

Cartografía de invernaderos en Cádiz y Sevilla.

Año 2023

Noviembre 2023





Contenidos

1. Introducción.....	3
2. Metodología.....	4
2.1. Selección y tratamientos previos de las imágenes satélite.....	4
2.2. Detección automática de invernaderos.....	6
2.3. Ajuste a SigPac y edición manual.....	6
3. Resultados.....	8
3.1. Cádiz.....	8
3.1.1. Campiña de Cádiz.....	8
3.1.2. Costa Noroeste de Cádiz.....	8
3.1.3. De la Janda.....	9
3.2. Sevilla.....	11
3.2.1. La Campiña.....	11
3.2.2. La Vega.....	12
3.2.3. Las Marismas.....	12
4. Conclusiones.....	14



1. Introducción

Se presentan los resultados de la estimación de superficie ocupada por cultivos protegidos en las provincias de Cádiz y Sevilla para el año 2023.

En años anteriores la detección de cultivos protegidos se ha realizado en los términos municipales con mayor concentración de cultivos protegidos en las Censo Agrario 2009 y en la cartografía SIOSE. Este año se ha ampliado la zona de estudio a las comarcas completas donde están ubicados dichos términos municipales. Se han estudiado, por tanto, las comarcas Campiña de Cádiz, Costa Noroeste de Cádiz y De la Janda en Cádiz y La Campiña, La Vega y Las Marismas en Sevilla.

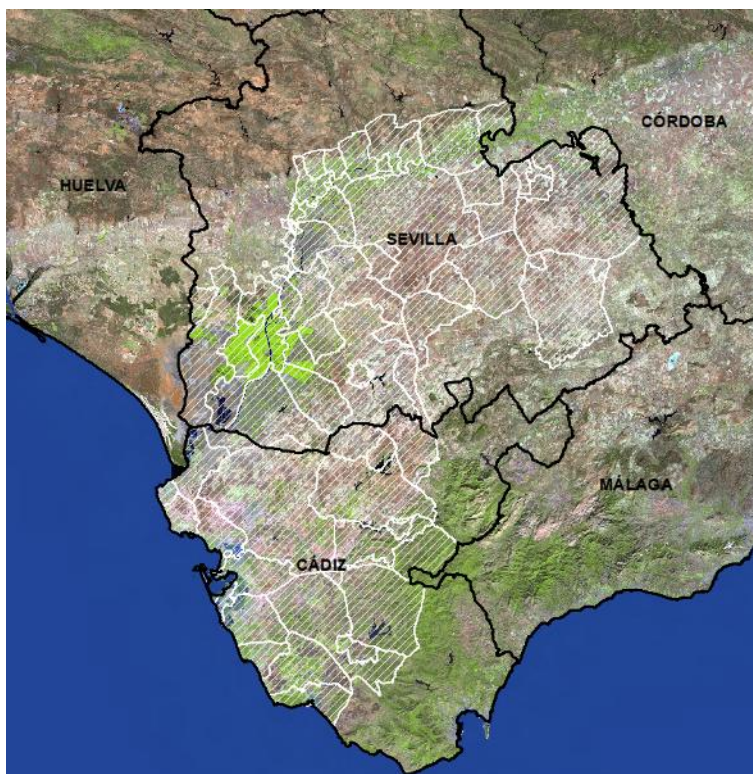


Figura 1 Municipios estudiados pertenecientes a las provincias de Cádiz y Sevilla.



2. Metodología

En la figura 2 se recoge el diagrama de flujo de la metodología seguida cuyas fases se describen a continuación.

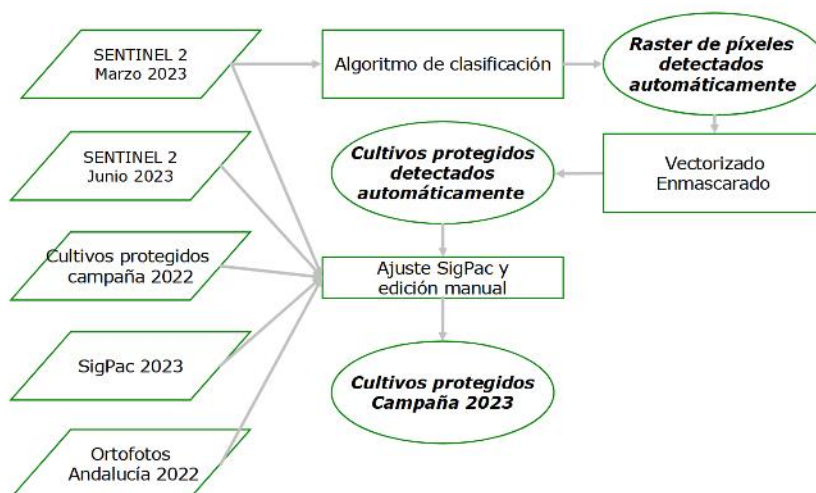


Figura 2 Resumen de la metodología

2.1. Selección y tratamientos previos de las imágenes satélite

Se han utilizado imágenes del satélite SENTINEL 2, disponibles desde finales de 2015. Las escenas SENTINEL 2 forman parte de los datos Copernicus Sentinel años 2015 a 2023 y se obtuvieron a través del portal *Sentinels Scientific Data Hub* (<https://scihub.copernicus.eu>).

Las escenas SENTINEL están formadas por 13 bandas de diferentes características. Las bandas utilizadas para este trabajo han sido las correspondientes al espectro visible e infrarrojo cercano y medio.

Se han empleado, para la clasificación automática, 5 subescenas SENTINEL 2 del 2 de marzo de 2023 (producto L2A corregido atmosféricamente), evitando las fechas estivales, momento en el que suelen darse la renovación de los plásticos de algunos invernaderos. Para la fase de edición se han utilizado dichas escenas, otra cobertura de junio de 2023, junto a la ortofotografía PNOA 2022.

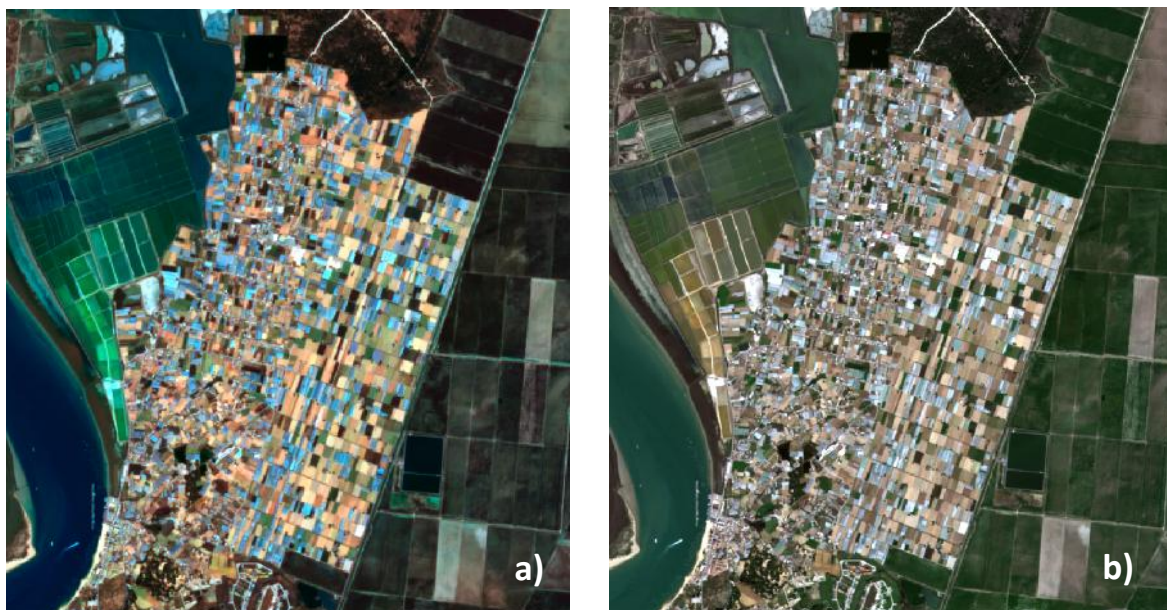


Figura 3 Detalle de escena SENTINEL 2 a) Infrarrojo medio-rojo-azul, b) color verdadero. Las bandas infrarrojo medio (2.190 nm) y azul facilitan la discriminación de cultivos protegidos.



Figura 4 Subescenas SENTINEL 2 empleadas para la cartografía de cultivos protegidos.



2.2. Detección automática de invernaderos

Las cubiertas de plástico claro presentan una respuesta espectral característica que difiere de la de otras superficies. La separabilidad entre la respuesta del plástico y otras superficies es variable, así, es bastante elevada entre plástico y vegetación o entre plástico y agua y menor entre plástico e infraestructuras como carreteras asfaltadas o tejados de algunas construcciones. La separabilidad entre plástico y suelo desnudo es variable dependiendo del tipo de suelo. La discriminación de cultivos protegidos de forma automática con SENTINEL 2 cuando los materiales del invernadero difieren de plásticos claros (mayoritarios) es bastante limitada produciéndose omisiones como ocurre con invernaderos de mallas, materiales oscuros, verdes, etc.

Para la detección de zonas cubiertas por plástico se ha utilizado el algoritmo de clasificación *Spectral Angle Mapper* en combinación con árboles de decisión en función de los valores espectrales de las bandas. Los *rasters* resultantes se han segmentado en dos categorías: “plástico” y “no plástico”. Posteriormente, se ha generado un mosaico y vectorizado la categoría plástico, eliminándose después, de forma semiautomática, las detecciones erróneas localizadas en la línea de costa y en zonas urbanas.

2.3. Ajuste a SigPac y edición manual

El objetivo de esta fase es delimitar las superficies dedicadas a cultivos protegidos detectadas en la fase anterior así como corregir errores de omisión y comisión cometidos en la fase automática.

Se partió de los recintos SigPac 2023 que intersecaban con la cartografía 2022 junto con todos aquellos que no intersecando con la misma tenían uso SigPac IV. Los recintos que intersecaron en más de dos tercios de su superficie con plástico detectado automáticamente se confirmaban automáticamente.

Los recintos, que no cumpliendo las condiciones anteriores, intersecaban con la capa de plástico detectado automáticamente, o se observaban compatibles con invernaderos en las imágenes satélite empleadas o estaban, total o parcialmente incluidos en la capa de invernaderos 2022 o tenían uso SigPac IV, pasaron a revisarse visualmente. Estos se confirmaron total o parcialmente como cultivo protegido en función de lo observado en las escenas satélite, tanto de febrero como de junio y en la ortofotografía 2022.

Dado que la ortofotografía es de 2022 y las imágenes satélite no son del mismo año, en caso de discrepancia, prevaleció la información derivada de las imágenes satélites por corresponder a 2023. En caso de que lo observado en la imagen satélite no fuese concluyente (por el material de la cubierta, o por tamaño) se utiliza la información de la ortofotografía.



Si en la revisión manual se observaba malla sobre frutal o macrotúneles temporales se anotaba en observaciones (en ocasiones no se veían extendidos ya en verano). Durante el proceso de revisión, además, se descartaron zonas que correspondían a cultivos acolchados, protecciones temporales en viñedo e incluso zonas ocupadas por ensilados cubiertos por plástico blanco que tienen una respuesta espectral parecida a los cultivos protegidos. Para ello, ha sido fundamental el apoyo de la imagen de satélite de verano de 2023 y de la ortofotografía 2022.

La unión de los recintos confirmados automáticamente y manualmente dio lugar a la **cartografía de cultivos bajo plástico para 2023**.

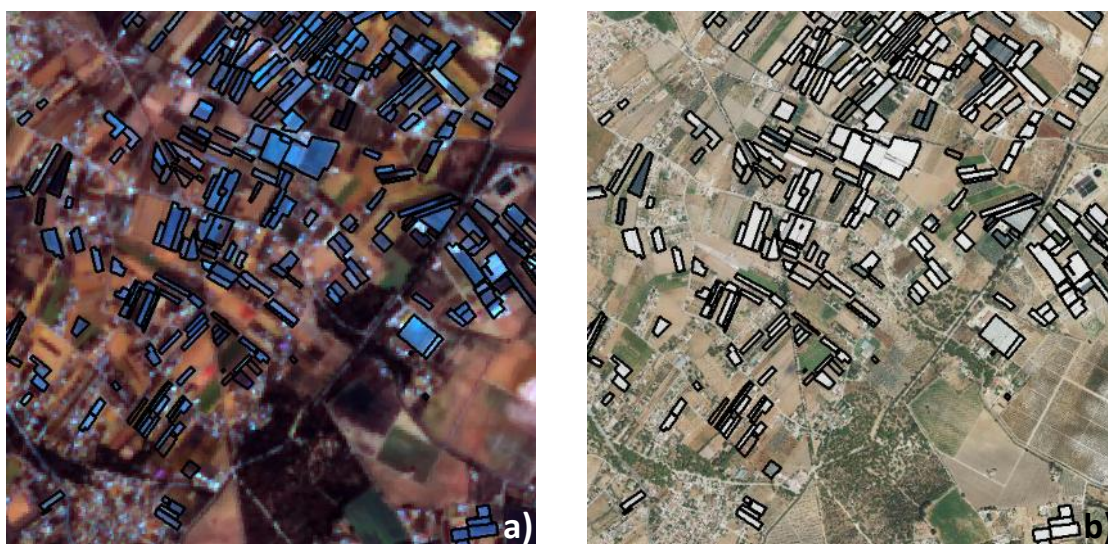


Figura 5 Detalle de la cartografía sobre sobre escena SENTINEL 2023 (a) y sobre ortofotografía digital 2022 (b)



3. Resultados

3.1. Cádiz

En las tres comarcas estudiadas en la provincia de Cádiz se ha estimado una superficie protegida de 945 ha, el 90% de la cual se encuentra en la comarca Costa Noroeste de Cádiz. A continuación se exponen los resultados de cada comarca por municipios.

3.1.1. Campiña de Cádiz

Se han estimado 48 ha protegidas en la comarca Campiña de Cádiz, un 60% de las mismas en Jerez de la Frontera. En esta comarca se vienen estudiando desde 2013 dos municipios y en ambos la superficie en 2023 respecto a 2022 se ha mantenido estable.

<i>Municipio</i>	<i>Sup. 2008 (ha)</i>	<i>Sup. 2009 (ha)</i>	<i>Sup. 2013 (ha)</i>	<i>Sup. 2014 (ha)</i>	<i>Sup. 2016 (ha)</i>	<i>Sup. 2017 (ha)</i>	<i>Sup. 2018 (ha)</i>	<i>Sup. 2019 (ha)</i>	<i>Sup. 2020 (ha)</i>	<i>Sup. 2021 (ha)</i>	<i>Sup. 2022 (ha)</i>	<i>Sup. 2023 (ha)</i>	<i>Var. 2023- 2022 (ha)</i>
Arcos de la Frontera	-----	-----	34	31	27	5	5	4	9	11	11	11	0
Bornos	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	2	-----
Jerez de la Frontera	-----	-----	32	46	33	40	38	49	50	50	28	29	1
El Puerto de Santa María	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	6	-----
Total	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	48	-----

Tabla 1 Resultados obtenidos para los municipios de la comarca Campiña de Cádiz.

3.1.2. Costa Noroeste de Cádiz

Se han estimado 859 ha protegidas en la comarca Costa Noroeste de Cádiz, un 85% de las mismas localizadas en Chipiona y Sanlúcar de Barrameda. La superficie en los municipios estudiados en años anteriores se mantiene estable o aumenta ligeramente.



Municipio	Sup. 2008 (ha)	Sup. 2009 (ha)	Sup. 2013 (ha)	Sup. 2014 (ha)	Sup. 2016 (ha)	Sup. 2017 (ha)	Sup. 2018 (ha)	Sup. 2019 (ha)	Sup. 2020 (ha)	Sup. 2021 (ha)	Sup. 2022 (ha)	Sup. 2023 (ha)	Var. 2023-2022 (ha)
Chiclana de la Frontera	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	12	
Chipiona	403	377	349	345	342	350	352	352	372	368	367	378	11
Conil de la Frontera	----	----	78	77	85	88	86	84	87	85	89	89	0
Rota	----	----	29	27	26	25	23	24	25	24	25	27	2
Sanlúcar de Barrameda	383	369	363	371	355	356	351	357	361	355	348	353	5
Total	----	----										859	

Tabla 2 Resultados obtenidos para los municipios de la comarca Costa Noroeste de Cádiz.

3.1.3. De la Janda

Se han estimado 38 ha protegidas en la comarca De la Janda, un 45% de las mismas en Medina Sidonia, único municipio estudiado en años anteriores y que no muestra variación respecto a 2022.

Municipio	Sup. 2008 (ha)	Sup. 2009 (ha)	Sup. 2013 (ha)	Sup. 2014 (ha)	Sup. 2016 (ha)	Sup. 2017 (ha)	Sup. 2018 (ha)	Sup. 2019 (ha)	Sup. 2020 (ha)	Sup. 2021 (ha)	Sup. 2022 (ha)	Sup. 2023 (ha)	Var. 2023-2022 (ha)
Barbate	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	9	----
Medina-Sidonia	----	----	24	22	20	23	23	23	23	19	17	17	0
Puerto Real	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	4	----
Vejer de la Frontera	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	8	----
Total	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	38	----

Tabla 3 Resultados obtenidos para los municipios de la comarca De la Janda.

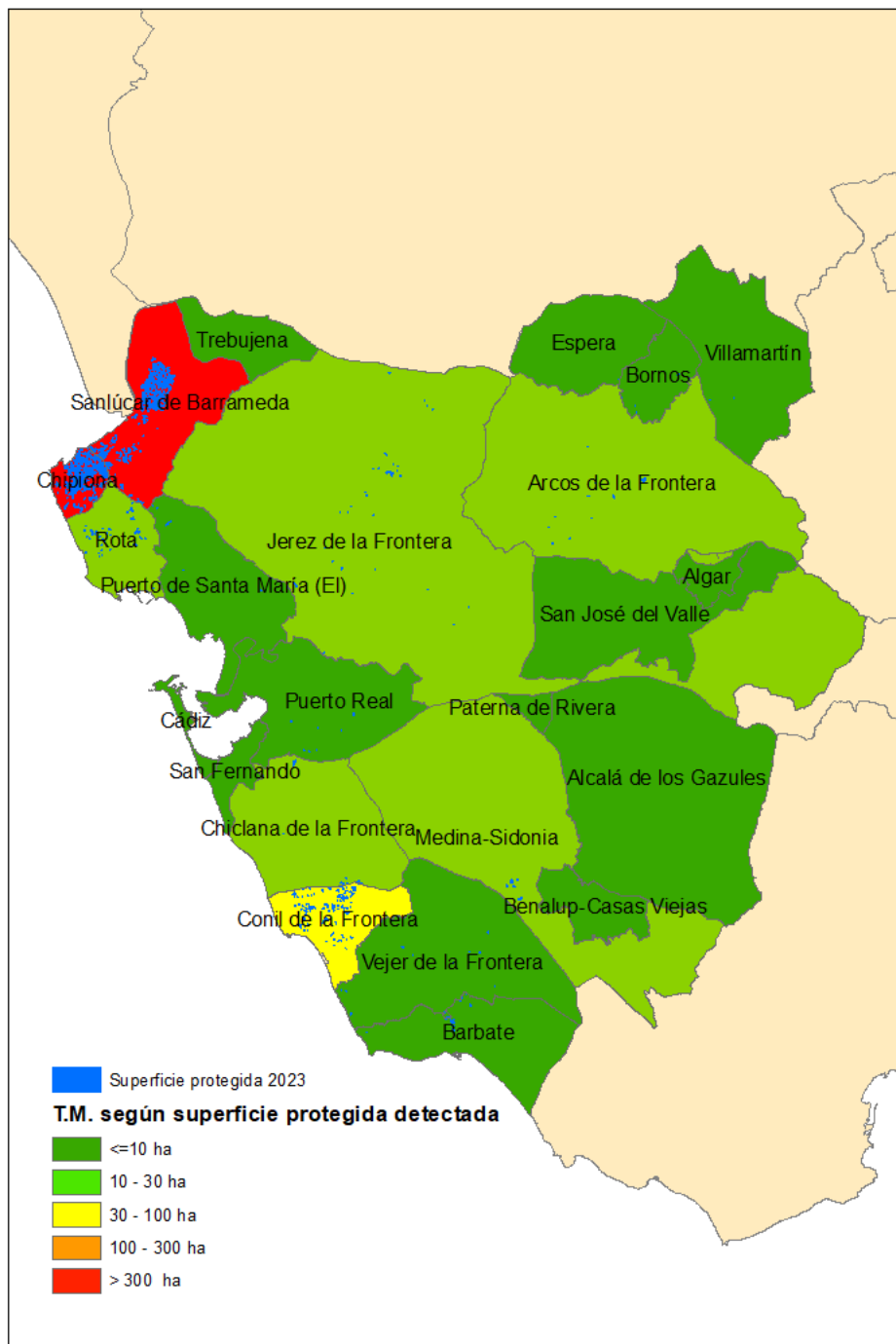


Figura 6 Términos municipales estudiados clasificados según la superficie de invernaderos detectada en Cádiz



3.2. Sevilla

En las tres comarcas estudiadas en la provincia de Sevilla se ha estimado una superficie protegida de 469 ha. A continuación se exponen los resultados de cada comarca por municipios.

3.2.1. La Campiña

Se han estimado 190 ha protegidas en la comarca La Campiña, la mayor parte se concentran en Lebrija y en menor medida en Utrera, Carmona y el Cuervo de Sevilla. La superficie en los municipios estudiados en años anteriores se mantiene estable.

Municipio	Sup. 2009 (ha)	Sup. 2013 (ha)	Sup. 2014 (ha)	Sup. 2016 (ha)	Sup. 2017 (ha)	Sup. 2018 (ha)	Sup. 2019 (ha)	Sup. 2020 (ha)	Sup. 2021 (ha)	Sup. 2022 (ha)	Sup. 2023 (ha)	Var. 2023- 2022 (ha)
Alcalá de Guadaíra	6	7	7	7	8	9	8	9	8	8	8	0
Arahal	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	3	----
Cañada Rosal	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1	----
Las Cabezas de San Juan	9	11	10	10	11	10	9	8	9	8	8	0
Carmona	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	16	----
El Coronil	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	6	----
El Cuervo de Sevilla	26	23	23	20	20	20	19	19	19	19	20	1
Écija	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	5	----
Lebrija	74	80	76	75	85	81	81	75	74	73	72	-1
La Lusiana	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1	----
Mariena del Alcor	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1	----
Marchena	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	11	----
El Rubio	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1	----
Utrera	20	34	29	34	37	35	39	33	33	35	36	1
EL Viso del Alcor	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1	----
Total	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	190	

Tabla 4 Resultados obtenidos para los municipios de la comarca La Campiña.



3.2.2. La Vega

Se han estimado 212 ha protegidas en la comarca La Vega, un 74% de las mismas en Los Palacios y Villafranca, único municipio estudiado en años anteriores y que muestra un ligero aumento respecto a 2023.

Municipio	Sup. 2009 (ha)	Sup. 2013 (ha)	Sup. 2014 (ha)	Sup. 2016 (ha)	Sup. 2017 (ha)	Sup. 2018 (ha)	Sup. 2019 (ha)	Sup. 2020 (ha)	Sup. 2021 (ha)	Sup. 2022 (ha)	Sup. 2023 (ha)	Var. 2023-2022 (ha)
Brenes	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	8	----
Burguillos	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	2	----
Cantillana	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	2	----
Coria del Río	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1	----
Dos Hermanas	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	29	----
Lora del Río	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1	----
Los Palacios y Villafranca	110	105	112	134	143	144	141	141	149	149	156	7
Peñaflor	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	4	----
La Rinconada	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	4	----
Sevilla	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	2	----
Villanueva del Río y Minas	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1	----
Villaverde del Río	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	2	----
Total	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	212	----

Tabla 5 Resultados obtenidos para los municipios de la comarca La Vega.

3.2.3. Las Marismas

Se han estimado 67 ha protegidas en la comarca Las Marismas. La mayoría, 48 ha, se localizan en Aznalcázar. Al interpretar el cambio observado en Aznalcázar respecto a 2022 hay que tener en cuenta que 38 ha corresponden a protecciones temporales, concretamente 25 ha son mallas sobre frutales y 13 ha posibles macrotúneles. Este tipo de protección, al retirarse en muchas ocasiones en verano, puede llevar a la omisión de su detección (puede pasar por un acolchado de invierno) o cambiar de un año a otro. En Villamanrique de la Condesa también se observan mayoritariamente macrotúneles.

Municipio	Sup. 2009 (ha)	Sup. 2013 (ha)	Sup. 2014 (ha)	Sup. 2016 (ha)	Sup. 2017 (ha)	Sup. 2018 (ha)	Sup. 2019 (ha)	Sup. 2020 (ha)	Sup. 2021 (ha)	Sup. 2022 (ha)	Sup. 2023 (ha)	Vari. 2023-2022 (ha)
Aznalcázar	----	5	4	12	12	9	19	9	10	10	48	38
Villamanrique de la Condesa	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	19	----
Total	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	67	----

Tabla 6 Resultados obtenidos para los municipios de la comarca Las Marismas.

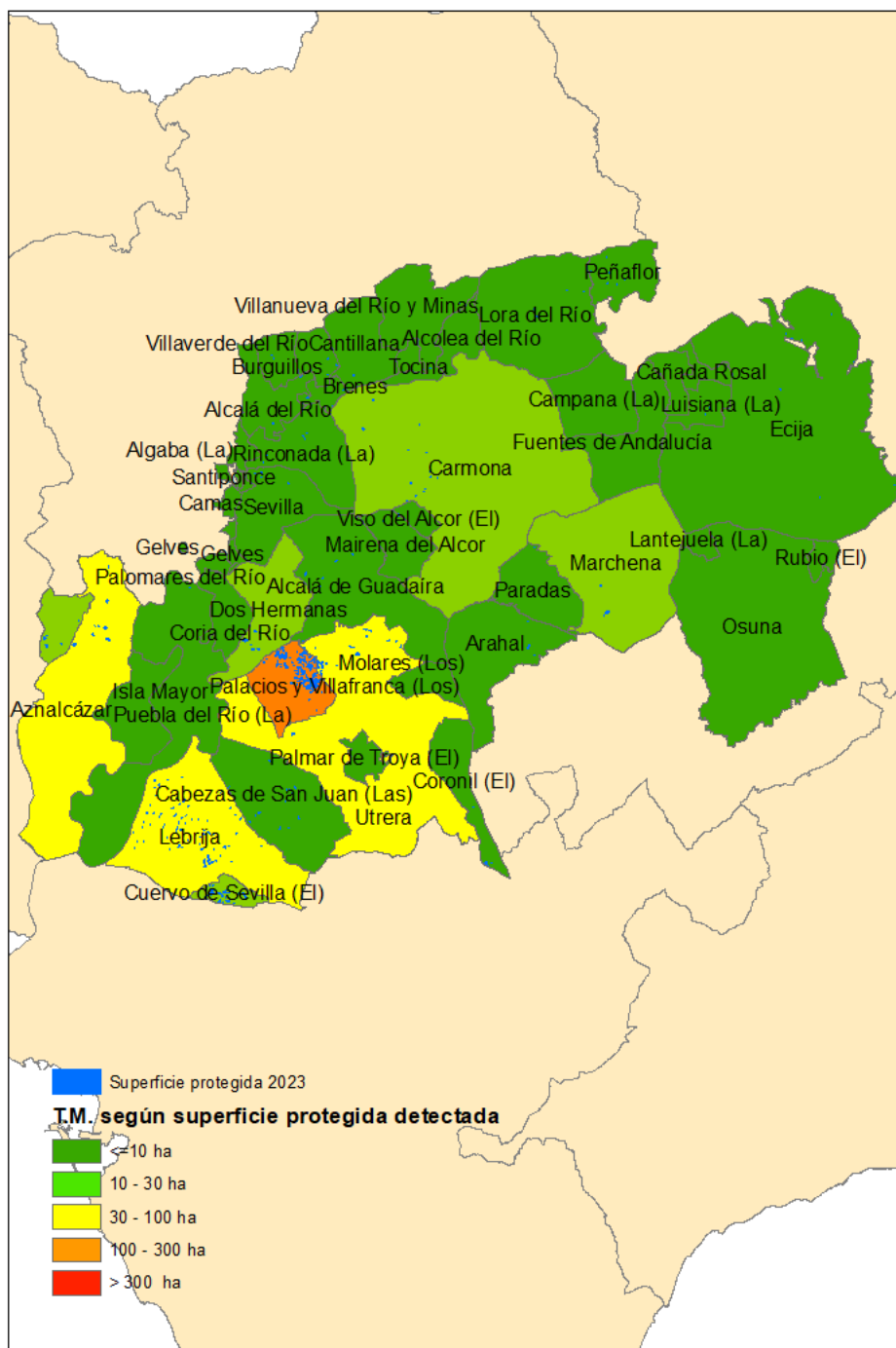


Figura 7 Términos municipales estudiados clasificados según la superficie de invernaderos detectada en Sevilla



4. Conclusiones

Se ha determinado la superficie ocupada por cultivos protegidos en seis comarcas de las provincias de Cádiz y Sevilla para el año 2023 mediante el análisis de información de imágenes procedentes del sensor SENTINEL 2. Se ha utilizado, como apoyo, la ortofotografía digital de Andalucía 2022.

De acuerdo a la información que se deriva de las cartografías generadas se concluye lo siguiente:

- En las tres comarcas estudiadas en la provincia de Cádiz se ha estimado una superficie protegida de 945 ha, la mayoría en la comarca Costa Noroeste de Cádiz siendo los municipios de Chipiona y Sanlúcar de Barrameda los que presentan mayor superficie protegida estimada.
- En las tres comarcas estudiadas en la provincia de Sevilla se ha estimado una superficie protegida de 469 ha. El municipio con mayor superficie protegida es Los Palacios y Villafranca en la Comarca de La Vega
- En los municipios estudiados en 2023 la superficie se ha mantenido estable o ha aumentado muy ligeramente. Sólo en Aznalcázar se ha observado un aumento mayor que en cualquier caso se atribuye a la inclusión de mallas sobre frutales y macrotúneles temporales en la cartografía.