un periodo comprendido entre los meses de enero y diciembre del 2018, 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 61 imágenes.

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 2018.

Región	ID Imagen	Fecha
Región Huetar Caribe	L1C_T16PHS_A004656_20180126T160826	26 Enero
	L1C_T16PHS_A014494_20180401T160955	01 Abril
	L1C_T16PHS_A006086_20180506T160626	06 Mayo
	L1C_T16PHS_A006372_20180526T160555	26 Mayo
	L1C_T16PHS_A017211_20181008T160508	10 Octubre
Región Brunca	L1C_T16PHS_A009232_20181212T160504	12 Diciembre
	L1C_T17PKL_A013636_20180131T160506	31 Enero
	L1C_T17PKL_A004799_20180205T161021	05 Febrero
	L1C_T16PHR_A013922_20180220T160508	20 Febrero
	L1C_T17PKL_A014351_20180322T160830	22 Marzo
	L1C_T17PKK_A005514_20180327T160506	27 Marzo
	L1C_T16PHR_A014780_20180421T160752	21 Abril
	L1C_T17PKL_A015066_20180511T160753	11 Mayo
	L1C_T17PKK_A015066_20180511T160753	11 Mayo
	L1C_T17PKL_A006372_20180526T160555	26 Mayo
	L1C_T17PKK_A007087_20180715T160813	15 Julio
	L1C_T17PKL_A007945_20180913T160502	13 Setiembre
	L1C_T16PHR_A007945_20180913T160502	13 Setiembre
	L1C_T17PKL_A017068_20180928T160757	28 Setiembre
	L1C_T17PKL_A017640_20181107T160507	07 Noviembre
	L1C_T17PKL_A009089_20181202T160506	02 Diciembre
	L1C_T17PKL_A009232_20181212T160504	12 Diciembre
	L1C_T17PKL_A018212_20181217T160503	17 Diciembre
	L1C_T16PHR_A018355_20181227T160504	27 Diciembre
	L1C_T17PKK_A018355_20181227T160504	27 Diciembre
Región Huetar Norte	L1C_T16PHS_A004656_20180126T160826	26 Enero
	L1C_T16PGT_A013636_20180131T160506	31 Enero

	L1C_T16PGT_A004799_20180205T160518	05 Febrero
	L1C_T16PGS_A004799_20180205T160518	05 Febrero
	L1C_T16PGT_A013965_20180223T161636	23 Febrero
	L1C_T16PHS_A014494_20180401T160955	01 Abril
	L1C_T16PGT_A014494_20180401T160955	01 Abril
	L1C_T16PGT_A006129_20180509T161708	09 Mayo
	L1C_T16PGT_A015109_20180514T161711	14 Mayo
	L1C_T16PGS_A015209_20180521T160650	21 Mayo
	L1C_T16PHS_A006372_20180526T160555	26 Mayo
	L1C_T16PGT_A006415_20180529T161630	29 Mayo
	L1C_T16PGS_A015681_20180623T161850	23 Junio
	L1C_T16PGS_A015781_20180630T160512	30 Junio
	L1C_T16PGT_A016825_20180911T161851	11 Setiembre
	L1C_T16PGT_A007945_20180913T160502	13 Setiembre
	L1C_T16PGS_A007988_20180916T160745	16 Setiembre
	L1C_T16PGS_A016925_20180918T160507	18 Setiembre
	L1C_T16PGT_A017211_20181008T160508	08 Octubre
	L1C_T16PGS_A017211_20181008T160508	08 Octubre
	L1C_T16PHS_A017211_20181008T160508	08 Octubre
	L1C_T16PGT_A017540_20181031T161037	31 Octubre
	L1C_T16PHS_A009089_20181202T160506	02 Diciembre
	L1C_T16PGT_A009089_20181202T160506	02 Diciembre
	L1C_T16PGT_A009132_20181205T161009	05 Diciembre
	L1C_T16PGS_A018069_20181207T160503	07 Diciembre
	L1C_T16PGT_A018069_20181207T160503	07 Diciembre
	L1C_T16PGS_A009232_20181212T160504	12 Diciembre
	L1C_T16PGS_A009232_20181212T160504	12 Diciembre
	L1C_T16PHS_A009232_20181212T160504	12 Diciembre
	L1C_T16PGT_A009275_20181215T160847	15 Diciembre
	L1C_T16PGT_A018255_20181220T161518	20 Diciembre
	L1C_T16PGS_A018255_20181220T161518	20 Diciembre
Región Pacífico Central	L1C_T16PGS_A014923_20180501T160513	01 Mayo
	L1C_T16PGS_A016496_20180819T160821	19 Agosto
	L1C_T16PGS_A018355_20181227T160504	27 Diciembre

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

3.4 Proceso de interpretación y clasificación de las imágenes

Como fue señalado en otras secciones, las imágenes consultadas para las tareas de actualización, pertenecen al satélite Sentinel-2 y fueron descargadas a través de la plataforma gratuita Glovis; su selección estuvo determinada por factores como: el nivel de resolución, mayor número de imágenes disponibles debido a la frecuencia de revisita del satélite y finalmente, la presencia de un menor porcentaje de nubosidad.

También fueron empleadas durante el proceso, fuentes de información secundaria como las imágenes de la plataforma de mapas Bing Maps (Microsoft) y Google Earth.

Para el geoprocesamiento de estas imágenes 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. La combinación de bandas en el nuevo dataset corresponde a los números: R3 G2 y B1 (color natural) y R2, G3 y B4 (Infrarrojo). Las imágenes resultantes de este proceso fueron guardadas en formato TIFF.

Las imágenes Sentinel-2 cuentan con una corrección radiométrica previa realizada por el Centro Aeroespacial Alemán (DLR), de igual forma, se efectuaron pruebas de corrección atmosférica haciendo uso de la herramienta Sen2Cor la cual puede integrarse a la interfaz del software SNAP.

En la **figura 3**, se ejemplifica el resultado obtenido tras la aplicación de dichas pruebas, sobre una imagen Sentinel-2 capturada en el mes de marzo del 2018, en la zona sur del país.

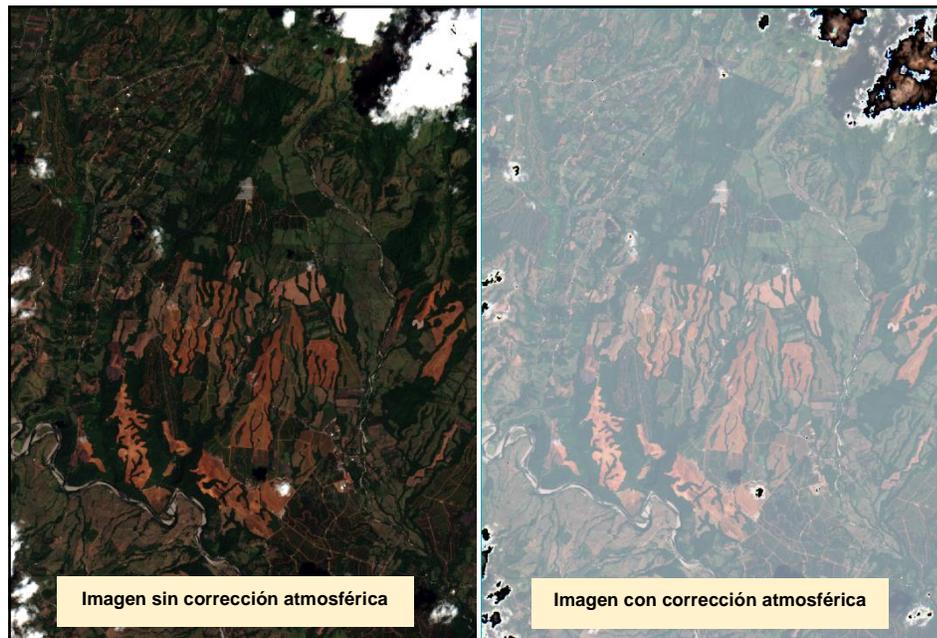


Figura 3: Aplicación de corrección atmosférica, imagen Sentinel-2. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

3.5 Toma de puntos en campo

Una vez finalizadas estas etapas, se efectuó la revisión de las imágenes procesadas con el propósito de identificar puntos correspondientes a nuevas áreas de cultivo (puntos visitados posteriormente durante el trabajo de campo).

La revisión 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.

Toda la información referente a áreas nuevas de piña fue verificada en campo mediante la toma de puntos con un sistema de posicionamiento global (GPS), los detalles sobre el número y la localización de puntos se muestran en la **figura 4** y el **cuadro 4**.

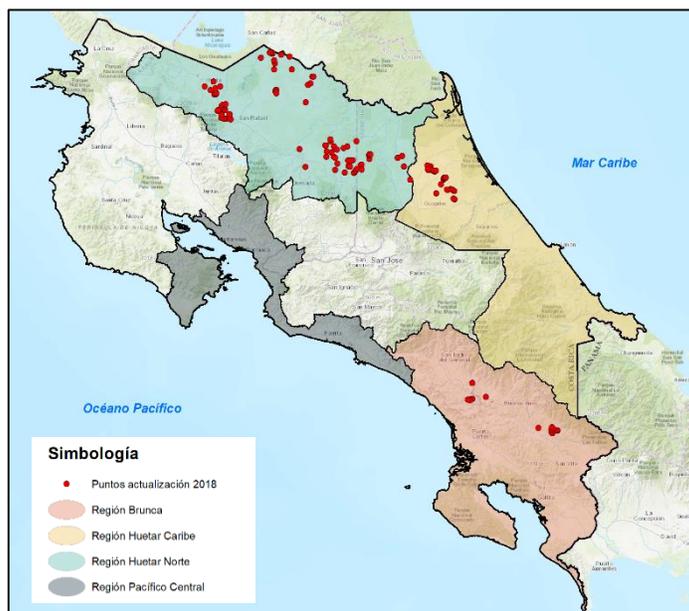


Figura 4: Distribución espacial de puntos de campo. Proceso de actualización de la cobertura de piña 2018.

Puntos de piña tomados en campo	Regiones			
	RHC	RB	RHN	Total
	26	21	100	147

Cuadro 4: Puntos de campo según región. Proceso de actualización de la cobertura de piña 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

A cada uno de los puntos colectados se le asocia una serie de información complementaria como: número de punto, coordenadas geográficas, altitud, error promedio asociado al GPS, tipo de uso, cobertura, ángulo, distancia y observaciones que sean de utilidad para el proceso de fotointerpretación.

Cabe destacar, que la cifra de puntos presentada en el cuadro 4, es menor a la obtenida para la capa del año 2017 (477 puntos), ya que el objetivo de la actualización se centra

únicamente en nuevas áreas y no en los sitios que ya fueron confirmados (en campo y a través del uso de imágenes), como cultivos de piña en otros periodos.

3.6 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 y depuración completa de la línea base del año 2017, 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. Este proceso de depuración, explica la disminución en la cantidad de hectáreas de piña contabilizadas en regiones con pocos cambios en la cobertura (tal es el caso de la Región Brunca que pasó de 8.652,07 ha en el 2017 a 8.303,21 ha en 2018).

En la figura siguiente, se adjunta un ejemplo de polígonos de piña depurados en el cantón de Buenos Aires de Puntarenas, nótese la extracción de caminos principales, este tipo de mejoras fueron replicadas en la mayor parte de la capa 2018.

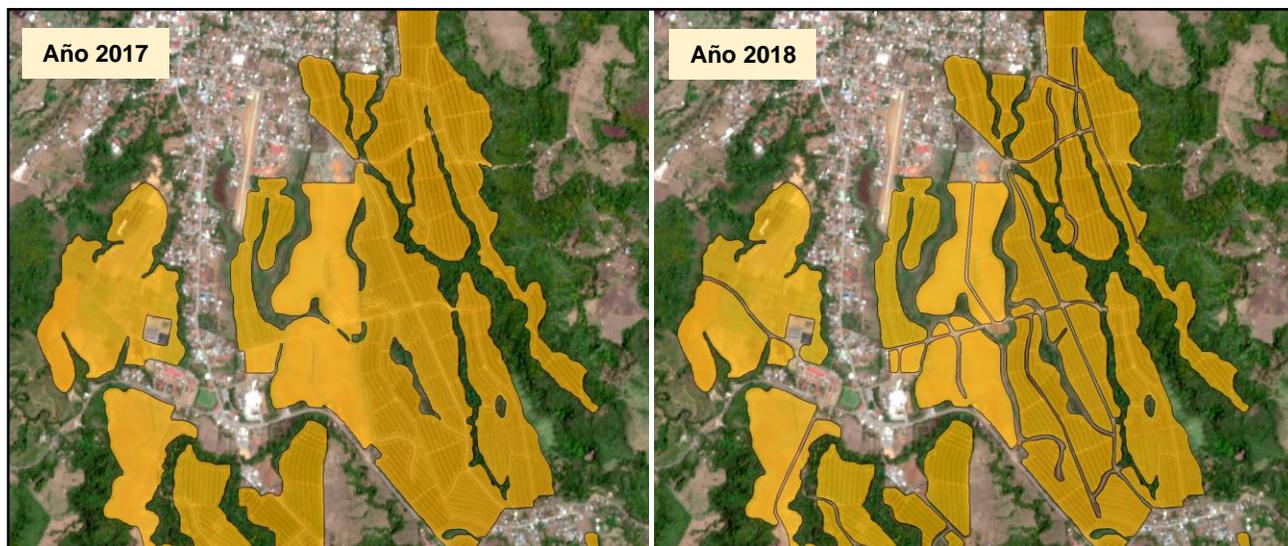


Figura 5: Comparación de capas de piña. Años 2017-2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

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 Cartografiada (UMC) de 0,25 ha a una escala de 1:10.000, para efectos de digitalización de la capa 2018, 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”.

3.7 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:

3.7.1 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 2018, 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.

3.7.2 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 continua con la generación de puntos a través de la herramienta “Create Random Points”, en ella 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.

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.

3.7.3 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.

3.7.4 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)).

3.7.5 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:

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

Donde:

n= Tamaño de la muestra

X_{ii} = 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)**.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados generales

El origen del cultivo de piña en Costa Rica puede situarse en el periodo precolombino, siendo la comunidad Huetar de Tucurrique una de las referencias más importantes de la época, aunque también pudieron encontrarse pequeñas parcelas aisladas en otros puntos del país. Para finales del Siglo XIX, el cultivo adquirió un carácter más comercial y comenzó a establecerse en zonas específicas como el Cacao de Alajuela, la Garita, San Carlos y Sarapiquí, algunas de ellas son consideradas en la actualidad como sitios con una amplia tradición de producción piñera (Maglianesi, 2013).

Factores como la introducción de nuevos paquetes tecnológicos y la promoción de exportaciones no tradicionales durante la década de los ochenta, dieron como resultado la expansión del cultivo hacia otras regiones como la Región Norte, Caribe y Pacífica (Abarca, 2018).

El proceso de expansión 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).

Se estima que en el año 2018, las empresas vinculadas al sector piñero exportaron cerca de \$1.038 millones teniendo a Estados Unidos y los Países Bajos como principales destinos del producto (Central America Data, 2019).

En la **figura 6**, se ilustra el destino de las exportaciones de piña desde Centroamérica al resto del mundo, donde Costa Rica lidera el volumen de exportación, seguido por países como Honduras y Guatemala (Central America Data, 2019).

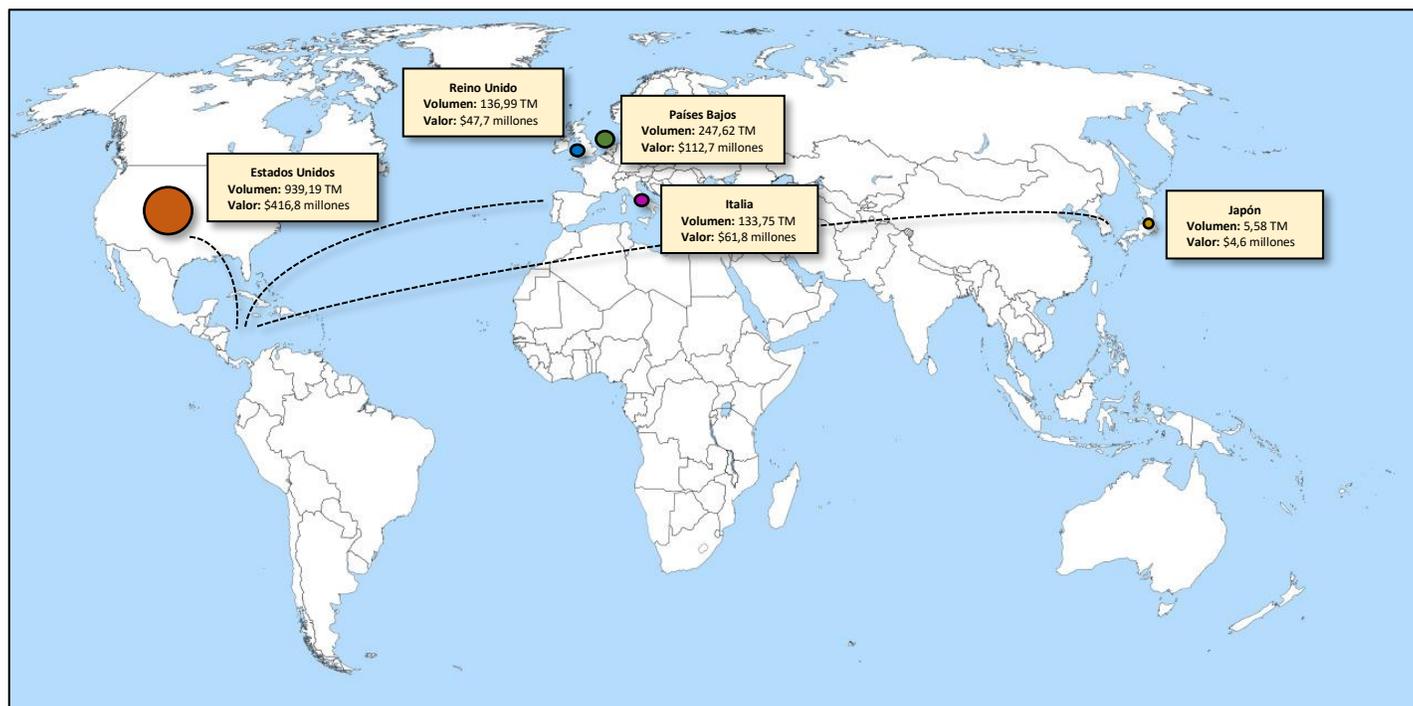


Figura 6: Destino de la piña producida en Centroamérica. Año 2018

Fuente: Laboratorio PRIAS a partir de datos de extraídos de Central America Data (2019)

A escala nacional, el cultivo de piña ocupó el segundo lugar en importancia dentro de las exportaciones totales del sector agrícola en el año 2018, con una representación del 34,9% del valor exportado para fruta fresca y un incremento del 1,9% con respecto al año anterior, siendo superado únicamente por el cultivo de banano que, aunque experimentó una baja del 1,6%, terminó concentrando el 35,4% de las exportaciones (SEPSA,2018).

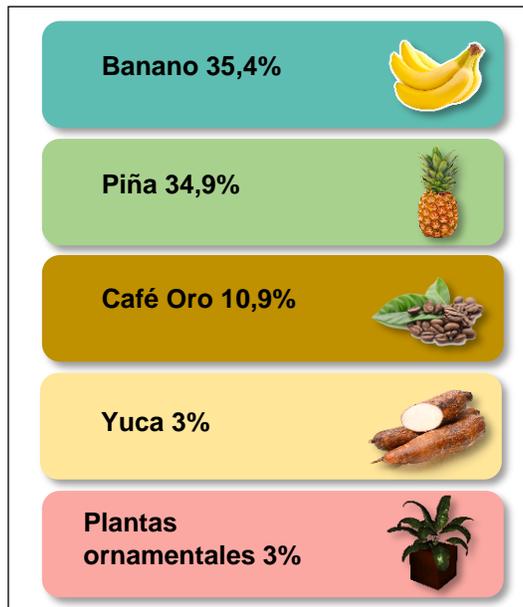


Figura 7: Exportaciones Sector Agrícola. Año 2018 (Participación del valor exportado)

Fuente: Laboratorio PRIAS a partir de información del SEPSA (2018)

Este aumento se explica a través de una mayor productividad por hectárea y una mayor calidad de la fruta, producto de la aplicación de mejores prácticas para el control de plagas y enfermedades (SEPSA, 2019).

La información de la **figura 7** puede verse reflejada igualmente en términos de divisas. En el **cuadro 6**, se incluye el valor de las exportaciones de los principales productos agropecuarios para el periodo 2017-2018; nótese la tendencia al alza en la cantidad de ingresos generados por concepto de exportación de piña, los cuales pasaron de 953.166 a 1.013.733 miles de US\$ para un incremento de 60.567 miles de US\$ (SEPSA, 2018).

Cuadro 6: Valor de las exportaciones de los principales productos de cobertura agropecuaria.

(Valor en miles de US\$)

Descripción	Monto miles US 2017	Monto miles US 2018
Banano	1.042.171	1.028.202
Piña	953.166	1.013.733
Jarabes y concentrados	303.732	340.601
Café oro	305.251	315.725
Aceite de palma en bruto	97.455	114.595
Salsas y preparaciones	105.437	110.730
Jugo de piña tropical	156.449	104.552
Yuca	82.256	88.064

Fuente: Laboratorio PRIAS a partir de información del SEPSA (2018)

De acuerdo con datos de la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA), durante el 2018 las exportaciones de bienes de cobertura agropecuaria alcanzaron los 4.918,3 millones de dólares (un aumento del 0,8% respecto al año 2017); parte de este comportamiento positivo de los ingresos para el sector agrícola, responde al impulso generado por las exportaciones de piña (SEPSA, 2018).

A nivel general, datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), también confirman la relevancia de la exportación de piña, producto que alcanzó el tercer puesto dentro de las exportaciones más importantes durante el primer semestre del año 2018 como lo revela la **figura 8**.

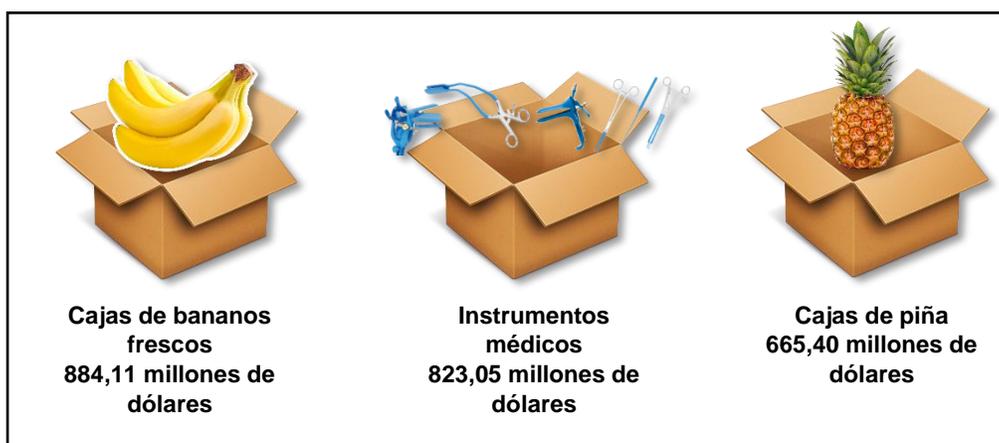


Figura 8: Exportaciones más relevantes Costa Rica. I Semestre, Año 2018

Fuente: Laboratorio PRIAS a partir de datos INEC (2018).

En Costa Rica operan varios tipos de productores:

- **Microproductor:** posee experiencia técnica, pero enfrenta limitaciones económicas para el manejo del cultivo; el tamaño del área de siembra es de al menos una hectárea.
- **Pequeño productor:** puede manejar técnica y económicamente hasta 600.000 plantas de piña, el tamaño del área de siembra es de una a diez hectáreas.
- **Gran productor:** posee la capacidad técnica para sembrar y empacar una producción superior a 1.000.000 plantas anuales.
- **Muy grandes productores:** tienen la capacidad para sembrar, manejar y exportar entre dos y cuatro contenedores por semana.
- **Empresas piñeras superiores:** empresas con capacidad de sembrar, empacar y exportar niveles de producción superiores a cinco contenedores semanales, poseen un mercado definido para la variedad de piña MD-2 (MAG, 2007).

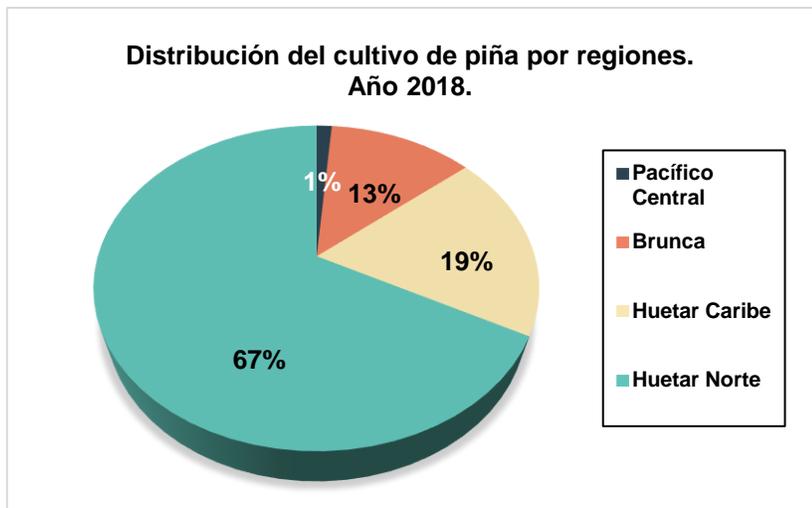
Las principales regiones productoras corresponden a:

- **Región Brunca:** una de las regiones de mayor tradición desde la llegada de la empresa PINDECO en los años ochenta.
- **Huetar Norte:** región de crecimiento acelerado, con una fuerte presencia de transnacionales y la zona con mayor cantidad de pequeños y medianos productores.
- **Huetar Caribe:** área con fuerte expansión piñera (muy similar al patrón de crecimiento de la Región Huetar Norte), con presencia de transnacionales y casi ningún productor local (Aravena, 2005).

Datos de la actualización de la cobertura de piña muestran la expansión del cultivo en una superficie de 65.670,68 ha; cifra que representa el 1,29% del territorio nacional.

Dentro de este contexto, la Región Huetar Norte lidera la producción al alcanzar una representatividad porcentual del 67,30% (**Figura 9**), lo que se traduce en un total de 44.193,75 ha de superficie cultivada. La mayor parte de esta área se encuentra en los cantones de San Carlos y Los Chiles.

En la **figura 9** y **cuadro 7**, se muestran más ampliamente los detalles numéricos relacionados con la distribución regional de los cultivos de piña durante el año 2018.



Cuadro 7: Distribución del cultivo de piña según región. Año 2018.

Región	Área (ha)
Pacífico Central	870,05
Brunca	8.303,22
Huetar Caribe	12.303,66
Huetar Norte	44.193,75
Total	65.670,68

Figura 9: Distribución del cultivo de piña según región. Año 2018

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Acuña y Álvarez (2019) señalan que el amplio desarrollo de la actividad piñera en la región Huetar Norte, responde a la existencia de una serie de factores, entre ellos: la amplia disponibilidad de tierras, condiciones ambientales favorables y características socioeconómicas de la zona (principalmente la sobreoferta de mano de obra poco calificada).

El segundo lugar en términos de extensión, es ocupado por la Región Huetar Caribe con un total de 12.303,66 ha de las cuales un 54,80% se localiza en el cantón de Pococí.

Seguidamente, se coloca la Región Brunca con 8.303,22 ha es decir un 13% 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 al año 2017.

La información anterior se amplía con mayor detalle a través de la **figura 10:** Distribución de plantaciones de piña según región. Año 2018.

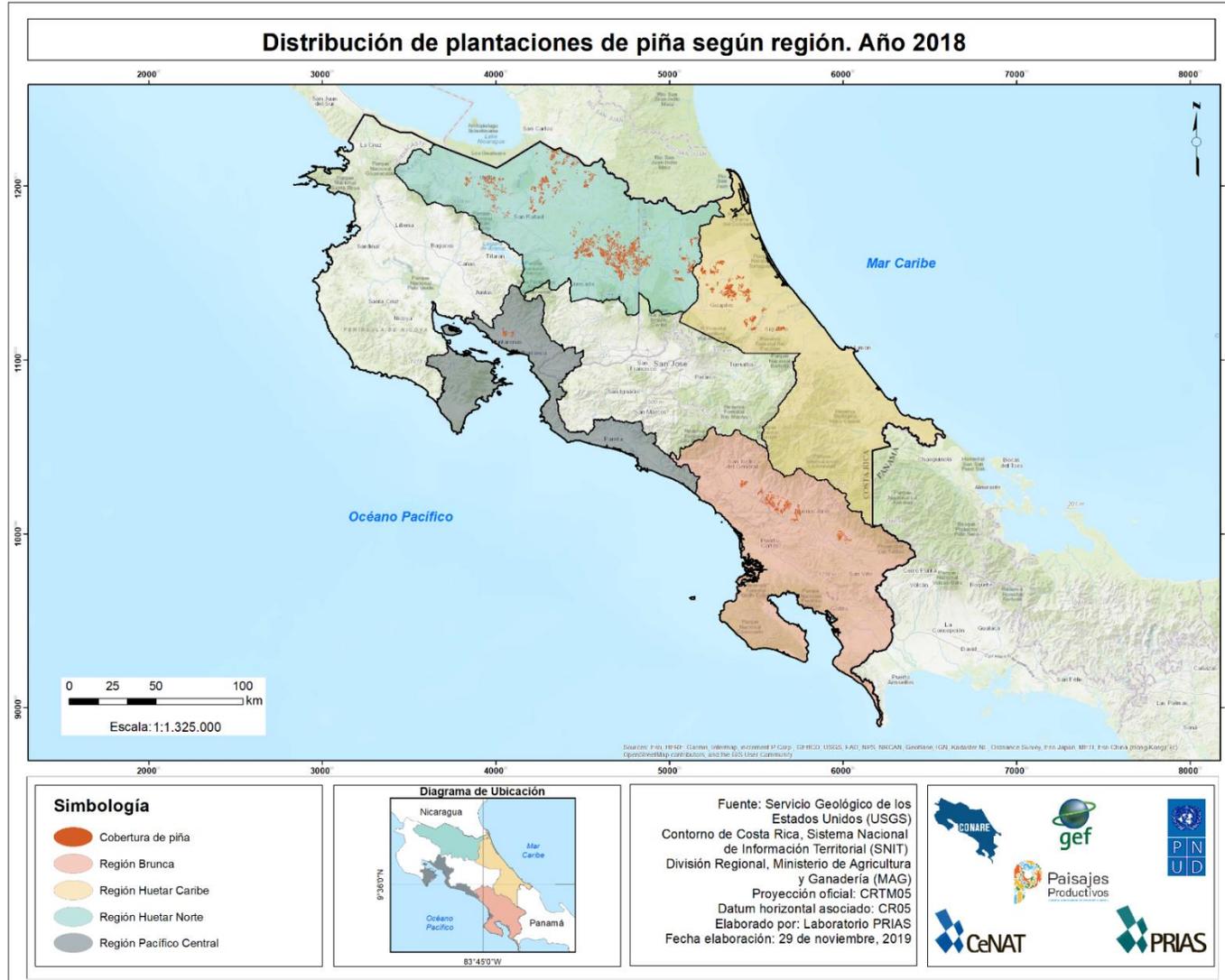


Figura 10: Mapa Distribución de plantaciones de piña según región. Año 2018.

Además del análisis regional, se efectuó un análisis de la distribución de la piña según cantón y distrito para Costa Rica. En la **figura 11**, se ilustran los tres cantones con mayor cantidad de hectáreas; así se observa al cantón de San Carlos con mayor productividad en términos de área total de piña, con aproximadamente 18.416,49 ha; seguido por Los Chiles y Buenos Aires con extensiones de 8.469,30 ha y 7.056,38 ha, respectivamente.

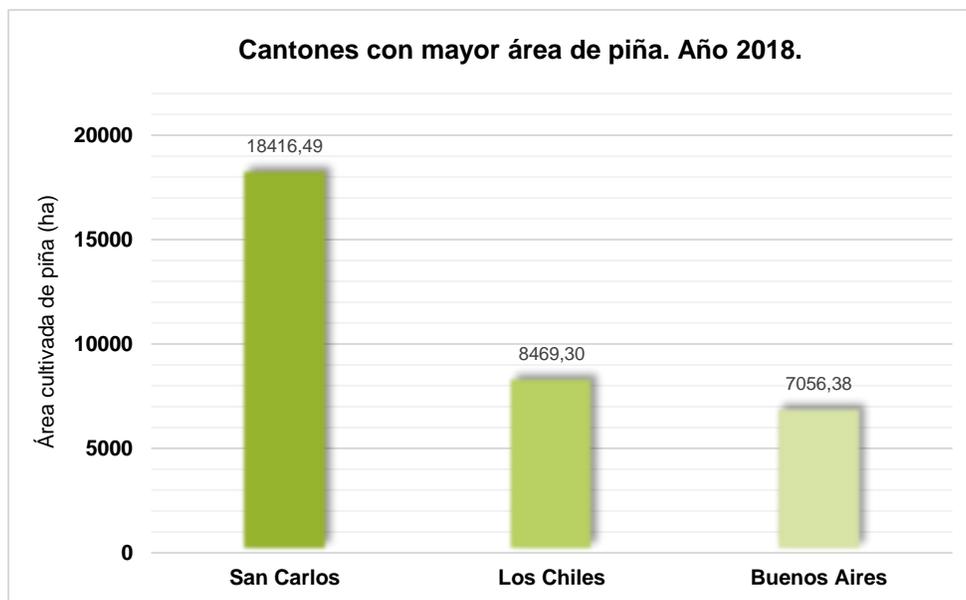


Figura 11: Cantones con mayor área cultivada de piña. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

En contraste la **figura 12**, representa los cantones con menos hectáreas de cultivo, dichos cantones corresponden a: Pérez Zeledón con 1.246,83 ha, Puntarenas con 870,05 ha y Alajuela con 129,69 ha, grupo que en conjunto representa tan solo el 3,42% de la piña a escala nacional.

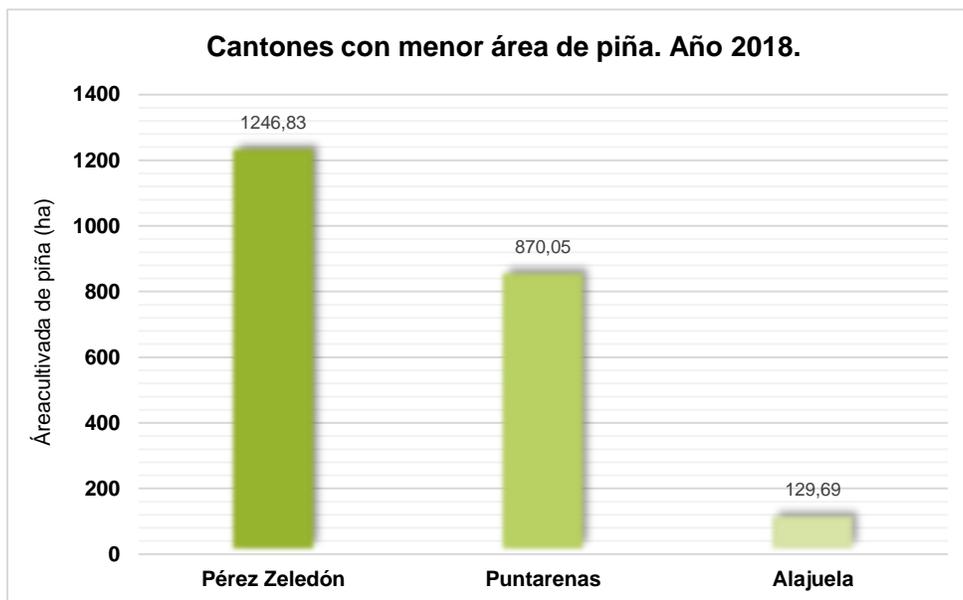


Figura 12: Cantones con menor área cultivada de piña. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Por su parte, los datos asociados a la distribución distrital de la piña se reúnen en la **figura 13**, en ella se repite la tendencia identificada en el año 2017 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 7.509,53 ha y 4.798,99 ha, respectivamente, seguido por el distrito de Santa Isabel en Río Cuarto, con 4.160,95 ha y Los Chiles en el cantón del mismo nombre, con una extensión de 4.025,53 ha.

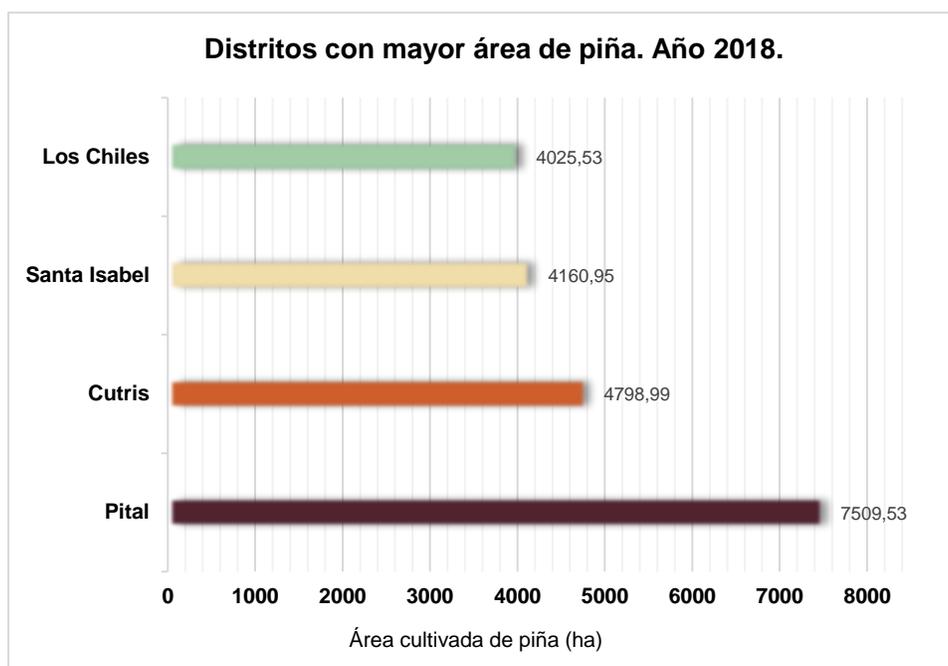


Figura 13: Distritos con mayor área cultivada de piña. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Inversamente, en la **figura 14**, se destacan los distritos con menor área sembrada de piña, dichos distritos corresponden a: Florida de Siquirres con 92,57 ha, La Amistad en el cantón de Pérez Zeledón con 20,38 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.

Al respecto, conviene señalar que la incorporación de los distritos de La Amistad y Pejibaye dentro de la actividad piñera puede ser considerada de data reciente, ya que previo al año 2018 no habían sido identificados este tipo de paisajes productivos en la zona.

Lo anterior, es una muestra de la expansión del cultivo en la región, pero además es un ejemplo de las ventajas de la utilización del Proyecto MOCUPP como herramienta de gestión del territorio la cual permite monitorear y detectar los cambios anuales en las distintas coberturas, con un amplio nivel de detalle.

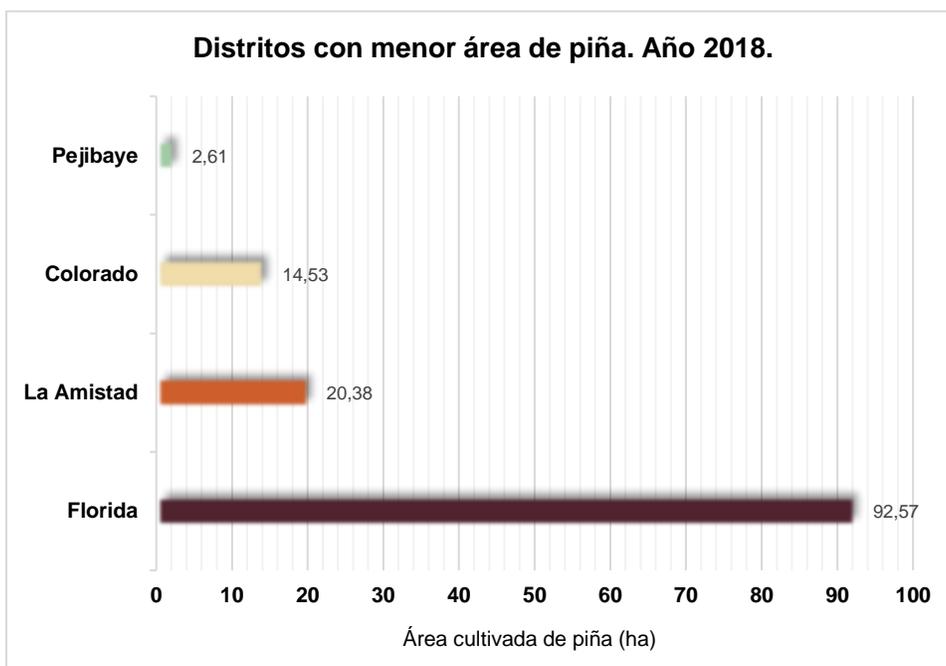


Figura 14: Distritos con menor área cultivada de piña. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Como parte del análisis se efectuó de igual manera, una comparación entre el área total de piña y la extensión en hectáreas de los cantones y distritos, a fin de establecer porcentajes de cobertura (ver anexos, **cuadro 9**).

Si bien el cantón de San Carlos se ubica como el cantón con mayor cantidad de hectáreas de piña a nivel nacional, es Río Cuarto quien ocupa la primera posición en términos de cobertura (relación área cultivada vs área total del cantón), ya que un 22,36% de su territorio está integrado por plantaciones de piña, mientras que en el caso de San Carlos tan sólo un 5,49% de área total corresponde a este cultivo.

A escala distrital, Santa Isabel de Río Cuarto es el distrito más importante en cuanto a porcentaje de cobertura de piña con un 39,98%, seguido por Santa Rita (también perteneciente a Río Cuarto) con 22,35% y Duacarí (Guácimo) con 20,70% (**Figura 15**).

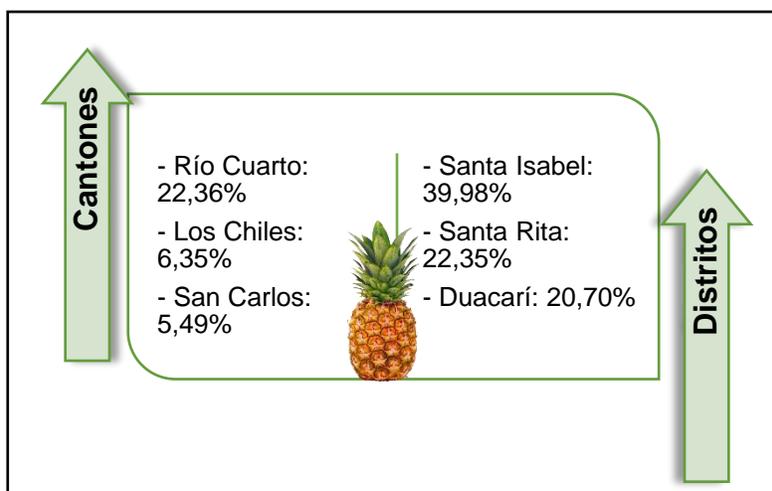


Figura 15: Porcentaje de cobertura de piña, según cantón y distrito. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Datos extraídos a partir de la actualización de la capa de piña 2018, permiten determinar, además, la aparición de nuevas áreas de cultivo dentro del paisaje productivo, de esta forma fueron identificadas un total de 1.593,05 ha adicionales, las cuales se encuentran distribuidas de la siguiente forma:

Cuadro 8: Áreas nuevas de piña identificadas por región. Año 2018

Región	Áreas nuevas de piña (ha)
Pacífico Central	0,00
Brunca	161,60
Huetar Caribe	147,77
Huetar Norte	1.283,68
Total	1.593,05

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

La información del **cuadro 8**, permite comprobar dos hechos relevantes: la ausencia de cambios en la cantidad de áreas de piña en la Región Pacífico Central y un aumento paulatino en el resto de áreas productoras del país, donde el 80,58% de las nuevas superficies detectadas pertenecen a la Región Huetar Norte. No obstante, como se ilustra

en la **figura 16**, la dinámica de crecimiento en esta última región no responde al surgimiento de grandes fincas o extensiones, si no a la multiplicación de pequeñas parcelas (algunas de ellas inferiores a 1 ha) producto de la importante presencia de pequeños y medianos productores, situación que fue verificada durante el trabajo de campo.



Figura 16: Parcelas de piña. Región Huetar Norte.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

4.2 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, 1978).

A nivel económico, sobresale por su amplio potencial agrícola, datos de MIDEPLAN (2014) estiman que un 40% de su PEA se desempeña en labores de este tipo, siendo los principales productos: la piña, la yuca, los cítricos, el frijol, el arroz y la caña de azúcar.

Como fue señalado en secciones anteriores, la Región Huetar Norte es la principal zona productora de piña en Costa Rica, amplias extensiones de este cultivo pueden encontrarse en los cantones de San Carlos, Los Chiles, Sarapiquí, Río Cuarto, Upala, Guatuso y Alajuela; al respecto, la distribución del área cultivada según cantón se observa en la **figura 17**.

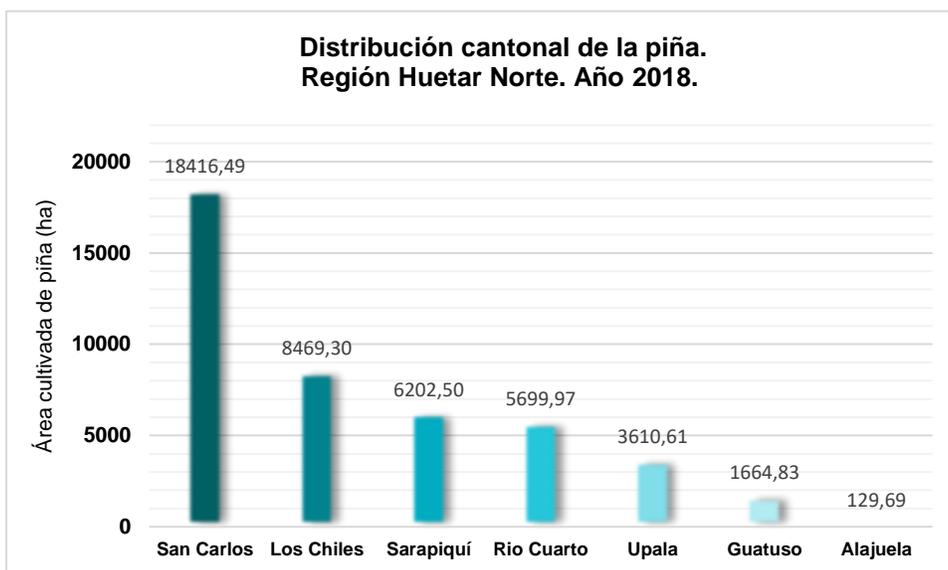


Figura 17: Distribución cantonal de la piña. Región Huetar Norte. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Por medio de la figura anterior, es posible evidenciar una mayor concentración de área dentro del cantón de San Carlos con un total 18.416,49 ha (41,67% 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 28,04% de los terrenos de piña.

En segundo lugar, se puede identificar al cantón de Los Chiles con 8.469,30 ha (segunda posición a nivel nacional), seguido por los cantones de Sarapiquí con 6.202,50 ha y Río Cuarto con 5.699,97 ha.

Contrariamente, entre los cantones con menos hectáreas destinadas a la producción de piña destacan Upala y Guatuso con 3.610,61 ha y 1.664,83 ha, respectivamente.

En último lugar, se posiciona el cantón de Alajuela con 129,69 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 Santa Isabel de Río Cuarto con extensiones totales de piña de 7.509,53 ha, 4.798,99 ha y 4.160,95 ha, en ese mismo orden. En la **figura 18**, se presenta información más detallada respecto a la distribución espacial de la piña, en estos distritos al año 2018.

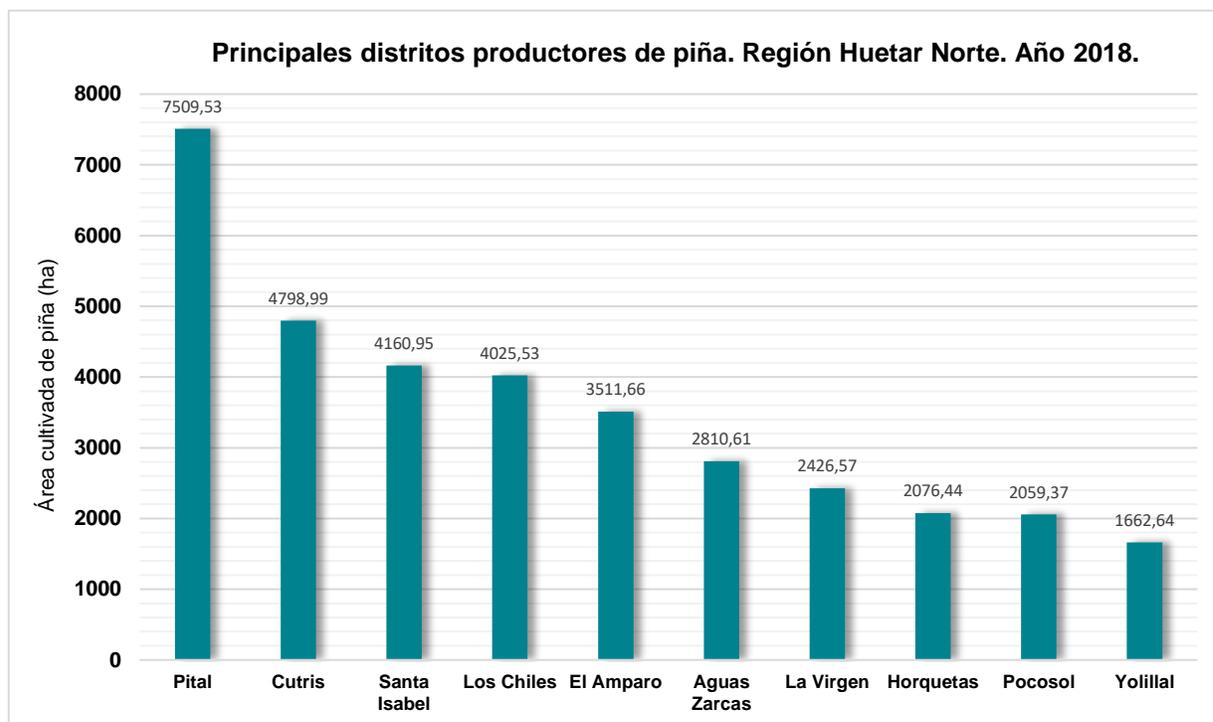


Figura 18: Principales distritos productores de piña. Región Huetar Norte. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Cabe destacar que dentro de la región fueron identificados distritos con áreas de piña inferiores a 150 ha, por ejemplo, el caso de Llanuras del Gaspar, Sarapiquí y La Fortuna. (ver anexos, **cuadro 9**).

Además de la presentación gráfica de los datos, en la **figura 19**, se ilustra la representación cartográfica de la piña para los cantones de la Región Huetar Norte.

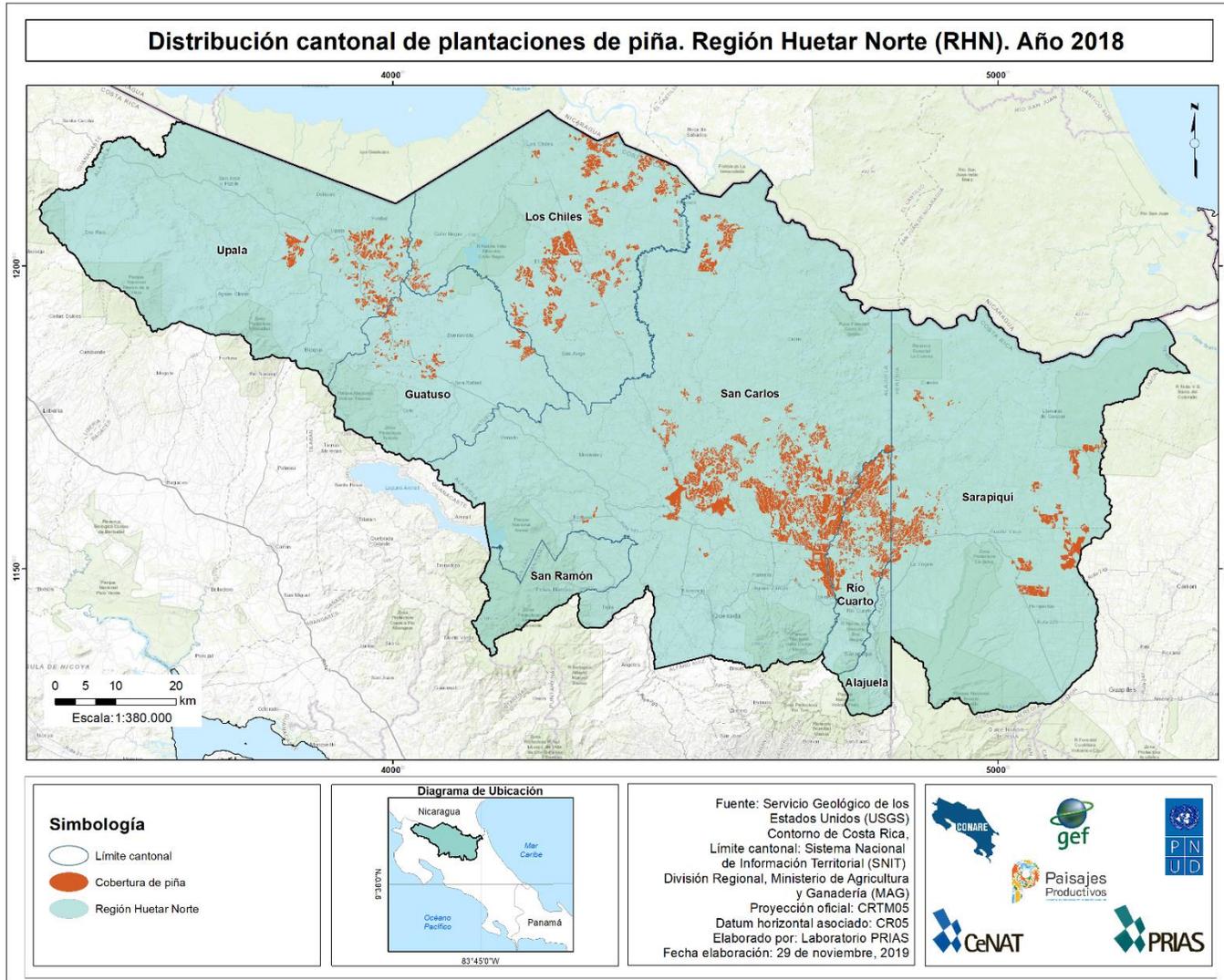


Figura 19: Mapa Distribución cantonal de plantaciones de piña. Región Huetar Norte (RHN). Año 2018

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)

Su economía se sustenta fundamentalmente en actividades agropecuarias, con predominio de dos cultivos intensivos: el banano y la piña, este último introducido a partir de la década de los noventa; por su parte en los cantones de Limón y Pococí se efectúa un fuerte desarrollo de la ganadería bovina y del uso de pastizales (MIDEPLAN, 2014).

Datos estimados para el año 2018, señalan al cantón de Pococí como el principal productor de piña a nivel de la Región Huetar Caribe con un total de 6.743,44 ha, superando en más de un 100% a los cantones de Guácimo con 2.859,61 ha y Siquirres con 2.700,92 ha. (Figura 20)

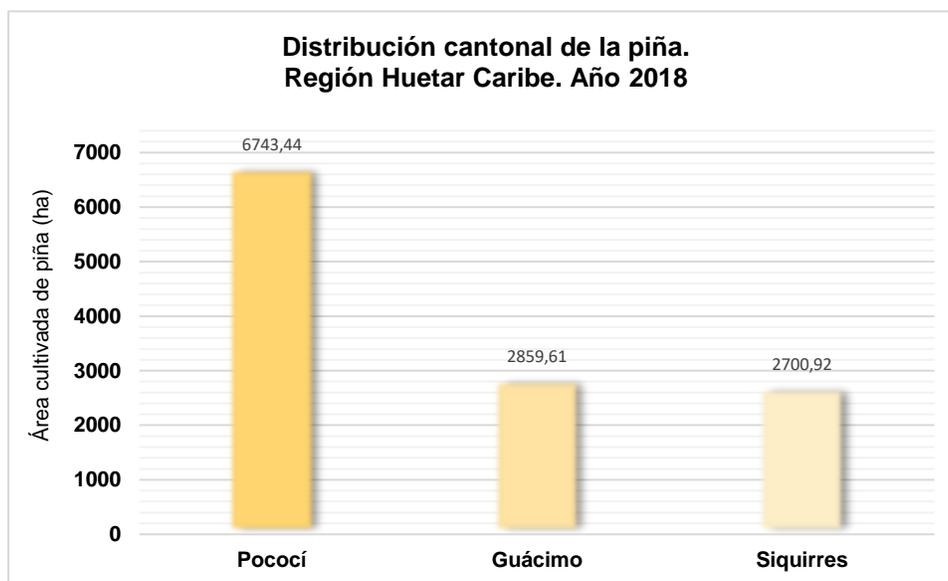


Figura 20: Distribución cantonal de la piña. Región Huetar Caribe. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

A escala distrital, los distritos de La Rita, Roxana y Duacaré concentran alrededor del 58% del área total con superficies cultivadas de 2.984,90 ha, 2.549,23 ha y 1.678,80 ha, en ese mismo orden.

Como parte de los valores intermedios entre las 520 ha y 840 ha, se encuentran: Río Jiménez, Alegría, Germania, Guácimo, Pacuarito, Cairo y Jiménez, citados en orden ascendente.

Contrariamente, como se observa en la **figura 21**, los distritos con menos hectáreas destinadas a la producción de piña corresponden a Cariari con 358,58 ha, Florida con 92,57 ha y Colorado con 14,53 ha.

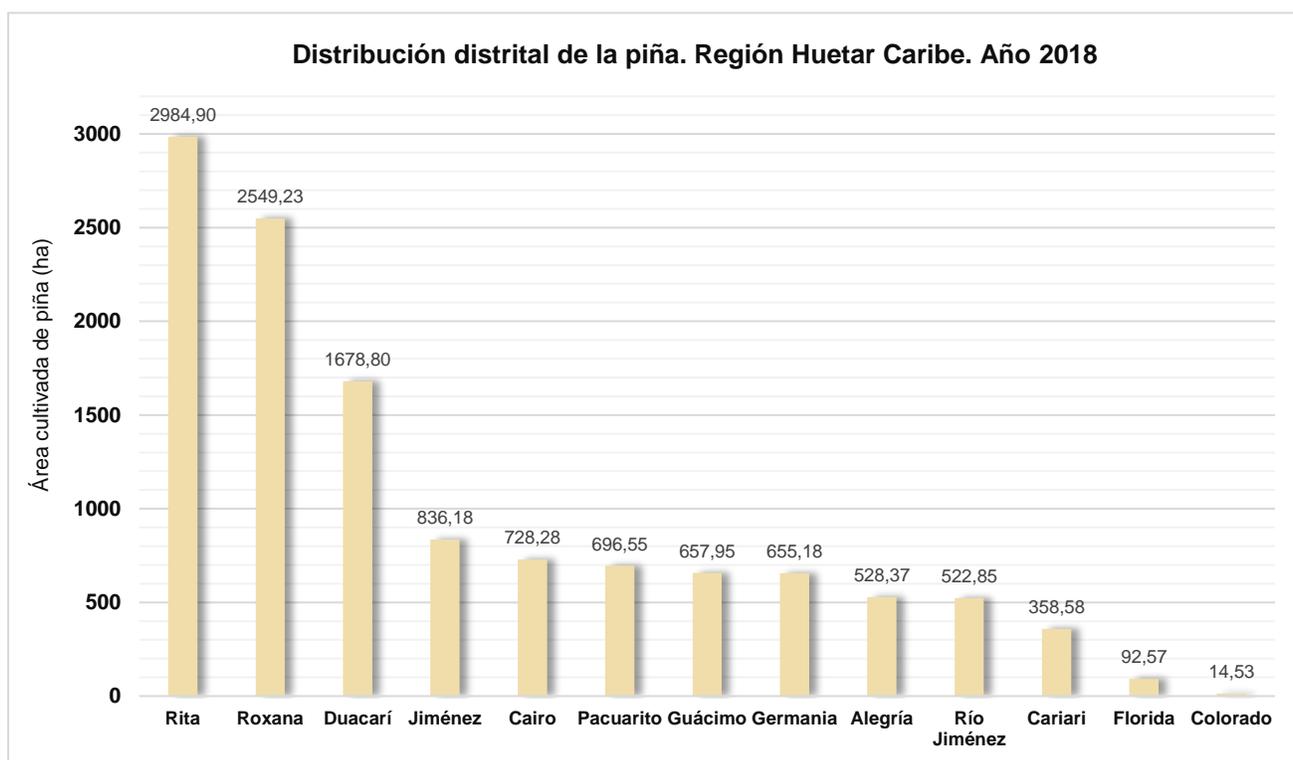


Figura 21: Distribución distrital de la piña. Región Huetar Caribe. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

A continuación, en la **figura 22**, se muestra la distribución de la piña en la región descrita.

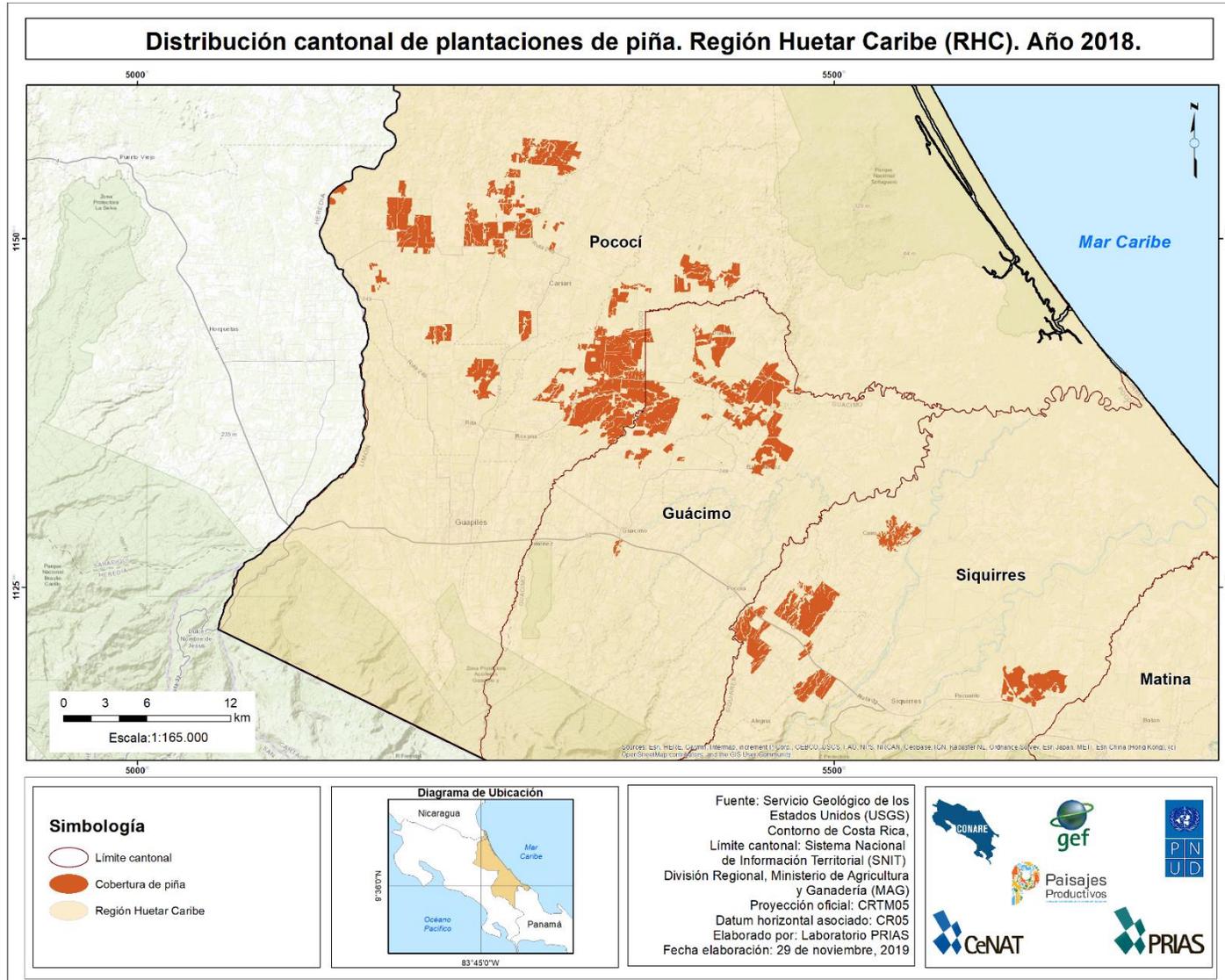


Figura 22: Mapa Distribución cantonal de plantaciones de piña. Región Huetar Caribe. Año 2018.

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, Brunka, Boruca, Pilas, Colinas, y Chánguena, (MIDEPLAN, 2006), pero sólo los primeros cinco utilizan parte de su área para el cultivo de piña.

En el caso de Pérez Zeledón (integrado por doce distritos), las plantaciones de piña han sido observadas principalmente en los distritos de Cajón y San Pedro, sin embargo, tras la actualización de la capa de piña 2018, se adicionan a esta lista los distritos de Pejibaye y La Amistad donde fueron identificados nuevos paisajes productivos.

La Región Brunca se coloca como una de las regiones piñeras de mayor tradición en el país; actualmente dicho cultivo se incluye como parte de diferentes planes cantonales, por ejemplo, el Plan de Desarrollo Rural del Territorio de Pérez Zeledón 2016-2021 realizado por el INDER, en el cual se plantea la instalación de una planta procesadora de piña como parte de las posibles estrategias de producción agropecuaria y de desarrollo económico para el cantón (INDER, 2016).

Asimismo, dentro del Capítulo III (artículo 3) del Plan Regulador de Buenos Aires, se define una Zona Agrícola Industrial (ZAI) para el desarrollo intensivo de cultivos, entre ellos la piña; al respecto se cita que:

“El propósito de la zona es permitir el cultivo intensivo de la piña y otros cultivos que son determinantes para el desarrollo de la zona del cantón de Buenos Aires, definiendo las áreas de extensión agrícolas, de acuerdo a las necesidades de expansión del cultivo de los mismos.” (Municipalidad de Buenos Aires de Puntarenas, 2004).

La importancia de la piña para la región puede analizarse también en términos de área total; en la **figura 23** se muestra la cantidad de hectáreas cultivadas con piña, para los cantones de la Región Brunca durante el año 2018, nótese como el cantón de Buenos Aires se mantiene liderando la producción de piña en la región con un 85% del área total (es decir, 7.056,38 ha), mientras que el 15% restante (1.246,83 ha) se distribuye a lo largo del cantón de Pérez Zeledón.

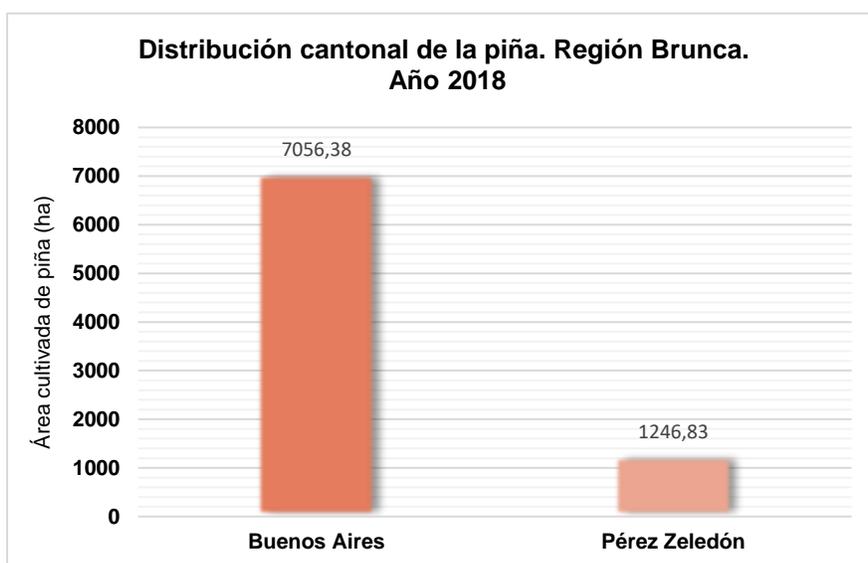


Figura 23: Distribución cantonal de la piña. Región Brunca. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

En cuanto a la distribución por distrito (**Figura 24**) los tres primeros lugares son ocupados por: Volcán, Brunka y Buenos Aires con áreas de 2.792,81 ha, 1.586,36 ha y 1.330,23 ha, respectivamente. Como valores intermedios, entre las 450 ha y 860 ha, se colocan los distritos de Potrero Grande, Cajón, Biolley y San Pedro. Finalmente, se posicionan los distritos de La Amistad y Pejibaye con 20,38 ha y 2,61 ha, sectores donde fueron localizadas nuevas áreas de cultivo como parte del proceso de actualización de la capa de piña 2018.

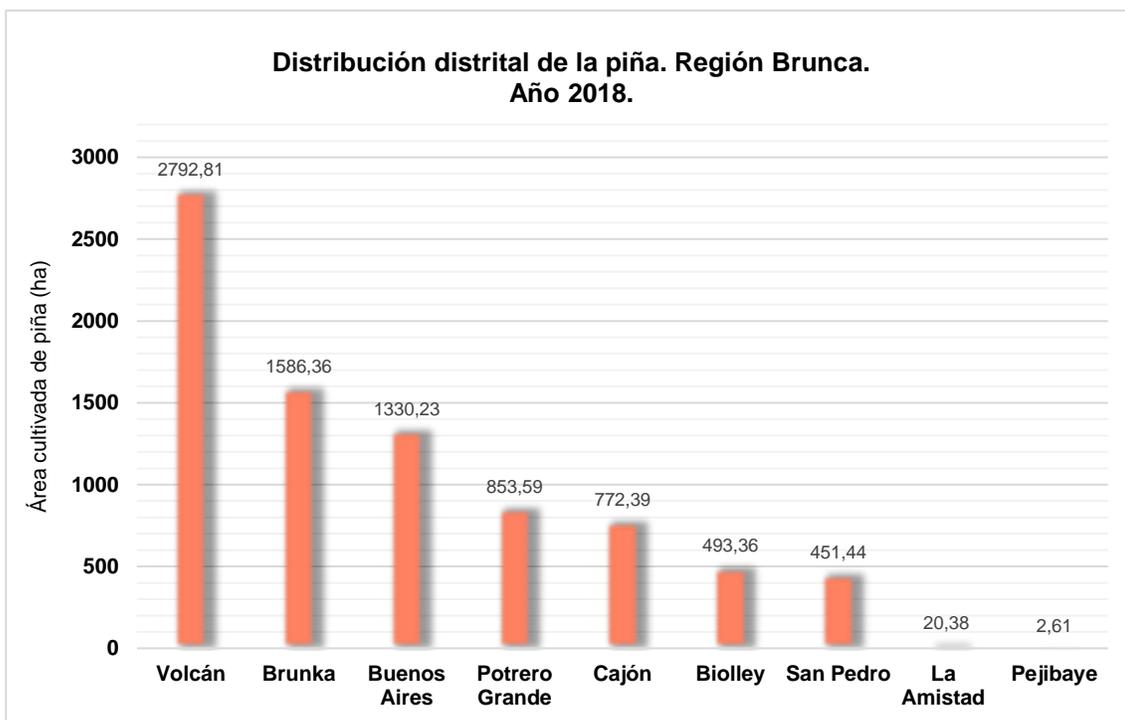


Figura 24: Distribución distrital de la piña. Región Brunca. Año 2018.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

En la **figura 25**, se ilustra la distribución espacial de las áreas piñeras dentro de la Región Brunca para el año 2018.

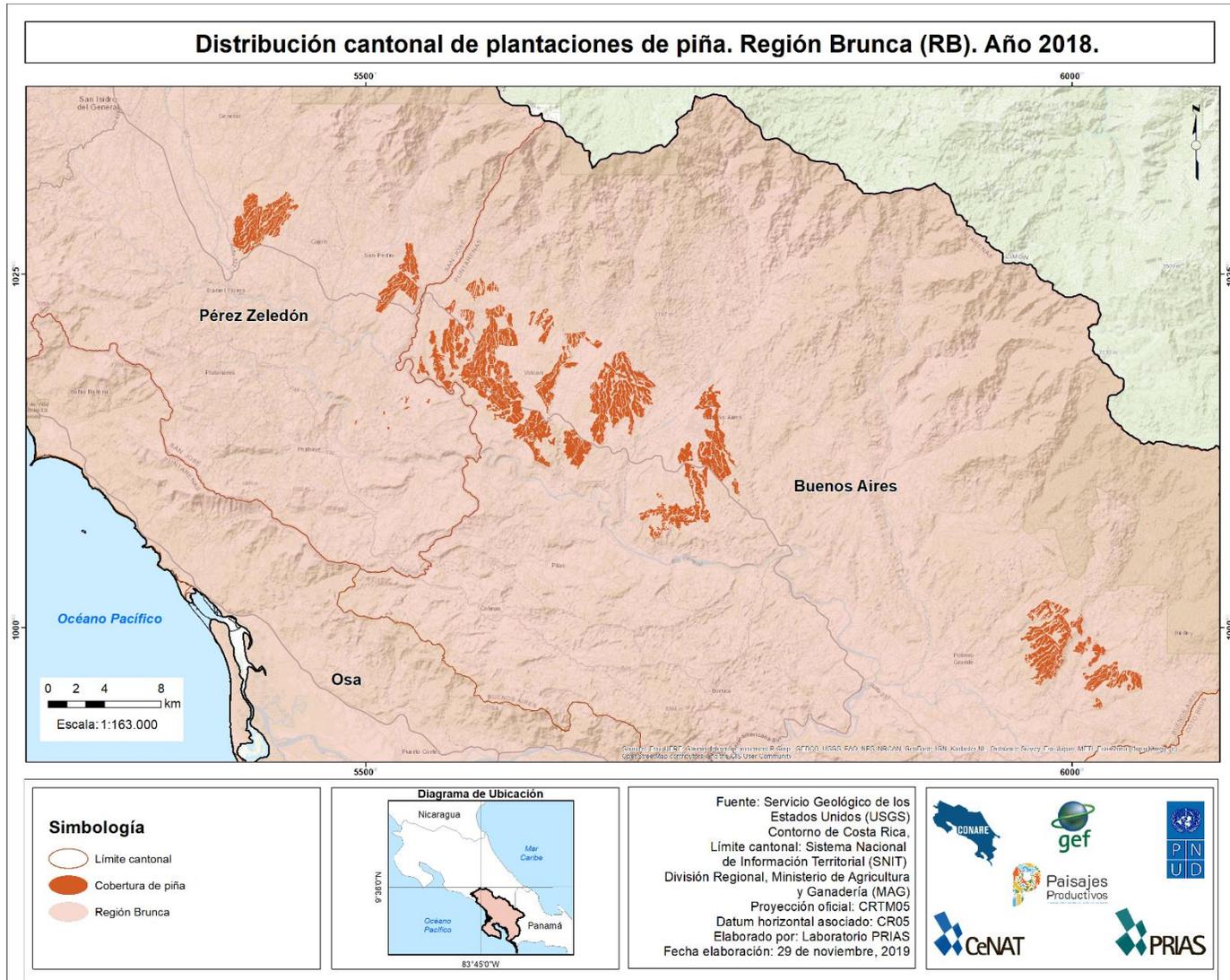


Figura 25: Mapa Distribución cantonal de plantaciones de piña. Región Brunca (RB). Año

V. CONCLUSIONES

- Como parte del monitoreo de piña del año 2018 se contabilizaron un total de **65.670,68 ha** destinadas al desarrollo de este cultivo, cifra que representa el 1,29% del territorio nacional.
- Existe una diferencia de **595,33 ha** entre la cantidad de superficie de piña monitoreada en el 2017 (**66.266,01 ha**) y la encontrada como parte de la actualización 2018 (**65.670,68 ha**), lo anterior como resultado no de una reducción en la cantidad de área sembrada, si no del proceso de depuración que fue realizado sobre la línea base del 2017, lo que permitió eliminar de forma parcial, caminos principales.
- Los datos obtenidos demuestran la existencia de **1.593,05 ha nuevas** de piña en el 2018, las cuales se encuentran distribuidas de la siguiente forma: **Región Brunca: 161,60 ha, Región Huetar Caribe: 147,77 ha y Región Huetar Norte: 1.283,68 ha.**
- Las **65.670,68 ha** de piña se distribuyen en cuatro regiones de planificación definidas por MIDEPLAN: **Región Huetar Norte, Región Pacífico Central, Región Huetar Caribe y Región Brunca.**
- La Región Huetar Norte contiene **44.193,75 ha** (67,30%), la Región Huetar Caribe **12.303,66 ha** (18,74%), la Región Brunca **8.303,22 ha** (12,64%) y la Región Pacífico Central **870,05 ha** (1,32%).
- La **Región Pacífico Central** no presentó variaciones en la superficie cultivada de piña entre el año 2017 y 2018; 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 **18.416,49 ha**, el segundo lugar lo ocupa el cantón de **Los Chiles** con **8.469,30 ha**, seguido por **Sarapiquí** con **6.202,50 ha** y **Río Cuarto** con **5.699,97 ha.**

- Los cantones con menos territorios destinados a la producción de piña en la **Región Huetar Norte** corresponden a: **Upala, Guatuso y Alajuela** con **3.610,61 ha, 1.664,83 ha y 129,69 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 Santa Isabel de Río Cuarto con extensiones totales de piña de **7.509,53 ha, 4.798,99 ha y 4.160,95 ha**, en ese mismo orden.
- En la **Región Huetar Caribe** el primer lugar en concentración del cultivo, es ocupado por el cantón de **Pococí** que cuenta con aproximadamente **6.743,44 ha**, seguido por **Guácimo** con **2.859,61 ha** y finalmente por **Siquirres** con **2.700,92 ha**.
- A escala distrital, las áreas ocupadas por el cultivo de piña en la **Región Huetar Caribe** se distribuyen de la siguiente manera: **La Rita (2.984,90 ha), Roxana (2.549,23 ha) y Duacaré (1.678,80 ha)**. El resto de los distritos no superan las 850,00 ha.
- En la **Región Brunca**, se identificaron cultivos de piña únicamente en los cantones de **Buenos Aires** con **7.056,38 ha** y **Pérez Zeledón** con **1.246,83 ha**.
- El distrito de **Volcán** es el más representativo de la región con **2.792,81 ha**, seguido por **Brunca** con **1.586,36 ha**, y **Buenos Aires** con **1.330,23 ha**; por su parte, los distritos de Potrero Grande, Cajón, Biolley y San Pedro representan los **valores intermedios** con áreas aproximadas entre las 450 ha y 860 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 22,99 ha; estos distritos son parte de las áreas nuevas de piña identificadas como parte del proceso de actualización 2018.

- En Costa Rica, los cantones con **mayor área** de piña son: **San Carlos (18.416,49 ha)**, **Los Chiles (8.469,30 ha)** y **Buenos Aires (7.056,38 ha)**; contrariamente, los que poseen **menor área** corresponden a: **Pérez Zeledón (1.246,83 ha)**, **Puntarenas (870,05 ha)** y **Alajuela (126,69 ha)**.
- A nivel nacional, los distritos con mayor área de piña son: **Pital (7.509,53 ha)**, **Cutris (4.798,99 ha)** y **Santa Isabel (4.160,95 ha)** y entre los de menor área se encuentran: **La Amistad (20,38 ha)**, **Colorado (14,53 ha)** y **Pejibaye (2,61 ha)**.
- Para Costa Rica, en términos de cobertura (**relación área cultivada vs área total del cantón**), el cantón de **Río Cuarto** ocupa la primera posición ya que un **22,36%** de su territorio está integrado por plantaciones de piña. A escala distrital, **Santa Isabel** (en el cantón de Río Cuarto) es el distrito más importante con un porcentaje de cobertura de **39,38%**.



VI. 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/>
- _Behera, M. D., Gupta, A.K., Barik, Das, P. y Panda, R.M (2018) *Use of satellite sensing as a monitoring tool for land and water resources development activities in a Indian tropical site*. *Environ Monit Assess*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6770-8>
- _Cámara Nacional de Productores de Piña [CANAPEP] (2018) *Estadísticas de exportación*. Recuperado de: <https://canapep.com/estadisticas/>
- _Central America Data (2019) *Cultivos en Centroamérica: Principales cifras en 2018*. Recuperado de: https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Cultivos_Principales_cifras_en_2018



_Central America Data (2019) *Piña: Exportaciones siguen al alza*. Recuperado de: <https://centralamericadata.com/es/product/inteligenciaComercialReporte/8411513>

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

_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>

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

_Instituto de Desarrollo Rural [INDER] (2016) *Plan de Desarrollo Rural del Territorio: Pérez Zeledón. 2016-2021*. Recuperado de: <https://www.inder.go.cr/perez-zeledon/PDRT-Perez-Zeledon.pdf>

_Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] (2018) *Costa Rica en cifras: 2018*. Recuperado de: <http://inec.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/recostaricaencifras2018.pdf>

_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. y 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) *Caracterización y plan de acción para el desarrollo de la agrocadena de piña en la Región Huetar Norte*. Recuperado de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/ac-pina-rhn-2007.pdf>
- _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 Caribe: Plan de Desarrollo 2030*. Recuperado de: <https://documentos.mideplan.go.cr/share/s/IBwbYuYBSyCO4A3u7WvgWA>
- _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>
- _Ministerio de Salud (2017) *Costa Rica ratifica acciones para promover producción y comercio responsable de piña*. Recuperado de: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/noticias/noticias-2017/1188-costarica-ratifica-acciones-para-promover-produccion-y-comercio-responsable-de-pina>
- _Municipalidad de Buenos Aires de Puntarenas (2004) *Plan Regulador de la ciudad de Buenos Aires*. Recuperado de: <http://www.pvolcan.odd.ucr.ac.cr/?extra=support-center>



- _ Obando, A (2017). *El Estado detrás de la piña: el desarrollo de los monocultivos de exportación en la Región Huetar Norte de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica (UCR) San José, CR. 33 p.

- _ Poder Ejecutivo (1978). *Reforma División Regional del Territorio de Costa Rica, para los efectos de investigación y planificación del desarrollo socioeconómico*. Recuperado de: <http://www.mag.go.cr/legislacion/1979/de-9501.pdf>

- _ 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>

- _ REDILACG (s.f) *La cadena de piña*. Recuperado de: <http://www.redilacg.org/pina-cr>

- _ Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria [SEPSA] (2019) *Informe Comercio Exterior del Sector Agropecuario 2017-2018*. Recuperado de: http://www.sepsa.go.cr/docs/2019-004-Comercio_Exterior_Sector_Agropecuario_2017-2018.pdf

- _ Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria [SEPSA] (2019) *Informe de Gestión del Sector Agropecuario, Pesquero y Rural Mayo 2018 – Abril 2019*. Recuperado de: http://www.sepsa.go.cr/docs/2019-006-Informe_Gestion_SectorAgro_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.

ANEXOS

Anexo 1:

Cuadro 9: Desglose de las hectáreas cultivadas de piña en los cantones y distritos por cada región de estudio. Año 2018.

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	159267,24	3610,61	2,27	Yolillal	13962,21	1662,64	11,91	4,51
					Upala	14864,67	1504,41	10,12	
					Canalete	10645,16	443,55	4,17	
	Guatuso	75284,25	1664,83	2,21	San Rafael	30400,29	744,17	2,45	
					Katira	11439,92	635,94	5,56	
	Los Chiles	133271,22	8469,30	6,35	Buenavista	15086,47	284,71	1,89	
					Los Chiles	50360,73	4025,53	7,99	
	San Carlos	335231,60	18416,49	5,49	El Amparo	31288,62	3511,66	11,22	
Caño Negro					30126,63	536,11	1,78		
San Jorge					21495,22	394,99	1,84		
Pocosol					66059,29	2059,37	3,12		
La Fortuna					22958,87	94,08	0,41		
Rio Cuarto	25489,16	5699,97	22,36	Cutris	84918,91	4798,99	5,65		
				Florencia	19965,81	252,72	1,27		
				Pital	37927,36	7509,53	19,80		
				Aguas Zarcas	18569,82	2810,61	15,14		
Sarapiquí	214437,21	6202,50	2,89	Venecia	13253,13	891,08	6,72		
				Santa Isabel	10408,52	4160,95	39,98		
				Santa Rita	5318,51	1188,48	22,35		
Alajuela	39161,96	129,69	0,33	Rio Cuarto	9762,12	350,53	3,59		
				La Virgen	51419,53	2426,57	4,72		
Área total cubierta por piña						44193,21			
Huetar Caribe	Siquirres	85514,59	2700,92	3,16	Alegria	3804,72	528,37	13,89	1,34
					Cairo	10696,14	728,28	6,81	
					Florida	8192,99	92,57	1,13	
					Germania	3396,43	655,18	19,29	
Guácimo	58104,97	2859,61	4,92	Pacuarito	22002,37	696,55	3,17		
				Duacaré	8111,73	1678,80	20,70		
				Guácimo	22379,40	657,95	2,94		
Pococi	240876,60	6743,44	2,80	Rio Jiménez	11319,90	522,85	4,62		
				Colorado	115844,58	14,53	0,01		
				La Rita	50373,56	2984,90	5,93		
				Cariari	20102,61	358,58	1,78		
				Roxana	17678,67	2549,23	14,42		
Área total cubierta por piña						12303,97			
Brunca	Pérez Zeledón	190108,22	1246,83	0,66	Cajón	11862,90	772,39	6,51	0,87
					San Pedro	20612,44	451,44	2,19	
					Pejibaye	14117,69	2,61	0,02	
					La Amistad	7629,27	20,38	0,27	
Buenos Aires	238293,97	7056,38	2,96	Brunca	16376,72	1586,36	9,69		
				Biolley	20827,01	493,36	2,37		
				Buenos Aires	55482,89	1330,23	2,40		
				Potrero Grande	62669,82	853,59	1,36		
Área total cubierta por piña						8303,17			
Pacífico Central	Puntarenas	183744,27	870,05	0,47	Pitahaya	10955,24	870,05	7,94	0,22

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Anexo 2: Desglose de resultados de validación según región. Año 2018.

Cuadro 10: Parámetros generales de validación

Detalle	Valor
Nivel de probabilidad	95,00%
Valor de alfa	5,00%
Valor de alfa medios	2,50%
Valor de z	1,96

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

a. Región Huetar Norte (RHN)

Cuadro 11: Resultados tamaño de muestra, RHN. Año 2018.

Clase	Área (ha)	Porcentaje de la clase	Tamaño de la muestra
Piña	44.193,75	4,51%	66
No piña	935.086,33	95,49%	66
Total	979.280,08	100,00%	132

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Cuadro 12: Matriz de confusión, RHN. Año 2018.

Etiquetas de fila	Etiquetas de columna		
	Piña	No piña	Total general
Piña	65	1	66
No piña	0	66	66
Total general	66	66	132

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Cuadro 13: Cálculo del estadístico Kappa, RHN. Año 2018.

N	132
N²	17.424
xii	131
(xi+ * x+i)	8.712
Khat	0,98
Exactitud del Productor	
No piña	100,00
Piña	98,48
Exactitud del Usuario	
No piña	100,00
Piña	98,48
Exactitud Total	99
Error global	1

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

a. Región Huetar Caribe (RHC)

Cuadro 14: Resultados tamaño de muestra, RHC. Año 2018.

Clase	Área (ha)	Porcentaje de la clase	Tamaño de la muestra	Tamaño muestra ajustado
Piña	12.303,66	1,34%	20	30
No piña	905.526,05	98,66%	20	30
Total	917.829,71	100,00%	40	60

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Cuadro 15: Matriz de confusión, RHC. Año 2018.

Etiquetas de fila	Etiquetas de columna		
	Piña	No piña	Total general
Piña	28	2	30
No piña	0	30	30
Total general	28	32	60

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Cuadro 16: Cálculo del estadístico Kappa, RHC. Año 2018.

N	60
N²	3.600
xii	58
(xi+ * x+i)	1.800
Khat	0,93
Exactitud del Productor	
No piña	100,00
Piña	93,75
Exactitud del Usuario	
No piña	100,00
Piña	93,33
Exactitud Total	97
Error global	3

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

a. Región Brunca (RB)

Cuadro 17: Resultados tamaño de muestra, RB. Año 2018.

Clase	Área (ha)	Porcentaje de la clase	Tamaño de la muestra	Tamaño muestra ajustado
Piña	8.303,22	0,87%	13	30
No piña	940.909,59	99,13%	13	30
Total	949212,81	100,00%	26	60

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Cuadro 18: Matriz de confusión, RB. Año 2018.

Etiquetas de fila	Etiquetas de columna		
	Piña	No piña	Total general
Piña	29	1	30
No piña	0	30	30
Total general	29	31	60

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Cuadro 19: Cálculo del estadístico Kappa, RB. Año 2018.

N	60
N²	3.600
xii	59
(xi+ * x+i)	1.800
Khat	0,97
Exactitud del Productor	
No piña	100,00
Piña	96,77
Exactitud del Usuario	
No piña	100,00
Piña	96,67
Exactitud Total	98
Error global	2

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

a. Región Pacífico Central (RPC)

Cuadro 20: Resultados tamaño de muestra, RPC. Año 2018.

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

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Cuadro 21: Matriz de confusión, RPC. Año 2018.

Etiquetas de fila	Etiquetas de columna		
	Piña	No piña	Total general
Piña	29	1	30
No piña	0	30	30
Total general	29	31	60

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Cuadro 22: Cálculo del estadístico Kappa, RPC. Año 2018.

N	60
N²	3.600
xii	59
(xi+ * x+i)	1.800
Khat	0,97
Exactitud del Productor	
No piña	100,00
Piña	96,77
Exactitud del Usuario	
No piña	100,00
Piña	96,67
Exactitud Total	98
Error global	2

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2019.

Exactitud promedio de la capa: 98%

Error promedio de la capa: 2%

Estadístico Kappa promedio: 0,96