

PROYECTO: OTRA GRAN SEQUÍA

GRUPO: SOMOS DE CIENCIA

Con este proyecto de investigación, queremos dar respuesta y reflexionar sobre ¿Cómo nos afecta esta gran sequía que estamos sufriendo?

Nos encontramos en la provincia de Huelva (Andalucía), concretamente en Bonares, pueblo agrícola, agricultura basada fundamentalmente en el cultivo de los frutos rojos (fresa, arándanos, frambuesas y moras).

Para empezar nuestra investigación, hemos investigado las necesidades climáticas de estas plantas, para saber si son las especies idóneas para cultivar en nuestra zona o por el contrario, sería mejor cambiar de cultivo.

FRUTOS ROJOS Y SUS REQUERIMIENTOS PARA SU CULTIVO

ARÁNDANOS

Los **arándanos** son unas bayas globosas, carnosas, diminutas, de entre 6 y 10 milímetros de largo, de color negro azulado, con una corona en su parte superior. Se trata de un arbusto caduco con porte erecto o rastrero y altura variable.

Los elementos climáticos requeridos por el arándano son:

Temperatura:

Los arándanos se adaptan a una diversidad de climas, ya que se han desarrollado variedades para cada zona, pero generalmente lugares con una acumulación de 400 a 1200 horas frío son los idóneos, con un umbral de 7 °C para cumplir su receso invernal. Una vez que las plantas rompen la latencia (que depende de la especie) se vuelven muy sensibles a las bajas temperaturas. La flor se hiela a -2 °C, pero por la superposición de estados fenológicos se considera como temperatura crítica -0,6 °C. Para el desarrollo del cultivo del arándano, el rango óptimo de temperatura oscila entre 16-25°C.

Durante la fructificación, temperaturas inferiores a -5°C pueden provocar daños en los frutos.

Veranos nublados reducen la calidad de la fruta y favorecen la propagación de hongos. Así también, veranos muy calurosos pueden concentrar la cosecha de la fruta, disminuir el sabor y su firmeza, además impedir una cosecha escalonada y oportuna para el comercio.

Los vientos fuertes es otro factor limitante, especialmente los primeros años de la plantación, ocasionan desarrollo de brotes caídos, afectan la floración por caída de flores e impiden la polinización por insectos y, además, producen la caída y daño mecánico de la fruta deteriorando su calidad final.

Respecto de la radiación, es preciso destacar que el exceso provocará un acortamiento del periodo de maduración de la fruta, concentrando la cosecha y

promoviendo fruta de inferior calidad. Por el contrario, días con nubosidad estimulan el desarrollo de enfermedades fúngicas que afectan a la condición de la fruta y al rendimiento.

Humedad:

Debido a la distribución de sus raíces, el arándano necesita de un nivel de humedad relativamente alto sobre todo en los periodos de sequía estival, ya que el tamaño del fruto está condicionado por el nivel y los cambios de humedad en el suelo los cuales son proporcionados por lluvias o mediante el riego. Estos suelos deben ser de textura ligera, buen drenaje y abundante materia orgánica, superior al 3%, que permite mantener la retención de humedad necesaria para el óptimo desarrollo del sistema radical.

Ya en producción, las mayores exigencias de humedad en el año están concentradas en el período de mayor crecimiento y durante la maduración del fruto. De todas maneras, si las precipitaciones no son suficientes, el riego debería continuar durante el verano tardío y otoño temprano, para favorecer el desarrollo de las yemas de flor, que han de fructificar en la próxima temporada.

MORAS

La **mora** es una baya silvestre, de la familia de las rosáceas, que suele crecer en zonas de montaña y cerca de ríos y pequeños arroyos. En estado inmaduro es ácida y astringente, mientras que maduro tiene un sabor dulce y afrutado.

La siembra de la zarzamora se realiza en épocas de lluvias o solo si hay abundante riego. Comienza a fructificar a los seis u ocho meses después del trasplante. Es una fruta muy susceptible al magullamiento, por lo que tiene que ser cosechada con mucho cuidado.

Tiene un tamaño pequeño, de entre 1 y 3 centímetros de longitud, y es polidrupa, es decir, está formada por la unión de pequeñas drupas en racimo y que contienen en su interior una semilla diminuta. Las moras del género *Morus* poseen un rabillo de 0,5 centímetros aproximadamente, que pierden al ser recogidas de la planta.

Una vez recolectadas, se deben consumir pronto, ya que se deterioran con gran facilidad. Para asegurarnos de que las moras están en buenas condiciones, el color ha de ser brillante e intenso, deben ser firmes al tacto y estar secas, ya que las húmedas y blandas se estropean antes.

Los elementos climáticos requeridos por la mora son:

Las condiciones climáticas como, temperatura, intensidad y calidad de la luz influyen en el desarrollo de los frutos, entre más baja sea la intensidad luminosa más grandes y delgadas serán las hojas. La textura del suelo está íntimamente relacionada con la humedad del mismo: en suelos arenosos o gravosos hay una maduración más temprana de los frutos de plantas que

crecen en este tipo de suelo, comparados con las que crecen en terrenos arcillosos.

Para llevar a cabo la plantación, tenemos que tener en cuenta la época del año, ya que necesitamos mantener siempre el suelo húmedo. Por lo tanto, las mejores épocas son a finales de otoño, principios de invierno y los días próximos al mes de abril.

En cuanto a la intensidad de luz, la mora tiene punto bajo de compensación luminosa para realizar los procesos de fotosíntesis y transformación. El cultivo requiere de 1200 a 1600 horas de brillo solar al año.

Por otra parte, la mora se adapta a diferentes alturas sobre el nivel del mar en un rango que va de 1.200 a 3.500 metros; pero el rango de altura más apropiado es de 1.800 a 2.400 metros. Después de los 2400 metros los rendimientos son menores y disminuyen la calidad y tamaño de los frutos.

Temperatura: Este cultivo requiere de un clima relativamente fresco y soleado, aunque es susceptible a heladas. El rango óptimo oscila entre 16-22°C. Para salir del reposo, este cultivo requiere acumular un total de 700 horas-frío.

Humedad: El rango óptimo de humedad oscila entre el 70-85%. Un exceso de humedad favorece la proliferación de enfermedades, así como también resulta perjudicial para la maduración del fruto

Precipitación: las condiciones de lluvia oscilan entre 1500 y 2300 mm de lluvia al año.

Riego: El sistema de riego más habitual es el riego localizado. Se deben dar riegos cortos y frecuentes, evitando en todo momento el encharcamiento. Asimismo, los suelos inclinados favorecen el drenaje.

La mora es una planta resistente a la sequía. Sin embargo, resulta fundamental su riego durante todo el ciclo para la obtención de un número de frutos y calibre mayor. Por tanto, una correcta aportación hídrica al cultivo de la mora supone un aumento del rendimiento de la explotación.

LAS FRAMBUESAS

La **frambuesa** es el fruto del frambueso o sangüeso, planta que crece silvestre en diversas regiones europeas pero que también se cultiva. Se trata de una pequeña fruta redondeada o cónica, con una piel aterciopelada de color rojo o amarillento. La pulpa, muy aromática y de sabor agridulce, puede consumirse cruda o emplearse para la elaboración de jaleas, mermeladas y bebidas.

Los siguientes elementos climáticos son importantes para el crecimiento de la frambuesa:

TEMPERATURA: El frambueso es bastante resistente a las bajas temperaturas invernales y a los fuertes calores estivales, 14 y 19°C son las temperaturas óptimas para un desarrollo fisiológico y productivo en la frambuesa, la temperatura base mínima de crecimiento es de 10°C y la máxima de 28-32°C.

A la hora de plantar frambuesas, el momento idóneo es a mediados del invierno. Una época en la que el frío sigue estando presente, pero comienza a desaparecer de manera paulatina. Si optamos por hacerlo en esta época del año, desde mediados de febrero hasta mediados de marzo, podremos ver la planta brotar y crecer durante la primavera.

Cada variedad de frambuesa necesita una duración de reposo invernal, que se conoce como horas frío, en las que las temperaturas deben estar por debajo de 7°C que es el umbral fijo.

HUMEDAD: las principales áreas de producción de frambuesa se ubican en las regiones semihúmedas y húmedas.

Las frambuesas no toleran la sequía. Las cantidades insuficientes de humedad en el suelo y el aire reducen los rendimientos y reducen la calidad de los frutos, la raíz crece mal y se reduce el número de brotes y su exuberancia.

SUELO: El frambueso requiere de suelos sueltos, profundos, no compactos, con buena disponibilidad de humedad, alto contenido en materia orgánica, elevada capacidad de retención de agua y pH óptimo comprendido entre 6 y 6,8.

Las frambuesas no toleran suelos livianos, secos, calcáreos y arenosos, ni suelos pesados y compactados con altos niveles de agua subterránea.

RIEGO: El manejo del agua en la frambuesa es crítico, ya que requiere una cantidad suficiente para llevar a cabo cada una de sus funciones metabólicas y fisiológicas.

El sistema de riego más habitual es el localizado. Durante el verano, la frecuencia de riego debe ser mayor con respecto a la del invierno, regando aproximadamente cada 15 días. En general, se estima que se necesita una dosis de 3500-7000m³/ha/año.

FRESAS

La planta de **fresa** es vigorosa, con follaje grande y flores prominentes. El fruto tiene una forma cónica perfecta, calibre uniforme, color rojo brillante y sabor azucarado.

Las condiciones necesarias para el crecimiento de las fresas son las siguientes:

- La temperatura óptima para la fructificación se sitúa en torno a los 15-20°C.
- Temperatura mínima vegetativa de 2°C, y máxima de 40°C, dependiendo de la variedad.
- Temperatura óptima para la fecundación entre 12°C y 25°C, a partir de esos valores resulta defectuosa o nula.
- Humedad relativa en torno al 60-80%.

En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna, nocturna y la luminosidad.

Humedad: El rango óptimo de humedad relativa oscila entre el 65 y 70%. Si la presencia de humedad es excesiva, favorece la presencia de enfermedades, mientras que, si es deficiente, provoca daños en la producción.

Cantidad de agua: El propósito del riego es reemplazar la humedad que el suelo ha perdido en la zona radicular debido al uso de la planta y la evaporación. Las raíces de la planta extraen diariamente el agua almacenada en el suelo. Así mismo, la radiación solar causa la evaporación de la humedad ubicada en la superficie del suelo. La cantidad de riego que la planta necesita aumenta con la elevación de la temperatura, condiciones de viento, duración larga del día y la madurez de la planta.

Las plantas de fresa necesitan humedad constante durante la temporada de crecimiento, especialmente cuando se están desarrollando hacia la madurez.

Resumiendo todos los datos obtenidos sobre estos cuatro cultivos, obtenemos la siguiente tabla:

PLANTA	RANGO ÓPTIMO TEMPERATURAS	HUMEDAD NECESARIA	HORAS FRÍO (ROMPER LATENCIA)	OTRAS CARACTERÍSTICAS
Arándanos	16-25°C	40-50%	400-1200	Riego fundamental de junio a septiembre
Moras	16-22°C	70-85%	1800-2400	
Frambuesas	10-28°C	Relativamente alta	750-1700	
Fresas	12-25°C	60-80%		

En segundo lugar, y ya sabiendo las necesidades, sobre todo de humedad, de estas plantas, nos pusimos a buscar información sobre los embalses y acuíferos que surten a las poblaciones de Bonares y Almonte (Parque Nacional de Doñana) y ver su evolución en los últimos años o décadas.

¿Qué acuíferos y embalses surten agua a la población de **Bonares**?

El agua que llega a Bonares y a sus campos, viene distribuida desde las cuencas del Guadalquivir y del Tinto, Odiel y Piedras. Estas cuencas abastecen tanto al núcleo urbano como a sus explotaciones agrícolas, pero en el caso del Guadalquivir, su agua tiene otro fin, pues también abastece a industrias.

En las siguientes tablas se muestra todo lo explicado anteriormente junto con más datos relacionados:

BD Puntos Agua v2.0

Id	Hoja	Octante	Punto	Naturaleza	Cota(m)	Profundidad(m)	Provincia	Municipio	Demarcación	Utilización	Coordenada X (ETRS89)	Coordenada Y (ETRS89)	Coordenada X (UTM ETRS89)	Coordenada Y (UTM ETRS89)	Huso
1040-6-0010	1040	6	0010	Sondeo	15	132	Huelva	Niebla	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	Desconocido	-6.71880741	37.33673696	702087	4134669	29
1040-7-0014	1040	7	0014	Pozo	93.76	4.03	Huelva	Bonares	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	Desconocido	-6.67574421	37.33618612	705904	4134701	29
1041-2-0004	1041	2	0004	Pozo	103.19	2.73	Huelva	Lucena del Puerto	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	-6.71089189	37.30007642	702887	4130618	29
1041-2-0005	1041	2	0005	Pozo	82.68	4.9	Huelva	Lucena del Puerto	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	Agricultura	-6.70889237	37.30462478	703052	4131127	29
1041-2-0018	1041	2	0018	Sondeo	90	42	Huelva	Lucena del Puerto	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	No se utiliza	-6.72231638	37.29943196	701876	4130522	29
1041-2-0034	1041	2	0034	Pozo	128	7	Huelva	Bonares	GUADALQUIVIR	Agricultura	-6.69523981	37.29471656	704289	4130057	29
1041-2-0059	1041	2	0059	Sondeo	17	55	Huelva	Bonares	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	Agricultura	-6.70895481	37.33152669	702974	4134112	29
1041-3-0011	1041	3	0011	Pozo	100.87	11.88	Huelva	Rociana del Condado	GUADALQUIVIR	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	-6.63589961	37.30754011	709514	4131610	29
1041-3-0012	1041	3	0012	Pozo	99.31	2.9	Huelva	Rociana del Condado	GUADALQUIVIR	Agricultura	-6.64812109	37.30816243	708429	4131652	29
1041-3-0013	1041	3	0013	Pozo	118.29	3.59	Huelva	Bonares	GUADALQUIVIR	Agricultura	-6.66506222	37.3152302	706908	4132399	29
1041-3-0014	1041	3	0014	Pozo	96.1	7.3	Huelva	Bonares	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	Abastecimiento a núcleos urbanos	-6.67615059	37.32227977	705906	4133157	29
1041-3-0015	1041	3	0015	Pozo	99.12	11.46	Huelva	Bonares	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	Industria	-6.68012557	37.31265204	705580	4132080	29
1041-3-0016	1041	3	0016	Pozo	105.39	3.82	Huelva	Bonares	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	No se utiliza	-6.6818565	37.3011237	705458	4130797	29
1041-3-0020	1041	3	0020	Pozo	120.84	13.81	Huelva	Rociana del Condado	GUADALQUIVIR	Abastecimiento y agricultura	-6.63195693	37.32387172	709818	4133431	29
1041-3-0029	1041	3	0029	Sondeo	100	155	Huelva	Bonares	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	No se utiliza	-6.68138333	37.33191714	705416	4134215	29

Id	Hoja	Octante	Punto	Naturaleza	Cota(m)	Profundidad(m)	Provincia	Municipio	Demarcación	Utilización	Coordenada X (ETRS89)	Coordenada Y (ETRS89)	Coordenada X (UTM ETRS89)	Coordenada Y (UTM ETRS89)	Huso
1041-3-0033	1041	3	0033	Pozo	118	7	Huelva	Bonares	GUADALQUIVIR	Agricultura	-6.66033214	37.29640094	707379	4130320	29
1041-3-0034	1041	3	0034	Pozo	102.27	6.5	Huelva	Bonares	GUADALQUIVIR	Agricultura	-6.66248019	37.31116887	707148	4131954	29
1041-3-0035	1041	3	0035	Pozo	104	4	Huelva	Bonares	GUADALQUIVIR	Agricultura	-6.65043178	37.30931685	708221	4131775	29
1041-3-0037	1041	3	0037	Pozo	90	8.22	Huelva	Bonares	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	No se utiliza	-6.679211	37.32623305	705624	4133589	29
1041-3-0038	1041	3	0038	Sondeo de pequeño diámetro, piezómetro	92	28	Huelva	Rociana del Condado	GUADALQUIVIR	No se utiliza	-6.63409134	37.30094708	177874	4134454	30

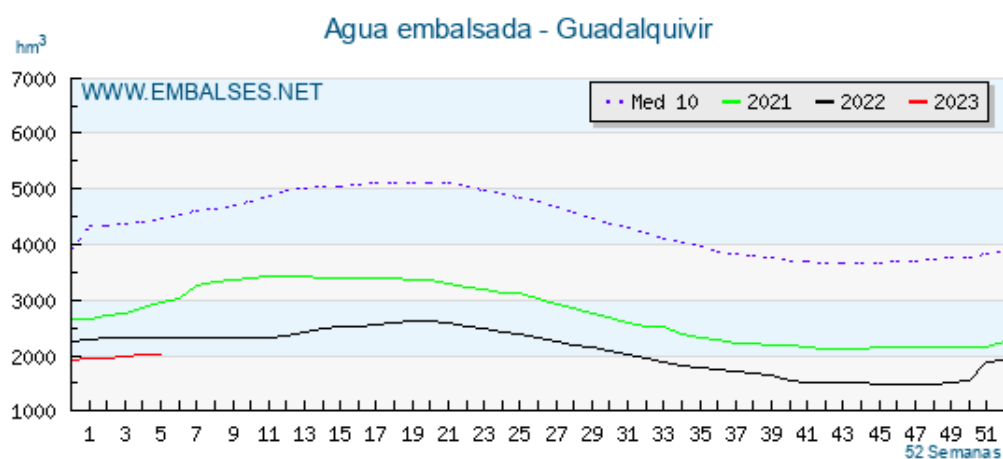
¿Cómo ha sido la evolución de estas cuencas a largo de los años?

Tanto en la cuenca del Guadalquivir como en la del Tinto, Odiel y Piedras, en los años comprendidos entre 2013 y 2017, se llegaron a hallar precipitaciones que superaban más del 50% de las recogidas en un año normal. Después de este periodo, las precipitaciones fueron disminuyendo hasta convertirse en una de las regiones más secas de Andalucía y, por lo tanto, actualmente se encuentra en riesgo de sequía.

En las siguientes gráficas y tablas de datos, se muestra información sobre el agua embalsada en las cuencas en cuestión, el día 30/1/23; siendo comparados dichos datos con el agua depositada la semana anterior, esta misma semana hace un año (2022) y con la media de la almacenada en 10 años sobre la misma fecha:

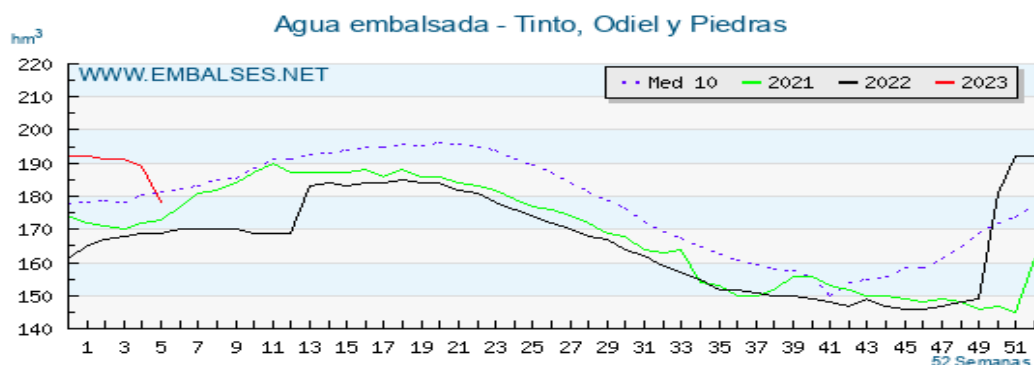
Cuenca: Guadalquivir

Agua embalsada (30-01-2023):	2.032 hm³	25.31 %
Variacion semana Anterior:	11 hm ³	0.14 %
Capacidad:	8.030 hm ³	
Misma Semana (2022):	2.317 hm ³	28.85 %
Misma Semana (Med. 10 Años):	4.481 hm ³	55.81 %



Cuenca: Tinto, Odiel y Piedras

Agua embalsada (30-01-2023):	178 hm³	77.73 %
Variacion semana Anterior:	-11 hm ³	-4.80 %
Capacidad:	229 hm ³	
Misma Semana (2022):	169 hm ³	73.80 %
Misma Semana (Med. 10 Años):	181 hm ³	79.13 %



ACUÍFERO DE ALMONTE (PARQUE NACIONAL DE DOÑANA)

El Parque Nacional de Doñana se localiza en el extremo meridional del sistema acuífero número 27, y dentro de éste en la subunidad Almonte-Marismas, que abarca una superficie del orden de 2.300 km², limitada, al norte por el Tinto y los afloramientos de las margas azules del Mioceno superior-Plioceno, al este y suroeste, los ríos Guadamar y Guadalquivir, y de noroeste a sureste, el océano Atlántico.

En este informe nos centraremos en el acuífero 27. En los últimos 6.000 años ha venido funcionando a la perfección, incluida la última estabilización del nivel marino. Pero en sólo treinta años, su sistema de flujo natural ha sucumbido a los bombeos intensivos concentrados justo en sus zonas de descarga natural y a las ocurrencias del ser humano moderno. Agricultura, turismo y ocio en su grado más excesivo amenazan con desangrar uno de los lugares más ricos del mundo, según se pone de manifiesto en la Memoria 2008 presentada por el Espacio Natural en el último Consejo de Participación.

El acuífero 27, se trata de un acuífero detrítico de grandes dimensiones, 3.400 kilómetros cuadrados, y que posee "una singular relevancia medioambiental y humana, ya que el agua subterránea juega un papel esencial tanto en la generación y mantenimiento de medios naturales muy diversos y ecológicamente valiosos, como en la subsistencia y desarrollo de una población que depende casi enteramente del agua subterránea para su abastecimiento y para el regadío", según lo definen los científicos Manzano/Custodio en su capítulo de "Doñana: Agua y Biosfera".

Su denominación oficial es Unidad Hidrogeológica Almonte-Marismas, antiguo acuífero 27 y hoy bautizado con el nombre de 05-51+04-14 en la relación del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) apelativo numérico que se asemeja más a las coordenadas de una acción militar o de un virus que a la biodiversidad y riqueza que protege y genera desde las lindes de Moguer hasta las tierras sevillanas de Isla Mayor y gaditanas de Trebujena.

La única fuente de vida del acuífero es la lluvia, cada vez menor. Sin embargo, las extracciones y la explotación intensiva para riego sobre todo en el entorno almonteño Rocío, Matalascañas, La Rocina, Villamanrique, Palos de la Frontera, Moguer y Lucena ha reducido considerablemente el agua disponible.

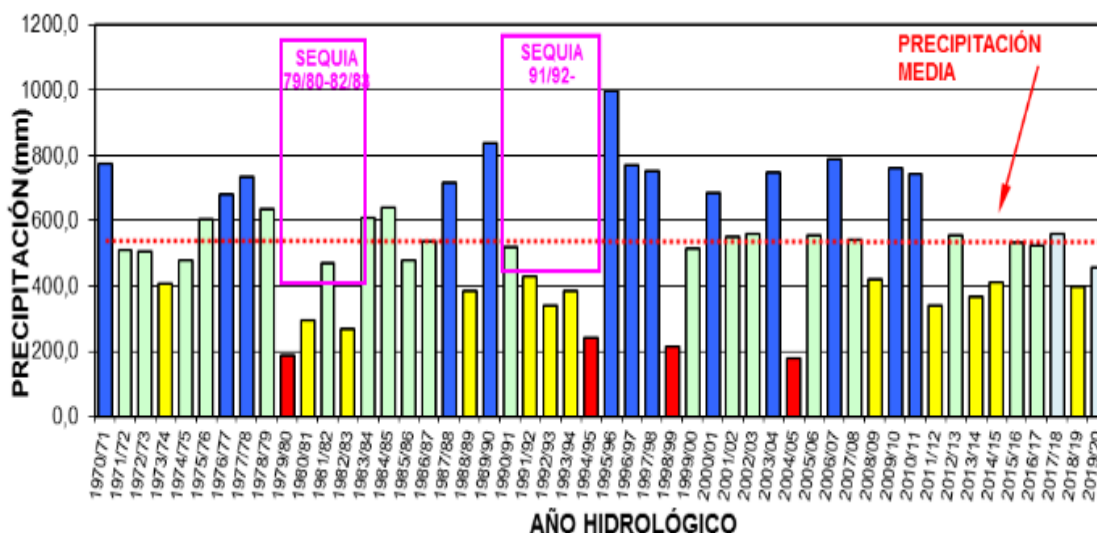
Hoy en día, según los trabajos aportados por Cruz Villalón, "en el entorno de Doñana se están regando con aguas del acuífero 27 unas 15.000 hectáreas, de las cuales cerca de 10.000 corresponden a superficies transformadas dentro del plan Almonte-Marismas, y algo más de 5.000 hectáreas fuera del mismo, que en conjunto consumen anualmente entre 55 y 60 hectómetros cúbicos". Llueva o no llueva, por lo que por pura lógica las recargas del acuífero disminuyen al crecer la demanda de agua para riego y en menor medida para el ocio ligado al turismo. Estas tierras están en contacto directo con las de los espacios naturales protegidos y la producción agrícola se ha reorientado hacia los cítricos, fresones y otros frutos rojos.

La existencia conocida de más de mil pozos ilegales que perforan el corazón del acuífero provocando una espectacular bajada en sus niveles y caudales de más de 20 metros de profundidad en algunas zonas no son más que la confirmación de la condena que parece pender sobre la Unidad Hidrogeológica Almonte-Marismas que da vida a todas las tierras de primor que bañan sus brazos visibles, los arroyos de la Rocina, la Cañada, el Partido, Mayor y Gato y el final alocado del Guadalquivir; y los invisibles, los subterráneos.

De ellos depende la supervivencia del Parque Nacional de Doñana, pero también la economía y el futuro de miles de personas de las comarcas del Condado, la Campiña, la marisma y el Aljarafe sevillano, que le deben lo que fueron, son y ¿serán?

Para el análisis del estado del acuífero es necesario estudiar previamente la pluviometría, principal componente de recarga dentro del ciclo hidrogeológico. La base de datos del Servicio de Aguas Subterráneas e Hidrología de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir tiene datos a nivel mensual desde octubre de 1970 hasta la actualidad que proceden de estaciones ubicadas en el Espacio Natural de Doñana y su entorno. La precipitación media es de 531 mm.

En este informe se usa el periodo de referencia de 27 años comprendido entre 1993/94 y 2019/20 por la mayor cobertura de puntos de la Red piezométrica. La precipitación media es similar a la del periodo completo (538 mm frente a 531 mm), contiene los años extremos de la serie (1995/96, con 1.000 mm, y el 2004/05 con 176 mm) y un año (1994/95) que se considera el peor escenario climático conocido muy seco tras un periodo seco de 4 años. Se distinguen dos periodos de gran sequía, entendiéndose como tales cuatro años consecutivos con una pluviometría media inferior a dos tercios de la media de toda la serie (357 mm). El primero que se extiende desde 1979/80 a 1982/83 tiene una media de 305 mm y un mínimo de 186 mm en el año 1979/80. El segundo periodo se desarrolla entre 1991/92 y 1994/95, con una media de 348 mm y un mínimo de 240 mm en el año 1994/95. Destacan años muy secos aislados de 1998/99, 1978/89 y 2004/05, con 215 mm, 186 mm y 176 mm respectivamente. El último constituye el mínimo histórico de precipitación en la zona y en el periodo registrado.



La precipitación del año hidrológico 2019/20 fue de 454 mm. (octubre 2019 - septiembre 2020). Si se consideran como secos y húmedos los años con precipitación un 20 % menor o mayor a la media, respectivamente, el año 2019/20 fue un año normal, aunque cercano al límite con el umbral de seco (431 mm). En cuanto a la distribución de las precipitaciones, el otoño fue muy seco, con menos del 50 % de la precipitación media (114 frente a 250), seguido por un invierno medio (171 mm, exactamente el promedio de esa estación), aunque con un mes de febrero extremadamente seco en el que solo se registraron 1,4 mm. La primavera fue lluviosa (147 mm frente 84 mm de media). El estiaje fue ligeramente seco, con 23 mm frente a 33 de media. El año hidrológico 2019/20 prolonga un año más el periodo seco en la zona: El último año húmedo en Doñana fue el 2010/2011, con 742 mm. Desde entonces ha habido cuatro secos (2011/12, 2013/14 y 2014/15 y 2018/19) y cinco normales (2012/13, 2015/16, 2016/17, 2017/18 y 2019/20), con una media de 460 mm. Para dar con un periodo de nueve años más seco hay que remontarse al 1978/79-1986/87, con 457 mm.

La precipitación del año hidrológico 2020/21 fue de 412 mm (octubre 2020 – septiembre 2021), un 20% por debajo de la media, por lo que se considera seco, prolongando un año más un período iniciado hace una década, considerada como la más seca desde 1970.

Los técnicos precisan que «el actual grado y modo de explotación de los recursos subterráneos del acuífero, de mantenerse, comprometería su buen estado y el de los ecosistemas terrestres que de él dependen, lo que se refleja en el hecho de que tres de las cinco masas de aguas subterráneas que forman el sistema no alcanzan el buen estado cuantitativo».

Doñana ha pasado el año 2022 como uno de los años más secos de su historia. Las precipitaciones acumuladas en el Parque Natural marcan un registro de 367 litros por metro cuadrado, 155 litros por debajo de la media. La sequía hace mella y las precipitaciones son todavía más escasas y tardías que el año anterior, cuando ya el periodo estival se alargó de forma importante. Es el peor registro hídrico en una década, desde el ciclo de 2003-2004, y el segundo más bajo en los últimos 23 años.

Una vez estudiados los embalses y acuíferos que surten las poblaciones a las cuales se refiere nuestro proyecto, nos hemos centrado en registrar los datos de pluviosidad y temperaturas a los largo de los últimos años o décadas.

BONARES

Al investigar las temperaturas y pluviosidad de Bonares estos últimos 10 años. Hemos observado que en la temperatura no ha habido unos cambios tan drásticos, en cambio la pluviosidad nos ha dejado un poco preocupados por sus grandes cambios de un año para otro.

MEDIA ANUAL DE BONARES		
Años	Temperatura	Pluviosidad
2012	18.5°	355mm
2013	18.3°	428.9mm
2014	18.7°	483.6mm
2015	19.1°	313.3mm
2016	18.9°	441mm
2017	19.1°	355mm
2018	18.2°	538.4mm
2019	18.6°	194mm
2020	18.9°	416.7mm
2021	18.5°	358.9mm
2022	18°	639mm

En la siguiente tabla registramos los datos de temperaturas máximas y mínimas de tres meses en dos años diferentes, separados una década. Podemos observar como tanto las máximas como las mínimas han subido

alrededor de 2º C, incluso las mínimas han conseguido un ascenso de más de 3º C. Situación preocupante si sigue esta tendencia.

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL 2022	MÁXIMAS	MÍNIMAS
ENERO	17,12	6,7
JULIO	31	23
OCTUBRE	27.03	20
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL 2013	MÁXIMA	MÍNIMA
ENERO	14,6	4,1
JULIO	29,2	18,9
OCTUBRE	25	17,5

ALMONTE (PARQUE NACIONAL DE DOÑANA)

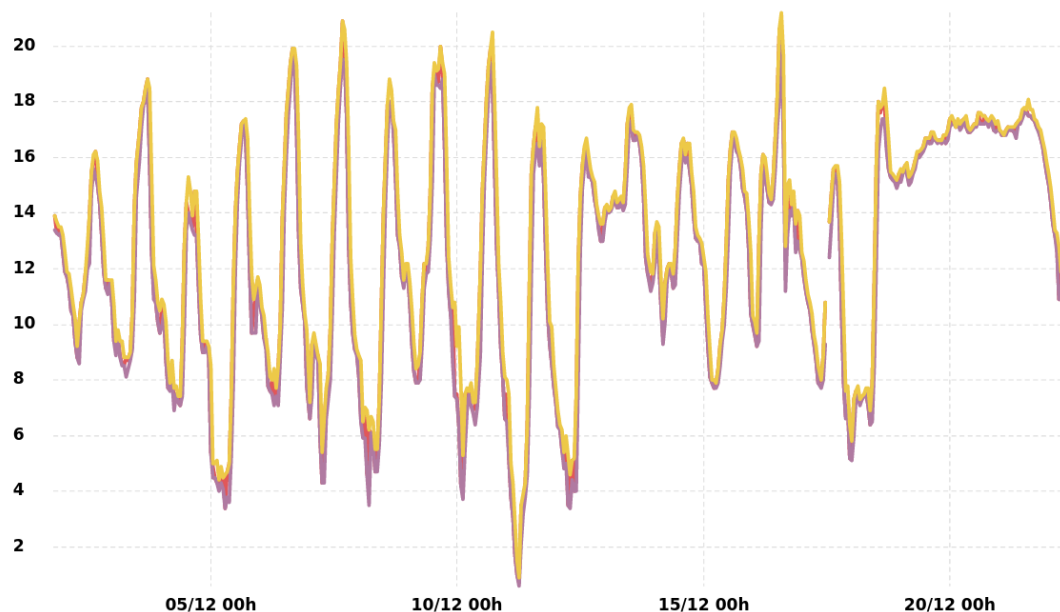
Sobre el Parque Nacional de Doñana, hemos sido capaces de encontrar muchos más datos, que son los siguientes:

Temperaturas y precipitaciones													
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	<i>MEDIA</i>
Temp. máxima media (°C)	17	17,9	20,9	22	26,2	30,0	34	33	29,5	25	20,9	18	24,3
Temp. mínima media (°C)	6,9	7,9	8,5	11	15,2	17,9	20,5	22,2	20	15,9	13,8	10,2	14,1
Precipitaciones (mm)	62	43	72	40	28	8	2	4	20	52	62	63	46

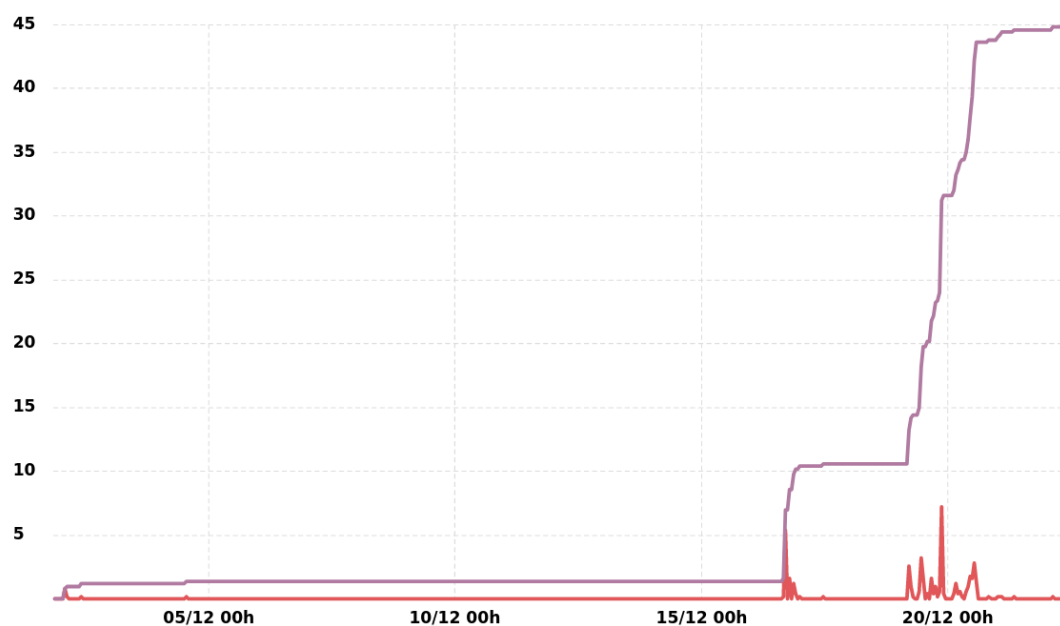
En esta tabla podemos observar claramente los datos que se han recogido a lo largo de un año sobre las temperaturas (máximas y mínimas) y pluviosidad en Doñana. Podemos concluir que Doñana tiene un clima suave, con veranos calurosos y unas precipitaciones escasas, casi nulas, durante los meses de verano, tampoco siendo el resto del año muy lluvioso.

Si tenemos en cuenta los últimos años (desde el 2019 al 2020), y los comparamos con el 2022, obtenemos los siguientes resultados:

Gráfica de evolución de temperaturas (media, máxima y mínima) en diciembre de 2019.

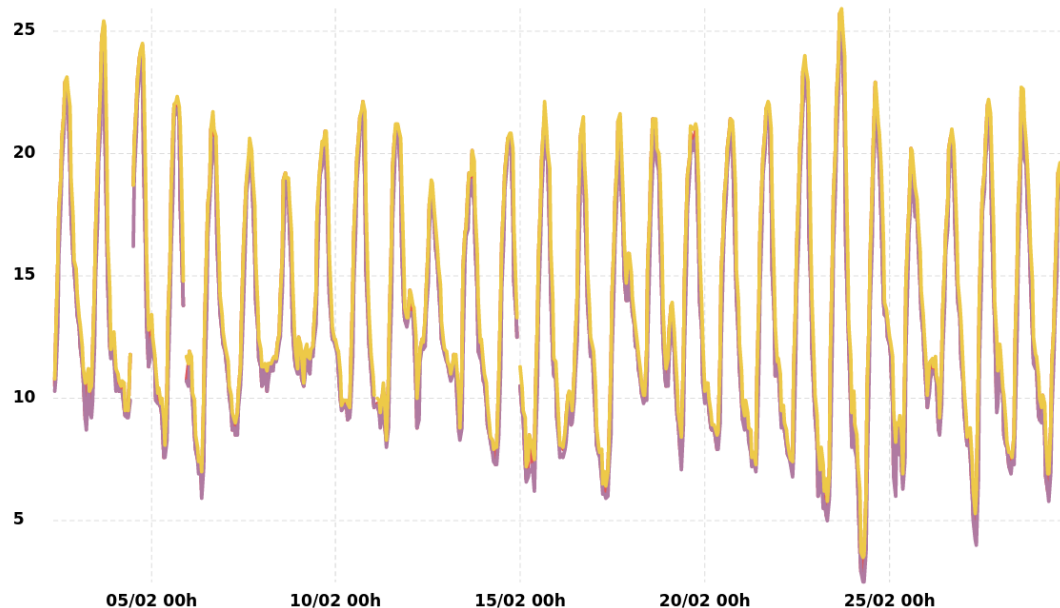


Gráfica de precipitaciones, puntuales y acumuladas, en diciembre de 2019

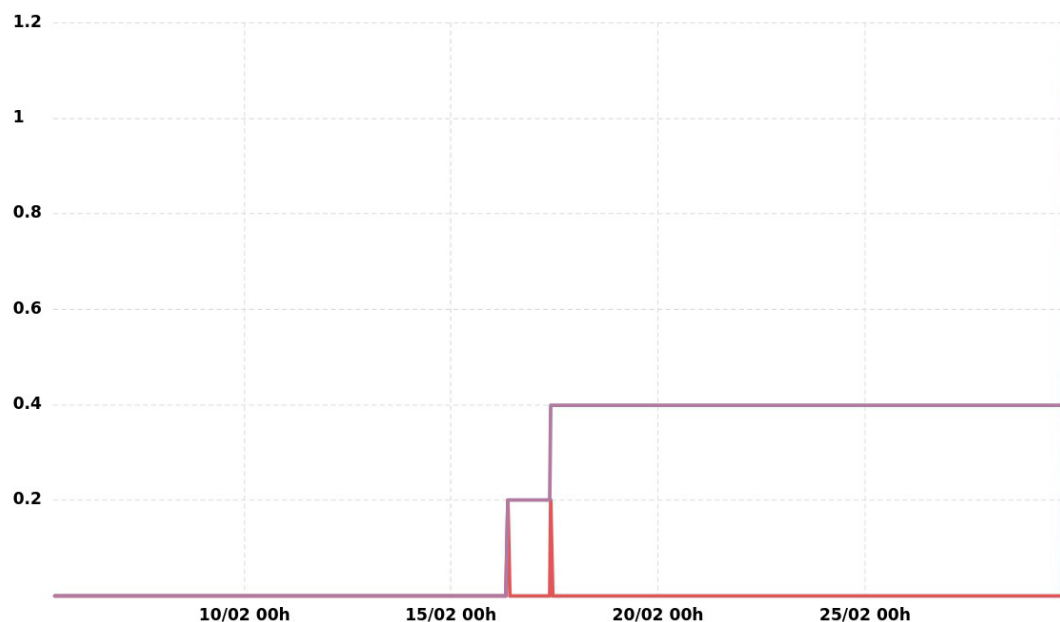


La temperatura media registrada por la estación de *ALMONTE, DOÑANA* en diciembre de 2019 fue de **12.53°**, oscilando entre una mínima de **0.7°** y una máxima de **20.9°**. La **precipitación acumulada** en el mes fue de **45 l/m2**, y la máxima acumulada en 60 minutos de **7.2 l/m2**. La **humedad** relativa media del mes fue de un **85.08%**, y varió entre el 40 y el 100%

Gráfica de evolución de temperaturas (media, máxima y mínima) en febrero de 2020

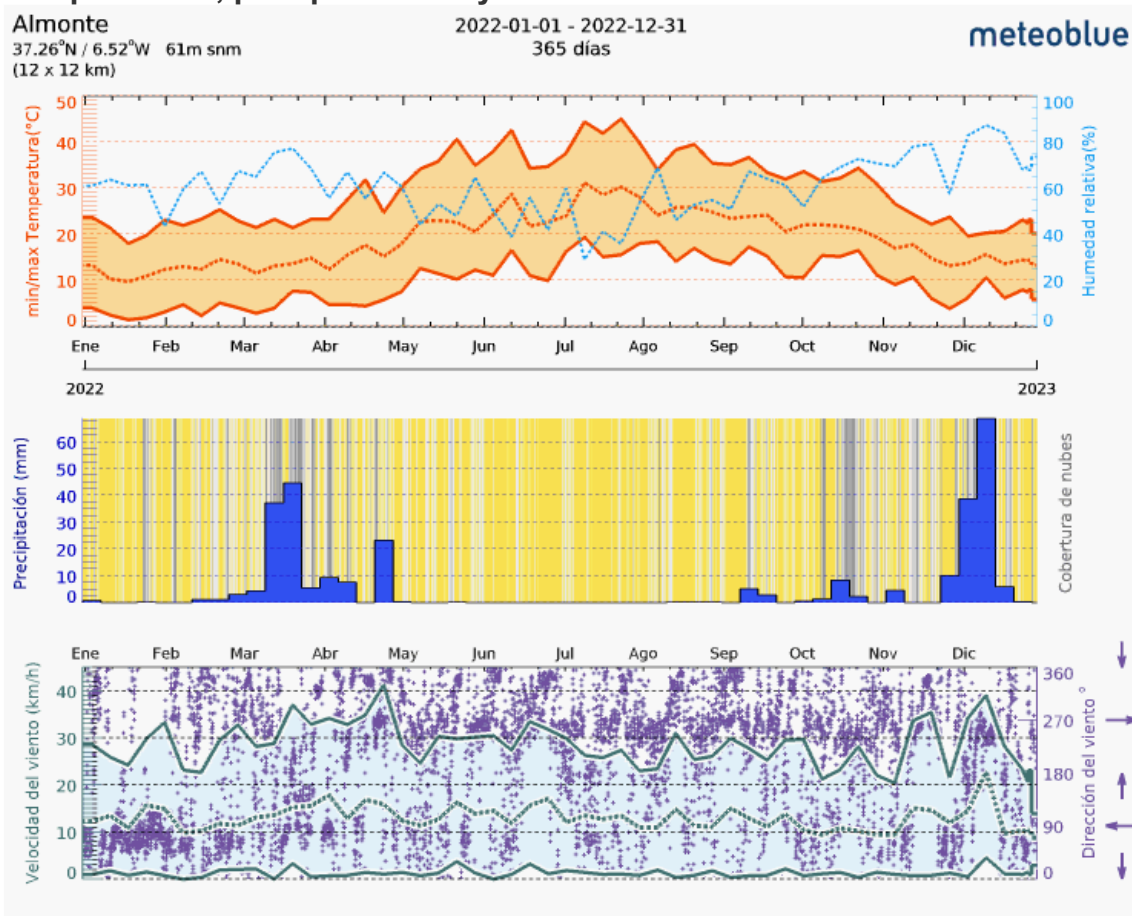


Gráfica de precipitaciones, puntuales y acumuladas, en febrero de 2020.



La **temperatura media** registrada por la estación de *ALMONTE, DOÑANA* en febrero de 2020 fue de **13.67°**, oscilando entre una mínima de **2.8°** y una máxima de **25.7°**. La **precipitación acumulada** en el mes fue de **1.2 l/m2**, y la máxima acumulada en 60 minutos de **0.6 l/m2**. La **humedad** relativa media del mes fue de un **80.28%**, y varió entre el 30 y el 100%.

Temperaturas, precipitaciones y viento en Almonte año 2022



Volvemos a observar la subida de temperatura que se está registrando en la zona de Huelva, tanto en las máximas como en las mínimas. Además, queda registrado la escasez de agua acumulada en el año 2020. En cuanto al 2022, seguimos viendo la subida de temperatura, llegando la media de los meses de verano a los 25-30°C.

Todos estos datos de precipitaciones en la zona de Huelva, concretamente en Almonte (parque Nacional de Doñana) se ven reflejados en la escasa cantidad de agua que presentan las lagunas de este parque.

En este parque podemos encontrar 4 grandes lagunas de agua dulce, muy importantes para las aves migratorias que vienen de Europa del norte, y atraviesan nuestra región en dirección a climas más cálidos como es África. Hay 4 lagunas importantes en Doñana, Laguna del Acebuche, Laguna de Santa Olalla, Laguna del Acebrón y Laguna del Sopedón.

En primer lugar, la laguna del Acebuche está seca desde hace tres años debido a la desecación del acuífero. El Acebuche se dejó de inundar artificialmente, de forma que los años que no llueve de forma abundante, la laguna no acumula agua. Ahora el parque trabaja para volver a inundarla.

La laguna de Santa Olalla es la laguna permanente más grande de Doñana y la última que ha mantenido agua en agosto del 2022. Ha terminado por secarse completamente, debido a un intenso periodo de sequía y la sobreexplotación del acuífero por el complejo turístico onubense de Matalascañas, que ha agravado la situación en Doñana.

La sequía de Santa Olalla es sobre todo una señal de alarma: es el reflejo de una situación que afecta a todo el espacio natural, un símbolo de lo que está pasando porque se pierde agua permanente en un espacio que se caracteriza por sus humedales.

Se sabe que las lagunas perilunares están afectadas principalmente por las captaciones de agua de la localidad de Matalascañas, que en verano aumenta su consumo de agua exponencialmente con la llegada de decenas de miles de turistas y que hace que la población pase de unos pocos miles de habitantes a unas cien mil personas. Esta es la tercera vez que la laguna de Santa Olalla se seca completamente desde que tenemos registros. Ocurrió también en 1983 y en 1995, en ambos casos coincidiendo también con periodos de sequía intensa.

"Hace ya años que no llueve de manera normal. Doñana lleva diez años consecutivos con niveles de precipitación inferiores a la media", comenta Revilla.

El director de la Estación Biológica de Doñana ha añadido que "sabemos, por las veces que ha ocurrido con anterioridad, que no solo es la sequía la causa de que las lagunas permanentes de Doñana hayan desaparecido", ya que "la sobreexplotación del acuífero de Doñana es también responsable".

El director de la Estación Biológica de Doñana-CSIC pide "que se aceleren las medidas para eliminar las captaciones de aguas subterráneas de Matalascañas, y que, mientras tanto, se impongan restricciones al uso del agua en la urbanización, al menos en años en los que las lagunas se encuentran en situaciones tan extremas como este".

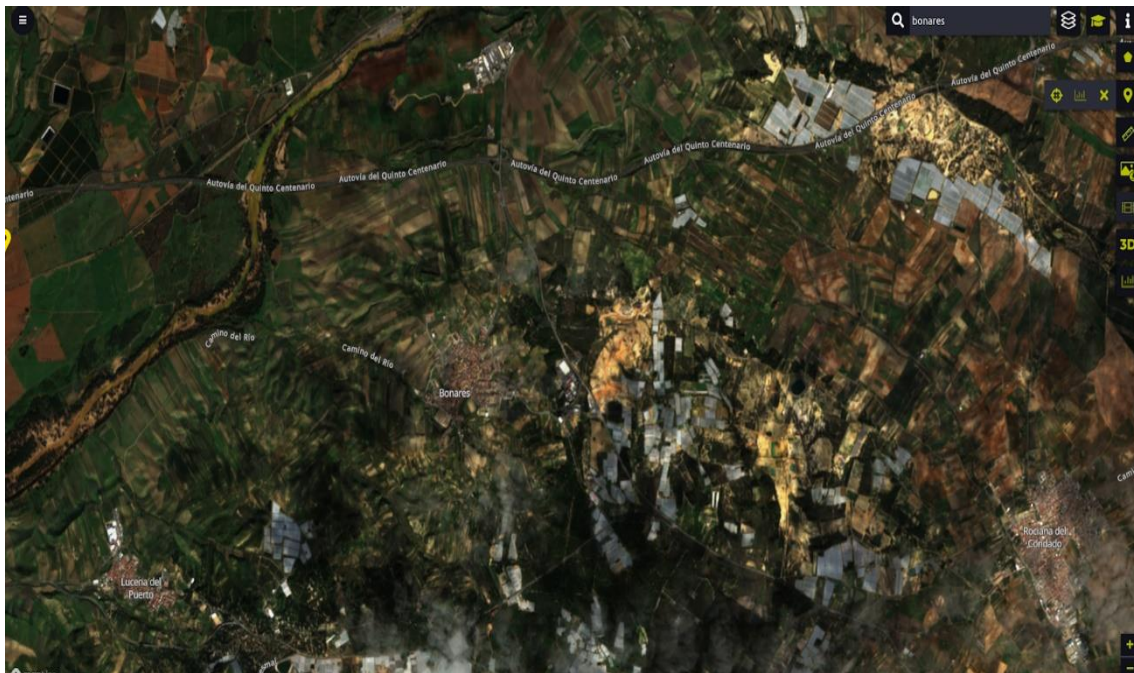
Año	Número de días inundada			Precipitaciones (mm)
	Santa Olalla	Taraje	Zahillo	Total
2018	365	270	163	681,5
2019	365	139	0	198,2
2020*	178	156	15	347,2



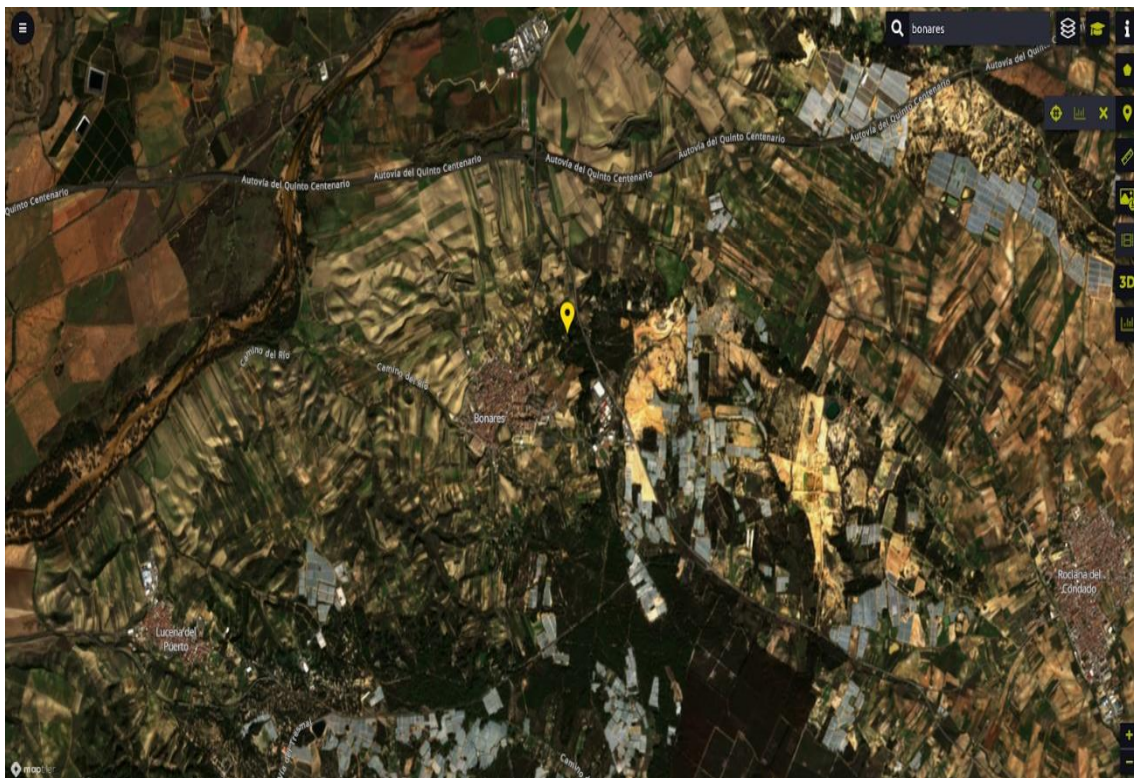
Podemos observar en la tabla anterior como el número de días inundada la gran laguna de Santa Olalla, ha pasado a la mitad, estando en 2018 y 2019 todo el año inundada a pasar a estar sólo la mitad del año, lo que afecta mucho a la vida normal de las aves migratorias.

Por último, en nuestro estudio, y antes de hacer una conclusión, vamos a incluir una serie de fotografías de la zona, tanto de Bonares como de Almonte donde se ve reflejado claramente la escasez de agua en los últimos años.

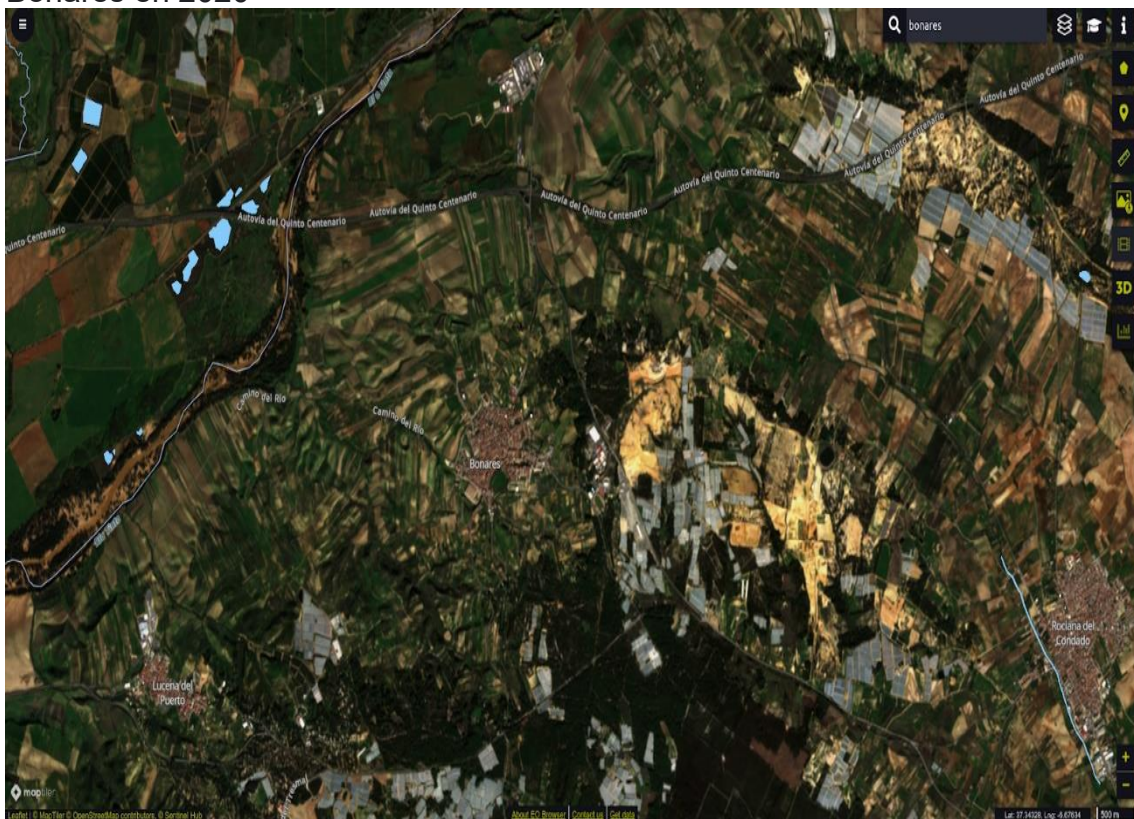
Evolución, en imágenes, de Bonares de los últimos años (2018 al 2022)
Bonares en 2018



Bonares en 2019



Bonares en 2020



Bonares en 2021



Bonares en 2022



Si observamos la parte superior izquierda de las fotos, podemos ver claramente que los años 2019 y 2021 han sido los más secos, afectando gravemente a la vegetación de la zona. El último año, se ve una mejoría, pero no llega a conseguir los niveles de vegetación de los primeros años estudiados.

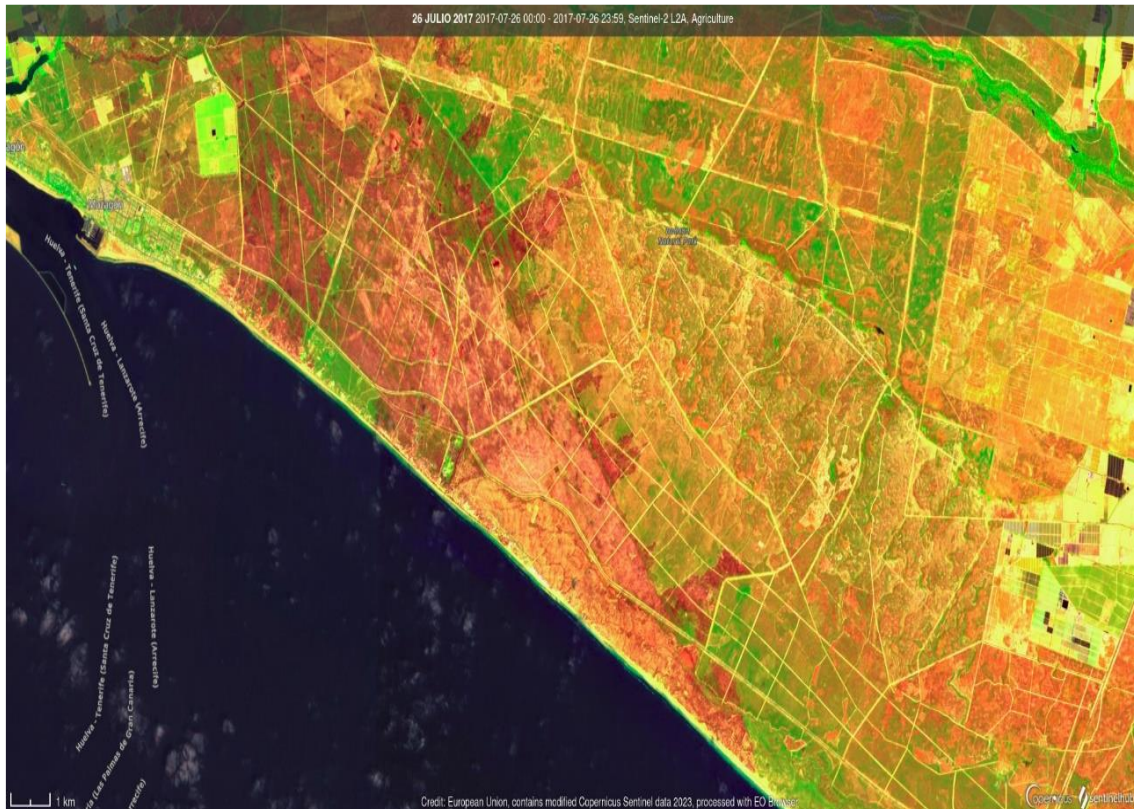
Evolución, en imágenes, de Almonte de los últimos años (2017 al 2022).

Aquí hemos conseguido tener fotos de Enero y Julio de todos estos años.

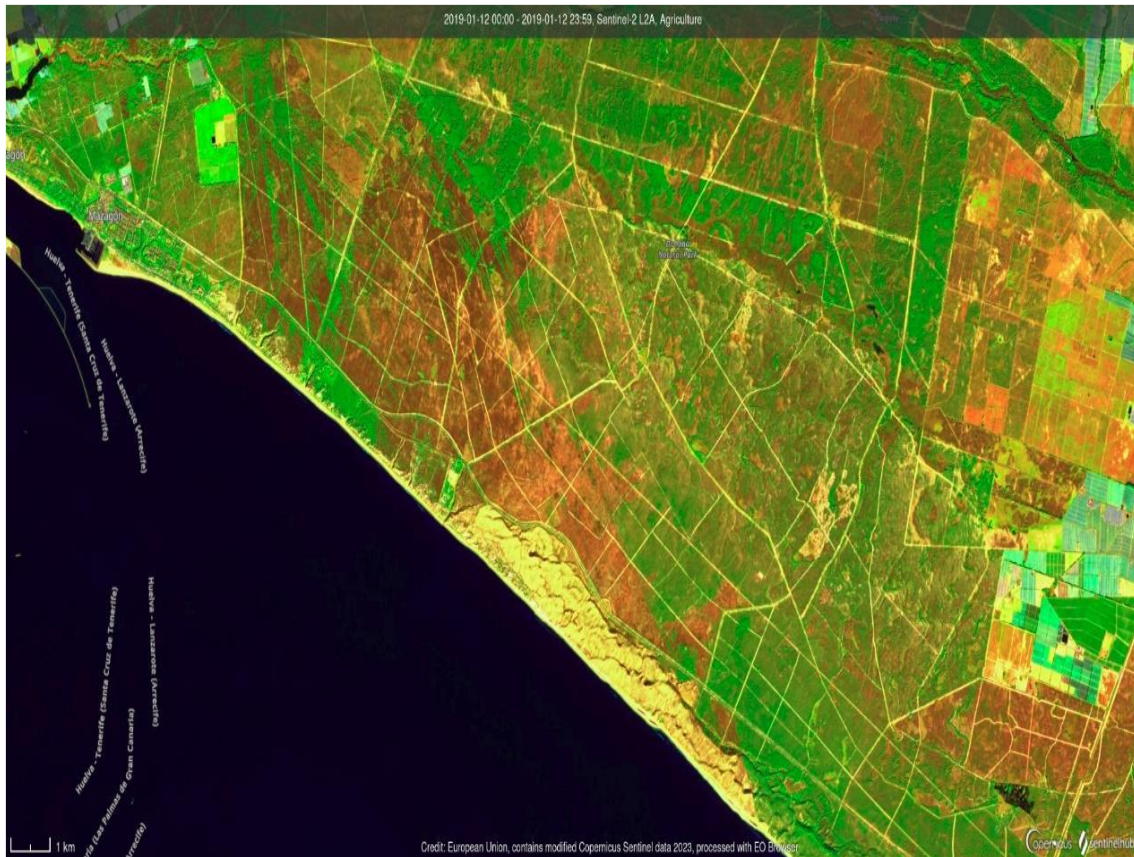
Almonte Enero 2017



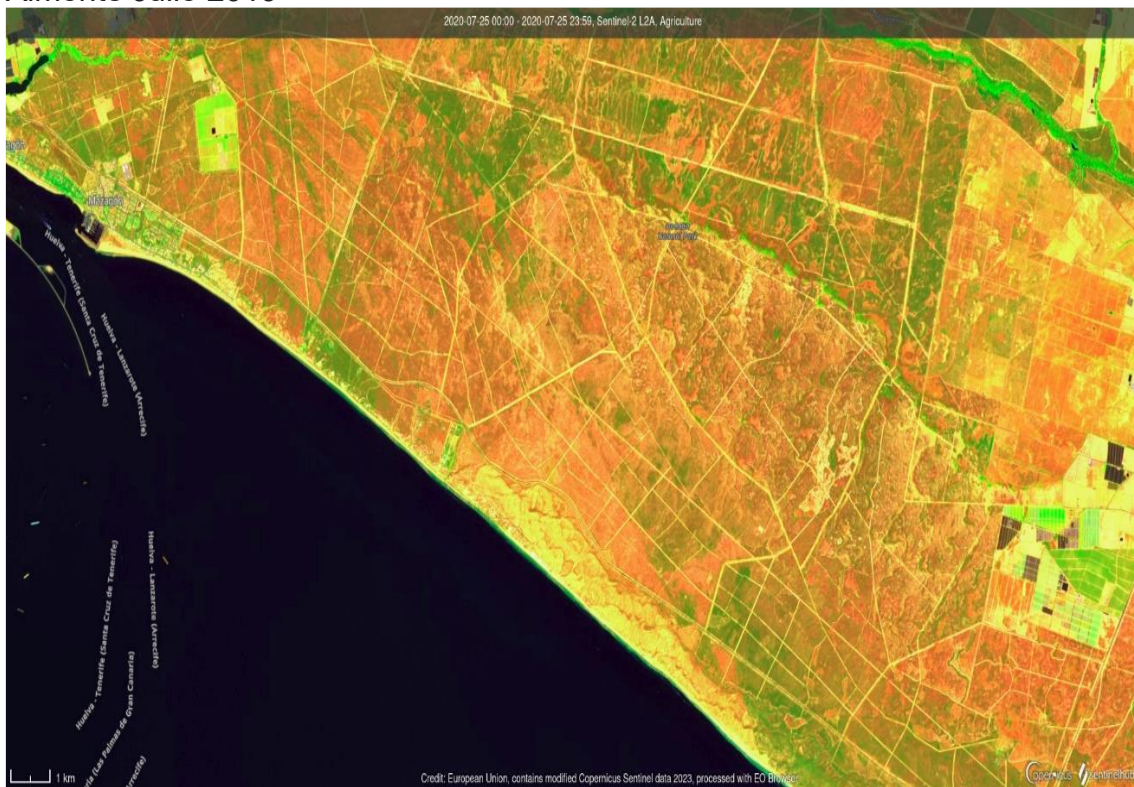
Almonte Julio 2017



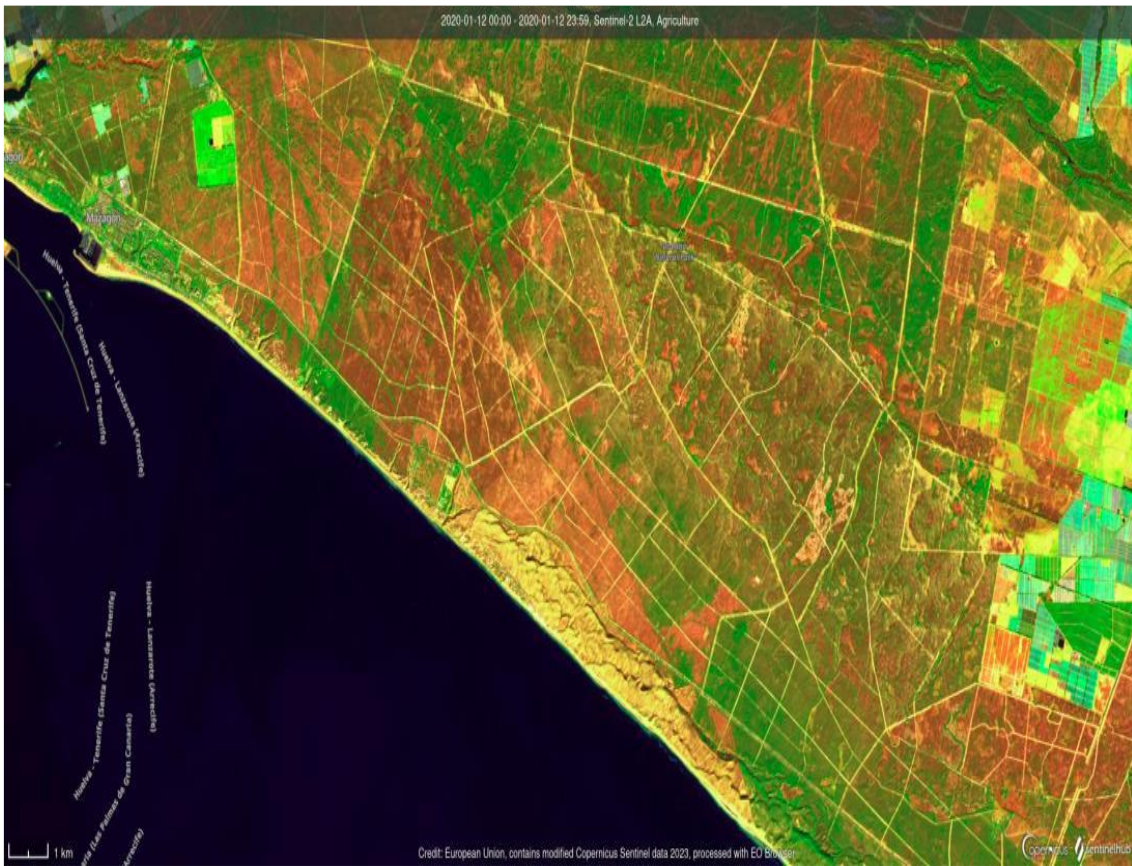
Almonte Enero 2019



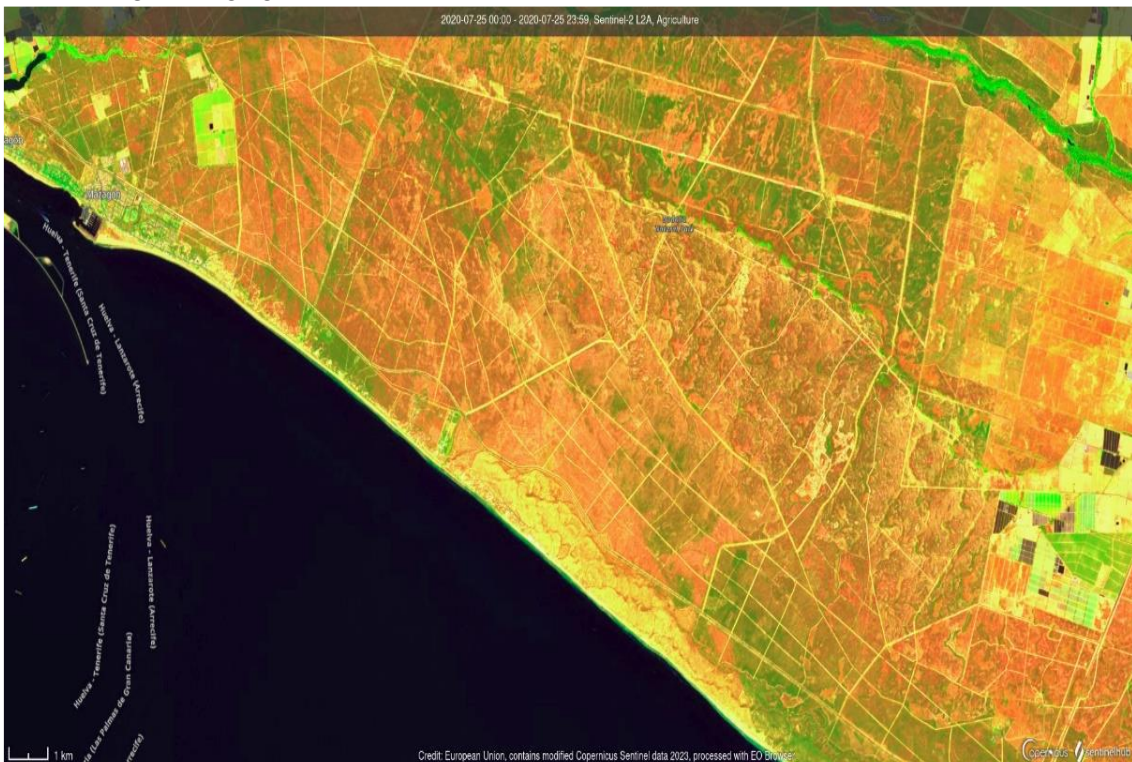
Almonte Julio 2019



Almonte Enero 2020



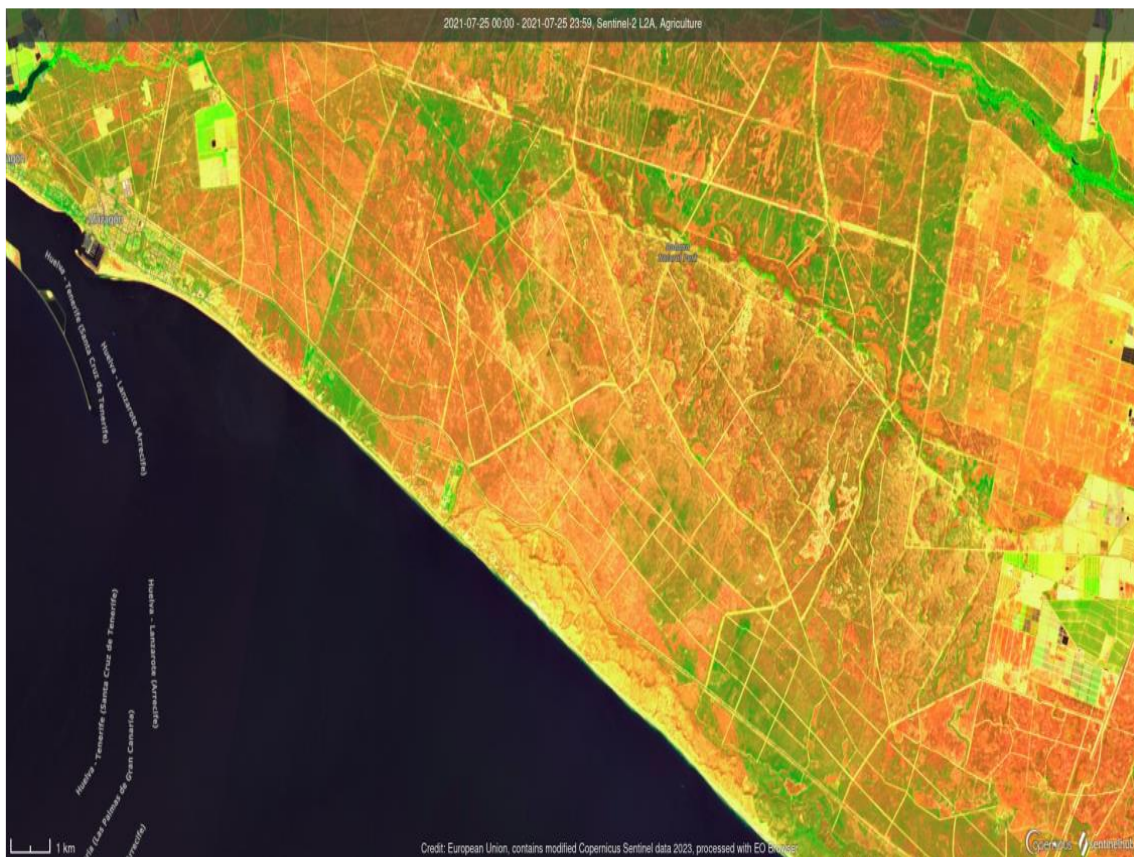
Almonte Julio 2020



Almonte Enero 2021



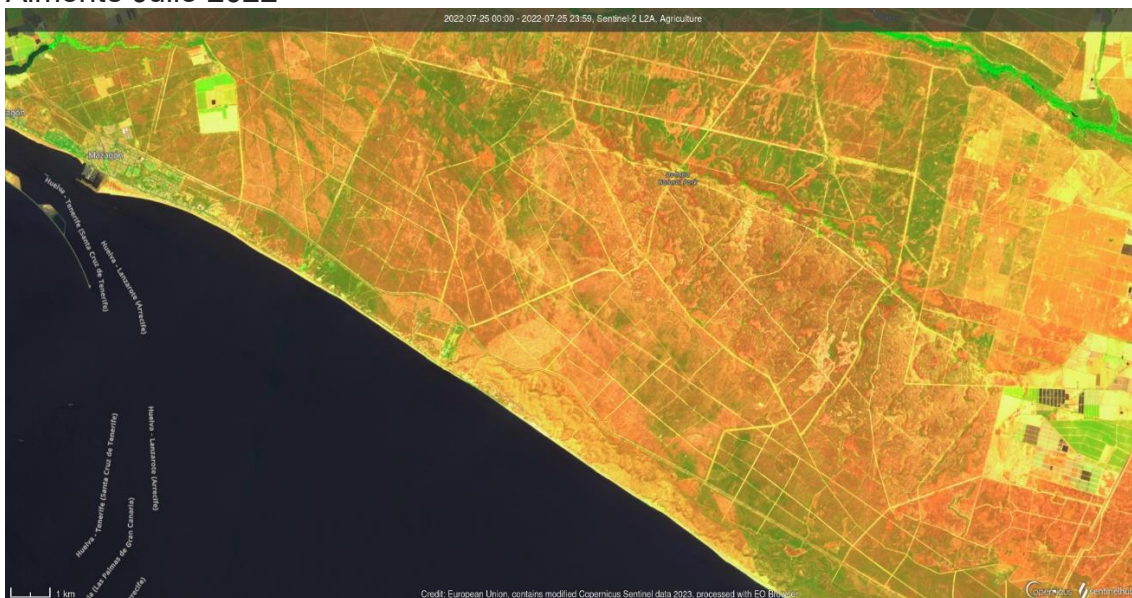
Almonte Julio 2021



Almonte Enero 2022



Almonte Julio 2022



Observando estas fotografías (Enero y Julio) debemos tener en cuenta que cuando se ve Enero seco, es porque el año anterior ha sido poco lluvioso y eso no ha permitido una gran explosión de vegetación. Esto podemos observarlo en los Enero 2018, 2020 y 2022, llegando así a la conclusión de que llevamos ya muchos años con una escasez de pluviosidad en la zona. Desde el año 2016 (se observa en la imagen de Enero 2017) no se tiene grandes acumulaciones de lluvia, permitiendo así una buena vegetación. Se observa también la mejoría de la flora en Enero del 2021, y puede deberse al periodo de confinamiento que tuvo la población debido a la pandemia del Covid 19, que hizo que la

naturaleza se recuperara un poco de la presión que la humanidad hacemos sobre ella.

En cuanto a los veranos (Fotografías de Julio) podemos concluir que todos los años se seca la gran mayoría de la vegetación, y esto es debido a los veranos secos y largos que sufre la región.

CONCLUSIÓN Y ALTERNATIVAS DE NUESTRA INVESTIGACIÓN

Con todos los datos que hemos recogido, podemos concluir que el cultivo de los frutos rojos en la zona de Bonares y del parque nacional de Doñana, no es el más adecuado, ya que todas estas plantas necesitan una gran cantidad de agua, bien de forma natural por las lluvias o bien a través de los riegos, que en esta zona no hay.

Esta gran demanda de agua para la agricultura, se obtiene de los acuíferos cercanos, pero debido a que cada vez llueve menos, esto es un gran problema. En la actualidad estamos sufriendo una gran sequía, en la que llevamos inmersos ya unos años, y cada vez los acuíferos están a un nivel más bajo, debido a la gran extracción y la falta de recarga por falta de lluvia.

Una consecuencia clara de este cultivo es el abuso de extracciones de agua de dichos acuíferos. Si seguimos a este ritmo de consumo de agua, se secarán.

Esta falta de agua en superficie, afecta también a las aves migratorias que pasan por el Parque nacional de Doñana, ya que no encuentran el hábitat idóneo para hacer escala en su trayecto a zonas más cálidas.

Una alternativa sería cambiar de cultivo, como se hizo ya hace unos años, y volver al cultivo original de secano, típico de esta zona de Huelva. Cultivo este más adaptado a nuestro clima y con menos requerimientos de agua.

El uso de aguas superficiales es otra alternativa, pero esta sería posible sólo los años de suficiente lluvia. Cuando estemos en años, como en el que nos encontramos, y que cada vez son más frecuentes, de sequía, las acumulaciones de agua superficiales no hay o son muy escasas para la gran demanda de agua que necesitan los agricultores.

Webgrafía:

- https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_arandano.asp
- https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_arandano.asp
- <https://nutricontrol.com/es/arandanos-ntcpills/>
- <https://www.intagri.com/articulos/frutillas/El-Cultivo-de-Ar%C3%A1ndano-o-Blueberry>
- <https://www.univision.com/estilo-de-vida/asi-se-vive-mejor-hogar/cuidados-del-arbol-de-arandano-que-necesitas-saber>
- https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_mora.asp
- https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_nov_2013.pdf
- https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12792/39929_24481.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- https://doctoradoagrarias.files.wordpress.com/2015/07/influencia-del-manejo-agronc3b3mico-mora-agronomia182_5.pdf
- <https://sioc.minagricultura.gov.co/Mora/Normatividad/9.%20Manual%20tecnico%20cultivo%20de%20la%20mora%20en%20el%20Huila.pdf#page=5&zoom=auto,-279,812>
- <https://www.joseanalija.com/mora/>
- https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_frambuesa.asp
- <https://www.intagri.com/articulos/frutillas/el-cultivo-de-la-frambuesa>
- <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/06/10/frambuesa-guia-basica-para-el-manejo-del-cultivo/>
- <https://verdecora.es/blog/guia-plantar-frambuesas>
- <https://www.malinakupina.com/es/clima-y-clima-frambuesa.html>
- <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NTF19-006-Requerimientos-edafoclimaticos-de-la-frambuesa.pdf>
- <https://www.cultifort.com/recomendaciones-cultivo-fresa-potenciador-color/>
- https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/fresas.htm
- <https://www.novagric.com/es/invernaderos-fresas>
- <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/el-riego-en-la-produccion-de-fresa>
- www.embalses.net
- www.riskfilter.org
- www.IGME.es
- www.iagua.es
- https://www.igme.es/zonas_humedas/donana/medio_fisico/hidrogeologia.htm
- https://www.huelvainformacion.es/huelva/acuífero-pierde-años-agua-milenios_0_255574612.html
- <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/documents/20151/463436/ANEXO+I++Informe+de+estado+de+los+acu%C3%ADferos+de+Do%C3%B>

- 1ana+2019-2020.pdf/69e4286f-1bb2-9bd2-f53d1ba06d4bd21?t=1626174543340
- <https://www.elagoradiario.com/agua/agua-baja-alarmante-acuifero-donana/>
 - <https://www.epe.es/es/andalucia/20220701/parque-natural-donana-decada-sequia-13981485>
 - <https://www.weatherspark.com>
 - <https://www.meteoblue.com>
 - <https://www.miteco.gob.es>
 - <https://www.eltiempo.es>
 - <https://www.seattleweather.blog.com>
 - <https://www.meteosat>
 - <https://www.metoffice.gov.uk>
 - <https://www.info.igme.es>
 - <https://www.accuweather.com>
 - <https://www.weather.com>
 - <https://www.freemeteo.es>
 - <https://sites.google.com/site/parquenacionaldonana45215/localizacion/clima>
 - <https://x-y.es/aemet/est-5858X-almonte-donana?mes=2019-12>
 - <https://x-y.es/aemet/est-5858X-almonte-donana?mes=2020-02>
 - <https://x-y.es/aemet/est-5858X-almonte-donana?mes=2021-04>
 - https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/almonte_esp%C3%B1a_2521857?fcstlength=1y&year=2022&month=2
 - <https://wastemagazine.es/donana-lagunas.htm>:
 - <https://es.wikiloc.com/rutas-observacion-de-aves/sendero-laguna-del-acebuche-6668585>
 - https://www.miteco.gob.es/es/red-parques-nacionales/nuestros-parques/donana/Guia%20Donana_tcm30-64499.pdf
 - <https://cadenaser.com/andalucia/2023/01/24/huelva-registro-en-2022-mas-viajeros-que-en-2019-antes-de-la-pandemia-pero-las-pernoctaciones-cayeron-un-115-radio-huelva/>
 - <https://twitter.com/jasantaolalla/status/798840169252016128>
 - <https://www.linkedin.com/pulse/la-sequ%C3%A1-y-sobreexplotaci%C3%B3n-de-los-/?published=t&trackingId=iWc48lku0U5fLoyx7YU3qQ%3D%3D>
 - https://sge.usal.es/archivos/geogacetas/geo70/Geo70_p_43_46.pdf
 - https://www.eldiario.es/andalucia/sostenibilidad/verde-rojo-imagenes-satelite-certifican-manera-drastica-alarmante-sequia-sufre-donana_1_8816741.html
 - https://apps.sentinelhub.com/eobrowser/?zoom=13&lat=37.10414&lng=6.69222&themeld=FORESTRYNORMALMODE&visualizationUrl=https%3A%2F%2Fservices.sentinel-hub.com%2Fogc%2Fwms%2F2730da16-e275-480d-a58a-a6956ca3d025&datasetId=S2L2A&fromTime=2023-0131T00%3A00%3A00.000Z&toTime=20230131T23%3A59%3A59.999Z&layerId=1_TRUE-COLOR&demSource3D=%22MAPZEN%22
 - <https://apps.sentinelhub.com/eobrowser/?zoom=7&lat=37.25285&lng=-6.08643&themeld=DEFAULT-THEME>