

## **Colegio Guadalaviar (Valencia)**

### **Memoria del Proyecto " Evaluación del Estrés Hídrico en Carrascas: Un Estudio Escolar sobre el Impacto de la Sequía y el Cambio Climático"**

El Colegio Guadalaviar, en colaboración con la Universidad Politécnica de Valencia, llevó a cabo un proyecto de investigación, dentro del marco de la Actividad "Cuéctelo Tú Mism@", del Proyecto ConCiencia Forestal otorgado por la FECYT (FCT-22-18263). Este proyecto ha estado centrado en la evaluación del estrés hídrico en carrascas como estudio del impacto de la sequía y el cambio climático. El proyecto, diseñado para alumnas de 4º de la ESO, tenía como objetivo principal mejorar los ecosistemas forestales frente al cambio climático. Para ello, se buscó comprender el impacto de la disminución de lluvias en el estrés hídrico de la carrasca, evaluar su crecimiento, fomentar la concienciación ambiental y promover habilidades científicas.

#### **INTRODUCCIÓN**

La escala de los recientes cambios en el sistema climático en su conjunto, así como el estado actual de muchos aspectos del sistema climático, no tienen precedentes a lo largo de muchos siglos a muchos miles de años. El informe "Cambio climático 2021. Bases físicas" recoge que el calentamiento de la atmósfera, el océano y la tierra debido a la influencia humana es inequívoco y que se han producido cambios rápidos y generalizados en la atmósfera, el océano, la criosfera y la biosfera. Desde 2011, las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) han seguido aumentando en la atmósfera y, en 2019, alcanzaron medias anuales de 410 ppm CO<sub>2</sub>, 1.866 ppb de CH<sub>4</sub> y 332 ppb de N<sub>2</sub>O. Cada una de las últimas cuatro décadas ha sido sucesivamente más cálida que cualquier década anterior desde 1850. La temperatura global en superficie de las dos primeras décadas del siglo XXI (2001–2020) fue 0,99 [de 0,84 a 1,10] °C. Las temperaturas durante la última década (2011–2020) superan las del período cálido de varios siglos más reciente, de hace unos 6.500 años [de 0,2 °C a 1 °C con respecto a 1850–1900] (nivel de confianza medio). Es muy probable que los GEI homogéneamente mezclados hayan sido la principal fuerza impulsora del calentamiento de la troposfera desde 1979, más alta que en el período 1850–1900. Los cambios en la biosfera terrestre desde 1970 son coherentes con el calentamiento global. El informe recoge que la temperatura global en superficie seguirá aumentando hasta, al menos, mediados de siglo en todos los escenarios de emisiones considerados y que el aumento del calentamiento global de 1,5 °C y 2 °C se superará durante el siglo XXI, a menos que se logren profundas reducciones de las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero en las próximas décadas, pero también indica que en cualquier año, la temperatura global en superficie puede variar por encima o por debajo de la tendencia a largo plazo inducida por el ser humano, debido a la importante variabilidad natural.

El cambio climático tiene efectos complejos sobre las precipitaciones, y su impacto varía según la región y el contexto. En muchas partes del mundo, el cambio climático ha provocado un aumento en la frecuencia e intensidad de lluvias torrenciales. Por otro lado, el cambio climático también puede causar períodos de sequía más largos y severos en ciertas regiones. En general, el cambio climático no solo provoca más lluvias o menos, sino que tiende a intensificar los extremos: lluvias más fuertes donde ya llueve, y sequías más severas en áreas áridas. El cambio climático está afectando significativamente a España, especialmente en términos de precipitaciones. Aunque la tendencia general indica una disminución de las lluvias anuales, se observa una mayor irregularidad en su distribución temporal y espacial. Esto se

## Colegio Guadalaviar (Valencia)

traduce en periodos prolongados de sequía intercalados con episodios de lluvias torrenciales. Por ejemplo, eventos como las Depresiones Aisladas en Niveles Altos (DANAs) se han vuelto más frecuentes e intensas en la costa mediterránea, incluyendo la Comunidad Valenciana.

Los bosques son esenciales para la vida humana ya que proporcionan servicios ambientales, económicos, culturales y sociales clave. Los bosques desempeñan un papel crucial en la lucha contra el cambio climático, ya que actúan como sumideros naturales de carbono al absorber grandes cantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera mediante la fotosíntesis. Esta función ayuda a mitigar el calentamiento global y regula el clima al reducir la concentración de gases de efecto invernadero. Sin embargo, la deforestación y la degradación forestal liberan carbono almacenado, acelerando el cambio climático y disminuyendo la capacidad de los ecosistemas para adaptarse. Además, los bosques contribuyen a mantener la estabilidad hídrica, reduciendo el riesgo de sequías e inundaciones, y protegen los suelos frente a la erosión, fenómenos que el cambio climático tiende a intensificar. Por todo ello, la conservación y restauración de los bosques son fundamentales para frenar el calentamiento global y proteger la biodiversidad y los medios de vida humanos.

La encina (*Quercus ilex* L.) es un árbol esclerófilo perennifolio de hoja ancha, ampliamente distribuido en la cuenca mediterránea. Los bosques de *Q. ilex* L. cubren >6 millones de ha en la cuenca mediterránea, principalmente en su parte occidental. España cuenta con 18,4 millones de ha de bosque y la especie más representativa en cuanto a superficie cubierta es *Q. ilex*, que cubre 2,8 millones de ha como encinar (15,4% de la superficie total de los bosques españoles), además de ser la especie dominante en el 88% de las «dehesas», suponiendo otros 2 millones de ha.

Considerando que los bosques mediterráneos están gravemente amenazados por el aumento de la mortalidad de las plántulas debido a las duras condiciones ambientales, especialmente la sequía, junto con la información mencionada anteriormente, el reto al que nos queremos enfrentar es profundizar en el efecto de las sequías (posible efecto del cambio climático) en plantas forestales. En concreto, en el estudio de cómo afecta la disminución de las lluvias a la encina.

## OBJETIVOS

El objetivo principal de este Proyecto es la mejora de los ecosistemas forestales frente al cambio climático. Para ello se han marcado los siguientes objetivos:

1. Comprender el impacto del cambio climático en plantas forestales: estudiar la relación entre la disminución de lluvias y el estrés hídrico en la carrasca.
2. Evaluar el crecimiento y desarrollo de la carrasca: analizar cómo la reducción de la disponibilidad de agua afecta el crecimiento, las hojas y la biomasa de la carrasca.
3. Fomentar la concienciación ambiental: sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de los bosques y el impacto del cambio climático en los ecosistemas locales.
4. Promover habilidades científicas: desarrollar habilidades de observación, medición y análisis en el contexto de un experimento científico.
5. Explorar posibles adaptaciones: identificar mecanismos de adaptación de las carrascas frente a condiciones de sequía.

## Colegio Guadalaviar (Valencia)

### METODOLOGÍA

Se colocaron plántulas de carrasca en diferentes cajones para huerto urbano, distribuyéndolas en tres grupos:

- Grupo control (6 plántulas; la cantidad de agua a aportar a este grupo se estableció teniendo en cuenta información de expertos en crecimiento de plántulas de *Q. ilex*).
- Grupo moderado (6 plántulas; las plántulas recibieron el 50% del agua que reciben las plántulas control).
- Grupo severo (6 plántulas; las plántulas no recibieron riego)

Cada plántula se etiquetó para facilitar la toma de datos.



Control



Riego moderado



Riego severo

Se preparó un estadillo para la toma de datos inicial, en el cual se apuntó la altura y el número de hojas de cada plántula semanalmente, lo que fomentó el desarrollo de habilidades de documentación científica.



### *Colegio Guadalaviar (Valencia)*

Al finalizar el experimento, las plántulas se pesaron en fresco y en seco tras estar en estufa a 70 °C durante 48 horas. También se obtuvo el peso de la parte radicular y la parte aérea. Por último se hizo una comparación de datos, calculando las diferencias en crecimiento y biomasa entre los distintos grupos e intentando identificar patrones claros en la respuesta de las carrascas al estrés hídrico.

### IMPLEMENTACIÓN Y DESAFÍOS

Inicialmente, el proyecto estaba diseñado para una duración de diez semanas, incluyendo fases de preparación, desarrollo experimental y evaluación final. Sin embargo, se presentaron desafíos logísticos y climáticos que afectaron su desarrollo:

- **Retraso en la llegada del material:** Los materiales necesarios para el experimento llegaron con considerable demora. Ante esta situación, el colegio recurrió a recursos propios, utilizando plántulas de carrasca que ya habían sido sembradas y cultivadas en un taller de sensibilización previo con alumnas de 1º de la ESO. Esto permitió iniciar el proyecto y superar el obstáculo del trasplante.
- **Reducción del tiempo de estudio:** Debido al retraso en el material, el periodo de observación y recopilación de datos se vio reducido a únicamente cinco semanas, en lugar de las diez previstas.
- **Precipitaciones inesperadas:** Durante las semanas del experimento, se produjeron lluvias inusuales que afectaron directamente al grupo control, que estaba previsto que recibiera un riego regular. El exceso de agua provocó la muerte de algunas plántulas en este grupo debido a la asfixia radicular, la pérdida de nutrientes del suelo y la aparición de moho o enfermedades en las raíces. Este evento, aunque inesperado, se convirtió en un aprendizaje significativo en sí mismo sobre la interacción entre la disponibilidad de agua y la salud de las plantas.

### RESULTADOS Y APRENDIZAJES

Los resultados del efecto del estrés hídrico en la carrasca pueden consultarse en el siguiente enlace, en el que se recoge la presentación utilizada por las estudiantes para la exposición de resultados en la Jornada llevada a cabo en la Universidad Politécnica de Valencia: [Resultados del Proyecto Cuécetelo Tú Mism@](#).

A pesar de las dificultades, el proyecto logró cumplir sus objetivos de concienciación ambiental y desarrollo de habilidades científicas. Las alumnas se centraron en el análisis de los datos recogidos, discutiendo cómo las condiciones de sequía afectaron el desarrollo y estado de las carrascas y reflexionando sobre la relación entre la sequía y el cambio climático según la evidencia observada.

Un aprendizaje clave derivado de las precipitaciones inesperadas fue la observación directa de cómo el exceso de agua puede ser perjudicial para las carrascas, destacando la importancia del equilibrio hídrico para la salud forestal. Esta experiencia práctica, aunque no

### *Colegio Guadalaviar (Valencia)*

planificada, enriqueció la comprensión de las alumnas sobre los complejos impactos del clima en los ecosistemas.

#### CONCLUSIONES Y SENSIBILIZACIÓN

Las alumnas pudieron extraer conclusiones importantes sobre la relevancia del agua y su almacenamiento en los bosques para el desarrollo de la carrasca. Como parte del proyecto, las estudiantes realizaron gráficos sencillos para visualizar los resultados, redactaron un informe y llevaron a cabo una exposición escolar sobre el impacto de las sequías en el ecosistema forestal.

Además, la experiencia culminó con la exposición de sus resultados en la Universidad Politécnica de Valencia ante otros grupos premiados. Esta presentación fue una vivencia muy valiosa para las alumnas, consolidando sus habilidades de comunicación científica y proporcionándoles una plataforma para compartir sus descubrimientos y reflexiones sobre la importancia de la conservación forestal en la mitigación del cambio climático.

#### POSIBLES MEJORAS PARA FUTUROS PROYECTOS

Para futuras ediciones de proyectos similares, se podrían considerar las siguientes mejoras para optimizar la experiencia y los resultados:

- **Planificación de contingencias para el material:** Establecer un plan B con proveedores alternativos o un stock de material básico propio del centro para evitar retrasos que comprometan la duración del experimento.
- **Gestión del tiempo:** Ajustar la duración del experimento a la disponibilidad real de tiempo, o diseñar fases más cortas y modulares que puedan completarse si el tiempo total es limitado.
- **Mayor número de muestras:** Siempre que sea posible, aumentar el número de plántulas por grupo para tener un mayor volumen de datos, lo que contribuiría a una mayor representatividad y validez estadística de los resultados.
- **Protección ante fenómenos climáticos extremos:** Implementar medidas para proteger las plántulas de condiciones climáticas inesperadas, como lluvias torrenciales o picos de temperatura. Esto podría incluir cubiertas removibles para los cajones o sistemas de drenaje mejorados, especialmente para el grupo control, que debe simular condiciones de riego ideales.
- **Sensores de humedad del suelo más sofisticados:** Aunque se menciona el uso de un sensor de humedad del suelo, el incidente del exceso de riego sugiere la necesidad de un monitoreo más preciso y, quizás, la implementación de un sistema de alerta o ajuste de riego automático basado en los datos del sensor.

## Colegio Guadalaviar (Valencia)

### AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Politécnica de Valencia por la invaluable oportunidad de haber participado en el Concurso "Cuéctelo Tú Mism@". A pesar de las dificultades encontradas, este proyecto ha sido una experiencia enriquecedora y formativa para nuestras alumnas, que han podido aplicar conocimientos científicos, desarrollar habilidades de investigación y concienciarse sobre la importancia vital de los ecosistemas forestales frente al cambio climático. Su apoyo ha sido fundamental para hacer posible esta iniciativa.

También queremos mostrar nuestro agradecimiento a la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) - Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, por a través del Proyecto ConCiencia Forestal, en el que hemos participado, fomentar la cultura científica y la innovación entre los más jóvenes.

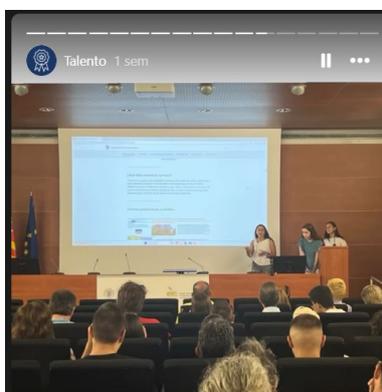
### DIFUSIÓN



**Colegio Guadalaviar (Valencia)**



Exposición del Proyecto realizado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (Universidad Politécnica de Valencia)



La semana pasada, el equipo de 4º de ESO presentó en la @instaupy la ejecución el proyecto "Evaluación del Estrés Hídrico en Carrasca: Un Estudio Escolar sobre el Impacto de la Sequía y el Cambio Climático".



Estamos muy comprometidas con el entorno, creemos firmemente en el cuidado del mundo en el que vivimos



Este y otros proyectos nos permiten cultivar en nuestras alumnas la importancia de conocer y cuidar la naturaleza y su responsabilidad en el mundo

Colegio Guadalaviar (Valencia)

guadalaviar GLOBAL SCHOOL  
ConCiencia Forestal

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
UNIVERSIDAD DE CORDOBA

### Importancia ecológica de la carrasca (*Quercus ilex*), e influencia del estrés hídrico

**Quercus ilex**

- Familia:** Fagaceae
- Nombre común:** encina, carrasca.
- Subespecies:** *Quercus ilex* subsp. *balota* (o *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia* o *Quercus rotundifolia*) y *Quercus ilex* subsp. *ilex* (o *Quercus ilex* en sentido estricto).
- Quercus ilex* subsp. *balota* es la carrasca o encina castellana o encina de hoja ancha.
- Quercus ilex* subsp. *ilex* es la encina o encina de hoja estrecha.
- Carrasca:** designa específicamente las subespecies *Quercus ilex* subsp. *balota*, y **quercu** los de *Quercus ilex* subsp. *ilex*.

**Descripción**

- Altura:** hasta 45 m.
- Soga:** erecta y abierta, de tendencia esférica.
- Tamaño / corteza:** rugosa, color pardo grisáceo, agrietada.
- Hojas:** perennifolia de hasta 3-4 años. Alteras: ovales ovoides, de 2-5 cm, cordónes: duros y rígidos, verdes intenso en cara superior, verde más claro en el envés.
- Floras:** en lóbulos en amentos cogolantes de 3-8 cm amarillentos. Floración en marzo y mayo.
- Frutos:** bellotas. Dulce y comestible de 1.5-4 cm con pedúnculo pequeño y cúpula leñosa en forma de copa. Maduración entre octubre y noviembre.

**Aprovechamientos:** bellota, leña, carbón. Bellotas para ganado.

**Amenazas:** prolongada sequía, incendios forestales, tala y epidemia de "la seca".

**Factores biofísico:** Los encinares españoles pueden encontrarse prácticamente en todo tipo de suelos, excepto en los salinos; y en los hidromorfos. Tienen gran tolerancia a regímenes muy diversos de temperatura y de precipitación.

**Distribución geográfica**

- El *Quercus ilex* es una de las especies que mayor dispersión tiene en el sur de Europa y la más representativa de toda la península ibérica.
- Se adaptada al clima Mediterráneo marítimo y de interior. Soporta sequía estival y estrés hídrico.
- La subespecie *ilex* vive en zonas de mayor humedad. La subespecie *balota* vive en climas secos y se extiende por el resto del territorio.
- La carrasca vive en todo tipo de suelos hasta los 1.000-2.000 m de altitud. Con precipitaciones inferiores a 350-400 mm es reemplazada por formaciones arbustivas o de coníferas verifloras (valle del Ebro, Levante, Sureste). Cuando aumenta la humedad es sustituida por bosques caducifolios o marcescentes o por alcornocales.

**Estés hídrico por sequía en plantas de encina**

El estrés hídrico por sequía en plantas de encina...

**Cambio global-impacto del estrés hídrico en la carrasca**

- Entre los componentes del cambio global están los cambios climáticos: aumento de las temperaturas globales, variación en el patrón de precipitaciones, aumento de la variabilidad climática y episodios extremos.
- En la Península Ibérica la precipitación media anual tenderá a la baja. Se prevé una reducción de los días de precipitación y un incremento de sus rachas de días sin lluvia, dando lugar a una mayor frecuencia de periodos de sequía.
- Desde su aparición hace unos 400 millones de años, los bosques han experimentado numerosos e intensos cambios climáticos debido a variaciones de eje de rotación terrestre, variaciones en la radiación solar, tectónica, glaciaciones, etc. Los bosques han superado todos estos eventos variando su distribución, composición específica y estructura de acuerdo a los cambios ambientales.
- Los sistemas forestales mediterráneos, situados en una zona de transición climática, se encuentran especialmente amenazados a causa del cambio global y entre sus principales amenazas destacan los declives y mortalidad por **estrés hídrico**.
- Las intensificación de las condiciones climáticas que provocan la reducción del crecimiento, conjuntamente con los fenómenos puntuales de gran déficit hídrico (**sequías extremas**) conducen al **debilitamiento, debilitamiento y mortalidad de las masas**. En diversos estudios con *Quercus ilex* se ha visto que el déficit hídrico reduce la actividad fotosintética, mientras el incremento de temperatura acelera la renovación de las hojas y raíces finas, lo que supone un **consumo extra de carbohidratos**; finalmente, durante los periodos de sequía estival aumenta el consumo de carbohidratos de reserva.



Difusión de poster sobre la importancia de la carrasca e influencia del estrés hídrico.