



**ZTF-FCT**  
Zientzia eta Teknologia Fakultatea  
Facultad de Ciencia y Tecnología

## **GRADO EN BIOLOGIA**

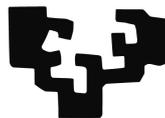
### **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

# **Valoración de alternativas en paneles vegetales prefabricados**

**ENDIKA PRIETO FERNÁNDEZ**

**Leioa, Julio 2013**

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

## **Abstract:**

La rápida e incontrolada expansión de los núcleos urbanos así como la impermeabilización de los suelos está acabando con las zonas verdes en las ciudades. Estas zonas aportan una serie de beneficios al entorno urbano que actualmente se están perdiendo. Una de las alternativas para solventar esta problemática es la implantación de paneles vegetales prefabricados en las fachadas de los edificios. El objetivo de este trabajo es determinar cuáles son las especies de plantas más adecuadas para cubrir los paneles en un clima oceánico húmedo. Para ello, se hizo un experimento con diez paneles metálicos prefabricados instalados en un muro de hormigón, en los que se sembraron 4 tipos de semillas y se plantaron 16 especies vegetales. Algunos paneles tenían sistemas de riego implantados y otros no. Se evaluó mensualmente la cobertura de cada especie entre los meses de noviembre y marzo. Los resultados mostraron grandes diferencias entre especies. Con orientación norte y con riego las especies que mejor respondieron fueron *Liriope muscari* y *Vinca minor* mientras que para la orientación norte sin riego *Sedum spurium* (planta) y *Centranthus sp.* (semilla) funcionaron mejor. Para la orientación sur con riego los mejores resultados se obtuvieron con plantas de *Euonymus sp.* y con semillas de *Festuca ovina*, mientras que en la orientación sur sin riego las especies que respondieron mejor fueron *Sedum spurium* y *Sempervivum calcareum*. Este trabajo debería continuar por un ciclo anual completo para tener una valoración mejor del funcionamiento de los paneles verdes.

Uncontrolled urban expansion and spreading of impervious areas are destroying green areas in the cities, and the benefits they provide to the urban environment. Covering buildings by means of green panels can alleviate part of the problem. The present project aims at determining which are the most suitable plants to fill these green panels. Ten metallic panels were installed in a concrete wall, and seeds of four plant species were sown, and plants of sixteen species planted. Some of the panels had an irrigation system installed. The areal cover of each species was monthly evaluated from November to March. There were large differences in performance between species. The most successful species in northern orientation and with irrigation were *Liriope muscari* and *Vinca minor*, while with northern orientation without irrigation the most suitable was *Sedum spurium* (plant) and *Centranthus sp.* (seed). For southern orientation and with irrigation *Euonymus sp.* plants and *Festuca ovina* seeds performed best, while in the southern orientation without irrigation the most suitable plants were *Sedum spurium* and *Sempervivum calcareum*. The present experiment should be carried out during a whole year to better assess the performance of green panels.

**Palabras clave:** Paneles vegetales, naturaleza en las ciudades, Clima oceánico húmedo, plantas adecuadas.

**Keywords:** Green panels, nature in cities, wet oceanic climate, suitable plants.

# 1. Introducción

La tendencia contemporánea a concebir ciudades a través de la ocupación incontrolada del suelo ha supuesto que los espacios verdes se hayan visto sustituidos por construcciones de hormigón y materiales de bajo albedo, que producen un incremento en la temperatura del aire en las ciudades provocando un fenómeno conocido como "islas de calor" (urban heat islands, UHI) en el entorno urbano. Este fenómeno, derivado de los cambios térmicos en la superficie de los materiales y de la escasez de evapotranspiración, puede incrementar entre 2 y 5 °C la temperatura media del aire en comparación con las áreas rurales (Perini *et al.*, 2011). Una alternativa para paliar este efecto es la implantación de fachadas vegetales en los entornos urbanos, ya que la vegetación es capaz de absorber el 80% de la radiación solar, mientras que mantiene una baja temperatura gracias a la transpiración (Chanampa *et al.*, 2010). Además, estos muros pueden ayudar a neutralizar las emisiones de CO<sub>2</sub>, aumentar la biodiversidad, generar nuevos puestos de trabajo y ofrecer una serie de beneficios al ambiente de los núcleos más poblados (Chanampa *et al.*, 2010).

La aplicación de vegetación envolvente de edificios y otras infraestructuras urbanas se fundamenta en la concepción del elemento vegetal como un material vivo. El retorno a la naturaleza en las ciudades es una necesidad tanto de carácter estético como una herramienta orgánica de actuación en favor de ciudades más sostenibles. Las fachadas verdes (green façades) se basan en el uso de plantas trepadoras del tipo hiedra (*Hedera helix*) y son consideradas como un método directo para cubrir los edificios. Son el método más económico con un coste entre 30-45 €/m<sup>2</sup> (Perini *et al.*, 2011). Una alternativa a este método son los paneles vegetales prefabricados (living wall systems, LWS), que consisten en unas infraestructuras con el sustrato adecuado para las plantas y una instalación de riego incorporada. La ventaja sobre las anteriores es que permiten la utilización de más especies vegetales, promoviendo una mayor biodiversidad y un mayor potencial estético a la hora de realizar los diseños. La principal desventaja es el precio de estos paneles (40-750 €/m<sup>2</sup>), debido a su coste de fabricación y mantenimiento. Sin embargo, la vida útil de estos módulos puede alcanzar los 50 años, mientras que los métodos directos suelen durar una media de 10 años (Perini *et al.*, 2011).

Los paneles vegetales prefabricados repercuten en el balance térmico, actuando como un elemento refrigerante del aire próximo a la superficie vegetal (Alexandri & Jones, 2008). A su vez, constituyen un eficaz aislamiento orgánico, que optimiza las condiciones de confort térmico en el interior de los edificios tanto en invierno como en verano, reduciendo en consecuencia la necesidad de instalaciones de calefacción y climatización. La vegetación retiene aire en su interior, funciona como barrera contra el viento y filtra agua de lluvia, por lo que también supone una barrera frente a las adversidades climatológicas. La cubierta se convierte entonces en una superficie útil a través de la cual se evitan pérdidas energéticas,

multiplicando los usos del cerramiento horizontal. También absorbe parte de las ondas sonoras del ruido de la ciudad, aumentando el aislamiento de los edificios (Chanampa *et al.*, 2010).

Además, los paneles vegetales prefabricados tienen un impacto positivo en la atmósfera de la ciudad, ya que fijan CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> es usado en la fotosíntesis y se genera O<sub>2</sub> y biomasa vegetal, mientras que el SO<sub>2</sub> y el NO<sub>2</sub> son convertidos en sulfatos y nitratos respectivamente en los tejidos de la planta. También tienen la capacidad de tomar pequeñas partículas de polvo (>2,5 µm) que hay en suspensión, que podrían provocar enfermedades respiratorias (Perini *et al.*, 2011), así como la capacidad de fijar contaminantes en sus raíces (fitorremediación).

En definitiva, los paneles vegetales prefabricados satisfacen la demanda de espacios verdes en zonas ya construidas, al tiempo que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos. Del mismo modo, se vincula la ciudad con la naturaleza y se prolonga la vida útil de los edificios. Pese a todas las ventajas expuestas, los paneles vegetados prefabricados son una tecnología nueva sobre la que hay poca experiencia, por lo que se necesitan más estudios climáticos, pruebas con diferentes sustratos y nuevas especies para mejorar la técnica y abaratar costes.

El objetivo de este estudio es determinar los tipos de plantas más adecuados para ser colocados como cierre opaco en fachadas ventiladas vegetales, en función de la orientación, tipo de sustrato y disponibilidad de riego.

La elección del tipo de planta depende de los siguientes parámetros:

- Resistencia y durabilidad adecuadas a lo largo del tiempo y en condiciones adversas.
- Necesidad de agua y nutrientes acordes con su colocación en un sistema vertical y con escaso mantenimiento.
- Tipos más adecuados para la zona en la que vaya a ser colocado el prototipo de fachada a desarrollar durante el proyecto: utilización de vegetación autóctona y no invasora, para evitar contaminación genética y biológica.
- Capacidad de cubrición: es probable que sea necesario utilizar varios tipos de plantas; unos más encaminados a cubrir todo el sustrato base (para que no sea fácilmente visible desde el exterior) y otros más encaminados a ofrecer el aspecto exterior que se pretende conseguir.
- Aspecto estético. En algunas fachadas puede ser necesario que prime la uniformidad de la vegetación y en otros puede ser necesario que se prime más la diversidad.
- Facilidad de colocación vertical.

Aunque todos los parámetros mencionados tienen su importancia, el primero es evidentemente el más importante, ya que si las plantas no sobreviven la fachada vegetal pierde su contenido. Por ello, nos hemos centrado fundamentalmente en el crecimiento y la supervivencia de las plantas.

## 2. Materiales y métodos

### Instalación

Para llevar a cabo el estudio se instaló una pared de hormigón en las proximidades del parque tecnológico de Zamudio (Vizcaya, España) de modo que cada una de sus caras quedaran orientadas al norte y al sur respectivamente. Sobre este muro se instalaron 5 módulos metálicos prefabricados a cada lado y cada uno de ellos se ancló por cuatro puntos a la estructura de hormigón (Figura 1). En el planteamiento inicial se consideró necesario hacer recircular el agua con los elementos nutritivos desde los tanques de almacenamiento hasta el interior de los módulos, por lo que además, se provisionó a alguno de ellos de un sistema de riego automatizado que controla el suministro de agua a las plantas (Figura 2). Además, se diseñó un sistema de recogida de agua en los módulos para que el agua de lluvia y el agua del sistema pudieran ser reutilizadas hasta donde fuera posible.



Figura 1. A la izquierda, la cara norte del muro de hormigón que sostiene los paneles. A la derecha, distribución y anclaje de los paneles de la cara norte.

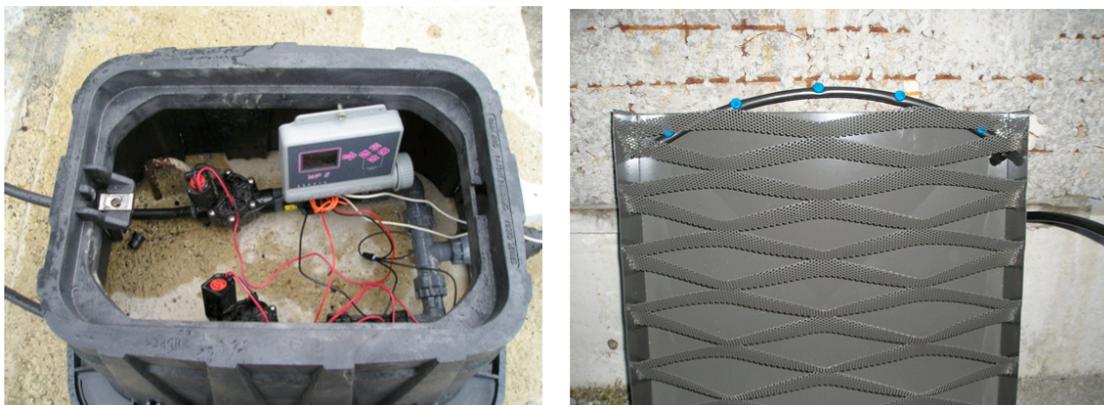


Figura 2. A la izquierda, sistema automatizado de control del riego. A la derecha, tuberías que riegan los paneles.

Tras la instalación y el relleno de los balcones con la mezcla de sustrato correspondiente, se procedió a la plantación de los ejemplares y la siembra de las semillas el día 15 de octubre de 2012, tanto en la cara sur como en la norte (Figura 3).

### Plantas utilizadas

Se realizó un estudio inicial de plantas que pudieran reunir las condiciones adecuadas, clasificándolas en función del grado de exposición solar (plantas de sol o de sombra), exigencia de riego (alta o baja) y tipo de planta (helecho o arbusto). Se elaboró una base de datos con las características de las plantas estudiadas, y de dicha base de datos se realizó una selección de especies (Tabla 1) para su plantación, en función de las características vegetativas de cada una de ellas y de la experiencia del equipo de investigación en el manejo y gestión de las mismas.

Tabla 1. Listado de especies utilizadas en el estudio así como sus exigencias hídricas y tolerancia a la insolación.

Especie	Familia	Exigencia hídrica	Tolerancia a la insolación
<i>Adiantum fragans</i>	Pteridaceae	Alta	Media
<i>Armeria maritima</i>	Plumbaginaceae	Baja	Alta
<i>Asparagus densiflorus</i>	Asparagaceae	Media	Baja
<i>Asplenium nidus</i>	Aspleniaceae	Alta	Media
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	Poaceae	Media	Alta
<i>Centranthus sp.</i>	Valerianaceae	Baja	Alta
<i>Echeveria sp.</i>	Crassulaceae	Baja	Media
<i>Euonymus sp</i>	Celastraceae	Baja	Alta
<i>Festuca glauca</i>	Poaceae	Baja	Alta
<i>Festuca ovina</i>	Poaceae	Baja	Alta
<i>Liriope muscari</i>	Liliaceae	Baja	Baja
<i>Ophiopogon jaburan</i>	Liliaceae	Media	Media
<i>Origanum vulgare</i>	Lamiaceae	Media	Alta
<i>Polypodium ssp.</i>	Polypodiaceae	Media	Media
<i>Rumohra adiantiformis</i>	Polypodiaceae	Alta	Baja
<i>Salvia officinalis</i>	Lamiaceae	Baja	Alta
<i>Sedum spurium</i>	Crassulaceae	Baja	Alta
<i>Sempervivum calcareum</i>	Crassulaceae	Baja	Media
<i>Vinca minor</i>	Apocynaceae	Media	Media

De las especies expuestas en la Tabla 1, algunas se plantaron en su forma vegetativa mientras que otras se sembraron. Su distribución en los paneles aparece representada en la Tabla 2 (cara sur) y Tabla 3 (cara norte). Los criterios seguidos para la distribución e implantación de las especies seleccionadas en el prototipo han sido las siguientes:

- Todas las especies seleccionadas se probaron en los dos tipos de sustrato elegidos con el fin de comprobar cuál es la combinación más adecuada para ser utilizada en los módulos.

- Las especies se distribuyeron en los paneles del prototipo de acuerdo a la disponibilidad de riego o no y a las exigencias hídricas de cada una de ellas (Tabla 1).

### Tipos de sustrato utilizados

Dadas las dificultades constructivas, se descartó la posibilidad de utilizar como base tierra o materiales similares, ya que el módulo resultaría demasiado pesado y el sustrato poco estable. Por ello, se buscó un sistema de capas de materiales que pudieran servir de soporte a las raíces de las plantas y distribuir de forma uniforme el agua y los nutrientes. Por ello, uno de los principales pilares a la hora de experimentar con el sustrato ha sido evaluar el uso racional del agua y abogar por un mantenimiento reducido del sistema.

Tabla 2. Características de cada uno de los 5 paneles en la cara sur de la pared.

Panel	1	2	3	4	5
Sustrato	A	B	B	B	A
Riego	Sin riego	Con riego	Con riego	Sin riego	Con riego
Especies	<i>Asparagus densiflorus</i>	<i>Euonymus sp</i>	<i>Brachypodium phoenicoides</i>	<i>Asparagus densiflorus</i>	<i>Brachypodium phoenicoides</i>
	<i>Centranthus sp. (semilla)</i>	<i>Festuca ovina (semilla)</i>	<i>Festuca glauca</i>	<i>Centranthus sp. (semilla)</i>	<i>Euonymus sp</i>
	<i>Echeveria sp</i>	<i>Origanum vulgare (semilla)</i>	<i>Origanum vulgare (semilla)</i>	<i>Echeveria sp</i>	<i>Festuca glauca</i>
	<i>Sedum spurium</i>	<i>Salvia officinalis (semilla)</i>	<i>Salvia officinalis</i>	<i>Sedum spurium</i>	<i>Salvia officinalis (semilla)</i>
	<i>Sempervivum calcareum</i>	<i>Vinca minor</i>		<i>Sempervivum calcareum</i>	<i>Vinca minor</i>

Tabla 3. Características de cada uno de los 5 paneles en la cara norte de la pared.

Panel	6	7	8	9	10
Sustrato	A	A	B	B	A
Riego	Con riego	Sin riego	Con riego	Sin riego	Sin riego
Especies	<i>Adiantum fragans</i>	<i>Asparagus densiflorus</i>	<i>Adiantum fragans</i>	<i>Asparagus densiflorus</i>	<i>Asparagus densiflorus</i>
	<i>Armeria maritima</i>	<i>Centranthus sp. (semilla)</i>	<i>Armeria maritima</i>	<i>Centranthus sp. (semilla)</i>	<i>Centranthus sp. (semilla)</i>
	<i>Asparagus densiflorus</i>	<i>Ophiopogon jaburan</i>	<i>Asparagus densiflorus</i>	<i>Liriope muscari</i>	<i>Liriope muscari</i>
	<i>Asplenium nidus</i>	<i>Salvia officinalis (semilla)</i>	<i>Asplenium nidus</i>	<i>Ophiopogon jaburan</i>	<i>Origanum vulgare (semilla)</i>
	<i>Liriope muscari</i>	<i>Sedum spurium</i>	<i>Liriope muscari</i>	<i>Origanum vulgare (semilla)</i>	<i>Salvia officinalis (semilla)</i>
	<i>Polypodium ssp.</i>		<i>Polypodium ssp.</i>	<i>Salvia officinalis (semilla)</i>	<i>Sedum spurium</i>
	<i>Rumohra adiantiformis</i>		<i>Rumohra adiantiformis</i>	<i>Sedum spurium</i>	<i>Sempervivum calcareum</i>
	<i>Vinca minor</i>		<i>Vinca minor</i>	<i>Sempervivum calcareum</i>	

Las plantas y semillas, así como los sustratos de plantación, se obtuvieron en el mercado. Se realizó un análisis de las características de cada sustrato, valorándose las características que se consideraron adecuadas para servir como base de la vegetación. En el siguiente listado se resume el análisis de características y alternativas contempladas:

- Turba rubia: a base de *Sphagnum*. Tiene un pH ácido y una capacidad retentiva elevada del agua. Fibra de tamaño medio, esponjosa, ligera y con un bajo peligro de lavado.
- Sustrato universal Floragard: sustrato polivalente con retentor de agua y guano, ideal para todo tipo de plantas y semilleros.
- Perlita: roca volcánica silíceo. Se mezcla con el sustrato y sirve para enraizar y mejorar el intercambio de fluidos.
- Fibra de coco: son las hebras que forran el coco. Se mezcla en la proporción que se desee, resultando especialmente útil en la agricultura hidropónica. Tiene una larga vida útil y no merma en varios años; retiene tanto tierra como agua.
- Arcilla expandida: tiene una alta capacidad de reparto de la humedad por capilaridad gracias a su porosidad. La planta enraíza dentro de la propia arcilla.

Finalmente se determinó la proporción de cada compuesto en las mezclas utilizadas en el estudio, denominadas mezcla A y mezcla B (Tabla 4).

Tabla 4. Composición de las mezclas A y B utilizadas como sustrato.

Material	Porcentaje (%)				
	Turba rubia	S. Universal	Perlita	Fibra coco	Arcilla
Mezcla A	60	-	25	-	15
Mezcla B	-	50	15	35	-

## Seguimiento

Una vez instalado el prototipo, se dejó un tiempo de asentamiento para que las plantas se adaptaran al sustrato antes de hacer el primer control de crecimiento y cobertura. Para el seguimiento se estimó la cobertura de cada especie observada en cada uno de los paneles. Para ello, se diseñó una representación gráfica de cada uno de los paneles con el programa Microsoft Excel donde cada una de las cuadrículas representa un balcón del módulo (Figura 4). De este modo, se calculó el porcentaje de placa que cubre cada una de las especies (teniendo en cuenta el número de cuadrículas que cubre cada especie y el número de cuadrículas totales que representan el panel) y su evolución a lo largo del tiempo frente a cada una de las situaciones de partida.

El primer control se realizó el 30 de noviembre del 2012 y se tomó como referencia o situación de partida. Durante el tiempo de estudio se han llevado a cabo un total de 3 controles más: 10 de diciembre, 31 de enero y 28 de febrero. Con ello se pretende demostrar la supervivencia y adaptación de las

especies estudiadas a las condiciones más adversas de este clima durante el periodo invernal.



Figura 3. (Arriba) Situación inicial tras la plantación y siembra de los ejemplares sometidos a estudio en la cara Norte. (Abajo) Situación inicial de la cara Sur.

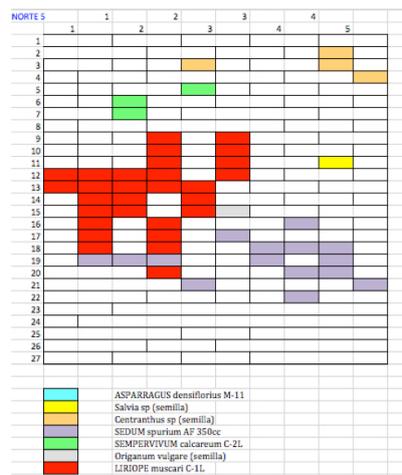


Figura 4. Plantilla de seguimiento. Esta placa corresponde al control 11/12 del panel 5 (sustrato A, con riego) en la cara norte.

### 3. Resultados y discusión

El clima de una región es determinante en el desarrollo y supervivencia de las especies vegetales que pueblan ese territorio, por lo que es un factor muy a tener en cuenta a la hora de sacar las conclusiones de nuestro estudio. Cabe destacar que los meses de enero y febrero han sido muy lluviosos, habiéndose registrado precipitaciones de 303 y 290 mm respectivamente. Estos valores tan altos podrían explicar el poco éxito de algunas de nuestras especies. En cuanto a las temperaturas, los valores medios han oscilado entre los 7,9 °C (febrero) y los 15,8 °C para el mes de octubre (Figura 5). Como cabría esperar en esta región durante esta parte del año, no existe sequía a lo largo del estudio (Figura 5).

En cuanto a las temperaturas, enero y febrero han registrado unas máximas más bajas que las de los valores normales registrados para el periodo 1971-2000 (Figura 6). Por otro lado, las medias de las temperaturas mínimas han sido ligeramente más altas para todos los meses que los valores normales (1971 - 2000), a excepción del mes de febrero que ha registrado un valor 0,3 °C por debajo (Figura 6).

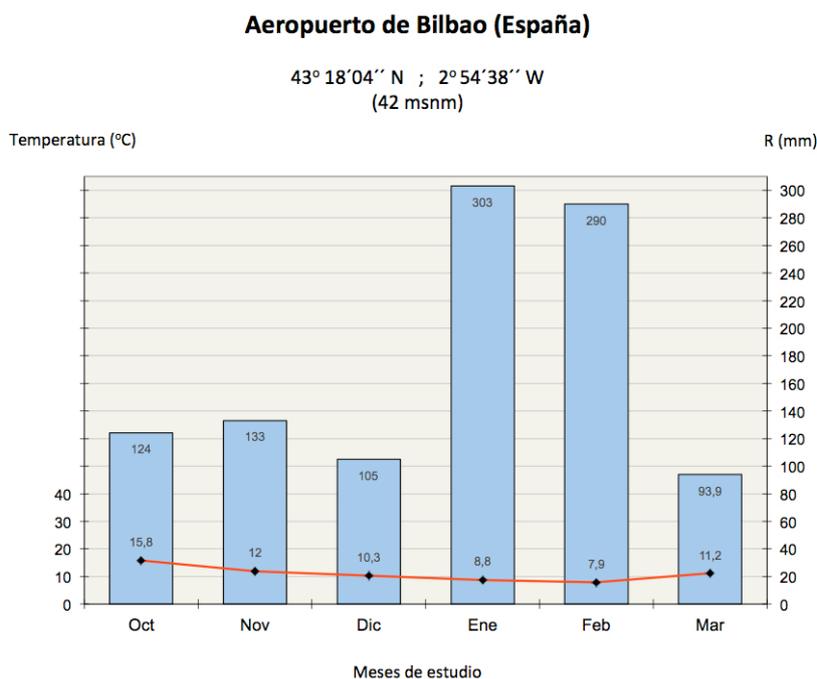


Figura 5. Climograma para el periodo de estudio: Aeropuerto de Bilbao (42 msnm). R (precipitaciones en mm) Fuente: AEMET.

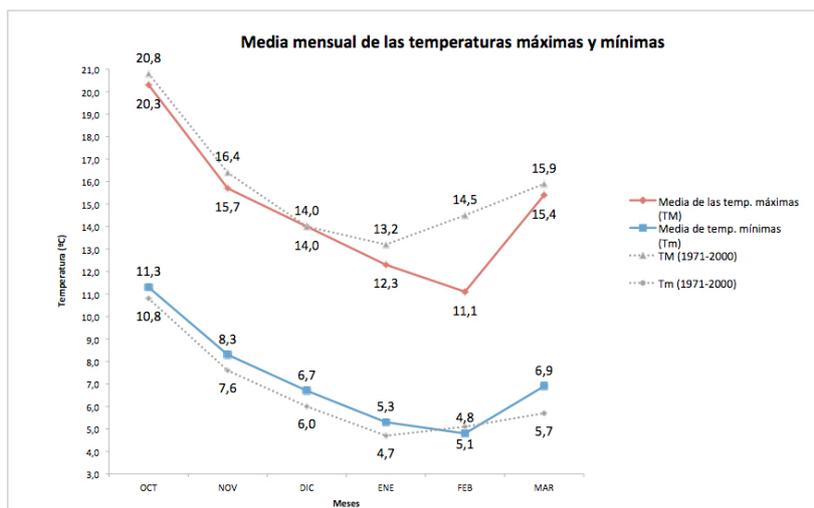


Figura 6. Comparación de las medias de temperaturas máximas y mínimas durante el periodo de estudio frente a los valores normales (1971 - 2000) de los últimos años para el Aeropuerto de Loiu (Bilbao). Fuente: AEMET.

## Orientación Sur / Sin riego

En los módulos orientados al sur y sin regadío (módulos 1 y 4), la cobertura general tendió a descender (Figura 9) y las plantas que mejor se adaptaron a estas condiciones fueron *Sedum spurium*, *Sempervivum calcareum* y *Echeveria sp* (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados obtenidos para la placa con orientación sur. Los valores de cobertura vienen dados en porcentajes (%).

SUR		NOV (30/11)	DIC (10/12)	ENE (31/1)	FEB (28/2)	
<b>PLACA</b>	<b>Especie</b>	<b>Control:</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>A Sin riego</b>						
1	<i>Asparagus densiflorus</i>	12,2	0,0	1,1	1,1	
1	<i>Centranthus sp (semilla)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	
1	<i>Echeveria sp</i>	4,1	3,3	3,3	3,3	
1	<i>Sedum spurium</i>	9,3	7,0	8,5	8,5	
1	<i>Sempervivum calcareum</i>	3,0	1,9	1,9	1,9	
<b>B Con riego</b>						
2	<i>Euonymus sp</i>	8,0	10,0	11,3	11,3	
2	<i>Festuca ovina</i>	0,0	14,0	18,7	22,7	
2	<i>Origanum vulgare (semilla)</i>	0,0	0,0	3,3	6,0	
2	<i>Vinca minor</i>	12,0	12,0	7,3	4,7	
2	<i>Salvia officinalis (semilla)</i>	0,0	4,0	5,3	4,7	
<b>B Con riego</b>						
3	<i>Origanum vulgare (semilla)</i>	0,0	0,0	2,6	2,6	
3	<i>Brachypodium phoenicoides</i>	7,7	7,7	9,0	9,0	
3	<i>Festuca glauca</i>	7,7	5,3	0,0	0,0	
3	<i>Salvia officinalis (semilla)</i>	0,0	19,2	18,0	16,7	
<b>B Sin riego</b>						
4	<i>Asparagus densiflorus</i>	9,6	0,0	0,0	0,0	
4	<i>Centranthus sp (semilla)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	
4	<i>Echeveria sp</i>	4,8	1,5	1,5	1,5	
4	<i>Sedum spurium</i>	6,3	1,5	1,9	1,9	
4	<i>Sempervivum calcareum</i>	6,3	2,2	2,2	2,2	
<b>A Con riego</b>						
5	<i>Euonymus sp</i>	7,7	7,7	7,7	7,7	
5	<i>Brachypodium phoenicoides</i>	6,4	3,8	6,4	6,4	
5	<i>Festuca glauca</i>	10,3	7,7	2,6	2,6	
5	<i>Salvia officinalis (semilla)</i>	2,6	2,6	3,9	3,9	
5	<i>Vinca minor</i>	14,1	11,5	11,6	11,6	

*Asparagus densiflorus* murió en los primeros días después de la plantación en ambos tipos de sustrato (Figura 7). El género *Asparagus* es una planta bastante resistente, pero a la que le perjudica la falta de luz y la sequedad de la tierra, por lo que requiere un riego abundante y temperaturas templadas superiores a 10 °C (Serrano, 2003). En noviembre se registró una temperatura media de 12 °C mientras que en el mes de diciembre fue de 10,3 °C (Figura 5). Sin embargo, en noviembre la media de las temperaturas mínimas registradas fue de 8,3 °C y en diciembre de 7,6 °C (Figura 6) por lo que, el frío, las heladas y la falta de luz podrían ser las principales causas por las que esta especie no sobrevivió. Esta especie tiene unas necesidades hídricas moderadas y una evapotranspiración (ET<sub>o</sub>) del 40-60% (Contreras, 2006). Sin embargo, los meses de estudio han sido bastante lluviosos. *Asparagus densiflorus* desapareció por completo tras el primer control, entre los meses de noviembre (133 mm) y diciembre (105 mm) (Figura 5). Estos niveles de precipitación debieron bastar para cumplir sus demandas hídricas a no ser que el diseño de los paneles 1 y 4 dificulte el almacenamiento del agua de lluvia. Otra de las causas que pueden haber afectado a la supervivencia de *Asparagus densiflorus* es la época del año en la cual se ha desarrollado el estudio (octubre-febrero) ya que la fecha idónea de plantación en España de esta especie está comprendida entre el 15 de febrero y el 15 de marzo (Serrano, 2003).

Las semillas de *Centranthus sp.* no llegaron a germinar con ninguna de las mezclas de sustrato en estos módulos sin riego (Figura 7). Esta especie es característica del clima mediterráneo continental y litoral. Según el catálogo de *Intersemillas* presentan una demanda hídrica baja, por lo que son plantas especialmente utilizadas en xerojardinería, ya que requieren un bajo mantenimiento y sólo riegos esporádicos durante la época de germinación. Sin embargo, las semillas que sembramos no llegaron a germinar. Esto podría deberse a que la época óptima para su siembra es a lo largo de la primavera y el estudio se ha realizado en otro periodo del año que no resulta propicio para la germinación. Tras el estudio realizado, no podemos determinar si se trata de una buena especie para estos paneles ya que no podemos asegurar que bajo estas condiciones sin riego y en este sustrato determinado, las semillas vayan a germinar en otro periodo del año más propicio para su desarrollo.

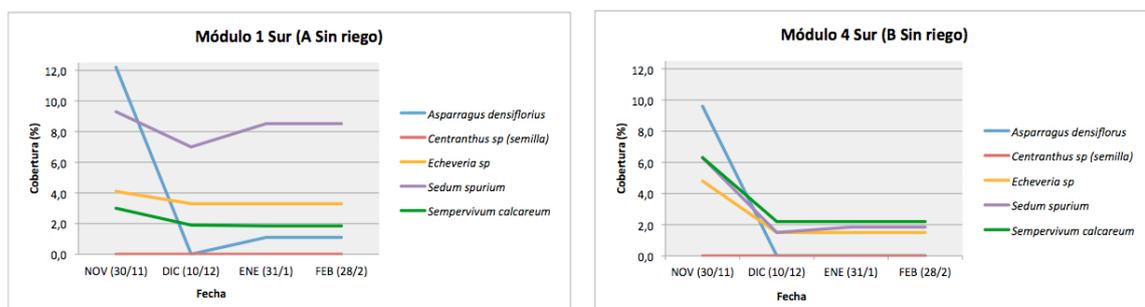


Figura 7. Cobertura de los módulos 1 (sustrato A, sin riego) y 4 (sustrato B, sin riego) de la cara sur.

En cuanto a *Sedum spurium*, en el módulo 1 (sustrato A) la cobertura comenzó siendo del 9,3% y al final del tiempo de estudio del 8,5% mientras que en el módulo 4 (sustrato B) fue del 6,3% y 1,9% respectivamente. Cabe destacar que su supervivencia fue mayor en la mezcla de sustrato A (Figura 7) lo cual podría deberse a que ésta muestra una mayor capacidad retentiva del agua de lluvia que la mezcla B. El género *Sedum* de la familia de las crasuláceas es muy popular en la construcción de fachadas y tejados vegetales por su resistencia a la sequía y a las bajas temperaturas (Grant, 2006).

El comportamiento de *Sempervivum calcareum* y *Echeveria sp.* a lo largo del estudio fue muy similar. Ambas especies presentaron una supervivencia y cobertura casi íntegra en el módulo 1 (sustrato A) mientras que en el módulo 4 (sustrato B) en los primeros meses perdieron cobertura. Sin embargo, a partir del mes de diciembre, en ese mismo módulo, mantuvieron la cobertura hasta el final del periodo de estudio (Figura 7). Son plantas suculentas y xerófitas que tienen unas necesidades de riego bajas, por lo que son adecuadas para su uso en xerojardinería (Contreras, 2006).

## **Orientación Sur/Con riego**

### **Semillas**

*Festuca ovina* creció muy bien desde el principio en el módulo 2 (sustrato B) y llegó a cubrir un 22,7% de la placa (Tabla 5).

En el módulo 2 (sustrato B), *Origanum vulgare* no germinó hasta el mes de enero y al final de febrero presentó una cobertura del 6,0%. En el módulo 3 (sustrato B), bajo las mismas condiciones, se comportó del mismo modo pero su cobertura final fue del 2,6% (Tabla 5). El mes en el cual germinaron las plantas se corresponde con el mes más lluvioso con una medición de 303 mm por lo que parece que esta especie requiere de abundante agua para su germinación.

En el caso de *Salvia officinalis*, en el módulo 2 (sustrato B) la germinación ocurrió en diciembre y la cobertura al final del estudio resultó ser del 4,7%. Sin embargo, en el módulo 3, bajo las mismas condiciones (sustrato B) la germinación ocurrió también en diciembre y la cobertura final fue del 16,7% (Tabla 5). Esto pudo deberse simplemente a que la cantidad de semilla que sembraron los operarios a la hora de realizar la instalación fue menor en el módulo 2 que en el módulo 3 ya que tanto el tamaño de los balcones como el sustrato son idénticos en ambos módulos. Finalmente, en el módulo 5 (sustrato A) *Salvia officinalis* germinó desde el primer momento pero la cobertura que alcanzó fue del 2,6% (Figura 8).

A la vista de estos resultados, la especie que mejor se ha comportando ha sido *Festuca ovina*. Ha germinado desde el primer momento y en cada control se ha podido comprobar que ha ido aumentando su cobertura. Esto sugiere que

en un futuro seguirá creciendo. Por el contrario, *Origanum vulgare* y *Salvia officinalis* mostraron un crecimiento más irregular y en algún momento perdieron cobertura (Figura 8).

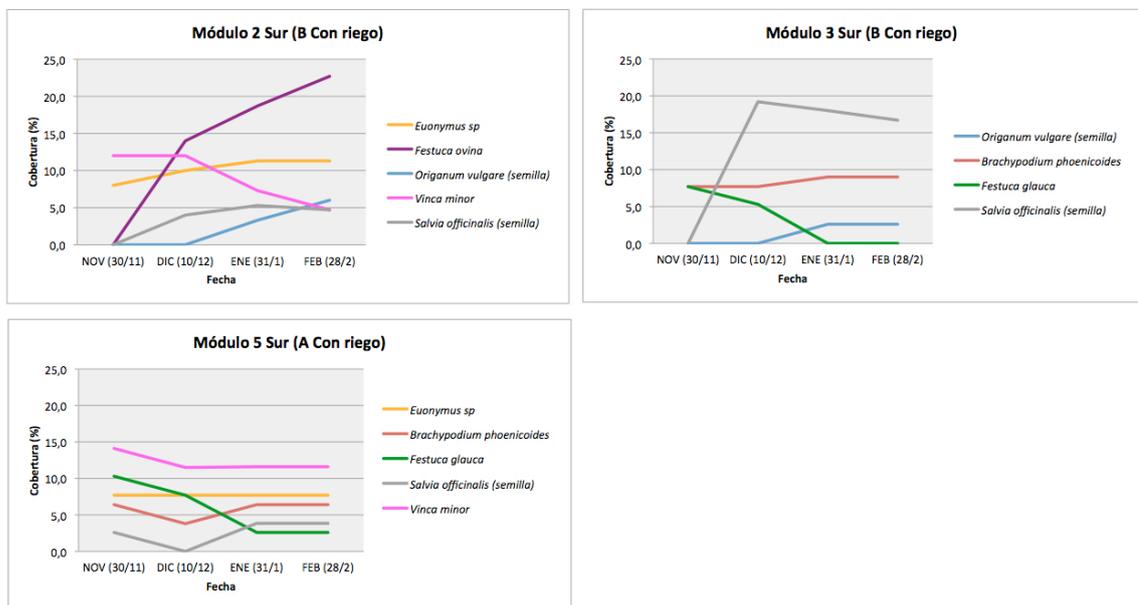


Figura 8. Cobertura de los módulos 2 (sustrato B, con riego), 3 (sustrato B, con riego) y 5 (sustrato A, con riego) de la cara sur.

## Plantas

*Euonymus sp.* presentó una supervivencia del 100% en el módulo 5 (sustrato A). En el módulo 2 (sustrato B), comenzó cubriendo un 8,0% del panel y al final del estudio alcanzó una cobertura total del 11,3% (Tabla 5). Esto indica que el sustrato B muestra cierta ventaja para con esta especie bajo estas condiciones determinadas (Figura 8).

En el caso de *Brachypodium phoenicoides* ocurrió lo mismo. En el módulo 5 (sustrato A) la supervivencia fue del 100% con una cobertura final del 6,4% (Tabla 5), pese a que durante el tiempo de estudio el nivel de cobertura fue irregular. Sin embargo, en el módulo 3 (sustrato B) se apreció crecimiento a partir del mes de enero (Figura 8), por lo que de nuevo el sustrato B muestra ser más ventajoso que el A, al menos con estas dos especies.

La especie *Vinca minor* perdió cobertura en ambos tipos de sustrato. En el módulo 2 (sustrato B) el descenso de cobertura fue desde el 12% hasta el 4,7% mientras que en el módulo 5 (sustrato A) fue del 14,1% al 11,6%. Estas pérdidas pudieron deberse a las bajas temperaturas registradas o al exceso de riego debido a las fuertes precipitaciones acontecidas durante los meses de enero y febrero (Figura 5) que se corresponden con las pérdidas de cobertura de esta especie en el sustrato B ya que las exigencias hídricas de *Vinca minor* son medias (Tabla 1) y pudieron sufrir en cierta medida por encharcamiento.

Cabe destacar los resultados observados para la especie *Festuca glauca*, donde se observó un claro descenso de la cobertura tanto en el sustrato A como en el B (Figura 8). En el módulo 3 (sustrato B), *F. glauca* se llegó a marchitar por completo, mientras que en el módulo 5 (sustrato A), algunas partes quedaron verdes y se produjo una pérdida de cobertura desde el 10,3% hasta el 2,6% (Tabla 5). En general, durante los meses más fríos del año, la parte aérea de *Festuca glauca* se diseca y por tanto, la extensión que abarca en el panel se ve reducida. Según parece, volverán a desarrollarse con la llegada de la primavera (<http://es.gardening.eu/plantas>).

Comparando el rendimiento de los dos tipos de sustratos utilizados en la fachada con orientación sur, se observa que la mezcla A, ofreció mejores resultados en los módulos sin riego, mientras que la B resultó ser más efectiva en los paneles con irrigación (Figura 9).

La mezcla A está formada en un 60% por turba rubia, entre otros componentes (Tabla 4), que presenta una gran capacidad de retención de agua, al igual que la arcilla, por lo que se muestra más ventajosa en condiciones de sequía y favorece la supervivencia de las plantas menos tolerantes a la falta de agua. Por otro lado, cuando la disponibilidad de agua no es un problema (en los paneles con riego), la mezcla B favorece un mayor desarrollo (Figura 9). La mezcla B está formada por un sustrato universal que favorece las necesidades nutricionales de las plantas, perlita que ayuda a enraizar y a mejorar el intercambio de fluidos, y fibra de coco, que favorece la aireación del sustrato y presenta una gran capacidad para retener nutrientes (Urrestarazu, 2003).

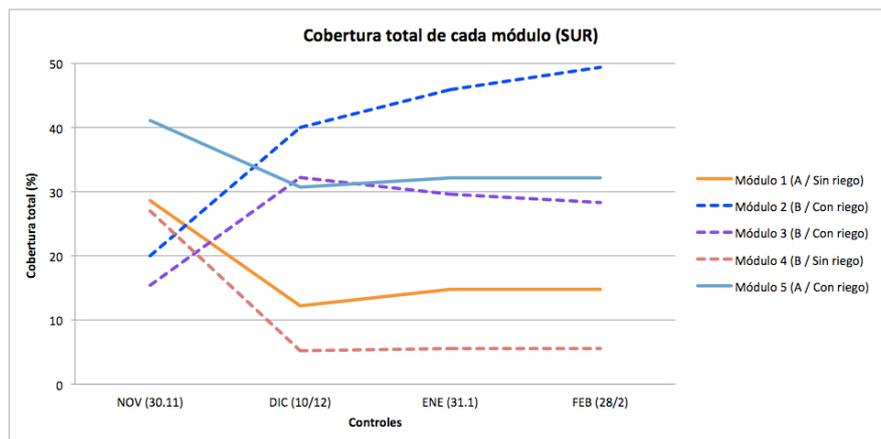


Figura 9. Cobertura total de los módulos en la pared sur. Las líneas discontinuas indican la cobertura de los paneles con sustrato B, mientras que las líneas continuas indican el sustrato A.

### Orientación Norte/Con riego

La especie *Armeria maritima* murió en el módulo 8 (sustrato B) en el primer mes, mientras que en el módulo 6 (sustrato A) pasó de tener una cobertura del 7,7% inicial a un 1,3% (Tabla 6) al final del tiempo de estudio. *A. maritima* es una especie halófila que tiene una amplia distribución por todo el

hemisferio Norte y está estrechamente asociada a los acantilados y roquedos costeros con ambientes salinos (Ojeda, 2009). Esta especie tiene una alta tolerancia a la insolación y unas exigencias hídricas bajas (Tabla 1), por lo que el exceso de precipitaciones ha podido ser una de las razones por las que esta especie no ha sobrevivido en el módulo 8 y ha sufrido un decremento importante de la cobertura en el módulo 6 (Figura 10). Algunos estudios han determinado que *A. maritima* presenta mayor fitomasa cuando crece en concentraciones salinas de 40 y 100 mM en NaCl (Karin, 1997). Por lo tanto, si se van a colocar los módulos en zonas costeras con ambientes salinos muy marcados, sería una opción a tener en cuenta, pero si no es una opción deseable.

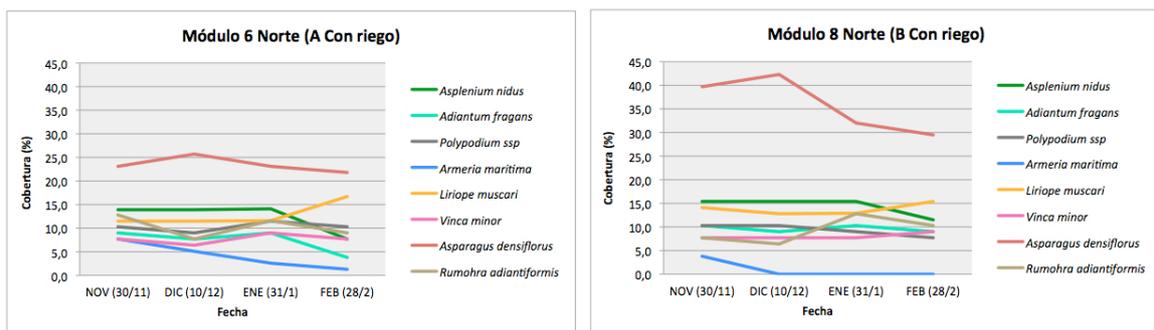


Figura 10. Cobertura de los módulos 6 (sustrato A, con riego) y 8 (sustrato B, con riego) de la cara norte.

El crecimiento de *Asparagus densiflorus* tanto en el sustrato A como en el B coincidió con las condiciones climáticas más moderadas, de octubre a diciembre (Figura 10), en las que las medias de temperatura mensuales oscilaron entre 15,8 °C y 10,3 °C (Figura 5), temperaturas a las cuales la planta pudo sobrevivir. Sin embargo los meses de enero y febrero fueron más fríos y lluviosos con medias de temperatura mensuales de 8,8 y 7,9 °C y precipitaciones de 303 y 290 mm respectivamente (Figura 5). La supervivencia y la cobertura que ocupan en las placas se vio notoriamente reducida. La planta se observó más afectada en el módulo con la mezcla de sustrato B (Figura 8). *A. densiflorus* es una planta perenne con necesidades hídricas moderadas pero que teme al frío. Cuando las temperaturas bajan de los 10 °C, su supervivencia se ve afectada (Serrano, 2003). Sin embargo, es una planta que abarca una amplia extensión por cada ejemplar por lo que se postula como una buena alternativa para su implantación bajo estas condiciones a partir de primavera.

*Asplenium nidus* mantuvo una cobertura permanente (+/- 0,2%) hasta el control realizado el 31 de enero. Luego, tanto en el módulo 6 (sustrato A) como en el 8 (sustrato B) su cobertura se vio ligeramente reducida. *A. nidus* es una planta siempre verde que requiere de bastante riego y abundantes horas de sol (<http://es.gardening.eu/plantas>), por lo que en los meses más duros del invierno donde las horas de sol son más reducidas y en las noches existe peligro de heladas, su supervivencia puede verse afectada. El sustrato que mejor amortiguó estos efectos adversos para el desarrollo de la planta

fue el correspondiente a la mezcla B.

Las demás especies mostraron una serie de fluctuaciones a lo largo de los meses más fríos pero todas sobrevivieron a este periodo y generalmente mantuvieron su cobertura inicial. *Liriope muscari* se mostró como la competidora más fuerte ya que presentó un ligero incremento de cobertura en el sustrato B (1,3%) mientras en el sustrato A dicho incremento fue del 5,2%. *Polypodium sp.* y *Vinca minor* tampoco sufrieron en exceso en el invierno y al final del estudio, tras una serie de pérdidas y ganancias en biomasa mantuvieron la cobertura inicial. En cuanto a *Rumohra adiantiformis* se comportó mejor en el sustrato B y *Adiantum fragans* pudo verse más afectada por las condiciones invernales en el sustrato A (Figura 10).

Tabla 6. Resultados obtenidos para la placa con orientación norte. Los valores de cobertura vienen dados en porcentajes (%).

		NORTE				
PLACA	Especie	NOV (30/11)	DIC (10/12)	ENE (31/1)	FEB (28/2)	
<b>A Con Riego</b>		<b>Control:</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
6	<i>Asplenium nidus</i>	13,9	13,9	14,1	7,7	
6	<i>Adiantum fragans</i>	9,0	7,7	9,0	3,8	
6	<i>Polypodium ssp</i>	10,3	9,0	11,5	10,3	
6	<i>Armeria maritima</i>	7,7	5,1	2,6	1,3	
6	<i>Liriope muscari</i>	11,5	11,5	11,6	16,7	
6	<i>Vinca minor</i>	7,7	6,4	9,0	7,7	
6	<i>Asparagus densiflorus</i>	23,1	25,7	23,1	21,8	
6	<i>Rumohra adiantiformis</i>	12,8	7,7	11,6	9,0	
<b>A Sin riego</b>						
7	<i>Asparagus densiflorus</i>	12,2	11,9	6,3	6,3	
7	<i>Ophiopogon jaburan</i>	2,6	2,2	0,0	0,0	
7	<i>Salvia officinalis (semilla)</i>	5,5	0,0	0,0	0,0	
7	<i>Centranthus sp (semilla)</i>	0,0	4,8	12,6	14,8	
7	<i>Sedum spurium</i>	5,2	10,7	12,2	10,0	
<b>B Con riego</b>						
8	<i>Asplenium nidus</i>	15,4	15,4	15,4	11,5	
8	<i>Adiantum fragans</i>	10,3	9,0	10,3	9,0	
8	<i>Polypodium ssp</i>	10,3	10,3	9,0	7,7	
8	<i>Armeria maritima</i>	3,8	0,0	0,0	0,0	
8	<i>Liriope muscari</i>	14,1	12,8	12,9	15,4	
8	<i>Vinca minor</i>	7,7	7,7	7,7	9,0	
8	<i>Asparagus densiflorus</i>	39,7	42,3	32,0	29,5	
8	<i>Rumohra adiantiformis</i>	7,7	6,4	12,8	10,3	
<b>B Sin riego</b>						
9	<i>Asparagus densiflorus</i>	9,1	3,1	2,2	1,6	
9	<i>Origanum vulgare (semilla)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	
9	<i>Ophiopogon jaburan</i>	2,0	1,3	0,0	0,0	
9	<i>Centranthus sp (semilla)</i>	0,0	1,3	4,0	5,1	
9	<i>Salvia officinalis (semilla)</i>	0,0	1,6	0,0	0,0	
9	<i>Sedum spurium</i>	3,1	5,8	6,4	6,9	
9	<i>Sempervivum calcareum</i>	2,9	1,3	0,7	0,7	
9	<i>Liriope muscari</i>	7,8	6,4	6,4	10,0	
<b>A Sin riego</b>						
10	<i>Asparagus densiflorus</i>	14,4	0,0	0,0	0,0	
10	<i>Salvia officinalis (semilla)</i>	0,0	0,0	0,4	0,0	
10	<i>Centranthus sp (semilla)</i>	0,0	0,4	1,5	2,2	
10	<i>Sedum spurium</i>	3,3	2,2	5,6	5,6	
10	<i>Sempervivum calcareum</i>	2,6	1,1	1,1	1,1	
10	<i>Origanum vulgare (semilla)</i>	0,0	0,0	0,4	0,4	
10	<i>Liriope muscari</i>	12,2	10,0	10,7	11,9	

## Orientación Norte/Sin riego

### Semillas

En el módulo 9 (sustrato B), *Origanum vulgare* no llegó a germinar mientras que en el módulo 10 a partir de enero germinó algún ejemplar que cubrió el 0,4% del panel (Tabla 6). Se trata de una planta que presenta un poder germinativo del 90% en 23 días a una temperatura media de 20 °C. Estudios

recientes revelan que las semillas de *O. vulgare* poseen unos requerimientos lumínicos absolutos para la germinación (Mendoza, 2009), que en la época de estudio no se han visto satisfechos. Además dichos requerimientos van acompañados de un rango pequeño de temperaturas óptimas. Este rango de temperaturas oscila entre 15-20 °C (Mendoza, 2009) mientras que las temperaturas medias más altas que se han registrado han sido de 15,6 °C para el mes de octubre y de 11,2 °C para el mes de marzo (Figura 5).

*Salvia officinalis*, al igual que *O. vulgare*, no llegó a germinar con fuerza en ninguna de las condiciones, y si lo hizo, como en el módulo 7 (sustrato A), en el mes de noviembre murió rápidamente (Figura 11), posiblemente debido a las bajas temperaturas. Las semillas de *S. officinalis* reaccionan positivamente a un aumento de temperatura, siendo los óptimos para la germinación 25 y 28 °C (Paredes, 2003), por lo que las temperaturas durante el tiempo de estudio no han sido las apropiadas para la germinación de estas semillas.

La especie que presentó un mayor nivel de germinación fue *Centranthus sp.* Su desarrollo en el sustrato A fue mejor que en el B (Figura 11). En la placa 7 (sustrato A), germinó considerablemente hasta llegar a cubrir un 14,8% de la superficie mientras que en la placa 9 (sustrato B), únicamente llegó a cubrir un 5,1% (Tabla 6). Cabe destacar que en los módulos 1 y 4 de la cara Sur (Figura 7), las semillas de *Centranthus sp.* no llegaron a germinar aun siendo una especie con unas demandas hídricas bajas y que solo requiere de riegos esporádicos durante la época de germinación (*Catálogo "Intersemillas"*). Esto podría deberse a que el incremento de humedad que puede haber en la cara Norte sobre la cara Sur es suficiente para superar esas necesidades hídricas mínimas, necesarias para que ocurra la germinación.

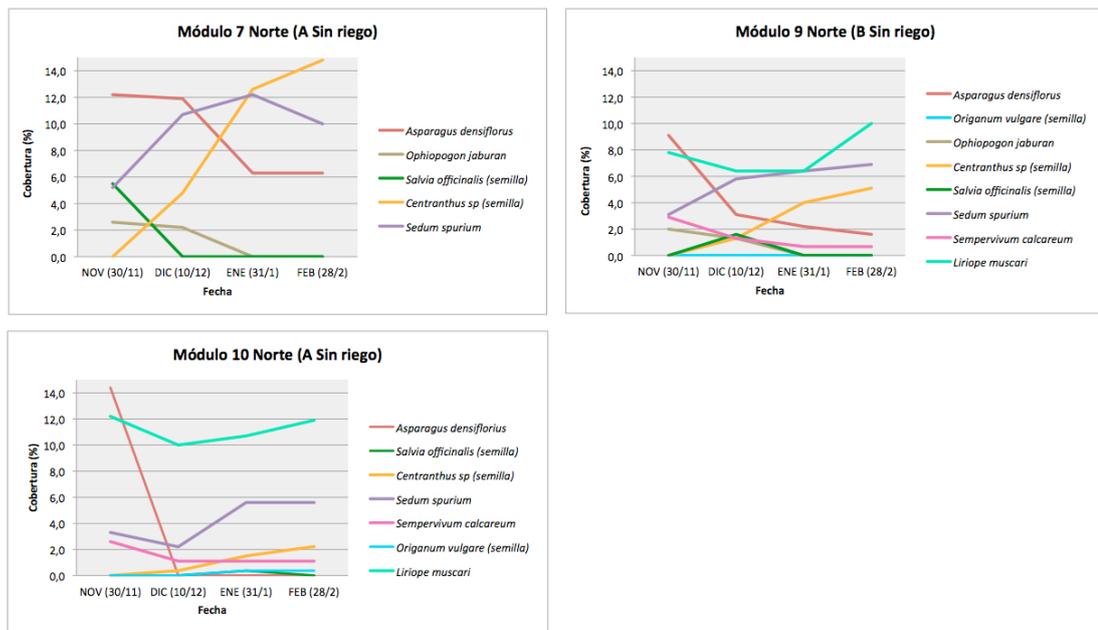


Figura 11. Cobertura de los módulos 7 (sustrato A, sin riego), 9 (sustrato B, sin riego) y 10 (sustrato A, sin riego) de la cara norte.

## Plantas

*Asparagus densiflorus* se secó por completo en el módulo 10 (sustrato A) por lo que su cobertura final fue del 0,0% y su cobertura se vio reducida a la mitad en el módulo 7 (sustrato A). Del mismo modo, en el panel número 9 (sustrato B), esta especie tendió a desaparecer hasta conservar una cobertura final del 1,6% (Tabla 6). Como se ha explicado antes, la principal razón que explique el fracaso de esta especie es que requieran temperaturas templadas superiores a 10 °C por lo que se recomienda sembrar las semillas entre el 15 de febrero y el 15 de marzo (Serrano, 2003) con el fin de evitar las heladas que se hayan podido producir durante el periodo de estudio.

Del mismo modo *Sempervivum calcareum* y *Ophiopogon jaburan* tendieron a desaparecer en ambos tipos de sustrato, y no presentaron crecimiento en ningún momento (Figura 11).

Al igual que en el caso anterior, en estas condiciones sin riego, *S. spurium* adquiere cierta ventaja en el sustrato A sobre el B (Figura 11). En el módulo 7 (sustrato A), la cobertura inicial fue del 5,2% mientras que al final del estudio fue del 10,0%. Por otro lado, en el módulo 9 (sustrato B) la cobertura sufrió una evolución más limitada, mostrando cierto incremento desde el 3,1% hasta el 6,9% (Tabla 6). Como ya se ha visto en los paneles sin riego de la cara Sur (Figura 7), *Sedum spurium* es una planta que aguanta muy bien la sequía y las bajas temperaturas, por lo que se usa mucho en este tipo de aplicaciones (Grant, 2006).

Finalmente, se pudo observar en ambos paneles que *Liriope muscari*, que fue capaz de cubrir una superficie bastante amplia desde el principio, pudo mantenerla hasta el final (Figura 11). Con el sustrato A, la planta mostró un decremento de cobertura de únicamente 0,3% mientras que en el sustrato B muestra un incremento del 2,2% (Tabla 6).

A la vista de los resultados, en condiciones de riego, en la fachada con exposición Norte, no podemos determinar que el sustrato desempeñe un papel fundamental en la supervivencia de las diferentes especies sino que para algunas especies resulta más beneficioso el sustrato A y para otras el B.

## 4. Conclusión

El estudio realizado se ha llevado a cabo en un tiempo muy limitado durante los meses de invierno, por lo que las conclusiones son aplicables para esta época del año y no tienen por qué reflejar lo que pueda pasar en otras épocas más calurosas o secas.

La elección de los ejemplares depende de las características decorativas de cada planta y su adaptación al diseño que se desee conseguir así como el

precio de cada ejemplar en el mercado. Otro de los factores a tener en cuenta a la hora de realizar la elección de las plantas, es que el estudio se ha llevado a cabo en un clima de tipo oceánico húmedo, con temperaturas suaves a lo largo de todo el año y con un invierno lluvioso y con temperaturas bastante suaves. En lugares con inviernos más duros estas especies pueden mostrar comportamientos diferentes a los discutidos en este trabajo.

A continuación se sugieren las plantas más recomendables para implantar en estos módulos vegetados prefabricados con el fin de que aguanten a la época más fría y lluviosa del año en este tipo de clima.

Tabla 7. Especies sugeridas para su utilización en fachadas en función de los diferentes parámetros analizados. Los números entre paréntesis indican el orden de preferencia sugerido teniendo en cuenta nuestros resultados.

<b>Orientación Norte</b>		
<b>CON RIEGO</b>	<b>Especie</b>	<b>Tipo de Sustrato</b>
Planta	<i>Liriope muscari</i> (1)	A
	<i>Vinca minor</i> (2)	B
	<i>Adiantum fragans</i> (3)	B
	<i>Rumhora adiantiformis</i> (4)	B
	<i>Polipodium sp.</i> (4)	A
<b>SIN RIEGO</b>		
Semilla	<i>Centranthus sp.</i>	A
Planta	<i>Sedum spurium</i> (1)	A
	<i>Liriope muscari</i> (2)	B
<b>Orientación Sur</b>		
<b>CON RIEGO</b>	<b>Especie</b>	<b>Tipo de Sustrato</b>
Semilla	<i>Festuca ovina</i> (1)	A
	<i>Salvia officinalis</i> (2)	B
Planta	<i>Euonymus sp.</i> (1)	B
	<i>Brachypodium phoenicoides</i> (2)	A / B
<b>SIN RIEGO</b>		
Planta	<i>Sedum spurium</i> (1)	A
	<i>Sempervivum calcareum</i> (2)	A
	<i>Echeveria sp.</i> (3)	A

Para la cara **Sur** sin riego lo más recomendable sería plantar *Sedum spurium* con el sustrato A. Otras alternativas son *Sempervivum calcareum* y *Echeveria sp.* ambas en el sustrato A, ya que esta mezcla presenta ciertas ventajas sobre el B en condiciones de sequía debido a su capacidad para almacenar agua. En condiciones de riego, las mejores opciones son *Euonymus sp.* en sustrato B y *Brachypodium phoenicoides* en cualquier tipo de sustrato. Si queremos sembrar los paneles con riego orientados hacia el Sur, las mejores opciones son *Festuca ovina* y *Salvia officinalis*, ambas en el sustrato B (Tabla 7).

En cuanto a la cara **Norte**, en los paneles sin riego las plantas que se recomiendan plantar y sus sustratos más ventajosos son: *Sedum spurium* en

sustrato A y *Liriope muscari* en sustrato B. Si lo que queremos es sembrar los paneles sin riego, la mejor opción es usar semillas de *Centranthus sp.* con la mezcla A. Por otro lado, en las placas con un sistema de riego implantado, las opciones son más variadas y la elección de los ejemplares utilizados depende de las necesidades decorativas que mejor se adapten a nuestro diseño. Las opciones recomendadas, en el siguiente orden, son: *Liriope muscari* en sustrato A, *Vinca minor* en sustrato B, *Adiantum fragans* en sustrato B, *Rumhora adiantiformis* en sustrato B y *Polipodium sp.* en sustrato A (Tabla 7).

Finalmente, hay que hacer dos consideraciones. Por un lado, que sólo hemos analizado la supervivencia invernal de las plantas. Dado que las condiciones ambientales cambian notablemente a lo largo del año, este estudio debería prolongarse por lo menos hasta final de otoño. Por otra parte, no hemos considerado los costes de las plantas, de los sustratos ni del regadío, que podrían hacer variar el orden de preferencia de las soluciones propuestas en función del presupuesto disponible en cada caso.

## 5. Bibliografía

- Alexandri, E., Jones, P., 2008. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment* 43: 480-493.
- Boivin, M-A., Lamy, M-P., Gosselin, A., Dansereau, B., 2001. Effect of artificial substrate depth on freezing injury of six herbaceous perennials grown in a green roof system. *HortScience* 11: 3.
- Chanampa, M., Vidal, P., Alonso, J., Touceda, M.I., Olivieri, F., Guerra, R., Neila, J., Bedoya C., 2010. Tecnologías verdes como instrumentos de rehabilitación arquitectónica. En: Ponencias del Congreso SB10mad, Edificación sostenible, Revitalización y Rehabilitación de barrios (Madrid 28 - 30 de abril de 2010). ISBN 978-84-614-1920-3.
- Contreras, F., 2006. Clasificación de especies de jardín según sus necesidades hídricas para la región de Murcia. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA).
- Grant, G., 2006. Extensive green roofs in London. *Urban Habitats* 1: 51-59.
- Karin, K., 1997. The effect of NaCl on growth, dry matter allocation and ion uptake in salt marsh and inland populations of *Armeria maritima*. *New Phytologist* 135: 213-225.
- Köhler, M., 2008. Green façades - a view back and some visions. *Urban Ecosystems* 11: 423-436.
- Loh, S., 2008. Living walls - a way to green the built environment. *BEDP Environment Design Guide TEC* 26: 1-7.

- Maciel, N., Mogollón, N., Mendoza, A., 1999. Germinación y emergencia de cuatro espárragos (*Asparagus spp.*) usados como follaje de corte. *Rev. Fac. Agron. LUZ* 16: 160 - 166.
- Mendoza, O., Folleco, F. y Tenemaza, M., 2009. Proyecto para la exportación del orégano al mercado de Brasil y Estados Unidos. (<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/1091>)
- Ojeda, F., 2009. 4040 Brezales costeros con *Erica vagans*. En: VV. AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 39 p.
- Paredes, M.A., 2003. Evaluación de la germinación de semilla de salvia (*Salvia officinalis L.*). (Tesis doctoral). Universidad Santo Tomás. Escuela de Agronomía. Santiago. 90 p.
- Perini, K., Ottelé, M., Haas, E. M., Raiteri, R., 2011. Greening the building envelope, façade greening and living wall systems. *Open Journal Ecology* 1: 1-8.
- Serrano, Z., 2003. Espárrago, técnicas de producción, España. Editorial: AUTOR-EDITOR. 277p. ISBN 9788460790624.
- Urrestarazu, M., Salas, M.C., Mazuela, P., 2003. Methods of correction of vegetables waste compost used as substrate by soilless culture. *Acta Hort* 609: 229-233.