

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

**Informe: Monitoreo del estado de la palma aceitera 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 palma aceitera en Costa Rica para el año 2019.**

---

## **Autores:**

Yerlin Vargas Solano  
Christian Vargas Bolaños  
Cornelia Miller Granados

## **Revisión y aprobación:**

Cornelia Miller Granados, Directora Laboratorio PRIAS.

Francini Acuña Piedra, Geógrafa PNUD.

Marzo 2021. San José, Costa Rica.

Informe técnico presentado al PNUD dentro del marco del MOCUPP

633  
V297i

Vargas Solano, Yerlin

Informe : monitoreo del estado de la palma aceitera en Costa Rica para el año 2019 / Yerlin Vargas Solano, Christian Vargas Bolaños, Cornelia Miller Granados – Datos electrónicos (1 archivo : 7.800 kb). -- San José, C.R. : CONARE - CENAT, 2021.

ISBN 978-9977-77-422-0  
Formato pdf, 103 páginas.

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





## ***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 6)

## INDICE DE CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTADO DE PALABRAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTADO DE ACRÓNIMOS.....</b>	<b>XI</b>
<b>RESEÑA PROYECTO MOCUPP .....</b>	<b>1</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>I INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>II CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
2.1. <i>Cumplimiento de objetivo general .....</i>	<i>7</i>
2.2. <i>Cumplimiento de objetivos específicos.....</i>	<i>7</i>
<b>III METODOLOGÍA .....</b>	<b>8</b>
3.1. <i>Diagrama de flujo del proceso metodológico.....</i>	<i>8</i>
3.2. <i>Descripción del área de estudio .....</i>	<i>8</i>
3.3. <i>Selección y descarga de imágenes .....</i>	<i>9</i>
3.4. <i>Pre-procesamiento de las imágenes .....</i>	<i>12</i>
<input type="checkbox"/> <i>Creación de máscaras de nubes y sombras de nubes:.....</i>	<i>12</i>
<input type="checkbox"/> <i>Corrección atmosférica de las imágenes:.....</i>	<i>13</i>
<input type="checkbox"/> <i>Unión de bandas espectrales: .....</i>	<i>13</i>
<input type="checkbox"/> <i>Extracción de máscaras de nubes y sombras de nubes: .....</i>	<i>14</i>
<input type="checkbox"/> <i>Creación del mosaico para el año 2019: .....</i>	<i>14</i>
3.5. <i>Levantamiento de información primaria en campo (puntos de control).....</i>	<i>15</i>
<input type="checkbox"/> <i>Delimitación de áreas para el levantamiento de la información de campo:.....</i>	<i>16</i>
<input type="checkbox"/> <i>Planificación de las rutas para el levantamiento de la información: .....</i>	<i>16</i>
<input type="checkbox"/> <i>Planificación del despliegue de la gira de campo:.....</i>	<i>17</i>
<input type="checkbox"/> <i>Levantamiento de la información de campo: .....</i>	<i>17</i>
<input type="checkbox"/> <i>Procesamiento de los datos colectados: .....</i>	<i>18</i>
3.6. <i>Levantamiento virtual de información primaria .....</i>	<i>18</i>
3.7. <i>Interpretación y digitalización de áreas de palma aceitera .....</i>	<i>21</i>
3.8. <i>Validación del procesamiento de la información .....</i>	<i>23</i>
<input type="checkbox"/> <i>Definición del tamaño de la muestra: .....</i>	<i>23</i>

<input type="checkbox"/>	Determinación del área total de las clases Palma y Otros Usos: .....	24
<input type="checkbox"/>	Cálculo de la muestra: .....	24
<input type="checkbox"/>	Generación de puntos aleatorios: .....	24
<input type="checkbox"/>	Análisis de puntos de muestrales: .....	25
<input type="checkbox"/>	Generación de la matriz de confusión: .....	25
<input type="checkbox"/>	Estadístico Kappa: .....	25
IV	CONTEXTO SOCIOECONÓMICO DE LA PALMA ACEITERA EN COSTA RICA...	26
V	RESULTADOS GENERALES .....	34
5.1.	<i>Distribución del área total de Palma Aceitera 2019, según región, cantón y distrito</i>	34
5.2.	<i>Porcentaje de cobertura de Palma Aceitera 2019, según región, cantón y distrito</i>	37
5.3.	<i>Comparación del Área Total del Paisaje Productivo de Palma Aceitera, para los años 2018-2019</i> .....	39
5.4.	<i>Resultados generales de la validación</i> .....	41
VI	RESULTADOS REGIONALES .....	43
6.1.	<i>Región Brunca</i> .....	43
6.2.	<i>Región Pacífico Central</i> .....	48
6.3.	<i>Región Huetar Caribe</i> .....	53
6.4.	<i>Región Huetar Norte</i> .....	57
6.5.	<i>Región Central</i> .....	62
VII	CONCLUSIONES .....	67
VIII	BIBLIOGRAFÍA .....	71
IX	ANEXOS .....	78
	<i>Anexo 1. Ubicación por cuadrantes de las imágenes del sensor remoto Sentinel 2 en Costa Rica</i> .....	78
	<i>Anexo 2. Parámetros utilizados por el proyecto MOCUPP para la creación de máscaras de nubes por medio del algoritmo FMask</i> .....	79
	<i>Anexo 3. Parámetros utilizados por el proyecto MOCUPP para la corrección atmosférica de las imágenes Sentinel 2 por medio de la herramienta Sen2Cor del programa SNAP</i> .....	79
	<i>Anexo 4. Resultados del proceso de validación de la cobertura vectorial de palma aceitera, por región. Año 2019</i> .....	80
<input type="checkbox"/>	Región Brunca (RB) .....	80



<input type="checkbox"/>	Región Pacífico Central (RPC).....	81
<input type="checkbox"/>	Región Huetar Caribe (RHC).....	82
<input type="checkbox"/>	Región Huetar Norte (RHN).....	83
<input type="checkbox"/>	Región Central (RC).....	84

<i>Anexo 5. Desglose de las hectáreas cultivadas de palma aceitera en los cantones y distritos por cada región de estudio. Año 2019.</i> .....	85
--	----

<i>Anexo 6. Colaboradores del Proyecto MOCUPP. Año 2020.</i> .....	87
--	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo del proceso metodológico para la cobertura vectorial de palma aceitera. Año 2019.....	8
<b>Figura 2.</b> Regiones de estudio para el paisaje productivo de palma aceitera en Costa Rica. Año 2019. ....	9
<b>Figura 3.</b> Ejemplos de imágenes sin corrección atmosférica <b>(A)</b> y con corrección atmosférica <b>(B)</b> . ....	13
<b>Figura 4.</b> Creación de archivo TIFF por medio de la unión de bandas.....	14
<b>Figura 5.</b> Mosaico de imágenes Sentinel 2 sin nubes creado para el año 2019. ....	15
<b>Figura 6.</b> Flujo de trabajo para el levantamiento de información de campo dentro del MOCUPP. ....	15
<b>Figura 7.</b> Plantilla utilizada para la recolección de datos por medio de la metodología de giras virtuales.....	19
<b>Figura 8.</b> Puntos de control tomados en giras de campo y virtuales para la actualización de la capa del paisaje productivo de palma aceitera para el año 2019.....	20
<b>Figura 9.</b> Visualización de un área de palma con los tres insumos utilizados para la capa 2019. Sentinel 2 (A), Planet Scope (B), Google Earth (C).....	22
<b>Figura 10.</b> Ejemplo del mejoramiento aplicado en los polígonos del monitoreo de palma del año 2019.....	23
<b>Figura 11.</b> Crecimiento del cultivo de palma aceitera en el Pacífico Central y Sur de Costa Rica.....	27
<b>Figura 12.</b> Variación en el precio internacional del aceite de palma aceitera en el periodo 2010-2019.....	29
<b>Figura 13.</b> Comportamiento de la palma aceitera en Costa Rica en el periodo del 2004 al 2019.....	29
<b>Figura 14.</b> Evolución de las exportaciones de palma aceitera en el periodo del 2015 al 2019 (Mill. US\$).....	30
<b>Figura 15.</b> Principales productos exportados hacia el mundo. Año 2019.....	30
<b>Figura 16.</b> Comparación en la distribución de las exportaciones según principales destinos 2018-2019.....	33
<b>Figura 17.</b> Distribución del paisaje productivo de palma aceitera según región. Año 2019, MOCUPP.....	34
<b>Figura 18.</b> Cantones con mayor área cultivada de palma aceitera. Año 2019. ....	35



<b>Figura 19.</b> Cantones con menor área cultivada de palma aceitera. Año 2019. ....	36
<b>Figura 20.</b> Distritos con mayor área cultivada de palma aceitera. Año 2019.....	36
<b>Figura 21.</b> Distritos con menor área cultivada de palma aceitera. Año 2019. ....	37
<b>Figura 22.</b> Porcentaje de cobertura de palma aceitera según cantón. Año 2019.....	38
<b>Figura 23.</b> Porcentaje de cobertura de palma aceitera según distrito. Año 2019.....	39
<b>Figura 24.</b> Dinámica, por cantón, de palma aceitera para el periodo 2018-2019.....	40
<b>Figura 25.</b> Dinámica, por distrito, de palma aceitera para el periodo 2018-2019. ....	40
<b>Figura 26.</b> Distribución del paisaje productivo de palma aceitera, en las cinco regiones productoras de Costa Rica. Año 2019.....	42
<b>Figura 27:</b> Distribución cantonal de la palma aceitera. Región Brunca. Año 2019.....	44
<b>Figura 28:</b> Distribución distrital de la palma aceitera. Región Brunca. Año 2019.....	46
<b>Figura 29.</b> Distribución cantonal del paisaje productivo de palma aceitera. Región Brunca, año 2019.....	47
<b>Figura 30:</b> Distribución cantonal de la palma aceitera. Región Pacífico Central. Año 2019. ....	50
<b>Figura 31:</b> Distribución distrital de la palma aceitera. Región Pacífico Central. Año 2019. ....	51
<b>Figura 32.</b> Distribución cantonal del paisaje productivo de palma aceitera. Región Pacífico Central, año 2019. ....	52
<b>Fuente:</b> Laboratorio PRIAS, 2021.....	52
<b>Figura 33:</b> Distribución porcentual de los principales cultivos de la Región Huetar Caribe. ....	53
<b>Figura 34:</b> Distribución cantonal de la palma aceitera. Región Huetar Caribe. Año 2019.....	54
<b>Figura 35:</b> Distribución distrital de la palma aceitera. Región Huetar Caribe. Año 2019.....	55
<b>Figura 36.</b> Distribución cantonal del paisaje productivo de palma aceitera. Región Huetar Caribe, año 2019. ....	56
<b>Fuente:</b> Laboratorio PRIAS, 2021.....	56
<b>Figura 37:</b> Extensión en hectáreas por cultivo. Sarapiquí, 1984 y 2014. ....	58
<b>Figura 38:</b> Distribución cantonal de la palma aceitera. Región Huetar Norte. Año 2019. ....	59
<b>Figura 39:</b> Distribución distrital de la palma aceitera. Región Huetar Norte. Año 2019.....	60
<b>Figura 40.</b> Distribución cantonal del paisaje productivo de palma aceitera. Región Huetar Norte, año 2019.....	61
<b>Figura 41:</b> Distribución regional de las agencias del MAG. ....	62
<b>Figura 42:</b> Distribución cantonal de la palma aceitera. Región Central Sur. Año 2019.....	64



Al servicio  
de las personas  
y las naciones

**Figura 43:** Distribución distrital de la palma aceitera. Región Central Sur. Año 2019. ....65

**Figura 44.** Distribución cantonal del paisaje productivo de palma aceitera. Región Central, año 2019.....66



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Evaluación del cumplimiento del objetivo general del proyecto .....	7
<b>Cuadro 2.</b> Evaluación de los objetivos específicos del proyecto .....	7
<b>Cuadro 3.</b> Selección de imágenes del sensor Sentinel 2 para la creación del mosaico 2019. .....	10
<b>Cuadro 4.</b> Recuento de imágenes del sensor Sentinel 2 a utilizar, adicional al mosaico, para la revisión de las regiones Huetar Norte, Huetar Caribe, Pacífico Central, Brunca y Central. Año 2019. ....	11
<b>Cuadro 5.</b> Clasificación de los puntos a utilizar en el levantamiento de la información.....	16
<b>Cuadro 6.</b> Puntos de control por regiones tomados en giras de campo y virtuales para la actualización de la capa del paisaje productivo de palma aceitera al año 2019. ....	20
<b>Cuadro 7.</b> Toneladas exportadas de los principales productos obtenidos de palma aceitera para el periodo del 2015 al 2019. ....	31
<b>Cuadro 8.</b> Valor de las exportaciones de los principales productos exportados en la industria alimentaria 2018-2019 (Miles \$).....	32
<b>Cuadro 9.</b> Valor de las exportaciones de los principales productos exportados de cobertura agropecuaria 2018-2019 (Miles \$).....	32
<b>Cuadro 10.</b> Dinámica del paisaje productivo de palma aceitera para las regiones HC, B y PC, para el periodo 2018-2019, MOCUPP.....	39
<b>Cuadro 11.</b> Evolución del crecimiento del paisaje productivo de palma aceitera en los cantones Parrita y Quepos. Periodo 1950-2007.....	49
<b>Cuadro 12.</b> Matriz de confusión para la Región Brunca. Año 2019.....	80
<b>Cuadro 13.</b> Resultados del cálculo del tamaño de la muestra para la Región Brunca. Año 2019.....	80
<b>Cuadro 14.</b> Cálculo del estadístico Kappa para la Región Brunca. Año 2019.....	80
<b>Cuadro 15.</b> Matriz de confusión para la Región Pacífico Central. Año 2019.....	81
<b>Cuadro 16.</b> Resultados del cálculo del tamaño de la muestra para la Región Pacífico Central. Año 2019.....	81
<b>Cuadro 17.</b> Cálculo del estadístico Kappa para la Región Pacífico Central. Año 2019.....	81
<b>Cuadro 18.</b> Matriz de confusión para la Región Huetar Caribe. Año 2019.....	82
<b>Cuadro 19.</b> Resultados del cálculo del tamaño de la muestra para la Región Huetar Caribe. Año 2019. ....	82
<b>Cuadro 20.</b> Cálculo del estadístico Kappa para la Región Huetar Caribe. Año 2019.....	82



**Cuadro 21.** Matriz de confusión para la Región Huetar Norte. Año 2019.....83

**Cuadro 22.** Resultados del cálculo del tamaño de la muestra para la Región Huetar Norte. Año 2019. ....83

**Cuadro 23.** Cálculo del estadístico Kappa para la Región Huetar Norte. Año 2019. ....83

**Cuadro 24.** Matriz de confusión para la Región Central. Año 2019.....84

**Cuadro 25.** Resultados del cálculo del tamaño de la muestra para la Región Central. Año 2019.....84

**Cuadro 26.** Cálculo del estadístico Kappa para la Región Central. Año 2019. ....84

## LISTADO DE PALABRAS

- **ArcGIS:** Programa licenciado de Sistemas de Información Geográfica (SIG) utilizado para crear mapas, datos geográficos y otros tipos de análisis de un tema de interés en específico.
- **Band Select (Selección de bandas):** Herramienta gratuita facilitada por ESA para la unión de bandas de imágenes multiespectrales a través de la plataforma SNAP.
- **Biodiesel:** Biocarburante líquido de origen biológico (vegetal o animal).
- **Buffer:** Zona de influencia de un área en específico determinada por una distancia establecida.
- **Clip (corte):** Herramienta de geoprocésamiento de ArcGIS que extrae entidades de entrada que se superponen a las entidades del clip.
- **Collect Earth:** Programa gratuito y de código abierto para el monitoreo de la tierra desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- **Earth Explorer:** Plataforma gratuita para la visualización, búsqueda y descarga de imágenes satelitales.
- **Extract by Mask:** Herramienta de geoprocésamiento del programa ArcGIS que permite extraer los píxeles de un ráster, definidos por una máscara de entrada.
- **FMask:** Programa utilizado para la creación de máscaras de nubes, sombras y nieve para imágenes Landsat 4-8 y Sentinel 2.
- **GPX:** Formato estándar para el intercambio y almacenamiento de información de mapas en dispositivos GPS.
- **Landsat-8:** Octavo satélite lanzado por la alianza entre National Aeronautics and Space Administration (NASA) y Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Este sensor capta imágenes de media resolución entre los 30 metros hasta los 100 metros.
- **Mill. US\$:** Millones de dólares estadounidenses
- **Mosaic to new raster (Mosaico a un ráster nuevo):** Herramienta de geoprocésamiento de ArcGIS que crea un mosaico de múltiples ráster en un ráster nuevo.
- **My Maps:** Servicio de Google que permite a los usuarios crear mapas para uso propio.
- **QGis:** Programa de acceso libre de Sistemas de Información Geográfica (SIG) utilizado para crear mapas, datos geográficos y otros tipos de análisis de un tema de interés en específico.

- **Ráster:** Representación gráfica de los elementos de la naturaleza agrupados en celdas (píxeles), esas celdas albergan información como: imágenes satélites, mapas y otros. En conjunto esas celdas conforman una matriz.
- **Reclassify:** Herramienta de geoprocésamiento del programa ArcGIS que permite reclasificar los valores de un ráster basado en una lista resignación que define como reclasificarlos.
- **SCP (Semi-Automatic Classification Plugin/Programa de Clasificación SemiAutomática):** Complemento para la clasificación supervisada de imágenes multiespectrales en QGIS.
- **Script:** Herramienta que se pueden usar para prototipar programas, automatizar tareas repetitivas, hacer procesamiento por lotes e interactuar con el sistema operativo y el usuario.
- **Selección aleatoria dentro de subconjuntos:** Herramienta del programa QGIS que permite seleccionar aleatoriamente los atributos que se encuentran dentro de un subconjunto, o varios, ubicados dentro de una capa vectorial.
- **Sen2Cor:** Herramienta gratuita facilitada por ESA para la corrección atmosférica de imágenes Sentinel-2 a través de la plataforma SNAP.
- **Sentinel 2:** Es uno de los satélites del Programa Copérnico de la Unión Europea, que capta imágenes de mediana resolución entre los 10 metros hasta los 60 metros.
- **Shapefile:** es un formato sencillo y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas.
- **SNAP (Sentinel Application Platform / Plataforma de Aplicación Sentinel):** Programa gratuito que distribuye ESA (European Space Agency) para trabajar con las imágenes de satélites Sentinel.
- **TIFF (Tagged Image File Format / Formato de archivo de imagen etiquetado):** Tipo de formato común en ArcGIS para guardar ráster. Con este formato se pueden agrupar varias imágenes.
- **US\$ (Dólar Estadounidense):** Moneda oficial de los Estados Unidos de América.

## LISTADO DE ACRÓNIMOS

- **CENAGRO:** Censo Nacional Agropecuario
- **CeNAT:** Centro Nacional de Alta Tecnología
- **CENIGA:** Centro Nacional de Información Geoambiental
- **COMEX:** Ministerio de Comercio Exterior
- **CONARE:** Consejo Nacional de Rectores
- **COOPEAGROPAL:** Cooperativa Agroindustrial de Servicios Múltiples de Productores de Palma Aceitera R.L
- **COSAR:** Comité Sectorial Agropecuario Regional
- **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
- **GPS:** Sistema de Posicionamiento Global
- **INFOAGRO:** Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense
- **IGN:** Instituto Geográfico Nacional
- **INDER:** Instituto de Desarrollo Rural
- **INEC:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- **INF:** Inventario Nacional Forestal
- **LULC:** Land Use Land Cover
- **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
- **NASA:** Aeronáutica Nacional y Administración Espacial
- **ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible
- **PEA:** Población Económicamente Activa
- **PNUD:** Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
- **PRIAS:** Laboratorio PRIAS
- **PROCOMER:** Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica
- **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
- **SRC:** Sistema de Referencia de Coordenadas
- **UFCo:** United Fruit Company
- **UMC:** Unidad Mínima Cartografiable
- **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 es 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, facilitará 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, involucra tres entidades principales: el Laboratorio PRIAS del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT), la Dirección del Registro Inmobiliario (DRI) y el Instituto Geográfico Nacional (IGN); 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. Ambos comparten la misma geodatabase y son sistemas que se retroalimentan, pues la información más detallada del MOCUPP puede ser comparada y verificada con los datos a escala nacional generados por el SIMOCUTE (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 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

El inicio de la producción de palma aceitera en Costa Rica surge como una alternativa a los grandes problemas presentados en las plantaciones de banano de la Región Pacífico Central del país, lo que llevó a la United Fruit Company (UFCo) a plantearse la tarea de identificar un cultivo que lograra desarrollarse en dichos terrenos y que aprovechara toda la inversión en infraestructura realizada. Es así como para el año 1944, superado el proceso de ensayo, comienza la siembra de palma aceitera, específicamente en la llanura aluvial Parrita-Quepos de la Región Pacífico Central de Costa Rica (Clare, 2011).

Tras varios años de pruebas y avances en el manejo de las plantaciones, a partir del año 2011 el sector palmero generó una expansión desmedida del cultivo en las diferentes regiones del país (MAG, 2021a). Dicha expansión fue impulsada por los buenos rendimientos logrados, el incentivo gubernamental para la actividad y las favorables variaciones de los precios internacionales, provocadas por la aparición del Biodiesel en el 2010 (Murillo & Ávila, 2011). Sin embargo, afectada por el síndrome de la flecha seca y la caída del precio internacional del aceite en el año 2013, el incremento en la producción de palma aceitera sufrió una recesión para el año 2014, sumergiendo al sector en una fuerte crisis económica de más de cinco años (Soto, 2018).

Actualmente, la palma aceitera se ubica en el puesto número 13 de los principales productos exportados de Costa Rica hacia el mundo, lo que representa un 0,9% del total de las exportaciones (COMEX, 2019). Esto, la posiciona como un producto importante en los ingresos por exportaciones del país, con 95.419 (Miles \$) en el sector agropecuario y 114.595 (Miles \$) en la industria alimentaria para el año 2019 (SEPSA, 2020a).

Bajo la aplicación de la herramienta MOCUPP, y como cumplimiento del objetivo de identificar de manera digital y a bajo costo los principales cultivos del país, el presente informe muestra los resultados obtenidos para el monitoreo del paisaje productivo de palma aceitera, en cinco regiones productoras de Costa Rica, para el año 2019.

A partir de los datos obtenidos se determinó que para el año de estudio Costa Rica cuenta con 73.941,23 ha del paisaje productivo de palma aceitera distribuido en las regiones Brunca, Pacífico Central, Huetar Caribe, Huetar Norte y Central, según su orden de importancia. Donde



con 24.521,72 ha el cantón de Corredores se posiciona como el principal productor del sector, siendo su distrito Laurel el más importante para el país con 9.467 ha.

Finalmente, la cobertura de palma aceitera en formato vectorial 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](http://www.snitcr.go.cr), específicamente en el subnodo “Monitoreo Palma” ubicado en el nodo “CeNAT”.

## I INTRODUCCIÓN

“Desde el año 1949 la Constitución Política de Costa Rica en su artículo 50, fundó los cimientos de nuestra Segunda República sobre la base del crecimiento económico con distribución de la riqueza y de la protección al medio ambiente, principales aristas sobre las que se circunscriben los Objetivos de Desarrollo Sostenible” (MIDEPLAN, 2017). Objetivos de naturaleza integral, universal, transformadora y multidimensional que Costa Rica se comprometió a cumplir por medio de la Agenda 2030, razón por la que desde el año 2018, se alineó el Plan Nacional de Desarrollo y de Inversiones Públicas con los ODS (Cancillería, 2019).

Estos objetivos, por medio de la incorporación de las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental, buscan específicamente con el Objetivo 2: Hambre Cero (PNUD, s.f) orientar a los países hacia una agricultura amigable con el medio ambiente, que garantice la seguridad alimentaria del mundo, promueva ecosistemas saludables y apoye la gestión sostenible de la tierra, el agua y los recursos naturales (PNUD, 2021). Por esta razón, las exportaciones agrícolas de Costa Rica hacia el mundo para el año 2030, deberán ser capaces de demostrar la gestión ambientalmente sostenible aplicada a sus cultivos, reto que corresponderá asumir a los productores nacionales.

Dicho desafío ha promovido, a su vez, la creación del proyecto Monitoreo de Cambio de Uso en Paisajes Productivos (MOCUPP), el cual, impulsado por el PNUD, apoyado por el MINAE e inspirado por los avances tecnológicos actuales, surge como respuesta ante esta necesidad del país de demostrar su manejo integral de los recursos. Por su parte, el MOCUPP permite, además, obtener información de gran valor para la correcta planificación y ejecución de los planes de ordenamiento territorial (Portillo, 2017), información que gracias a las nuevas tecnologías se puede generar a bajo costo por medio de la utilización de sensores remotos, herramientas SIG y teledetección.

Un estudio similar es el realizado en Mérida, Venezuela, dónde se implementó un monitoreo de dos años del cultivo de caña panelera, por medio de la utilización de herramientas SIG y teledetección, el cual mostró como resultados la obtención de una base cartográfica con alta precisión para la superficie de producción, resultados de gran importancia para la zona, ya que, según el autor, superan por más de un 50% los valores reportados por las instituciones del Estado encargadas de recabar dicha información (Guillén-García, Mogollón-Rojo, Dávila-

Albarrán y Boscán-Árraga, 2019).

Otro ejemplo e implementado a mayor escala, es el del Noroeste de Argentina, donde se aplicó el monitoreo de cinco cultivos extensivos por medio de la utilización de sensores remotos y algoritmos de clasificación de imágenes, metodología que permitió, con alta precisión, identificar los cultivos correspondientes en cada una de las cuatro regiones analizadas y obtener el área en hectáreas de cada uno de estos cultivos (Volante et al, 2003).

Para el caso de Costa Rica, MOCUPP se basa en la utilización de imágenes satelitales de los sensores remotos Landsat 8 y Sentinel 2, a través de los cuales y por medio de la implementación de técnicas en teledetección y fotointerpretación, es posible analizar todo el territorio nacional en busca de los paisajes productivos de interés y, además, obtener el área en hectáreas que cada uno de estos representa. Los resultados generados son capas vectoriales con la distribución y extensión de dichos cultivos.

De esta forma, el MOCUPP se posiciona como una herramienta para la planificación territorial del país y como una solución ante la necesidad de los productores de demostrar el manejo sostenible aplicado a sus fincas, para el cumplimiento de los ODS en las exportaciones del año 2030.

Ante este panorama, en el presente informe y como cumplimiento del objetivo de identificar de manera digital y a bajo costo los principales paisajes productivos del país, se muestran los resultados obtenidos para el monitoreo de la palma aceitera en cinco regiones productoras de Costa Rica, para el año 2019, el cual se señala como un seguimiento y actualización de la línea base elaborada para el año 2018.

## II CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

En este apartado se describe el avance del proyecto respecto al objetivo general y específicos; y sus respectivos porcentajes.

### 2.1. Cumplimiento de objetivo general

**Cuadro 1.** Evaluación del cumplimiento del objetivo general del proyecto

<b>Objetivo General</b>		
Identificar de manera digital y a bajo costo, la cobertura total de paisajes productivos de piña, palma aceitera, pastos y cobertura arbórea en el territorio nacional.		% de cumplimiento: <b>100</b>
<b>Resultado Obtenido</b>	<b>Producto</b>	<b>Observaciones</b>
Informe de avance	Cobertura vectorial del paisaje productivo de palma aceitera al año 2019	Se realizó el análisis mediante imágenes de satélite para extraer la información requerida.

### 2.2. Cumplimiento de objetivos específicos

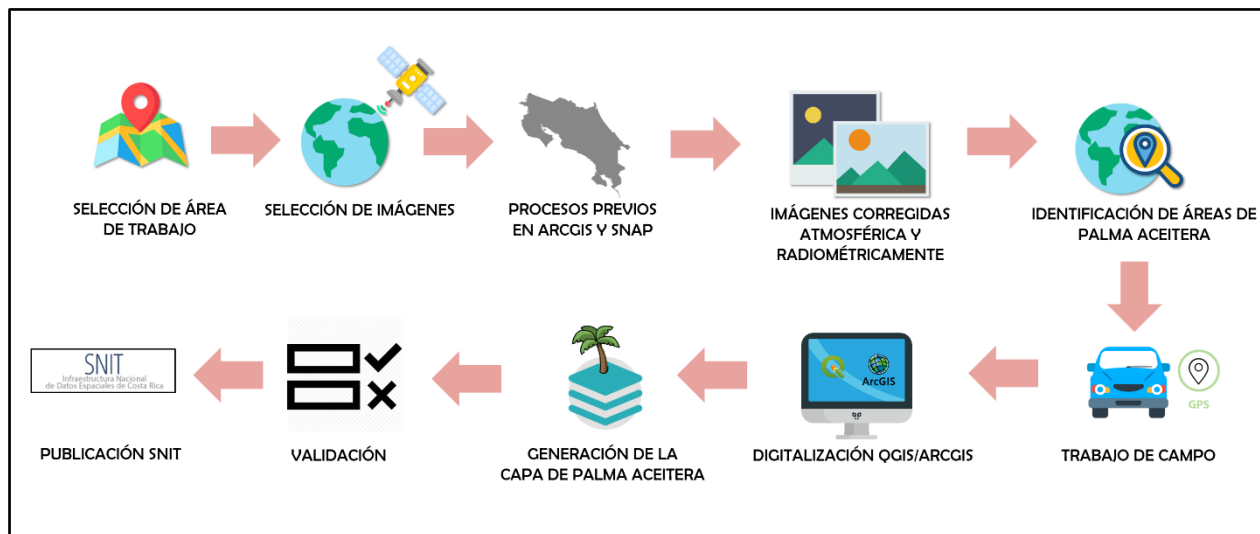
**Cuadro 2.** Evaluación de los objetivos específicos del proyecto

<b>Objetivo Específico 1:</b> Publicar en el SNIT el área del paisaje productivo de palma aceitera para el año 2019		% de cumplimiento: <b>100</b>
<b>Resultado Obtenido</b>	<b>Producto</b>	<b>Observaciones</b>
Informe de avance	Procesamiento de imágenes de satélite, generación de cobertura vectorial, mapas con las distribuciones de palma aceitera en las cinco regiones productoras del país.	Se utilizaron imágenes del año 2019

### III METODOLOGÍA

#### 3.1. Diagrama de flujo del proceso metodológico

La figura 1 muestra el diagrama de flujo del proceso metodológico aplicado para la obtención de la capa de palma aceitera para el año 2019. Los pasos a seguir serán desarrollados a continuación.



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso metodológico para la cobertura vectorial de palma aceitera. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

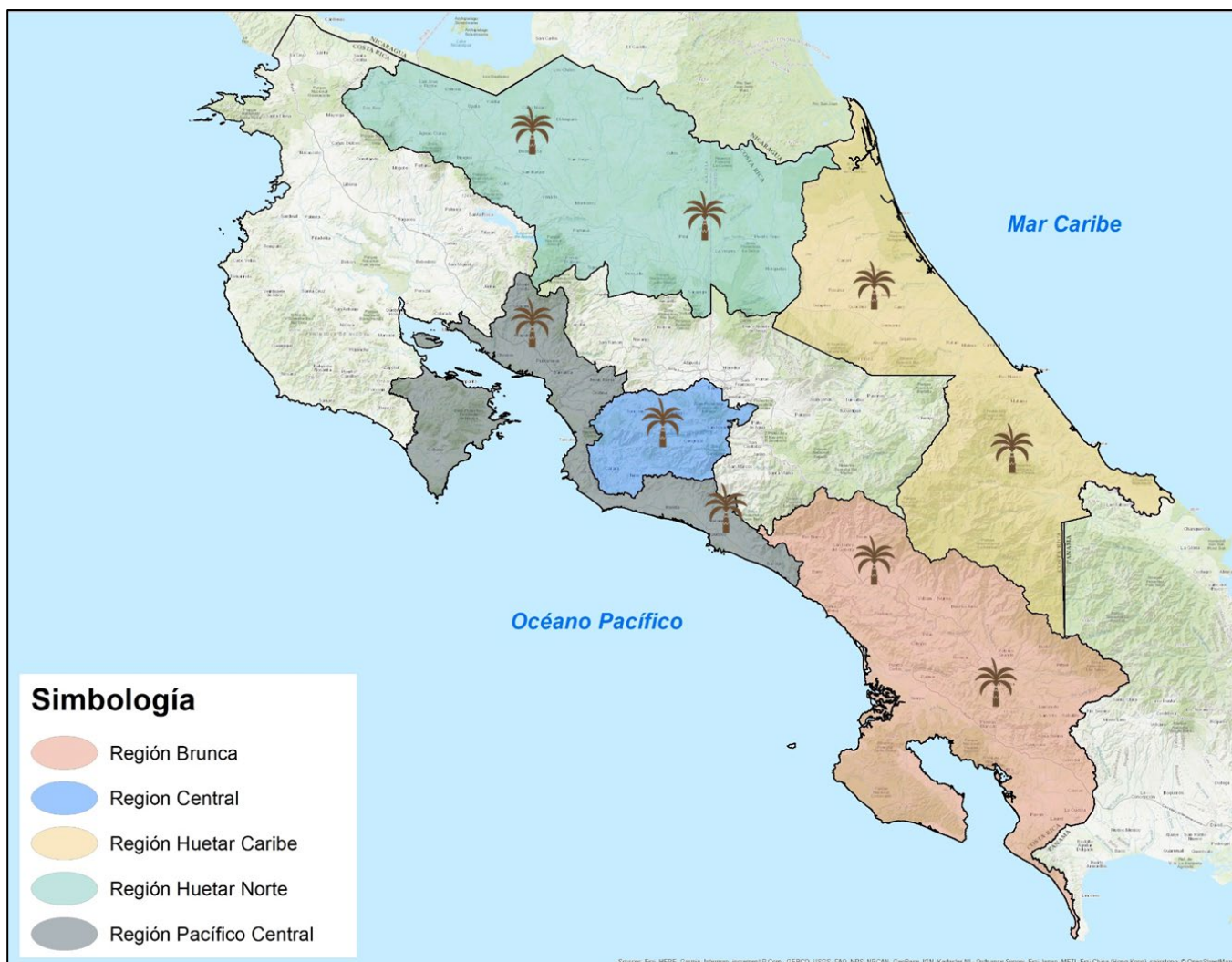
#### 3.2. Descripción del área de estudio

Para la elaboración de la actualización de la cobertura vectorial de palma aceitera para el año 2019 se utilizó la “División Regional del Territorio de Costa Rica” establecida por el MIDEPLAN según 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 (SCIJ, 1985).

Dicha reforma divide el país en un total de seis regiones, de las cuales cinco de ellas se identificaron como productoras de palma aceitera: Región Pacífico Central (RPC), Región Brunca (RB), Región Huetar Caribe (RHC), Región Huetar Norte (RHN) y Región Central (RC), tal como lo muestra la **Figura 2**.



Es importante recalcar que para la capa del año 2018 sólo se analizaron las tres regiones principales para el sector productivo de palma aceitera: RPC, RB y RHC, mientras que la del 2019 contiene tanto la actualización de dichas regiones como la incorporación de las dos faltantes: RHN y RC.



**Figura 2.** Regiones de estudio para el paisaje productivo de palma aceitera en Costa Rica. Año 2019.  
**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

### 3.3. Selección y descarga de imágenes

Para el presente proyecto se utilizaron los insumos del sensor remoto Sentinel 2, que posee una resolución espacial de hasta 10 m x 10 m, una resolución temporal de 5 días bajo las mismas condiciones de iluminación, una resolución espectral de 13 bandas (Copernicus, 2018) y son de acceso libre, características que permiten su utilización en el monitoreo anual de cultivos. La obtención de la información se efectuó por medio de la plataforma Earth Explorer,

basada en la búsqueda y selección de imágenes para cada cuadrante del área de Costa Rica (**Anexo 1**) correspondiente al año 2019, eligiendo las que presentaron menor porcentaje de nubes; factor que favorece el proceso de fotointerpretación y digitalización de la capa.

En total se descargaron 222 imágenes, las cuales fueron analizadas a detalle para identificar y seleccionar las mejores para la elaboración del mosaico 2019. A partir de ello se eligió un total de 22 imágenes, las cuales se muestran a continuación en el **Cuadro 3**.

**Cuadro 3.** Selección de imágenes del sensor Sentinel 2 para la creación del mosaico 2019.

ID de la imagen	Cuadrante	Mes
L1C_T16PGR_A009518_20190101T160509	C9	Enero
L1C_T16PHR_A009518_20190101T160509	C10	Enero
L1C_T17PLL_A018641_20190116T160507	C12	Enero
L1C_T16PHQ_A018641_20190116T160507	C13	Enero
L1C_T17NKJ_A018641_20190116T160507	C16	Enero
L1C_T16PGS_A009990_20190203T160859	C5	Febrero
L1C_T16PGR_A018970_20190208T161051	C9	Febrero
L1C_T17PKL_A019070_20190215T160508	C11	Febrero
L1C_T17PKK_A010090_20190210T160511	C14	Febrero
L1C_T17PLK_A019070_20190215T160508	C15	Febrero
L1C_T17PKM_A010662_20190322T160511	C7	Marzo
L1C_T16PFR_A019399_20190310T161852	C8	Marzo
L1C_T16PFT_A019828_20190409T161056	C1	Abril
L1C_T16PGS_A010805_20190401T160513	C5	Abril
L1C_T16PGS_A012521_20190730T160519	C5	Julio
L1C_T16PHS_A012521_20190730T160519	C6	Julio
L1C_T16PGT_A013279_20190921T160932	C2	Setiembre
L1C_T17PKN_A013093_20190908T160806	C3	Setiembre
L1C_T16PGS_A013279_20190921T160932	C5	Setiembre
L1C_T16PGT_A022931_20191112T160513	C2	Noviembre
L1C_T17PKM_A023074_20191122T160512	C7	Noviembre
L1C_T16PFS_A023546_20191225T161521	C4	Diciembre

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

Adicional a la utilización del mosaico se identificó la necesidad de recurrir a imágenes adicionales para la revisión de cada región. Estas imágenes se muestran en el **Cuadro 4**.

**Cuadro 4.** Recuento de imágenes del sensor Sentinel 2 a utilizar, adicional al mosaico, para la revisión de las regiones Huetar Norte, Huetar Caribe, Pacífico Central, Brunca y Central. Año 2019.

Región	ID imagen	Cuadrante	Mes
<b>Central</b>	L1C_T16PGR_A010805_20190401T160513	C9	Abril
<b>Brunca</b>	L1C_T16PHR_A009518_20190101T160509	C10	Enero
	L1C_T16PHR_A010090_20190210T160511	C10	Febrero
	L1C_T16PHR_A019642_20190327T160511	C10	Marzo
	L1C_T16PHR_A023074_20191122T160512	C10	Noviembre
	L1C_T17PKL_A023074_20191122T160512	C11	Noviembre
	L1C_T16PHQ_A018641_20190116T160507	C13	Enero
	L1C_T16PHQ_A010090_20190210T160511	C13	Febrero
	L1C_T16PHQ_A010376_20190302T160813	C13	Marzo
	L1C_T16PHQ_A020071_20190426T160909	C13	Abril
	L1C_T16PHQ_A023217_20191202T160510	C13	Diciembre
	L1C_T17PKK_A018641_20190116T160507	C14	Enero
	L1C_T17PKK_A010090_20190210T160511	C14	Febrero
	L1C_T17PKK_A019642_20190327T160511	C14	Marzo
	L1C_T17PKK_A019785_20190406T160512	C14	Abril
	L1C_T17PKK_A011377_20190511T160519	C14	Mayo
	L1C_T17PKK_A021072_20190705T160726	C14	Julio
	L1C_T17PKK_A013236_20190918T160510	C14	Setiembre
	L1C_T17PKK_A022788_20191102T160514	C14	Noviembre
	L1C_T17NKJ_A018641_20190116T160507	C16	Enero
	<b>Pacífico Central</b>	L1C_T16PHR_A010090_20190210T160511	C10
L1C_T16PHR_A019642_20190327T160511		C10	Marzo
L1C_T16PHR_A019785_20190406T160512		C10	Abril
L1C_T16PHR_A013236_20190918T160510		C10	Agosto
L1C_T16PGS_A009518_20190101T160509		C5	Enero
L1C_T16PGS_A023403_20191215T161517		C5	Diciembre
L1C_T16PGR_A010805_20190401T160513		C9	Abril
<b>Huetar Caribe</b>	L1C_T16PHS_A009947_20190131T160630	C6	Enero
	L1C_T16PHS_A009661_20190111T160510	C6	Enero
	L1C_T16PHS_A010233_20190220T160803	C6	Febrero
	L1C_T16PHS_A010662_20190322T160511	C6	Marzo
	L1C_T16PHS_A010805_20190401T160513	C6	Abril
	L1C_T16PHS_A012092_20190630T160520	C6	Junio
	L1C_T16PHS_A012521_20190730T160519	C6	Julio
	L1C_T16PHS_A023074_20191122T160512	C6	Noviembre
	L1C_T16PHS_A023217_20191202T160510	C6	Diciembre
	L1C_T17PKM_A009947_20190131T160630	C7	Enero
	L1C_T17PKM_A010233_20190220T160803	C7	Febrero
	L1C_T17PKM_A010662_20190322T160511	C7	Marzo

Región	ID imagen	Cuadrante	Mes
	L1C_T16PHR_A019642_20190327T160511	C10	Marzo
	L1C_T17PKL_A009518_20190101T160509	C11	Enero
	L1C_T17PKL_A021072_20190705T160726	C11	Julio
	L1C_T17PKL_A023217_20191202T160510	C11	Diciembre
Huetar Norte	L1C_T16PHR_A013808_20191028T160512	C10	Octubre
	L1C_T16PGT_A009518_20190101T160509	C2	Enero
	L1C_T16PGT_A009804_20190121T160855	C2	Enero
	L1C_T16PGT_A010805_20190401T160513	C2	Abril
	L1C_T16PGT_A021072_20190705T160726	C2	Julio
	L1C_T16PGT_A021787_20190824T160907	C2	Agosto
	L1C_T16PGS_A018927_20190205T160508	C5	Febrero
	L1C_T16PGS_A012521_20190730T160519	C5	Julio
	L1C_T16PGS_A009518_20190101T160509	C5	Enero
	L1C_T16PGS_A010805_20190401T160513	C5	Abril
	L1C_T16PGS_A012378_20190720T160614	C5	Julio
	L1C_T16PGS_A013279_20190921T160932	C5	Setiembre
	L1C_T16PGS_A023074_20191122T160512	C5	Noviembre
	L1C_T16PGS_A019356_20190307T160921	C5	Marzo
	L1C_T16PGS_A020643_20190605T160513	C5	Junio
	L1C_T16PHS_A009947_20190131T160630	C6	Enero
	L1C_T16PHS_A010233_20190220T160803	C6	Febrero
	L1C_T16PHS_A010662_20190322T160511	C6	Marzo
	L1C_T16PHS_A010805_20190401T160513	C6	Abril
	L1C_T16PHS_A012521_20190730T160519	C6	Julio
	L1C_T16PHS_A023074_20191122T160512	C6	Noviembre
	L1C_T16PHS_A009518_20190101T160509	C6	Enero
L1C_T16PHS_A009661_20190111T160510	C6	Enero	
L1C_T16PHS_A021787_20190824T160907	C6	Agosto	

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

### 3.4. Pre-procesamiento de las imágenes

Una vez obtenido el juego completo de imágenes se comenzó el pre procesamiento de las mismas, que consta de 5 pasos, detallados a continuación, y que permiten obtener un mosaico sin nubes, corregido atmosféricamente para el año de estudio.

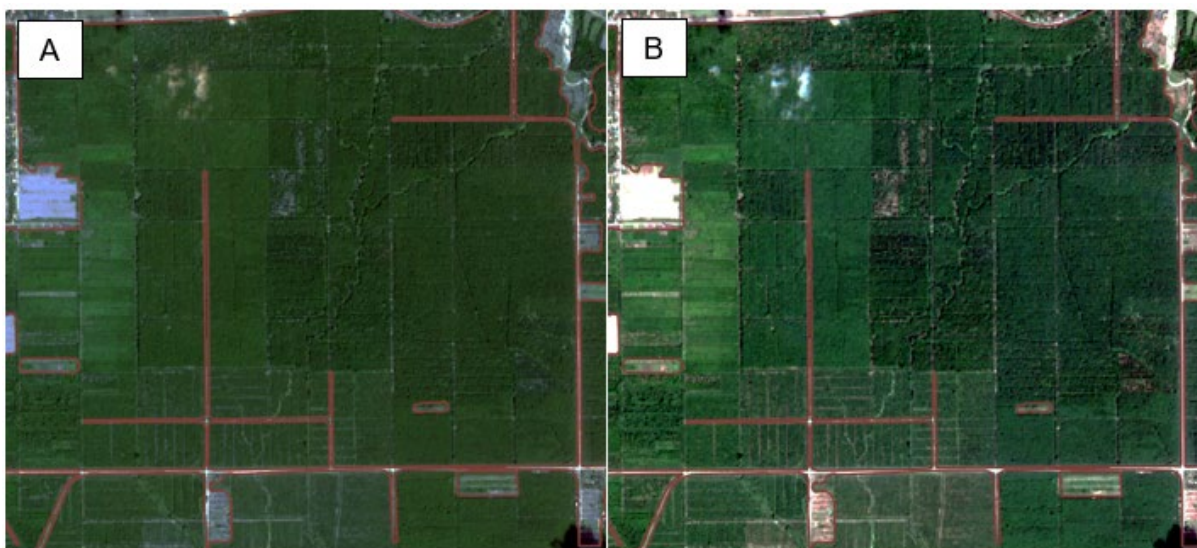
- **Creación de máscaras de nubes y sombras de nubes:**

Por medio del algoritmo *FMask*, se le elaboró una máscara de nubes y sombras a cada imagen seleccionada para la ejecución del mosaico. Para ello, se utilizaron los parámetros mostrados en el Anexo 2.

- **Corrección atmosférica de las imágenes:**

Los productos Sentinel 2, utilizados en el presente estudio, se pueden adquirir corregidos radiométricamente en el sitio web del Centro Aeroespacial Alemán o DLR, por sus siglas en inglés, por lo que adicionalmente solo fue necesaria la aplicación de la corrección atmosférica, realizada por medio de la herramienta *Sen2Cor* de la plataforma SNAP, bajo los parámetros mostrados en el Anexo 3.

Con la finalidad de automatizar los procesos y agilizar los tiempos, la corrección atmosférica se llevó a cabo por medio de un script de procesamiento desarrollado a través de Python, el cual permitió corregir las 222 imágenes totales. En la **Figura 3** se puede observar una imagen cruda y una imagen con corrección atmosférica.

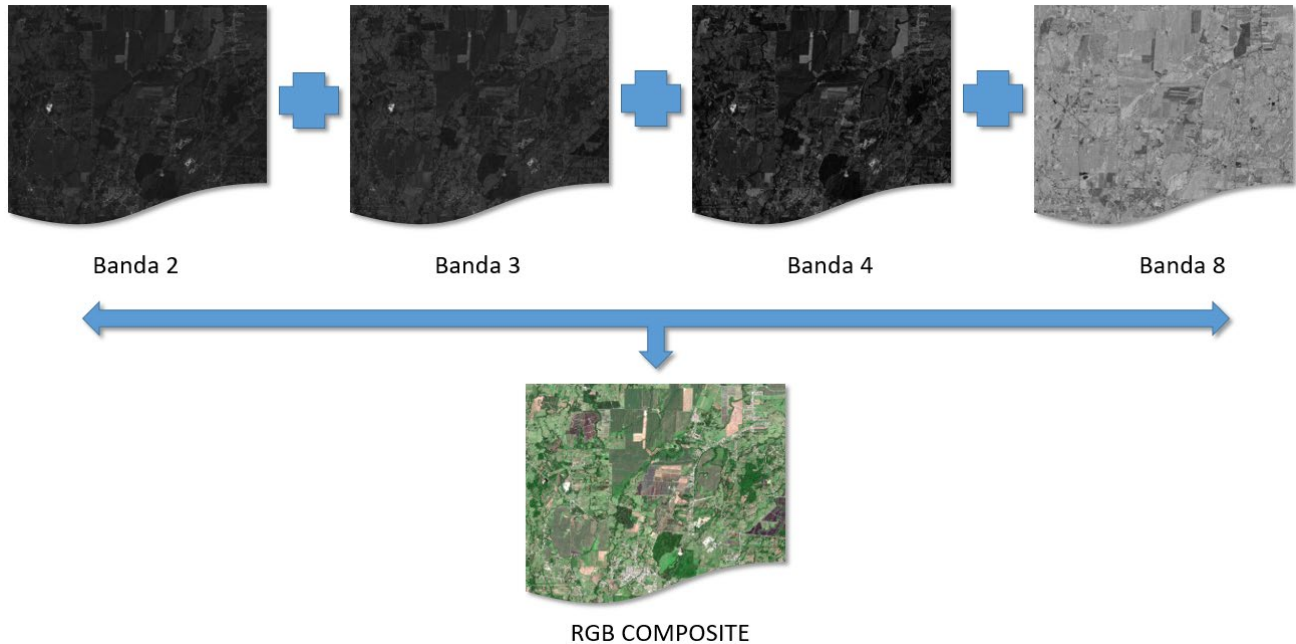


**Figura 3.** Ejemplos de imágenes sin corrección atmosférica (A) y con corrección atmosférica (B).

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

- **Unión de bandas espectrales:**

Este proceso, al igual que el anterior, se ejecutó por medio de la utilización de un script, el cual a través de la herramienta *Band Select* del programa SNAP, genera un archivo en formato TIFF para cada una de las 222 imágenes, utilizando específicamente las bandas 2, 3, 4 y 8 ubicadas en la región visible e infrarrojo cercano del espectro electromagnético y cuyas combinaciones son las siguientes: R3, G2 y B1 para color natural y R4, G3 y B2 para infrarrojo (**Figura 4**). Los productos de este proceso fueron generados en el Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC) original de las imágenes (UTM).



**Figura 4.** Creación de archivo TIFF por medio de la unión de bandas.

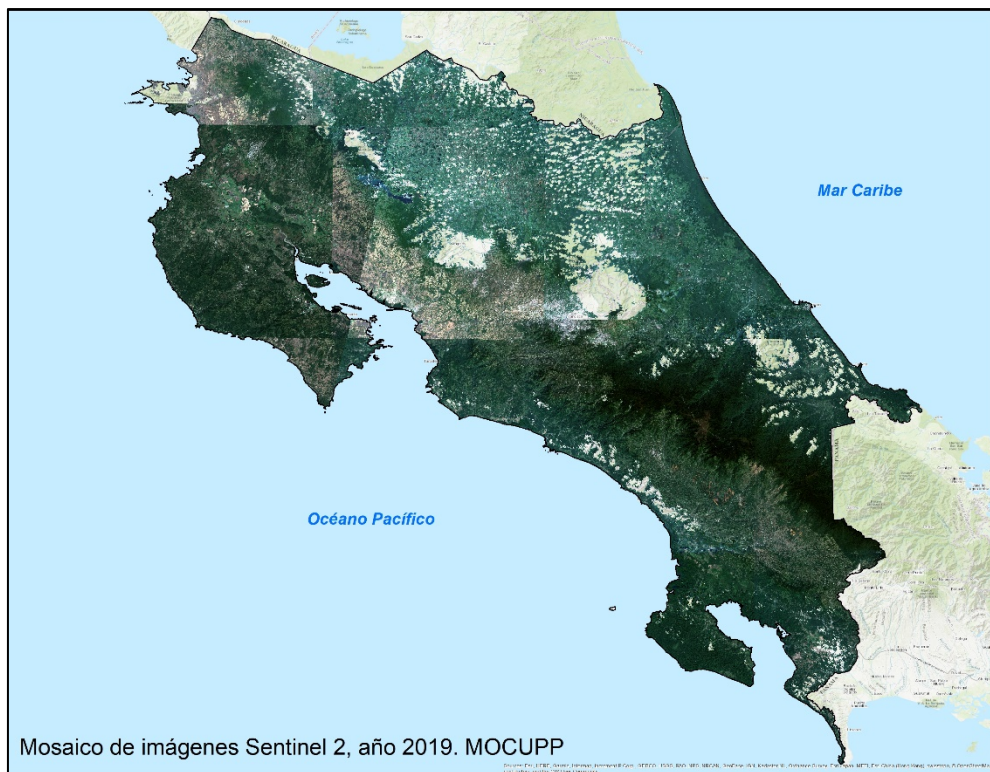
**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

- **Extracción de máscaras de nubes y sombras de nubes:**

Por medio de las herramientas *Extract by Mask* y *Reclassify* del programa ArcGIS 10.7.1, se procedió a extraer, de las imágenes seleccionadas para el mosaico 2019, las máscaras de las clases nubes y sombras de nubes elaboradas en el primer paso del apartado 3.4 *Pre procesamiento de las imágenes*. Proceso que permitió eliminar los píxeles de dichas clases, dando paso a la confección de un mosaico con espacios vacíos en lugar de nubes y sombras.

- **Creación del mosaico para el año 2019:**

Se realizó la unión de las 22 imágenes seleccionadas utilizando la herramienta *Mosaic to New Raster* del programa ArcGIS 10.7.1, creando de esta manera el mosaico 2019 (**Figura 5**). Luego se procedió por medio de la herramienta *Clip*, del mismo programa, a recortarlo con el límite de Costa Rica y se reproyectó al SRC oficial del proyecto.



**Figura 5.** Mosaico de imágenes Sentinel 2 sin nubes creado para el año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

### 3.5. Levantamiento de información primaria en campo (puntos de control)

A partir del año 2020 el proyecto MOCUPP cuenta con una nueva metodología de obtención de información primaria de campo, la cual se aplica para todos los paisajes productivos estudiados a la fecha. Dicha metodología comprende cinco etapas, las cuales se pueden observar en la **Figura 6** y se desarrollan a continuación.



**Figura 6.** Flujo de trabajo para el levantamiento de información de campo dentro del MOCUPP.

**Fuente:** Aguilar, Vargas, Ávila y Miller, 2020.

- **Delimitación de áreas para el levantamiento de la información de campo:**

Para el monitoreo del paisaje productivo de palma aceitera, la metodología de obtención de información de campo se basa en las seis regiones económicas de Costa Rica definidas por MIDEPLAN, mencionadas anteriormente. De las cuales cinco de ellas fueron analizadas para identificar las áreas de palma aceitera por visitar (**Figura 2**).

- **Planificación de las rutas para el levantamiento de la información:**

Para comenzar con la planificación de las giras se debe conocer el tamaño muestral de los puntos a visitar, mismo que permita una correcta digitalización y posterior validación de la capa. Para ello se aplicó la fórmula desarrollada por Chuvieco (2010), la cual a partir del área de interés permite calcular la cantidad de puntos estadísticamente necesarios (Fórmula 1, desarrollada en el apartado 3.8).

Una vez obtenido el tamaño de la muestra se procedió a recolectar áreas de palma aceitera, pre existentes o nuevas, por visitar en cada una de las cinco regiones de estudio. Se utilizaron como insumos adicionales la capa de palma aceitera 2018, archivos vectoriales con información oficial del país (poblados, ríos, provincias, cantones y distritos), imágenes Sentinel 2 descargadas y plataformas como Google Earth, Bing Maps y Google Maps.

Con ellas se creó un archivo de puntos el cual fue cargado en la herramienta My Maps para dibujar las rutas a seguir en campo. Los puntos obtenidos se clasificaron en 3 categorías que se muestran en el **Cuadro 5**.

**Cuadro 5.** Clasificación de los puntos a utilizar en el levantamiento de la información.

<b>Puntos de monitoreo</b>	Los puntos de monitoreo corresponden a los puntos que son verificados en campo a partir del valor del año anterior. Ejemplo: Visita a un área de palma aceitera monitoreada en la capa 2018.
<b>Puntos de muestreo</b>	Los puntos de muestreo corresponden a todos aquellos puntos nuevos que se miden en el sitio de la gira y que corresponden a la cobertura observada en el momento de la captura del dato, son puntos que no son parte del monitoreo, ya que no hay presencia de polígonos previos de la cobertura observada. Ejemplo: Identificación de un área de palma aceitera que no fue monitoreada en la capa del 2018 ni fue ubicada por medio de la revisión previa de las regiones.
<b>Puntos de revisión</b>	Los puntos de revisión son todos aquellos puntos ubicados durante el proceso de clasificación y digitalización de los paisajes productivos y que el investigador del Laboratorio PRIAS identificó como de importancia para verificación en campo. Ejemplo: Visita a un punto de palma aceitera identificado durante la revisión previa de las regiones.

Fuente: Aguilar et al, 2020.



Finalmente, obtenidos los puntos de interés a visitar en campo, para todos los paisajes productivos, se procedió a crear el mapa en la herramienta My Maps, donde se cargaron los insumos base y se crearon las rutas procurando que recorrieran la totalidad o la mayoría posible de las áreas de interés, ya que en muchas ocasiones debido a la ausencia o mal estado de los caminos o a limitaciones de tiempo no se logran visitar todas las zonas identificadas en oficina. Es importante recalcar que la metodología depende la planificación de las rutas al paisaje productivo más difícil de identificar, es decir, da prioridad a aquel paisaje que pueda confundirse con mayor facilidad con otro tipo de coberturas.

- **Planificación del despliegue de la gira de campo:**

En este apartado se abordaron procesos administrativos como la solicitud de los viáticos, el alquiler del vehículo y la reservación de los hoteles. No obstante, también se llevó a cabo la preparación de los insumos necesarios para la toma de la información en campo, que incluye tanto la preparación del equipo como de los documentos impresos (formularios de campo).

- **Levantamiento de la información de campo:**

Basado en Aguilar *et al.* (2020), “una vez situados en el área de estudio, se recorrieron las rutas definidas tomando puntos de muestreo cada dos kilómetros. En caso de existir polígonos de monitoreo entre cada parada de la ruta se capturó la información de dicho polígono y no se reinició la cuenta de la distancia. Si al detenerse a los dos kilómetros no se identificó ningún tipo de paisaje de interés, el punto se omitió y se continuó con el recorrido.”

La recolección de la información se realizó por medio de la utilización de un formulario de campo, donde para cada punto se tomaron las siguientes variables: las coordenadas de un punto de referencia con un GPS, el azimut al que se encontraba el cultivo con respecto al punto del GPS con una brújula, la distancia a la que se encontraba el cultivo con respecto al punto del GPS por medio de la utilización de la aplicación Google Earth o estimación en campo y una fotografía del cultivo con una cámara profesional.

Para las giras del presente informe, se contó con el apoyo y participación de colaboradores del MAG de las Direcciones Regionales visitadas, dicha cooperación fue de suma importancia gracias al amplio conocimiento, en la dinámica de los cultivos y en las condiciones de terreno de las zonas, con el que cuenta cada uno de los colaboradores. Para ello se coordinó en primera instancia con el director general de cada regional, el cual asignó los participantes de cada gira.

- **Procesamiento de los datos colectados:**

Una vez finalizada la gira de campo se realiza la extracción de los puntos GPX obtenidos, los cuales, en conjunto con el procesamiento de los formularios de campo, conforman las bases de datos a utilizar.

En caso de querer conocer más a fondo el proceso de obtención de información primaria en campo acudir al documento “Protocolo para el levantamiento de la información de campo dentro del proyecto MOCUPP” (Aguilar et al, 2020).

### **3.6. Levantamiento virtual de información primaria**

Debido a la emergencia sanitaria por Covid-19 la cantidad de giras presenciales realizadas en el año 2020 fueron significativamente reducidas, por lo que, para cumplir con el tamaño de la muestra necesaria para cada paisaje productivo, se tornó indispensable la diversificación de la obtención de la información primaria, surgiendo como una alternativa la metodología de adquisición de información de manera virtual.

Para la implementación de esta nueva metodología se utilizaron cinco categorías (Piña, Palma aceitera, Pastos, Cobertura arbórea y Otros Usos) y el concepto de “Land Use Land Cover (LULC)”, el cual analiza de manera conjunta el uso y cobertura de la tierra. Además, se aplicaron nuevas plataformas como Collect Earth y Google Earth Pro y algunas imágenes como Airbus, Maxar Technologies, Planet Scope, Sentinel 2, y Landsat 7 y 8.

El proceso inició con el cálculo del tamaño de la muestra, basado en la fórmula de Chuvieco (2010), Fórmula 1, mostrada en el apartado 3.8 del presente documento.

Para el monitoreo del año 2019 se obtuvo un total de 2.800 puntos aleatorios, generados dentro las cinco categorías estudiadas y distribuidos en siete giras virtuales de 400 puntos cada una. En cada punto se creó un buffer de 2 x 2 km, debido a que, según estudios realizados por el Laboratorio, la expansión de los cultivos se efectúa en un 90% dentro de un radio de 2.000 m alrededor de los mismos (NASA-DEVELOP, 2020).

El proceso se basó en la creación de una parcela, para cada punto de muestreo, cuya área es de 0,5 ha (UMC) y está conformada por 25 subpuntos, distribuidos en una matriz de 5x5. Dichas parcelas, a través de una plantilla de Collect Earth, fueron analizadas y categorizadas según las clases correspondientes a cada una.

En la **Figura 7** se observa la plantilla elaborada, donde en la imagen **A** se incorporan datos como la fecha de la imagen utilizada, el tipo de imagen correspondiente y observaciones generales de la misma. Es importante recalcar que la revisión se aplicó para los dos semestres del año 2019, específicamente en los periodos marzo-abril y setiembre-octubre, con la finalidad de poder visualizar la dinámica de cada paisaje productivo dentro de un mismo año.

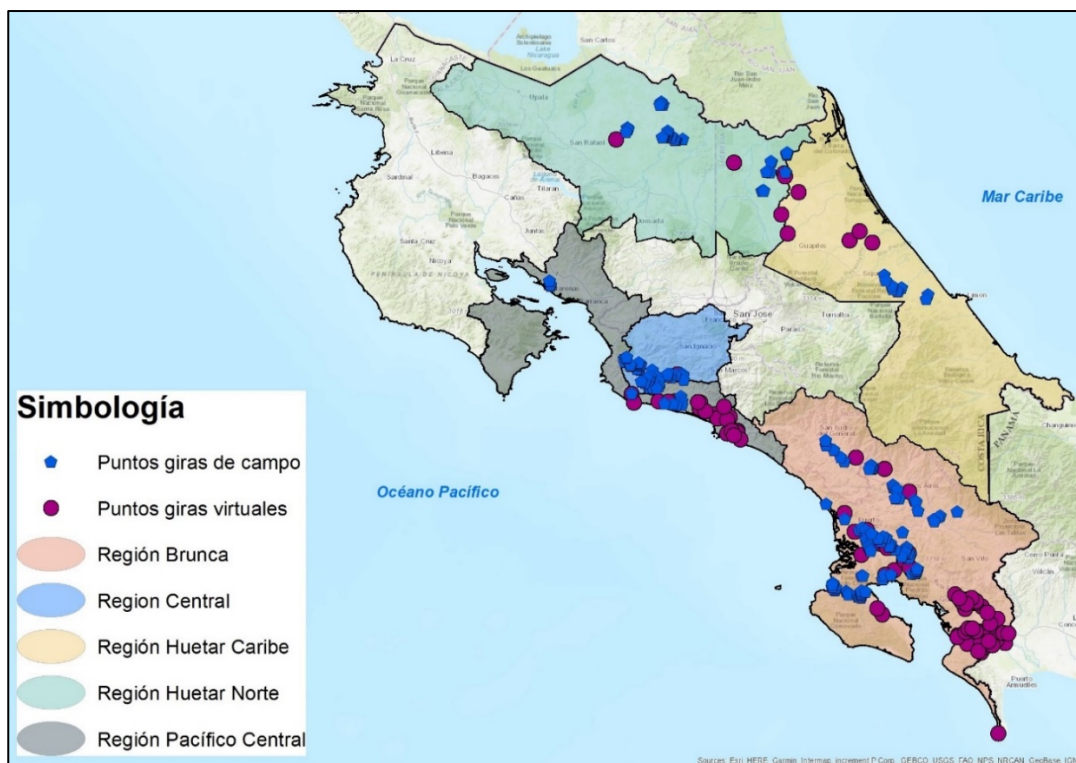
Por otro lado, en la ventana de la imagen **B** se determina el LULC al que corresponde cada parcela, el cual, puede ser único o puede contar con un segundo y tercero. Para ello y partiendo de que cada subpunto representa un 4% del área total de la parcela, se identificó la categoría de MOCUPP predominante en la misma, la cual se denomina LULC primaria, seguida por la segunda categoría observada, pero en menor proporción, denominada LULC secundaria y finalmente la LULC terciaria la cual se logra observar, pero cuenta con un porcentaje inferior a las dos anteriores.



**Figura 7.** Plantilla utilizada para la recolección de datos por medio de la metodología de giras virtuales. **Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

Para más detalle sobre el proceso de obtención de información primaria por medio de la metodología de giras virtuales visitar el documento “Protocolo de trabajo: Interpretación visual de puntos de muestreo para determinar el LULC en paisajes productivos del MOCUPP” (Duarte, 2020).

Una vez recolectada la información tanto en campo como virtual se procedió a unirla para su posterior utilización. La **Figura 8** y **Cuadro 6** muestran el total de puntos obtenidos tanto presencial como virtualmente para la actualización de la capa del paisaje productivo de palma aceitera al año 2019.



**Figura 8.** Puntos de control tomados en giras de campo y virtuales para la actualización de la capa del paisaje productivo de palma aceitera para el año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

**Cuadro 6.** Puntos de control por regiones tomados en giras de campo y virtuales para la actualización de la capa del paisaje productivo de palma aceitera al año 2019.

Puntos de control de palma aceitera	Metodología	Regiones					Total
		RHC	RB	RPC	RC	RHN	
	Campo	11	121	15	66	41	254
	Virtual	5	56	22	2	5	90
	<b>Total</b>						<b>344</b>

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

Es importante indicar que debido al cambio de metodología en la obtención de información de campo y a las dificultades presentadas por la emergencia sanitaria, el total de puntos obtenidos

disminuyó casi un 50% con respecto a los adquiridos para la capa 2018. No obstante, cabe destacar que, al ser una actualización, se visitan, en su mayoría, las áreas que no han sido digitalizadas y algunas excepciones de áreas de monitoreo.

De la misma forma, se debe recordar que, del total de puntos obtenidos tanto en campo como en giras virtuales, se utiliza un 50% para la creación de las capas y un 50% para la validación de las mismas. Dicha división se realiza por medio de la aplicación de la herramienta *Selección aleatoria dentro de subconjuntos* del programa QGIS 3.14.15.

### **3.7. Interpretación y digitalización de áreas de palma aceitera**

Para el siguiente proceso fue necesaria la utilización de todos los insumos disponibles y previamente preparados, como lo son: el mosaico de imágenes, las imágenes Sentinel 2 adicionales de cada región, los puntos de campo y virtuales destinados para la digitalización de la capa, las imágenes de alta resolución y toda aquella información adicional, disponible, que en conjunto, permitan por medio de técnicas en teledetección y fotointerpretación identificar las áreas del paisaje productivo de palma aceitera, basado en la definición de Palma aceitera elaborada para el proyecto MOCUPP:

“Áreas dedicadas al cultivo intensivo de *Elaeis guineensis*. Se incluyen todos aquellos espacios e infraestructura inherentes al paisaje productivo que no puedan ser discriminados a una escala de 1:10000, utilizando un pixel de 10x10 metros, por ejemplo: caminos internos y drenajes, entre otros. Se considera una Unidad Mínima Cartografiable (UMC) de 0,5 ha.” (Laboratorio PRIAS, 2020).

La digitalización de las áreas de palma aceitera se llevó a cabo en dos etapas, en la primera se crearon las capas de las regiones Huetar Norte y Central, las cuales no fueron monitoreadas en el año 2018. Mientras que, en la segunda, se actualizaron las regiones Brunca, Huetar Caribe y Pacífico Central y para las cuales se realizó la revisión y edición de todos los polígonos que así lo requirieran, además se agregaron polígonos nuevos que, por razones como alta nubosidad, no pudieron ser identificados en el monitoreo del año 2018.

La escala de edición utilizada es de hasta 1:10.000, respondiendo a lo recomendado por Marquina y Mogollón (2018) para levantamientos semi-detallados con imágenes Sentinel 2. Por su parte, la Unidad Mínima Cartografiable (UMC) aplicada fue de 0,5 ha, la cual se ajusta al área 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” (MINAE, 2016). Lo que, a su vez, permite responder a los objetivos del proyecto MOCUPP de realizar un análisis de regeneración y pérdida de cobertura arbórea relacionada a la dinámica de los paisajes productivos analizados.

Cabe destacar la dificultad que presenta la identificación de la palma aceitera con el uso de imágenes Sentinel 2, ya que en su estadio fenológico temprano y en algunas ocasiones incluso en edad adulta, presenta similitud con otros tipos de palmas como: yolillo, palmito, pejibaye o inclusive con cobertura arbórea. Por esta razón, para el presente análisis se dispuso de la utilización de imágenes Planet Scope, las cuales cuentan con una resolución espacial de 3x3 m y una resolución espectral de 4 bandas; características que permiten una mejor visualización del cultivo. En la **Figura 9** se puede observar un área de palma visualizada utilizando Sentinel 2, Planet Scope y Google Earth.



**Figura 9.** Visualización de un área de palma con los tres insumos utilizados para la capa 2019. Sentinel 2 (A), Planet Scope (B), Google Earth (C).

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

Gracias a la disponibilidad de dichos recursos se logró mejorar la digitalización de los polígonos, permitiendo, en algunos casos, extraer caminos o parches de cobertura arbórea que en la capa anterior (2018) no se pudieron eliminar y en otros casos mejorar los bordes de los mismos. En la **Figura 10** se puede apreciar un ejemplo de un polígono en el cual se logró extraer un parche de cobertura arbórea que se encontraba dentro del área del paisaje productivo. Lo que a su vez

permitió obtener resultados más coherentes con la realidad de campo y por tanto valores más precisos en área de cultivo.



**Figura 10.** Ejemplo del mejoramiento aplicado en los polígonos del monitoreo de palma del año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

### 3.8. Validación del procesamiento de la información

Como parte del proceso de actualización de la capa de palma aceitera para el año 2019 se encuentra la validación de los resultados, la cual permite conocer la precisión de los datos obtenidos y la confianza con la que estos son expuestos al público. Para ello, se utilizó una metodología para imágenes clasificadas basada en la propuesta por Chuvieco (2010), misma que considera distintos elementos como: el tamaño de la muestra, la generación de puntos de muestreo aleatorios, la evaluación del estadístico kappa y el porcentaje de exactitud.

- **Definición del tamaño de la muestra:**

La definición del tamaño de la muestra permite conocer la cantidad de puntos muestrales necesarios para cada categoría (Palma – Otros usos), por cada región, mismos que permitan un análisis estadísticamente significativo de los datos. Esta se obtiene por medio de la siguiente fórmula (Chuvieco, 2010):

$$n = \frac{z^2 pq}{L^2} \quad \text{Fórmula 1}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra (total de puntos a validar).

z= Área bajo la curva normal (valor de z según la probabilidad, puede ser de 90-95 %. No obstante, el proyecto utiliza un 95%).

p= Porcentaje estimado de aciertos.

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

L= Nivel permitido de error (5%).

Es importante recalcar que el valor mínimo de la muestra es de 30 puntos, por lo que si se obtienen valores inferiores a este se deben ajustar al mínimo.

- **Determinación del área total de las clases Palma y Otros Usos:**

Las áreas totales de las clases “Palma” y “Otros Usos” requeridas para el cálculo de la muestra, se obtuvieron mediante la aplicación de recortes entre las capas de área total de palma aceitera y otros usos, 2019, con la capa de Regiones del MIDEPLAN, a través del uso de la herramienta *Clip* del software QGIS 3.14.15.

- **Cálculo de la muestra:**

Se elaboró un excel automatizado que permite de manera sencilla y rápida obtener el tamaño de la muestra para cada clase y región, según la fórmula antes presentada. Dicho documento contiene tres espacios que se deben completar, los cuales son:

a) El "nivel de probabilidad" con el cual se establece el tamaño de la muestra en la columna "valor" y el nivel máximo de error permitido (100 - exactitud deseada en la matriz de validación) en la fila "valor de L" en la columna "valor".

b) La "Clase" a la que se le desea calcular el tamaño de la muestra.

c) El "Área (ha)" la cual representa la cantidad de hectáreas que ocupa la “Clase”.

- **Generación de puntos aleatorios:**

La generación de puntos aleatorios fue innecesaria en los casos en los que la cantidad de puntos de control, obtenidos tanto en giras de campo como virtuales y destinados a la validación, fueron suficientes para completar tanto la muestra de la clase de palma como la de otros usos. En caso contrario se debió completar la muestra con puntos aleatorios, generados por medio de una herramienta que permite crear una cantidad específica de puntos dentro de los polígonos de la capa en estudio. Usualmente la cantidad de puntos disponibles para la clase de “Otros Usos” fue superior a la necesaria, por lo que se debió seleccionar aleatoriamente la muestra. Este proceso se debe realizar por aparte para cada región analizada.



- **Análisis de puntos de muestrales:**

Por medio de técnicas de teledetección se analiza la veracidad de la clasificación de cada punto, teniendo como base principal las imágenes satelitales Sentinel 2 de la región de estudio, apoyada por la utilización de Google Earth Pro (en función del año de estudio) y las imágenes de Planet Scope. De ello se obtiene una base de datos con la información asociada.

- **Generación de la matriz de confusión:**

Una vez verificados los puntos y las bases de datos generadas, se crea la matriz de confusión, la cual permite identificar la fiabilidad de la clasificación y la exactitud de cada clase (Chuvienco, 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 indican los errores por comisión (elementos que no se ajustan a la realidad)” (Duarte y Vargas, 2020).

- **Estadístico Kappa:**

Para finalizar se procedió a calcular el Estadístico Kappa ( $\kappa$ ) el cual permite reconocer si la similitud entre los resultados y la realidad se debe a factores aleatorios o a una buena precisión en la elaboración del producto. Un valor de  $\kappa = 1$  significa una mayor 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 (Chuvienco, 2010).

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

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)

#### **IV CONTEXTO SOCIOECONÓMICO DE LA PALMA ACEITERA EN COSTA RICA**

El inicio de la producción de palma aceitera en Costa Rica surge como una alternativa a los grandes problemas presentados en las plantaciones de banano de la Región Pacífico Central del país, específicamente por el ataque de la enfermedad *Mal de Panamá* y la plaga *Sigatoka*. Por ello, y como método de defensa, la United Fruit Company (UFCo) comenzó con una excesiva aplicación de agroquímicos a las plantaciones, lo que conllevó a la aparición de suelos altamente contaminados y con niveles de sulfato de cobre muy elevados, factor que impidió la producción de una variada lista de cultivos, entre ellos el banano (Clare, 2011).

Por este motivo el equipo científico de la transnacional, el cual ya contaba con algunas investigaciones previas, para finales del siglo XIX, inició la ardua labor de identificar un cultivo que lograra desarrollarse en terrenos con cantidades elevadas de sulfato de cobre y que, además, fuera capaz de aprovechar toda la inversión en infraestructura realizada por la compañía, en las fincas de la Región Pacífico Central del país (Clare, 2011).

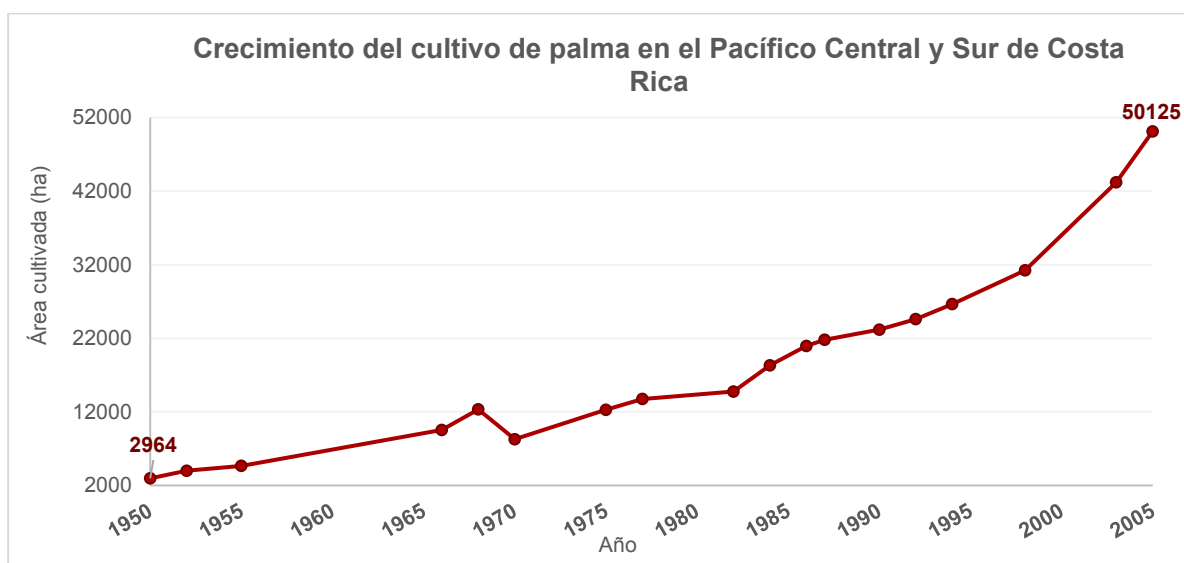
Bajo este objetivo la empresa, impulsada por sus alcances y por algunos convenios internacionales de intercambio de germoplasma, crea “una de las más diversas e importantes colecciones genéticas de palma aceitera existentes en el mundo” (Sterling y Alvarado, 2002), la cual, según este mismo autor, permite que Costa Rica a diferencia de muchas plantaciones comerciales, cuyas bases genéticas son altamente reducidas, contenga cuatro de los mejores materiales genéticos disponibles internacionalmente, además de distintas variedades con cualidades de resistencia y producción en diversos ámbitos de condiciones ambientales.

Y es así como para el año 1944, superado el proceso de creación, prueba y selección de las mejores variedades para las condiciones del país, comienza la siembra de palma aceitera, específicamente en la llanura aluvial Parrita-Quepos, misma que por su ubicación entre ríos contiene las condiciones de suelo, pluviosidad y altitud óptimas para el cultivo, además de ser parte de las fincas bananeras de la UFCo con alta inversión en infraestructura y elevados niveles de químicos en sus terrenos (Clare, 2011).

En aquel momento Costa Rica se caracterizaba por contar con un modelo económico altamente dependiente de las exportaciones de los principales productos, como lo eran el café y el banano, los cuales, al depender a su vez de las variaciones de los mercados internacionales volvían

vulnerable la economía nacional. Razón por la que para finales de la década de los cincuenta e inicios de los sesenta el país concentró esfuerzos en diversificar dicha cartera de productos primarios e implementar un modelo que apoyara la industrialización y la generación de tecnologías, en promoción del desarrollo del país, logrando con ello la sustitución de las importaciones (Villasuso, 2000).

Lo anterior, aunado a la necesidad de autoabastecimiento de la Región Latinoamericana concebida desde la Segunda Guerra Mundial, propició las condiciones necesarias para que la producción de aceite de palma aceitera nacional lograra incurrir en mercados internacionales, lo que provocó el interés de Costa Rica en la actividad palmera. En la **Figura 11** se aprecia la dinámica de la palma aceitera para la Región Pacífico Central y Sur, la cual comenzó con 2.964 ha para el año 1950 y alcanzó valores de 50.125 ha para el año 2005, lo que demuestra que en tan solo cinco décadas el cultivo aumentó 47.161 ha aproximadamente (Clare, 2011).



**Figura 11.** Crecimiento del cultivo de palma aceitera en el Pacífico Central y Sur de Costa Rica.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS (2021) a partir de datos de Clare (2011).

Por otra parte, a través de los años y el avance tecnológico, el manejo de las plantaciones de palma aceitera se ha ido optimizando. Las primeras fincas utilizaron una densidad de siembra de 143 palmas/ha, comenzaban a cosechar su producción a partir del sexto año de sembradas, y mostraban una productividad de 2,4 t/ha de aceite con una vida útil de 20 años. Cabe recalcar que dichas plantaciones carecían de manejo y fertilización (Clare, 2011).

El periodo del 1985 al 2007 muestra un ejemplo de dicha optimización a través de la expansión del cultivo hacia el cantón de Corredores en la provincia de Puntarenas, donde por medio de la siembra de diferentes variedades y el manejo químico y físico del suelo, se obtuvo un mejor rendimiento, alcanzando valores de hasta 6,2 t/ha de aceite, con 205 palmas/ha y una vida útil de 35-40 años productivos (Clare, 2011). Actualmente según datos obtenidos por medio de una comunicación personal con representantes del MAG<sup>1</sup>, una plantación comienza su etapa productiva a los dos años, sin embargo, la mayor rentabilidad la alcanza a partir del cuarto año.

Actualmente, la densidad de siembra de la palma aceitera continúa siendo de 143 palmas/ha, tal como se mencionó anteriormente. Por otro lado, su rendimiento óptimo es de 20 t/ha/año de fruta fresca, no obstante, MAG<sup>1</sup> indica que los productores nacionales están obteniendo un promedio de 16,1 t/ha/año de fruta fresca y 4 t/ha/año de aceite, lo que revela que no se han alcanzado los mayores resultados que el cultivo es capaz de brindar. Además, se determinó que la vida útil es de máximo 34 años en plantaciones con un manejo adecuado.

Por lo que, a raíz de los buenos rendimientos logrados, el incentivo gubernamental para la actividad, las buenas condiciones climáticas, las favorables variaciones de los precios internacionales provocadas por la aparición del Biodiesel en el 2010 y la facilidad para procesar la fruta gracias al apoyo de las principales organizaciones del sector (Murillo & Ávila, 2011), es que a partir del año 2011 se generó una expansión desmedida y descontrolada del cultivo en las diferentes regiones del país (MAG<sup>1</sup>). Sin embargo, afectado por el síndrome flecha seca, también conocida como mal del cogollo y la caída del precio internacional del aceite, sentido a partir del año 2013, el incremento en la producción de palma aceitera sufrió una recesión para el año 2014, sumergiendo al sector en una fuerte crisis económica de más de cinco años (Soto, 2018).

En la siguiente figura se puede observar el comportamiento del precio internacional del aceite de palma, donde se aprecia que el valor más alto se obtuvo en el año 2011, percibiendo 1.323,5 \$/t, mientras que el valor más bajo fue para finales del año 2018, específicamente en octubre con un precio de 456 \$/t (M.P Evans Group, 2021).

---

<sup>1</sup>Comunicación personal: 29 de enero de 2021. Torres, J. Encargado general de palma (MAG).

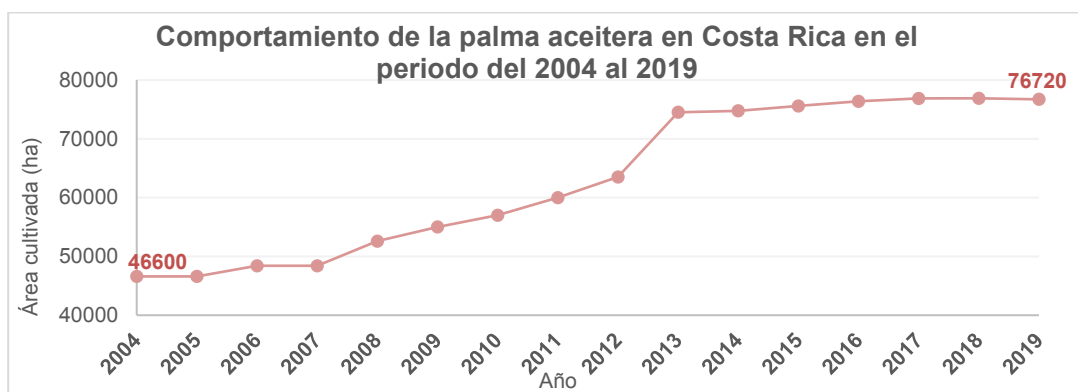


**Figura 12.** Variación en el precio internacional del aceite de palma aceitera en el periodo 2010-2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS (2021) a partir de datos de M.P Evans Group (2021).

Esta conducta se ajusta a la dinámica del cultivo en Costa Rica, mencionada anteriormente, ya que, según la comunicación personal con representantes del MAG<sup>1</sup>, cada productor requiere percibir como mínimo de 620 a 700 \$/t para que su producción sea rentable, además del precio total de la fruta cada palmicultor recibe entre un 12% y 15%, lo que explica el reducido incremento en área y la fuerte crisis que sufre el sector desde el 2013 hasta la fecha.

En la **Figura 13** se puede observar el comportamiento de la palma aceitera en Costa Rica para el periodo del 2004 al 2019 según datos de SEPSA obtenidos de MAG (2020) y SEPSA (2020b). Donde se visualiza el receso en crecimiento en área que se ha mantenido desde el año 2013 hasta el 2019, en comparación al observado desde el año 2007 hasta el 2013, el cual fue exponencial.



**Figura 13.** Comportamiento de la palma aceitera en Costa Rica en el periodo del 2004 al 2019

**Fuente:** Laboratorio PRIAS (2021) a partir de datos de MAG y SEPSA (2019).

<sup>1</sup>Comunicación personal: 29 de enero de 2021. Torres, J. Encargado general de palma (MAG).

Al analizar la información de la **Figura 13** se logra determinar una leve disminución en el área cultivada de palma aceitera entre el año 2019 y el anterior, esto probablemente como consecuencia del bajo precio por tonelada percibido para dicho año. Razón por la que a su vez decayeron los ingresos por exportación de palma aceitera, recaudados por el país para ese periodo (**Figura 14**) (PROCOMER, 2021a).



**Figura 14.** Evolución de las exportaciones de palma aceitera en el periodo del 2015 al 2019 (Mill. US\$).  
**Fuente:** Laboratorio PRIAS (2021) a partir de datos de PROCOMER (2021a).

A raíz de la disminución anterior, para el año 2019, el aceite de palma aceitera se posicionó en el puesto número 13 (**Figura 15**) con un 0,9% del total de los principales productos exportados de Costa Rica hacia el mundo. Ubicándose en los tres primeros lugares: los dispositivos médicos (30%) el banano (8,7%) y la piña (8,4%) (COMEX, 2019).



**Figura 15.** Principales productos exportados hacia el mundo. Año 2019.  
**Fuente:** Laboratorio PRIAS (2021) a partir de datos de COMEX (2019).

Dentro del 0,9% correspondiente a la producción nacional de la palma aceitera se encuentran cinco subproductos derivados de la misma, los cuales se pueden observar en el **Cuadro 7**. Donde, además, se muestra el comportamiento de dichos derivados en los últimos cinco años (PROCOMER, 2021b).

**Cuadro 7.** Toneladas exportadas de los principales productos obtenidos de palma aceitera para el periodo del 2015 al 2019.

Descripción producto	2015	2016	2017	2018	2019
Aceite de palma	159.424,17	150.907,96	176.303,08	211.614,38	209.561,68
Aceites de almendra de palma o babasú, en bruto	18.116,00	19.145,72	21.998,69	25.297,17	24.234,59
Ácido graso de palma	710,25	454,65	922,97	360,00	1725,85
Nuez y almendra de palma	261,75	22,58	25,98	26,84	15,49
Preparaciones líquidas a base de jarabe de maíz y aceite de almendra de palma para productos de pastelería en presentaciones superiores a 2 kg.	0,31	0,57	1,27	1,52	7,59

**Fuente:** Laboratorio PRIAS (2021) a partir de datos de PROCOMER (2021b).

Para el año 2019 se determina que solamente dos subproductos incrementaron su volumen en toneladas con respecto al 2018, los cuales son el ácido graso de palma aceitera y las preparaciones líquidas a base del aceite de almendra de palma aceitera para pastelería. El resto mantuvieron una tendencia de disminución con respecto al año anterior.

Estos datos se pueden corroborar en los **Cuadros 8 y 9**, donde se exponen los principales productos de exportación tanto en el sector de industria alimentaria como en el de cobertura agropecuaria para los años 2018 y 2019 para Costa Rica y su respectivo valor en miles de dólares. Posicionando, a partir de esta información, a los derivados de la producción de palma aceitera en octavo lugar en el caso de la cobertura agropecuaria y en cuarto para la industria alimentaria.

**Cuadro 8.** Valor de las exportaciones de los principales productos exportados en la industria alimentaria 2018-2019 (Miles \$).

Producto	2018	2019
Preparaciones alimenticias	433.073	471.042
Jugos de frutas	182.845	149.669
Frutas u otros frutos	142.231	139.741
Aceite de palma en bruto	97.455	114.595
Salsas y preparaciones	110.730	107.884

**Fuente:** Laboratorio PRIAS a partir de información (2021) de SEPSA (2020a).

**Cuadro 9.** Valor de las exportaciones de los principales productos exportados de cobertura agropecuaria 2018-2019 (Miles \$).

Producto	2018	2019
Banano	1.028.202	997.550
Piña	1.013.740	962.826
Preparaciones compuestas para la industria de las bebidas	397.042	432.694
Café oro	315.725	276.165
Salsas y preparaciones	110.730	107.884
Carne de bovino	64.709	102.163
Yuca	88.064	95.595
Aceite de palma en bruto	114.595	95.419
Jugo de piña tropical	104.552	94.240

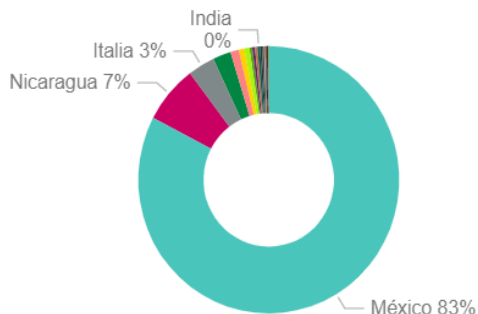
**Fuente:** Laboratorio PRIAS (2021) a partir de información de SEPSA (2020a).

Como se mencionó anteriormente se puede apreciar que, en el caso del sector productivo denominado, industria alimentaria, el aceite de palma aceitera mostró para el 2019 un incremento de \$17.140 en su valor de exportaciones con respecto al año anterior, representando un 7,7% de las exportaciones totales del sector, mientras que para la cobertura agropecuaria la misma comparación manifestó una disminución de \$19.176, representando un 2% de las exportaciones totales del sector (SEPSA, 2020a).

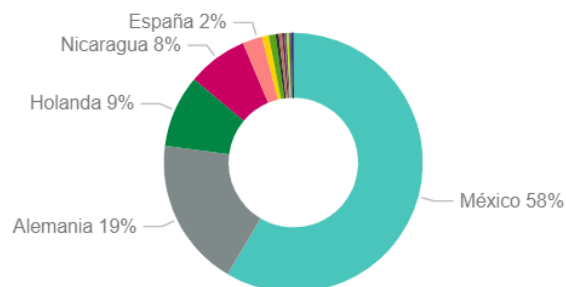
Basado en la información presentada por PROCOMER (2021a) los principales países de exportación de palma aceitera para el año 2019 se distribuyen entre México, América Central y la Unión Europea (**Figura 16**).



**Distribución de las exportaciones según principales destinos en 2018**



**Distribución de las exportaciones según principales destinos en 2019**



**Figura 16.** Comparación en la distribución de las exportaciones según principales destinos 2018-2019.  
**Fuente:** PROCOMER (2021a).

Recalcando que, a diferencia del año 2018, Italia y la India dejan, para el año 2019, de ser destinos importantes para la exportación de aceite de palma aceitera y en su lugar se incorporan con gran fuerza países como Alemania, Holanda y España. Mostrando a su vez una disminución significativa en los volúmenes exportados hacia el principal comprador, México.

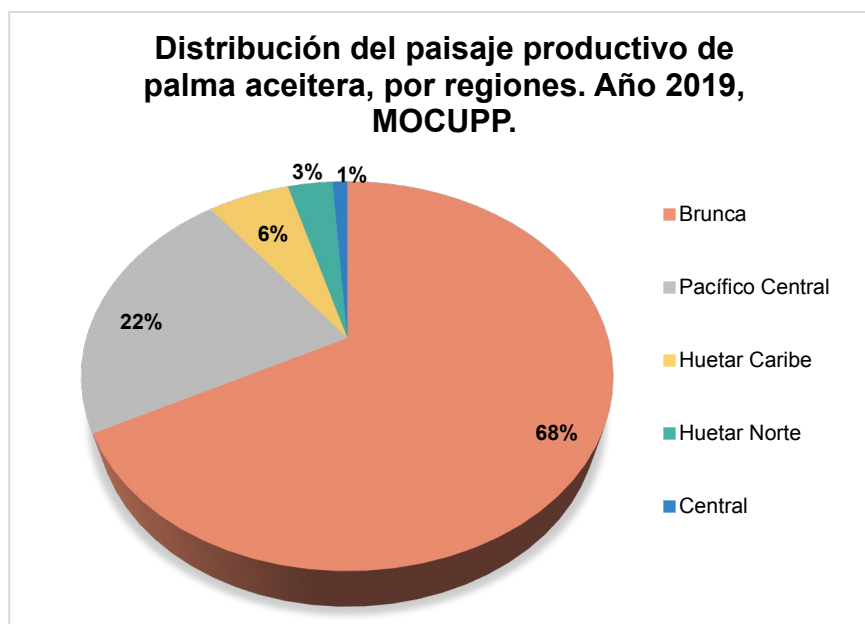
Por otro lado, es importante mencionar que la producción de palma aceitera del país se encuentra en manos del sector público – privado, principalmente por la Compañía Palma Tica S.A. y por la Cooperativa Agroindustrial de Servicios Múltiples de Productores de Palma Aceitera R.L. (Coopeagropal), además que el ente regulador entre productores, industria, mercado nacional e internacional es la Cámara Nacional de Palma Aceitera (CANAPALMA) (Vargas, Miller, Hernández y Madrigal, 2020).

## V RESULTADOS GENERALES

### 5.1. Distribución del área total de Palma Aceitera 2019, según región, cantón y distrito

Según los datos adquiridos por el proyecto MOCUPP, identificados por medio de la utilización de imágenes satelitales para el año 2019, Costa Rica cuenta con un total de 73.941,23 ha del paisaje productivo de palma aceitera, las cuales representan un 1,45% de la superficie total del país. Dichas hectáreas, basándose en la información brindada por el MAG (20201a) se encuentran distribuidas en aproximadamente 3.200 palmicultores, de los cuales un 21% utilizan las plantaciones en combinación con otra actividad económica, donde sobresalen, según orden de importancia, la ganadería, los granos básicos, los frutales y el cacao.

Con el fin de focalizar la dinámica del cultivo en las diversas condiciones en las que se desarrolla se fragmentaron los resultados en las cinco regiones económicas, productoras de palma aceitera en Costa Rica, del MIDEPLAN para el año 2019: Región Brunca, Región Pacífico Central, Región Huetar Caribe, Región Huetar Norte y Región Central. En la **Figura 17** se puede apreciar la distribución de la palma aceitera, por región, obtenida por el proyecto MOCUPP para el año 2019.

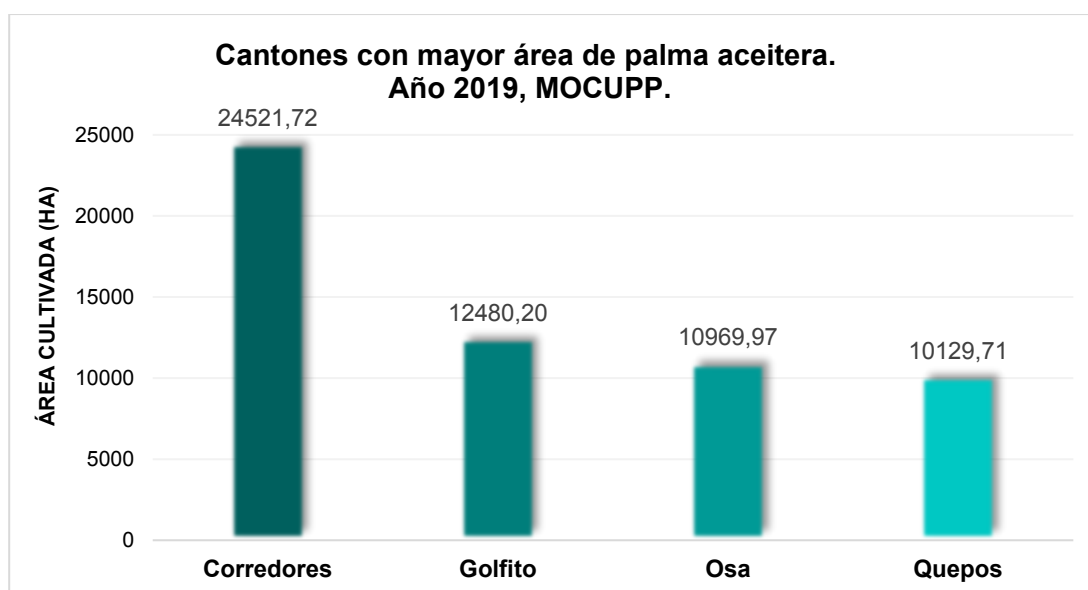


**Figura 17.** Distribución del paisaje productivo de palma aceitera según región. Año 2019, MOCUPP.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS (2021).

A partir de la figura anterior se observa que la mayor concentración del paisaje productivo de palma aceitera continúa ubicándose en las Regiones Brunca y Pacífico Central del país, las cuales representan el 90% del sector palmero. Mientras que el 10% restante se agrupa en las regiones Huetar Caribe, Huetar Norte y Central.

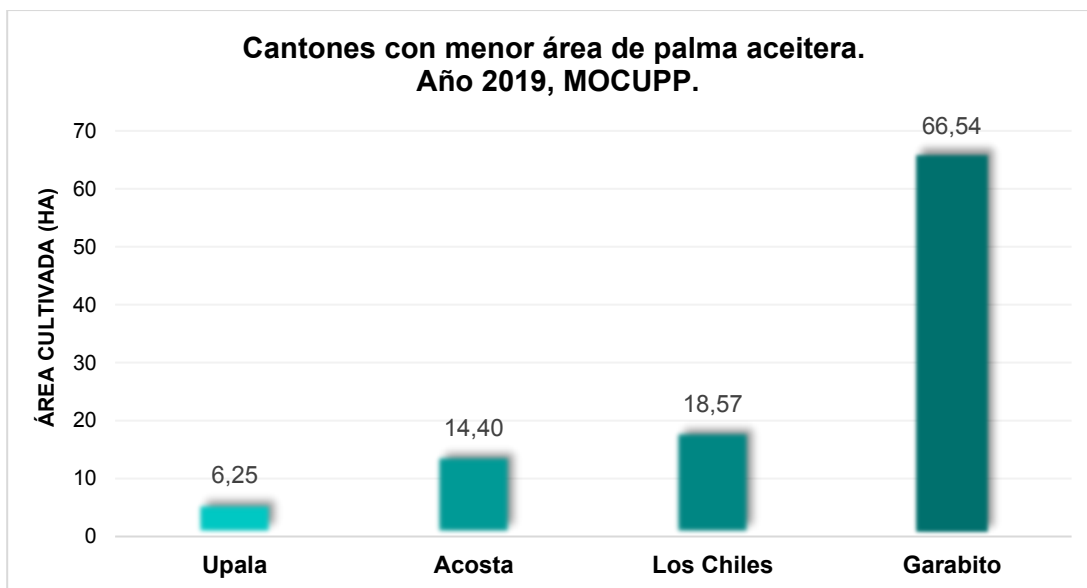
La producción de palma aceitera nacional, según el MOCUPP 2019, se encuentra liderada por el cantón de Corredores, el cual cuenta con un total de 24.521,72 ha, lo que equivale a un 33,16% del total de plantaciones del paisaje productivo de palma aceitera del país. La segunda posición corresponde al cantón de Golfito con 12.480,20 ha y un 16,88%, seguido por el cantón de Osa, el cual con 10.969,71 ha y un 14,84% se ubica en tercer lugar, superando al cantón de Quepos, posición número cuatro de la lista, mismo que presenta un 13,7% (**Figura 18**).



**Figura 18.** Cantones con mayor área cultivada de palma aceitera. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

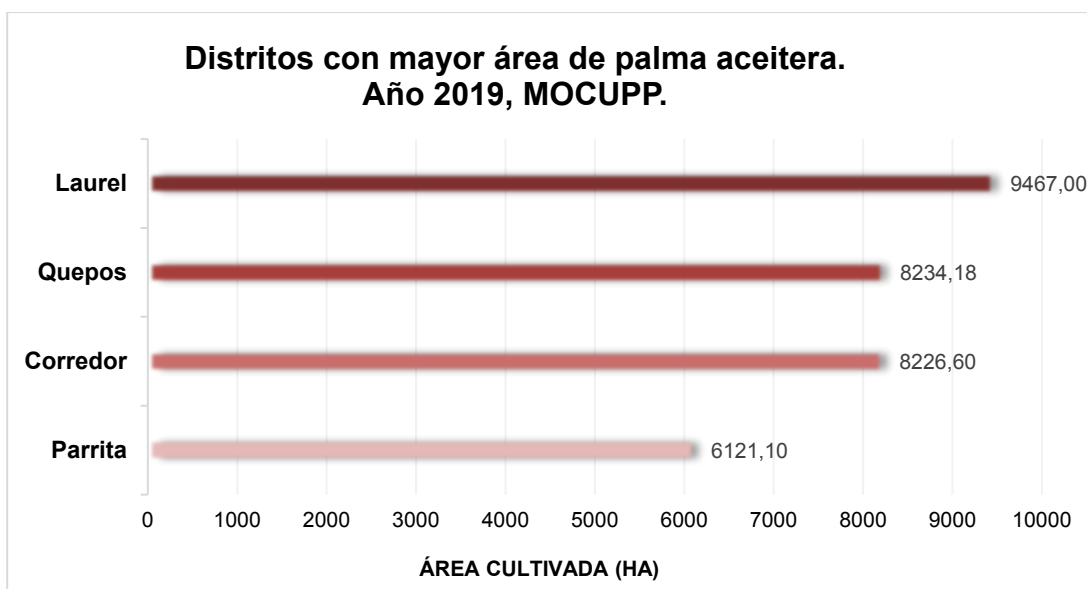
En el caso contrario, con menor presencia del paisaje productivo de palma aceitera, la herramienta posicionó en los últimos cuatro lugares a los cantones de: Upala (6,25 ha, 0,01%), Acosta (14,40 ha, 0,02%), Los Chiles (18,57 ha, 0,03%) y Garabito (66,4 ha, 0,09%) (**Figura 19**).



**Figura 19.** Cantones con menor área cultivada de palma aceitera. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

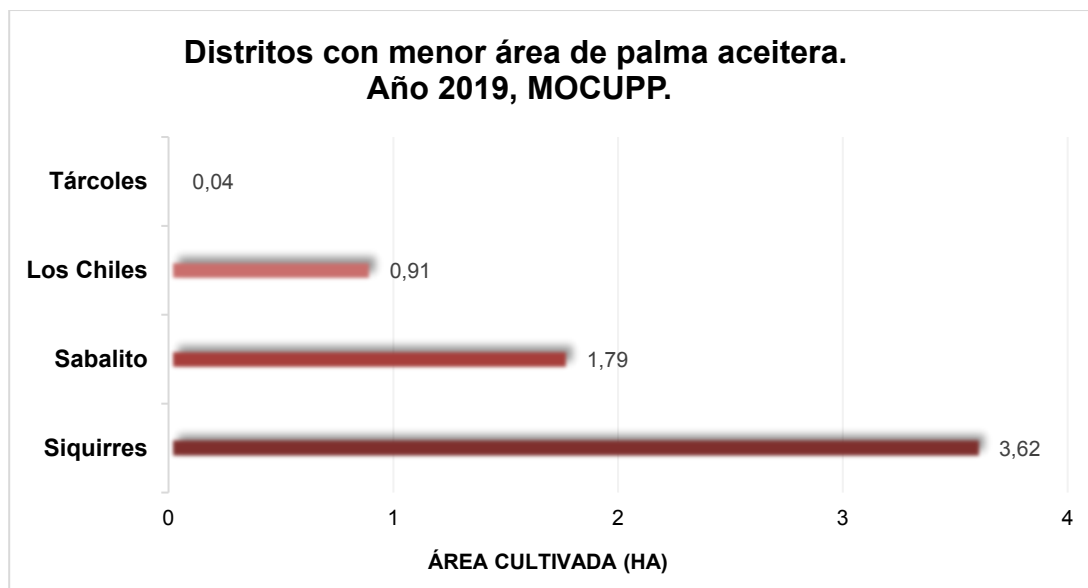
En cuanto a la distribución distrital del paisaje productivo, las Regiones Brunca y Pacífico Central, al igual que en el caso de los cantones, son las que presentan las fincas con mayor área cultivada de palma aceitera, siendo en este caso, el distrito de Laurel, del cantón Corredores, el que ocupa el primer lugar con 9.467 ha (12,80%), continuado por Quepos, cuyo cantón lleva el mismo nombre, con 8.234,18 ha (11,14%), Corredor, del cantón Corredores, con 8.226,60 ha (11,13%) y Parrita, del cantón Parrita, con 6.121,10 ha (8,28%) (**Figura 20**).



**Figura 20.** Distritos con mayor área cultivada de palma aceitera. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

Contrariamente, el distrito con menor área reportada es el de Tárcoles, del cantón de Garabito, cuya área no supera las 0,04 ha, representando un 0% del total, seguido por Los Chiles, del cantón con el mismo nombre, con 0,91 ha (0,001%), Sabalito del cantón Coto Brus con 1,79 ha (0,002%) y Siquirres del cantón Siquirres con 3,62 ha (0,005%) (**Figura 21**).



**Figura 21.** Distritos con menor área cultivada de palma aceitera. Año 2019.  
**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

## 5.2. Porcentaje de cobertura de Palma Aceitera 2019, según región, cantón y distrito

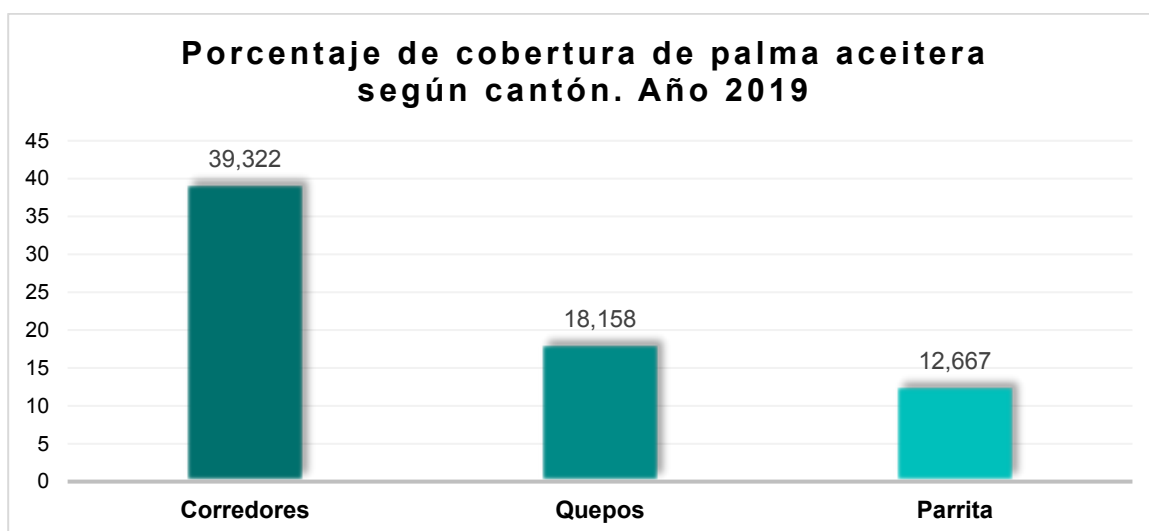
Con la finalidad de obtener un análisis más completo de la información se calculó el porcentaje de cobertura que representa el paisaje productivo de palma aceitera en cada uno de las regiones, cantones y distritos en los que se produce. Para ello se comparó el área total cultivada con palma aceitera, en hectáreas, contra la superficie total de la región, cantón o distrito en estudio.

A partir de ello se obtuvo como resultado que la Región Brunca, cuya extensión total es de 949.212,82 ha, continúa encabezando la lista con un 5,25% (49.789,41 ha) de su superficie total dedicado a la producción de palma aceitera. Seguidamente se ubica la región Pacífico Central, la cual destina de sus 390.272,24 ha totales un 4,22% (16.477,98 ha) al paisaje productivo analizado, a su vez la región Huetar Caribe posee una superficie total de 917.829,71 ha, de las cuales un 0,48% (4.432,36 ha) son dedicadas al cultivo de palma aceitera, en el caso de la región Central de sus 179.307,72 ha totales, un 0,45% (801,89 ha) es destinado al cultivo

de palma aceitera, mientras que para la región Huetar Norte de su superficie total de 979.280,33 ha el paisaje productivo representa tan solo un 0,25% (2.439,59 ha).

En el caso de la Región Huetar Norte, a pesar de ser la más grande en extensión, es la que presenta menor desarrollo en el sector palmicultor. Esto debido principalmente a limitaciones para el procesamiento de la fruta, la cual debe ser trasladada hasta la Región Pacífico Central para dicha actividad, lo que incurre en un elevado costo de transporte, según la información brindada en la comunicación personal con el representante del MAG<sup>1</sup>.

En el caso de los cantones se ubican en los tres primeros lugares a: Corredores con un 39,32% de 62.361,18 ha totales, Quepos con un 18,16% de 55.785,44 ha totales y finalmente a Parrita con un 12,67% de 48.321,80 ha totales (**Figura 22**).



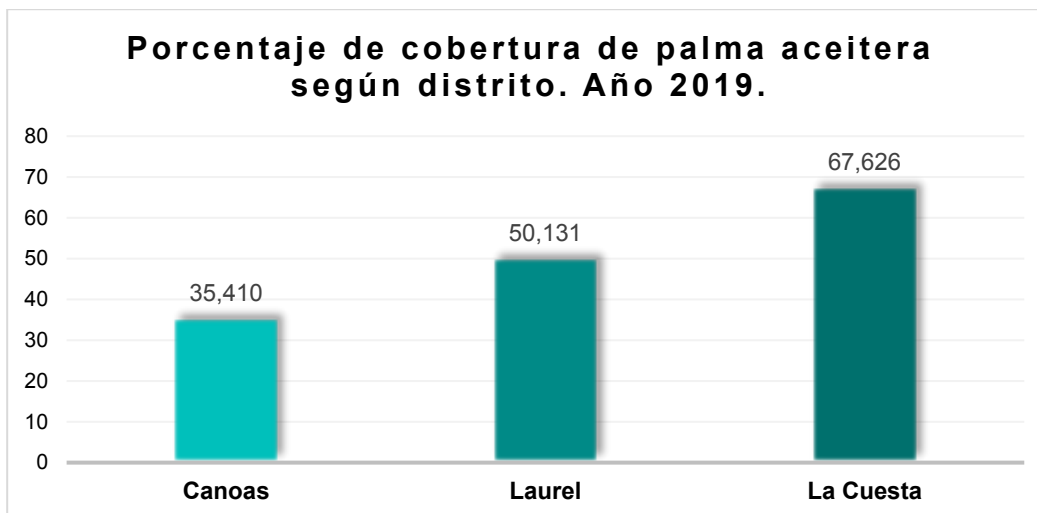
**Figura 22.** Porcentaje de cobertura de palma aceitera según cantón. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

Al comparar los resultados de los cantones, tanto de mayor porcentaje de cobertura como de mayor área total de palma aceitera (**Figura 18**) se puede apreciar como Corredores es el número uno en ambos casos. No obstante, se observa una variación en el segundo y tercer lugar, ya que, en el caso de Quepos y Parrita, a pesar de que no tienen tanta área de cultivo como Golfito y Osa, su extensión total es menor, por lo que la representatividad de la palma aceitera en el cantón, es mayor.

<sup>1</sup>Comunicación personal: 29 de enero de 2021. Torres, J. Encargado general de palma (MAG).

A diferencia de la **Figura 20**, los distritos con mayor porcentaje de cobertura de palma aceitera son: La Cuesta con un 67,63% (3.707,93 ha totales), Laurel con un 50,13% (18.884,59 ha totales) y Canoas con un 35,41% (12.201,77 ha totales) (**Figura 23**), los tres pertenecientes al cantón de Corredores. En el caso de los distritos Quepos y Corredor, a pesar de ser los primeros lugares con mayor área de palma aceitera, ocupan el cuarto y quinto lugar de la lista de mayor porcentaje, respectivamente. Esto debido a que la representatividad del cultivo no es tan alta al compararlo con la superficie total de dichos distritos.



**Figura 23.** Porcentaje de cobertura de palma aceitera según distrito. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

### 5.3. Comparación del Área Total del Paisaje Productivo de Palma Aceitera, para los años 2018-2019

Finalmente, al confrontar los resultados obtenidos por el proyecto MOCUPP para el año 2018 con los del 2019 se puede observar la dinámica del paisaje productivo de palma aceitera para dicho periodo, mostrando tanto pérdidas como ganancias en área total. Es importante recalcar que dicho análisis se aplicó únicamente en las tres regiones evaluadas en la capa vectorial del año 2018, las cuales fueron Región Brunca, Región Pacífico Central y Región Huetar Caribe.

**Cuadro 10.** Dinámica del paisaje productivo de palma aceitera para las regiones HC, B y PC, para el periodo 2018-2019, MOCUPP.

Región	Pérdida o ganancia (ha)	Porcentaje (%)
Huetar Caribe	+327,81	+12,83
Brunca	+2326,00	+91,01
Pacífico Central	-97,99	-3,83
<b>Total</b>	<b>2555,82</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

Al analizar el cuadro anterior se determina que la única región con una disminución en área de palma aceitera fue la Región Pacífico Central, zona del país que ha sido altamente afectada por problemas sanitarios en sus plantaciones, como lo han sido la flecha seca o pudrición del cogollo, desde la década de los 90, lo que ha provocado una tendencia a la disminución en su producción (Esquivel, 2012). En cuanto a las otras dos regiones ambas mostraron un incremento del paisaje productivo de palma aceitera para el año 2019.

Los cantones y distritos específicos que mostraron un mayor crecimiento o disminución en área se aprecian en las Figuras 24 y 25.

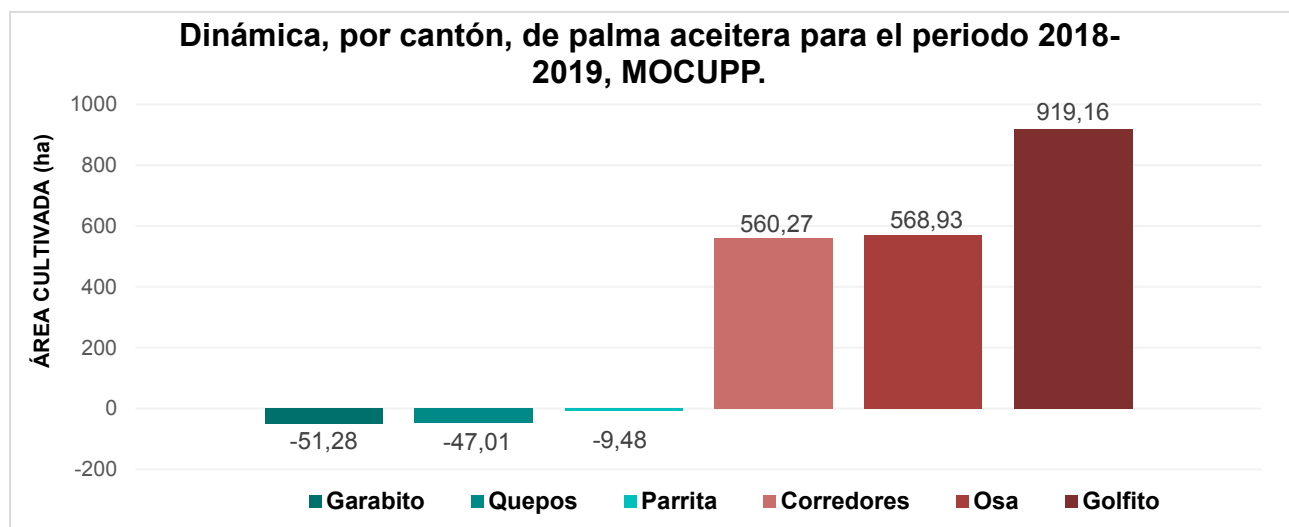


Figura 24. Dinámica, por cantón, de palma aceitera para el periodo 2018-2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

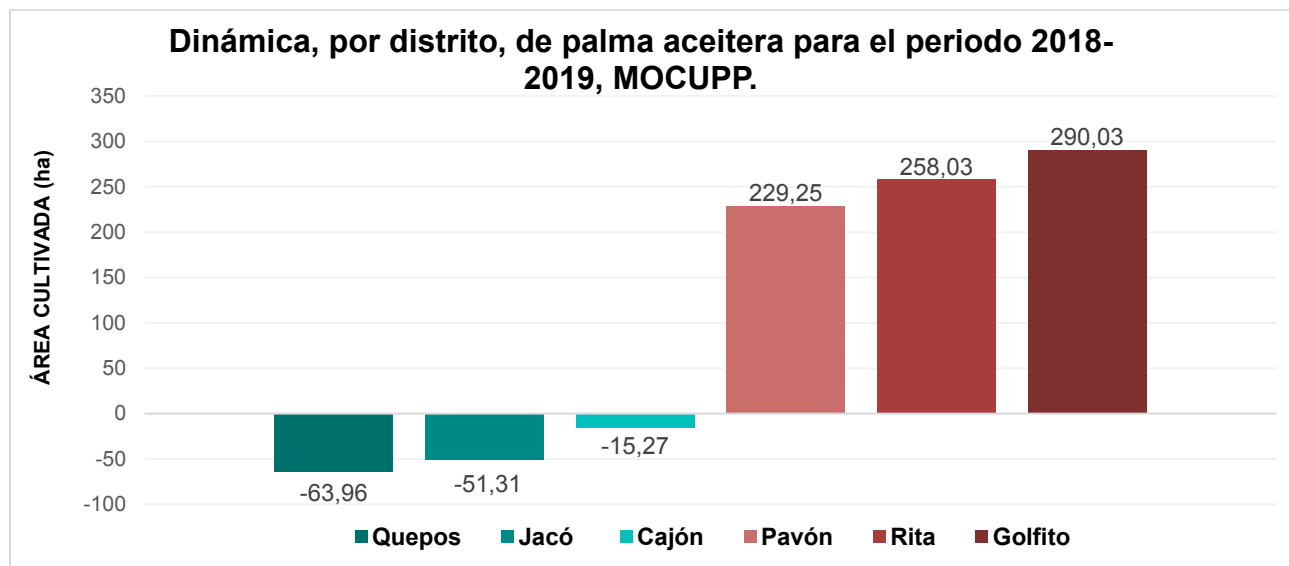


Figura 25. Dinámica, por distrito, de palma aceitera para el periodo 2018-2019.

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.



Cabe mencionar, que tras el análisis la única división territorial que no mostró ningún cambio fue el distrito de Siquirres, del cantón Siquirres de la Región Huetar Caribe. Los demás, tanto distritos como cantones, presentaron un crecimiento o disminución en su área plantada por palma aceitera. Además, debido al mejoramiento de las técnicas de clasificación y a la utilización de imágenes con mayor resolución, como apoyo en la elaboración de la capa 2019, se logró incorporar en dicho monitoreo cinco distritos nuevos, los cuales son: Matama, Pejibaye, Platanares, Sabalito y Tárcoles distribuidos en las regiones Pacífico Central, Brunca y Huetar Caribe.

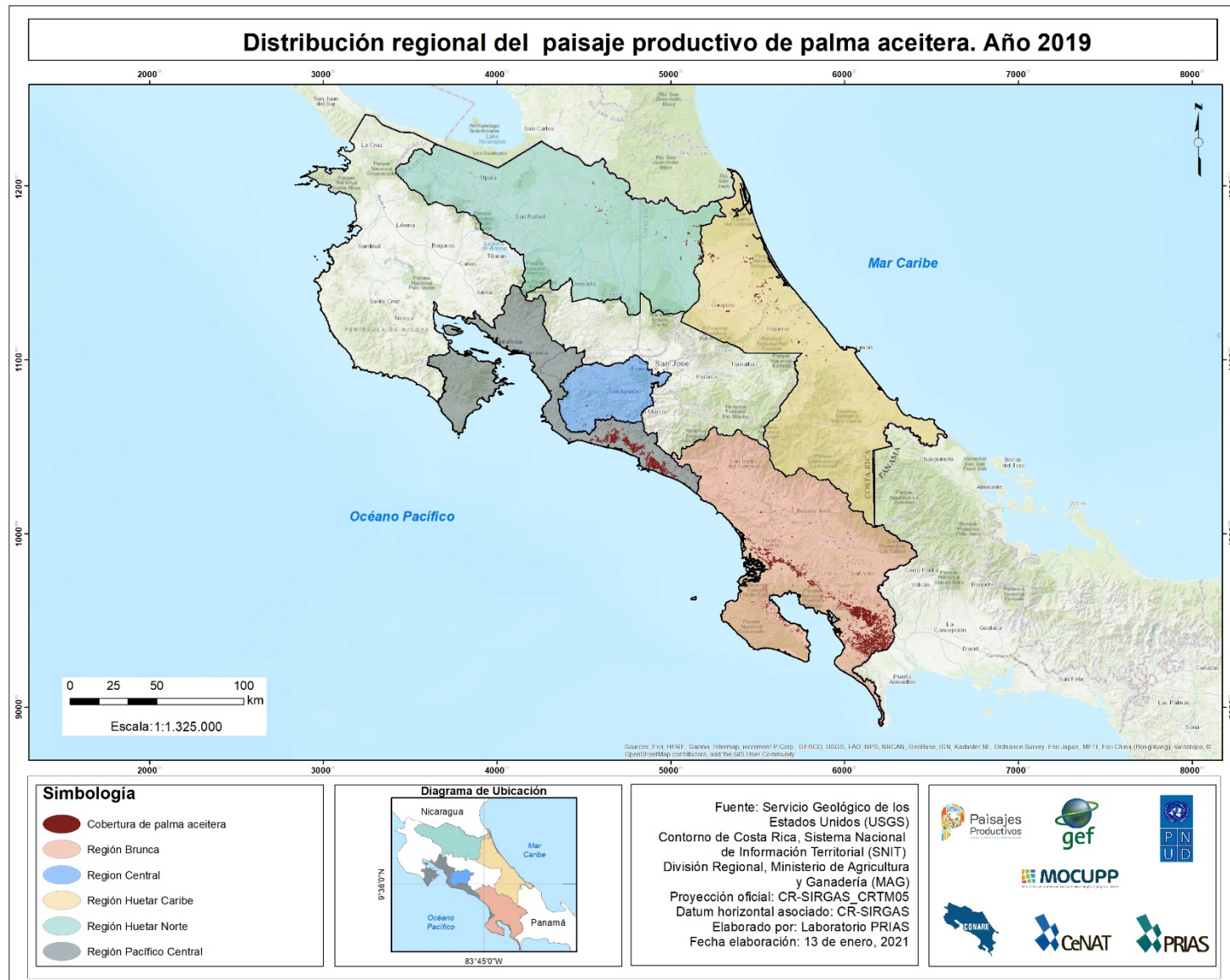
#### 5.4. Resultados generales de la validación

Al validar la cobertura vectorial de palma aceitera para el año 2019, se determinó que la exactitud total de los datos es de un 99,4%, lo que significa que la capa vectorial cuenta con un error global de un 0,6%.

Además, de 452 puntos de control evaluados se obtuvo un total de 450 aciertos, lo que permitió obtener un índice Kappa de 0,99, concluyendo que hay una alta concordancia entre los resultados obtenidos por el proyecto y la realidad.

Para mayor detalle de los resultados obtenidos para la validación de cada región dirigirse al apartado de Anexos (**Anexo 4**).

Finalmente, en la **Figura 26** se muestra el mapa con la distribución regional del paisaje productivo de palma aceitera para el año 2019, elaborado a partir de la actualización de la capa vectorial del año 2018 para el proyecto MOCUPP y con la incorporación de las regiones Huetar Norte y Central.



**Figura 26.** Distribución del paisaje productivo de palma aceitera, en las cinco regiones productoras de Costa Rica. Año 2019.  
**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

## VI RESULTADOS REGIONALES

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la actualización de la capa del paisaje productivo de palma aceitera para el año 2019, distribuidos en cada una de las regiones correspondientes. Región Brunca (RB), Región Pacífico Central (RPC), Región Huetar Caribe (RHC), Región Central (RC) y Región Huetar Norte (RHN).

### 6.1. Región Brunca

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 de la Provincia de San José, al Suroeste con Aguirre de la Provincia de Puntarenas; al Sureste con la República de Panamá y al Sur con el Océano Pacífico (COSAR, 2015a). Además, está compuesta por seis cantones y dos provincias: Osa, Buenos Aires, Coto Brus, Corredores y Golfito de la provincia de Puntarenas y el cantón de Pérez Zeledón de la provincia de San José (MIDEPLAN, 2014a).

Con 9.528,44 km<sup>2</sup> y una ocupación del 18,6% del territorio del país, es una región de vocación principalmente agropecuaria, pero también turística y agroindustrial, donde la producción de aceite de palma, piña, café y granos básicos representan las actividades principales de desarrollo económico (MIDEPLAN, 2014a). El mismo autor indica que para el año 2012 la participación de dichos productos en las exportaciones totales de la región, fue de un 49,5% para el aceite de palma, 29,7% para la piña y un 6,5% para el café.

La presencia del paisaje productivo de palma aceitera data desde el año 1964, iniciando con un área aproximada de 700 ha (MAG, 2007a). No obstante, es hasta el periodo de 1985 al 2005 cuando se da la mayor expansión del cultivo hacia la Región Brunca, expansión que fue propiciada por la presencia de la planta procesadora de fruta, propiedad de Coopeagropal y ubicada en Valle del Coto Sur de Laurel de Corredores (Beggs y Moore, 2013).

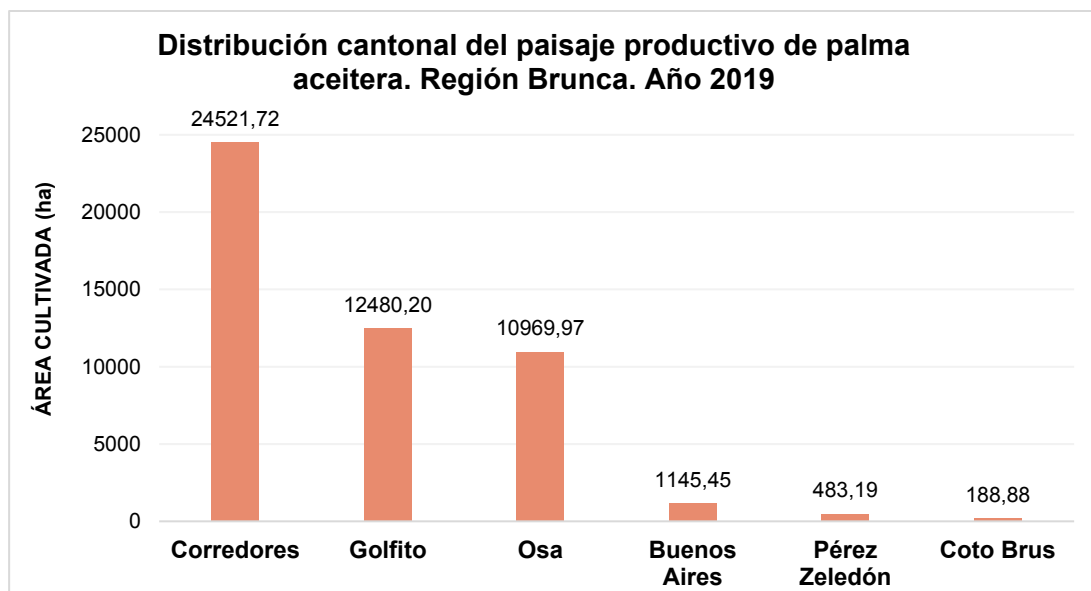
Este periodo marcó la historia de la producción de palma aceitera a nivel nacional, ya que en él se generaron avances tecno-científicos y agronómicos trascendentales, donde en primera instancia se potenció el uso de agroquímicos en las plantaciones y posteriormente se incorporaron aspectos de manejo físico del suelo, lo que conllevó a un manejo integrado del cultivo, llamado, monocultivo por fertilización (Clare, 2011).

COSAR (2015a) afirma que la Región Brunca es la principal productora de aceite de palma aceitera de Costa Rica y que mantiene un incremento en su área cultivada, esto debido a la alta rentabilidad que presenta el cultivo a través de los años, superando a otros cultivos tradicionales como la ganadería, la actividad forestal e inclusive el arroz.

Además, la región Brunca cuenta con la existencia de empresas como Palma Tica y Coopeagropal R.L, las cuales brindan facilidades para el establecimiento de las plantaciones y un adecuado soporte técnico en todas las fases del paisaje productivo de palma aceitera, adicionando a ello el acceso asegurado al mercado y un precio que resulta atractivo al ser relacionado con los costos de operación en la región (COSAR, 2015a).

A su vez, el MOCUPP para el año 2019, indica que dicha región representa el 67,34% del total de plantaciones de palma aceitera monitoreadas para dicho año en el país. Lo que equivale a 49.789,41 ha.

La distribución cantonal de los datos posiciona a Corredores como el principal productor de palma aceitera con un área de 24.521,72 ha sembradas, lo que representa un 49,25% del total de plantaciones de la región, seguido por Golfito con 25,06% y Osa con un 22,03% (Figura 27).



**Figura 27:** Distribución cantonal de la palma aceitera. Región Brunca. Año 2019.

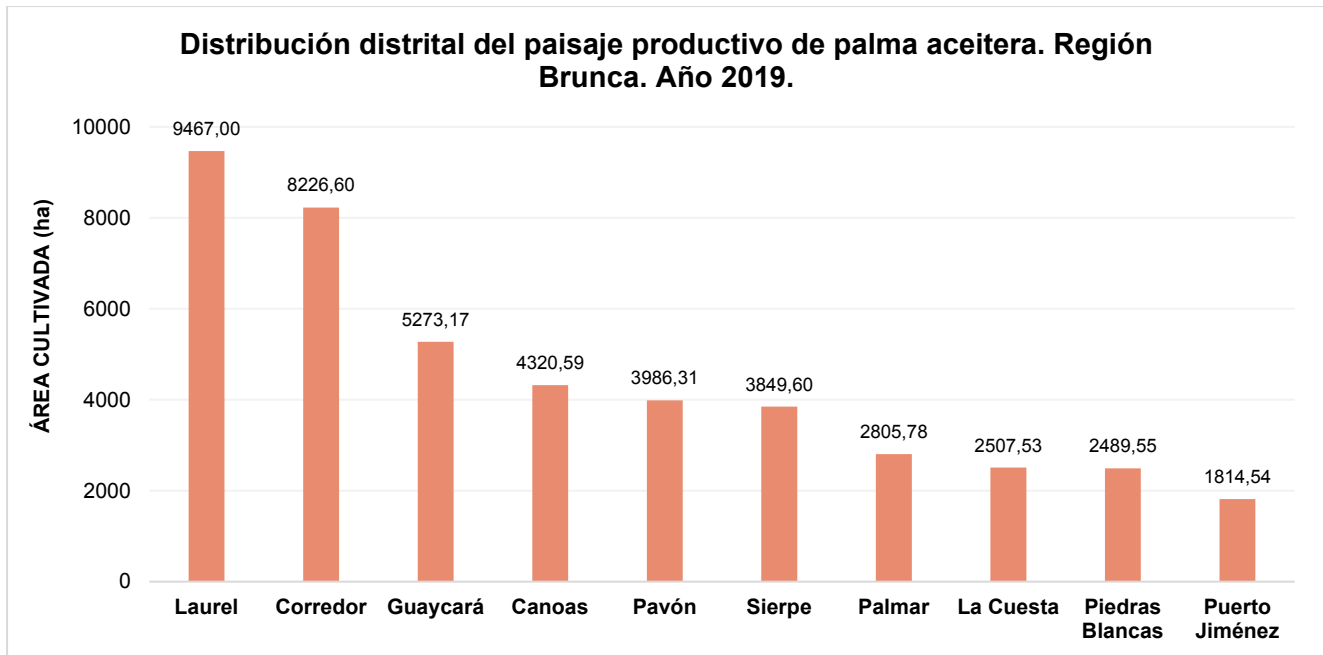
**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021

Por su parte, el Plan de Desarrollo Humano Local del Cantón de Corredores reafirma que la principal actividad económica del cantón es la producción de piña y palma aceitera, sin embargo, también recalca que a esto se suman las actividades comerciales asociadas al Depósito de Libre Comercio, los cuales en conjunto pretenden brindar oportunidades laborales a la gran masa de trabajadores que sufrieron la crisis laboral de los ochenta, por el abandono de las compañías bananeras (Municipalidad de Corredores, 2012).

En el caso de los cantones con menor área de palma aceitera se ubica a: Coto Brus (188,88 ha; 0,38%), seguido por Pérez Zeledón (483,19 ha; 0,97%) y Buenos Aires (1 145,45 ha; 2,30%).

Dónde, según datos de las direcciones regionales del MAG (2014) citados en el Plan de Desarrollo Rural del Territorio Buenos Aires-Coto Brus 2015-2020 (INDER, 2015a), Coto Brus concentra su producción agrícola en cultivos como chile, frijol, maíz, papa chiricana, rambután y tomate, mientras que, en el caso de Pérez Zeledón y Buenos Aires, según Vargas, Miller y Arguedas (2020) muestran que dichos cantones son los principales productores de piña para la Región Brunca en el año 2018.

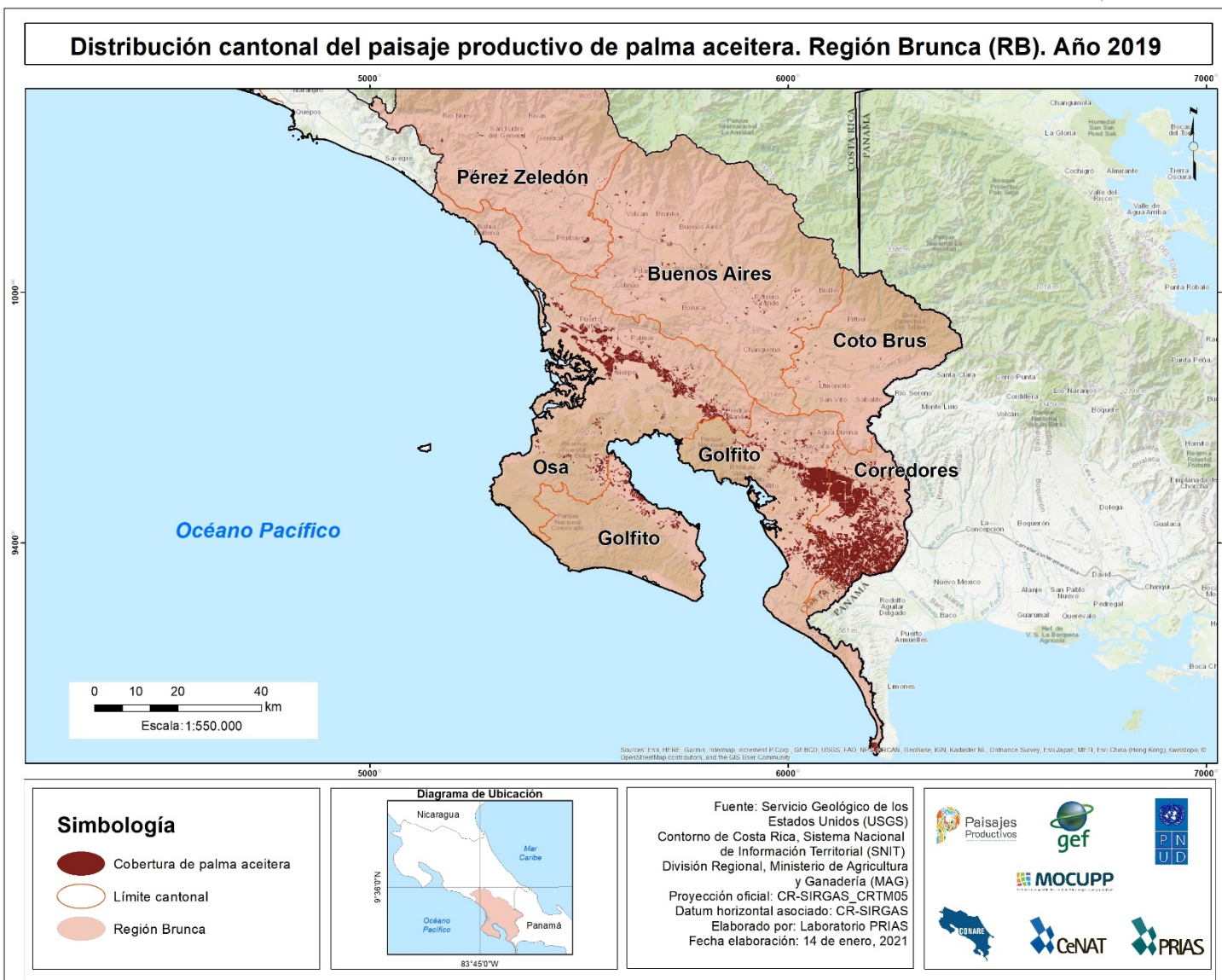
Al realizar la división de las plantaciones ubicadas por el MOCUPP a nivel distrital se sitúa a Laurel, del cantón Corredores, como el principal productor de palma aceitera para el año 2019, con un total de 9.467,0 ha, lo que representa un 19,01% de la producción, tendencia que se mantiene desde el año 2018, debido a la tradicional producción de palma aceitera que presenta el distrito desde los inicios del cultivo. Seguidamente se ubica el distrito Corredor, del mismo cantón, con un 16,52% lo que equivale a 8.226,60 ha y Guaycará, del cantón Golfito, con 5.273,17 ha (10,59%) (**Figura 28**).



**Figura 28:** Distribución distrital de la palma aceitera. Región Brunca. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

Los distritos con menor área corresponden a: Sabalito (1,79 ha; 0%) del cantón Coto Brus y a Platanares (3,71 ha; 0,01%) y Pejibaye (5,39 ha; 0,01%) ambos del cantón Pérez Zeledón, (para mayor información ver **Anexo 5**). La **Figura 29** muestra la distribución cantonal de las plantaciones de palma aceitera en la Región Brunca para el año 2019.



**Figura 29.** Distribución cantonal del paisaje productivo de palma aceitera. Región Brunca, año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

## 6.2. Región Pacífico Central

Con una extensión aproximada de 3.910,6 km<sup>2</sup> lo que equivale al 7,6% del territorio nacional (MIDEPLAN, 2014b), la Región Pacífico Central se cataloga como la más pequeña de su clase. Limita al Norte con los Cantones de Puriscal, Tarrazú, Aserrí, Acosta, Turrubares de la provincia de San José; el cantón de San Ramón de la provincia de Alajuela y el cantón de Abangares de la provincia de Guanacaste. Al Este limita con los cantones de Turrubares, Dota, Pérez Zeledón de la provincia de San José; el cantón de Atenas de la provincia de Alajuela y El cantón de Osa de la provincia de Puntarenas (COSAR, 2015b). Al Sur y al Oeste limita con el océano Pacífico y con el Golfo de Nicoya (MIDEPLAN, 2014b).

Además, esta región se encuentra integrada por ocho cantones: San Mateo y Orotina de la provincia de Alajuela; Esparza, Quepos, Parrita, Garabito, Montes de Oro, Puntarenas, de la provincia de Puntarenas y 38 distritos (COSAR, 2015b). Los cuales presentan dos vocaciones principales, Turística y Agropecuaria (MIDEPLAN, 2014b).

El desarrollo histórico de la Región Pacífico Central la posiciona como promotora del cultivo de granos básicos y de la introducción y establecimiento de grandes plantaciones de cultivos permanentes al país, como lo fue primeramente el banano el cual años después fue sustituido por la palma aceitera (Clare, 2005). Dicha sustitución comenzó en el año 1943 cuando la UFCo decide destinar las fincas del Pacífico Central, las cuales contaban con una alta inversión en infraestructura, pero con la limitante productiva de poseer terrenos con altos niveles de sulfato de cobre, a la producción de palma aceitera, cultivo tolerante a la presencia de dichos químicos que surgió como una alternativa a las plantaciones de banano, las cuales por el ataque de la *Sigatoka* y los altos costos de riego no eran rentables en la región (Clare, 2011).

Aunado a lo anterior, la creación de la primera planta procesadora de Costa Rica, en Damas, para el año 1950 (MAG, 2007b) impulsó al sector palmero a establecerse en la Región Pacífico Central, donde conforme al Instituto de Desarrollo Rural (INDER, 2016), desde 1956 hasta la fecha, las plantaciones de palma aceitera forman parte fundamental del paisaje en los cantones Parrita y Quepos. Datos del VI Censo Nacional Agropecuario para el 2014, citados en el Plan Regional de Desarrollo Agropecuario y Rural 2016-2018 para la Región Pacífico Central (COSAR, 2015b) demuestran que efectivamente la palma aceitera encabeza la lista de fincas, con cultivos permanentes, por área sembrada en la



región, seguida por la caña de azúcar, el mango, la piña y el café.

Razón por lo que la Región Pacífico Central mantuvo, desde entonces, una tendencia al incremento en área sembrada, como se muestra en la información recopilada por el **Cuadro 11**, donde se puede observar este crecimiento desde el año 1950 hasta el año 2007, periodo en el que se contaba con 15.450 ha del paisaje productivo.

**Cuadro 11.** Evolución del crecimiento del paisaje productivo de palma aceitera en los cantones Parrita y Quepos. Periodo 1950-2007.

Año	Área cultivada (ha)
1950	2.964
1952	4.000
1955	4.665
1966	9.395
1968	9.395
1970	5.750
1975	9.494
1977	9.620
1982	9.404
1984	10.303
1986	12.075
1998	12.590
2007	15.450

**Fuente:** Laboratorio PRIAS (2021) a partir de datos de Clare (2011); Meneses y Valenciano (2007).

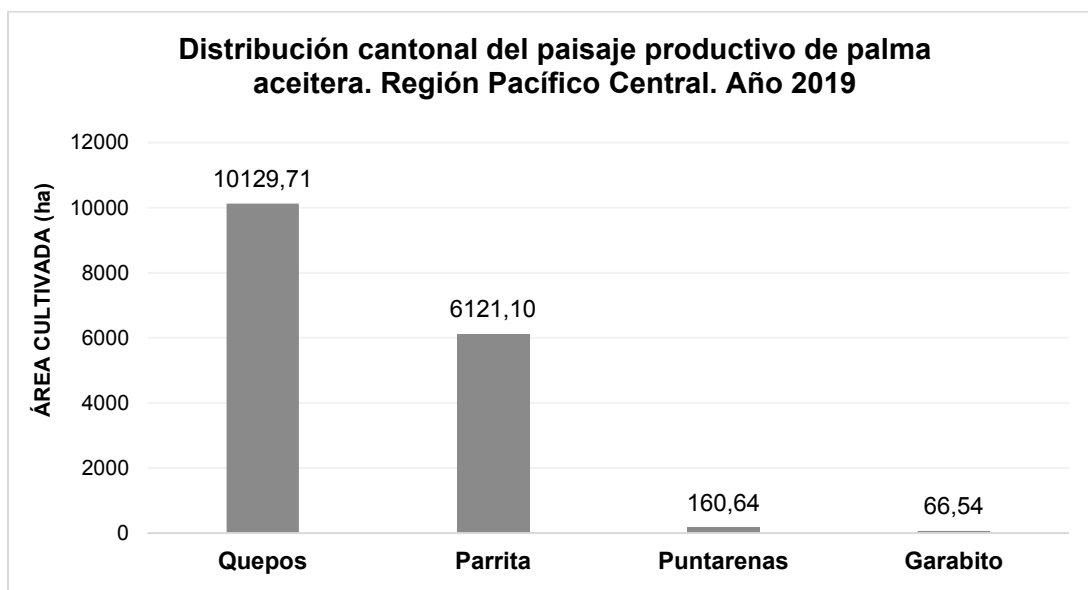
No obstante, si a la información antes mostrada se le adicionan los resultados obtenidos por la herramienta MOCUPP para el año 2018 (16.575,98 ha) y actualizados para el año 2019 (16.477,98 ha) se determina que dicha expansión mostró una recesión en el año de estudio del presente documento.

Según Vignola, Watler, Poveda, Berrocal y Vargas (2017) esta recesión del 2019 se puede deber a la afectación que sufre el cultivo por factores climáticos y no climáticos, donde resaltan tanto desastres naturales, como la presencia de plagas y enfermedades. Además, Gómez (2020), indica que “el último lustro registró dos de los huracanes que más impacto han dejado: Otto y Nate”, ocasionando, en el caso de Nate, al sector agropecuario nacional, una pérdida de ¢11.563 millones específicamente en la Región Pacífico Central, región con mayor afectación del país, por este huracán (Barquero, 2018).

Por lo que, al asociar los factores antes mencionados con la baja en el precio del aceite,

percibida principalmente en el mes de octubre del año 2018, donde el cultivo sufrió el mayor descenso reportado en la historia nacional (M.P Evans Group, 2021), se pueden determinar las posibles fuentes que propiciaron la pausa en la expansión del paisaje productivo de palma aceitera en la Región Pacífico Central de Costa Rica.

De las 16.477,98 ha totales encontradas por el MOCUPP en la Región Pacífico Central el 61,47% se sitúa en el cantón de Quepos, colocándose en el primer lugar con 10.129,71 ha. Parrita a su vez se posiciona en segundo lugar con un 37,15% lo que equivale a 6.121,10 ha. Tal como lo reportó el INDER (2016), estos dos cantones son los principales productores de palma aceitera de la región, concentrando el 98,62% de las plantaciones actuales (Figura 30).

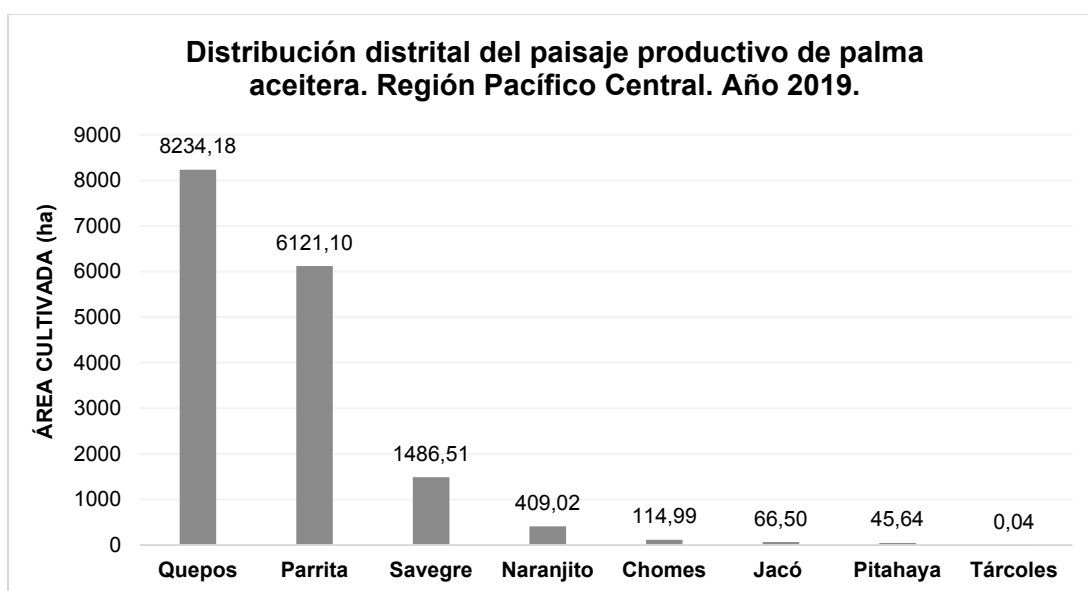


**Figura 30:** Distribución cantonal de la palma aceitera. Región Pacífico Central. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

En el caso de Puntarenas y Garabito ambos representan tan solo el 1,37% de la superficie de palma aceitera de la región, con un 0,97% y un 0,40% respectivamente. Esto debido a que son cantones con vocación principalmente turística, donde según la Municipalidad de Garabito, 2015, citada por INDER (2016) distritos como Jacó han logrado con su gran atractivo turístico, tanto para nacionales como para extranjeros, desplazar la actividad agrícola y ganadera de la zona.

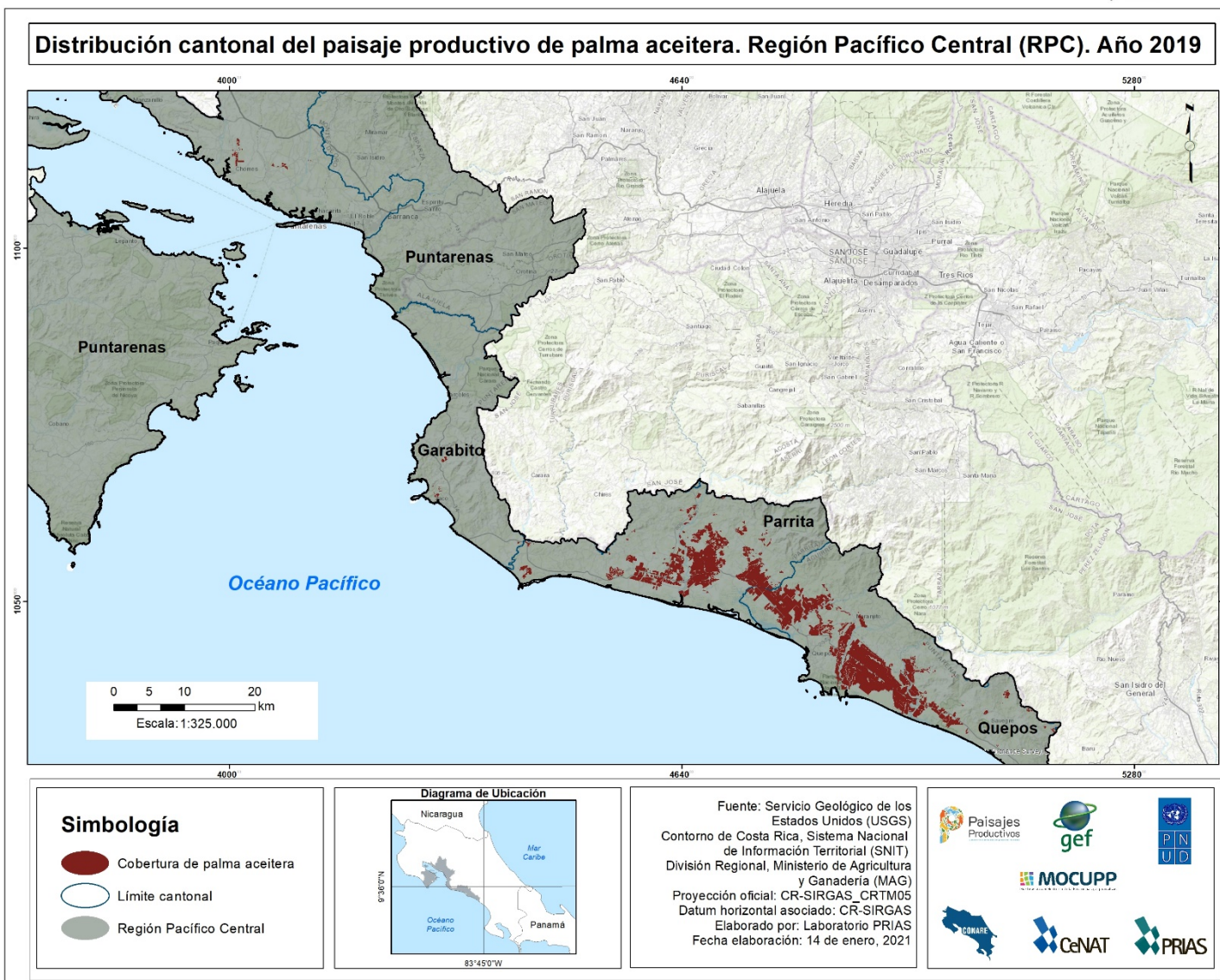
Razón por la que dicho distrito, Jacó, se ubica en la sexta posición según la distribución distrital de los resultados del MOCUPP, representando el 0,40% de las plantaciones encontradas en su cantón. De forma descendente en quinto lugar se posiciona el distrito de Chomes del cantón Puntarenas con el 0,70% del cultivo; en cuarto lugar el distrito de Naranjito con un 2,48%, en tercera posición a Savegre con un 9,02% ambos pertenecientes al cantón de Quepos; en segundo lugar a Parrita del cantón con su mismo nombre con un 37,15% y en primera posición el distrito de Quepos, del cantón de Quepos con un 49,97% del paisaje productivo, lo que representa casi la mitad del total de hectáreas sembradas en la región (**Figura 31**).



**Figura 31:** Distribución distrital de la palma aceitera. Región Pacífico Central. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

En la **Figura 32** se observa la distribución del paisaje productivo de palma aceitera obtenido por medio de la aplicación de la herramienta MOCUPP para la región productora Pacífico Central y sus cantones. Donde se puede apreciar que el 98,62% de las plantaciones se ubican en los cantones Quepos y Parrita, comportamiento que se mantiene desde el monitoreo aplicado para el año 2018.



**Figura 32.** Distribución cantonal del paisaje productivo de palma aceitera. Región Pacífico Central, año 2019.

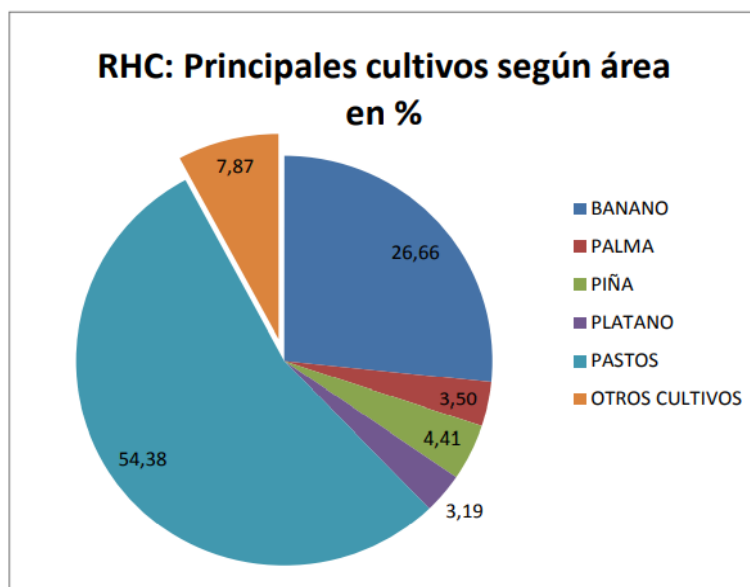
**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

### 6.3. Región Huetar Caribe

La extensión territorial de la Región Huetar Caribe es aproximadamente de 9.178, 97 km<sup>2</sup>, lo que representa un 17,98% del territorio nacional. Geográficamente limita al Norte con Nicaragua desde, Punta Castilla en la desembocadura del Río San Juan, hasta el Delta del Río San Juan. Al Sureste con Panamá, desde la boca del Río Sixaola en el Mar Caribe, hasta su confluencia con el Río Yorkin, al Sur con la Cordillera de Talamanca Provincia de Puntarenas, al Oeste con las provincias de Heredia y Cartago. Al Este limita con el Mar Caribe y se compone de seis cantones: Limón, Pococí, Siquirres, Talamanca, Matina y Guácimo y 29 distritos, todos ubicados en la provincia de Limón (Mora, 2020).

Por su cercanía con el Mar Caribe la actividad económica de la región se ve altamente influenciada por tres actividades: el desarrollo portuario, de transporte y comunicaciones y el turismo, especialmente relacionado con la gran variedad de espacios para la conservación ambiental que posee, teniendo alrededor de un 38,8% de su territorio bajo algún régimen de protección ambiental (MIDEPLAN, 2014c).

Sin embargo, además de las actividades antes mencionadas, la Región Huetar Caribe también presenta un alto desarrollo agropecuario donde resaltan cultivos como el banano, la palma, la piña, el plátano, la ganadería entre otros (COSAR, 2015c). En la **Figura 33** se observa la distribución porcentual de los principales productos de la región.



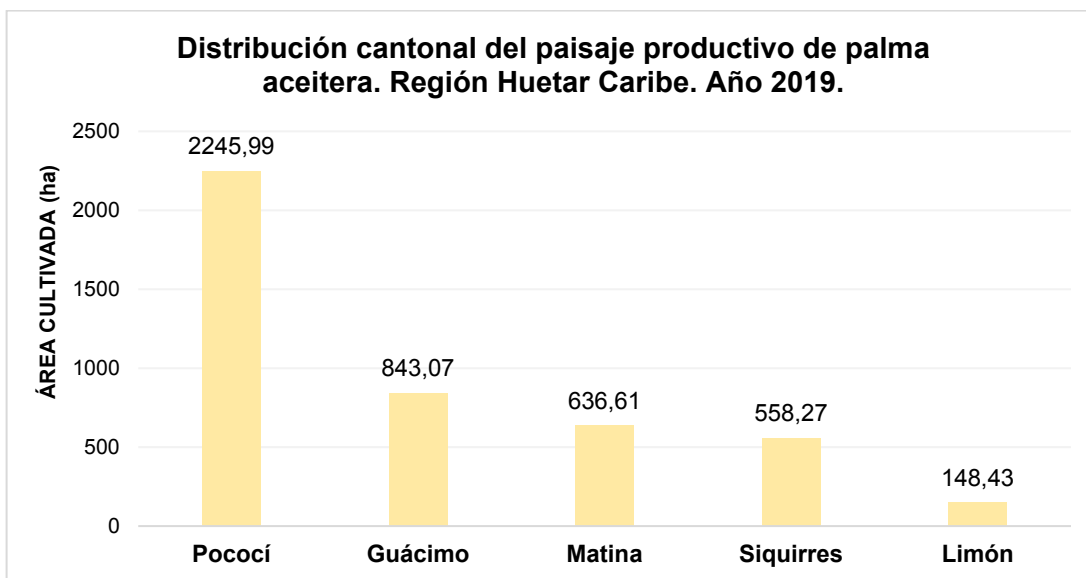
**Figura 33:** Distribución porcentual de los principales cultivos de la Región Huetar Caribe.

**Fuente:** COSAR, 2015.

La palma aceitera se encuentra en la Región Huetar Caribe desde 1970, sin embargo, promovida por la política pública de impulsar el desarrollo de los pequeños y medianos productores de los cantones de Matina, Siquirres y Limón es que a partir del año 2000 toma una mayor importancia en la actividad industrial, misma razón que provocó que para el año 2007 continuara su expansión hacia los cantones de Pococí, Guácimo y Talamanca (Mc Lauren, Benavides y Espinoza, 2007).

Datos del Censo Agropecuario, citados por COSAR (2015c) y de la encuesta regional de productores de Palma Aceitera, citados por (Mora, 2020) posicionan a los cantones de Pococí, Guácimo, Siquirres y Matina como los principales productores de palma aceitera de la región. Comportamiento que según COSAR (2015c) ha sido altamente influenciado por la existencia del Centro de Acopio de Fruta del cantón de Siquirres y la planta extractora de aceite posicionada en el cantón de Matina, factores que promueven un mayor desarrollo del sector palmero en sus alrededores.

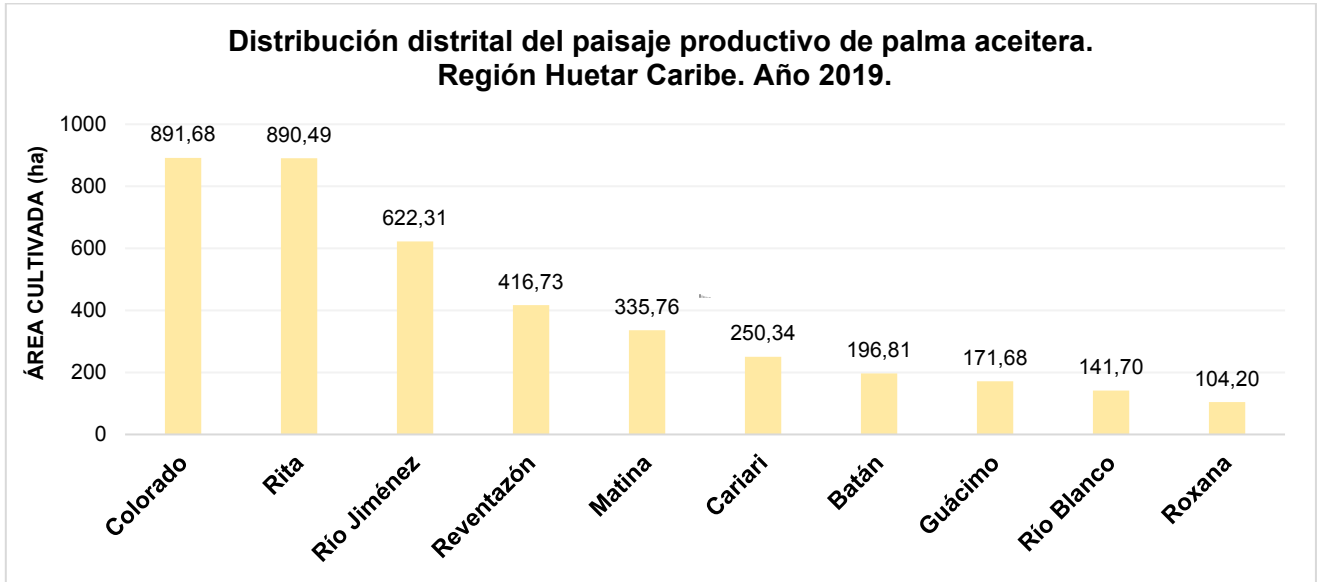
Actualmente, según la actualización de la capa vectorial de palma aceitera MOCUPP 2019, la Región Huetar Caribe cuenta con un total de 4.432,36 ha, lo que equivale a un 5,99% del total de las plantaciones del país. Siendo el cantón de Pococí su principal productor, con una concentración del 50,67% de las plantaciones de la región, seguido por Guácimo con un 19,02%, Matina con un 14,36%, Siquirres con un 12,60% y finalizado por el cantón de Limón, mismo que se posiciona en quinto lugar con un 3,35% del cultivo (**Figura 34**).



**Figura 34:** Distribución cantonal de la palma aceitera. Región Huetar Caribe. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

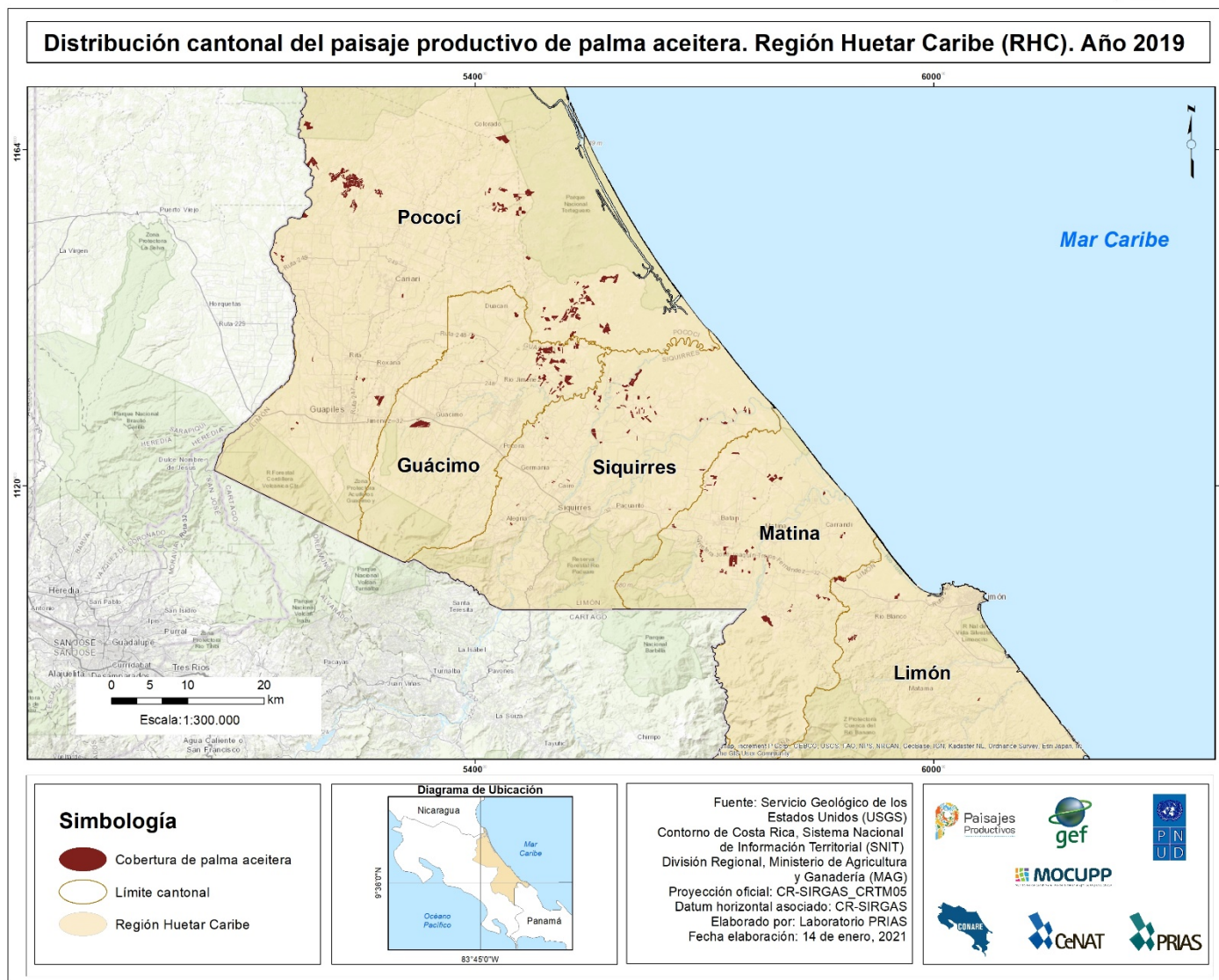
En el caso de los distritos, los tres primeros lugares son representados por Colorado (20,12%) y Rita (20,09%) ambos del cantón Pococí, y Río Jiménez (14,04%) del cantón de Guácimo; en las últimas posiciones se ubican los distritos de Siquirres (0,08%), Matama (0,15%) y Germania (0,017%) de los cantones Siquirres y Limón (**Figura 35 y Anexo 5**).



**Figura 35:** Distribución distrital de la palma aceitera. Región Huetar Caribe. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

En la **Figura 36** se observa la distribución cantonal del paisaje productivo de palma aceitera en la Región Huetar Caribe obtenida por medio de la herramienta MOCUPP para el año 2019.



**Figura 36.** Distribución cantonal del paisaje productivo de palma aceitera. Región Huetar Caribe, año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.



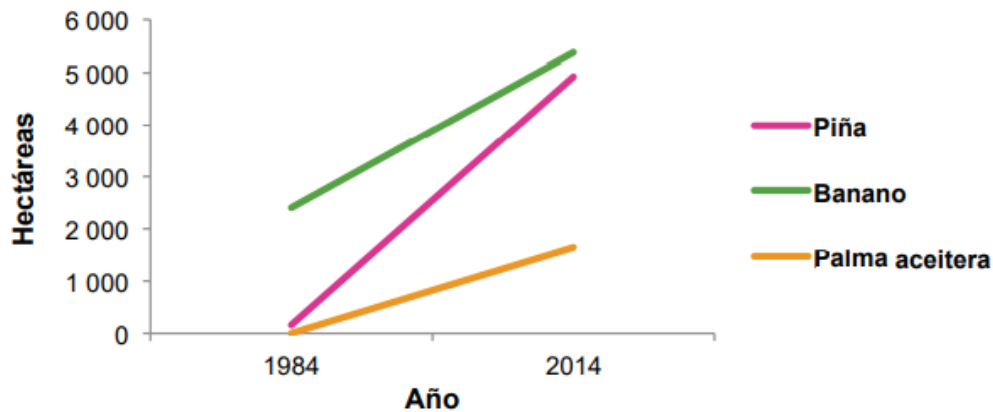
#### 6.4. Región Huetar Norte

Con una extensión territorial de 9.803 km<sup>2</sup>, lo que equivale al 19,2% del territorio nacional (MIDEPLAN, 2014d), la Región Huetar Norte, ubicada como su nombre lo indica al Norte de la República de Costa Rica, está comprendida entre las cimas de las cordilleras Volcánica Central, Los Montes del Aguacate, la Volcánica de Guanacaste y la frontera con Nicaragua. Limita al Norte con Nicaragua, al Sur con las provincias de Guanacaste y parte de Alajuela, al Este con el cantón de Sarapiquí y al Oeste con Guanacaste (COSAR, 2015d).

Caracterizada por ser una de las regiones con mayor producción agropecuaria y desarrollo agroindustrial del país (INEC, 2017) la Región Huetar Norte junto con la Brunca y Huetar Caribe muestran valores superiores al 30% en su PEA en actividades agropecuarias (MIDEPLAN, 2014d), lo que justifica la importancia de su participación en la producción agrícola nacional (COSAR, 2015d).

Su principal aporte se encuentra en los productos de exportación, posicionándose según Vargas et al (2020) e INEC (2017), como el principal productor de piña del país, fruta que se ubica en tercer lugar de los principales productos exportados de Costa Rica hacia el mundo (COMEX, 2019).

No obstante, gracias a la diversidad de microclimas presentes en la región, los suelos de la misma son utilizados por una gran variedad de actividades económicas, específicamente en el sector agrícola, por una diversa lista de cultivos (COSAR, 2015d). Dentro de los que resalta la piña, palma aceitera, tubérculos, ornamentales, ganadería, entre otros productos de gran importancia nacional por su aporte a las exportaciones (INEC, 2017). Este mismo autor, basado en los resultados del CENAGRO aplicado para los años 1984 y 2014, reporta la aparición del cultivo de palma aceitera en la región, específicamente en el cantón de Sarapiquí en dicho periodo (**Figura 37**).



**Figura 37:** Extensión en hectáreas por cultivo. Sarapiquí, 1984 y 2014.

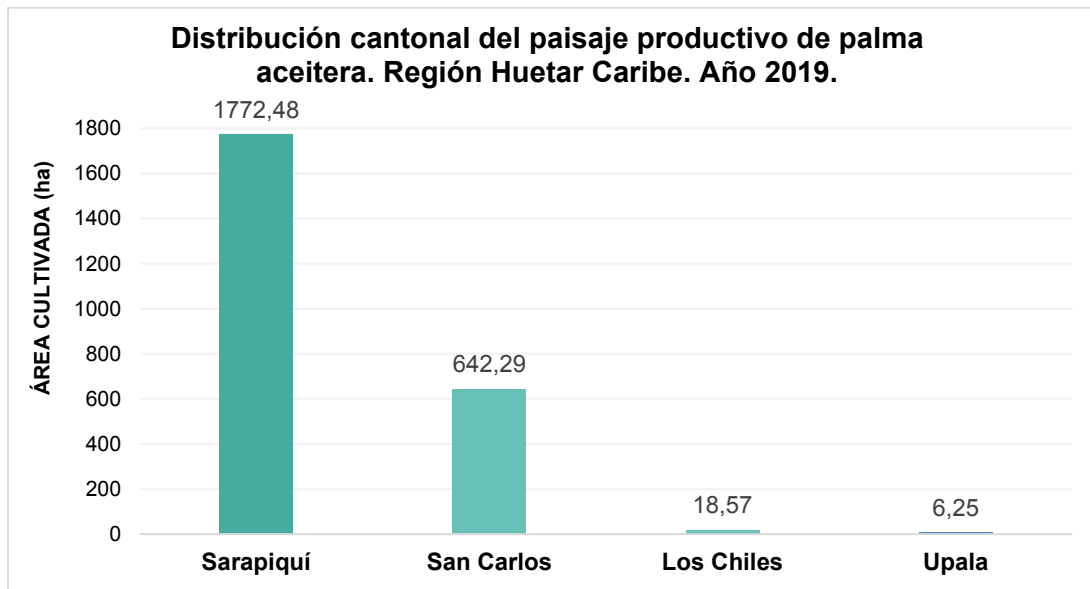
**Fuente:** INEC, 2017

En la actualidad, la producción de palma aceitera en la Región Huetar Norte se ve altamente influenciada por la dificultad que tiene la región para procesar la fruta, la cual debe ser trasladada hasta la Región Pacífico Central, donde se ubica la planta procesadora más cercana, implicando elevados costos en el transporte del producto, lo cual adicionado de nuevo, a la caída del precio internacional del aceite, vuelve difícil la manutención de las plantaciones en la región (Comunicación personal con representantes del MAG<sup>1</sup>).

Por esta razón, resultados del proyecto MOCUPP 2019 posicionan a la Región Huetar Norte en cuarto lugar de importancia en el sector palmero, la cual para el año 2019 concentra únicamente 2.439,59 ha del paisaje productivo de palma aceitera identificado para el país, lo cual representa un 3,30% del total.

La distribución cantonal de la región ubica al cantón de Sarapiquí en primer lugar con un 72,65% del total de plantaciones registradas, seguido por San Carlos con un 26,33%, Los Chiles con un 0,76% y finalizado por Upala con tan solo un 0,26%. La **Figura 38** muestra la distribución cantonal antes descrita.

<sup>1</sup>Comunicación personal: 29 de enero de 2021. Torres, J. Encargado general de palma (MAG).

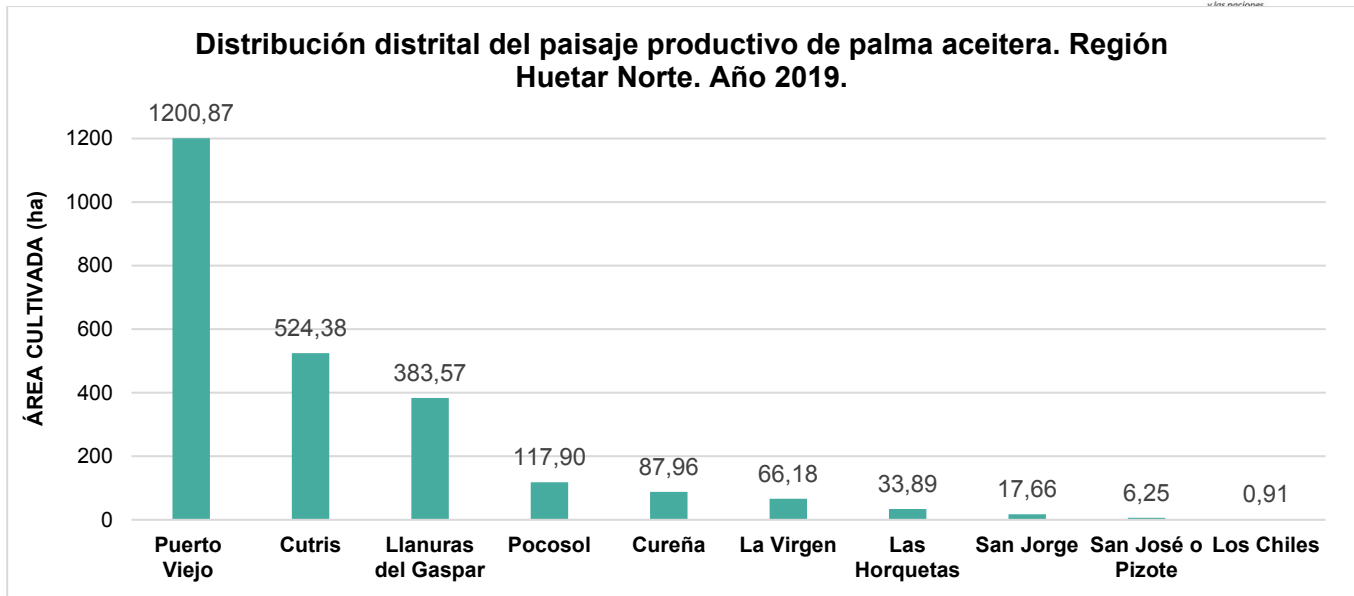


**Figura 38:** Distribución cantonal de la palma aceitera. Región Huetar Norte. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

Un dato a recalcar es que los cantones de Upala y Los Chiles, los cuales presentan la menor área plantada de palma aceitera, se identificaron dentro del mismo proyecto, como cantones importantes en la producción de piña para el año 2018 dentro de la Región Huetar Norte (Vargas et al, 2020).

Al realizar un análisis distrital se reconoce a Puerto Viejo de Sarapiquí, como el principal distrito en la producción de palma aceitera de la Región Huetar Norte, el cual contiene un 49,22% del total de plantaciones de la región. En segundo lugar, con un 21,49% del área cultivada se posiciona a Cutris, de San Carlos, que es continuado por las Llanuras del Gaspar del cantón de Sarapiquí con un 15,72% (**Figura 39**).

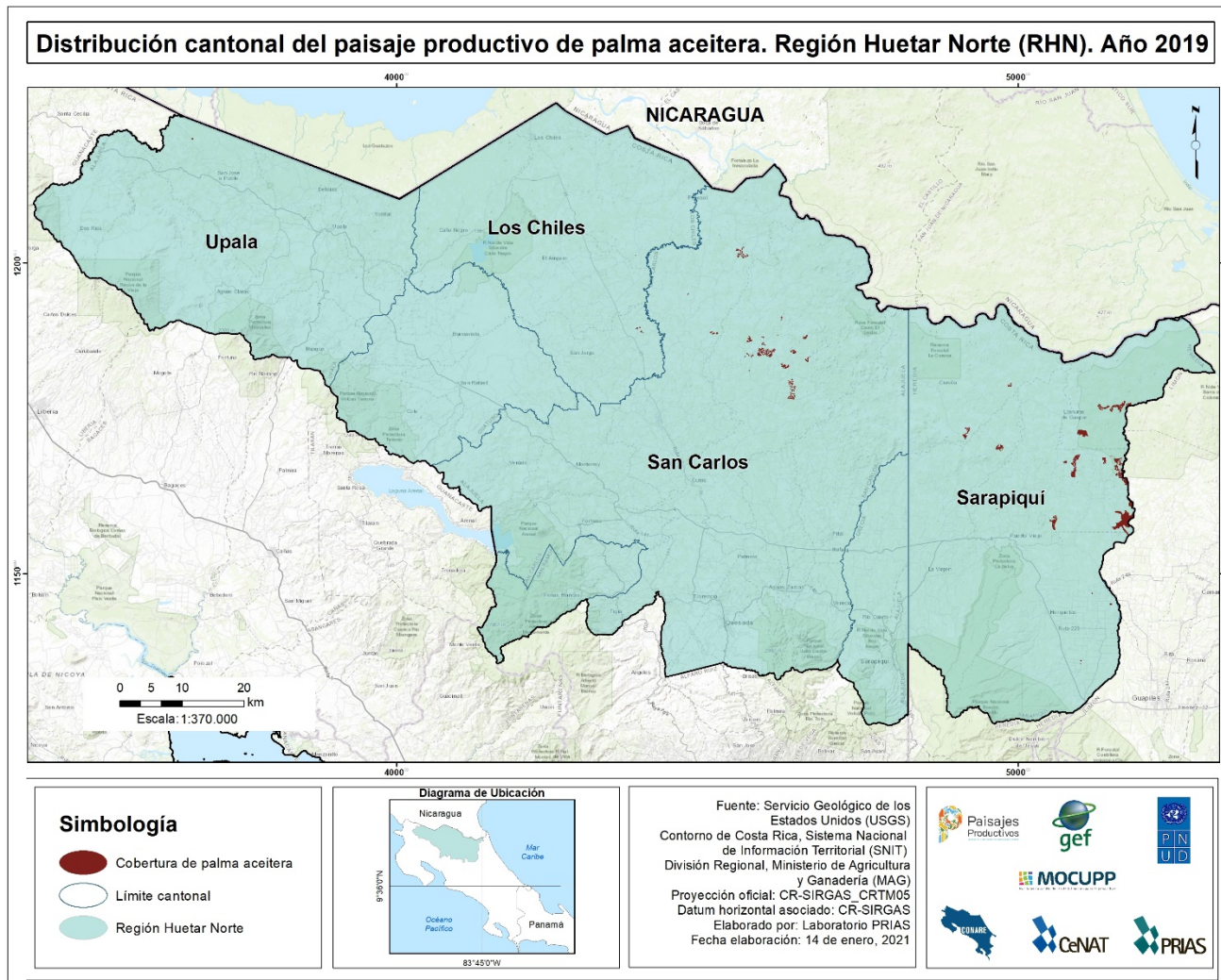


**Figura 39:** Distribución distrital de la palma aceitera. Región Huetar Norte. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

En el caso contrario, los distritos con menor presencia de palma aceitera son: Los Chiles, San José o Pizote y San Jorge, de los cantones Los Chiles y Upala, con un porcentaje de 0,04%, 0,26% y 0,72% respectivamente, en los tres casos con áreas totales inferiores a las 20 ha. Distritos que según INDER (2015b) se dedican a la producción de granos básicos, raíces, tubérculos y ganadería en el caso de Los Chiles y San Jorge del cantón Los Chiles y a ganadería de doble propósito, arroz, maíz, frijol, maracuyá y cacao en el caso de San José del cantón de Upala.

En la siguiente figura (**Figura 40**) se muestra la distribución cantonal de las plantaciones de palma aceitera ubicadas en la Región Huetar Norte para el año 2019 por medio de la aplicación de la herramienta MOCUPP.



**Figura 40.** Distribución cantonal del paisaje productivo de palma aceitera. Región Huetar Norte, año 2019.

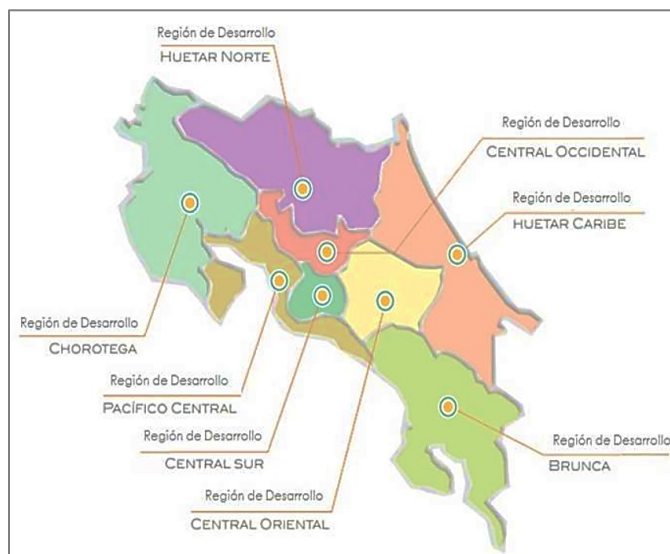
**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021

## 6.5. Región Central

Conforme al MIDEPLAN (2014e) la Región Central de Costa Rica con tan solo el 16% del territorio nacional concentra el 66% de la población costarricense en 45 cantones distribuidos en cuatro provincias: **Provincia de San José**: cantones de San José, Escazú, Desamparados, Puriscal, Aserrí, Mora, Acosta, Moravia, Tibás, Montes de Oca, Dota, Curridabat, León Cortés, Turrubares, Tarrazú, Goicoechea, Santa Ana, Alajuelita, Coronado. **Provincia de Alajuela**: Alajuela, San Ramón, Grecia, Atenas, Naranjo, Palmares, Poás, Alfaro Ruiz, Valverde Vega. **Provincia de Cartago**: Cartago, Paraíso, La Unión, Jiménez, Turrialba, Alvarado, Oreamuno. **Provincia de Heredia**: Heredia, Barva, Santo Domingo, Santa Bárbara, San Rafael, San Isidro, Belén, Flores, San Pablo.

La Región Central limita al Norte con la Región Huetar Norte, al Noroeste con la Región Pacífico Central, al Sur con las regiones Brunca y Pacífico Central, y al Este con la Región Huetar Caribe (MIDEPLAN, 2014e).

Gracias a la amplia variedad de espacios geográficos y a la elevada concentración de ciudadanos costarricenses que posee, muestra una heterogeneidad interna (MIDEPLAN, 2014e) que hace difícil su correcta administración, por esta razón instituciones como el MAG optan por dividirla en tres subregiones, las cuales son: Central Occidental, Central Oriental y Central Sur (**Figura 41**), donde cada subregión cuenta con una agencia de la institución que se encarga de velar por los cantones correspondientes (MAG, 2021b).



**Figura 41:** Distribución regional de las agencias del MAG.

**Fuente:** MAG (2021b)



Al servicio  
de las personas  
y las naciones

En el caso del paisaje productivo de palma aceitera, su producción se encuentra únicamente en la subregión Central Sur, la cual con 1.778,52 km<sup>2</sup> se ubica al Suroeste de la provincia de San José y está conformada por ocho cantones: Acosta, Aserrí, Escazú, Mora, Puriscal, Santa Ana, Turrubares y Alajuelita. Sus límites geográficos son: al Norte con el cantón de Atenas de la provincia de Alajuela, los ríos Grande de Tárcoles y Virilla; al Sur con Parrita y Aguirre, de la provincia de Puntarenas; al Este limita con la zona de Los Santos; al Oeste con el Río Turrubares y el límite provincial entre San José y Puntarenas hasta el río Grande de Tárcoles (COSAR, 2017).

El ingreso de este cultivo a la región fue impulsado gracias al esfuerzo realizado por el Estado, el cual creó una política de apoyo a las PYMES enfocadas en promoción y exportación de productos, buscando con ello el acceso a nuevos mercados. Dentro de los que destacan los cultivos de: café, caña de azúcar, legumbres, hortalizas, tubérculos, frutas, palma aceitera, la producción de leche y sus derivados, así como redes de pequeños empresarios del turismo rural, comunitario y artesanal (MIDEPLAN, 2014e).

El cantón de Puriscal se presenta como un caso interesante de analizar, ya que, al incursionarse en la actividad palmera mostró una evidente disminución en la siembra de cultivos como maíz y frijol, lo cual se dio como un método para aprovechar las características agroecológicas y climáticas de las zonas bajas de la región, las cuales presentan una alta influencia del Pacífico Central, donde el cultivo tiene un alto desarrollo (INEC, 2017).

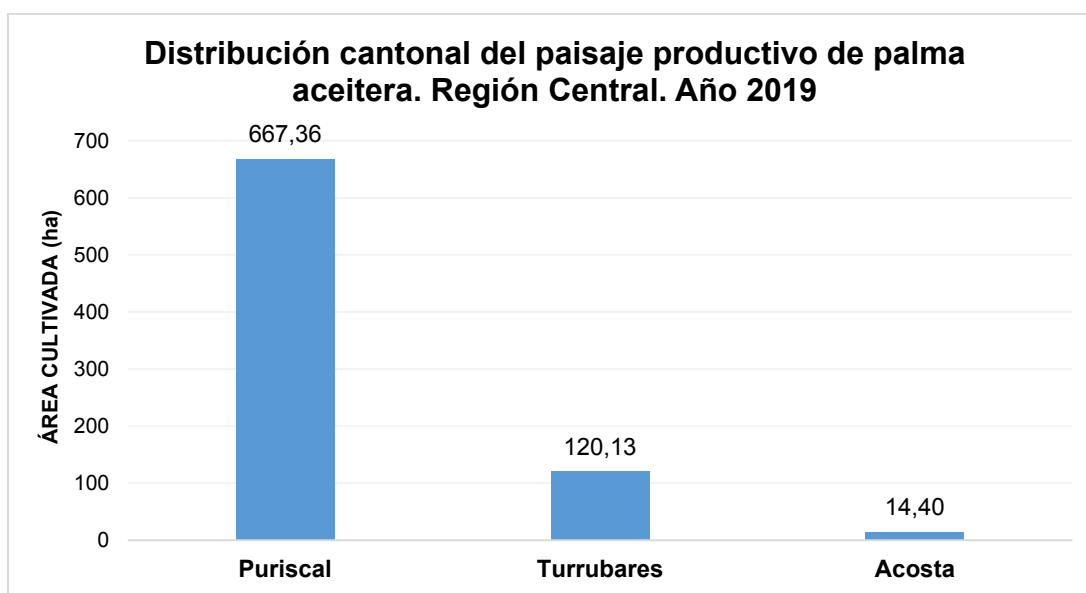
Por su parte COSAR (2017) reporta para la RC una expansión en la superficie del cultivo de palma aceitera, mostrándose como una alternativa intensiva para la sustitución de áreas ganaderas, actividad que se caracteriza por su uso extensivo del suelo, lo que implica que se sobrepasan los límites de capacidad para la actividad. Mismo autor basado en datos de la Dirección Regional Central Sur (MAG, 2015) indica que para el año 2015 la región contaba con 800 ha de cultivo de palma aceitera, de un total máximo de 1000 hectáreas disponibles, según la capacidad de uso de suelo de la zona.

Actualmente MOCUPP reporta, para el año 2019, 801,89 ha lo que representa el 1,08% del paisaje productivo de palma aceitera del país, posicionando a la Región Central en quinto lugar, definiéndola como la región productora con menor presencia de palma aceitera y

evidenciando la poca o nula expansión que ha experimentado el cultivo en los últimos años.

INDER (2015c) en su cuadro de “Medios Productivos según Territorio” indica que la principal actividad económica del distrito Chires, del cantón Puriscal es la siembra de frutas, tubérculos y palma aceitera. Mientras que INFOAGRO (2021) con datos de las Direcciones Regionales del MAG, reporta que los cantones de la Región Central Sur con vocación palmera son Acosta, Puriscal y Turrubares.

Por su parte, MOCUPP posiciona como el principal cantón productor de palma aceitera de la RC para el año 2019 al cantón de Puriscal con un 83,22% del total de la región, seguido por Turrubares con un 14,98% y concluido por Acosta con un 1,80%, como se puede apreciar en la **Figura 42**.

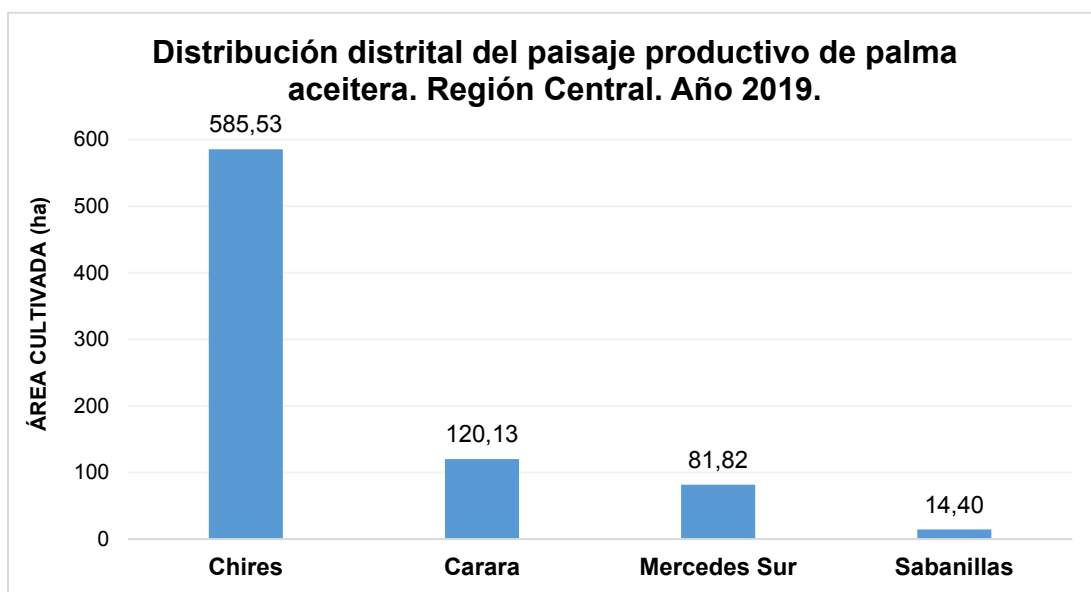


**Figura 42:** Distribución cantonal de la palma aceitera. Región Central Sur. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

Tal como lo indicó el INDER el distrito de mayor importancia para la producción de palma aceitera en la Región Central Sur corresponde al distrito de Chires, el cual contiene el 73,02% de las plantaciones. Por su parte Carara, del cantón Turrubares, concentra el 14,98%, Mercedes Sur, del cantón Puriscal, el 10,20% y Sabanillas del cantón Acosta el restante 1,80%. Los distritos Carara y Sabanillas al ser los únicos representantes de sus cantones contienen el total de plantaciones correspondientes a cada cantón. La información antes mencionada se puede observar por medio de la **Figura 43**.

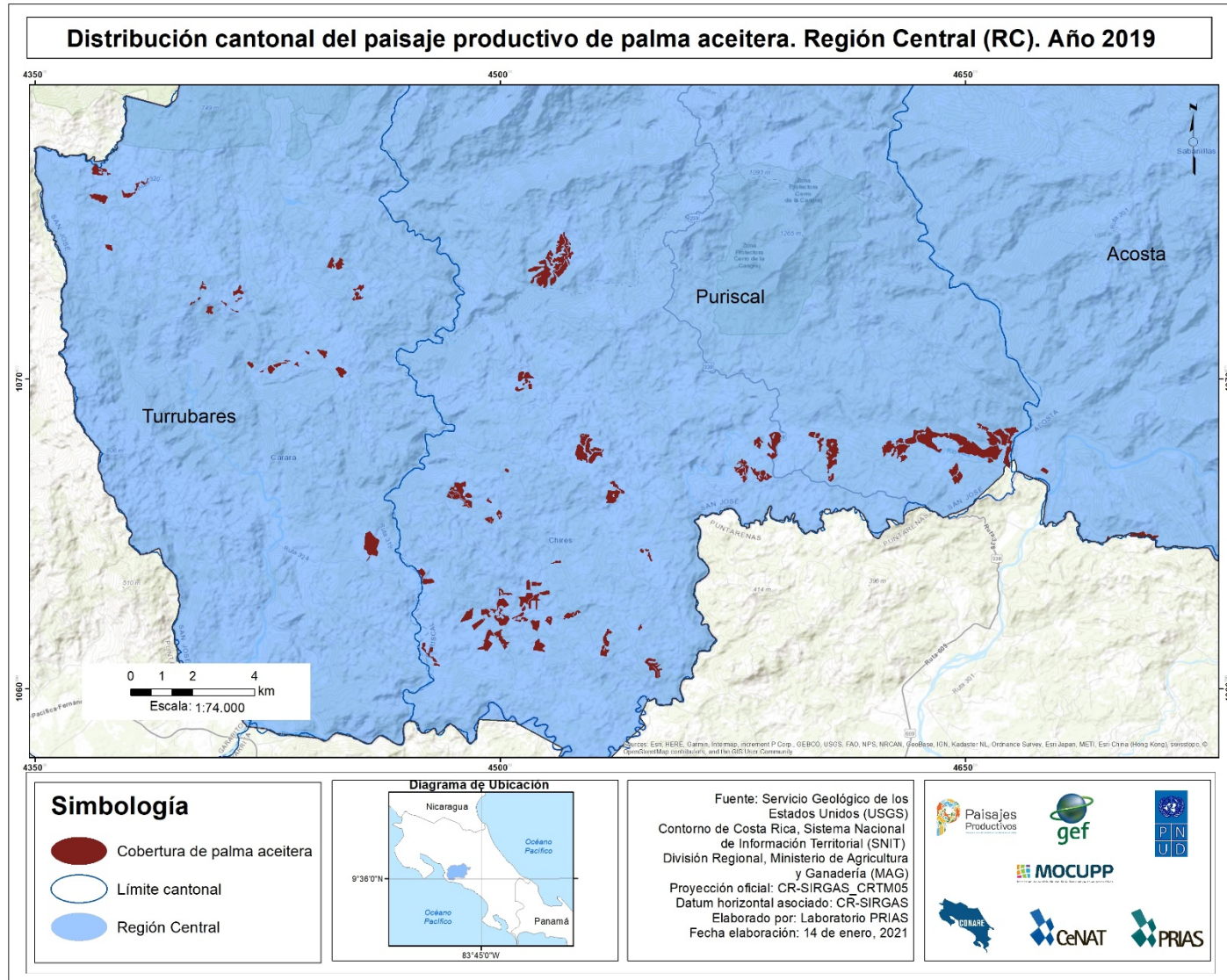




**Figura 43:** Distribución distrital de la palma aceitera. Región Central Sur. Año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

La **Figura 44** resume la información antes descrita, mostrando la distribución cantonal del paisaje productivo de palma aceitera para la Región Central Sur, para el año 2019, obtenida por medio de la aplicación de la herramienta MOCUPP.



**Figura 44.** Distribución cantonal del paisaje productivo de palma aceitera. Región Central, año 2019.

**Fuente:** Laboratorio PRIAS, 2021.

## VII CONCLUSIONES

- Por medio de la aplicación de la herramienta MOCUPP se registra un total de **73.941,23 ha (1,45%** del territorio nacional) del paisaje productivo de palma aceitera para el año 2019, distribuidas en cinco de las regiones de planificación de Costa Rica: Región Brunca (**RB**), Región Pacífico Central (**RPC**), Región Huetar Caribe (**RHC**), Región Huetar Norte (**RHN**) y Región Central (**RC**).
- La comparación de las dos capas generadas por el MOCUPP para el paisaje productivo de palma aceitera en las tres regiones monitoreadas para el año 2018 (RHC, RPC y RB), permitió identificar la dinámica del paisaje productivo en dicho periodo, evidenciado el incremento de **2.326 ha** en la **RB** y de **327,81 ha** en la **RHC**, para un total de **2.653,81 ha** nuevas para el 2019. Pero, a su vez mostró la pérdida de **97,99 ha** en la **RPC**.
- Los **cantones** que presentaron un mayor **incremento** en área de palma aceitera en el periodo **2018-2019** son **Golfito, Osa y Corredores** con **919,16 ha, 568,93 ha y 560,27 ha** respectivamente. En el caso de los **distritos** son **Golfito (290,03 ha), Rita (258,03 ha) y Pavón (229,25 ha)**.
- Contrariamente los **cantones** que mostraron **pérdida** en área de producción de palma aceitera son **Garabito, Quepos y Parrita** con **51,28 ha, 47,01 ha y 9,48 ha** menos que las reportadas para el año 2018, respectivamente. En el caso de los **distritos** con mayor pérdida son **Quepos (-63,96 ha), Jacó (-51,31 ha) y Cajón (-15,27 ha)**.
- La distribución regional de las hectáreas de palma aceitera reportadas por MOCUPP posiciona a la **Región Brunca** en primer lugar con un total de **49.789,41 ha**, lo que equivale a un **67,34%** del total de las plantaciones de palma aceitera del país. Seguidamente se ubica la **Región Pacífico Central**, la cual concentra un **22,29%**, es decir **16.477,98 ha**. En tercera posición se encuentra la **Región Huetar Caribe** con **4.432,36 ha**, o **5,99%** del cultivo nacional. La **Región Huetar Norte** por su parte se posiciona en el cuarto lugar con un **3,30%** del paisaje productivo, lo que equivale a

**2.439,59 ha.** Finalmente, en el quinto y último lugar, con la menor cantidad de hectáreas de palma aceitera se coloca la **Región Central** con tan solo **801,89 ha** lo que corresponde a un **1,08%**.

- Dentro de la **Región Brunca** el **cantón** que presentó **mayor** área de palma aceitera es **Corredores** con **24.521,72 ha (49,25%** de la región), seguido por **Golfito** con **12.480,20 ha (25,07%)** y **Osa** con **10.969,97 ha (22,03%)**. Por otro lado, el cantón con **menor** presencia de palma aceitera es **Coto Brus** con **188,88 ha (0,38%)**, **Pérez Zeledón** con **483,19 ha (0,97%)** y **Buenos Aires** con **1.145,45 ha (2,30%)**.
- Los **principales distritos** productores de palma aceitera de la **RB** son **Laurel, Corredor** y **Guaycará** con **9.467,00 ha (19,01%)**, **8.226,60 ha (16,52%)** y **5.273,17 (10,59%)** respectivamente. Por el contrario, los distritos con **menor** área son **Sabalito (1,79 ha; 0%)**, **Platanares (3,71 ha; 0,01%)** y **Pejibaye (5,39 ha; 0,01%)**.
- Por medio del mejoramiento de las técnicas de clasificación y la utilización de imágenes con mayor resolución, como apoyo en la elaboración de la capa 2019, se lograron incorporar en dicho monitoreo los distritos de Pejibaye, Platanares y Sabalito, todos de la RB.
- En el caso de la **Región Pacífico Central** los **cantones** que **encabezan** la producción de palma aceitera son **Quepos** y **Parrita** los cuales concentran **10.129,71 ha** en el primer caso y **6.121,1 ha** en el segundo caso, lo que corresponde a un **61,47%** y un **37,15%** respectivamente. Mientras que los que presentaron **menor** área de producción son **Garabito** con **66,54 ha** y un **0,40%** y **Puntarenas** con **160,64 ha** y un **0,97%**.
- La distribución **distrital** de **RPC** posiciona a **Quepos (8.234,18 ha; 49,97%)** en primer lugar, **Parrita** en segundo (**6.121,10 ha; 37,15%**) y **Savegre** en tercero (**1.486,51 ha; 9,02%**). Mientras que los últimos lugares los ocupan **Tárcoles (0,04 ha; 0%)**, **Pitahaya (45,64 ha; 0,28%)** y **Jacó (66,50 ha; 0,40%)**.
- Por su parte, la **Región Huetar Caribe** reporta un **cantón** que concentra la mitad del

área de las plantaciones de palma aceitera de la región, el cual es **Pococí** con un total de **2.245,99 ha** y un **50,67%**, la otra mitad se divide entre los cantones de **Guácimo**, **Matina**, **Siquirres** y **Limón**, mismos que individualmente no superan las 1.000 ha de cultivo, con un **19,02%**, **14,36%**, **12,60%** y **3,35%**, cuyo equivalente en hectáreas es de **843,07 ha**, **636,61 ha**, **558,27 ha** y **148,43 ha** respectivamente.

- En cuanto a los **distritos** de la **RHC** ninguno supera las 1.000 ha, presentando el **mayor** porcentaje el distrito de **Colorado** con un **20,12%** (**891,68 ha**), seguido muy de cerca por **Rita** con un **20,09%** (**890,49 ha**) y **Río Jiménez** con un **14,04%** (**622,31 ha**). Inversamente los que mostraron **menores** porcentajes son **Siquirres** con un **0,08%** (**3,62 ha**), **Matama** con un **0,15%** (**6,72 ha**) y **Germania** con un **0,17%** (**7,71 ha**).
- En el caso de la RHC se determinaron dos detalles importantes que son la incorporación del distrito Matama al monitoreo 2019 y el no cambio en área de producción del distrito Siquirres, siendo el único que mantuvo el área con respecto a la capa del año 2018.
- La **Región Huetar Norte** concentra la mayor parte de su área productiva en el **cantón** de **Sarapiquí** con un **72,65%** (**1.772, 48 ha**), seguidamente, pero con mucho menos área, se encuentra el cantón de **San Carlos** con un **26,33%** (**642, 29 ha**), **Los Chiles** con un **0,76%** (**18,57 ha**) y **Upala** con un **0,26%** (**6,25 ha**).
- **Puerto Viejo** es el **distrito** de la **RHN** que mostró **mayor** presencia de palma aceitera con un **49,22%** (**1.200,87 ha**), **Cutris** lo continua con un **21,49%** (**524,38 ha**) y **Llanuras del Gaspar** con un **15,72%** (**383,57 ha**). Por su parte **Los Chiles** mostró la **menor** área con menos de una hectárea de producción (**0,91 ha; 0,04%**), Seguido por **San José** (**6,25 ha; 0,26%**) y **San Jorge** (**17,66 ha; 0,72%**).
- En último lugar, el **cantón** de la **Región Central** con **mayor** área de palma aceitera es **Puriscal** con **667,36 ha (83,22%)**, seguido por **Turrubares** con **120,13 ha (14,98%)** y **Acosta** con **14,40 ha (1,80%)**.

- Los **distritos** de la **RC**, **Chires**, **Carara** y **Mercedes Sur** concentran la **mayor** área de producción de palma aceitera de la región con un **73,02%** (**585,53 ha**), **14,98%** (**120,13 ha**) y **10,20%** (**81,82 ha**) respectivamente. En el caso de **Sabanillas** fue el que mostró el **menor** porcentaje con tan solo un **1,80%** (**14,40 ha**).
- Por medio del mejoramiento de las técnicas de clasificación y la utilización de imágenes con mayor resolución, como apoyo en la elaboración de la capa 2019, se logró incorporar en dicho monitoreo el distrito de Tárcoles de la RC.
- Al comparar las cinco regiones analizadas, los **principales cantones** productores del paisaje productivo de palma aceitera **del país** son: **Corredores**, **Golfito**, **Osa** y **Quepos** cada uno con superficies superiores a las 10.000 ha de siembra. En el caso de los **distritos** son **Laurel**, **Quepos**, **Corredor** y **Parrita**, donde 6.121,10 ha es el valor mínimo (Parrita) y 9.467 ha el máximo (Laurel).
- Mediante la relación calculada entre la extensión total del cantón o distrito y la extensión total del paisaje productivo de palma aceitera correspondiente, se logró determinar que el **cantón** con **mayor** porcentaje de cobertura es **Corredores** con un **39,32%** de su territorio ocupado por plantaciones de palma aceitera, mientras que **La Cuesta** es el distrito con mayor porcentaje de cobertura, donde un **67,62%** de su extensión territorial está integrado por palma aceitera.
- Finalmente, los resultados obtenidos por el presente estudio muestran una **exactitud total** de un **99,4%**, con un índice **Kappa** de **0,99**.



## VIII BIBLIOGRAFÍA

- \_Aguilar, H., Vargas, C., Ávila, I y Miller, C. (2020). Protocolo para el levantamiento de la información de campo dentro del proyecto MOCUPP-V2. San José, Costa Rica: PRIAS-CeNAT. 9-27 p.
- \_Barquero, M. (12 de mayo de 2018). Agro perdió ¢30.000 millones con el paso de la tormenta Nate. *La Nación*. <https://www.nacion.com/economia/agro/agro-perdio-30000-millones-con-el-paso-de-la/G6P3H25HPFDZXILQROVL3PPN4M/story/>
- \_Beggs, E. y Moore, E. (2013). El paisaje social de la producción de aceite de palma aceitera en la región de Osa y Golfito, Costa Rica. San José, Costa Rica. 35 p.
- \_Chuvieco, E. 2010. Teledetección ambiental: La observación de la tierra desde el espacio. 4ed. Editorial Ariel. Barcelona, España. 590 p.
- \_Clare, P. (2005). El Desarrollo del Banano y la Palma Aceitera en el Pacífico Costarricense desde la Perspectiva de la Ecología Histórica. *Diálogos Revista Electrónica de Historia*. Vol 6. Universidad de Costa Rica.
- \_Clare, P. (2011). Los cambios en la cadena de producción de la palma aceitera en el Pacífico Central. Una historia económica, socioambiental y tecnocientífica. 1950-2007. Sociedad Editora Alquimia 2000. San José, Costa Rica.
- \_Comité Sectorial Agropecuario Regional (COSAR). (2015a). Región Brunca. Plan Regional de Desarrollo Agropecuario y Rural. 2015-2018. San José, Costa Rica.
- \_Comité Sectorial Agropecuario Regional (COSAR). (2015b). Región Pacífico Central. Plan Regional de Desarrollo Agropecuario y Rural. 2015-2018. San José, Costa Rica.
- \_Comité Sectorial Agropecuario Regional (COSAR). (2015c). Región Huetar Caribe. Plan Regional de Desarrollo Agropecuario y Rural. 2015-2018. San José, Costa Rica.
- \_Comité Sectorial Agropecuario Regional (COSAR). (2015d). Región Huetar Norte. Plan



Regional de Desarrollo Agropecuario y Rural. 2015-2018. San José, Costa Rica.

\_Comité Sectorial Agropecuario Regional (COSAR). (2015e). Región Central. Plan Regional de Desarrollo Agropecuario y Rural. 2015-2018. San José, Costa Rica.

\_Comité Sectorial Agropecuario Regional (COSAR). (2017). Plan de acciones climáticas y gestión del riesgo 2018 – 2022. Región Central Sur, Costa Rica.

\_Copernicus (2018). El componente espacio Copernicus. España. 7-9 p.

\_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. SINAC. <http://www.sinac.go.cr/ES/tramitesconsultas/Permisos%20Manejo%20Forestal%20Sostenible%20Bosques%20Secund/Decreto%20Ejecutivo%2039952-MINAE%20Estandares%20de%20Sostenibilidad%20Manejo%20Bosques%20Secundarios.pdf>

\_Duarte, K y Vargas, C. (2020). Protocolo de validación para los productos de los paisajes productivos de piña y palma del proyecto MOCUPP. Laboratorio PRIAS. San José, Costa Rica. Sin Publicar.

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

\_Esquivel, J. (2012). Pudrición del cogollo en palma aceitera. Hoja Informativa. Región Brunca. Costa Rica, INFOAGRO.

\_Gómez, T. (02 de noviembre de 2020). La huella de Otto, Nate, César y otros huracanes que golpearon al país. *El Observador CR*. <https://observador.cr/la-huella-de-otto-nate-cesar-y-otros-huracanes-que-golpearon-al-pais/>

\_Guillén-García, C., Mogollón-Rojo, A., Dávila-Albarrán, M y Boscán-Árraga, K (2019).





Al servicio  
de las personas  
y las naciones

Monitoreo de la producción de caña panelera mediante herramientas de SIG y teledetección, años 2016-2017, Mérida, Venezuela.

- \_Instituto de Desarrollo Rural (INDER). (2015a). Plan de Desarrollo Rural del Territorio Buenos Aires-Coto Brus 2015-2020. 28 p.
- \_Instituto de Desarrollo Rural (INDER). (2015b). Plan de Desarrollo Rural del Territorio Guatuso-Upala-Los Chiles. Conocido como Norte-Norte, 2015-2020. 35-36 p.
- \_Instituto de Desarrollo Rural (INDER). (2015c). Plan de Desarrollo Rural Territorial Puriscal-Turrubares-Mora-Santa Ana. 38 p.
- \_Instituto de Desarrollo Rural (INDER). (2016). Plan de Desarrollo Rural del Territorio Garabito-Quepos-Parrita 2016-2021. 15 p.
- \_Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC). (2017). Una visión del sector agropecuario basado en el CENAGRO. San José, Costa Rica. INEC. <http://inec.cr/documento/cenagro-2014-una-vision-del-sector-agropecuario-basadaen-el-cenagro-2014-simposio>.
- \_Laboratorio PRIAS. (2020). Definición de paisaje productivo de palma aceitera. Proyecto MOCUPP. San José, Costa Rica.
- \_NASA-DEVELOP. (2020). Determining Protected Area Land Change in Costa Rica and Panama for Targeted Resource Management [Manuscrito presentado para publicación]. NASA, Washington D.C.
- \_M.P Evans Group. (2021). Precio de aceite de palma crudo. M.P Evans. <https://www.mpevans.co.uk/investors/market-prices/cpo-price>
- \_Marquina, J., & Mogollón, A. (2018). Niveles y escalas de levantamiento de información geográfica en sensores remotos. Revista Geográfica Venezolana. 59(1): 42 - 52 pp.
- \_Mc Lauren, E., Benavides, R y Espinoza, A. (2007). Caracterización y Plan de Acción para



el Desarrollo de la Agrocadena de Palma Aceitera en la Región Huetar Atlántica. Costa Rica. 65 p.

- \_Meneses, K., y Valenciano, J. (2007). Fuentes alternativas de combustibles en Costa Rica: Una visión general de las cadenas de etanol a base de melaza, y de biodiesel a base de aceite de palma. Revista Centroamericana de Administración Pública. N°52-53: 97-140.
- \_Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2007a). Plan Estratégico de la cadena productiva: Palma Aceitera. San José, Costa Rica. 61 p.
- \_Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2007b). Cadena agroalimentaria del cultivo de palma aceitera en distrito de Chires de Puriscal. Puriscal, Costa Rica.
- \_Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2020). Palma Aceitera Área y Producción Costa Rica, Agosto 2020 (Archivo de Excel).
- \_Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2021a). Generalidades de la palma aceitera en Costa Rica (Diapositiva de PowerPoint).
- \_Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2021b). Regiones y Agencias del MAG. MAG: <http://www.mag.go.cr/regiones/index.html>
- \_Ministerio de Comercio Exterior (COMEX). (2019). Principales productos exportados 2019. COMEX. <https://www.comex.go.cr/estad%C3%ADsticas-y-estudios/comercio-bienes/exportaciones/>
- \_Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (2017). Objetivos del desarrollo sostenible: Indicadores de seguimiento. San José, Costa Rica. 7 p.
- \_Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (2014a). Región Brunca. Plan de Desarrollo 2030. San José, Costa Rica.
- \_Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (2014b). Región



Pacífico Central. Plan de Desarrollo 2030. San José, Costa Rica.

\_Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (2014c). Región Huetar Caribe. Plan de Desarrollo 2030. San José, Costa Rica.

\_Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (2014d). Región Huetar Norte. Plan de Desarrollo 2030. San José, Costa Rica.

\_Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (2014e). Región Central. Plan de Desarrollo 2030. San José, Costa Rica.

\_Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto (Cancillería). (2019). Costa Rica reafirma su compromiso con la Agenda 2030 y urge a los países a tomar medidas para lograr los Objetivos del Desarrollo Sostenible. (Comunicación institucional). <https://www.rree.go.cr/?sec=servicios&cat=prensa&cont=593&id=4870>

\_Mora, V. (2020). Caracterización Regional de la Región de Desarrollo Huetar Caribe 2020. San José, Costa Rica.

\_Municipalidad de Corredores. (2012). Plan de Desarrollo Humano local del Cantón de Corredores 2013-2023. 51 p.

\_Murillo, R y Ávila, C. (2011). Mejoramiento de la Capacidad Productiva de Pequeños y Medianos Reforestadores de la Zona Sur. Heredia, Costa Rica. 211 p.

\_Portillo, J. (2017). Monitoreo de cultivos utilizando datos de teledetección y modelos de crecimiento. Vol 10. Argentina, INTA.

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

\_Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2021). Agricultura Sostenible. PNUD. <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post->



2015/sustainable-agriculture/es/

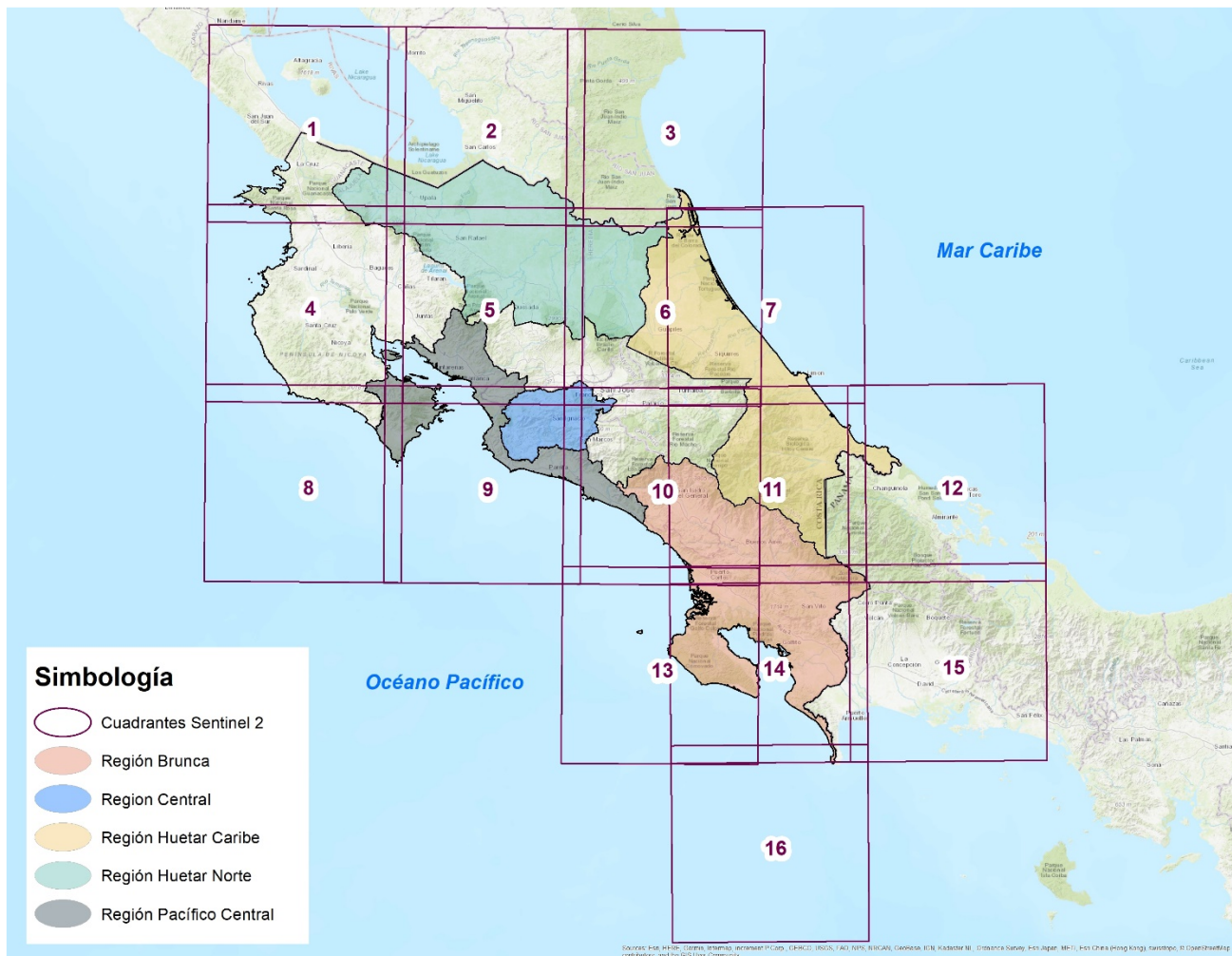
- \_Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (s.f). Agenda 2030: 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. PNUD. <http://ods.cr/17-objetivos-de-desarrollo-sostenible>
  
- \_Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). (2021a). Anuario estadístico 2019. Exportaciones según producto. PROCOMER. <https://www.procomer.com/exportador/documentos/anuario-estadistico-2019/>
  
- \_Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). (2021b). Portal Estadístico de Comercio Exterior. Exportaciones. PROCOMER. <http://sistemas.procomer.go.cr/estadisticas/inicio.aspx>
  
- \_Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA). (2020a). Informe Comercio Exterior del sector Agropecuario 2018-2019. San José, Costa Rica. 8 y 12 p.
  
- \_Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA). (2020b). Boletín Estadístico Agropecuario. Edición N°30. Serie Cronológica 2016 – 2019. San José, Costa Rica. 21 p.
  
- \_Sistema Costarricense de Información Jurídica (SCIJ). (1985). Reforma División Regional del Territorio de Costa Rica, para los efectos de investigación y planificación del desarrollo socioeconómico. N°16.068. SCIJ. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59724&nValor3=66813&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59724&nValor3=66813&strTipM=TC)
  
- \_Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense (INFOAGRO). (2021). Estadísticas Agropecuarias. Reporte de Área y Producción. INFOAGRO. <http://www.infoagro.go.cr/EstadisticasAgropecuarias/PRODUCCIONDESEMPENOPRODUCTIVO/Paginas/ReporteAreaProduccion.aspx>
  
- \_Soto, M. (2018). Crisis de la palma aceitera oprime a productores de Costa Rica. <https://es.mongabay.com/2018/11/palma-de-aceite-crisis-productorescosta-rica/>



- \_Sterling, F y Alvarado, A. (2002). Historia de las colecciones de germoplasma de palma aceitera de ASD de Costa Rica. ASD Oil Palm Papers. No 24. Costa Rica.
- \_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.
- \_Vargas, C., Miller, C y Arguedas, C. (2019). Informe: Monitoreo del estado de la piña en Costa Rica para el año 2018. San José, Costa Rica: PRIAS-CeNAT. 26 p.
- \_Vargas, C., Miller, C., Hernández, K., y Madrigal, G. (2020). Informe: Monitoreo del estado de la Palma Aceitera en las principales regiones productoras de Costa Rica para el año 2018 en Costa Rica. San José, Costa Rica: PRIAS-CeNAT. 3 p.
- \_Vignola, R., Watler, W., Poveda, K., Berrocal, A y Vargas, A (2017). Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos. Cultivo de Palma Aceitera en Costa Rica. CATIE. 29 p.
- \_Villasuso, J. (2000). Reformas Estructurales y Política Económica en Costa Rica. Serie Reformas Económicas. Costa Rica. 6 p.
- \_Volante, J., Bianchi, A., Paoli, H y Fernández, D (2003). Monitoreo de cultivos extensivos del Noroeste Argentino a partir de Sensores Remotos. Campaña Agrícola (2002-2003). Argentina, INTA.

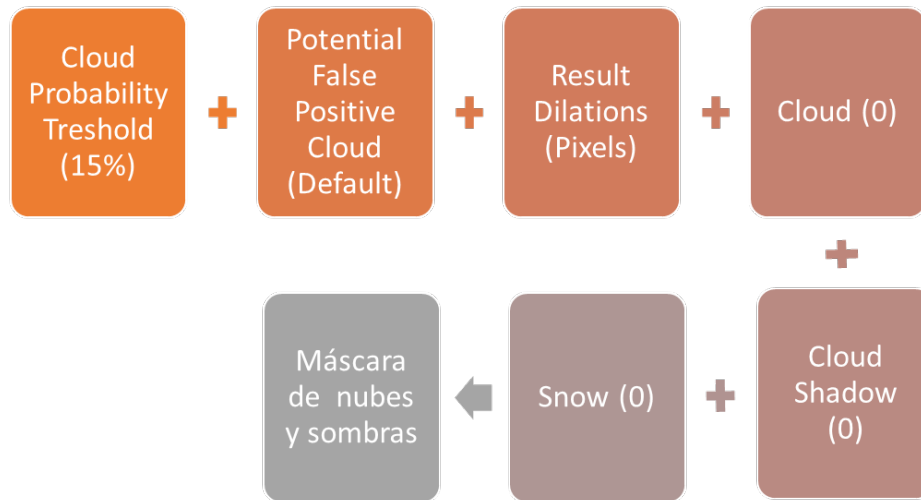
**IX ANEXOS**

**Anexo 1. Ubicación por cuadrantes de las imágenes del sensor remoto Sentinel 2 en Costa Rica.**



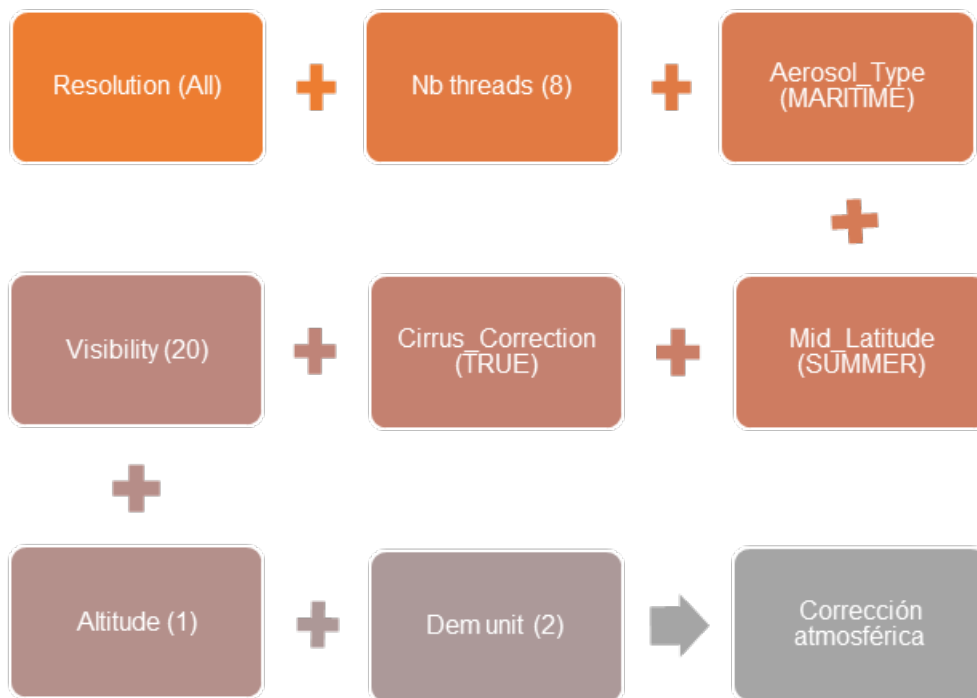
Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Anexo 2.** Parámetros utilizados por el proyecto MOCUPP para la creación de máscaras de nubes por medio del algoritmo FMask.



Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Anexo 3.** Parámetros utilizados por el proyecto MOCUPP para la corrección atmosférica de las imágenes Sentinel 2 por medio de la herramienta Sen2Cor del programa SNAP.



Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Anexo 4.** Resultados del proceso de validación de la cobertura vectorial de palma aceitera, por región. Año 2019.

- **Región Brunca (RB)**

**Cuadro 12.** Matriz de confusión para la Región Brunca. Año 2019.

Etiqueta de fila	Etiquetas de columna		
	Palma	No palma	Total general
Palma	75	1	76
No palma		76	76
Total general	<b>75</b>	<b>77</b>	<b>152</b>

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Cuadro 13.** Resultados del cálculo del tamaño de la muestra para la Región Brunca. Año 2019.

Clase	Área (ha)	Porcentaje de la clase (%)	Tamaño de la muestra	Tamaño muestra ajustado
Palma	49.790,8	5	76	76
No palma	899.420,77	95	76	76
Total	<b>949.211,57</b>	<b>100</b>	<b>152</b>	<b>152</b>

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Cuadro 14.** Cálculo del estadístico Kappa para la Región Brunca. Año 2019.

<b>N</b>	152
<b>N<sup>2</sup></b>	23.104
<b>xii</b>	151
<b>(xi+ * x+i)</b>	11.552
<b>Khat</b>	0,99
<b>Exactitud del Productor</b>	
<b>Palma</b>	100
<b>No palma</b>	98,70
<b>Exactitud del Usuario</b>	
<b>Palma</b>	98,68
<b>No palma</b>	100
<b>Exactitud Total</b>	99,34
<b>Error global</b>	0,66

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.



- **Región Pacífico Central (RPC)**

**Cuadro 15.** Matriz de confusión para la Región Pacífico Central. Año 2019.

Etiqueta de fila	Etiquetas de columna		
	Palma	No palma	Total general
Palma	60		60
No palma		60	62
<b>Total general</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>120</b>

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Cuadro 16.** Resultados del cálculo del tamaño de la muestra para la Región Pacífico Central. Año 2019.

Clase	Área (ha)	Porcentaje de la clase (%)	Tamaño de la muestra	Tamaño muestra ajustado
Palma	16.478,8	4,05	60	60
No palma	390.286,09	95,95	60	60
<b>Total</b>	<b>406.764,89</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>120</b>

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Cuadro 17.** Cálculo del estadístico Kappa para la Región Pacífico Central. Año 2019.

N	120
N <sup>2</sup>	14.400
xii	120
(xi+ * x+i)	7.200
Khat	1
<b>Exactitud del Productor</b>	
Palma	100
No palma	100
<b>Exactitud del Usuario</b>	
Palma	100
No palma	100
Exactitud Total	100
Error global	0

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

- **Región Huetar Caribe (RHC)**

**Cuadro 18.** Matriz de confusión para la Región Huetar Caribe. Año 2019.

Etiqueta de fila	Etiquetas de columna		
	Palma	No palma	Total general
Palma	30		30
No palma		30	30
<b>Total general</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>60</b>

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Cuadro 19.** Resultados del cálculo del tamaño de la muestra para la Región Huetar Caribe. Año 2019.

Clase	Área (ha)	Porcentaje de la clase (%)	Tamaño de la muestra	Tamaño muestra ajustado
Palma	4.421,32	0,48	7	30
No palma	913.457,45	99,52	7	30
<b>Total</b>	<b>917.878,77</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>60</b>

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Cuadro 20.** Cálculo del estadístico Kappa para la Región Huetar Caribe. Año 2019.

<b>N</b>	60
<b>N<sup>2</sup></b>	3.600
<b>xii</b>	60
<b>(xi+ * x+i)</b>	1.800
<b>Khat</b>	1
<b>Exactitud del Productor</b>	
<b>Palma</b>	100
<b>No palma</b>	100
<b>Exactitud del Usuario</b>	
<b>Palma</b>	100
<b>No palma</b>	100
<b>Exactitud Total</b>	100
<b>Error global</b>	0

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

- **Región Huetar Norte (RHN)**

**Cuadro 21.** Matriz de confusión para la Región Huetar Norte. Año 2019.

Etiqueta de fila	Etiquetas de columna		
	Palma	No palma	Total general
Palma	29	1	30
No palma		30	30
Total general	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>60</b>

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Cuadro 22.** Resultados del cálculo del tamaño de la muestra para la Región Huetar Norte. Año 2019.

Clase	Área (ha)	Porcentaje de la clase (%)	Tamaño de la muestra	Tamaño muestra ajustado
Palma	2.678,15	0,27	4	30
No palma	976.839,36	99,73	4	30
Total	<b>979.517,51</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	<b>60</b>

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Cuadro 23.** Cálculo del estadístico Kappa para la Región Huetar Norte. Año 2019.

N	60
N <sup>2</sup>	3.600
xii	59
(xi+ * x+i)	1.800
Khat	0,97
<b>Exactitud del Productor</b>	
Palma	100
No palma	96,77
<b>Exactitud del Usuario</b>	
Palma	96,67
No palma	100
Exactitud Total	98
Error global	2

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

- **Región Central (RC)**

**Cuadro 24.** Matriz de confusión para la Región Central. Año 2019.

Etiqueta de fila	Etiquetas de columna		
	Palma	No palma	Total general
Palma	30		30
No palma		30	30
<b>Total general</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>60</b>

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Cuadro 25.** Resultados del cálculo del tamaño de la muestra para la Región Central. Año 2019.

Clase	Área (ha)	Porcentaje de la clase (%)	Tamaño de la muestra	Tamaño muestra ajustado
Palma	802,17	0,09	1	30
No palma	852.601,95	99,91	1	30
<b>Total</b>	<b>853.404,12</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>60</b>

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Cuadro 26.** Cálculo del estadístico Kappa para la Región Central. Año 2019.

N	60
N <sup>2</sup>	3.600
xii	60
(xi+ * x+i)	1.800
Khat	1
<b>Exactitud del Productor</b>	
Palma	100
No palma	100
<b>Exactitud del Usuario</b>	
Palma	100
No palma	100
Exactitud Total	100
Error global	0

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

**Anexo 5.** Desglose de las hectáreas cultivadas de palma aceitera en los cantones y distritos por cada región de estudio. Año 2019.

Región	Cantón	Área total cantón (ha)	Área cubierta por palma (ha)	Porcentaje de cobertura	Distritos	Área total distritos (ha)	Área cubierta por palma (ha)	Porcentaje de cobertura	Porcentaje de cobertura para la región
Huetar Norte	Upala	159267,40	6,25	0,004	San José o Pizote	28542,75	6,25	0,022	0,25
	Los Chiles	133271,01	18,57	0,014	San Jorge	21495,23	17,66	0,082	
					Los Chiles	50360,76	0,91	0,002	
	San Carlos	335231,22	642,29	0,192	Cutris	84918,91	524,38	0,618	
					Pocosol	66059,34	117,90	0,178	
Sarapiquí	214438,06	1772,48	0,827	Las Horquetas	56459,12	33,89	0,060		
				La Virgen	51419,48	66,18	0,129		
				Puerto Viejo	42851,94	1200,87	2,802		
				Llanuras del Gaspar	26734,47	383,57	1,435		
				Cureña	36973,05	87,96	0,238		
	Área total cubierta por palma				2439,58				
Huetar Caribe	Siquirres	85514,56	558,27	0,653	Alegría	3804,72	12,03	0,316	0,48
					Germania	3396,44	7,71	0,227	
					Pacuarito	22002,35	14,42	0,066	
					El Cairo	10696,12	103,76	0,970	
					Reventazón	19001,14	416,73	2,193	
	Guácimo	58104,97	843,07	1,451	Siquirres	18420,79	3,62	0,020	
					Ducarí	8111,73	49,07	0,605	
					Guácimo	22379,39	171,68	0,767	
	Pococí	240876,36	2245,99	0,932	Río Jiménez	11319,90	622,31	5,497	
					La Colonia	3879,48	15,44	0,398	
Jiménez					10823,26	80,17	0,741		
Guápiles					22174,50	13,67	0,062		
Roxana					17678,66	104,20	0,589		
Matina	77039,80	636,61	0,826	Cariari	20102,62	250,34	1,245		
				Rita	50373,60	890,49	1,768		
				Colorado	115844,24	891,68	0,770		
Limón	176937,83	148,43	0,084	Carrandí	20553,90	104,04	0,506		
				Matina	35145,30	335,76	0,955		
				Batán	21340,61	196,81	0,922		
				Matama	34047,23	6,72	0,020		
				Río Blanco	13130,71	141,70	1,079		
	Área total cubierta por palma				4432,36				
Brunca	Pérez Zeledón	190108,22	483,19	0,25	Daniel Flores	6405,74	22,52	0,352	5,25
					Pejibaye	14117,71	5,39	0,038	
					El General	7688,04	53,11	0,691	
					Barú	18966,29	79,51	0,419	
					Cajón	11862,90	60,48	0,510	
					San Pedro	20612,43	63,21	0,307	
					La Amistad	7629,26	123,84	1,623	
					San Isidro de El General	19181,89	42,89	0,224	
					Río Nuevo	24219,11	28,53	0,118	
	Platanares	8091,60	3,71	0,046					
	Buenos Aires	238293,97	1145,45	0,48	Chánguena	27304,19	14,73	0,054	
					Colinas	12879,78	53,61	0,416	
					Boruca	12578,76	39,28	0,312	
					Pilas	11434,08	71,53	0,626	
					Biolley	20827,01	228,92	1,099	
Brunca					16376,71	45,24	0,276		
Buenos Aires	238293,97	1145,45	0,48	Volcán	18740,73	136,18	0,727		
				Potrero Grande	62669,80	263,02	0,420		
				Buenos Aires	55482,89	292,94	0,528		

Región	Cantón	Área total cantón (ha)	Área cubierta por palma (ha)	Porcentaje de cobertura	Distritos	Área total distritos (ha)	Área cubierta por palma (ha)	Porcentaje de cobertura	Porcentaje de cobertura para la región
Brunca	Osa	193202,74	10969,97	5,68	Bahía Drake	39173,91	616,06	1,573	5,25
					Piedras Blancas	26258,30	2489,55	9,481	
					Sierpe	63418,42	3849,60	6,070	
					Palmar	25080,29	2805,78	11,187	
	Golfito	175341,74	12480,20	7,12	Puerto Cortés	23438,63	1208,98	5,158	
					Golfito	35589,85	1406,18	3,951	
					Guaycará	32309,77	5273,17	16,321	
					Pavón	35331,92	3986,31	11,282	
	Coto Brus	94423,55	188,88	0,20	Puerto Jiménez	72110,20	1814,54	2,516	
					Limoncito	12364,44	136,28	1,102	
Sabalito					18686,07	1,79	0,010		
Gutiérrez Braun					23819,07	16,72	0,070		
Corredores	62361,18	24521,72	39,32	Pittier	25705,36	23,59	0,092		
				San Vito	7459,27	10,50	0,141		
				Laurel	18884,59	9467,00	50,131		
				Canoas	12201,77	4320,59	35,410		
Corredor					27566,89	8226,60	29,842		
La Cuesta					3707,93	2507,53	67,626		
<b>Área total cubierta por palma</b>					<b>48160,77</b>				
Pacífico Central	Garabito	31601,05	66,54	0,21	Jacó	14137,04	66,50	0,470	4,22
	Parrita	48321,7995	6121,10	12,67	Tárcoles	17464,01	0,04	0,000	
	Puntarenas	184037,07	160,64	0,09	Parrita	48321,80	6121,10	12,667	
	Quepos	55785,44	10129,71	18,16	Pitahaya	10954,62	45,64	0,417	
					Chomes	11895,34	114,99	0,967	
Savegre					21647,06	1486,51	6,867		
Naranjito					10533,46	409,02	3,883		
Quepos					23604,93	8234,18	34,883		
<b>Área total cubierta por palma</b>					<b>16477,98</b>				
Central	Acosta	34256,1449	14,40	0,04	Sabanillas	17735,81	14,40	0,081	0,45
	Puriscal	55502,27	667,36	1,20	Chires	22965,85	585,53	2,550	
	Turrubares	41624,8034	120,13	0,29	Mercedes Sur	18355,27	81,82	0,446	
					Carara	22055,24	120,13	0,545	
<b>Área total cubierta por palma</b>					<b>801,89</b>				

Fuente: Laboratorio PRIAS, 2021.

## Anexo 6. 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 InfoAgo)

#### MAG Región Huetar Caribe

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

#### MAG Región Huetar Norte

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

#### MAG Región Central Sur

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

#### MAG Región Central Oriental

Guillermo Flores (Director Regional)

#### MAG Región Pacífico Central

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

#### MAG Región Chorotega

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

Douglas Arauz (Encargado Agencia MAG Nandayure)  
 Danilo Guzmán (Técnico pecuario Agencia Nandayure)  
 Gilberto López (Coordinador Regional del Programa de Ganadería Sostenible)

### Oficina de Acciones Climáticas (MAG)

Mauricio Chacón (Coordinador)

### Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria (MAG)

Nils Solórzano (Director Nacional)  
 Viviana Delgado  
 Joaquín Torres

### Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)

Rafael Monge (Director CENIGA)

### Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

David Reyes (Área de Conservación Guanacaste)

### Tribunal Ambiental Administrativo (TAA)

Ruth Solano (Presidenta)  
 Juan José Sánchez (Coordinador Unidad Técnica)

### Ministerio de Comercio Exterior (COMEX)

Jaime Mora

### Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Marta Aguilar (Directora)

