



Diseño de un jardín vertical de especies del semiárido mediterráneo.



Facultad de Ciencias Experimentales
Grado en Ciencias Ambientales
TRABAJO DE FIN DE GRADO
CURSO 2022/2023

Autor:

Viktor Nikolov Borisov

Tutores:

Joaquín Moreno Compañ

Enrique Barraión Catalán

Departamento de Biología Aplicada

Área de Botánica

Código COIR: TFG.GCA.JMC.VNB.230517



CIENCIAS AMBIENTALES
FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

UNIVERSITAS
Miguel Hernández

RESUMEN

El sureste español está caracterizado por un clima mediterráneo semiárido. Para hacer frente a las condiciones de aridez, la vegetación local autóctona ha desarrollado adaptaciones xerofitas que le permiten hacer frente a las altas temperaturas y los largos períodos de sequía. Además, el calentamiento global actual y el rápido desarrollo urbano han traído nuevos desafíos, además de agravar los ya propios de la zona, afectando así a la calidad de vida. Para abordar estos problemas, se propone la implementación de infraestructuras verdes sostenibles, como muros verdes. De modo que este proyecto se enfoca en modelizar (desde el punto de vista ecológico) un muro verde en una zona mucha visibilidad como es el Edificio Torreblanca del campus de Elche de la Universidad Miguel Hernández. Para ello, se han seleccionado especies autóctonas del sureste español y se ha diseñado una estructura interna con un sistema de riego. Cabe destacarse que, se han estudiado los requerimientos y condiciones necesarias para la inclusión de las especies vegetales seleccionadas en el jardín. Sin embargo, como proyección futura tras la instalación, se ha considerado la necesidad de la sustitución de las especies puntuales no viables.

Palabras clave: Sostenibilidad; Semiárido; Infraestructura verde; Vegetación xerófila; Sureste Mediterráneo.

ABSTRACT

The southeast of Spain is characterised by a semi-arid Mediterranean climate. To cope with the arid conditions, the local native vegetation has developed xerophytic adaptations that allow it to cope with the high temperatures and long periods of drought. In addition, current global warming and rapid urban development have brought new challenges as well as aggravating those already specific to the area, affecting the quality of life. To address these problems, the implementation of sustainable green infrastructures, such as green walls, is proposed. So, this project focuses on modelling (from an ecological approach) a green wall in a highly visible area such as the Torreblanca Building on the Elche campus of the Miguel Hernández University. For this purpose, native species from the southeast of Spain have been selected and an internal structure with an irrigation system has been designed. It should be noted that the requirements and conditions necessary for the inclusion of the selected plant species in the garden have been studied. However, as a future projection after the installation, the need to replace specific species that are not viable has been considered.

Keywords: Sustainability; Semi-arid; Green infrastructure; Xerophytic vegetation; Southeast Mediterranean.



Contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Clima semiárido en el sureste español.	5
1.2. Climatología en la región de Elche.	7
1.3. Jardinería vertical.	8
2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.	9
2.1. Situación actual.	9
2.2 Justificación.....	11
2.3 Objetivos	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Zona de estudio explicación	13
3.2. Búsqueda bibliográfica.....	13
4. RESULTADOS	14
4.1. Selección de especies.	14
4.2. Diseño del jardín vertical.	15
4.3. Estructura del jardín vertical.	18
5. DISCUSIÓN	19
5.1. Idoneidad de las especies al proyecto.	19
5.2. Distribución del jardín vertical.....	26
5.3. Elaboración de la estructura.	30
6. CONCLUSIONES Y PROYECCIÓN FUTURA	31
7. BIBLIOGRAFÍA	32
- ANEXOS -	41

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Clima semiárido en el sureste español.

La franja costera del sureste español abarca las zonas de Almería, Murcia y Alicante, las cuales destacan como las regiones más áridas de la Península Ibérica y de Europa, a excepción del área del mar Caspio en Rusia meridional (Vilá Valenti, 1961). Esta área se caracteriza por una topografía conformada por cordilleras del Sistema Bético, que se extienden a lo largo de una amplia franja costera desde Villajoyosa (Alicante) hasta Adra (Almería), con una anchura máxima de aproximadamente 70 km. Las montañas en esta región tienen un impacto en el sistema climático, con una disminución de la aridez a altitudes de 400-500 m. Además, algunas montañas dentro de la región actúan como islas de mayor humedad y temperatura en medio de las llanuras áridas, como las sierras murcianas de Alhamilla, Almenara y Carrascoy (López-Garrido, 2019).

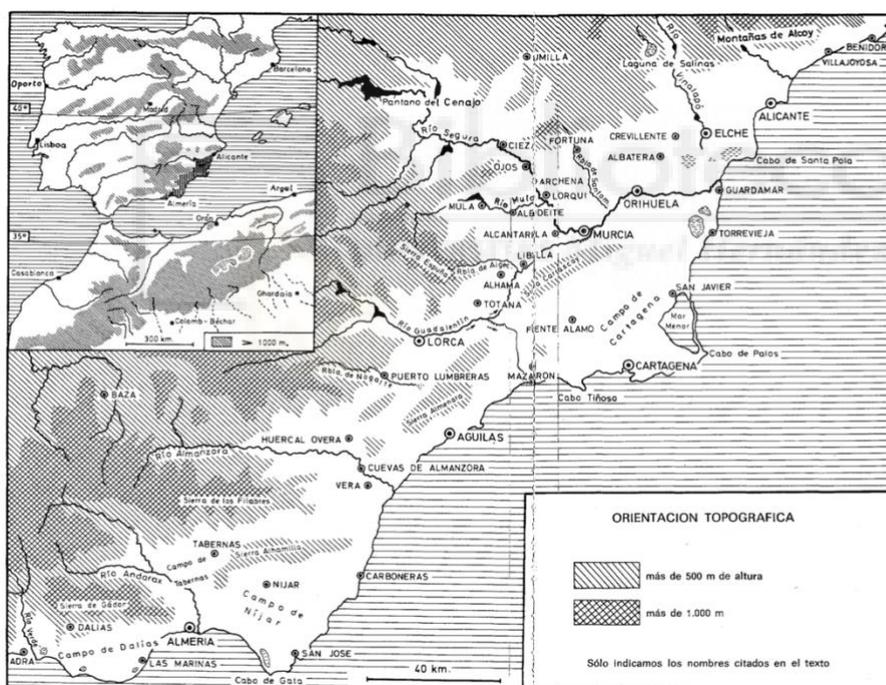


Figura 1. Extensión y distribución del Sureste Español recogido del artículo “El Sureste Español y los problemas de la aridez” por Folkwin Gelger (1987).

La aridez en el sureste de España es un fenómeno complejo que involucra tanto factores climáticos como edáficos (Vicente-Serrano *et al.*, 2012), esto es debido a ello que presenta una naturaleza multifacética y es que además del aspecto climatológico, las condiciones edáficas también desempeñan un papel importante en la configuración de la vegetación y el paisaje natural de la región, es ejemplo, en el sureste de España, las extensas formaciones de margas terciarias contribuyen a la presencia de áreas semidesérticas, como

el campo de Tabernas al norte de Almería. Esta condición se conoce como "aridez edáfica" (Cortina & Maestre, 2005).

La aridez climática en el sureste español se caracteriza por dos aspectos fundamentales. En primer lugar, la variabilidad interanual de las precipitaciones es extremadamente irregular, lo que dificulta la determinación de valores medios confiables (García-Ruiz *et al.*, 2011). Por otro lado, también se observan diferencias significativas en cuanto a las intensidades pluviométricas, desde garúas (lluvias muy débiles) hasta lluvias torrenciales (Serrano-Notivoli *et al.*, 2017), lo que se traduce en una disrupción de la capacidad de absorción del agua en el suelo especialmente debido a la falta de vegetación. Además, a diferencia de las áreas húmedas de Europa, donde las precipitaciones suelen ser en forma de nieve, en el sureste español casi todas las precipitaciones son en forma de lluvia (Beguería *et al.*, 2017), siendo estas precipitaciones anuales inferiores a 300 mm e incluso en la costa de Almería, esta cifra desciende a menos de 150 mm. La aridez es especialmente intensa durante el verano, con un mínimo secundario en invierno, siendo el otoño la única estación relativamente húmeda (Morán-Tejeda *et al.*, 2017). Las lluvias son más frecuentes en las zonas montañosas del interior que en las costas, y las depresiones mediterráneas desempeñan un papel importante en la generación de precipitaciones, especialmente durante los meses de otoño e invierno. Sin embargo, estas depresiones son variables en términos de intensidad y duración, y no siempre llegan a la región (Beguería & Vicente-Serrano, 2010). Además de las precipitaciones, otros parámetros climáticos relevantes en el sureste español incluyen la insolación, la temperatura y la evaporación. La región experimenta una alta insolación, con aproximadamente 3000 horas de sol al año, esto debido a su ubicación geográfica en latitudes bajas y a la falta de nubes durante gran parte del año (Gómez-García *et al.*, 2018). Esta alta insolación es una característica distintiva del clima mediterráneo y conforma que las temperaturas sean elevadas durante gran parte del año, especialmente en verano, los cuales son calurosos y prolongados, siendo comunes las temperaturas superiores a los 40°C en los meses de julio y agosto. Estas altas temperaturas, combinadas con la falta de precipitaciones, contribuyen a la intensificación de la aridez en la región (Beguería *et al.*, 2017). Asimismo, la evaporación es alta debido a la combinación de la alta insolación y las temperaturas cálidas, lo que implica una mayor demanda de agua por parte de la atmósfera y reduce la disponibilidad de agua en el suelo (Morán-Tejeda *et al.*, 2017).

En términos de vegetación, el sureste español alberga una variedad de comunidades adaptadas a las condiciones áridas. En las zonas más húmedas, como las sierras interiores, se encuentran bosques de pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) y encinare (*Quercus ilex* L.), que han desarrollado estrategias para resistir la sequía, como raíces profundas y

adaptaciones fisiológicas (López-Poma *et al.*, 2015). En las áreas más secas, prevalecen una vegetación con adaptaciones más marcadas a las condiciones adversas de sequía y falta de nutrientes, conformando una vegetación xerofita de matorrales y arbustos de la maquia mediterránea, como el esparto (*Stipa tenacissima* L.), el lentisco (*Pistacia lentiscus* L.) y la coscoja (*Quercus coccifera* L.), que han evolucionado para tolerar la falta de agua (Valle *et al.*, 2016). En la costa, se encuentran dunas de arena y sistemas litorales adaptados a la salinidad y la sequía como el barrón (*Ammophila arenaria* L.), la uña de gato (*Sedum sediforme* (Jacq. Pau) y la siempreviva marítima (*Helichrysum stoechas* (L.). Además de la vegetación natural, en la región se practica la agricultura, principalmente de frutas y verduras, como cítricos, almendras, olivas y hortalizas, utilizando técnicas de riego y cultivos adaptados a las condiciones áridas (Luna *et al.*, 2011).

1.2. Climatología en la región de Elche.

Elche es una ciudad situada en la provincia de Alicante (Comunidad Valenciana, España), la cual alberga alrededor de 230.000 habitantes y abarca una extensión de aproximadamente 326,07 Km². Cabe destacar que Elche incluye tanto áreas urbanas como rurales, así como zonas agrícolas y naturales (Pérez Rodríguez, 2015).

Orográficamente, Elche se encuentra en una zona mayoritariamente llana, ya que está situada en el valle del río Vinalopó. Sin embargo, a medida que nos alejamos del núcleo urbano, podemos encontrar algunas formaciones montañosas y colinas en sus alrededores (Vera, 2004). Hacia el oeste de la ciudad, se encuentra la sierra de Crevillente, que forma parte del sistema Esta sierra cuenta con diversas cumbres, siendo la más alta el Montnegre, con una altitud de aproximadamente 753 metros sobre el nivel del mar (Rincón *et al.*, 1999). Al norte de Elche se encuentra la sierra de las Águilas, una formación montañosa de menor altura, pero igualmente pintoresca, esta sierra junto con la sierra de Crevillente conforma un paisaje natural atractivo para los amantes de la naturaleza y el senderismo (Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, 2005).

En cuanto a su climatología Elche tiene un clima mediterráneo semiárido, con influencias continentales. Se caracteriza por los inviernos templados, con temperaturas medias diurnas alrededor de los 16-18°C y mínimas nocturnas que raramente descienden por debajo de los 5°C (Olcina *et al.*, 2011). Las precipitaciones son moderadas durante esta estación, aunque tienden a ser más escasas en comparación con otras áreas de la provincia de Alicante, también es común tener días soleados y claros durante el invierno (Cebrián *et al.*, 2003). La primavera y el otoño son estaciones de transición en Elche, con temperaturas agradables. Durante la primavera, las temperaturas diurnas oscilan entre los 20-25°C,

mientras que en otoño se mantienen entre los 18-23°C. Estas son las estaciones que suelen ser más lluviosas que el invierno, con precipitaciones distribuidas de manera más regular (Olcina *et al.*, 2011). En cuanto a los veranos en Elche son calurosos y secos, con temperaturas diurnas que suelen superar los 30°C y alcanzando fácilmente los 35°C o más durante los meses de julio y agosto. Las noches suelen ser cálidas, con mínimas que rondan los 20°C. La lluvia durante el verano es escasa y las jornadas suelen ser soleadas y despejadas. Finalmente es importante mencionar que debido a su ubicación geográfica cerca del mar Mediterráneo, Elche también experimenta la influencia de la brisa marina, lo que puede atenuar ligeramente las temperaturas durante los días más calurosos del verano (López-Bustins *et al.*, 2010).

La flora de la región se caracteriza por su adaptación a las condiciones mediterráneas semiáridas, como la sequedad estival, los suelos pobres y la exposición al sol. La diversidad de plantas contribuye a la belleza del paisaje y al funcionamiento de los ecosistemas locales, proporcionando hábitats y alimento para la fauna (Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, 2005). La variedad de hábitats, que incluyen desde zonas costeras hasta áreas montañosas, se traduce en una gran diversidad de especies vegetales (Riess, 2019). El punto ecológico más importante de Elche es El Palmeral de Elche y siendo uno de los aspectos más destacados de la flora de la región la gran cantidad de palmeras datileras (*Phoenix dactylifera* L.) que presenta, al igual que es considerado un importante patrimonio natural y cultural. Estas palmeras datileras se encuentran distribuidas a lo largo de la ciudad y le otorgan un paisaje característico y singular (Gil-Tena *et al.*, 2011). Además de las palmeras, en Elche se pueden encontrar otras especies vegetales adaptadas al clima mediterráneo, como son las Pináceas (*Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinaster* Aiton), las carrascas (*Quercus ilex* L.); el Lentisco (*Pistacia lentiscus* L.), el esparto (*Stipa tenacissima* L.), el algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.), el tomillo (*Thymus vulgaris* L.), el romero (*Rosmarinus officinalis* L.), la lavanda (*Lavandula* L.) y la salvia (*Salvia* L.) (Riess, 2019).

1.3. Jardinería vertical.

Los jardines verticales han surgido como una solución innovadora para introducir áreas verdes en entornos urbanos densamente poblados (López-Bustins & Gil-Tena, 2013). Estas estructuras vegetales verticales ofrecen múltiples beneficios, como una mejora de la calidad del aire, la reducción de la temperatura urbana, la absorción del agua de lluvia y la creación de hábitats para la biodiversidad (Blanc, 2012). Sin embargo, el diseño y la implementación de jardines verticales en climas semiáridos presentan desafíos únicos debido

a las condiciones ambientales adversas, como son la escasez de agua y las altas temperaturas y es que, en los climas semiáridos caracterizados por veranos calurosos y secos con precipitaciones limitadas, es fundamental desarrollar estrategias de diseño y mantenimiento que permitan el éxito de los jardines verticales (Benavides-Mendoza *et al.*, 2018). La disponibilidad y la gestión eficiente del agua son aspectos clave a considerar, así como la selección de especies vegetales resistentes a la sequía y capaces de prosperar en condiciones de estrés hídrico (Wall, 2012). Además, se deben implementar técnicas de sombreado, riego inteligente y protección contra la evaporación para optimizar el rendimiento y la supervivencia de los jardines verticales en estos entornos desafiantes (Escobedo-López & García-Moya, 2019).

2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.

2.1. Situación actual.

Los muros verdes, también conocidos como jardines verticales o paredes vivas, son un ejemplo de infraestructuras verdes sostenibles que se basan en la incorporación en este caso de especies de plantas adaptadas al clima semiárido mediterráneo de altas temperaturas en verano y altas horas de insolación a lo largo de todo el año en las fachadas de los edificios (Llorca *et al.*, 2016), de este modo, estas estructuras verdes presentan una serie de beneficios y pueden desempeñar un papel importante en el sureste español, especialmente en áreas urbanas, ya que provocan una :

1. Mejora de la calidad del aire, actuando como filtros naturales, atrapando partículas contaminantes y absorbiendo gases nocivos, lo que contribuye a una mejorar la calidad del aire en entornos urbanos, particularmente relevante en áreas donde la contaminación atmosférica es un problema (Asin *et al.*, 2017), como es el caso de este proyecto ya que se encuentra paralelo a la Avenida Universitat d'Elx.
2. Regulación térmica, interviniendo en la regulación térmica de los edificios y en sus alrededores esto debido a que las plantas actúan como aislantes térmicos, reduciendo la transferencia de calor a través de las paredes y creando una capa de enfriamiento adicional en los meses más calurosos (Asin *et al.*, 2017). Esta característica es especialmente beneficiosa en el sureste español, donde el clima semiárido puede generar altas temperaturas en los meses de verano.
3. Mitigación del efecto de isla de calor urbano, principalmente en las áreas urbanas, donde se pueden experimentar el fenómeno conocido como isla de calor urbano. Los muros verdes ayudan a mitigar este efecto al reducir la radiación solar directa y

proporcionar sombra, lo que ayuda a mantener temperaturas más bajas en los espacios urbanos (Lambertini, 2007).

4. Aumento de la biodiversidad urbana, al brindar hábitats adicionales para insectos, aves y otras formas de vida silvestre, contribuyendo así a aumentar la biodiversidad urbana en el sureste español. Esto es importante para preservar la fauna y flora nativas y promover la coexistencia entre la naturaleza y los entornos urbanos (Dearborn & Kark, 2010)
5. Mejora estética y bienestar, agregando belleza estética a los paisajes urbanos y convirtiendo las fachadas de los edificios en espacios verdes y coloridos. Además de que numerosos estudios han demostrado que la presencia de áreas verdes tiene un efecto positivo en el bienestar humano, reduciendo el estrés y mejorando la calidad de vida de las personas que viven o trabajan en entornos urbanos (Lambertini, 2007).
6. Reducción del ruido, ya que las plantas en los muros verdes actúan como barreras acústicas naturales, absorbiendo el sonido y reduciendo la propagación del ruido en entornos urbanos ruidosos, siendo especialmente relevante en áreas con tráfico intenso como es nuestro caso, ya que el Edificio Torreblanca se encuentra muy cercano a la Avenida principal de la Universidad Miguel Hernández (Del Pozo & Revilla, 2016).
7. Protección del revestimiento de los edificios, ya que estos actúan como una capa protectora adicional en las fachadas de los edificios, protegiendo el revestimiento de la radiación solar directa, la lluvia y otros elementos climáticos adversos ayudando a prolongar la vida útil de los materiales de construcción y reduce los costos de mantenimiento (Del Pozo & Revilla, 2016).
8. Reducción de la huella de carbono, ya que los muros verdes contribuyen a la captura de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico a través de la fotosíntesis, ayudando a mitigar los efectos del cambio climático y al aumentar la cantidad de vegetación en las áreas urbanas, se reduce la huella de carbono y se promueve la sostenibilidad ambiental (Lambertini, 2007).

Como ya se ha indicado los muros verdes tienen una multitud de beneficios, pero es importante destacar que la implementación exitosa de los muros verdes requiere un diseño adecuado, una selección cuidadosa de las especies vegetales y un mantenimiento regular. Además de ser necesario considerar las condiciones climáticas y las características específicas del entorno local para garantizar su efectividad y viabilidad a largo plazo (Espinosa *et al.*, 2015).

De este modo la implementación de este trabajo es pionera ya que este tipo de infraestructura no es observable en el campus de la Universidad Miguel Hernández y es

proyecto altamente proyectable dadas las necesidades de adaptación al calentamiento global.

2.2 Justificación.

Este proyecto se ha llevado a cabo como una alternativa al muro vacío que hay en la actualidad en el edificio Torreblanca del campus de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Con el actual proyecto se pretende concienciar a la población de la necesidad de adaptar nuestro entorno a un medio cambiante, ya que con pequeños pasos como la implementación de un muro verde se está realizando un gran acto de retención de CO₂, lo que nos permite mitigar el efecto invernadero actual, además de servir de refugio de la biodiversidad para numerosas especies de insectos, aves y pequeños mamíferos que puedan beneficiarse de este proyecto (IPCC, 2021).

Por otro lado, con este trabajo se pretende realizar una retrospectiva acerca de la elección de las especies puesto que este tiene el objetivo de servir de idea o hipótesis para futuros proyectos, es decir, con este proyecto lo que se está llevando a cabo de forma indirecta es la evaluación de la existencia de infraestructuras verdes en las instituciones, de modo que se nos permita conocer si en la región de realización de este proyecto las especies vegetales responden bien o si la composición de las especies atrae a especies animales inusuales, además de que permite servir de ejemplo para todas las personas que pasan delante del edificio por el efecto sociológico copycat, es decir, mediante un fenómeno en el cual las personas imitan o replican comportamientos, acciones o ideas de forma intencionada y intensificada de otros individuos (Aronson *et al.*, 2018), lo que puede ocasionar verdaderos cambios en el paradigma social, traduciéndose en que podamos visualizar una mayor implementación de infraestructura verde, bien en forma de muros verdes, como techos verdes con especies aromáticas o huertos en los tejados.

Asimismo, la importancia de este proyecto radica además en su importancia en la lucha contra la pérdida de biodiversidad urbana el cual es un fenómeno preocupante que afecta a muchas áreas urbanas en todo el mundo ya que a medida que las ciudades crecen y se desarrollan, los ecosistemas naturales se ven fragmentados, degradados o directamente eliminados para dar paso a infraestructuras y edificaciones. En el sureste español, que incluye ciudades como Valencia, Alicante y Murcia, entre otras, se ha observado una pérdida significativa de biodiversidad debido a la expansión urbana y la transformación del paisaje natural. Algunos de los impactos negativos, según Ruiz-Fernández *et al.* (2019), serían:

1. Pérdida de hábitats: Esto repercute en la reducción de la diversidad de especies.
2. Fragmentación del paisaje: Limitando la movilidad de la fauna y dificulta el flujo genético, lo que puede llevar a la disminución de las poblaciones y la extinción local de especies.
3. Contaminación: Afectando negativamente la calidad del hábitat y la salud de las especies que viven en estas áreas.
4. Introducción de especies exóticas invasoras: Las áreas urbanas son propensas a la introducción de especies exóticas invasoras, ya sea intencional o accidentalmente. Estas especies pueden desplazar a las especies nativas y alterar los ecosistemas locales.

Además, otro fenómeno cada vez más común gracias al calentamiento global en las grandes ciudades es el efecto de las islas de calor, las cuales son áreas dentro de una ciudad que presentan temperaturas más altas que las áreas rurales circundantes debido a la concentración de infraestructuras, materiales de construcción, actividades humanas y la falta de vegetación (Montero *et al.*, 2014). Los efectos de las islas de calor urbano incluyen un mayor consumo de energía para la refrigeración, el aumento del estrés térmico en los residentes, la mala calidad del aire y el empeoramiento de la calidad de vida en las ciudades (Arnfield, 2003). Para mitigar los efectos de las islas de calor urbano, se pueden implementar diversas estrategias como son el aumento de la vegetación urbana; la promulgación de la construcción sostenible; el fomento en un diseño urbano sostenible y la implementación medidas de eficiencia energética (Martilli *et al.*, 2011).

Un enfoque que combate todos estos desafíos y en que se engloba este proyecto entra es la filosofía moderna del Rewilding, es decir, este es un enfoque de conservación que tiene como objetivo restaurar y recuperar ecosistemas naturales, promoviendo la reintroducción de especies nativas y permitiendo procesos ecológicos naturales. A través del Rewilding, se busca restablecer la biodiversidad y los procesos ecológicos que caracterizan a un ecosistema en su estado más natural de este modo este trabajo posee un gran potencial en el sureste español (Palau, 2020).

2.3 Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es la proyección de un proyecto de infraestructura verde, en forma de Muro verde o vivo, en el edificio Torreblanca de la Universidad Miguel Hernández de Elche, mediante el uso una flora adaptada al clima

Mediterráneo Semiárido, caracterizado por sus altas temperaturas en los meses de verano y las altas horas de insolación durante todo el año.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Zona de estudio explicación

Este proyecto se desarrolla en la fachada oeste del muro presente en el edificio Torreblanca de la Universidad Miguel Hernández en el campus de Elche. Los motivos para elegir esta ubicación se fundamentan en los siguientes aspectos:

- Es una superficie de extensión moderada lo que la adecua para una instalación experimental dentro del campus, con el objetivo de evaluar su funcionamiento.
- Tiene un acceso fácil para facilitar las labores construcción, aprovisionamiento de materiales, supervisión y mantenimiento.
- Presenta una alta visibilidad ya que se encuentra orientada en dirección de la Avenida de la Universidad Miguel Hernández además de encontrarse en las inmediaciones de la estación de Elche-Parque de ferrocarril por lo que es punto de concentración muy transitado por vehículos y peatones.
- Se encuentra integrada en un jardín xeromórfico propio del edificio

3.2. Búsqueda bibliográfica

Para la realización de este proyecto desde el punto de vista ambiental se ha realizado a cabo una búsqueda bibliografía mediante motores de búsqueda bibliográfica como Google scholar, SCOPUS, Web of Science y en algunos casos PubMed de artículos de interés acerca de la flora que se encuentre correctamente adaptada a las condiciones climáticas del entorno en el que se pretende llevar a cabo este trabajo, siendo estas especies las propias de este clima semiárido mediterráneo. A continuación, se ha realizado un listado de unas 34 especies vegetales potenciales para este proyecto, de las cuales, tras buscar información sobre su descripción, ecología, distribución, fenología y requerimientos, se ha recortado a las 16 especies que se han presentado finalmente en este trabajo y que responden a los requerimientos principales de tamaño, adaptación a las condiciones climáticas y belleza.

En este proceso se han eliminado especies como el *Mirtus comunis* L. (por su tamaño), *Thymelaea tinctoria* Pour. (por su poca vistosidad), y *Erica Australis* L. (por presentar unas condiciones de cuidado muy exigentes en nuestra zona) entre otros. Finalmente se ha realizado una tabla que junta la fenología de la floración de todas las especies elegidas de

modo que se pueda visualizar una floración a lo largo de todo el año, eligiendo especies de floración en primavera (*Narcissus tazetta* L.; *Narcissus assoanus* Dufour ex Schult. & Schult. f. L.; *Iris germánica* L.) floración anual (*Rosmarinus officinalis* var. *prostratus* L.).

4. RESULTADOS

4.1. Selección de especies.

Para la elaboración de este proyecto se han empleado las siguientes especies vegetales (Tabla1), su descripción como su ecología y requerimientos se expondrán en el Anexo I.

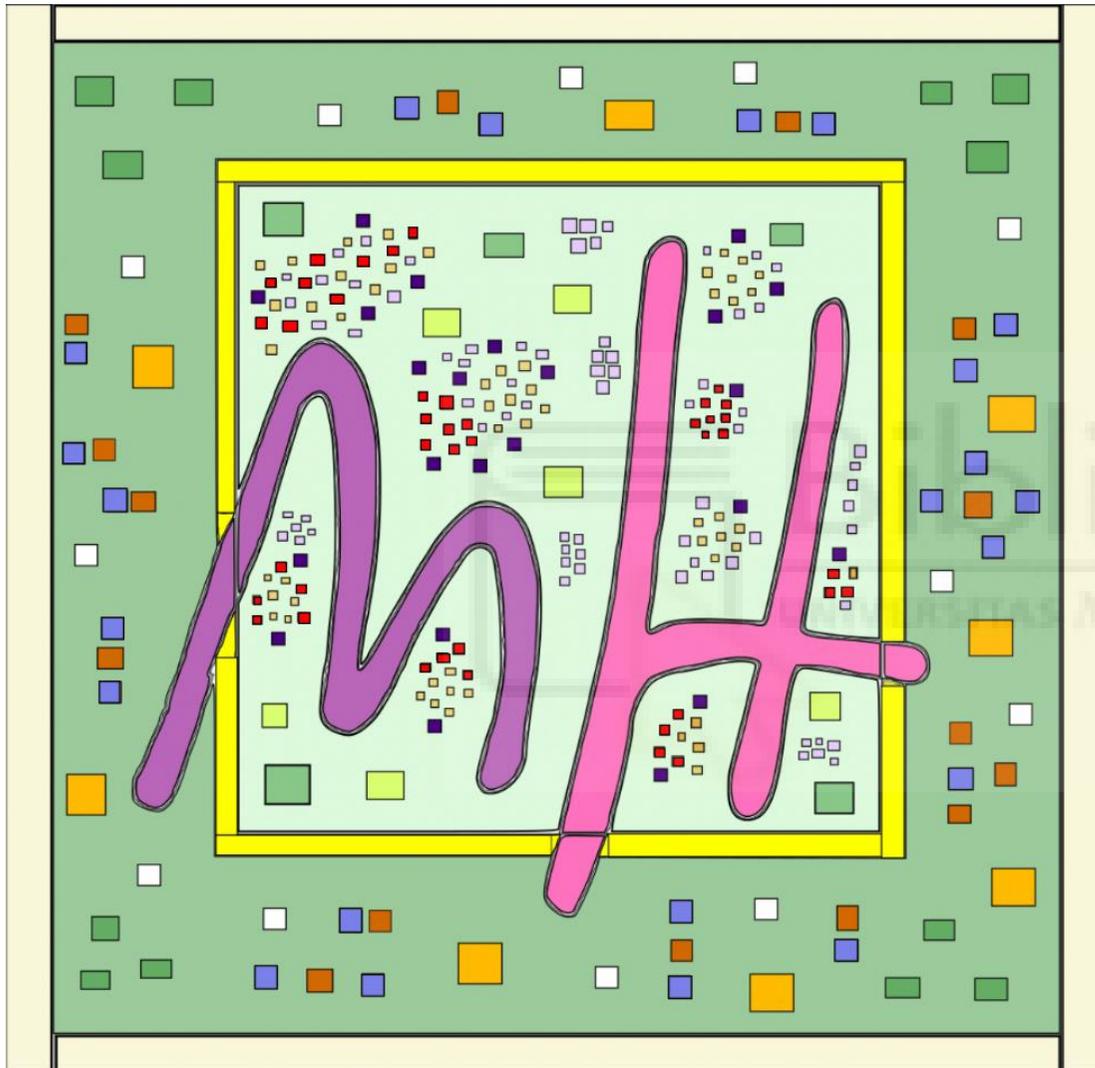
Tabla 1. Tabla de elaboración propia que expone las especies vegetales empleadas en la realización de este proyecto de muro verde en un clima mediterráneo semiárido.

ESPECIE	ECOLOGIA	ÉPOCA DE FLORACIÓN
<i>Lavandula stoechas</i> L.	Caméfito o nanofanerófito	De mayo a agosto
<i>Santolina chamaecyparissus</i> L.	Subarbusativa o arbustiva enana	De abril a septiembre
<i>Narcissus assoanus</i> L.	Geófito	De febrero a junio
<i>Lobularia marítima</i> L.	Terófito de ciclo breve	Todo el año
<i>Cistus clusii</i> L.	Caméfito o un nanofanerófito	Marzo y junio
<i>Rosmarinus Officinalis</i> var. <i>prostratus</i> L.	Fanerófito rastrero	Todo el año
<i>Anthyllis cytisoides</i> L.	Caméfito	De mayo a agosto
<i>Lygeum spartum</i> L.	Hemicriptófito	De marzo a junio
<i>Thymus moroderi</i> Pau ex Martínez	Caméfito	De mayo a julio
<i>Narcissus tazetta</i> L.	Geófito	De diciembre a abril
<i>Iris germánica</i> L.	Fanerófito	De marzo a junio
<i>Limonium caesium</i> Girard	Caméfito	De mayo a julio
<i>Jacobaea marítima</i> L.	Psammófila o psammófito	De julio a septiembre
<i>Ballota hirsuta</i> Benth.	Caméfito	De abril a septiembre
		De noviembre a diciembre
<i>Anthemis bourgaei</i> L.	Hemicriptófito	De abril a julio
<i>Limonium cossonianum</i> Kuntze	Caméfito	De abril a junio

4.2. Diseño del jardín vertical.

Para este jardín vertical presenta una separación con la fachada exterior del edificio mediante un marco extrínseco formado por plantas de *Lygeum spartum* L. que posteriormente nos dan paso a un área externa de fondo de *Rosmarinus officinalis var. prostratus* L. y donde las especies de *Ballota hirsuta* Benth., *Limonium caesium* Girard, *Santolina chamaecyparissus* L., *Cistus clusii* L. y *Anthyllis cytisoides* L. que se contraponen al fondo a modo de detalles contrastantes. A continuación, se presenta un marco interno de *Limonium cossonianum* Kuntze que nos delimita una nueva área florística con un fondo formado por plantas de *Lobularia maritima* L., en la que se insertan agrupaciones de *Narcissus tazetta* L.; *Iris germánica* L.; *Narcissus assoanus* L. y *Anthemis bourgaei* L. Igualmente en esta zona podemos ver detalles de *Ballota hirsuta* Benth. y *Jacobaea maritima* L.. Finalmente, para la formación de las letras correspondientes se ha empleado *Lavandula stoechas* L. para la “M” de “Miguel” y *Thymus moroderi* Pau ex Martínez para la “H” de Hernández.





LEYENDA DE COLORES

	Lavandula stoechas L.		Thymus moroderi Pau ex Martínez.
	Santolina chamaecyparissus L.		Narcissus tazetta L.
	Limonium cossonianum Kuntze.		Iris germanica L.
	Lobularia maritima L.		Limonium caesium Guillard.
	Cistus clusii L.		Jacobaea maritima L.
	Rosmarinus officinalis var. prostratus L.		Narcissus assoanus L.
	Anthyllis cytisoides L.		Anthemis bourgael L.
	Lygeum spartum L.		Ballota hirsuta Benth.

Figura 2. Esquema representativo de elaboración propia mediante el programa de edición InkScape del posicionamiento de las especies anteriormente seleccionadas dentro del marco del proyecto de jardín verde vertical.

Finalmente, en cuanto al emplazamiento elegido, este jardín vertical presentaría la ventaja de situarse en una zona de alta visibilidad debido a su cercanía a la estación de autobuses de Elche, situada cerca del centro de la ciudad, y en las inmediaciones de la estación de Elche-Parque de ferrocarril (Figura 3). Es por ello por lo que el jardín diseñado estaría situado en un nodo de convergencia de numerosos peatones, automóviles y usuarios de transporte públicos que pasan delante del mismo, pese a no hacer uso de las instalaciones del campus de Elche de la Universidad Miguel Hernández.



Figura 3. Esquema de elaboración propia con el programa Inkscape representativo de la implantación de este proyecto de forma real sobre la fachada del edificio Torreblanca en la Universidad Miguel Hernández.

4.3. Estructura del jardín vertical.

El sistema constructivo de la fachada con paneles vegetados desmontables en cajas metálicas es modular y consiste en módulos de 60 x 60 cm alojados en cajas metálicas con base de poliestireno extruido. Estos módulos se ensamblan para formar la fachada de manera desmontable mediante una estructura metálica de anclaje, con un soporte vertical ubicado en el cerramiento. Para mejorar la eficiencia energética de la fachada, se incluye una cámara de aire de 80 mm entre los paneles vegetados y la capa de aislante en la superficie exterior del muro (Figura 4).

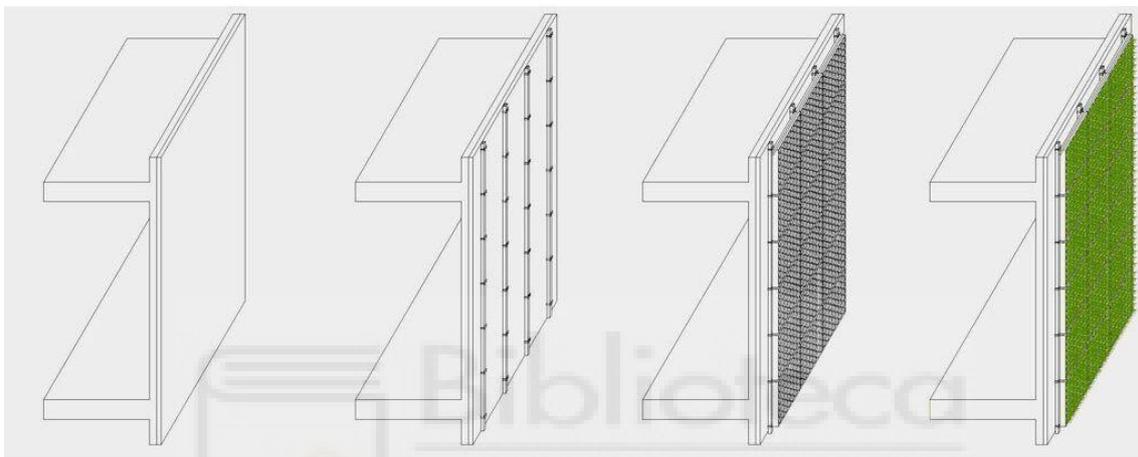


Figura 4. Esquema representativo de la estructura en módulos para el proyecto de jardín vertical en el edificio Torreblanca, en el campus Altavix de la Universidad Miguel Hernández.

Las especies vegetales incorporadas requieren un elemento de soporte que contenga los nutrientes necesarios para su crecimiento. Por ello, se utilizan cajas metálicas que albergan un sustrato envuelto en un geotextil permeable al agua para permitir el riego y evitar la pérdida del sustrato. Estas cajas metálicas reciben un tratamiento anticorrosivo debido a la exposición a la humedad generada por la evaporación del agua de las plantas. Además, la conexión entre los paneles vegetales y el edificio se logra mediante una estructura portante de montantes y travesaños. En la parte posterior de cada panel vegetal se colocan anclajes que se enganchan a una estructura horizontal secundaria sobre la perfilera vertical. Estas uniones son lo suficientemente sólidas para resistir los efectos del viento u otros impactos y crean una cámara de aire al separar los paneles vegetados del cerramiento interior. El riego se realiza por goteo a través de tuberías de 16 mm ubicadas en la parte superior de cada panel vegetal. El jardín vertical comienza a una altura de 3 metros para superar una celosía presente en el edificio. A partir de ahí, se instalan los

paneles de 60x60 cm. La estructura total tendrá aproximadamente 12 metros de altura y 10 metros de ancho (Figura 4).

5. DISCUSIÓN

5.1. Idoneidad de las especies al proyecto.

Lavandula stoechas L. - De amplia distribución a lo largo de la cuenca mediterránea (Pérez-Gimeno & Arbonés, 2002) es una opción muy adecuada para un jardín vertical en el sureste español debido a sus adaptaciones fisiológicas y morfológicas que le permiten prosperar en el clima semiárido como son:

1. Gran tolerancia a la sequía gracias a su capacidad para desarrollar raíces profundas y extraer agua de las capas subterráneas del suelo. (Pérez-Gimeno & Arbonés, 2002).
2. Presencia de hojas estrechas y cubiertas por una capa cerosa, lo que reduce la pérdida de agua por transpiración (Mateus *et al.*, 2017).
3. Capacidad para resistir altas temperaturas y su habilidad para cerrar las estomas en condiciones de estrés hídrico también contribuyen a su idoneidad para el clima semiárido (Bouzid *et al.*, 2014)
4. Floración prolongada (Rezazadeh & Mirza, 2014), lo que agrega un atractivo visual al jardín vertical durante la mayor parte del año.

Santolina chamaecyparissus L. - Es una planta altamente adecuada para un jardín vertical en el sureste español debido a sus adaptaciones fisiológicas y morfológicas que le permiten sobrevivir en el clima semiárido como son

1. Desarrollo de hojas pequeñas y cubiertas por una densa capa de tricomas, lo que reduce la pérdida de agua por evaporación y ayuda a conservar la humedad (Le Houérou, 1996).
2. Presencia de un sistema radicular profundo que le permite extraer agua de las capas más profundas del suelo en períodos de sequía, lo que le permiten tolerar las altas temperaturas y el estrés hídrico característicos de la región (Ozel & Yilmaz, 2009).
3. Preferencia por la exposición a pleno sol la convierte en una opción ideal para aprovechar la abundante luz solar en el sureste español (Vargas & Alberto, 2015).

Narcissus assoanus L. - Endémica de la Península Ibérica es una especie que se adapta de manera adecuada a un jardín vertical en el sureste español (Blanca *et al.*, 2009), debido a que presenta una capacidad notable para almacenar agua en sus tejidos y bulbos (López, 2003), lo que le permite sobrevivir en condiciones de sequía prolongada. Además, sus hojas

estrechas y sus adaptaciones en la forma de sus raíces le permiten buscar agua en suelos secos y poco profundos (Gutián & Llamas, 1997). Igualmente, esta es una planta anual que produce rápidamente flores y semillas, lo que facilita su rápida colonización de áreas perturbadas y su dispersión en el entorno del sureste español (López, 2003).

Su presencia en el jardín vertical añade un valor ornamental con su abundante y colorida floración.

Lobularia marítima L. - Nativa de las regiones costeras del Mediterráneo, incluyendo el sureste español es una especie muy adecuada para un jardín vertical en el sureste español (Pignatti,2005), debido a sus adaptaciones fisiológicas y morfológicas como son:

1. Alta tolerancia al estrés hídrico y a las altas temperaturas características del clima semiárido de la región (Bozdogan & Sakcali, 2012).
2. Sus hojas pequeñas y cubiertas por una densa capa de tricomas reducen la pérdida de agua por evaporación y su capacidad de ajustar su tasa de crecimiento y reducir su actividad metabólica durante períodos de sequía le permite conservar recursos.
3. Una preferencia por la exposición a pleno sol, requiriendo altas intensidades de luz para un crecimiento óptimo (Pignatti,2005).
4. Adaptación a suelos pobres en nutrientes y presenta una respuesta rápida al riego, lo que le permite recuperarse rápidamente de períodos de sequía (Pignatti, 2005).

Su presencia en el jardín vertical añade un valor ornamental con su abundante floración y agradable fragancia (Pecio *et al.*, 2011).

Cistus clusii L. - Nativa de la región del Mediterráneo (Quézel & Santa, 1963), es una especie que muestra una gran idoneidad en este proyecto de jardín vertical en el sureste español debido a sus adaptaciones fisiológicas y/o morfológicas:

1. Sus hojas pequeñas y cubiertas por una capa de pelos densos que reducen la pérdida de agua por transpiración, lo que le confiere una mayor resistencia al estrés hídrico y a las altas temperaturas propias del clima semiárido (Sánchez-Gómez *et al.*, 2018).
2. Su capacidad de regenerarse rápidamente después de períodos de sequía a través de la producción de brotes nuevos (Barbosa *et al.*, 2009)
3. Sus raíces profundas le permiten obtener agua de las capas subterráneas del suelo, lo que contribuye a su supervivencia en condiciones de escasez de agua (Armas y Pugnaire, 2005).
4. Adaptación a suelos pobres en nutrientes (Sánchez-Gómez *et al.*, 2018).

Rosmarinus officinalis var. prostratus L. - Distribuido por toda la región mediterránea occidental (Pignatti, 2017), es una variedad de romero que se adapta de manera excelente a las condiciones de un jardín vertical en el sureste español debido a que:

1. Esta planta presenta una forma de crecimiento rastrero, extendiéndose horizontalmente en lugar de crecer verticalmente, lo que la hace ideal para cubrir superficies y crear un aspecto de vegetación densa en el jardín vertical (Pignatti, 2017).
2. Presenta hojas estrechas y resistentes, cubiertas por una capa cerosa que ayuda a reducir la pérdida de agua por transpiración, lo que le confiere una mayor tolerancia al estrés hídrico (Martínez-Lirola, 2019)
3. Presenta una gran capacidad para tolerar altas temperaturas y su resistencia a la sequía, lo que la convierte en una opción adecuada para el clima semiárido (Pignatti, 2017).
4. Posee un agradable aroma y produce pequeñas flores de color azul o lavanda, que añaden un atractivo estético al jardín vertical (Pignatti, 2017).

Anthyllis cytisoides L. - Es una especie idónea para un jardín vertical en el sureste español debido a que esta planta, endémica de la región mediterránea (Mateos-Naranjo *et al.*, 2008) muestra adaptaciones fisiológicas y morfológicas que le permiten sobrevivir en condiciones de clima semiárido como con:

1. Una notable tolerancia a la sequía gracias a sus raíces profundas, que le permiten acceder a fuentes de agua subterránea.
2. Sus hojas están cubiertas por una capa densa de tricomas, que reducen la pérdida de agua por evaporación.
3. Fijación de nitrógeno, es decir, esta es capaz de tomar nitrógeno del aire y fijarlo en el suelo siendo especialmente importante en las zonas semiáridas, donde los suelos son pobres en nutrientes. En nuestro caso lo que se potencia es esta capacidad de secuestro de nitrógeno del aire en una zona de alto contenido de óxidos de nitrógeno (nox) a causa del alto tránsito de vehículos de combustión interna que circulan cerca del proyecto (Mateos-Naranjo *et al.*, 2008).

Lygeum spartum L. - Es una especie adaptada al clima semiárido y propia de la región mediterránea (Guerrero-Campo & Mota, 1995). Su idoneidad para un jardín vertical en el sureste español se debe a varias características:

1. Esta planta perenne presenta una alta tolerancia a la sequía y puede sobrevivir en suelos pobres y áridos (Nedjimi, 2013).
2. Sus hojas largas y rígidas, típicas del género, reducen la pérdida de agua por transpiración (Guerrero-Campo y Mota, 1995).
3. Su sistema radicular profundo le permite extraer agua de capas subterráneas (Nedjimi, 2013).
4. Presenta una alta resistencia al calor y puede soportar temperaturas extremas (Guerrero-Campo & Mota, 1995).

Estas adaptaciones la convierten en una opción favorable para un jardín vertical en un clima semiárido, añadiendo un aspecto estético y resistente a la vegetación vertical.

Thymus moroderi Pau ex Martínez - Es una especie nativa endémica del sureste de España. Se caracteriza por su adaptación al clima semiárido (Pau, 1991). En el contexto de un jardín vertical en el sureste español, presenta varias cualidades idóneas como son:

1. Esta especie perteneciente al género *Thymus*, los cuales conocido por su resistencia a la sequía y altas temperaturas (Amo-Marco, 2017).
2. Sus hojas pequeñas y densas actúan como una cobertura protectora, reduciendo la evaporación y conservando la humedad en el suelo (Martín-Rodríguez, 2007).
3. Capaz de tolerar suelos pobres en nutrientes y con baja retención de agua, lo que lo hace adecuado para entornos con limitaciones hídricas (Stahl-Biskup & Saez, 2002).
4. Sus flores pequeñas y aromáticas atraen a polinizadores, contribuyendo así a la biodiversidad del jardín vertical (Martín-Rodríguez, 2007).

Narcissus tazetta L. - Es una especie bulbosa nativa del Mediterráneo y se destaca por su adaptación al clima semiárido (Davis *et al.*, 2011), de este modo el contexto de este proyecto de jardín vertical en el sureste español se presenta varias características que hacen a esta especie idónea:

- Esta planta perenne pertenece al género *Narcissus* L. es conocida por su resistencia a la sequía y su capacidad para sobrevivir en suelos pobres. (Güner *et al.*, 2012).
- Sus hojas largas y delgadas ayudan a reducir la pérdida de agua a través de la transpiración (Noy-Porat *et al.*, 2009).
- Sus flores son de color blanco o amarillo y agregan un atractivo estético al jardín vertical (Noy-Porat *et al.*, 2009).
- Capacidad de prosperar en áreas con una exposición solar intensa y altas temperaturas (Pignatti, 2005).

- Su periodo de floración suele ser a principios de la primavera, lo que aporta un toque de color y vitalidad al entorno (Davis *et al.*, 2011).

Iris germánica L. - Es una especie perenne que se adapta bien al clima semiárido. Originaria de la cuenca mediterránea (Blanchan, 2005), es apreciada por su belleza y se utiliza ampliamente en jardinería, de modo en el contexto de un jardín vertical en el sureste español es idóneo debido a que:

1. Esta planta tiene hojas largas y rígidas, que le permiten conservar la humedad y resistir condiciones de sequía (Davis *et al.*, 2011).
2. Sus flores son grandes y llamativas, con una amplia variedad de colores y patrones, lo que contribuye a la estética del jardín vertical (Mathew, 2002).
3. Es resistente y puede adaptarse a diferentes tipos de suelo, incluidos los suelos pobres en nutrientes. (Dykes, 1993).
4. Su floración generalmente ocurre en primavera y verano, brindando un espectáculo colorido al espacio (Mabberley, 2008).

Limonium caesium Girard - Es una especie completamente adaptada al clima semiárido que se encuentra en diversas regiones mediterráneas (Rivas Martínez *et al.*, 2002). Esta planta perenne es apreciada por sus características ornamentales y su capacidad para prosperar en condiciones desafiantes, de modo que, para un jardín vertical en el sureste español, el presenta ciertas cualidades que lo hacen idóneo:

1. Su principal adaptación es su capacidad para sobrevivir en suelos pobres y secos, lo que le permite prosperar en áreas con escasez de agua (Peiró *et al.*, 2004).
2. Presenta una tolerancia notable a las altas temperaturas y a la radiación solar intensa, lo que la convierte en una opción resistente para el clima semiárido (Rivas Martínez *et al.*, 2002).
3. Su follaje grisáceo y sus flores azules o violetas añaden un atractivo estético al jardín vertical (Peiró *et al.*, 2004).
4. Es capaz de retener agua en sus tejidos, lo que le permite sobrevivir períodos de sequía prolongados (Rivas Martínez *et al.*, 2002).

Jacobaea marítima L. - Esta especie es nativa de las regiones costeras del Mediterráneo (Blanca, 2009), por lo que es una planta perenne idónea para este proyecto, siendo además una especie que se encuentra principalmente en zonas costeras y litorales del Mediterráneo, incluyendo el sureste español. Su idoneidad para un jardín vertical radica en:

1. Posee hojas plateadas y lanosas, lo que le confiere una apariencia distintiva y atractiva, además de que esto contribuye a su adaptación al clima semiárido, ya que las hojas lanosas ayudan a reducir la pérdida de agua por evaporación y a tolerar las altas temperaturas (Sell & Murrell, 2006).
2. Capacidad para sobrevivir en condiciones de sequía ya que hojas gruesas y lanosas actúan como reservorios de agua, permitiendo que la planta se adapte a largos períodos sin riego, siendo esta característica es especialmente valiosa en un clima semiárido, donde el agua puede ser escasa (Breitwieser *et al.*, 2016).
3. Resistencia a suelos pobres y arenosos, comunes en las zonas costeras, lo que la convierte en una opción ideal para un jardín vertical en el sureste español, (Blanca, 2009).
4. Capacidad de tolerar niveles moderados de salinidad en el suelo, lo que es beneficioso en áreas cercanas al mar (Meusel *et al.*, 1965).

Narcissus assoanus L. - endémico de la Península Ibérica, y en especial presente del sureste español (Mateo, 2003), es una especie que se adaptara de manera muy favorable al clima semiárido. Su idoneidad para este proyecto se basa en varias adaptaciones fisiológicas y morfológicas:

1. Capacidad de sobrevivir en condiciones de sequía prolongada ya que sus bulbos almacenan agua, lo que le permite resistir períodos de escasez hídrica y adaptarse a la falta de lluvias frecuentes (García-Castaño *et al.*, 2008).
2. Sus hojas son delgadas y estrechas, lo que reduce la pérdida de agua por transpiración, siendo especialmente beneficioso en áreas con altas temperaturas y bajas precipitaciones (Salas-Pascual *et al.*, 2018).
3. Capacidad de colonizar hábitats semiáridos, incluyendo praderas secas y laderas rocosas de lo que destaca su capaz de adaptarse a una variedad de suelos, incluyendo aquellos con baja retención de agua y pocos nutrientes (García-Castaño *et al.*, 2008).
4. Producción de hermosas flores de color amarillo brillante que en condiciones semiáridas agrega un atractivo visual al jardín vertical, creando un punto focal de color y belleza (Rivero *et al.*, 2012).

Ballota hirsuta Benth. - Distribuida por la región mediterránea, incluyendo el sureste de España (Blamey *et al.*, 2008), por lo que esta es una especie que se adaptara de manera favorable al clima semiárido. De modo que su idoneidad para este proyecto se debe a sus características y adaptaciones específicas, como son:

1. Alta tolerancia al estrés hídrico, lo que le permite sobrevivir en condiciones de baja disponibilidad de agua (Pignatti, 2005).
2. Hojas densamente cubiertas de pelos, lo que ayuda a reducir la transpiración y conservar la humedad (Dadach & Mehdadi, 2018).
3. Hojas son pequeñas y resistentes, lo que reduce la pérdida de agua por evaporación.
4. Sistema radicular profundo que le permite buscar agua en las capas más profundas del suelo (Dadach & Mehdadi, 2018).
5. Capacidad para tolerar suelos pobres en nutrientes y de baja fertilidad, pudiendo crecer en suelos arenosos, pedregosos o calcáreos comunes en áreas semiáridas (Dadach & Mehdadi, 2018).

Anthemis bourgaei L. - Es una especie que se adapta de manera favorable al clima semiárido puesto que es nativa de las regiones mediterráneas y encontrándose principalmente en el sureste español (Quézel *et al.*, 1962). Su idoneidad radica en sus características y adaptaciones específicas:

1. Alta tolerancia a la sequía y al estrés hídrico (Blamey *et al.*, 2009).
2. Sus hojas son pequeñas y tienen una capa cerosa que reduce la transpiración y ayuda a conservar la humedad (Dobignard *et al.*, 2013).
3. Tiene raíces largas y profundas que le permiten buscar agua en las capas más bajas del suelo (Dobignard *et al.*, 2013).
4. Crecimiento compacto y rastrero, lo que ayuda a proteger el suelo de la evaporación y reduce la competencia con otras plantas (Dobignard *et al.*, 2013).
5. Capacidad para tolerar suelos pobres y de baja fertilidad pudiendo crecer en suelos pedregosos, arenosos o calcáreos comunes en áreas semiáridas (Stace, 2019).
6. Es una planta resistente que puede sobrevivir en condiciones adversas y en áreas con poca disponibilidad de agua (Mabberley, 2008).

Limonium cossonianum Kuntze - Es una especie que muestra una gran idoneidad para climas semiáridos puesto que es nativa de las regiones mediterráneas y encontrándose en áreas costeras y litorales del sureste español (Greuter *et al.*, 1984). Esta especie presenta adaptaciones que le permiten prosperar en condiciones semiáridas como:

1. Alta tolerancia a la sequía y al estrés hídrico (Blanca *et al.*, 2009).
2. Sus hojas son gruesas y carnosas, lo que reduce la pérdida de agua por transpiración (Gómez-Campo, 1983).

3. Capacidad para sobrevivir en suelos pobres y con baja retención de agua, pudiendo crecer en suelos arenosos, pedregosos o calcáreos comunes en áreas semiáridas (Bernal & Estébanez, 2008).
4. Alta tolerancia a la salinidad, lo que la hace adecuada para suelos con cierto grado de salinidad, como los cercanos a las áreas costeras (Bisby *et al.*, 2010).
5. Es una planta resistente que requiere un mantenimiento relativamente bajo (Bisby *et al.*, 2010).
6. Es capaz de sobrevivir en condiciones de clima semiárido y puede mantener su aspecto atractivo incluso en periodos prolongados de sequía (Bernal & Estébanez, 2008).

5.2. Distribución del jardín vertical.

Para la realización del logo se han establecido una serie de criterios para establecer las composiciones de las diferentes especies vegetales dentro del proyecto de jardín vertical como:

- *Lavandula stoechas* L., principalmente se ha seleccionado debido al color de sus flores ya que confieren una tonalidad liliácea muy vistosa lo cual en este caso nos sirve para dar protagonismo a la letra “M” dentro del logo que forma el jardín vertical con una floración continuada la mayor parte del año. Además de ello su tipo ecológico de camefito, es decir, especie de planta que han desarrollado adaptaciones para sobrevivir en ambientes áridos o semiáridos, nos permite emplearla sin el riesgo de que se fallezca o sufra de demasiado estrés. Además de que esta especie no necesita un mantenimiento muy exigente.
- *Santolina chamaecyparissus* L., esta especie se encuentra ampliamente distribuida por el sur de Europa, dentro de los pisos bioclimáticos termomediterráneos y mesomediterráneo, lo que le confiere una gran idoneidad dentro de este proyecto ya que se encuentra ampliamente adaptado al clima semiárido del Sureste Español minimizándose completamente los riesgos de fallecimiento de esta especie. Además, este presenta una floración muy vistosa de color amarillo que se puede prolongar durante largos periodos de tiempo y sumado a su tipo ecológico Subarbuscivo o arbustivo enano se presenta un gran beneficio estético para el proyecto al resaltar de forma disgregada en el fondo creado por la especie *Rosmarinus officinalis* var. *prostratus* L.
- *Narcissus assoanus* L., empleada en este proyecto debido a su gran adaptabilidad en cuanto a las condiciones de suelo y luminosidad, característica de suma importancia en la localidad que se encuentra emplazado el proyecto ya que se presentan altas

cantidad de horas de sol y una marcada irregularidad de precipitaciones, además de que debido a su tipo ecológico de geófito, es decir, plantas que poseen órganos subterráneos de almacenamiento, como bulbos, cormos o rizomas, que les permite sobrevivir en condiciones adversas como períodos de sequía, lo que en este caso se traduce en que los meses de máxima sequía o condiciones adversas esta especie no será visible en el jardín vertical y durante los meses más prósperos esta especie brotara y florecerá dándole una coloración amarillenta al jardín vertical otorgándole una gran estética.

- *Lobularia maritima* L., empleada en este trabajo como especie de cobertura del área interna del logo que forma el jardín vertical, esto es debido a que esta especie presenta un tipo ecológico terófito, es decir, esta especie presenta un ciclo de vida anual que se caracteriza por la producción de un gran número de semillas que se dispersan y germinan con gran eficacia en los antes de los periodos de sequía, esto en nuestro proyecto se traduce en una gran cobertura de esta especie ya que con las condiciones de humedad adecuadas esta especie puede prolongarse por toda el área interna. Además, esta especie presenta una floración muy abundante a lo largo de todo su ciclo de vida lo que produce que el jardín vertical presente una floración abundante y vistosa en el cuadrante interior a lo largo de todo el año, lo que denotara una gran belleza y estética al proyecto.
- *Cistus clusii* L., esta especie ha sido seleccionada para este trabajo debido a su alta adaptabilidad al clima mediterráneo semiárido de veranos cálidos e inviernos suaves y una sequía estival muy marcada. De este modo la ubicación en el cuadrante exterior en forma de parches puntuales es debido a su tipo ecológico camefito sumamente adaptado a la sequía de modo que se puede decir que el cuadrante exterior este compuesto por especies con exigencias hidrológicas menores y destacando que esta especie en concreto no necesita un mantenimiento muy exigente. Sumado a ello el uso de esta especie tiene fines estéticos ya que esta especie produce unas flores blancas muy elegantes que le otorgan belleza al jardín vertical.
- *Rosmarinus officinalis* var. *prostratus*, idónea para este proyecto ya que se presenta totalmente adaptada al clima semiárido de la zona por lo que se minimiza al máximo el riesgo de fallecimiento de la especie. Esta forma parte del cuadrante exterior de especies de necesidades hídricas menores igualmente esta especie presenta un tipo ecológico fanerófito, es decir, es una planta que tiene una forma de crecimiento leñoso y en la que estos tallos leñosos permanecen cerca del suelo y no se ramifican significativamente, igualmente esta especie es rastrera, lo que quiere decir que se desarrolla a lo largo del suelo, esto beneficia enormemente el proyecto ya que esta

especie es la especie cobertora del cuadrante exterior del logo del jardín vertical ya que su desarrollo cerca del suelo nos permitirá cubrir toda esta área. Además, esta especie presenta una floración anual de pequeñas flores azuladas, lo que provocara que el cuadrante exterior tenga una coloración durante todo el año.

- *Anthyllis cytisoides* L., esta especie distribuida por la península ibérica está muy adaptada al clima semiárido y a las sequias y sumado a su tipo ecológico camefita el riesgo de secado es muy bajo. Además, sus requerimientos muy bajos por lo que en este proyecto su ubicación es en el cuadrante exterior de especies de requerimientos hidrológicos menores de forma que se encuentra disperso en forma arbustiva a lo largo de este cuadrante. Esta especie produce pequeñas flores amarillas en inflorescencias compactas por lo que denotaran en el proyecto barras que se desplazan con el moviendo del viento, además de representar una gran belleza.
- *Lygeum spartum* L., extremadamente adaptada al clima de la zona del proyecto esta especie es empleada como marco de separación del medio externo y del jardín vertical ya que esta especie presenta hojas largas y estrechas de color verde grisáceo que se agrupan en forma de roseta basal.
- *Thymus moroderi* Pau ex Martínez., endémica del sureste español esta especie es elegida por su coloración de flores rosácea que será empleada en este proyecto para dar color y forma a la letra “H” dentro del logo del jardín vertical. Esta cabe destacar que esta especie es camefita por lo que sumada a su distribución el riesgo de secado o muerte es muy baja.
- *Narcissus tazetta* L., endémica del mediterráneo se encuentra localizada en este proyecto en el cuadrante interior junto con otras especies de requerimientos hidrológicos, además esta especie presenta un tipo ecológico geófito, es decir, es una especie que durante los periodos más desfavorables almacena agua y sustancias de reserva en sus bulbos, por lo que esta especie en los meses de mayor sequia o más desfavorables esta especie no será visible mientras que los meses más adecuados florecerá dando una coloración blanco-amarillenta al jardín vertical.
- *Iris germánica* L., emplazada en el cuadrante interior de especies de mayores requerimientos hidrológicos y de forma dispersa formando parches junto con otras especies esta especie presenta esta distribución debido a su tipo ecológico de geófito esta especie que durante los periodos desfavorables producen una acumulación de sustancias de reserva dentro de su bulbo y eliminan cualquier parte aérea por lo que esta especie no será visible en los meses de máxima sequia o condiciones de temperatura adversas de este modo la elección de esta especie para este proyecto

es debida para que su floración con flores grandes de color lila oscuro se de en los meses de primavera cuando las condiciones son las adecuadas para su desarrollo.

- *Limonium caesium* Girard. Distribuida por el sureste ibérico desde el sur de Valencia hasta Algeciras presenta una gran adaptación a la sequía que junto con la belleza de sus inflorescencias en racimos que sobresalen de una roseta basal de color verde claro se ubicara dentro del área de especies de menores requerimientos hidrológicos en forma de parches dispersos.
- *Jacobaea marítima* L. nativa de zonas costeras del mediterráneo posee una gran adaptabilidad pudiendo darse tanto en zonas secas como en zonas más húmedas. Por otro lado, cabe destacar que esta especie presenta una gran belleza en cuanto a sus hojas de color verde plateado que destacan frente a sus flores amarillas lo que le confiere a esta combinación de colores un gran potencial estético. Por todo ello esta especie se encuentra emplazada en ambas áreas de forma punteada puesto que sus requerimientos hidrológicos se encuentran cubiertos en ambos recuadros.
- *Ballota hirsuta* Benth, endémica de la península ibérica se puede encontrar en el sureste español, presenta una gran adaptabilidad a las condiciones de su sustrato por lo que en este proyecto esta especie estará localizada en ambos cuadrantes de forma punteada ya que sus requerimientos hidrológicos pueden ser cubiertos en ambas zonas. Además de ello esta especie ha sido seleccionada y emplazada en este proyecto debido a la fragancia que desprende y a sus inflorescencias de colores rosáceos y liliáceos.
- *Anthemis bourgaei* L., endémica del sureste español por lo que se encuentra ampliamente adaptada al clima semiárido por lo que el riesgo de fallecimiento prácticamente nulo. Esta especie ha sido seleccionada por la belleza de sus flores en forma de capítulos y emplazada dentro del proyecto dentro del cuadrante interior ya que presenta un cierto nivel de humedad y en forma de agrupaciones con otras especies para presentar un cierto contraste de colores ya que esta especie presenta una floración de color blanco.
- *Limonium cossonianum* Kuntze endémica del sureste español esta especie se ha ubicada como marco de separación entre las dos zonas del proyecto de jardín vertical que conforma el logo de la UMH esto es debido a que esta especie se encuentra ampliamente adaptada a la sequía propia del clima semiárido y por presentar una floración color blancas, y saliendo de la roseta basal con hojas verde claro lo que permite separar las dos zonas (zona árida y zona húmeda). Por otro lado, las labores de mantenimiento de esta especie son mínimas por lo que es un gran candidato para realizar la función de separador.

5.3. Elaboración de la estructura.

Después de realizar un exhaustivo estudio e investigación sobre los diferentes sistemas de jardín vertical, se concluyó que existen varias opciones de implementación con diferencias significativas en el sistema de riego, fertilización y sustrato utilizado. Los dos sistemas principales que se distinguieron son los que utilizan geotextiles hidropónicos y los que utilizan módulos a modo de macetas (excluyendo los jardines verticales con plantas trepadoras). En este caso, se decidió basar el proyecto en un sistema de paneles vegetados en cajas metálicas.

Se reconoce que este tipo de sistema tiene la desventaja de ser más pesado, pudiendo llegar a pesar hasta 150 kg/m^2 , lo cual debe ser considerado al integrar el sistema en la fachada. Esto contrasta con los sistemas hidropónicos, que suelen pesar alrededor de $30\text{-}35 \text{ kg/m}^2$. A pesar de esto, se optó por los paneles vegetados en cajas metálicas debido a que los sistemas hidropónicos en grandes superficies requieren un riego constante y cualquier fallo, aunque sea de unas pocas horas durante el verano, puede tener graves consecuencias para el jardín. Especialmente en un clima soleado y con una exposición sur elevada, las consecuencias podrían ser fatales. Aunque estos problemas pueden resolverse con un control tecnificado, esto aumenta los costos de instalación y mantenimiento, y no todos los clientes pueden asumir ese gasto.

La ventaja del sistema modular de paneles vegetados en cajas metálicas radica en que se basa en plantar en módulos que funcionan como macetas con sustrato natural. Esto permite que las plantas puedan sobrevivir durante períodos más largos sin riego, incluso varios días, en caso de que se produzca algún problema en el sistema de riego. El sustrato retiene la humedad y los nutrientes, lo que da tiempo para detectar y solucionar cualquier fallo antes de que las plantas mueran o sufran daños graves. Además, esta opción es más sostenible y asequible en términos de mantenimiento. El sistema también cuenta con un circuito cerrado de agua para evitar desperdicios, y forma parte de los propios módulos vegetales. La forma cuadrada de los módulos facilita su sustitución, simplemente retirando el módulo defectuoso y reemplazándolo por uno nuevo. Así, con este tipo de sistema, es posible utilizar plantas ya desarrolladas, lo que permite reemplazar las plantas muertas sin tener que esperar a que se desarrollen en la fachada, agilizando así el proceso de mantenimiento y renovación del jardín vertical.

6. CONCLUSIONES Y PROYECCIÓN FUTURA

La vegetación característica del semiárido español está totalmente adaptada a altas temperaturas y largos períodos de sequía. Por ello, presentan rasgos adaptativos como la presencia de un sistema radicular muy profundo o ramificado para poder alcanzar estratos con mayor humedad, hojas pequeñas que eviten el exceso de evapotranspiración, órganos aéreos recubiertos por pelos o tricomas para evitar el exceso de evapotranspiración o adaptaciones fisiológicas como la apertura de las estomas durante la noche para evitar la evapotranspiración durante el caluroso día. Según estos caracteres vegetales, se han seleccionado plantas autóctonas del semiárido mediterráneo, en concreto especies que presenten una distribución natural a lo largo del sureste español, para diseñar de muro verde en el edificio Torreblanca dentro del campus de Elche de la Universidad Miguel Hernández. Cabe destacar que no sólo se ha tenido en cuenta la innata adaptación de estas especies al clima semiárido con el objetivo de que la tasa de éxito sea máxima y el uso de recursos hídricos y de mantenimiento sea el menor posible, si no que además se han seleccionado especies que en su conjunto aporten un equilibrio de belleza al jardín diseñado.

En cuanto a las prospecciones futuras, este proyecto una vez instalado en su ubicación final se pueden realizar numerosos proyectos, tales como:

- Restauración de las especies que no se hayan adaptado bien a la ubicación, en este caso se pueden reemplazar con especies bien adaptadas a este clima semiárido como son *Thymus hyemalis* Lange, *Salvia officinalis* L., *Lavandula angustifolia* Moench, *Cistanche phelypaea* (L.), *Spartium junceum* L. o *Thymus capitatus* (L.)
- Seguimiento de la flora implantada en este proyecto, es decir, se puede realizar un rastreo de la evolución de este proyecto en el tiempo, observando como interactúan las especies en el entorno en que se encuentran.
- Mantenimiento de las especies de crecimiento rápido para evitar la competencia excesiva entre especies y uso de estos mismos restos de poda para otros proyectos dentro de la universidad como implementación de composteras.
- Mejora del sistema de riego de modo mediante el uso de las nuevas tecnologías para el control a distancia de las condiciones dentro del proyecto como los periodos de riegos o el movimiento de los paneles para realizar nuevas conformaciones.

7. BIBLIOGRAFÍA

Amo-Marco, J. B., (2017). Morphological and Genetic Variation within *Thymus moroderi* Pau ex Martínez, an Endemic Species from the Iberian Peninsula. *Plant Biosystems*, 151(3), 533-542.

Arenas, J. M. (2023). *Santolina chamaecyparissus* L. Fundación Internacional para la Restauración de los ecosistemas. Recuperado 25 de mayo de 2023, de

<https://creatuseto.fundacionfire.org/especie/santolina-chamaecyparissus/>

Arenas, J. M. (2023a). *Lavandula stoechas* L. Fundación Internacional para la Restauración de los Ecosistemas. Recuperado 3 de abril de 2023, de <https://creatuseto.fundacionfire.org/especie/lavandula-stoechas/>

Armas, C., & Pugnaire, F. I. (2005). Plant interactions govern population dynamics in a semi-arid plant community. *Journal of Ecology*, 93(5), 978-989.

Arnfield, A. J. (2003). Two Decades of Urban Climate Research: A Review of Turbulence, Exchanges of Energy and Water, and the Urban Heat Island. *International Journal of Climatology*, 23(1), 1-26.

Aronson, E., Wilson, T. D., & Akert, R. M. (2018). *Social Psychology* (9th ed.). Pearson.

Arroyo, J., & Dafni, A. (1995). Variations in habitat, season, flower traits and pollinators in dimorphic *Narcissus tazetta* L. (Amaryllidaceae) in Israel. *New Phytologist*, 129(1), 135-145.

Asin, J. E. F., Martínez, C. R., Cantón, M. A., & Correa, É. N. (2017). Ahorro energético residencial en ciudades de zonas áridas. *Estudios del hábitat*, 15(2), 023.

Barbosa, S., Paiva, J. A., & Carnide, V. (2009). Genetic Diversity in *Cistus clusii* Dunal Populations from North-East Portugal. *Euphytica*, 166(3), 405-416.

Beguiría, S., & Vicente-Serrano, S. M. (2010). Comparison of drought indices in the Northeast of the Iberian Peninsula. *Water Resources Management*, 24(12), 4121-4135.

Beguiría, S., Angulo-Martínez, M., López-Moreno, J. I., El-Kenawy, A., Álvarez-Cobelas, M., Ponsatí, L., & Vicente-Serrano, S.M. (2017). Trends in daily precipitation on the northeastern Iberian Peninsula, 1955-2006. *International Journal of Climatology*, 37(S1), 604-618.

Benavides-Mendoza, A., Gallegos, M., Pérez, L., & Rodríguez, R. (2018). *Green Walls and Their Applications in the Arid Regions: A Review*. 5th International Conference on New Achievements in Civil Engineering (pp. 313-318). Atlantis Press.

Bentham, G. (1836). *Labiatarum Genera Et Species: Or, A Description of the Genera and Species of Plants of the Order Labiatae; with Their General History, Characters, Affinities, and Geographical Distribution*.

Bernal, R., & Estébanez, B. (2008). Limonium in the Iberian Peninsula and Balearic Islands: a comprehensive taxonomic revision with special emphasis on infraspecific variability in *L. Catalanum*. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 65(2), 261-317.

Bisby, F., Roskov, Y., Orrell, T. M., Nicolson, D., Paglinawan, L. E., Bailly, N., Kirk, P. N., Bourgoin, T., Baillargeon, G., & Ouvrard, D. (2010). *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life* [Conjunto de datos].

Blamey, M., (2008). *Wild Flowers of the Mediterranean*. A&C Black Publishers Ltd. 34(3), 23-26

Blamey, M., (2009). *Wild Flowers of the Mediterranean*. A&C Black Publishers Ltd. 34(3), 35-38

Blanc, P. (2012). *The Vertical Garden: From Nature to the City*. WW Norton & Company.

Blanca, G., (2009). *Flora Vascular de Andalucía Oriental*, Vol. 4. Universidad de Granada.

Blanchard, M. G. (2019). A genetic approach to *Iris germanica* classification. *The Botanical Review*, 85(3), 287-297.

Bona, E., Cantamessa, S., Piacente, S., Caradonna, F., Lanzotti, V., & Pizza, C. (2004). Characterization of *Anthemis bourgaei* by liquid chromatography-electrospray mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1024(1-2), 245-253.

Bouزيد, S., Murat, M. L., Durand, R., & Bailly, C. (2014). Influence of Temperature on Seed Dormancy and Germination of *Lavandula stoechas* L. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 148(3), 423-429.

Bozdogan, B., & Sakcali, S. (2012). Investigation of the Essential Oil Composition of *Lobularia maritima* (L.) Desv. Leaves from Turkey. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 15(3), 433-437.

Breitwieser, I., (2016). Rapid Micropropagation and Cryopreservation of *Senecio maritimus*: A Valuable Resource for Multiplication and Conservation of Rare and Endangered Coastal Plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 126(1), 1-10.

Cebrián, A. C., & González-Hidalgo, J. C. (2003). Variabilidad espacial y temporal de las precipitaciones en la provincia de Alicante (1951-2000). *Cuadernos Geográficos*, 33(2), 119-136.

Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. (2005). *Atlas de los Paisajes de la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana.

Cortina, J., & Maestre, F. T. (2005). Small-scale spatial patterns of soil surface properties and vegetation in a Mediterranean semi-arid steppe. *Plant and Soil*, 278(1-2), 189-202.

Dadach, M., & Mehdadi, Z. (2018). Germination responses of *Ballota hirsuta* seeds under conditions of temperature, salinity and water stress. *Hellenic Plant Protection Journal*, 11(1), 34-39.

Davis, A. P., (2011). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 11. Edinburgh University Press.

Dearborn, D. C., & Kark, S. (2010). Motivations for Conserving Urban Biodiversity. *Conservation Biology*, 24(2), 432-440.

Dehgan, B. (2023). *Garden Plants Taxonomy: Volume 2: Angiosperms (Eudicots)*. Springer Nature.

Del Pozo, S., & Revilla, M. Á. (2016). Vertical Gardens as Passive Systems for Energy Savings in Buildings. *Sustainability*, 8(9), 859.

Dobignard, A., (2013). *Atlas mondial de la flore de la Suisse: atlas of the global flora of Switzerland*. Editions des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.

Dykes, W.R. (1993). *The Genus Iris*. Cambridge University Press.

Escobedo-López, D., & García-Moya, E. (2019). Green walls as a strategy for urban greening in arid regions: A review. *Journal of Arid Environments*, 161, 35-44.

Espinosa, M., Garcia-Soriano, L., & Llorca, M. (2015). Evaluating the thermal benefits of green walls in urban Mediterranean environments: A case study in Alicante, Spain. *Energy and Buildings*, 86, 675-684.

Folkwin, G. (1987). El Sureste español y los problemas de la aridez. *Journal of Hydrology*, 452-463, 13-24.

García-Castaño, J. L. (2008). The Genus *Narcissus* in Spain: A Comparative Analysis of the Available Molecular Data. *Plant Systematics and Evolution*, 275(1-2), 93-107.

García-Ruiz, J.M., López-Moreno, J.I., Vicente-Serrano, S.M., Lasanta, T., Beguería, S., Martí, C., & Sanjuán, Y. (2011). Mediterranean water resources in a global change scenario. *Earth-Science Reviews*, 105(3-4), 121-139.

- García-Fernández, A. (2011). Ecology and phenology of *Iris germanica* L. subsp. *aphylla* (Mill.) B.Mathew in Northern Spain. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 84(2), 111-117.
- Gavidia, I., Zaragoza, C., Segura, J., & Pérez-Bermúdez, P. (1997). Plant regeneration from juvenile and adult *Anthyllis cytisoides*, a multipurpose leguminous shrub. *Journal of Plant Physiology*, 150(6), 714-718.
- Gil-Tena, A., López-Bustins, J. A., López-Sánchez, J. M., & Monserrat, V. J. (2011). Cambios en la vegetación y el uso del suelo en el Palmeral de Elche (Alicante) entre 1956 y 2006. *Cuadernos de Geografía*, 89, 53-70.
- Gómez-Campo, C. (1983). Taxonomía del género *Limonium* en España. *Lagascalia*, 11(2), 283-301.
- Gómez-García, D., Lana-Renault, N., López-Moreno, J.I., & Valero-Garcés, B. (2018). Environmental change in a Spanish montane catchment: climatic and anthropogenic effects on a Pyrenean Lake. *Science of the Total Environment*, 621, 1203-1214.
- Greuter, W., (Eds.) (1984). *Med-Checklist: A Critical Inventory of Vascular Plants of the Circum-Mediterranean Countries*, Vol. 1. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- Guerrero-Campo, J., & Mota, J. F. (1995). Ecology of *Lygeum spartum* L. in semi-arid southeastern Spain. *Journal of Arid Environments*, 30(3), 269-284.
- Gutián, P., & Llamas, F. (1997). Aproximación a los límites climáticos de *Narcissus assoanus* L. (Amaryllidaceae). *Acta Botánica Malacitana*, 22, 227-234.
- Güner, A., (2012). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 11. Edinburgh University Press.
- Gutterman, Y. (2013). *Regeneration of Plants in Arid Ecosystems Resulting from Patch Disturbance*. Springer Science & Business Media.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC.
- Johnson, P. L. (2018). Pollination biology and reproductive strategies of *Anthyllis cytisoides* L.: Adaptations to Mediterranean climate. *Journal of Plant Research*, 24(9), 567-580.
- Laliga, L. S. (2007). *Estudio crítico de la flora vascular de la provincia de Alicante: aspectos nomenclaturales, biogeográficos y de conservación*. Editorial CSIC - CSIC Press.
- Le Houérou, H. N. (1996). The Role of Perennial Shrubs in the Mediterranean-Type Ecosystems. *Journal of Arid Environments*, 33(4), 319-340.

Llorca, M., García-Soriano, L., & Marqués, J. (2016). Green facades in Mediterranean cities: A comparative study between Barcelona and Alicante. *Urban Forestry & Urban Greening*, 16, 48-55.

Lloyd, D. G., & Barrett, S. C. (2012). *Floral Biology: Studies on Floral Evolution in Animal-Pollinated Plants*. Springer Science & Business Media.

Lo Presti, R. M. (2010). Geological Vs. Climatological Diversification in the Mediterranean Area: Micro- and Macroevolutionary Approaches in *Anthemis* L. (Compositae, Anthemideae). Logos Verlag Berlin GmbH.

Loidi, J. (2017). *The Vegetation of the Iberian Peninsula: Volume 2*. Springer.

López-Bustins, J. A., & Gil-Tena, A. (2013). El jardín vertical como elemento de mitigación del efecto isla de calor en áreas urbanas mediterráneas. *Geographica*, (64), 35-53.

López-Bustins, J. A., Espí, M. J., & Pla, E. (2010). Climate variability in southeastern Spain: correlation between the North Atlantic Oscillation and the Elche Palmeral. *Theoretical and Applied Climatology*, 99(1-2), 103-114.

López-Garrido, A. C., (2019). Neogene to Quaternary Sedimentation in the SE Iberian Margin (Mediterranean Sea, Spain). *Geosciences*, 9(5), 221.

López-Poma, R. (2015). "Xerophytic shrubland dynamics under global change scenarios in a Mediterranean region." *Applied Vegetation Science*, 18(2), 296-305.

López, J. (2003). Caracterización ecológica de *Narcissus assoanus* L. en la provincia de Cádiz. *Actas del XIX Congreso Nacional de Biología*, 79-83.

Stahl-Biskup, E., & Saez, F. (2002). *Thyme: The Genus Thymus*. CRC Press.

Luna, B., (2011). Effects of land use and topography on plant species richness and landscape connectivity in a Mediterranean agroecosystem. *Landscape Ecology*, 26(6), 837-849.

Mabberley, D. J. (2008). *Mabberley's Plant-Book: A Portable Dictionary of Plants, Their Classification and Uses*. Cambridge University Press.

Martilli, A., Santiago, J. L., Martín, F., & Serrano, E. (2011). Evaluation of different strategies to mitigate the urban heat island effect in the city of Madrid. *Theoretical and Applied Climatology*, 106(3-4), 425-441.

Martínez-Lirola, M. J. (2019). Variability of the Essential Oil Composition of *Rosmarinus officinalis* L. var. *prostratus* (Noë) P. Samp. Grown in Southeastern Spain. *Plants*, 8(12), 579.

- Martínez, J. J., (2013). *Flora vascular de Elche y su entorno*. Universidad de Alicante.
- Mateo, G. (2003). Narcissus L. In: Castroviejo, S., et al. (Eds.), *Flora Iberica*, Vol. 21. Real Jardín Botánico, CSIC.
- Mateos-Naranjo, E. (2008). Growth and Photosynthetic Responses to Salinity of the Salt-Marsh Shrub *Anthyllis cytisoides* L. *Journal of Arid Environments*, 72(5), 707-713.
- Mateus, E., Pina, F., Gonçalves, R., & Mota, T. (2017). Influence of Climate Conditions on *Lavandula stoechas* Essential Oil Composition: An HPLC-UV Quantitative Approach. *Molecules*, 22(2), 229.
- Mathew, B. (2002). *The Smaller Bulbs of the Eastern Mediterranean*. Timber Press.
- Meusel, H. (1965). *Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora*, Vol. 2. Gustav Fischer Verlag.
- Montero, J. I., Mocholi, E., & González, R. M. (2014). Urban heat island in Mediterranean cities: Analysis of the cooling effect of green spaces. *Environmental Modelling & Software*, 61, 411-420.
- Morán-Tejeda, E., Estrela, T., Serrano-Notivoli, R. y Beguería, S. (2017). Hydrological response to climate change scenarios in a semiarid catchment using different downscaling approaches. *Journal of Hydrology*, 554, 286-303.
- Mota, J. F., & Guerrero-Campo, J. (1991). The biology of *Lygeum spartum* L. in southeastern Spain. *Journal of Arid Environments*, 20(1), 19-28.
- Muñoz-Perea, C. G., Álvarez-Ayuso, E., & Lumbreras-Martín, J. (2017). Effect of seed treatment on *Lygeum spartum* L. germination and seedling growth. *Journal of Arid Environments*, 144, 80-87.
- Nedjimi, B. (2013). Effect of Salinity and Temperature on Germination of *Lygeum spartum*. *Agricultural research*, 2(4), 340-345.
- Noy-Porat, T., Flaishman, M. A., Eshel, A., Sandler-Ziv, D., & Kamenetsky, R. (2009). Florogenesis of the Mediterranean geophyte *Narcissus tazetta* and temperature requirements for flower initiation and differentiation. *Scientia Horticulturae*, 120(1), 138-142.
- Olcina, J., Rico, A. M., & Saurí, D. (2011). Cambio climático y vulnerabilidad en el litoral mediterráneo: el caso del área metropolitana de Alicante-Elche. *Investigaciones Geográficas*, (55), 111-132.
- Ozel, C. A., & Yilmaz, H. (2009). Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils of *Santolina chamaecyparissus* subsp. *chamaecyparissus* and *S. chamaecyparissus* subsp. *squarrosa*. *Pharmaceutical Biology*, 47(7), 640-644.

Özgökçe, F., Gülerman, F., & Özgökçe, M. S. (2013). Essential Oil Composition of *Cistus clusii* from Turkey. *Natural Product Communications*, 8(10), 1479-1480.

Palau, J. (2020). *Rewilding Iberia: Explorando el potencial de la renaturalización en España*. editorial LINX Edicions 13-16

Pau, C. (1911). *Novitates florae hispaniae*, Vol. 3. Instituto de Estudios Catalanes.

Pecio, Ł., Oleszek, W., Stochmal, A., Kisiel, W. & Kontek, R. (2011). New 4-Hydroxybenzoylated Flavonol Glycosides from *Lobularia maritima* (L.) Desv. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 80(3), 213-217.

Peiró, J. M., García, A., Martínez-Farré, F. X., & López, E. (2004). Ecological study of *Limonium caesium* populations in coastal dune systems. *Journal of Ecology*, 30(2), 145-158.

Pérez Rodríguez, R. (2015). *Elche, patrimonio de la humanidad*. Murcia: Editora Regional de Murcia.

Pérez-Gimeno, A. & Arbonés, A. (2002). Estudio preliminar de la influencia de la disponibilidad hídrica en la lavanda (*Lavandula stoechas* L.) en la comarca de Mora d'Ebre (Tarragona). *Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*, 2, 827-831.

Peter, K. V. (2004). *Handbook of Herbs and Spices: Volume 2*. Woodhead Publishing.

Pignatti, S. (2005). *Flora d'Italia*, Vol. 3. Edagricole.

Pignatti, S. (2017). *Flora d'Italia*, Vol. 2. Edagricole.

Quézel, P. (1962). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*, Vol. 1. Centre National de la Recherche Scientifique.

Quézel, P., & Santa, S. (1963). *Nouvelle Flore de l'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales*, Vol. 2. Centre National de la Recherche Scientifique.

Rezazadeh, A., Razmjoo, J., & Mirza, M. (2014). The Effects of Temperature and Salinity on Germination and Seedling Growth of *Lavandula stoechas*. *Industrial Crops and Products*, 52, 449-455.

Riess, F. (2019). *The Journey of Deacon Bodo from the Rhine to the Guadalquivir: Apostasy and Conversion to Judaism in Early Medieval Europe*. Routledge.

Rincón, J. M., González-Lodeiro, F., & Tornos, F. (1999). *Geología de España*. Madrid, España: Rueda.

Rivas Martínez, S. (2002). *Checklist of the Vascular Plants of Spain and Balearic Islands*. Flora Iberica, Vol. 4. Real Jardín Botánico, CSIC.

Rivero, J. F. (2012). Conservation Status of the Genus *Narcissus* L. in the South of the Iberian Peninsula: Taxonomic, Biogeographic and Genetic Implications. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 168(2), 127-141.

Rodionenko, G.I. (1987). Iris. En: Davis, P.H. (Ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 8. *Edinburgh University Press*, pp. 415-416.

Ruiz-Fernández, J., Casares-Porcel, M., & Quesada-Rubio, J. M. (2019). Urban biodiversity loss in Mediterranean cities: Effects on ecological communities, ecosystems functioning, and ecosystem services. *Urban Ecosystems*, 22(6), 1101-1120.

Ruppel, S., Franken, P., & Witzel, K. (2013). Properties of the halophyte microbiome and their implications for plant salt tolerance. *Functional Plant Biology*, 40(9), 940.

Salas-Pascual, M. (2018). Ecological Implications of Reproductive Traits Variation in the Endemic Species *Narcissus assoanus* (Amaryllidaceae) across Different Habitats. *Flora*, 240, 121-127.

Sánchez Gómez, P. (2002). A Revision of the *Limonium* ser. *Bicoloria* Complex (Plumbaginaceae). *Willdenowia*, 32(2), 241-256.

Sánchez-Gómez, P., Perea-García, A., & Arroyo, J. (2018). Ecological Traits of the Endangered Species *Cistus clusii* in Sierra Nevada (Southern Spain). *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 152(5), 915-921.

Sell, P., & Murrell, G. (2006). *Flora of Great Britain and Ireland: Volume 4, Campanulaceae - Asteraceae*. Cambridge University Press.

Serrano-Notivoli, R., Saz-Sánchez, M. A., & Domínguez-Castro, F. (2017). Trends in sunshine duration and cloud cover in Spain (1950-2011). *International Journal of Climatology*, 37(3), 1586-1601.

Smith, J. R., & Johnson, A. B. (2012). Taxonomic revision and phylogenetic analysis of *Anthyllis cytisoides* L. *Botanical Journal*, 54(3), 210-225.

Stace, C. A. (2019). *New Flora of the British Isles, Edition 4*. *Timber*, 63(3), 55-57.

Stebbins, G. (1997). *The Gardener's Guide to Growing Irises*. *Timber*, 75(3), 67-69.

Valle, F., (2016). Biodiversity and ecosystem services in a Spanish vineyard landscape: A multi-scale approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 235, 100-111.

Vargas, A. M., & Alberto, C. L. (2015). *Santolina chamaecyparissus* L. En: P. P. Kole (Ed.), *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources: Industrial Crops* (pp. 145-157). Springer.

Minke, G. (2014). *Muros y fachadas verdes, jardines verticales: sistemas y plantas, funciones y aplicaciones*.

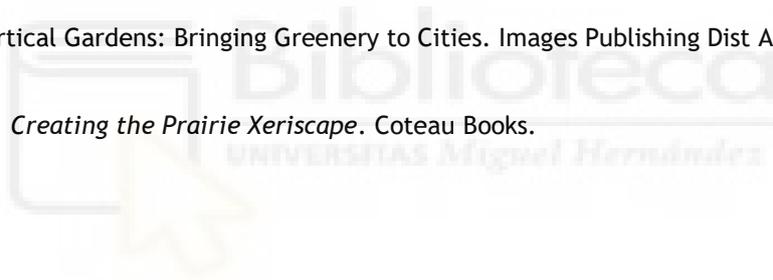
Lambertini, A. (2007). *Vertical Gardens*. Verba Volant.

Vicente-Serrano, S.M., López-Moreno, J.I., Beguería, S., Lorenzo-Lacruz, J., Azorin-Molina, C., Moran-Tejeda, E., & García-Ruiz, J.M. (2012). "Effects of warming processes on droughts and water resources in the NW Iberian Peninsula (1930-2006)". *Journal of Climate*, 25(15), 5377-5392.

Vilá Valenti, J. (1961). El impacto de la aridez en la región del Sureste español. *Revista de Geografía*, 35(2), 78-92.

Wall, K. (2012). *Vertical Gardens: Bringing Greenery to Cities*. Images Publishing Dist Ac.

Williams, S. (2013). *Creating the Prairie Xeriscape*. Coteau Books.



- ANEXOS -



Anexo I. Descripción de las especies vegetales seleccionadas.

***Lavandula stoechas* L.**

Descripción: Caméfito o nanofanerófito de tallos cuadrangulares muy foliosos con pelos cortos y blanquecinos (ligeramente tomentosos). En general, presenta hojas enteras lineares en verticilos. Además, tiene hojas invernales densamente dispuestas en fascículos axilares que tienen una coloración blanquecina formada por pelos compuestos muy pequeños. Su inflorescencia está formada por numerosos verticilastros con numerosas flores cada uno. Presenta brácteas anchamente elípticas que van disminuyendo gradualmente hasta llegar a la punta, las cuales tienen el haz glabro y envés peloso y con frecuencia de margen lanoso de color verdoso, pardo o violeta. El cáliz presenta cuatro dientes agudos (a veces con margen muy peloso y blanquecino) y la corola azulado-violácea presenta 2 lóbulos superiores algo mayores que los 3 inferiores. El fruto de esta especie son núculas elipsoides (Peter, 2004).

Ecología: Matorrales xerófilos repartidos en todo tipo de sustratos, frecuentemente en silíceos y sueltos (Peter, 2004).

Fenología: Florece de mayo a agosto (Arenas, 2023a).

Requerimientos: (Bouzid *et al.*, 2014).

1. **Ubicación:** Exterior, a pleno sol en posiciones soleadas y muy bien ventiladas.
2. **Sustrato:** Suelo calcáreo con pH neutro (o ligeramente alcalino) y buen drenaje.
3. **Riego:** No demasiado abundante, ni demasiado frecuente. Regar sobre suelo seco.
4. **Abonado:** No necesita fertilizantes (adaptada a sustratos pobres).
5. **Poda:** Al acabar de florecer, eliminando todos los tallos florales. En caso de plantas debilitadas, aplicar poda severa para estimular el desarrollo de nuevos brotes.
6. **Propagación:** Por esquejes, depositando estos sobre un líquido enraizante.

Santolina chamaecyparissus L.

Descripción: Subarbusto perenne de 20-60 cm de altura cuya cepa se ramifica para producir numerosos tallos leñosos ascendentes (generalmente simples), recubiertos por una gran cantidad de pelillos blanquecinos. Tiene hojas angostas y lineales de glabras a tomentosas, profundamente divididas en lóbulos cortos desde la base. Presenta una floración en capítulos, con cabezuelas constituidas por multitud de pequeñas flores, localizados en los haces terminales, con una conformación hemisférica y subglobosa, sobre pedúnculos hinchados en el vértice. Las flores son tubuladas, simpétalas y con un color amarillo. Es una especie monoica con flores hermafrodita en el centro y femeninas las de la periferia (Loidi, 2017).

Ecología: Especie con afinidad a sustratos rocosos, con un pH básico y con cierta nitrofilia. Su desarrollo está ligado a los collados y laderas pedregosas y arcillosas, principalmente sobre materiales ricos en bases como en suelos calcáreos y silíceos (Loidi, 2017).

Fenología: Florece de abril a septiembre (Arenas, 2023).

Requerimientos: (Vargas & Alberto, 2015).

1. **Ubicación:** Exterior, a pleno sol.
2. **Sustrato:** Suelos con cierta basicidad y buen drenaje. No tolera el encharcamiento.
3. **Riego:** Poco frecuente. Regar 2-3 veces por semana en verano, y menos el resto del año.
4. **Abonado:** Únicamente en meses cálidos, usando abonos líquidos orgánicos o minerales.
5. **Poda:** En otoño se quitan las flores marchitas y las ramas que han crecido demasiado.
6. **Trasplante:** En primavera, antes del periodo de floración.
7. **Plagas y enfermedades:** Susceptible al ataque de pulgones.

Narcissus assoanus Dufour L.

Descripción: Planta bulbosa perenne cuyos bulbos son ovoides, miden alrededor de 2 cm de diámetro y están formados por capas gruesas y carnosas. El tallo floral es erecto y mide de 15 a 25 cm de altura. En la parte superior del tallo se encuentra una inflorescencia que contiene de 1 a 4 flores. Cada flor tiene seis tépalos, tres internos y tres externos, que son de color blanco con una banda central amarilla. Los tépalos internos son más pequeños que los externos y tienen una forma ovalada con un ápice redondeado. Los tépalos externos son más grandes, miden de 2 a 3 cm de largo y tienen una forma oblonga con un ápice puntiagudo. Los estambres y el estilo sobresalen de la flor. Las hojas son planas y estrechas, miden alrededor de 1 cm de ancho y crecen directamente desde la base del bulbo. Son de color verde oscuro y tienen un borde liso y una punta aguda. Las hojas son más largas que el tallo floral y pueden crecer hasta 35 cm de longitud (Lloyd & Barrett, 2012).

Ecología: Crece en suelos bien drenados y preferentemente calcáreos. Es una especie heliófila, es decir, que prefiere la luz directa del sol, y prefiere climas mediterráneos con veranos cálidos y secos e inviernos suaves y húmedos. Esta especie se adapta bien a diferentes tipos de hábitats, incluyendo pastizales, matorrales, bosques y zonas costeras (Lloyd & Barrett, 2012).

Fenología: Florece de febrero a junio (Gutián & Llamas, 1997).

Requerimientos (Smith & Johnson, 2012)

1. **Sustrato:** Suelo bien drenado y de turba, perlita y arena a partes iguales.
2. **Riego:** Moderada, evitando el exceso de humedad en el sustrato.
3. **Luz:** Luz solar directa.
4. **Temperatura:** Resistente al frío. No tolera bien temperaturas extremadamente altas.
5. **Fertilización:** Fertilizante líquido diluido cada 15 días en época de crecimiento.
6. **Propagación:** Por semillas o por bulbillos.

Lobularia marítima L.

Descripción: esta es una planta de pequeño tamaño que generalmente alcanza una altura de 10 a 30 centímetros. Presenta un crecimiento rastrero o erecto y produce tallos delgados y ramificados, sus hojas son pequeñas, lineales o lanceoladas, de color verde claro, alternas y cubiertas de pequeños pelos. Una de las características más distintivas de esta planta son sus flores, las cuales son pequeñas, fragantes y se presentan en racimos densos de color generalmente blanco, pero también pueden ser de color lila o rosa pálido. Cada flor tiene cuatro pétalos en forma de cuchara y un cáliz verdoso (Blanca *et al.*, 2009).

Ecología:

Se encuentra entre el nivel del mar y los 1200 m de altura, en arenales marinos, sistemas dunares, claros de pinares, matorrales en sustrato arenoso, roquedos.

En cuanto a su servicio ecológico *Lobularia marítima* L. es conocida por su agradable fragancia dulce, que atrae a polinizadores como abejas y mariposas. Sus flores son nectaríferas y a menudo se utiliza como planta de bordes en jardines y como planta ornamental en macetas y jardineras (Dehgan, 2023).

Fenología: Florece durante todo el año (Dehgan, 2023).

Requerimientos (Dehgan, 2023):

- **Luz solar:** es una planta que requiere una exposición directa a la luz solar. Prefiere áreas soleadas y se desarrolla mejor cuando recibe al menos 6 horas de luz solar al día.
- **Suelo:** Esta especie se adapta a una amplia variedad de suelos, pero prefiere suelos bien drenados y arenosos. Es capaz de tolerar suelos pobres en nutrientes y ligeramente salinos, lo que le permite crecer en hábitats costeros y terrenos áridos.
- **Agua:** es una planta resistente a la sequía y puede sobrevivir en condiciones de baja disponibilidad de agua. Sin embargo, un riego adecuado durante períodos secos prolongados promoverá un mejor crecimiento y floración.
- **Temperatura:** Esta especie se encuentra en climas mediterráneos, donde puede tolerar temperaturas cálidas y secas durante el verano. Sin embargo, también puede adaptarse a climas más suaves y frescos.
- **Fertilización:** Puedes proporcionar nutrientes adicionales a la planta mediante la aplicación de un fertilizante equilibrado una vez al mes durante la temporada de crecimiento. Sigue las instrucciones del fabricante para la dosificación adecuada.

- **Mantenimiento:** Retira las flores marchitas de forma regular para fomentar una mayor floración.

Cistus clusii L.

Descripción: Arbusto perenne de corteza grisácea con un final pardo, de la que se disponen las ramas pubescentes, las hojas son casi verticiladas, con el haz convexo, piloso y brillante y de margen revoluto; el envés presenta una alta densidad de pelos largos y estrellados además de observarse un nervio central prominente. Las hojas se encuentran sentadas en los brotes cortos de las axilas. Presenta numerosas inflorescencias con pedúnculo y pedicelo peloso, brácteas anchas, perennes acabadas en punta y visible en el botón floral y caducas en la fructificación. Las flores presentan una morfología de 3 sépalos caducos en la fructificación, de forma ovado lanceolados o subredondeados; pétalos pentámeros blanquecinos; estambres desiguales de longitud similar a los del pistilo; ovario veloso; estigma estrellado de coloración tabaco. En cuanto a las semillas presentan una conformación globoso-tetraédricas y de textura lisa (Loidi, 2017).

Ecología: Crece en suelos yesíferos, calizos o con margas. El rango de altitud donde es visto es 0-1500 m. Se asocia a hábitats de playas y dunas, suelos arenosos, pinares y matorrales con remero y tomillo (Loidi, 2017)

Fenología: Florece entre marzo y junio (Loidi, 2017).

Requerimientos (Özgökçe *et al.*, 2013):

1. **Luz:** Luz solar directa, cuanta mayor exposición mejor.
2. **Sustrato:** Suelo con buen drenaje y con una cierta alcalinidad.
3. **Riego:** Poco frecuente, 1-2 veces por semana en verano.
4. **Abonado:** No es necesario.
5. **Poda:** Tras la floración necesita una poda de mantenimiento no muy drástica.
6. **Propagación:** Por medio de esquejes en verano.

Rosmarinus officinalis var. prostratus L.

Descripción: Variedad de arbusto rastrera de 35cm de altura y diámetro superior al metro de tallo generalmente sin presencia de indumento, aunque en algunos casos puede presentar cierta pubescencia, dentro del mismo las hojas presentan un tamaño variable y una morfología lineal-lanceolada con disposición revoluta y sentada además de ser glabras en el haz y pelosa en el envés, sobre todo visible en las hojas jóvenes. Las inflorescencias se presentan en racimos axilares y lanosos en la base y en los nudos. Las flores presentan un cáliz acampanado que puede ser de totalmente glabro a muy peloso; se observa la presencia de un labio superior de 3 dientes y un labio inferior de 2 dientes ambos con un reborde de aspecto lanoso blanquecino o algunas veces violáceo; la corola presenta lóbulos pelosos en su parte externa de coloración violácea o blanquecina con un lóbulo inferior ornamentado, los estambres son exsertos con anteras con teca curvadas hacia arriba. Las semillas se presentan en forma de núculas de color castaño claro y de forma redondeada (Smith & Johnson, 2012).

Ecología: Se encuentra formando matorrales y formaciones arbóreas abiertas, sin preferencia edáfica, aunque frecuentemente observado sobre calizas. El rango de observación en altitud es entre los 0 y los 1600 m s.n.m. (Martínez-Lirola, 2019).

Fenología: Presenta una floración durante todo el año, siendo la más intensa a principios de primavera y finales de invierno (Smith & Johnson, 2012).

Requerimientos (Martínez-Lirola, 2019):

7. **Luz:** Luz solar directa, cuanta mayor exposición mejor.
8. **Sustrato:** Suelos con pocos nutrientes y rocosos y con un muy buen drenado.
9. **Riego:** Está adaptada a periodos de sequía, regar 1 o 2 veces por semana en verano.
10. **Abonado:** No es necesario.
11. **Poda:** Tras la finalización de la floración es necesaria una poda de mantenimiento.
12. **Propagación:** Por medio de esquejes o mediante semillas.

Anthyllis cytisoides L.

Descripción: Arbusto perenne que puede crecer hasta 120 cm de altura y presenta una forma de ramas más o menos erecta con un indumento blanco grisáceo o amarillento con ramificación densa. Las hojas son pequeñas, alternas, pinnadas y de color verde claro. Cada hoja tiene de 5 a 7 folíolos pequeños y ovalados y con folíolos peludos y raramente glabrescentes. Presenta una inflorescencia basada en un racimo terminal compuesto por varias flores. Sus flores son de color amarillo dorado, agrupadas en racimos terminales que miden hasta 10 cm de longitud y presentan cinco pétalos y cinco sépalos. Su fruto es una vaina pequeña, marrón y aplastada, que contiene una o dos semillas redondas y de color marrón oscuro (Johnson, 2012).

Ecología: Se encuentra comúnmente en pastizales, matorrales, bordes de caminos y terrenos baldíos. Es una especie adaptada a condiciones de sequía y tolerante a suelos pobres. Es capaz de fijar nitrógeno atmosférico en sus raíces gracias a una relación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium* sp., pudiendo crecer en suelos con bajos niveles de nitrógeno y contribuyendo a mejorar la fertilidad del suelo (Gavidia *et al.*, 1997).

Fenología: Generalmente desde mayo hasta agosto (Johnson, 2018).

Requerimientos (Gavidia *et al.*, 1997):

1. **Luz:** Mucha luz solar para desarrollarse adecuadamente.
2. **Sustrato:** Suelos pobres, desde ligeramente ácido hasta alcalino, y bien drenados.
3. **Riego:** Tolera sequías prolongadas, pero requiere cierta cantidad de agua para crecer.
4. **Abonado:** No es necesario.
5. **Poda:** Tras la floración es necesaria una poda de mantenimiento.
6. **Enfermedades y plagas:** Es resistente y no requiere de tratamientos químicos.
7. **Propagación:** Por semillas o mediante rizomas.

Lygeum spartum L.

Descripción: Planta herbácea perenne que puede crecer hasta un metro de altura. Las hojas son rígidas y afiladas, con un tamaño de 20-30 cm de longitud y 2-3 mm de ancho, de color verde grisáceo debido a una capa de cera que las recubre. La superficie superior de las hojas es áspera, mientras que la inferior es suave. Las flores se agrupan en panículas de hasta 20 cm de longitud y 5-8 cm de ancho, que se desarrollan en las ramas superiores de la planta. Cada panícula puede tener entre 20 y 100 flores. Las flores son pequeñas, miden de 2 a 4 mm de longitud y son de color pálido a marrón claro. Sus semillas presentan una coloración marronácea oscura y están rodeadas por una cubierta dura y resistente que las protege de las condiciones ambientales adversas (Mota & Guerrero-Campo, 1991).

Ecología: Crece en suelos pobres y bien drenados. *L. spartum* se encuentra en hábitats de pastizales y matorrales en áreas de baja precipitación y alta insolación, como estepas, zonas costeras y dunas de arena. Esta especie es capaz de tolerar sequías prolongadas y temperaturas extremas, gracias a su sistema de raíces profundo y resistente (Guerrero-Campo & Mota, 1995).

Fenología: Florece de marzo a junio. Durante el verano, entra en dormancia reduciendo su crecimiento y actividad metabólica (Muñoz-Perea *et al.*, 2017).

Requerimientos (Muñoz-Perea *et al.*, 2017):

1. **Luz:** Luz solar directa y puede crecer en áreas con alta radiación solar.
2. **Riego:** Bajo requerimiento de agua, puede sobrevivir con muy poca agua.
3. **Sustrato:** Suelos bien drenados y con buena aireación.
4. **Abonado:** No es necesario abonar.
5. **Poda:** No requiere una poda regular.
6. **Enfermedades y plagas:** No suele verse afectada por enfermedades o plagas.
7. **Propagación:** Por semillas o por división de matas existentes.

Narcissus tazetta L.

Descripción: Planta bulbosa con hojas basales de color verde oscuro y tienen forma de cintas que crecen erectas desde la base del bulbo. Las flores tienen forma de campana y están compuestas por seis tépalos de color blanco con una corona central amarilla. Las flores surgen en grupos de 2-6 en el extremo de un tallo floral largo y sin hojas. Cada flor está sostenida por un pedúnculo de entre 15-25 cm de longitud. El fruto es una cápsula globosa que contiene numerosas semillas pequeñas y negras (Blanca *et al.*, 2009).

Ecología: Se encuentra comúnmente en áreas de matorral mediterráneo, pastizales, prados, bordes de caminos, y en ocasiones se cultiva como planta ornamental. Se adapta a una gran variedad de condiciones ambientales (Blanca *et al.*, 2009).

Fenología: Florece de diciembre a abril (Arroyo & Dafni, 1995).

Requerimientos: Según Arroyo & Dafni (1995):

1. **Luz:** Exposición directa al sol o semisombra.
2. **Riego:** Cantidad moderada de agua. Evitar el exceso de humedad en el suelo.
3. **Sustrato:** Suelos bien drenados y ricos en materia orgánica (con pH entre 6,5 y 7,5).
4. **Abonado:** Una vez al año, tras la floración. Abono rico en nitrógeno, fósforo y potasio.
5. **Poda:** Después de la floración. Cortar flores marchitas y hojas amarillentas.
6. **Propagación:** Por bulbos o por semillas.
7. **Enfermedades y plagas:** No suele ser afectada por plagas o enfermedades graves.

Iris germánica L.

Descripción: Planta herbácea perenne de crecimiento de hasta 1,2 metros de altura. Las hojas verdes y ensiformes crecen desde un rizoma grueso, el cual también es el órgano de almacenamiento de nutrientes de la planta. Las flores son grandes, vistosas y tienen una forma de copa con seis pétalos, en los pétalos superiores estos son llamados estandartes y son generalmente más grandes que los otros cuatro, los cuales se llaman caídos. El sexto pétalo es una estructura tubular llamada labelo o lengua, que generalmente tiene una barba amarilla en los pétalos más grandes. Los colores de los pétalos varían de tonos de morado, blanco, amarillo, rosa, naranja y rojo, y pueden ser sólidos, bicolor o jaspeados (Blanchard, 2019).

Ecología: Crece en climas templados, con veranos secos y cálidos y temperaturas invernales suaves. También puede tolerar períodos de sequía y exposición a la luz solar directa. Es capaz de crecer en una amplia gama de tipos de suelo, desde arenosos hasta arcillosos, siempre y cuando tengan un buen drenaje. Se puede encontrar en una variedad de hábitats, incluyendo bosques abiertos, pastizales, praderas y orillas de ríos y lagos (García-Fernández, 2011).

Fenología: Florece de marzo a junio (Rodionenko, 1987)

Requerimientos (Stebbing, 1997):

1. **Luz:** Suficiente luz solar directa.
2. **Riego:** Regular para evitar que las plantas se sequen. Evitar el riego excesivo.
3. **Sustrato:** Suelo ligeramente ácido a neutro con buen drenaje y rico en materia orgánica.
4. **Fertilizante:** Uso de fertilizante equilibrado una o dos veces al año.
5. **Poda:** Poda regular de las hojas muertas y las flores marchitas.
6. **Propagación:** Por división de rizomas en otoño o principios de primavera, o por semillas.
7. **Enfermedades y plagas:** Pudrición de raíz, manchas foliares, áfidos y escarabajo del iris.

Limonium caesium Girard

Descripción: planta perenne, herbácea y rizomatosa que puede crecer hasta 50 centímetros de altura. Tiene un tallo erecto y ramificado en la parte superior. Las hojas son lineales, más cortas y estrechas en la parte superior del tallo, dispuestas en una roseta basal. La inflorescencia es un escapo largo, coronado por una panícula ramificada. Las flores aparecen en espigas densas de 10-18 mm de longitud, con brácteas triangulares y ovadas. Las brácteas internas son de forma obovada a elíptica, con un ápice redondeado. El cáliz es más corto que las brácteas internas y generalmente sin pelos. Los pétalos son de color púrpura (Peiró *et al.*, 2004).

Ecología: Es una especie halófila adaptada a vivir en suelos salinos. Se encuentra en hábitats costeros como acantilados, playas y marismas saladas, así como en pastizales y dunas costeras (Bernal & Estébanez, 2008).

Fenología: Florece de mayo a julio, estando en dormancia en otoño-invierno (Peiró *et al.*, 2004).

Requerimientos (Peiró *et al.*, 2004):

1. **Riego:** Tolera estrés hídrico moderado.
2. **Sustrato:** Suelos pobres en nutrientes.
3. **Luz:** Exposición solar directa para su crecimiento.
4. **Propagación:** Por semillas o por división de matas.

Jacobaea marítima L.

Descripción: *Jacobaea maritima* L., comúnmente conocida como hierba de Santa María, es una planta herbácea perenne perteneciente a la familia de las Asteráceas. Presenta porte erecto que puede alcanzar alturas de hasta 1 metro con un tallo único que se va ramificado. Presenta hojas alternas lanceoladas o lineares, de color grisáceo o plateado debido a la presencia de pelos que le dan un aspecto lanoso característico. La planta produce inflorescencias en forma de corimbos terminales compuestos por múltiples capítulos pequeños. Cada capítulo está rodeado por brácteas que forman una especie de involucreo, estas flores son de color amarillo brillante y se agrupan en el centro del capítulo y cada flor tiene un disco central tubular rodeado por flores liguladas en la periferia (García-Castaño *et al.*, 2013).

Ecología: se encuentra típicamente en hábitats costeros y dunas, especialmente en áreas de suelos arenosos y salinos. Puede tolerar condiciones difíciles, como vientos fuertes, suelos pobres en nutrientes y niveles de salinidad moderados. Se adapta bien a la exposición al sol y a las condiciones de sequedad. Esta especie muestra una alta capacidad de colonización y se propaga rápidamente en áreas perturbadas. Sus semillas son dispersadas por el viento, lo que le permite establecer nuevas poblaciones en áreas cercanas. Además, puede reproducirse vegetativamente a través de rizomas, formando densas agrupaciones de individuos. puede competir eficazmente con otras especies vegetales en su hábitat, formando densas poblaciones. Su adaptación a suelos salinos y pobres en nutrientes le otorga una ventaja competitiva en ambientes costeros. Además, su capacidad para tolerar condiciones de sequía y su resistencia a condiciones adversas la hacen capaz de sobrevivir en ecosistemas desafiantes (Dehgan, 2023).

Fenología: La planta florece durante los meses de verano, generalmente entre julio y septiembre (Dehgan, 2023).

Requerimientos (Williams, 2013):

1. **Suelo:** Es recomendable utilizar un sustrato bien drenado que permita un buen flujo de agua. Puede emplearse una mezcla de tierra de jardín, arena y turba en proporciones adecuadas. El sustrato debe ser ligeramente alcalino y no excesivamente fértil, ya que esta planta prefiere suelos pobres en nutrientes.
2. **Riego:** *Jacobaea maritima* se adapta a condiciones secas, pero durante el cultivo en maceta, es necesario proporcionar un riego regular para evitar que el sustrato se seque completamente. Se debe permitir que el sustrato se seque ligeramente entre riegos,

evitando el encharcamiento, ya que el exceso de humedad puede propiciar enfermedades.

3. **Exposición solar:** Esta planta requiere una exposición directa al sol durante al menos 6 horas al día. Por lo tanto, es importante ubicar la maceta en un lugar donde reciba luz solar adecuada.
4. **Temperatura:** *Jacobaea maritima* es tolerante a temperaturas cálidas y puede adaptarse a climas semiáridos. Sin embargo, en veranos extremadamente calurosos, es recomendable proporcionar sombra parcial durante las horas más intensas del día para protegerla del estrés por calor.
5. **Fertilizante:** Esta especie no requiere altos niveles de fertilización. Se puede aplicar un fertilizante equilibrado y de liberación lenta al comienzo de la temporada de crecimiento, siguiendo las recomendaciones de la etiqueta del producto. Es importante no excederse en la fertilización, ya que un exceso de nutrientes puede afectar negativamente el crecimiento y la floración.
6. **Control de plagas y enfermedades:** Es necesario estar atento a posibles plagas como pulgones o ácaros, así como a enfermedades fúngicas, y tomar medidas adecuadas para su control, como la aplicación de insecticidas o fungicidas orgánicos si es necesario.
7. **Poda:** Se puede realizar una poda ligera después de la floración para mantener una forma compacta y promover un crecimiento saludable.

Ballota hirsuta Benth.

Descripción: es una planta herbácea perenne que se caracteriza por tener un tallo erecto y ramificado, alcanzando alturas de hasta 50 centímetros. Sus hojas son opuestas, de forma ovalada o lanceolada, de color verde grisáceo y cubiertas de pelos finos y blancos, dándoles un aspecto aterciopelado. Las flores son pequeñas y se agrupan en inflorescencias globulares en la parte superior de los tallos. Tienen una corola tubular de color rosa pálido o blanco, rodeada por brácteas verdes. La planta forma frutos secos llamados aquenios, que contienen una sola semilla. En general, tiene una apariencia compacta y densa debido a sus hojas aterciopeladas y su forma ramificada (Dadach & Mehdadi, 2018).

Ecología: es una planta adaptada a diferentes condiciones ecológicas. Se encuentra principalmente en regiones mediterráneas, aunque también se puede hallar en Europa y Asia occidental. Prefiere suelos secos y pedregosos, como laderas, márgenes de caminos y pastizales abiertos. Es resistente a la sequía, ya que sus raíces fibrosas extraen y retienen agua en suelos secos. Además, tolera altas temperaturas gracias a sus hojas cubiertas de pelos finos que reducen la pérdida de agua. Las flores son visitadas por insectos

polinizadores, como abejas y mariposas, contribuyendo así a la reproducción de la planta. Además, su presencia en los ecosistemas brinda alimento y refugio a insectos herbívoros, lo que contribuye a la diversidad y equilibrio de la comunidad de organismos. En cuanto a los usos humanos, se ha utilizado en la medicina herbal tradicional, especialmente para tratar trastornos digestivos y respiratorios. Sin embargo, es importante tener en cuenta que se deben seguir las indicaciones y precauciones adecuadas al utilizar plantas con fines medicinales (Bentham, 1836).

Fenología: La planta florece generalmente durante los meses de verano, desde junio hasta septiembre (Bentham, 1836).

Requerimientos (Bentham, 1836):

1. **Suelo:** sustrato bien drenado y pobre en nutrientes, mezclando tierra de jardín, arena y turba en proporciones adecuadas.
2. **Riego:** regularmente evitando que el sustrato se seque por completo, pero sin encharcarlo.
3. **Exposición solar:** en un lugar con al menos 6 horas de luz solar directa al día.
4. **Temperatura:** Tolera el calor, pero en veranos muy calurosos, proporcionar sombra parcial en las horas más intensas del día.
5. **Fertilizante:** Aplicar un fertilizante equilibrado de liberación lenta al comienzo de la temporada de crecimiento, siguiendo las instrucciones del producto y evitando la sobre-fertilización.
6. **Control de plagas y enfermedades:** Vigilar y controlar posibles plagas como pulgones y ácaros, así como enfermedades fúngicas, utilizando insecticidas o fungicidas orgánicos si es necesario.
7. **Poda:** Realizar una poda ligera después de la floración para mantener su forma compacta y estimular un crecimiento saludable.

***Anthemis bourgaei* L.**

Descripción: planta herbácea perenne que se caracteriza por tener un hábito erecto y ramificado. Presenta tallos simples o ramificados que pueden alcanzar una altura de 30 a 50 cm. Los tallos son glabros o ligeramente pubescentes. Las hojas son alternas y están divididas en segmentos pinnatífidos. Cada segmento es lineal o lanceolado, con márgenes enteros o dentados. Presenta una coloración verde claro y pueden tener una textura plumosa debido a la disposición de los segmentos. Las inflorescencias son cabezuelas, típicas de la familia Asteraceae, de modo que las cabezuelas se disponen en pedúnculos cortos y se componen

de flores tubulares y flores liguladas. Las flores tubulares se encuentran en el centro de la cabeza y son de color amarillo y las flores liguladas se encuentran en el perímetro de la cabeza y son de color blanco, las brácteas involucrales que rodean las flores son de forma ovada a lanceolada y tienen un color verde claro. Los frutos son aquenios que contienen las semillas (Lo Presti, 2010).

Ecología: se encuentra comúnmente en áreas rocosas, pedregosas y secas, como laderas, taludes y zonas costeras, aunque también puede encontrarse en pastizales, matorrales y bordes de caminos. Esta especie muestra una buena adaptación a la falta de agua por lo que puede sobrevivir en condiciones de baja disponibilidad de agua y es capaz de resistir períodos de sequía prolongados. En su hábitat natural, *Anthemis bourgaei* L. puede competir con otras especies por recursos como luz, agua y nutrientes y gracias a su capacidad para adaptarse a suelos secos y pedregosos presenta una ventaja competitiva frente a otras especies en entornos con estas características. Las flores son visitadas por insectos polinizadores, como abejas y mariposas, que contribuyen a su reproducción cruzada. La polinización es esencial para la formación de semillas y la supervivencia de la especie. Aunque cabe destacar que las semillas de *Anthemis bourgaei* L. pueden requerir ciertas condiciones ambientales, como temperaturas adecuadas y humedad, para la germinación exitosa (Lo Presti, 2010).

Fenología: La floración ocurre durante la primavera y el verano, más concretamente entre los meses de abril a Julio (Lo Presti, 2010).

Requerimientos (Bona *et al.*, 2004):

1. **Suelo:** esta especie presenta una preferencia a un sustrato bien drenado y ligero para macetas por lo que se pueden mezclar tierra de jardín con perlita, vermiculita o arena para mejorar el drenaje y evitar el encharcamiento además es recomendable añadir un poco de materia orgánica, como compost, para enriquecer el sustrato.
2. **Riego:** En el clima semiárido en que se llevara a cabo este trabajo, el riego adecuado es crucial de este modo esta especie prefiere suelos ligeramente húmedos, pero no encharcado por lo que el riego es necesario cuando la capa superior del sustrato esté seca, evitando que se seque por completo y asegurando de no exceder con el riego para evitar el encharcamiento ya que puede ser perjudicial para la planta.
3. **Exposición al sol:** exposición solar plena para un crecimiento saludable y una floración abundante, de al menos 6 horas de luz solar directa al día.

4. **Temperatura:** Esta especie es resistente y puede tolerar temperaturas altas y secas propias de los climas semiáridos mediterráneos. Sin embargo, en situaciones de calor extremo, puede beneficiarse de cierta protección o sombra durante las horas más intensas del día.
5. **Fertilización:** Aplica un fertilizante equilibrado de liberación lenta o un fertilizante líquido diluido cada dos o tres meses durante la temporada de crecimiento para proporcionar nutrientes adicionales a la planta.
6. **Poda:** generalmente mínima, pero se puede realizar para mantener la planta compacta y estimular una floración más abundante de modo que se eliminen flores muertas o para evitar que los tallos se vuelvan leñosos y la producción disminuya.

Limonium cossonianum Kuntze.

Descripción: también conocido como siempreviva de Cosson, es una planta perenne perteneciente a la familia Plumbaginaceae. Este presenta un sistema de raíces fibrosas y ramificadas que se extienden en el suelo para absorber agua y nutrientes. Los tallos son erectos, ramificados y alcanzan alturas de hasta 40 centímetros. Son delgados, leñosos en la base y herbáceos en la parte superior. Las hojas son perennes, sésiles (sin pecíolo) y alternas. Tienen una forma lanceolada o lineal-lanceolada, con los márgenes enteros o ligeramente ondulados. El tamaño de las hojas varía de 3 a 8 centímetros de longitud. El color de las hojas puede variar entre verde grisáceo y verde azulado. Las flores se agrupan en inflorescencias terminales en forma de panícula ramificada. Cada inflorescencia contiene múltiples flores pequeñas y hermafroditas. Las flores individuales son de forma tubular y tienen cinco pétalos fusionados en un tubo corto. El color de las flores puede variar entre blanco, rosa pálido, malva o lila. Después de la polinización, las flores de *Limonium cossonianum* desarrollan pequeños frutos secos llamados aquenios. Estos frutos contienen una sola semilla y están adaptados para la dispersión por el viento (Loidi, 2017).

Ecología (Loidi, 2017):

- **Hábitat:** Esta especie se encuentra principalmente en áreas costeras y salinas, como dunas costeras, marismas y saladares. Está adaptada para crecer en suelos salinos y tolera la exposición al viento y la salinidad del agua.
- **Tolerancia a la salinidad:** esta especie es conocida por su alta tolerancia a la salinidad. Puede sobrevivir en suelos con altas concentraciones de sal, gracias a adaptaciones fisiológicas y morfológicas que le permiten regular el equilibrio de agua y sal en sus tejidos

- **Relación simbiótica:** Al igual que otras especies de *Limonium*, establece una relación simbiótica con bacterias llamadas rizobacterias, que forman nódulos en las raíces y ayudan a fijar el nitrógeno atmosférico y mejorar la disponibilidad de nutrientes en suelos pobres
- **Polinización:** Ya que las flores atraen a polinizadores, como abejas y mariposas, que visitan las inflorescencias en busca de néctar y polinizan las flores al transportar el polen de una planta a otra (Ríos y López-González, 2015).
- **Adaptaciones al viento:** Debido a su hábitat costero expuesto al viento, desarrollando adaptaciones morfológicas para resistir las ráfagas de viento, como tallos flexibles y hojas estrechas que reducen la resistencia al viento.
- **Conservación:** Al ser una especie adaptada a hábitats costeros y salinos, puede ser considerado un indicador de la salud de los ecosistemas costeros. Su conservación es importante para mantener la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas costeros

Fenología: florece generalmente durante los meses de verano, desde junio hasta septiembre. Durante este período, las inflorescencias se forman en la parte superior de los tallos y las flores individuales se abren. Las flores son pequeñas y pueden variar en color, incluyendo tonos de blanco, rosa pálido o malva (Laliga, 2007).

Requerimientos (Ruppel *et al.*, 2013):

1. **Luz solar** de al menos 6 horas de luz solar directa al día. Sin embargo, también es importante tener en cuenta la tolerancia a la sombra de las plantas seleccionadas y adaptar la ubicación según sus necesidades individuales.
2. **Riego:** evita el exceso de riego, ya que el agua estancada puede causar problemas como la pudrición de las raíces. Ajustando la frecuencia y cantidad de riego según las condiciones climáticas y las necesidades de cada especie de planta.
3. **Sustrato y drenaje:** sustrato que permita un buen drenaje. Puedes utilizar una mezcla de turba, perlita y compost para asegurar una buena retención de agua y nutrientes, al tiempo que permite que el exceso de agua se drene correctamente.
6. **Poda y mantenimiento:** Realiza una poda regular para mantener la forma y el tamaño. Elimina las partes dañadas o marchitas y realiza un mantenimiento general para garantizar un aspecto limpio y ordenado.