

# ESPECIES VEGETALES EN LAS AZOTEAS VERDES

por: César Gómez Campo y Laura Gómez Tortosa\*



La elección de las especies vegetales que mejor puedan adaptarse a una azotea verde a la zona de Madrid, está sujeta a importantes condicionantes impuestos por el clima, sustrato, estructura de la azotea, efecto que se quiera conseguir, etc...

El condicionante del que se debe partir reside en que las azoteas verdes **no son** una jardinería de terraza, que necesitaría una capa de tierra, riego, cuidados y en definitiva, un mantenimiento. Se trata más bien de conseguir un efecto horizontal a nivel del suelo en que la planta tapice la superficie, sin cuidado de ninguna clase o con un cuidado minimizado, que si bien no es un jardín, al menos resulta una alternativa más humana a las superficies de grava, cerámica u hormigón, aparte de otras ventajas relacionadas con el aislamiento del edificio y la calidad de la atmósfera.

## PLANTAS QUE PUEDEN POBLAR ESTAS AZOTEAS

Hablemos solamente de la zona de

Madrid; para Málaga o Santiago de Compostela, por ejemplo tendríamos que decir cosas muy diferentes. Si nos atuviéramos sólo a factores como la temperatura y la precipitación, cualquiera de las plantas autóctonas que crecen en los alrededores de Madrid podría aguantar tales condiciones, desde las herbáceas hasta las encinas.

Pero pedimos además que estas especies puedan desarrollarse en pocos centímetros de suelo y en estas condiciones el candidato más inmediato sería, como ya sabemos, *Sedum album* L. Es la especie que se puso en la azotea del edificio principal de la escuela y el que va, al menos en una primera fase en la del edificio de Fito-tecnia.

El Departamento de Biología Vegetal está trabajando en buscar alternativas al *Sedum album*, de cara a poder diversificar (o aumentar la biodiversidad, que es el término que se utiliza actualmente) las futuras azoteas. Y lo hacemos de momento sin salir del género *Sedum*, pues en él existen por lo menos 200-300 especies distribuidas por todo el hemisferio boreal.

La colección de trabajo procede de viveros, jardines botánicos, y también de recolecciones directas en puntos geográfi-

**Especies del género *Sedum* se revelan las más idóneas en Madrid**

**Plantas perennes, resistentes a las heladas, que aguanten la sequía estival**

**Minimizar los cuidados**

**La poca resistencia a la sequía induce a desechar muchas especies**

**Riegos de socorro resultan muy convenientes**

(\*) E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Madrid.

## NATURACION URBANA



cos dispares. A veces a partir de esquejitos, a veces de semillas. El primer problema, mucho más arduo de lo que parecía a primera vista, es el taxonómico. Los errores de determinación en los viveros son muy altos (Hasta un 30-35% de las acepciones que hemos obtenido) y tampoco faltan en los jardines botánicos. Nos valemos de flotas locales para determinarlos; a base de equivocarnos y rectificar hemos adquirido una cierta experiencia.

Una característica importante que induce a desechar muchas especies y fijarse en otras de cara a la instauración sobre azoteas es la resistencia a heladas (las condiciones térmicas de Madrid, como sabemos, son bastante extremas en invierno y también verano). Esta característica la disfrutaban muchas especies eurasiáticas utilizadas bastante en azoteas verdes de Centroeuropa.

Pero además de resistir las heladas invernales, nosotros hemos de exigir que aguanten la sequía y el calor de los meses de julio y agosto. Especies con hojas planas nos indican una resistencia escasa a la sequía del verano, mientras que los de hoja más globosa (que acumulan agua para utilizarla en los momentos de escasez) pueden sobrevivir a potenciales hidricos del suelo mucho más bajos gracias a sus reservas.

La resistencia intrínseca a la sequía puede medirse con vástagos separados y suspendidos en el aire, evaluando con pesadas periódicas la velocidad a la que pierden agua (el método ya se realizó con otra crasulácea en una Tesis realizada hace años en el Departamento de Biología Vegetal).

La crasitud puede estar combinada con la resistencia a la helada (en el caso de *Sedum album*); pero hay más bien entre ambas una relación inversa. Es una infeliz coincidencia que las especies más vistosas de Sedum, entre las que se encuentra un puñado de ellas oriundas del desierto de Sonora al NW de Méjico, sean

casi siempre muy poco resistentes al frío.

La resistencia al frío se ha evaluado en primera instancia dejando duplicados de las especies en el exterior mientras las otras muestras se dejan en el invernadero. Pero también se han provocado "heladas" fuertes y continuadas con la ayuda de una cámara fría. Se sometieron las plantas a  $-10^{\circ}$  durante 11 horas y varias especies perecieron, como el *S. forsteranum*, e incluso varias estirpes del *S. album*. Pero el *S. micranthum* (que habita en zonas altas) y sobrevivió, así como *S. rupestre* y *S. ochroleucum*. (*S. micranthum* es en realidad una variante menuda de *S. album*).

Una tercera propiedad que se tiene en cuenta en las especies a elegir es el carácter vivaz o el perenne. Las especies vivaces pierden en invierno toda la parte aérea y viven en forma de yemas a ras de suelo, con lo que no se tendría azotea verde durante esos meses. Tal característica induce por tanto a desechar esas especies en favor de las que son perennes.

Otro carácter de singular importancia es la capacidad de cubrir toda la superficie del suelo. Esto puede conseguirse con la tendencia de algunos a crecer horizontalmente y también favoreciendo su resiembra con semilla. Desgraciadamente ambas cosas se entorpecen bastante con algunos tipos de mulching en el suelo.

Algo común en las especies de Sedum que puede considerarse favorable en cuanto a su propagación, es que pueden regenerar plantas a partir de hojas separadas. Para las más ornamentales ya se ha utilizado como método de multiplicación para jardinería. El *S. dasyphyllum* tiene este carácter muy marcado, sugiriendo la posibilidad de una siembra directa con hojas, que evitaría mucha mano de obra.

### PROCESO DE INSTALACION EN LA AZOTEA DE FITOTECNIA

Para poblar la azotea del edificio de Fi-

totecnia se eligió como ya se ha mencionado el *S. album*, que se mantendrá en una primera fase hasta que el estudio de otras especies esté suficientemente avanzado.

El material de partida se recogió a lo largo de varias salidas por los alrededores de Madrid, ya que ante las diferencias encontradas entre los distintos ecotipos de esta especie interesaba recolectar en concreto el que crece en esta zona de forma natural. La recolección consiste simplemente en cortar la parte terminal de los tallos de modo que se obtengan pequeños vástagos de 4-6 cm de longitud.

A los vástagos recogidos se eliminaron las tres o cuatro hojitas de la parte inferior y después se "clavaron" en bandejas de alvéolos para su enraizamiento. El sustrato utilizado en los alvéolos es una mezcla de turba con arena; se desecharon otros sustratos comerciales para que no interfirieran sus componentes en futuros análisis del sustrato de la azotea.

Las bandejas elegidas tienen un tamaño de alvéolo muy pequeño, tan sólo de 2,5 x 2,5 cm y por 3,5 cm de profundidad. La razón de esta elección reside en que la planta, una vez en el tejado, agota todo lo posible los nutrientes del alvéolo antes de extender sus raíces por el sustrato que se va a ensayar. Por tanto, cuanto más grande sea el alvéolo más tardarán las raíces en invadir el espacio que nos interesa.

Tras realizar esta operación en el mes de julio, se mantuvieron las bandejas, con un total de 10.000 plantas, regando de forma sucesiva para favorecer lo más posible el desarrollo de raíces dentro del alvéolo. En el mes de Septiembre ya habían enraizado lo suficiente como para sobrevivir en la azotea, aunque no se instalaron hasta el mes de octubre.

Desde su instalación hasta la fecha de la inauguración se observó un crecimiento importante de las plantas en algunos de los módulos. Se espera que de forma natural cubran toda la superficie de los mó-



dulos hasta obtener una azotea totalmente tapizada por la planta.

Una última consideración a tener en cuenta es que muchas especies de *Sedum*, entre ellas la especie que nos ocupa (*S. album*) pierden en la época seca un porcentaje a veces alto de su parte aérea, debido fundamentalmente al calor y escasez de agua. Para evitar esto en una azotea habría que considerar la posibilidad de aplicar en el verano, al menos uno o dos riegos de socorro.

No debemos olvidar que tanto en Berlín como en Méjico llueve en verano y en Madrid no. Esto nos indica que aunque podemos pedir mucho a los *Sedum*, no podemos esperar todo de ellos. Es significativo por ejemplo que en las regiones más áridas del sur de Marruecos no exista ningún *Sedum*. Esto nos recuerda una vez más la necesidad de riegos de socorro en nuestras azoteas.

#### **ESPECIES VEGETALES DE LA AZOTEA DE LOS CAMPOS DE PRACTICAS. EDIFICIO DE FITOTECNIA**

La especie mayoritariamente utilizada en esta azotea es *Sedum album*, la "uña de gato" que puede verse con relativa frecuencia en las cercanías de Madrid. Está por tanto adaptada a las condiciones del clima del centro de España, duro por sus heladas en invierno y sus veranos secos y calurosos. Hay que añadir su capacidad para medrar en suelos poco profundos como los que vienen obligados en las azoteas. Es por tanto la opción más inmediata. En las doce banderas numeradas se presentan otras posibles alternativas, entre

las que se están estudiando:

**1.-*Sedum micranthum*.** Es una variante de *S. album* con hojas y flores más pequeñas. Suele crecer a mayores altitudes y se ha demostrado experimentalmente su mayor resistencia al frío. Para cubrir bien el suelo, mejor que el *S. album* típico, pero es quizá algo menos resistente a la sequía.

**2.-*Sedum athoum*.** Se considera también del grupo *album*, pero está claro que muestra una cierta personalidad propia con sus hojas globosas. Estas parecen indicar una buena resistencia a la sequía. Por crecer en zonas altas (Olimpo, Grecia) conjuga seguramente este carácter con una buena resistencia a la helada.

**3.-*Sedum acre*.** Su aspecto menudo parece que aconseja descartarlo "a priori", pero tiene la propiedad de extenderse y cubrir el suelo con eficacia, por lo que es bastante conocido en jardinería y se ha utilizado ya con éxito en azoteas verdes. Crece con relativa frecuencia en ambientes serranos de la Península.

**4.-*Sedum sexangulare*.** Parecido al anterior pero con seis meridianos de hojitas en vez de cuatro. No es autóctono sino oriundo de Europa central y oriental. Su capacidad de extenderse y cubrir salta a la vista, pero quizá en las condiciones mediterráneas necesite algún riego de socorro en el verano.

**5.-*Sedum moranense*.** Llamado vulgarmente "cordoncillo" es bastante abundante en los alrededores de Méjico, por lo que constituye una buena opción

para las azoteas que se experimentan en aquella ciudad. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que en Méjico llueve en verano, coincidiendo la estación seca con el invierno.

**6.-*Sedum rupestre* (sin *S. reflexum*).** Con tonos azulados y hojas casi lineares y apretadas, es muy resistente al frío y parece serlo también a la sequía. Hasta que no florece es muy difícil distinguirlo de otras dos especies también comunes en las montañas europeas (*S. montanum* y *S. ochroleucum*).

**7.-*Sedum dasyphyllum*.** También azulado pero más compacto y con sus hojas globosas. Cuando estas hojas se separan y se mantienen cierto tiempo sobre un suelo húmedo, son capaces de regenerar una planta. Esta propiedad es común en el género *Sedum* pero aparece más acentuada en esta especie. Autóctono.

**8.-*Sedum palmerii* (sin *S. compressum*).** Sus rosetas de hojas recuerdan a los *Aeonium* de Canarias, pertenecientes a la misma familia (crasuláceas). Tiene una cierta belleza y, en principio, parece disponer de alguna resistencia a la sequía y al frío. Como otras especies, adopta tonos rojizos ante cualquier estrés.

**9.-*Sedum spathulifolium*.** Es otra especie bastante atractiva por sus abundantes rosetas de hojas cenicientas que pueden cubrir totalmente el suelo. Su comportamiento, no obstante, es algo errático, por lo que conviene fijar bien sus condiciones de cultivo para obtener de él lo mejor que puede ofrecer.

**10.-*Sedum sarmentosum*.** Posee una gran capacidad para extenderse y cubrir el suelo. Sin embargo, al contrario que todas las especies anteriores, este *Sedum* no es perenne sino vivaz, esto es, desaparece la parte aérea durante el invierno para rebrotar en primavera a partir de yemas que persistieron a ras del suelo.

**11.-*Sedum floriferum*.** Es una variante muy cultivada del *S. kamtschaticum*. Cubre muy bien el terreno y se usa bastante en las azoteas verdes de Centroeuropa. Sin embargo es planta delicada que sufre en invierno y se pierde con facilidad en un verano completamente seco. Las cuatro últimas especies no son autóctonas.

**12.-*Sempervivum sp.*** es otro género de crasuláceas cuyas especies podrían constituir buenas alternativas a las de *Sedum* para el clima de Madrid. Forma rosetas densas, con "hijos" alrededor que van cubriendo gradualmente el terreno. Aguantan muy bien el frío y posiblemente también la sequía.

# AZOTEA ALJIBE

por: Merche Ruiz Miranda\*



Azotea aljibe instalada en el Ayuntamiento de Getafe (Madrid).



Ensayos de comportamiento de especies vegetales sobre un aljibe.

Siguiendo la filosofía de nuestra empresa que toma como directriz la innovación alcanzamos un nuevo concepto de cubierta: La azotea aljibe.

Partimos de una serie de ideas clave, por un lado, Intemper se dedica desde hace 25 años a la impermeabilización de cubiertas y de lagos o embalses. Contamos además, con una lámina impermeabilizante, Rhenofol CG, a la que no afectan ni las raíces, ni los efectos nocivos del agua estancada. Fabricamos unas losas, la Losa Filtrón, que como su propio nombre indica filtran toda el agua que cae sobre la cubierta, convirtiéndola en una inmensa rejilla. Por último, seguimos con la idea del aprovechamiento máximo de los recursos naturales, añadido a nuestra visión de una cubierta ecológica como una zona verde que no necesite mantenimiento.

¿Por qué no queremos regar? No es un simple capricho, cuando hablamos de cubiertas de edificios estamos hablando muchas veces de lugares poco accesibles para las personas; asimismo si introducimos el riego, nuestro producto se encarece y no es rentable; y, en tercer lugar, si vamos a regar, ¿por qué no plantar algo

más decorativo? Las azoteas ajardinadas ya existen desde hace mucho tiempo, recuérdense los jardines colgantes de Babilonia. *Buscamos algo diferente.*

Conjugando todas estas premisas apareció este nuevo sistema de cubierta aljibe.

## ¿QUE ES UNA AZOTEA ALJIBE?

Es un sistema de cubierta invertida, que nos permite aprovechar todo el agua de lluvia que cae sobre la vertical del edi-

ficio. En los sistemas de cubierta tradicionales se provoca el rápido desagüe de estas lluvias, sin embargo, nosotros pensamos en la posibilidad de crear un depósito de agua de lluvia en la azotea, de manera que se aprovechara para abastecer las redes auxiliares del edificio, evitando malgastar ese bien tan escaso como es el agua potable en otros usos distintos al consumo humano. Este agua almacenada podría utilizarse para riego de jardines, limpieza de garajes, redes sanitarias, prevención de incendios, etc.

## ¿EN QUE CONSISTE NUESTRO SISTEMA DE CUBIERTA?

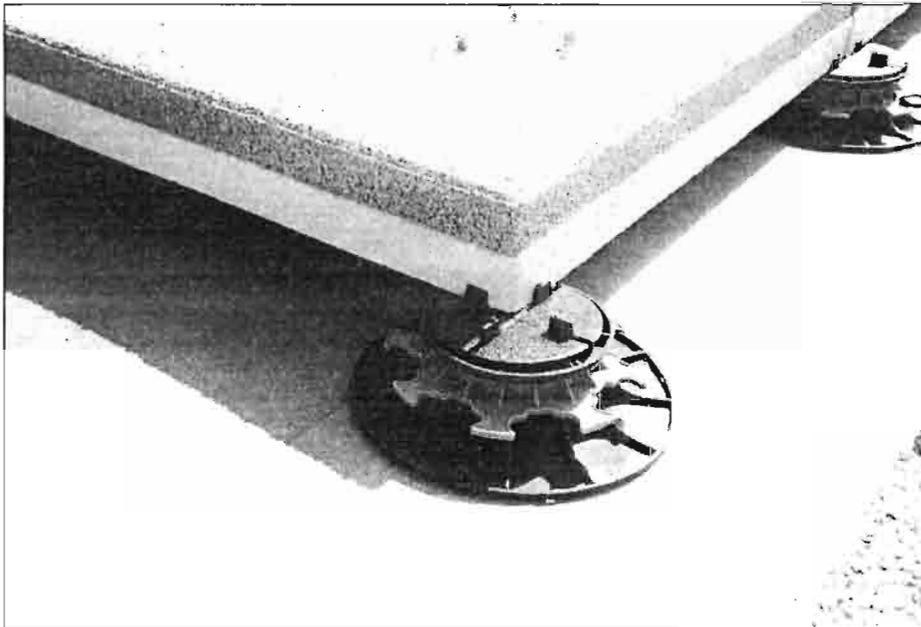
Es un sistema de cubierta tradicional basado en la tecnología Intemper, que se reduce a tres elementos fundamentales:

En primer lugar, la *impermeabilización*, formada por dos membranas. Sobre el forjado se coloca una capa separadora de Feltemper 300, un geotextil, y sobre éste la lámina plástica impermeabilizante Rhenofol CG, que posee importantes propiedades que garantizan una total estanqueidad. Como he comentado anteriormente, esta lámina resiste cualquier efecto dañino de los microorganismos que se originan en el agua estancada, una característica indispensable para este tipo de cubierta.

**Mejor  
aprovechamiento del  
agua de lluvia**

**El ayuntamiento de  
Getafe instaló la  
primera azotea aljibe**

(\*) Intemper Española, S.A.  
Azoteas Españolas, S.A.



En esta foto se aprecian con detalle, los tres elementos esenciales de la cubierta.

Sobre esta lámina se colocan unos soportes, graduados en función de la cantidad de agua que deseemos almacenar, que sostienen la *Losa Filtrón*, el tercer elemento. Esta losa está compuesta por una base aislante de poriestireno extrusionado y una superficie de hormigón poroso de alta resistencia.

Ambos componentes convierten a la *Losa Filtrón* en el elemento ideal como acabado de la azotea aljibe; propiedades tales como su permeabilidad y su resistencia térmica, permiten que el agua de lluvia se filtre rápidamente almacenándose en el depósito creado bajo el aislamiento, dificultándose de este modo la evaporación.

Este sistema de cubierta es la base ideal para un jardín o una azotea ecológica, ya que facilitamos a las especies vegetales situadas sobre ella el agua necesaria para su desarrollo sin necesidad de riego.

Para conseguir atraer la humedad de nuevo a la superficie donde colocamos las plantas, utilizamos un fieltro geotextil como el que se coloca bajo el *Rhenofol*. Se recubren las losas donde vayan a situarse las plantas con este *Feltemp* de manera que cada cierta distancia se entremeta en forma de mecha a conectar con el agua del aljibe, y por capilaridad la hace llegar a la vegetación.

Durante dos años, hemos realizado un experimento en nuestra fábrica de Colmenar Viejo que ha consistido en comprobar el comportamiento de una serie de especies vegetales situadas sobre un pequeño aljibe. Una de las conclusiones alcanzadas fue la de verificar que ciertamente las plantas que tenían debajo el *Feltemp* se habían desarrollado mucho más que aquellas que se colocaron encima de la losa y solamente aprove-

chaban la pequeña proporción de agua evaporada.

### LAS VENTAJAS

Respecto a las ventajas de la azotea ecológica cabe destacar la mejora del aislamiento acústico y térmico que proporciona al edificio; las múltiples aplicaciones del agua almacenada; el ahorro de agua y energía que ofrece a los propietarios; su idoneidad para ubicar un jardín o azotea ecológica sobre ella; su especial interés como fuente de seguridad en el tema de prevención de incendios; que permite seguir aprovechando la cubierta para distintos usos: instalación de maquinaria, tránsito, parques, etc.

Seguramente alguien se planteará dudas acerca de la resistencia de la estructura al peso de esta cubierta.

Nuestra respuesta es contundente y se basa en el siguiente argumento: Las cubiertas tradicionales, con sus pendientes, lastre o pavimentos con su correspondiente mortero de agarre, etc., suponen un peso sobre estructura de más de 300 kg; nuestro sistema es extremadamente ligero, si tenemos en cuenta que el único elemento pesado es la *Losa Filtrón* que supone 80 Kg/m<sup>2</sup>, si restamos ambas cantidades, podemos saber fácilmente cuanta agua puede almacenarse sin necesidad de realizar un reforzamiento de la estructura. Si hablamos de edificios de nueva creación la cantidad a almacenar se amplía aún más, ya que se proyecta la totalidad del edificio teniendo en cuenta la cubierta.

La primera cubierta aljibe de España ha sido realizada por *Intemper Española, S.A.* y se encuentra en el Ayuntamiento de Getafe, donde se ha demostrado su funcionalidad, ya que no sólo mantiene almacenada el agua de lluvia, sino que ha sido dividida en dos partes, una técnica, llena de maquinaria de mantenimiento y otra ecológica, que alterna pasillos con zonas vegetales.

**cambia tu vida  
para  
cambiar el mundo**

Colabora con

**Manos Unidas**

DONATIVOS: 5

En los principales Bancos y Cajas de Ahorro,  
en las 71 Delegaciones de MANOS UNIDAS  
y en su Comité Ejecutivo.

Barquillo, 38 - 3ª - 28004 MADRID - Telf. (91) 308 20 20 - Fax: 308 42 08

---

Deseo recibir información de Manos Unidas

Nombre: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

C.P.: \_\_\_\_\_

Provincia: \_\_\_\_\_

Manos Unidas agradece la publicación gratuita de este anuncio