

Título del Proyecto de Investigación en el Aula:

Riesgo por sequía en Chiclana de la Frontera (Cádiz).

Autoría:

El proyecto ha sido realizado en el IES Ciudad de Hércules de Chiclana de la Frontera (Cádiz) durante el curso académico 2021/22 por Beatriz Alcántara, Inmaculada Medrán, Tomás Guerrero, Irene Ortiz, Ana Muñoz, Lorena Salvado y Lucía Cabrera dentro de la asignatura de Biología de 4º ESO y también fuera del horario escolar. Las profesoras Isabel Salva, Marta Capdevila y Rocío Monsa dirigieron los trabajos de investigación.

Pregunta de Investigación:

¿Existen relaciones entre el cambio climático, la humedad del suelo y el estrés hídrico de la vegetación en Chiclana?

Resumen del Proyecto:

Hemos estructurado nuestro proyecto en dos líneas de trabajo.

En la primera, hemos realizado un estudio sobre la evolución de la pluviometría y la temperatura en nuestro entorno. Al no disponer de datos meteorológicos fiables de Chiclana hemos tenido que recurrir a registros históricos de San Fernando (localidad situada a 7km de Chiclana) facilitados por el Real Observatorio Astronómico de la Armada, institución colaboradora con la AEMET (Agencia Española de Meteorología). A partir de los datos facilitados, hemos construido y analizado diversas gráficas sobre la evolución de las medias anuales de precipitación y temperatura desde 1950 y las tendencias de las medias mensuales desde 2000 hasta la fecha actual. Además se han realizado entrevistas a personas mayores de nuestra ciudad para conocer de primera mano cuáles son sus vivencias e impresiones sobre el cambio climático.

En la segunda línea de trabajo, hemos analizado la humedad del suelo en cuatro ecosistemas diferentes (campo de golf, pinar, marismas y campo de secano) de nuestra localidad desde 2016 hasta 2021. Hemos utilizado el script NDMI (Normalized Difference Moisture Index) disponible en Sentinel Hub EO Browser (<https://apps.sentinel-hub.com/>) aplicado a las imágenes de la pareja de satélites de observación de la Tierra Sentinel-2 de órbita polar. Con los datos recogidos en las distintas localizaciones hemos podido elaborar cuatro gráficas sobre

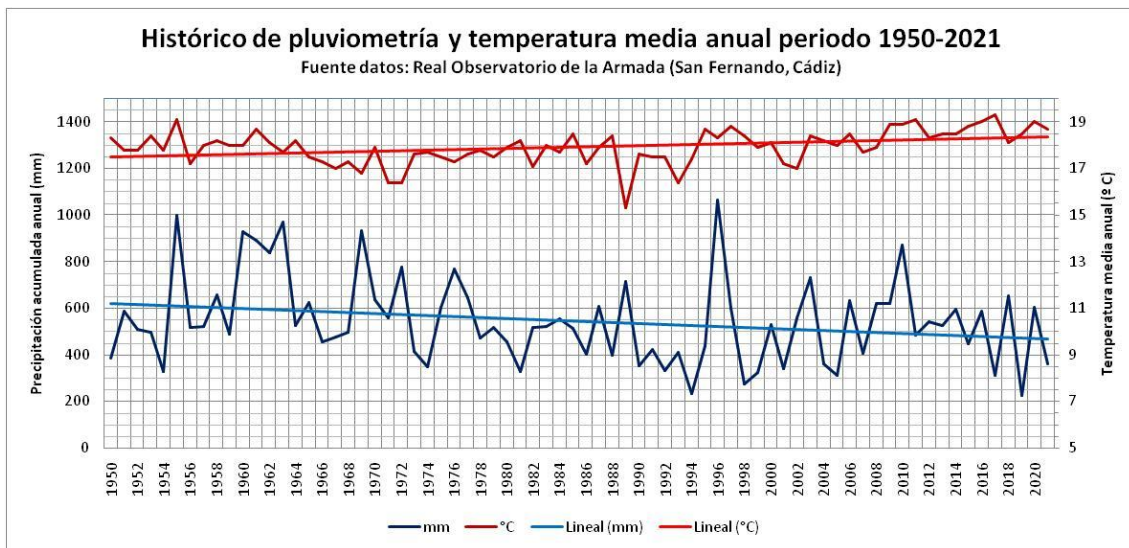


la variación del índice de humedad, observar la tendencia en los últimos cinco años y extraer conclusiones sobre el estrés hídrico de la vegetación de nuestro municipio.

Por falta de tiempo, no hemos podido abarcar el objetivo relacionado con el análisis de la cantidad y calidad de agua en el pantano de los Hurones. Este aspecto lo reservamos para futuras investigaciones.

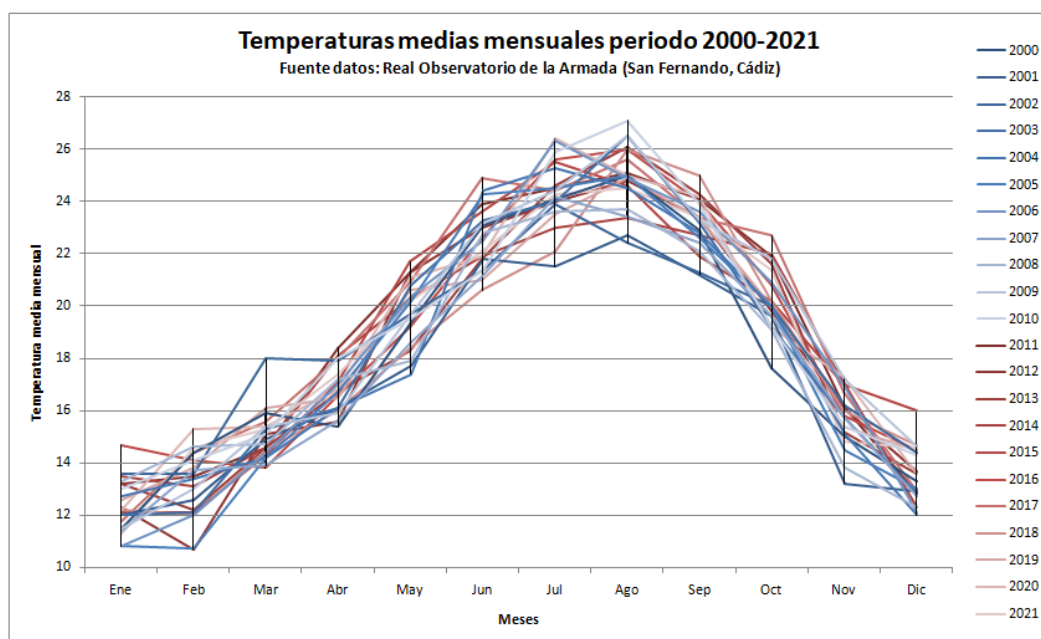
Análisis de resultados:

Análisis del histórico de pluviometría y temperatura media anual entre los años 1950 y 2021.



Observamos que, a pesar de las fluctuaciones, la tendencia en estos 72 años ha sido la disminución de pluviometría en algo más de 150mm, y un aumento de la temperatura media anual de 0,9 °C.

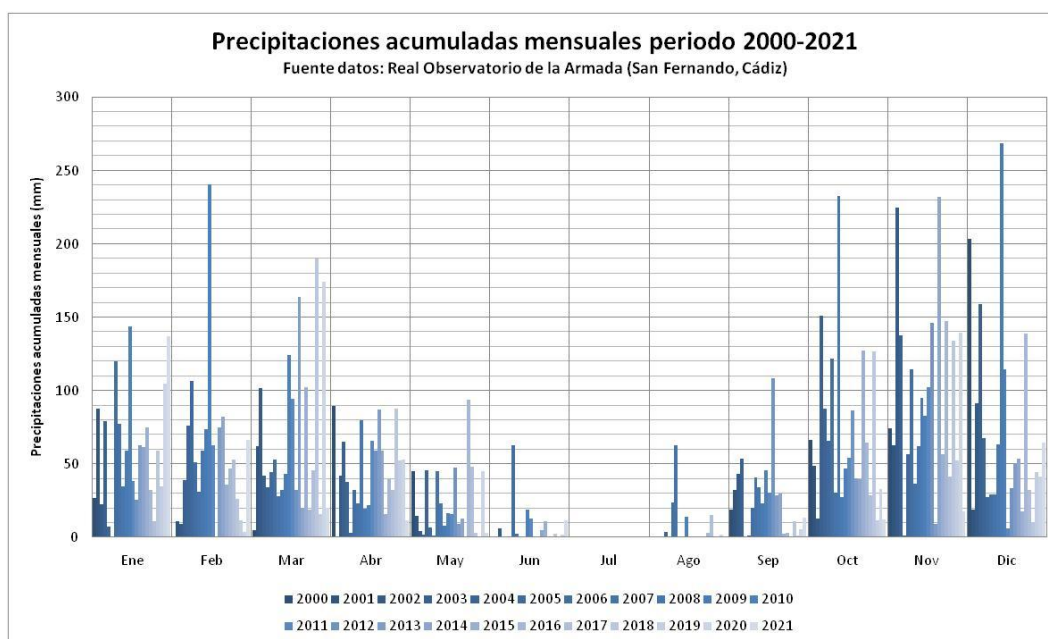
Análisis de la gráfica de temperaturas medias mensuales periodo 2000-2021



Hemos diferenciado la primera década con tonos azules, y la segunda con tonos rojos. Observamos que a partir de septiembre hay una mejor diferenciación cromática: los tonos azules se agrupan más en la parte inferior, y los tonos rojos en la superior de la curva, mientras que en el resto de la gráfica se ve la gama de colores más mezclados. Interpretamos que septiembre, octubre, noviembre y diciembre no son ya tan frescos y que hay una tendencia a que el verano se alargue y el otoño sea más cálido. También observamos un pequeño aumento de temperatura menos notable en el mes de mayo. En los meses de invierno, sin embargo, se ve una temperatura media mensual mucho más cambiante. En los meses de junio-julio observamos que hay todavía mucha mezcla de colores, en agosto se empiezan a diferenciar un poco los mismos.

En conclusión, observamos como en la última década el verano y el otoño se han ido unificando, siendo tanto los veranos como los otoños más calurosos en todos sus meses.

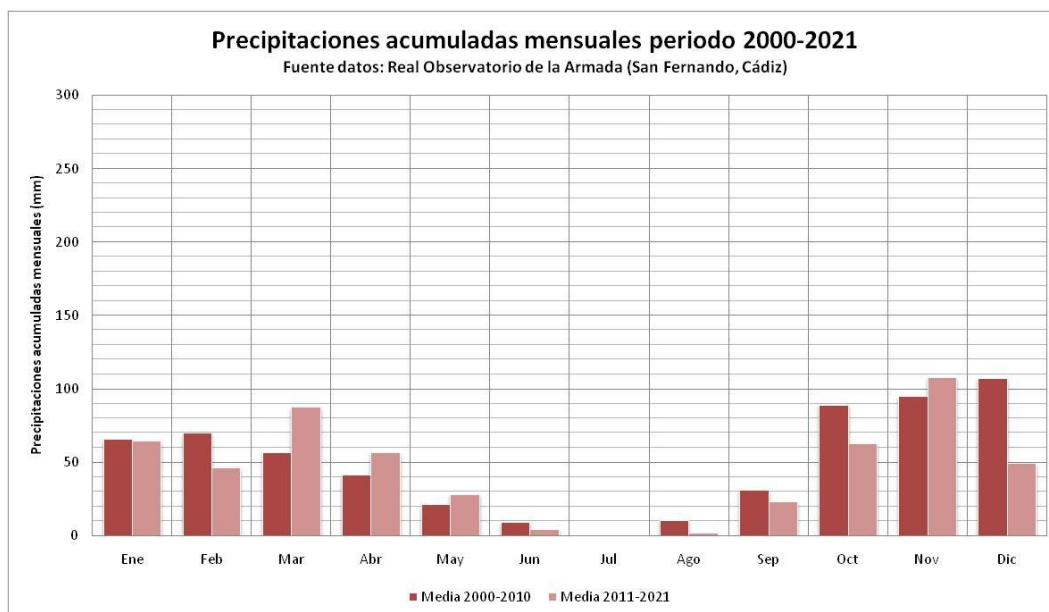
Análisis de la gráfica de precipitaciones acumuladas mensuales periodo 2000-2021



Hemos diferenciado la primera década en tonos azules oscuros y la segunda en tonos más claros (en la segunda gráfica hemos agrupado los resultados medios por décadas para facilitar su análisis). Observamos un descenso de la pluviometría sobre todo en febrero, septiembre, octubre y diciembre. En cambio se incrementan las precipitaciones en marzo y, menos significativamente, en abril.

La tendencia en las últimas dos décadas es por tanto hacia otoños (septiembre y octubre) e inviernos (diciembre y febrero) más secos y primaveras (de marzo a mayo) más lluviosas.

En la gráfica siguiente, hemos representado las medias por décadas para su mejor interpretación.



Análisis de las gráficas del NDMI:

El índice NDMI (Normalized Difference Moisture Index) mide el contenido en agua de la vegetación. Valores dentro del intervalo de -0,2 a +0,4 representan estrés hídrico, mayor cuanto menores sean los valores. Hemos estudiado la evolución de este índice en cuatro ecosistemas de nuestro entorno desde 2016.

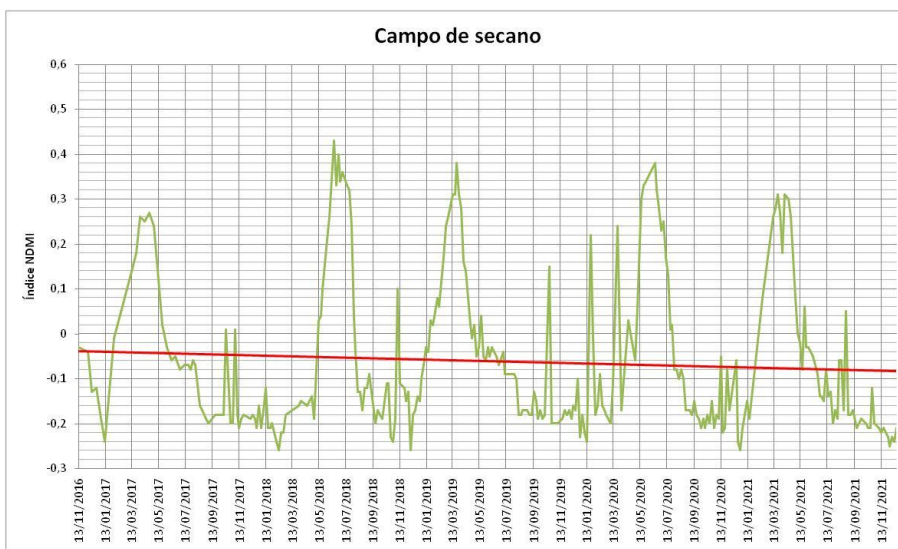
- **Ecosistema marisma (Coto de la Isleta):**



No se observa tendencia de cambio en el índice.

Valores mínimos: -0'02 entre mayo y julio. La vegetación de marisma siempre vive en estrés hídrico pero no aparece tendencia a empeoramiento, quizás porque son plantas halófilas adaptadas a vivir en un ambiente con escasez de agua dulce.

- **Ecosistema campo de secano:**



Los valores oscilan entre -0,26 en los meses de diciembre, enero y febrero. Los picos de menor estrés coinciden con el crecimiento del cereal, de marzo a mayo o hasta julio. Los picos intermedios pueden corresponder al crecimiento de matorral tras la recogida del cereal y su posterior eliminación tras arar el terreno para sembrar de nuevo el cereal.

La tendencia es una bajada del índice de 0,04.

- **Ecosistema campo de golf:**

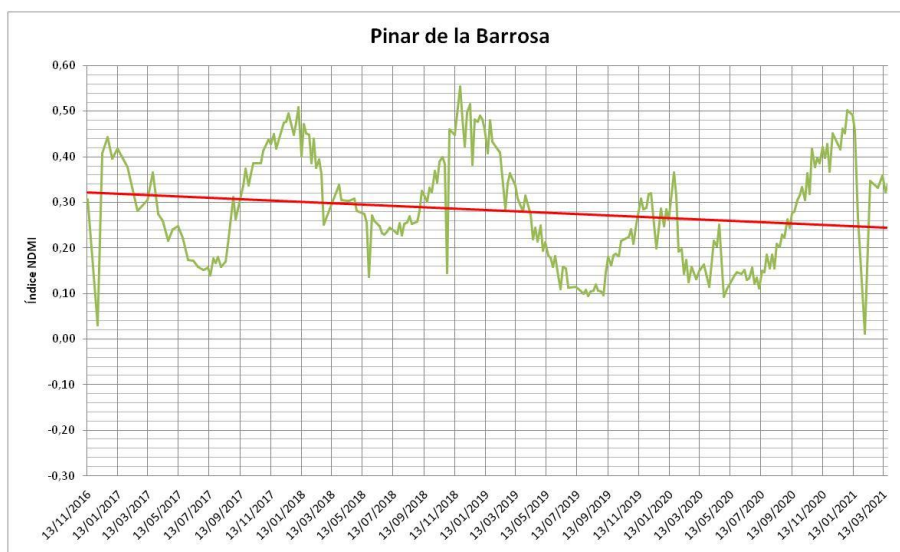


El campo de golf está en estrés hídrico siempre ya que los valores no suben de 0,4 salvo un momento puntual en el invierno de 2016-17. Valores mínimos del NDMI: -0.01 y 0.02 porque a pesar del riego son plantas que no están adaptadas al estrés hídrico de nuestro clima.

Tendencia: disminución de 0,04 en el NDMI.

Se observa gran estrés hídrico durante el invierno de 2019 y la primavera-verano de 2020, coincidiendo con la pandemia, el cierre de hoteles y la ausencia de clientes por lo que suponemos que los campos de golf no se regarían.

- **Ecosistema pinar (Pinar de la Barrosa):**



Valores mins del NDMI: entre 0.02 y 0.10.

Tendencia: disminución de casi 0.08. De los cuatro ecosistemas analizados es el de mayor disminución. Los meses de mayor estrés corresponden a junio, julio, agosto y septiembre de todos los años analizados.

Principales conclusiones:

Registros de pluviometría y temperatura:

Realizando una aproximación lineal, la tendencia en los últimos 72 años ha sido una disminución de pluviometría anual en unos 150 mm y un aumento de la temperatura media anual de 0,9 °C.

Respecto al análisis de los registros mensuales desde el año 2000, las gráficas parecen indicar que los meses de septiembre a diciembre son cada vez más cálidos (también mayo, aunque menos notablemente). Esto significaría una ampliación del verano, en defecto del otoño

principalmente y, en menor medida, de la primavera. No detectamos cambios significativos en las temperaturas en verano e invierno.

En referencia a las precipitaciones acumuladas mensuales observamos un descenso de la pluviometría sobre todo en febrero, septiembre, octubre y diciembre. En cambio se incrementan las precipitaciones en marzo y, menos significativamente, en abril.

Estrés hídrico de la vegetación desde 2016 a 2021:

El índice NDMI (Normalized Difference Moisture Index) mide el contenido en agua de la vegetación (el intervalo de -0,2 a +0,4 representa estrés hídrico, mayor al disminuir los valores del índice).

Las conclusiones generales de los cuatro ecosistemas estudiados son:

- **En la marisma**, la vegetación siempre vive en estrés hídrico pero no aparece tendencia a empeoramiento, quizás porque son plantas halófilas adaptadas a vivir con escasez de agua dulce.
- **En el campo de secoano**, se observa un incremento del estrés hídrico en ese mismo periodo (disminución lineal del NDMI de 0,04). Los picos de menor estrés coinciden con el crecimiento del cereal, de marzo a junio.
- **El pinar** es el ecosistema que más está sufriendo el estrés por la sequía (disminución lineal del NDMI de 0,08).
- **El campo de golf** está siempre en una situación de estrés, a pesar del riego, al no estar su vegetación adaptada al clima y además sufrir por el descenso de las precipitaciones (disminución lineal del NDMI de 0,04).

Acciones para cambiar las cosas y ayudar a mitigar el problema:

Nuestra investigación sobre el riesgo por sequía en nuestro entorno, nos ha llevado a organizar el grupo “Activistas del Clima” en el que se han desarrollado diversas acciones:

- Divulgación de las conclusiones de nuestra investigación junto a una serie de ‘podcasts’ que hemos elaborado sobre la contaminación, en sus distintas vertientes (atmosférica, acústica, lumínica, etc.):
 - Publicación en la web de nuestro instituto de los resultados de nuestro proyecto para informar a toda la comunidad educativa, incluidas las familias.
 - Presentación de nuestro trabajo en la “I Feria de la Ciencia de Chiclana” (del 25 al 27 de mayo de 2022).
 - Exposición en la “IV Semana de la ciencia y las humanidades” de nuestro centro (del 1 al 6 de mayo de 2022).
 - Participación en una jornada del grupo de consumo ecológico de Chiclana “El Semillero”.
 - Comunicación al Real Observatorio de San Fernando de las conclusiones obtenidas con los registros históricos meteorológicos facilitados y al ayuntamiento de San Fernando y de Chiclana para que puedan publicarlas en sus páginas web.
- Elaboración de encuestas a personas mayores vinculadas con el campo de Chiclana sobre sus observaciones y opiniones sobre el cambio climático. Las conclusiones se presentan en un vídeo que también se ha divulgado junto con los podcasts y las conclusiones de nuestra investigación.
- Propuesta a la dirección de nuestro instituto y otros responsables institucionales (municipales y regionales), de instalación de un sistema de aprovechamiento de la energía solar en la azotea del centro, para que sirva como referencia de producción energética sostenible a estudiantes y familias.
- Participación en el reto Detectives del Clima 2022 organizado por la Agencia Espacial Europea (ESA). Nuestro proyecto fue uno de los cuatro premiados. Participamos en la ceremonia de entrega de premios que tuvo lugar el 24 de mayo de 2022 dentro del Living Planet Symposium (LPS) en Bonn (Alemania).

Líneas de investigación futura:

La investigación realizada plantea una serie de preguntas que marcan futuras líneas de trabajo: ¿Existen relaciones entre cambio climático, uso del agua del acuífero y desecación de lagunas permanentes de Doñana? ¿Afecta el cambio climático y uso de abonos a la calidad del agua de pantanos de Cádiz?

Las lagunas temporales mediterráneas son habitats prioritarios de la Unión Europea. Dentro de ellas, las del Parque Nacional de Doñana (suroeste de la península ibérica) vienen sufriendo desde hace años un proceso de desecación. Queremos comprobar si esto está relacionado con

el cambio climático, por una parte, y con las extracciones para regadíos y abastecimiento de zonas turísticas colindantes, por otro. Y queremos averiguar el efecto que todo esto tiene en la vegetación del Parque.

En segundo lugar, nuestra localidad, Chiclana, se abastece del agua del pantano de los Hurones (Algar). Nuestro objetivo es saber si en la cuenca hidrográfica del Guadalete-Barbate, donde se recoge nuestra agua de consumo hay tendencia a una menor precipitación y si podemos determinar la calidad del agua embalsada y relacionarla con el cambio climático y el uso de fertilizantes en la cuenca.