

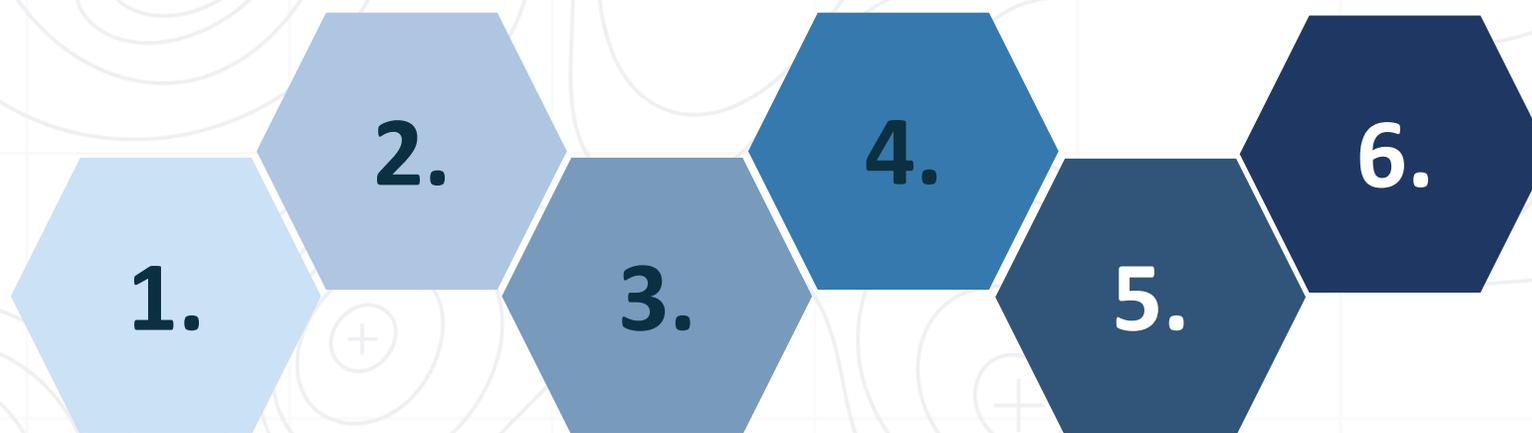
# IA Y GIS APLICADOS A LA CARACTERIZACIÓN DE PALMERAS

Dirección General de Espacios Naturales y Biodiversidad  
**Servicio de Biodiversidad**  
21 noviembre 2024

# IA APLICADA A LA DETECCIÓN DE PALMERAS

Dirección General de Espacios Naturales y Biodiversidad  
**Servicio de Biodiversidad**  
21 noviembre 2024

# CONTENIDO



1. INTRODUCCIÓN
2. FLUJO DE TRABAJO PARA EL ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA
3. FLUJO DE TRABAJO PARA LA DETECCIÓN
4. EJEMPLOS DE DETECCIÓN
5. EVOLUCIÓN DE LOS CONJUNTOS DE DATOS DE PALMERAS
6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

# INTRODUCCIÓN

- **Propósito general del proyecto**

Mejorar la detección de palmeras en el archipiélago Canario.

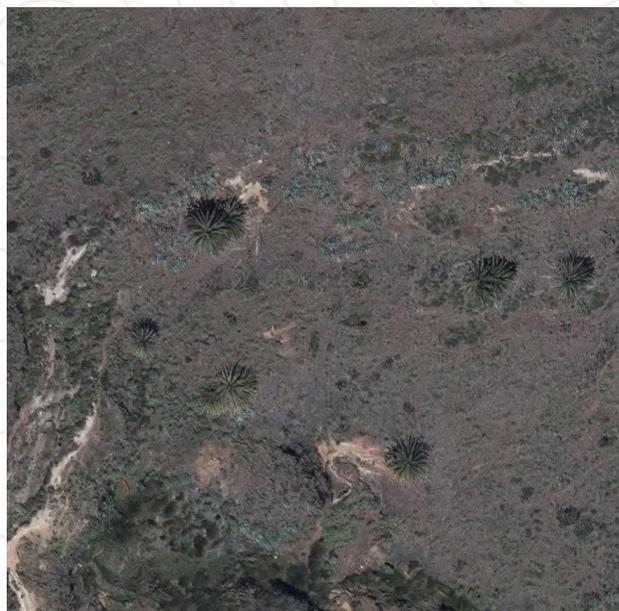
- **Solución propuesta**

Desplegar un sistema basado en técnicas de aprendizaje profundo (*Deep Learning*) para la monitorización de las ortofotos de alta resolución que se generan anualmente.

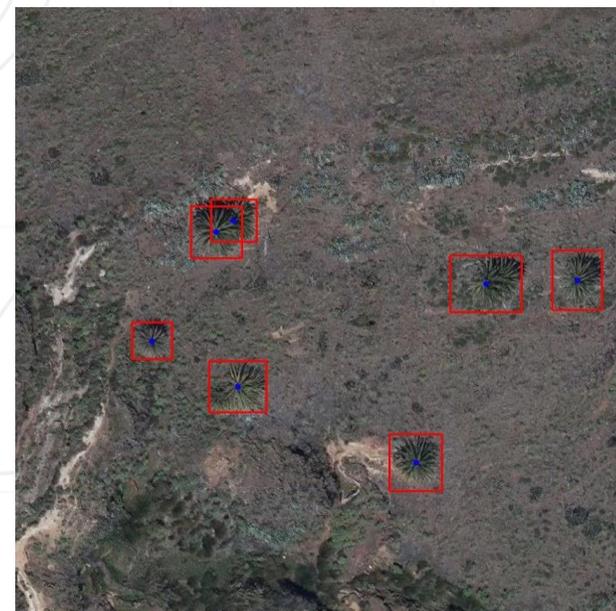
# FLUJO DE TRABAJO PARA EL ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA

## 1. Generación de Patrones:

- Partimos del Mapa de Palmeras del archipiélago.
- Un operador etiqueta las palmeras de acuerdo con los criterios establecidos.



```
<annotation>
<folder>./palmeras2/Annotations/</folder>
<filename>2022_290347_3112998_0.jpeg</filename>
<source>
  <database>Grafcán wms</database>
  <annotation>Orthophoto_2022</annotation>
  <image>Grafcán</image>
</source>
<size>
  <width>880</width>
  <height>880</height>
  <depth>3</depth>
</size>
<segmented>0</segmented>
<object>
  <name>Palm tree</name>
  <truncated>0</truncated>
  <difficult>0</difficult>
  <bndbox>
    <xmin>622</xmin>
    <ymin>359</ymin>
    <xmax>724</xmax>
    <ymax>441</ymax>
  </bndbox>
</object>
```



# FLUJO DE TRABAJO PARA EL ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA

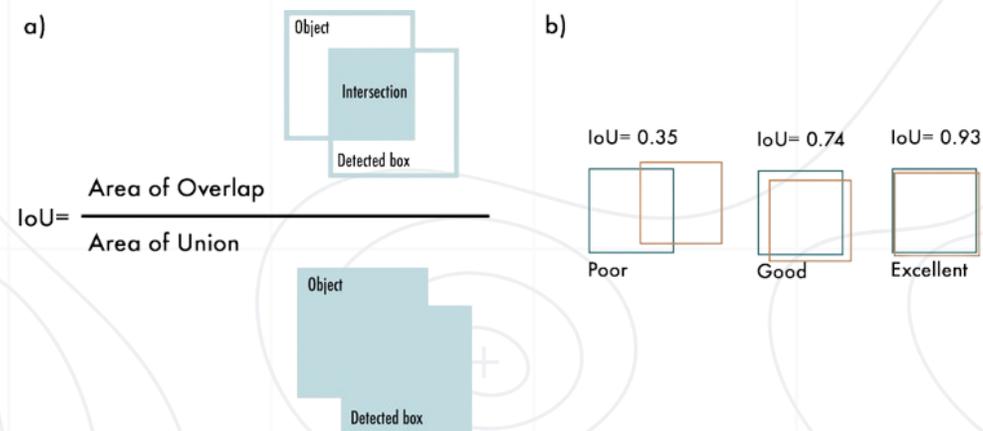
## 2. Entrenamiento del sistema:

- Las imágenes etiquetadas se procesan a través de la red neuronal, que aprende a identificar patrones específicos asociados con la morfología de las palmeras.
- Durante este proceso, el sistema ajusta sus parámetros para mejorar la precisión en la detección, afinando las cajas delimitadoras y reduciendo falsos positivos.
- El modelo se entrena en varias iteraciones, analizando y adaptando su aprendizaje para detectar palmeras de diferentes tamaños y en distintos entornos.

# FLUJO DE TRABAJO PARA EL ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA

## 3. Evaluación de los resultados:

- Se evalúan los resultados del proceso de entrenamiento y en caso de considerarse necesario se vuelven a incorporar nuevos patrones y a realizar una fase de entrenamiento.
- Hacemos uso de la métrica **IoU** para evaluar el rendimiento del modelo.



# FLUJO DE TRABAJO PARA LA DETECCIÓN

## 1. Recolección de Datos:

- Las ortofotos de alta resolución se dividen y preparan para su análisis.

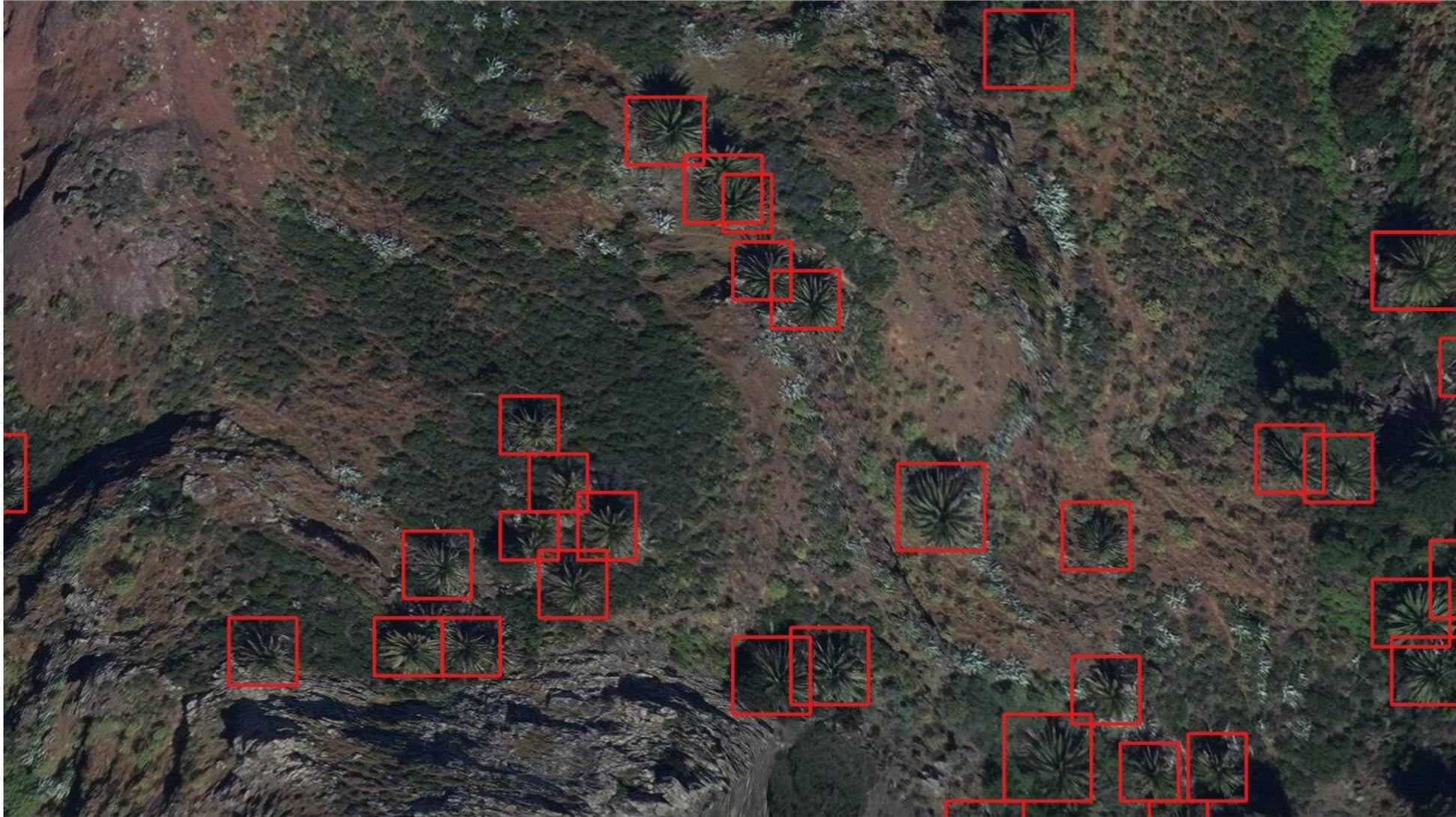
## 2. Inferencia:

- Nuestro sistema procesa las imágenes y genera cajas delimitadoras con un porcentaje de certeza individual.

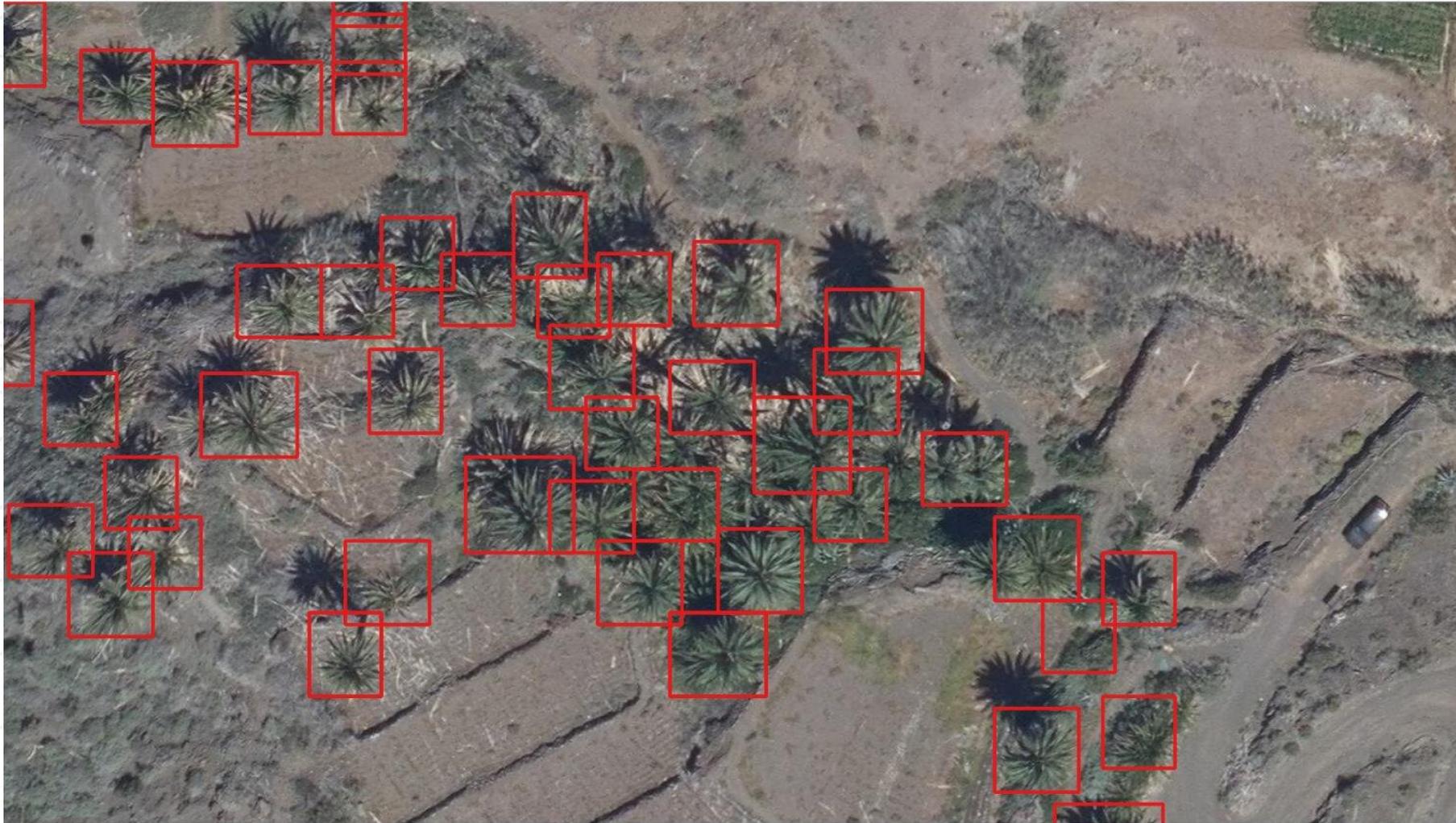
## 3. Filtrado GIS:

- Se reducen las cajas superpuestas para eliminar el ruido manteniendo la precisión.

# EJEMPLOS DE DETECCIÓN



# EJEMPLOS DE DETECCIÓN



# EVOLUCIÓN DE LOS CONJUNTOS DE DATOS

Versión	Año	Total de Patrones	Detalles
V1	2020	449	Cobertura general en todo el archipiélago.
V2	2020	2812	Refinamiento de anotaciones.
V3	2021	3126	Filtrado de falsos positivos y patrones complejos
V4	2021	3497	Enfoque en palmeras pequeñas y casos de superposición entre palmeras.
V5	2023	3664	Imágenes de alta resolución y agrupaciones de palmeras.

# RESULTADOS Y CONCLUSIONES

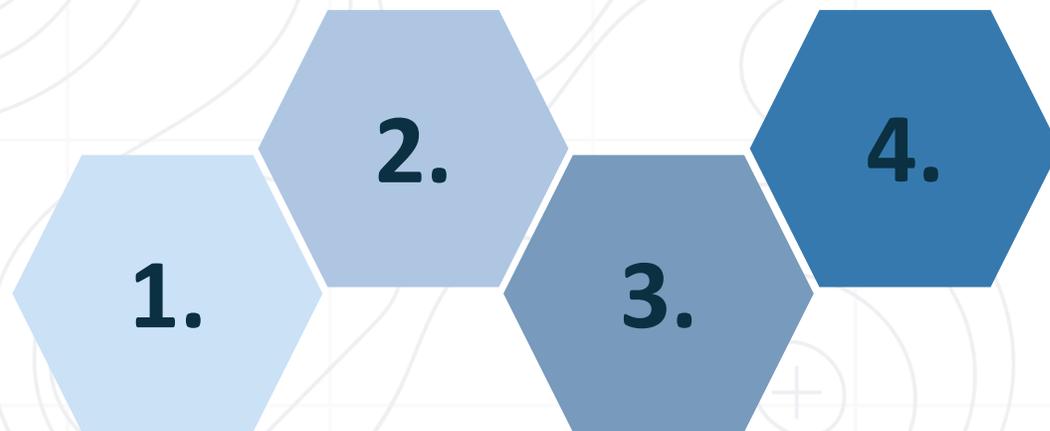
- **Aumento de Resolución:** A partir de 2022 **Grafcan** comienza a producir ortofotos de mayor resolución (12cm).
- **Expansión de Patrones:** La incorporación de nuevos patrones de palmeras permite mejorar el entrenamiento y la validación del modelo.
- **Enfoque en Instancias Superpuestas:** La introducción del filtrado GIS al sistema permite refinar este tipo de situaciones.

**Métrica IOU: 0.9384** sobre el conjunto de validación

# GIS APLICADO A LA CARACTERIZACIÓN DE PALMERAS

Dirección General de Espacios Naturales y Biodiversidad  
**Servicio de Biodiversidad**  
21 noviembre 2024

# CONTENIDO



1. INTRODUCCIÓN
2. METODOLOGÍA
3. RESULTADOS
4. CONCLUSIONES

# INTRODUCCIÓN

Detección automática de palmeras  
con una periodicidad  $\approx$  anual (IA)

**Sistema de clasificación de  
los conjuntos de datos  
generados por IA**

Delimitación de palmerales

Indicadores del estado de  
conservación de los palmerales

# INTRODUCCIÓN

- **OBJETIVOS**

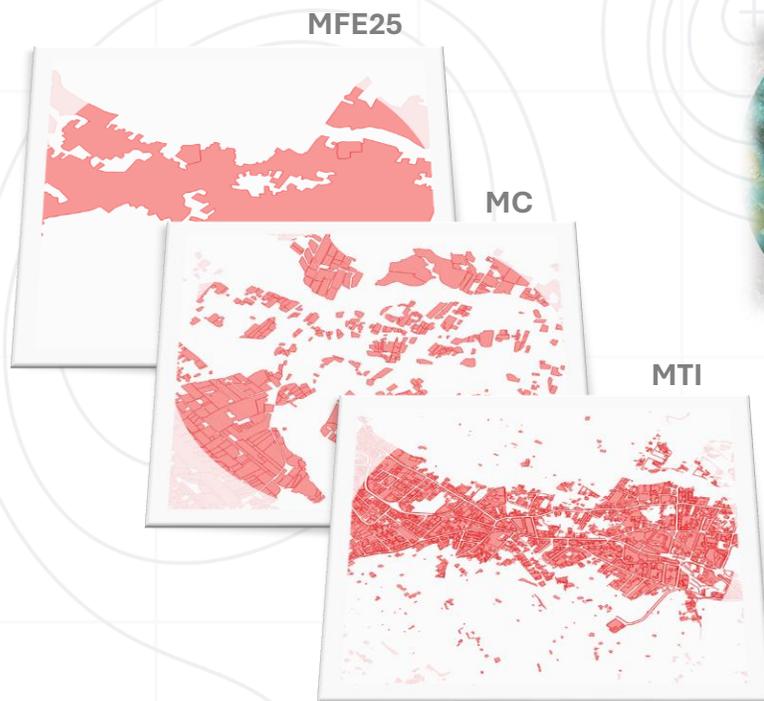
**1.** Implementación de un sistema de clasificación de palmeras en función del entorno en el que se desarrollan

**2.** Extrapolación del sistema a cualquier elemento natural representado por un punto (palmera, drago, cardón, etc.)

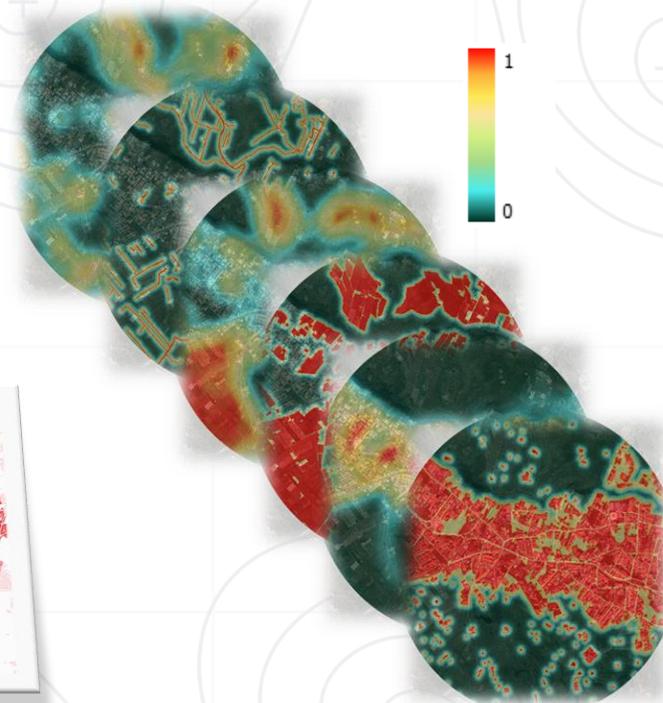
# INTRODUCCIÓN

## • PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN

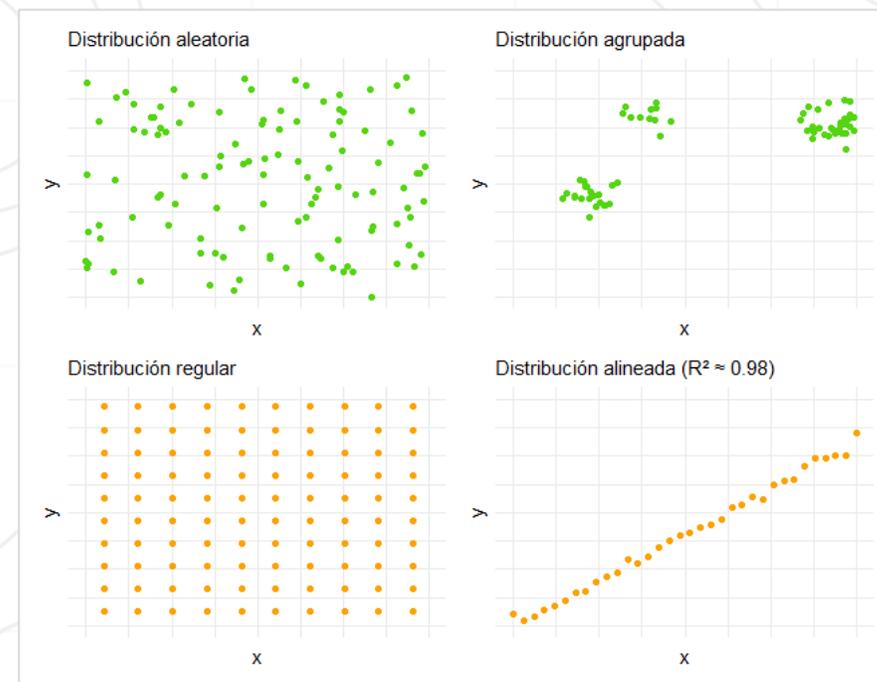
### 1. Multicriterio y jerarquía espacial



### 2. Probabilidad de pertenencia



### 3. Patrones espaciales de distribución





# METODOLOGÍA

## • CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN

**1. Ambientes artificiales o muy transformados (MTI y MFE25)**

**2. Ambientes rurales (MC, MTI y MFE25)**

**3. Ambientes de transición rural-natural (MC y MFE25)**

**4. Ambientes naturales degradados (MFE25)**

**5. Ambientes naturales (MFE25)**

Subcategorías

Ambientes artificiales (MTI y MFE25)

Ambientes asociados a infraestructuras viarias (MTI)

Ambientes asociados a sendas y caminos (MTI)

1. Tipo de geometría

2. Gradiente de intervención humana

Gradiente de intervención humana

# METODOLOGÍA

## CLASIFICACIÓN PRELIMINAR DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN

### MTI

DESCRIP	TEMA	clasificación
Vertedero.recinto	Elementos Urbanos	Ambientes artificiales
Zona abancalada - Zona abancalada. Recinto.	Entidades rústicas, vegetación y otros	Ambientes rurales
Zona abancalada. Recinto.	Elementos Urbanos	Ambientes rurales
Zona abancalada. Recinto.	Elementos urbanos y conducciones	Ambientes rurales
Zona en obras	Elementos urbanos y conducciones	Ambientes artificiales
Zona en obras - Zona en obras	Entidades rústicas, vegetación y otros	Ambientes artificiales
Zona en obras - Zona en obras. Recinto	Entidades rústicas, vegetación y otros	Ambientes artificiales
Zona en obras. Recinto	Elementos Urbanos	Ambientes artificiales

### MFE25

tipo_estru	form_arb_d	usoifn	atributo	clasificación
Bosquetes	Palmerales y mezclas de palmeras con otras especies	Monte arbolado ralo. Bosquete pequeños	Sin atributo	Ambientes naturales degradados
Bosquetes	Palmerales y mezclas de palmeras con otras especies	Monte arbolado. Bosquete pequeños	Sin atributo	Ambientes naturales degradados
Bosquetes	Pinar de pino canario ( <i>Pinus canariensis</i> )	Monte arbolado. Bosquete pequeños	Abancalado	Ambientes naturales degradados
Bosquetes	Pinar de pino canario ( <i>Pinus canariensis</i> )	Monte arbolado. Bosquete pequeños	Procede de incendio	Ambientes naturales degradados
Bosquetes	Pinar de pino canario ( <i>Pinus canariensis</i> )	Monte arbolado. Bosquete pequeños	Sin atributo	Ambientes naturales degradados
Canchales	No arbolado	Monte sin vegetación superior. Superficie con escasa o nula vegetación	Sin atributo	Ambientes naturales
Coladas lávicas cuaternarias	No arbolado	Monte sin vegetación superior. Superficie con escasa o nula vegetación	Sin atributo	Ambientes naturales
Cortafuegos	No arbolado	Monte arbolado temporalmente sin cobertura. Cortafuegos	Línea eléctrica	Ambientes naturales degradados
Cortafuegos	No arbolado	Monte arbolado temporalmente sin cobertura. Cortafuegos	Sin atributo	Ambientes naturales degradados
Cultivos	No arbolado	Agrícola	Sin atributo	Ambientes rurales
Cultivos con arbolado disperso	No arbolado	Agrícola	Sin atributo	Ambientes rurales
Cárcavas	No arbolado	Monte sin vegetación superior. Superficie con escasa o nula vegetación	Sin atributo	Ambientes naturales
Energía	No arbolado	Artificial	Sin atributo	Ambientes artificiales
Equipamiento/Dotacional	No arbolado	Artificial	Sin atributo	Ambientes artificiales

### MC

Clasificación = Ambientes rurales

Superficie agrícola no cultivada (Abandonos prolongados)

Superficie agrícola cultivada

Ambientes de transición rural-natural

# METODOLOGÍA

- **PROBABILIDAD DE PERTENENCIA**

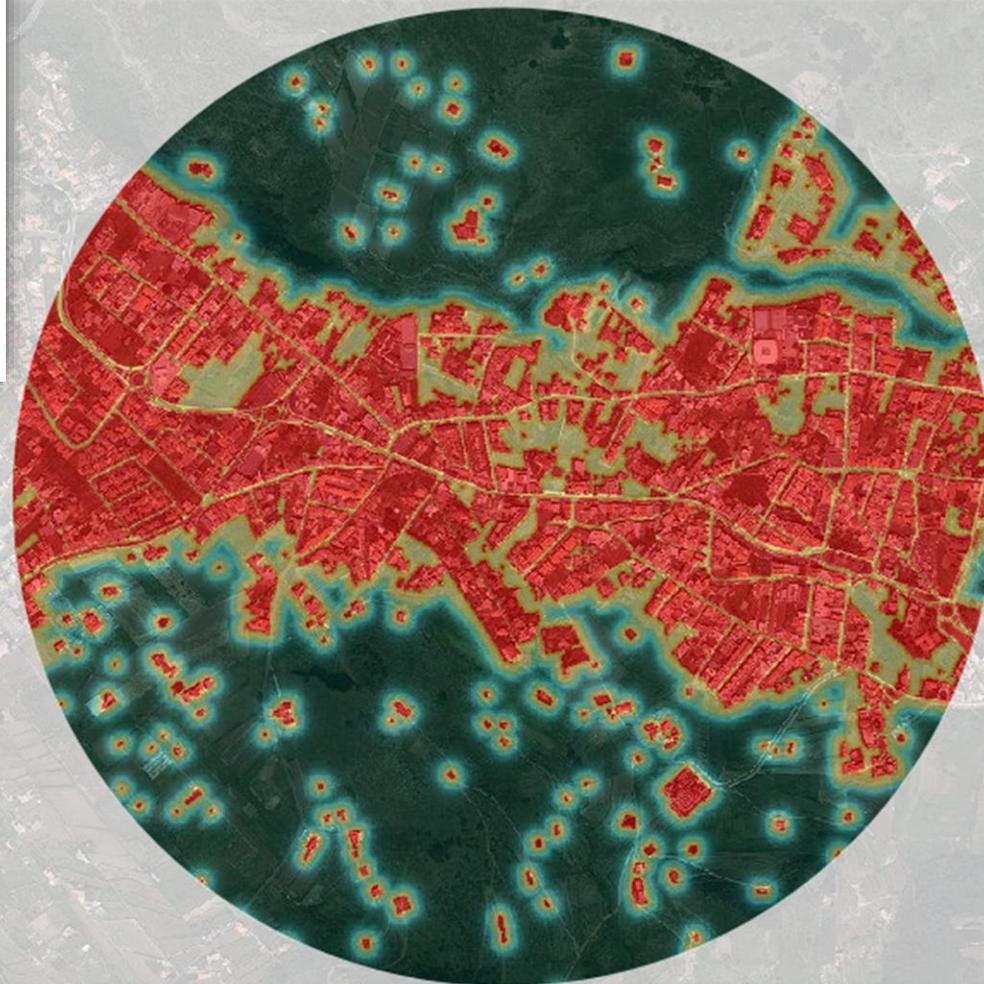
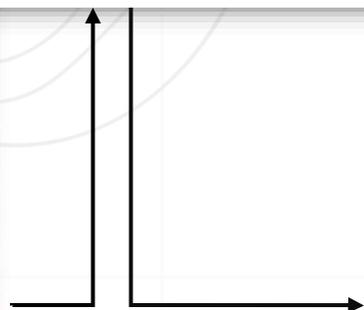
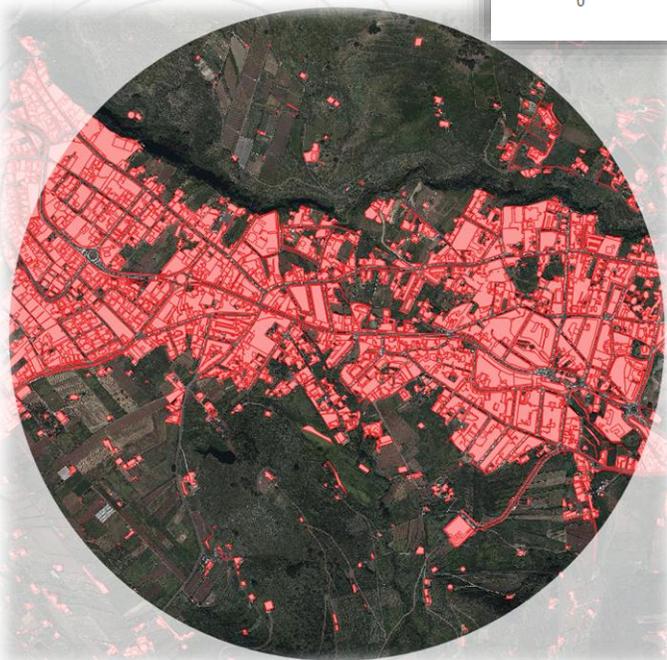
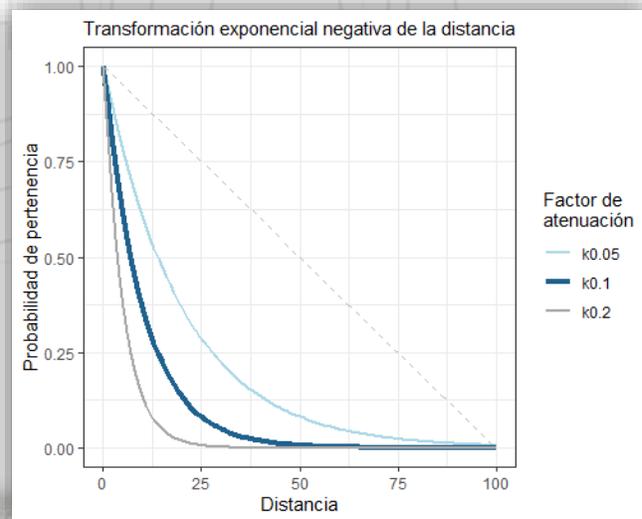
- ✓ Distancia

- ✓ Densidad

- ✓ Proporción de superficie

# METODOLOGÍA

- DISTANCIA**

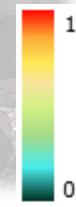
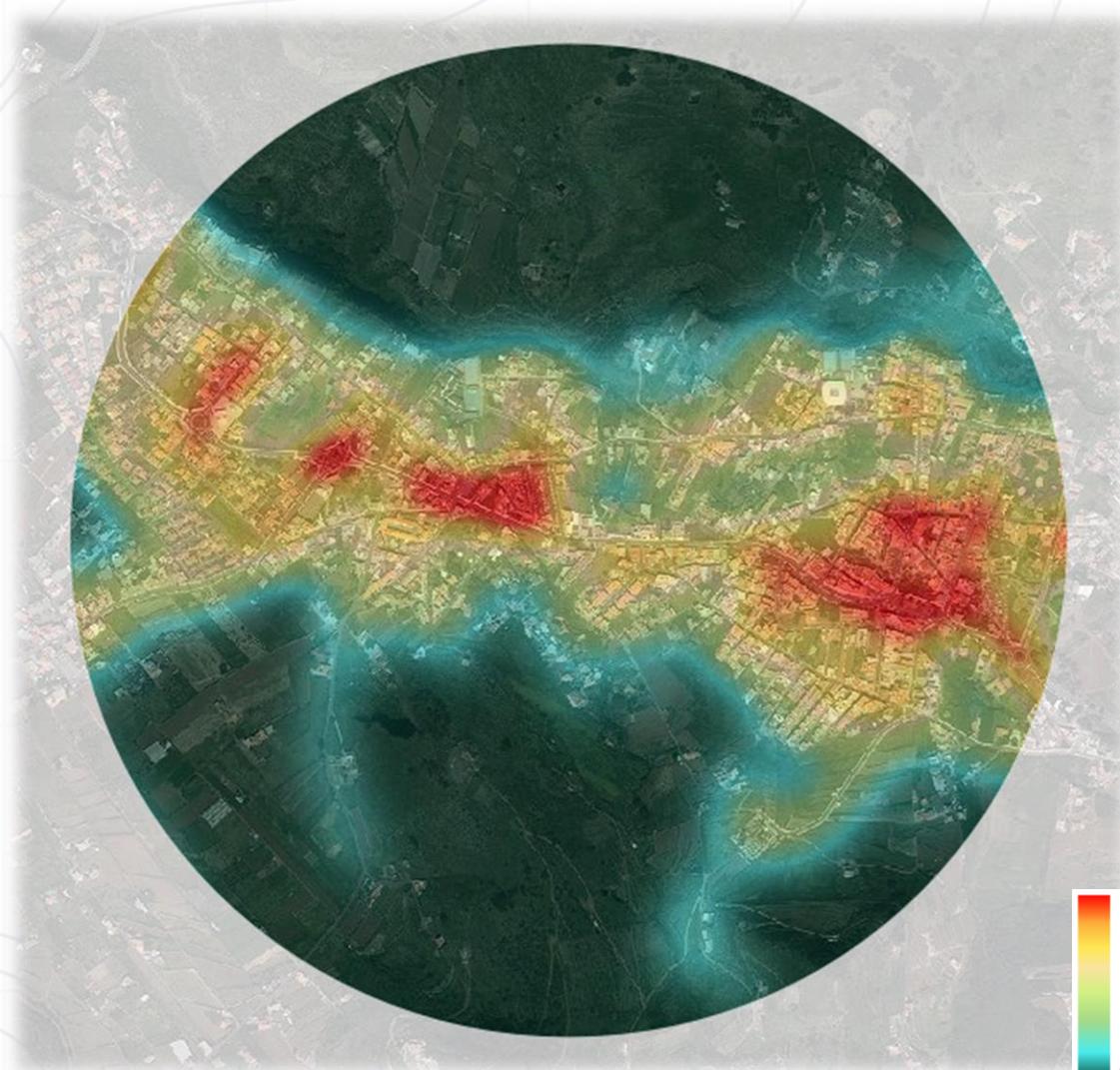


# METODOLOGÍA <sup>+</sup>

- **DENSIDAD (KDE)**

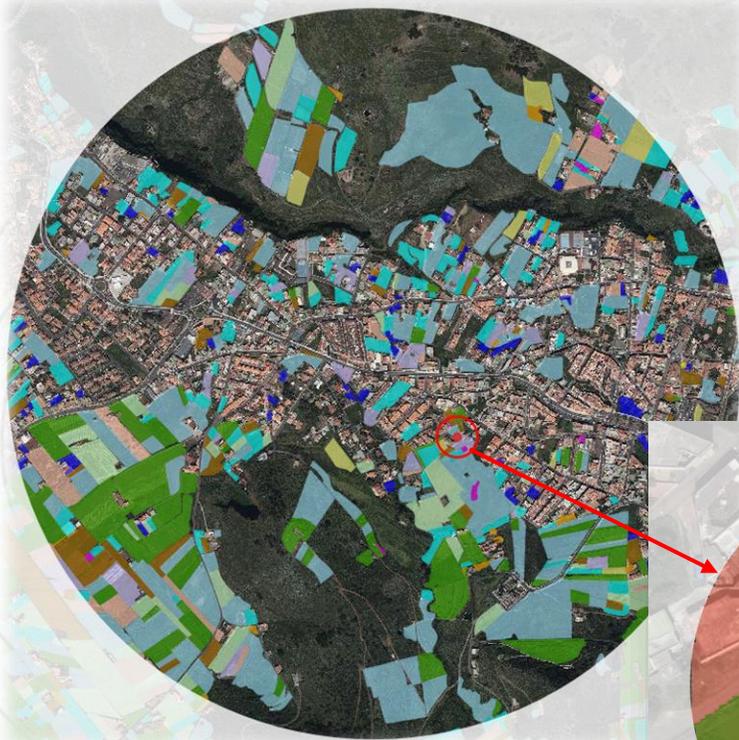


→  
Normalización  
basada en el  
**máximo**

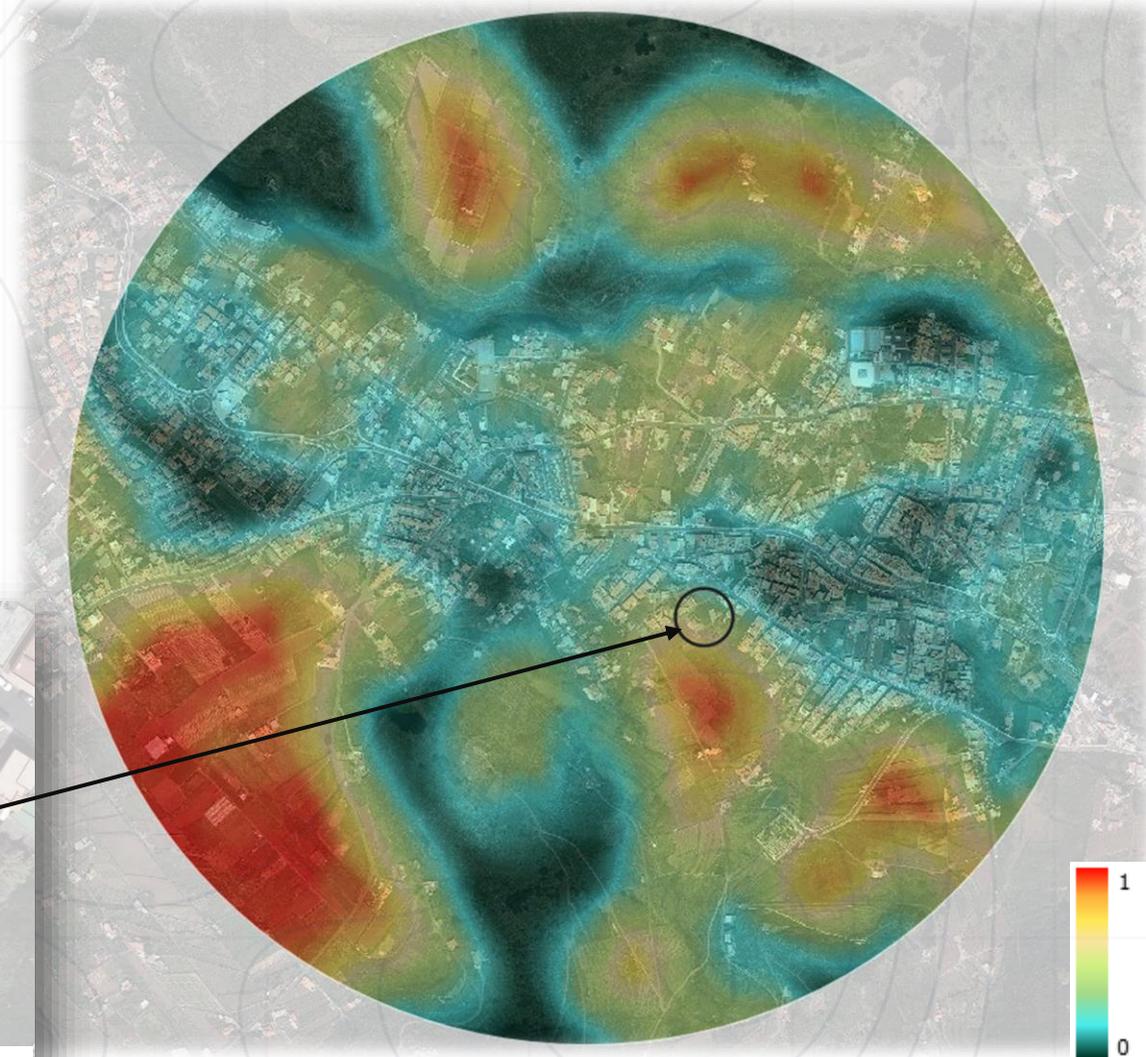
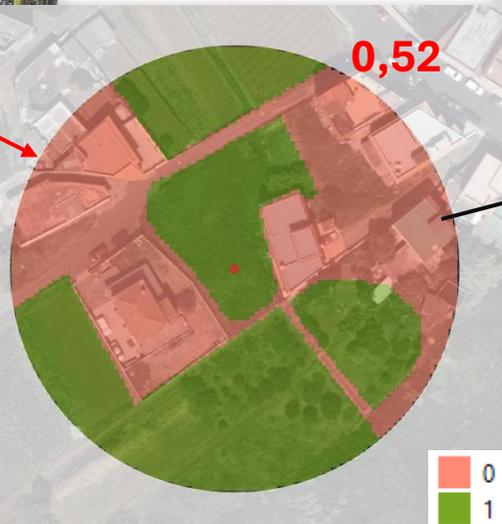


# METODOLOGÍA

- PROPORCIÓN DE SUPERFICIE



Función focal



# METODOLOGÍA

## • COMBINACIÓN DE VARIABLES (SUMA DIFUSA)

La suma difusa es una operación dentro de la lógica difusa que se utiliza en situaciones donde los valores no son precisos, sino que representan grados de pertenencia o probabilidad.

### Implicaciones:

1. La combinación de variables es más importante que cualquiera de las variables por separado.
2. El resultado es al menos tan grande como la variable de mayor valor.
3. La contribución adicional de una variable disminuye a medida que otras variables se superponen, convergiendo en un máximo de 1 (control de saturación).
4. Independencia del número de variables consideradas.
5. Independencia de ponderaciones arbitrarias.

$$\mu_{A+B} = 1 - (1 - \mu_A) \cdot (1 - \mu_B)$$

Ejemplo

A = 0,5  
B = 0,5  
C = 0,5

$$\mu_{A+B} = 0,75$$

$$\mu_{A+B+C} = 0,875$$

Received: 21 June 2018 | Revised: 31 October 2018 | Accepted: 15 November 2018

DOI: 10.1111/gcb.14549



PRIMARY RESEARCH ARTICLE

WILEY Global Change Biology

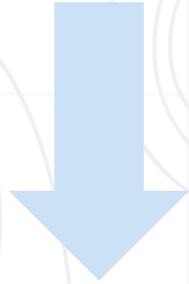
## Managing the middle: A shift in conservation priorities based on the global human modification gradient

Christina M. Kennedy<sup>1,\*</sup>  | James R. Oakleaf<sup>1,\*</sup> | David M. Theobald<sup>2</sup> | Sharon Baruch-Mordo<sup>1</sup> | Joseph Kiesecker<sup>1</sup>

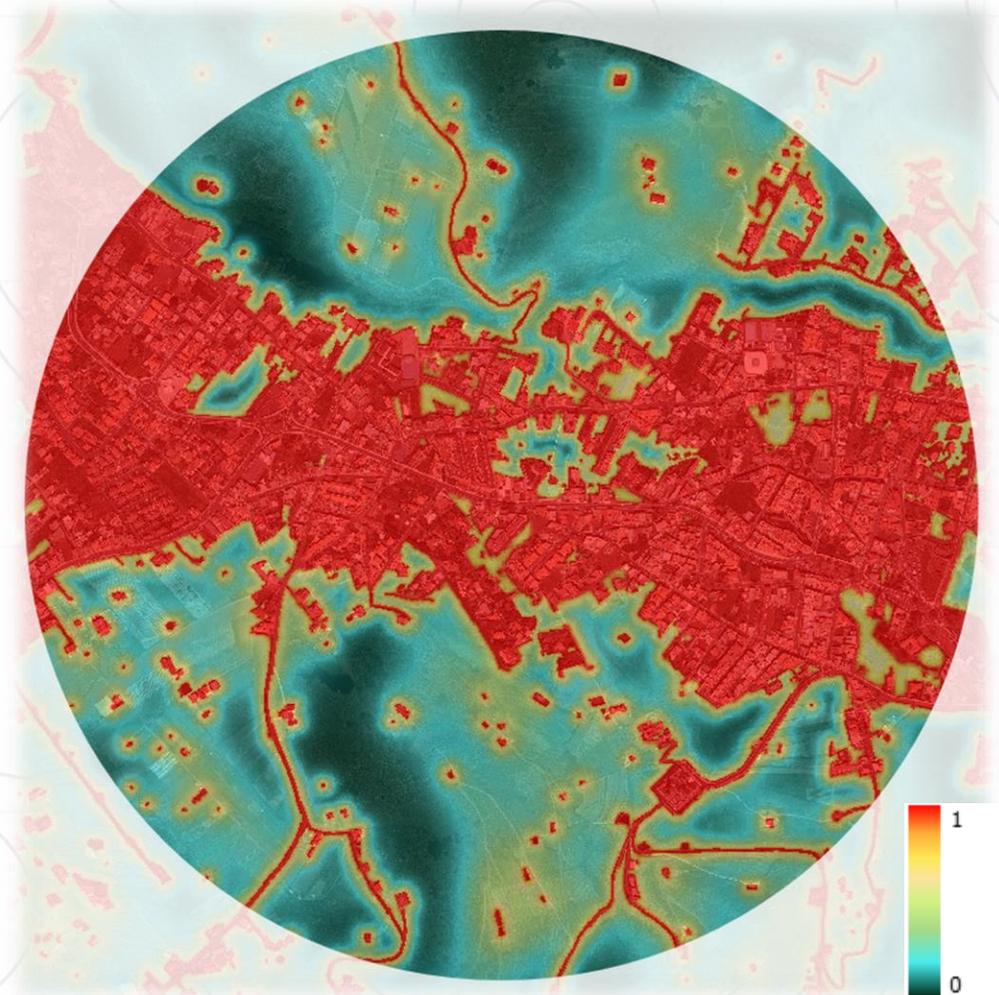
# METODOLOGÍA

- **COMBINACIÓN DE VARIABLES (SUMA DIFUSA)**

**Ambientes artificiales o muy transformados**



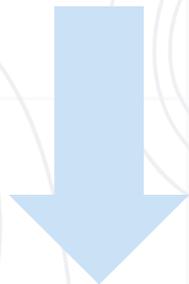
- Distancia a elementos artificiales (MTI)
- Distancia a elementos artificiales (MFE25) \* 0,5
- Distancia a infraestructuras viarias (MTI)
- Distancia a infraestructuras viarias (MFE25) \* 0,5
- Densidad de sendas y caminos (MTI)



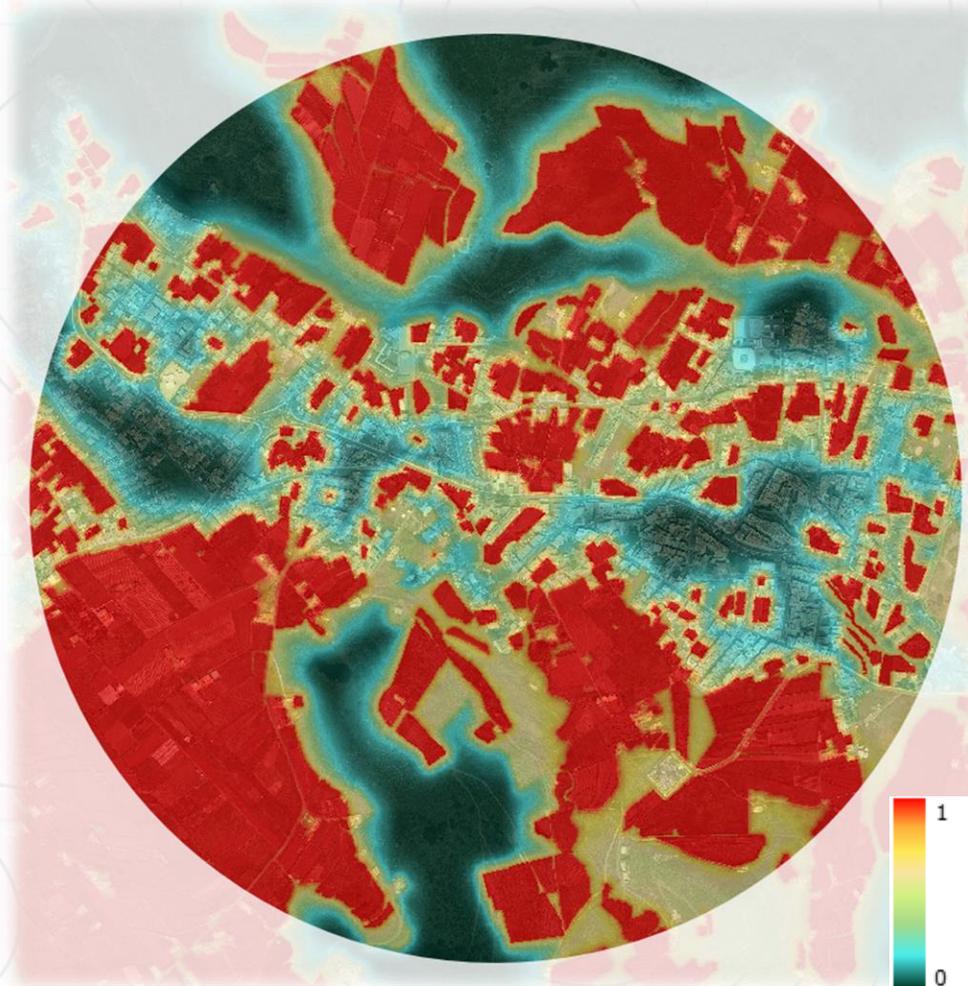
# METODOLOGÍA

- **COMBINACIÓN DE VARIABLES (SUMA DIFUSA)**

Ambientes rurales



- Distancia a superficie agrícola (MC - MTI)
- Proporción de superficie agrícola (MC)
- Distancia a superficie agrícola (MFE25) \* 0,5



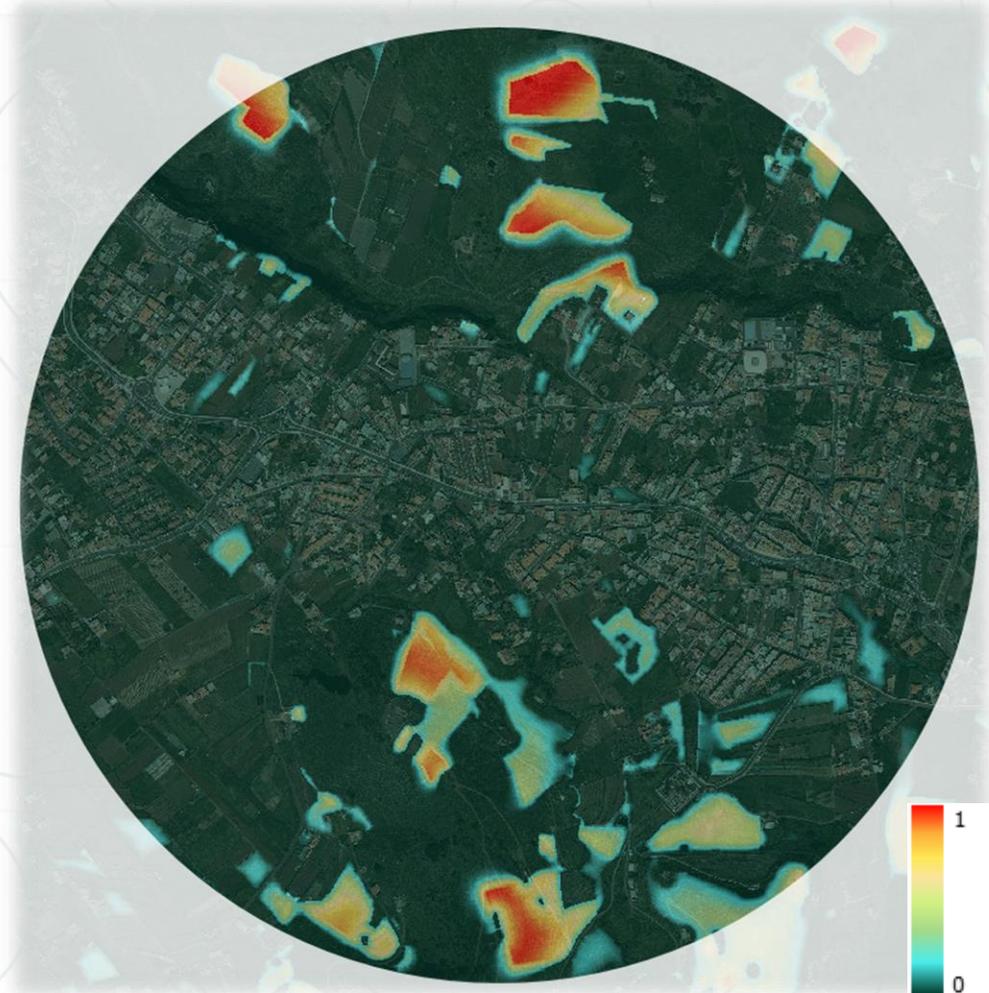
# METODOLOGÍA

- **COMBINACIÓN DE VARIABLES (SUMA DIFUSA)**

Ambientes de transición rural-natural



- Distancia a superficie agrícola abandonada (MC)
  - Distancia a superficie abancalada (MB)
  - Distancia a superficie agrícola (MFE25) \* 0,5
- 
- Distancia a superficie agrícola cultivada (MC)
  - Proporción de superficie agrícola cultivada (MC)
  - Distancia a elementos artificiales (MTI)
  - Proporción de elementos artificiales (MTI)
  - Distancia a infraestructuras viarias (MTI)
  - Densidad de infraestructuras viarias (MTI)



# METODOLOGÍA

- **COMBINACIÓN DE VARIABLES (SUMA DIFUSA)**

**Ambientes naturales degradados**    Distancia a ambientes naturales degradados (MFE25)

**Ambientes naturales**    Distancia a ambientes naturales (MFE25)

# METODOLOGÍA

## • ASIGNACIÓN DE CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN



```
raster_classification <- function(x) {  
  
  prob_art <- x[1]  
  prob_rur <- x[2]  
  prob_tra <- x[3]  
  prob_deg <- x[4]  
  prob_nat <- x[5]  
  
  if (prob_art >= 0.9) {  
    return(1)  
  }  
  
  } else if ((prob_art >= 0.5 & prob_art < 0.9) | (prob_rur >= 0.6 & prob_tra < 0.2)) {  
    max_prob <- which.max(c(prob_art, prob_rur))  
    return(c(1, 2)[max_prob])  
  }  
  
  } else if (prob_art < 0.5 & prob_rur >= 0.6 & prob_tra < 0.2) {  
    return(2)  
  }  
  
  } else if (prob_rur >= prob_art & prob_art < 0.9 & prob_rur >= 0.6 & prob_tra >= 0.2) {  
    return(3)  
  }  
  
  } else if (prob_art < 0.5 & prob_rur < 0.6 & prob_rur > 0 & prob_tra >= 0.2) {  
    return(3)  
  }  
  
  } else if (prob_art < 0.1 & prob_rur < 0.1 & prob_tra < 0.5) {  
    max_prob <- which.max(c(prob_deg, prob_nat))  
    return(c(4, 5)[max_prob])  
  }  
  
  } else {  
    max_prob <- which.max(c(prob_art, prob_rur, prob_tra, prob_deg, prob_nat))  
    return(c(1, 2, 3, 4, 5)[max_prob])  
  }  
}
```

- Ambientes artificiales o muy transformados
- Ambientes rurales
- Ambientes de transición rural-natural
- Ambientes naturales degradados
- Ambientes naturales

# METODOLOGÍA

- PATRONES ESPACIALES DE DISTRIBUCIÓN**

Distribución de palmeras

Distancia al vecino más cercano

Creación de grupos (umbral 10 m)

**Coefficiente de variación de la distancia (N > 10)**

**Modelo lineal (N > 5)**



Ejemplos



# METODOLOGÍA

- **CLASIFICACIÓN FINAL**

## **1. Clasificación individual**

Se asigna la categoría de ambiente con la que solapa el punto

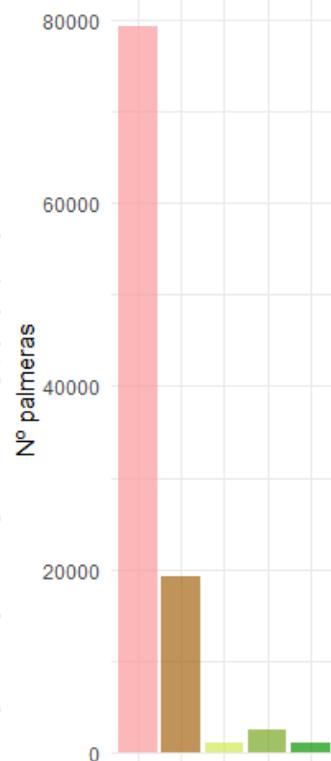
## **2. Clasificación por grupos**

Se asigna la categoría de ambiente con la probabilidad de pertenencia más alta para el grupo en consideración

# RESULTADOS

¡PROVISIONALES!

**N = 103339**



Clasificación

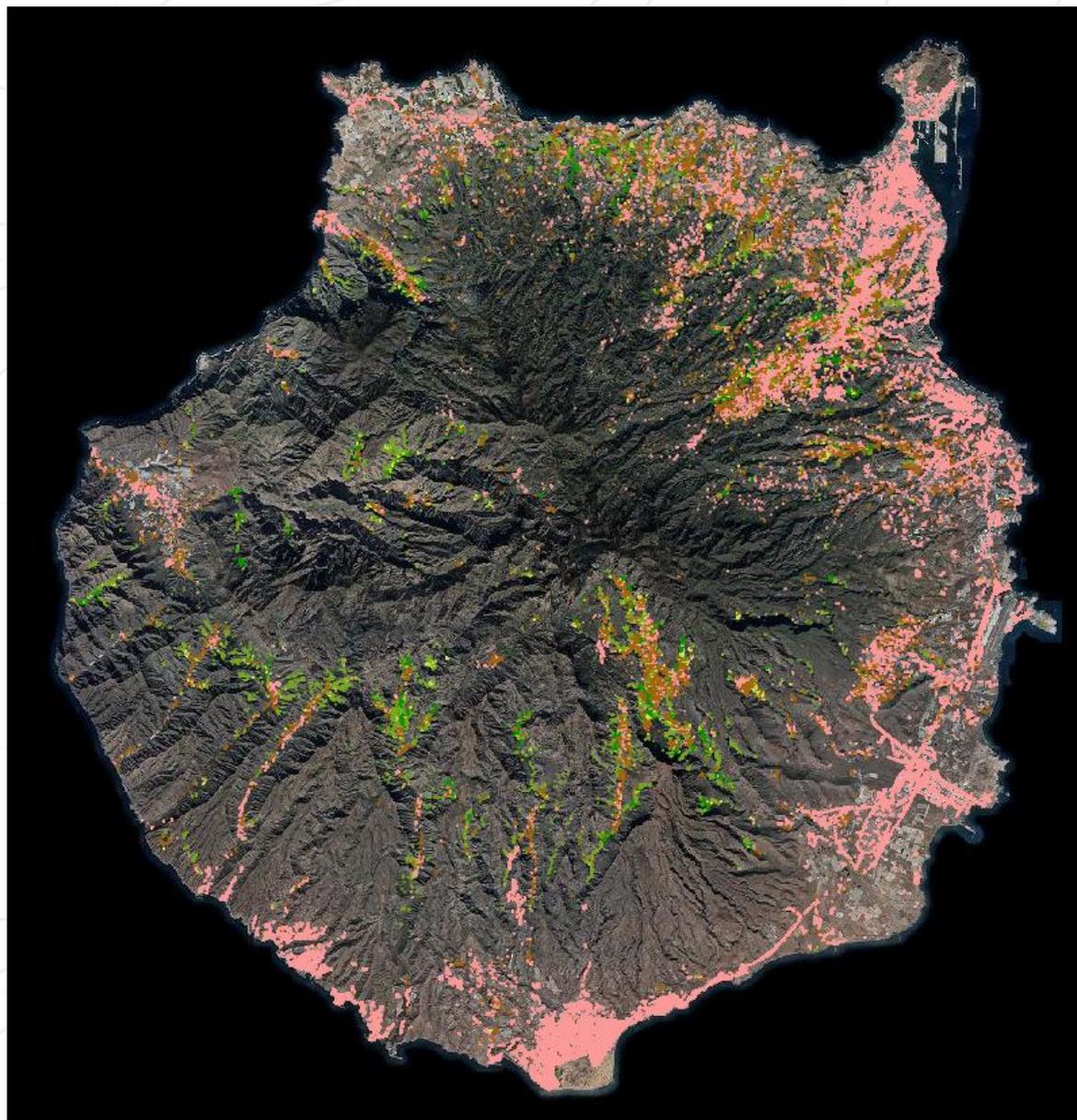
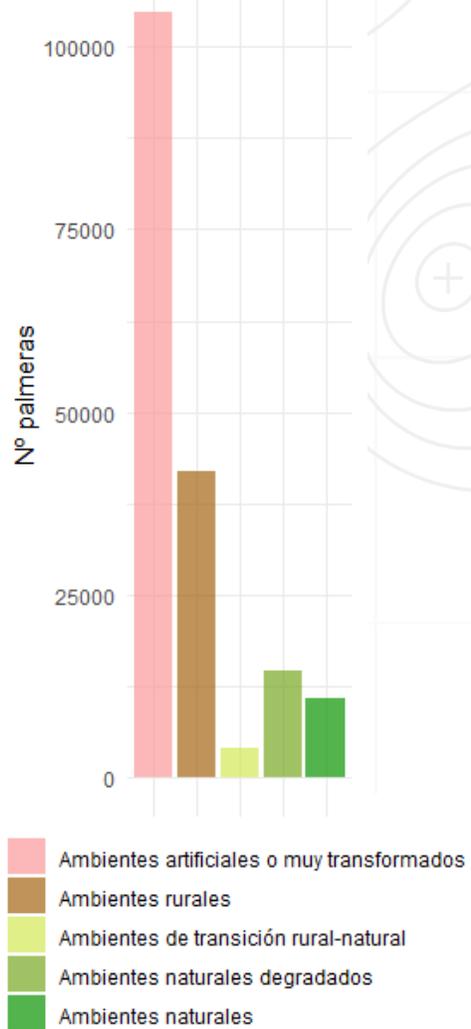
- Ambientes artificiales o muy transformados
- Ambientes rurales
- Ambientes de transición rural-natural
- Ambientes naturales degradados
- Ambientes naturales



# RESULTADOS

¡PROVISIONALES!

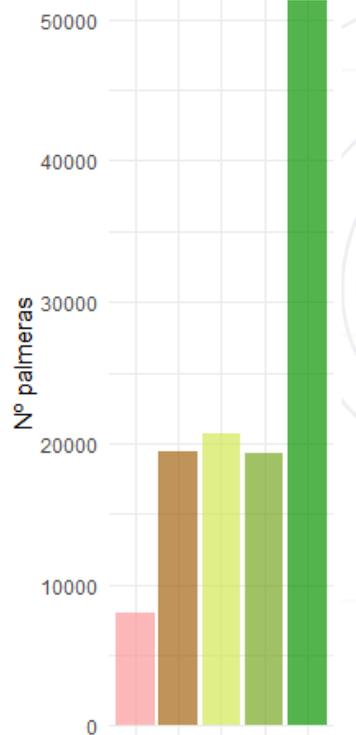
**N = 176478**



# RESULTADOS

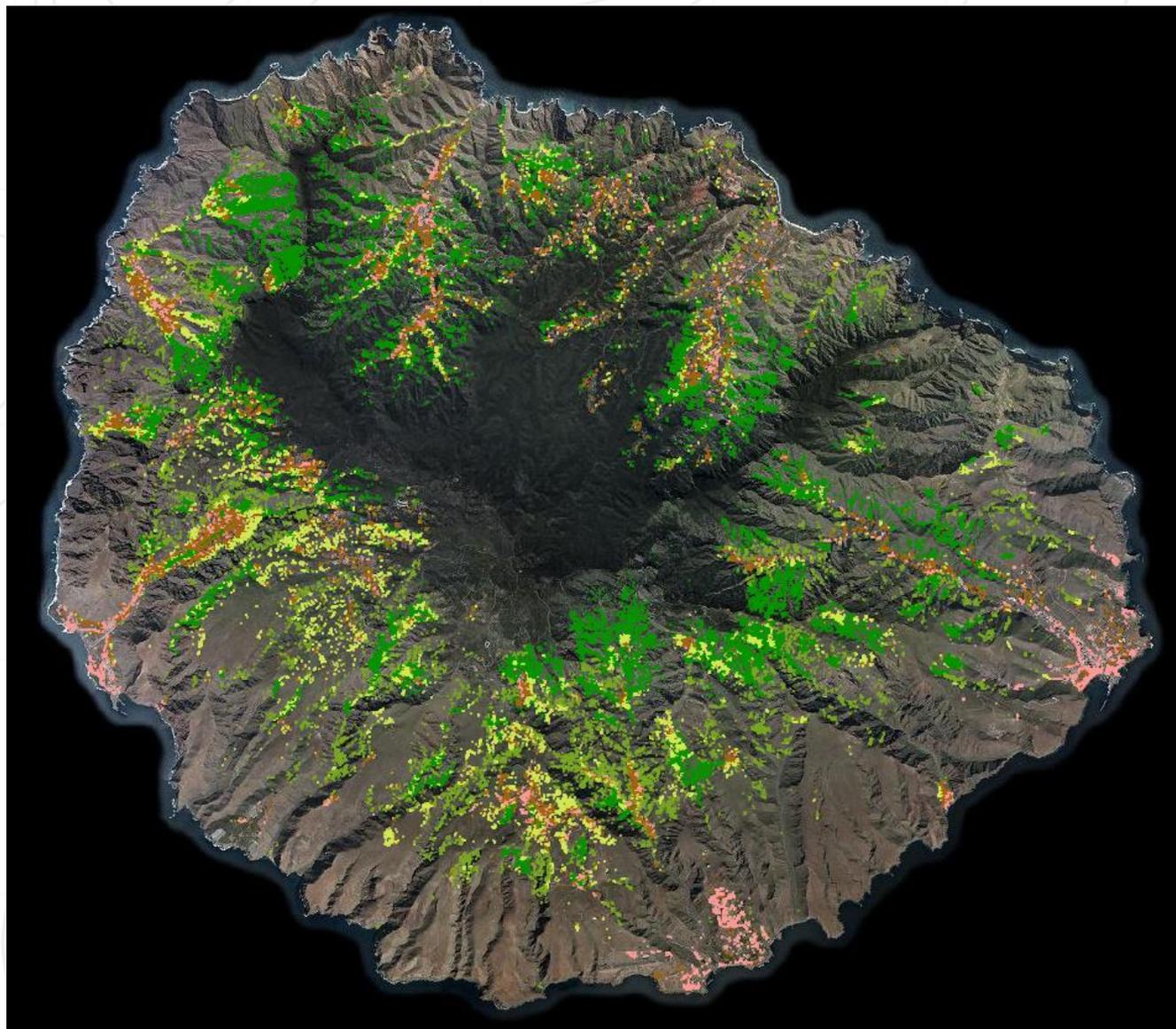
¡PROVISIONALES!

N = 118817



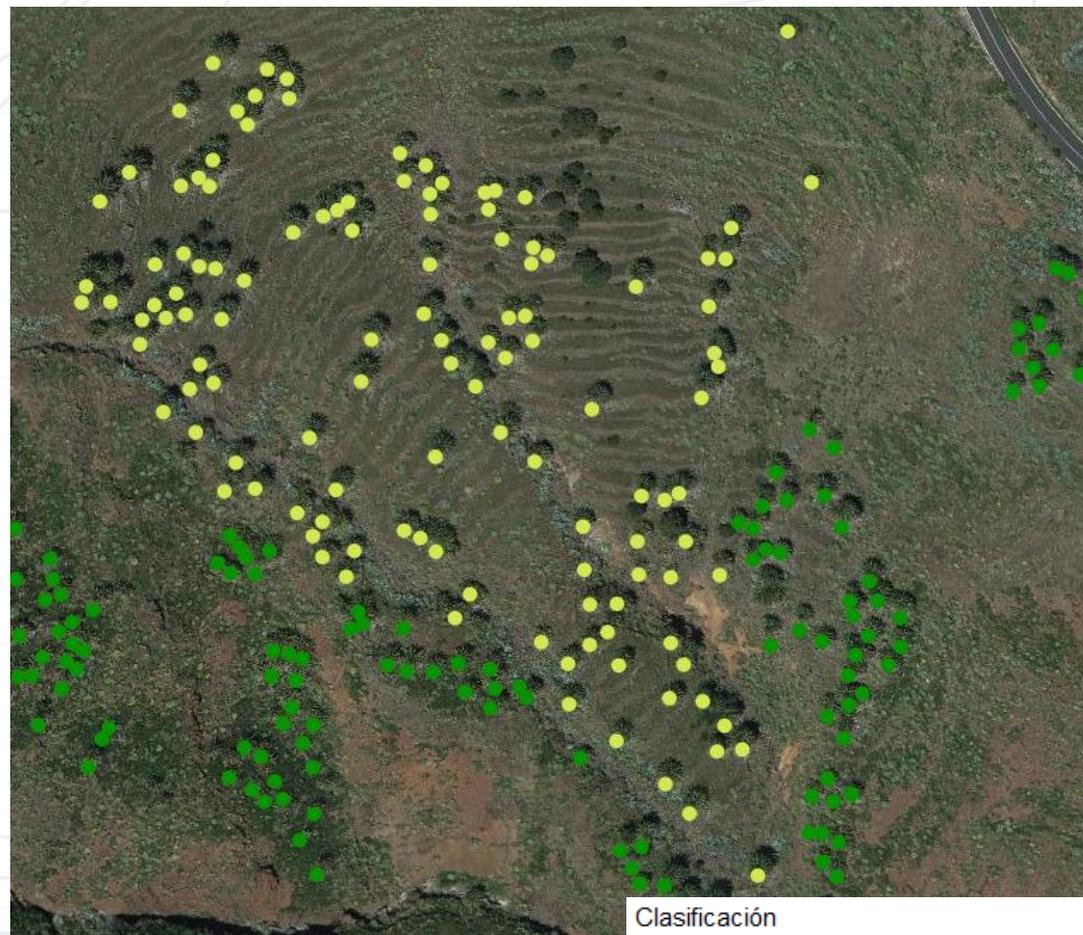
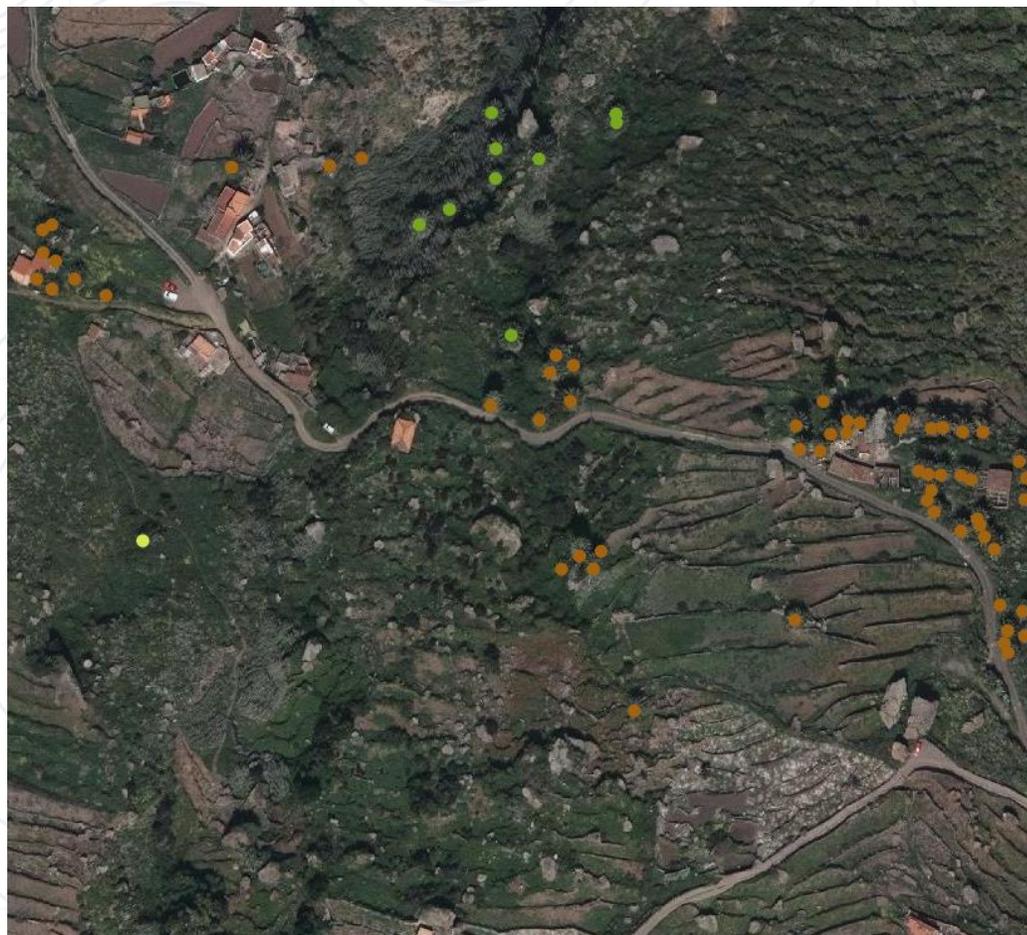
Clasificación

- Ambientes artificiales o muy transformados
- Ambientes rurales
- Ambientes de transición rural-natural
- Ambientes naturales degradados
- Ambientes naturales



# RESULTADOS

¡PROVISIONALES!



## Clasificación

- Ambientes artificiales o muy transformados
- Ambientes rurales
- Ambientes de transición rural-natural
- Ambientes naturales degradados
- Ambientes naturales

# RESULTADOS

¡PROVISIONALES!



- Clasificación
- Ambientes artificiales o muy transformados
  - Ambientes rurales
  - Ambientes de transición rural-natural
  - Ambientes naturales degradados
  - Ambientes naturales

# CONCLUSIONES

- El sistema de clasificación expuesto representa la base para la definición de **palmerales**
- Es extrapolable a cualquier elemento natural representado por un punto (drago, cardón, etc.)

# GRAFSCAN

Cartográfica de Canarias, S.A.



# ¡MUCHAS GRACIAS POR LA ATENCIÓN!

