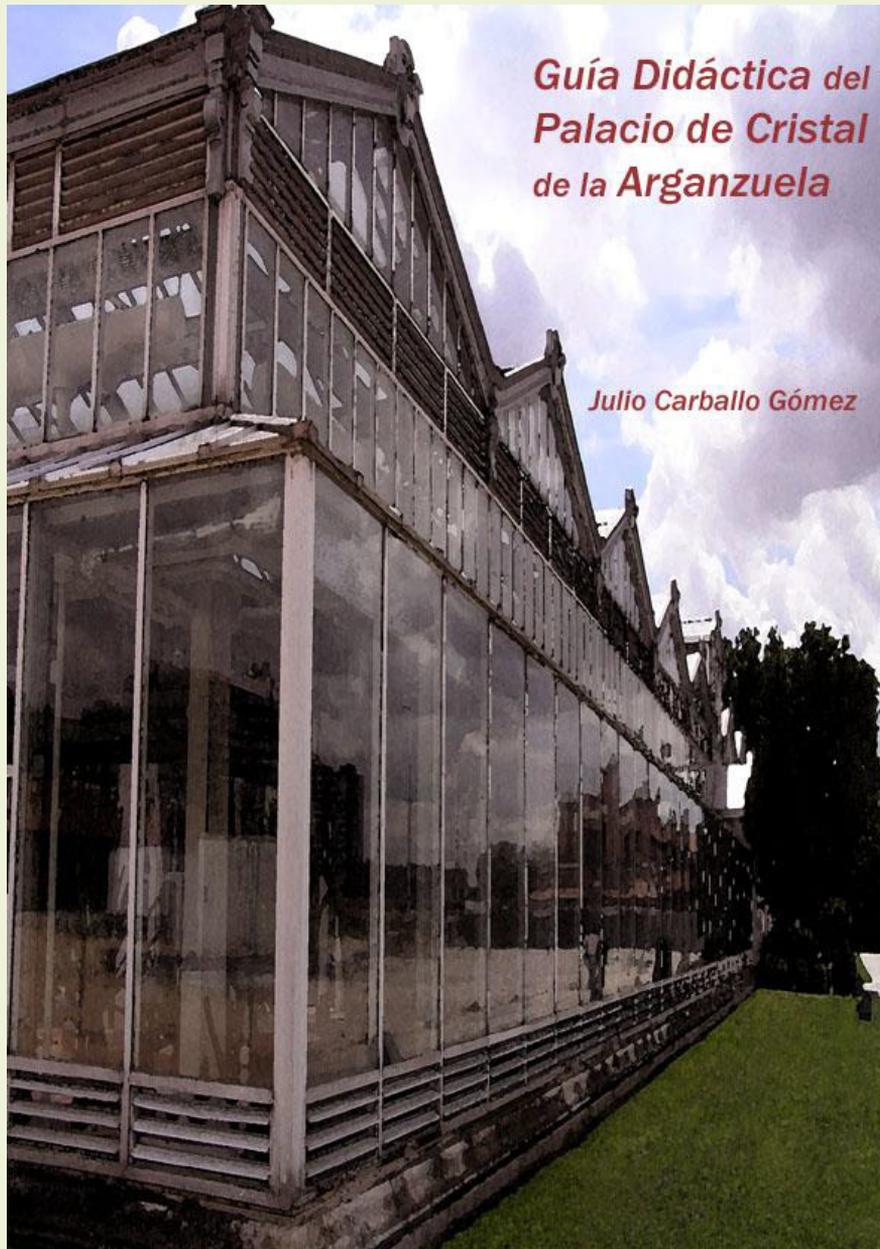
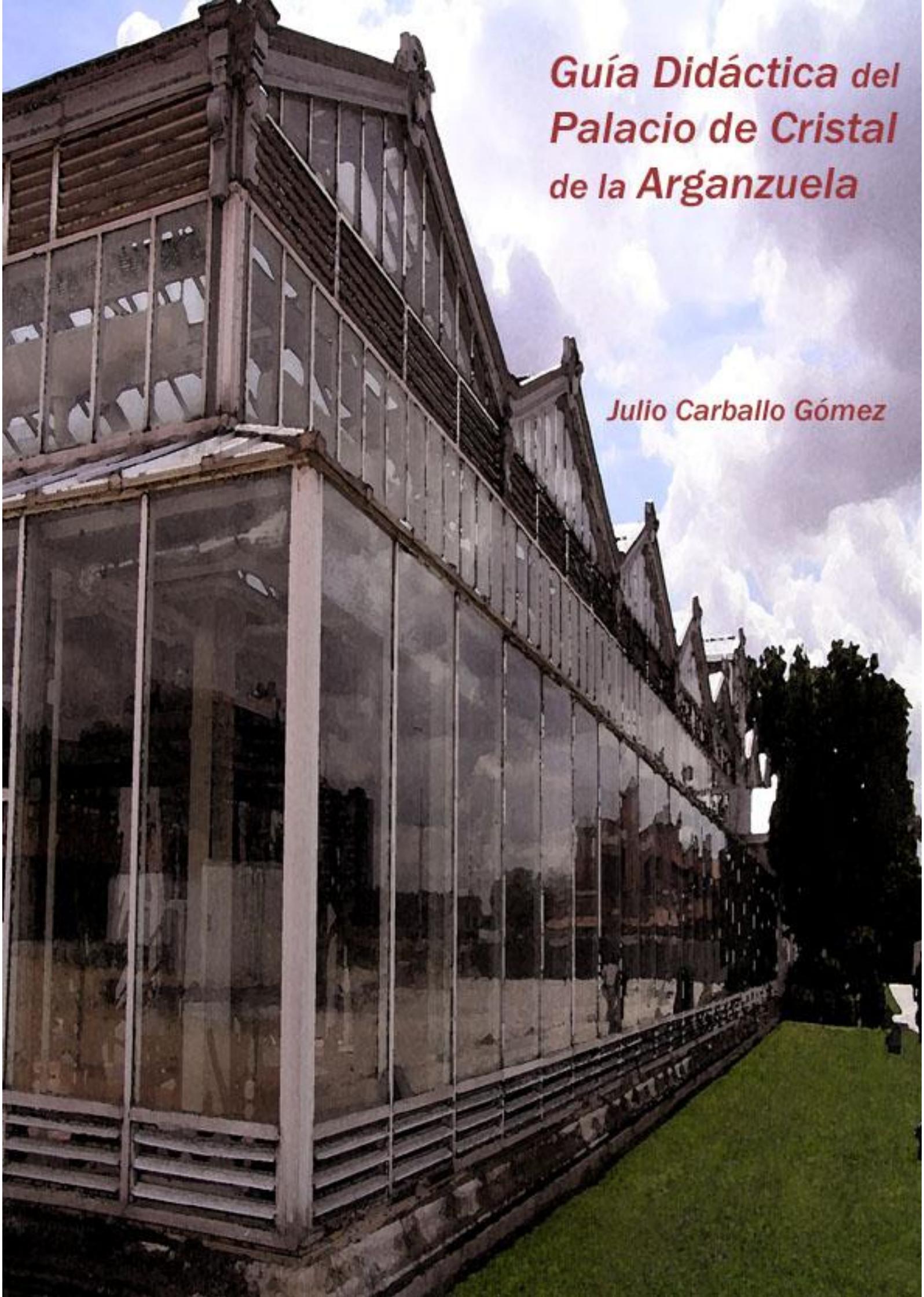




Madrid, un libro abierto





*Guía Didáctica del
Palacio de Cristal
de la Arganzuela*

Julio Carballo Gómez

Indice

	Página
PRESENTACIÓN.....	3
ORGANIZACIÓN DE LA VISITA.....	4
LOS ORIGENES DEL INVERNADERO DE LA ARGANZUELA.....	5
EL PALACIO DE CRISTAL DE LA ARGANZUELA.....	6
DESARROLLO Y ÉXITO DE LA DENOMINADA ARQUITECTURA DEL HIERRO	6
¿QUE ES UN INVERNADERO?.....	7
LAS GRANDES REGIONES CLIMÁTICAS.....	8
INVERNADERO DE PLANTAS DE CLIMA DESÉRTICO: CRASAS Y SUCULENTAS.....	9
METABOLISMO CAM.....	11
INVERNADERO DE PLANTAS DE CLIMA SUBTROPICAL.....	14
ÁRBOLES, HIERBAS Y MADERA.....	15
INVERNADERO DE PLANTAS DE CLIMA TROPICAL.....	20
FICHAS DE ACTIVIDADES	
CUESTIONES PRÁCTICAS SOBRE LA ACTIVIDAD.....	27
RECORRIDO Y CONTENIDOS GRUPOS DE 1º Y 2º DE ESO.....	27
FICHAS 1º Y 2º DE ESO.....	28-31
RECORRIDO Y CONTENIDO PARA GRUPOS DE 3º, 4º Y BACHILLERATO.....	32
FICHAS DE 3º 4º Y BACHILLERATO.....	33-37
BIBLIOGRAFIA.....	38

PRESENTACIÓN

. El Palacio de Cristal de la Arganzuela, es uno de los múltiples recursos didácticos de los que disponemos en la ciudad de Madrid.

Se trata del mayor invernadero de nuestra ciudad, y nos ofrece un abanico de posibilidades para acercarnos al estudio de tres de los ecosistemas típicos de otras tantas regiones climáticas representativas de nuestro planeta, y que por su lejanía con nuestra latitud, son poco conocidas.

Este aspecto didáctico de los invernaderos, es el que vamos a aprovechar en esta visita, para reforzar los conocimientos sobre aquellos temas que los alumnos han visto o van a ver a lo largo del curso en el aula. La intención de esta guía, es la de facilitar a los profesores un material sobre el que trabajar y preparar la visita a los invernaderos. Consta de una primera parte en la que se tratan los distintos contenidos relacionados con diversas áreas, y una segunda parte en la que se proponen una serie de actividades para que trabajen los alumnos durante y tras la visita, con el fin de reforzar los conocimientos sobre los temas tratados.

Como **objetivos generales** para todos los alumnos, con independencia del curso el que pertenezcan, destacamos los siguientes:

- Conocer y valorar el patrimonio cultural e histórico de nuestra ciudad.
- Apreciar la diversidad biológica para el fomento de su conservación como parte de un patrimonio natural irreplicable.
- Analizar las consecuencias de la intervención humana en el medio ambiente.
- Capacitar al alumno en técnicas de observación, indagación, recogida de datos, análisis, formulación de hipótesis y resolución de problemas.

Como **objetivos específicos** destacamos los siguientes:

- Incrementar el vocabulario del alumno con términos específicos de la actividad.
- Localizar las distintas zonas climáticas del planeta.
- Diferenciar los distintos tipos de climas asociados a la variación de tres factores climáticos como son la luz, la humedad y la temperatura.
- Identificar mediante la observación las distintas adaptaciones que presentan las plantas a los factores, tanto bióticos como abióticos, para sobrevivir en el medio.
- Comparar las adaptaciones comunes entre grupos de plantas no emparentadas.
- Comparar estas adaptaciones con las que presentan plantas propias de nuestra flora.
- Identificar mediante la observación las principales clases y familias de plantas atendiendo a sus características morfológicas.

ORGANIZACIÓN DE LA VISITA

Basándose en los objetivos que se pretenden lograr, la visita se debe planificar teniendo en cuenta tres tiempos distintos: preparación, desarrollo y análisis; antes, durante y después de la visita respectivamente.

Antes de realizar la visita al Palacio de Cristal de la Arganzuela es recomendable planificarla. Para esto, el profesor cuenta entre la documentación de apoyo que le entregamos: esta guía. De ella el profesor puede sacar información, y adaptar los objetivos y los temas a tratar, al nivel educativo del grupo.

También hay que definir el material necesario para la toma de datos el día de la visita, elaborar tablas, fichas, cuestionarios, etc.

Es de desear que los alumnos participen en esta elaboración lo que favorecerá la motivación el día de la visita. Sería interesante que el trabajo se dividiera en grupos y que cada uno de ellos recopilase información concerniente a los temas a estudiar.

También es muy importante recordar cual debe ser nuestra conducta durante la visita a los invernaderos. Se trata de una instalación que nos pertenece a todos, de lo que hagamos durante la visita dependerá lo que vean los visitantes de otros días. Por esto, conviene recordar a los alumnos que:

-No se pueden tocar las plantas y mucho menos cortar o arrancar partes de ellas.

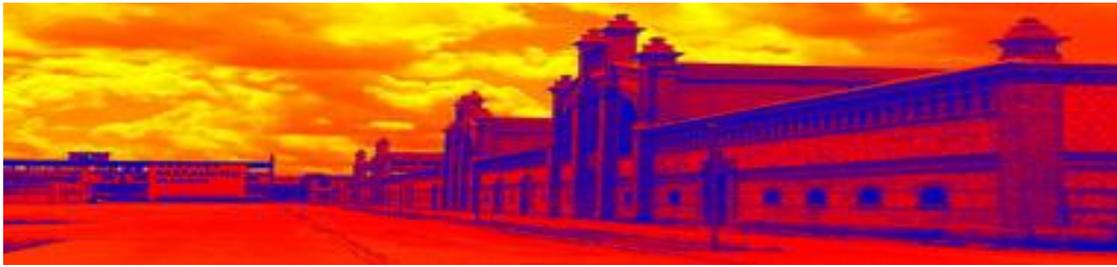
-No se debe correr ni chillar, pues perturbaríamos la visita de otros grupos o personas.

-Dentro de los invernaderos no está permitido comer, beber o tirar desperdicios.

Durante la visita los alumnos, recopilarán los datos seleccionados contando con la ayuda y el asesoramiento de los profesores.

Después de la visita será el momento de ordenar los datos recopilados, analizarlos y elaborar las conclusiones, junto a la elaboración de experiencias de verificación de esas conclusiones, es decir, se trata de que los alumnos se familiaricen y aprendan a utilizar el denominado Método científico

En la parte final de esta guía se proponen una serie de fichas, que pueden servir de base al profesor para la elaboración de fichas propias. También hay una relación de los contenidos a tratar durante la actividad. Las primeras fichas están diseñadas para alumnos de primero y segundo de ESO, el resto están pensadas para alumnos de los cursos superiores de ESO y bachillerato, siendo el profesor el que determine el nivel de complejidad que mejor se adapte a las características de su grupo.



Los orígenes del invernadero de la Arganzuela: El matadero.

Este edificio formaba parte del complejo de edificios del antiguo Matadero y mercado Municipal de ganados de Madrid diseñado por el arquitecto Luis Bellido. Se construyó en el periodo comprendido entre los años 1910-1925, ocupando una extensión de 16'5 hectáreas. Se trata de unas instalaciones muy modernas para su época, de estilo Neomudéjar, que forman una mini-ciudad con todo tipo de instalaciones destinadas a cubrir las necesidades del Matadero. Posee además de las naves de estabulación de los distintos tipos de animales, salas de sacrificio, despiece, secado de pieles, laboratorio; incluso un servicio de bomberos propio.

La elección del lugar de construcción del matadero se basa en dos características: cercanía al anillo ferroviario que unía las principales estaciones, y lejanía de los lugares poblados, ya que la ciudad en aquellos años todavía no se había extendido hasta aquella zona.

El desarrollo de la ciudad hace que en poco tiempo el Matadero quede englobado dentro de ella, surgiendo los consiguientes inconvenientes de atascos por el volumen de tráfico que generaba, así como problemas sanitarios derivados principalmente de los residuos y malos olores que produce. Por estos motivos, a partir del año 1973, se va cerrando progresivamente hasta 1996, año en el que cierra definitivamente la última instalación.

Evolución. Es a partir del año 1992 y debido al progresivo deterioro que sufren las instalaciones, cuando el Ayuntamiento de Madrid decide reconvertirlas y darles un nuevo uso. De este modo las antiguas oficinas del Matadero se convierten en la sede de la junta Municipal del distrito de la Arganzuela, la Nave de Ternereras pasa a ser un centro cultural para la tercera edad, y la



Fachada principal del invernadero de Arganzuela

denominada Nave de Patatas se convierte en el Invernadero del Palacio de Cristal de la Arganzuela. En la actualidad y bajo el nombre de Matadero-Madrid, las antiguas naves se han reconvertido en un gran centro cultural donde se puede acudir a diversas exposiciones en las salas destinadas a ello, oír conciertos en la Nave de Música, leer en la Casa del Lector, ver cine en la Cineteca o teatro en las Naves del Español; entre otras opciones culturales.



El Palacio de Cristal de la Arganzuela.

El uso que se daba a este edificio en el antiguo Matadero era la de almacenar hortalizas destinadas a la alimentación de los animales que pasaban por estas instalaciones. Se la conocía como la Nave de Patatas debido a ser esta la hortaliza más barata y por consiguiente el alimento más abundante que se almacenaba en esta nave. En 1992 después de años de abandono, pasa a depender del área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Madrid y es reconvertido en invernadero de exhibición de plantas, respetándose la estructura de acero roblonado que poseía la nave, siendo este edificio uno de los pocos ejemplos que van quedando en nuestra ciudad de la denominada Arquitectura del Hierro.

Desarrollo y éxito de la denominada arquitectura del hierro

El desarrollo de este tipo de arquitectura va unido a la Revolución Industrial.



Palacio de Cristal del Retiro

El uso de carbón vegetal en vez de carbón mineral para la elaboración de hierro fundido, produce un nuevo material más duro e inflexible a la vez que resistente. Este nuevo tipo de hierro puede ser fundido introduciendo en él adornos y motivos decorativos, dando así a la estructura un aspecto más bello e integrable arquitectónicamente.

Este nuevo material empieza a utilizarse en puentes y en todas aquellas estructuras de carácter civil que requieran de grandes espacios diáfanos sin pilares que estorben, como pueden ser: mercados, fábricas, estaciones de ferrocarril, invernaderos, etc.

El éxito y la proyección de este nuevo material se produce en la Exposición Universal de Londres de 1851, con el invernadero de Joseph Paston: el Cristal Palace, edificio construido con piezas

desmontables fabricadas en serie que permitían el montaje y desmontaje del invernadero y su traslado a otro lugar. Además las piezas estaban bellamente decoradas demostrando que se podían hacer bonitas estructuras de hierro.

En Madrid existen numerosos ejemplos representativos de este tipo de arquitectura como son: el mercado de San Miguel (1915), Palacio de Velázquez del Retiro (1883), Palacio de Cristal del Retiro (1887), Estación de Delicias (1880), Estación de Atocha (1888), Estación del Norte (1882), y como no el invernadero de la Arganzuela.



Estación de Delicias

La construcción de hierro más antigua de nuestra ciudad (1830) lo constituye un pequeño puente sobre la ría situado en el jardín del Capricho de la Alameda de Osuna. Otras estructuras de Hierro ya desaparecidas son: el antiguo mercado de la Cebada fabricado en las factorías de Gustav Eiffel, el mercado de los Mostenses, el antiguo Viaducto, el Circo Price...

La reconversión de la antigua nave de patatas en un moderno invernadero se basó no solo en el cambio de los materiales opacos que recubrían la nave por materiales translúcidos, también se dotó de persianas motorizadas que dejan pasar más o menos luz, rejillas de ventilación natural, vaporizadores, suelo radiante y sistemas de aire caliente; que permiten modificar los valores de los principales parámetros climáticos: luz, temperatura y humedad. Jugando con estos valores podemos reproducir las condiciones climáticas de distintas regiones del planeta.

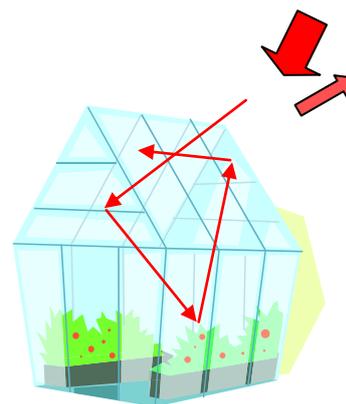
El palacio de Cristal tiene una superficie de 7100m² subdivididos en cinco espacios, un crucero central de 2300m² y cuatro espacios rectangulares de 1200 m² cada uno en los vértices, destinados a invernaderos de exhibición de plantas de distintas regiones climáticas: dos dedicados a plantas de clima tropical, uno a clima subtropical y otro a plantas de clima desértico.



Interior del Palacio de Cristal de la Arganzuela

¿Qué es un invernadero?

Un invernadero es aquel edificio con cubierta de cristal u otro material translúcido, en el cual se protegen las plantas de las inclemencias del tiempo atmosférico. Dentro del invernadero se produce un incremento de la temperatura que tiene su origen en el llamado *efecto invernadero*. Los rayos de sol al atravesar un cristal u otro material translúcido, calientan los objetos que hay detrás y estos emiten radiación de onda mayor (radiación infrarroja), atrapando energía dentro del invernadero al impedir el cristal la salida de parte de esa radiación infrarroja. Mediante paneles opacos podemos controlar la cantidad de luz que entra y con aspersores, vaporizadores o estanques también se puede modificar la *humedad relativa* del aire. De este modo podemos modificar los parámetros de tres de los principales factores que condicionan el crecimiento de una planta: la temperatura, la luz y la humedad; y reproducir dentro del invernadero distintos *ambientes climáticos*.



Los primeros invernaderos de los que se tiene noticia datan del período romano y su desarrollo va unido al de la tecnología de fabricación del vidrio, si bien los romanos en los primeros invernaderos de los que se tiene noticia no utilizaban vidrio, sino una roca sedimentaria translúcida: el yeso especular (*lapis specularis*), cuya principal zona de extracción estaba en los alrededores de Segóbriga, junto a Saelices, Cuenca.

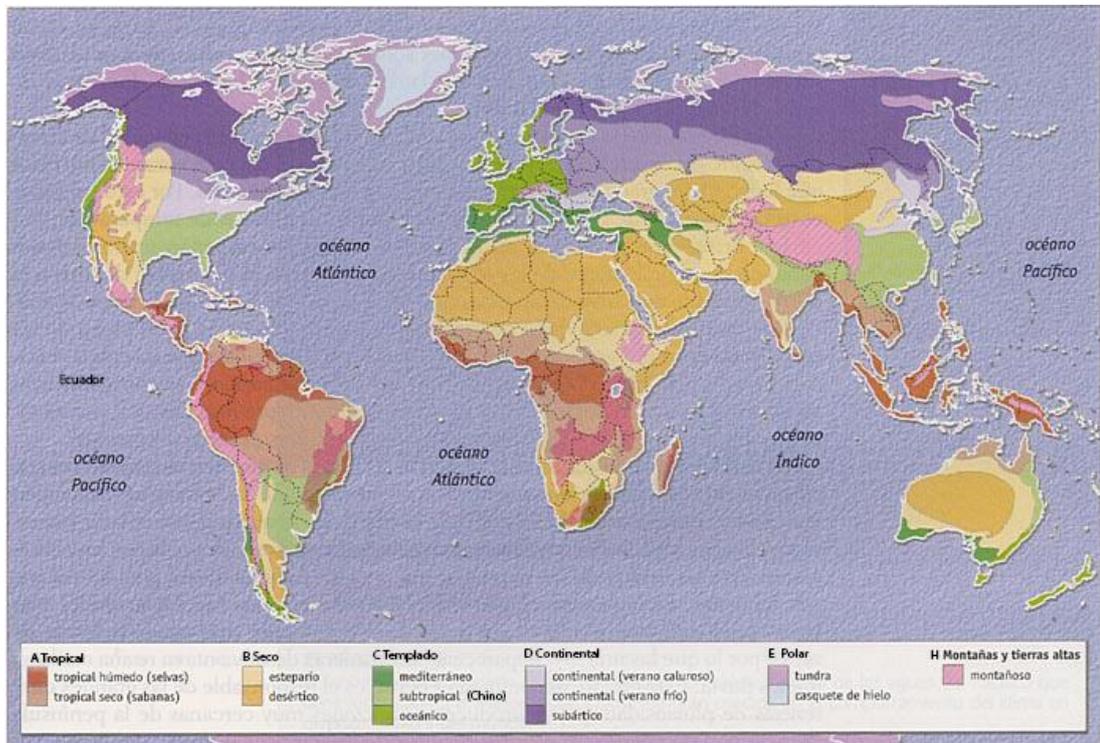
Las grandes regiones climáticas.



En el año 1900 el meteorólogo climatólogo y botánico de origen Ruso Wladimir Köppen, basándose en dos parámetros climáticos, como son las precipitaciones y la temperatura, creó una clasificación para relacionar cada ambiente climático y la vegetación natural que lo habita.

Así definió cinco grandes regiones climáticas nombradas por letras; A: Tropical, B: Árido, C: Templado cálido o Subtropical, D: Templado frío o Continental y E: Polar o de Alta montaña.

Para definir los climas de las regiones A, C, D y E; Köppen utilizó rangos de temperatura, Sin embargo para definir que regiones del planeta pertenecían a la zona B, Köppen usó rangos de precipitaciones anuales. Una región pertenecía a la zona B si presentaba unas precipitaciones anuales inferiores a 250 litros por metro cuadrado, que a su vez subdividió en tipo Árido o Estepa cuando las precipitaciones anuales estaban comprendidas entre 250 y 150 litros por metro cuadrado; si llovía menos de 150 litros por metro cuadrado en un año la región era un desierto en sentido estricto. Estas subregiones a su vez se dividían según la latitud a la que estuvieran, creando subtipos distintos. En las otras regiones del mismo modo se nombran subregiones distintas en función de temperaturas a lo largo del año. De este modo la región C o Subtropical se subdivide en clima Mediterráneo, con veranos secos; clima Subtropical húmedo o chino con veranos cálidos y húmedos; y clima Oceánico, con veranos frescos y húmedos.



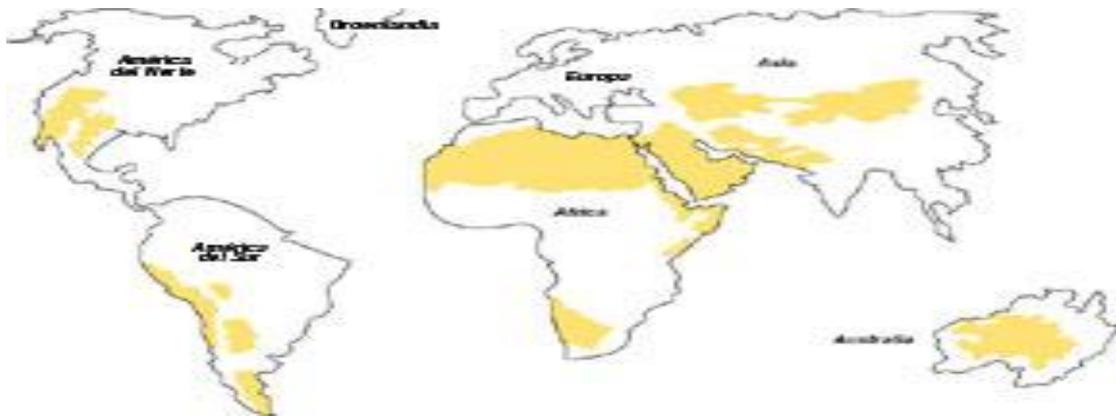
Mapa de Köppen modificado por Glenn T Trewartha

En estos invernaderos se encuentran reproducidos los tres primeros: tropical, desértico y subtropical.

Durante la actividad, tendremos la ocasión de observar plantas representativas de los principales ecosistemas que se desarrollan en estas regiones climáticas, y de ver como resuelven los problemas y carencias derivadas de la vida en estos ecosistemas mediante las adaptaciones, motor de los procesos evolutivos que han generado la biodiversidad existente hoy día en nuestro planeta.



En términos generales se asocia el clima desértico a lugares que poseen una elevada temperatura y reciben pocas precipitaciones, pero existen desiertos fríos donde la temperatura es baja y las precipitaciones no son escasas, aunque estas no se producen de forma líquida. Un modo más preciso de definir un clima desértico sería, el de aquellos lugares donde existe **baja disponibilidad de agua**, bien por ser escasas las precipitaciones, o bien, porque el agua se encuentra en forma de nieve o hielo; y además existe una **elevada transpiración**, por ser la temperatura muy alta, debido a la existencia de vientos constantes u otras causas posibles. En resumen en las regiones áridas o desérticas las precipitaciones son inferiores a la evaporación, lo que convierte al agua en un bien escaso y en el principal **factor limitante** que condiciona el crecimiento y desarrollo de las plantas en estos ecosistemas.



Situación de los principales desiertos del mundo

En cuanto a la temperatura, lo que si tienen en común las regiones desérticas es la **alta oscilación térmica** entre el día y la noche, y la máxima y la mínima anual. El record de diferencias de temperaturas históricas medidas en el planeta lo posee un desierto de tipo continental frío: el desierto del Gobi, donde se han registrado una temperatura máxima de 50° C y una mínima de -58° C, es decir, un record histórico de 108° C de diferencia, si bien las temperaturas medias en verano están en torno a los 37°C y en invierno en -40°C.

La mayoría de los **desiertos** se encuentran situados en las regiones que limitan las zonas tropicales de las **subtropicales** y su formación está relacionada con la circulación de las corrientes de aire, aunque también influyen factores más o menos locales como pueden ser corrientes frías oceánicas que hacen descargar la lluvia sobre el mar, o elevadas cordilleras que actúan como deshumificadores impidiendo que las nubes o el aire húmedo las sobrepasen creando **desiertos** a su “sombra”. Otros **desiertos** se producen al tener que atravesar los vientos grandes masas **continentales** donde pierden su humedad.



Vista general del invernadero de plantas desérticas



El invernadero que nos ocupa reproduce este tipo de clima manteniendo una temperatura que oscila en el mes mas frío entre 6° y 11° C y en el mes mas cálido entre 27° y 34,5° C con una humedad relativa entre 30 y 60%.

La supervivencia de las plantas en las zonas desérticas supone un autentico reto en el cual, estas deben solventar los problemas anteriormente expuestos: **escasez de agua, una elevada transpiración y alta oscilación térmica**. Pocas plantas han conseguido resolverlo, de ahí la escasa biodiversidad que existe en estos ecosistemas. Por ejemplo, en un espacio tan extenso como es el desierto del Sahara, tan solo se han descrito un millar de especies, número escasísimo si lo comparamos con las decenas de miles descritas en cualquier ecosistema tropical.



La escasez de agua va a originar una competencia, que es la responsable de la escasa cobertura vegetal de estos ecosistemas. A esto hay que añadir la pobreza e incluso ausencia de materia orgánica de los suelos y la lentitud de reciclaje de la materia orgánica debido a que los organismos descomponedores (bacterias y hongos), no encuentran condiciones favorables para desarrollar su ciclo biológico, salvo en los escasos periodos de lluvia.

La primera adaptación que han realizado muchas de las especies anuales del desierto es la de reducir su ciclo biológico al máximo. Aprovechando las escasas lluvias que acontecen en el desierto, este tipo de plantas nacen, florecen y mueren en el corto espacio de tiempo de una semana o incluso un solo día dando lugar a un fenómeno muy vistoso y colorido conocido como “desierto florido”. En estas plantas es la semilla la que sobrevive durante el largo periodo en el que las condiciones de humedad son desfavorables.

Las plantas con ciclos de vida más largos desarrollan adaptaciones que les permiten superar los retos anteriormente mencionados.

Para hacer frente a las **altas oscilaciones térmicas**, las plantas del desierto se cubren de una gruesa cutícula cerosa externa impermeable que aísla a la planta de la temperatura externa y evita la pérdida de agua por **evaporación**.

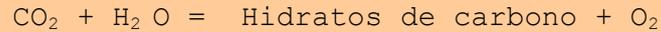
Otra adaptación para evitar la pérdida de agua por **transpiración**, es la reducción en el número de estomas, y el cierre de estos durante las horas de calor del día, abriéndolos por la noche y al amanecer-atardecer. Esto conlleva una modificación evolutiva más compleja al transformarse la fotosíntesis a un tipo de *metabolismo* denominado *CAM* (crasuláceo-ácido-metabolismo) típico de estas plantas en la que la luz solar solamente se precisa al final del ciclo metabólico.



Lithops

Metabolismo C.A.M.

Las plantas no suculentas o mesofíticas realizan la fotosíntesis durante el día, permaneciendo los estomas abiertos durante el proceso para poder realizar el intercambio gaseoso necesario.



Durante este intercambio se fija CO_2 y se libera O_2 con la pérdida de H_2O por transpiración a través de los estomas.

En las plantas con metabolismo C.A.M, los estomas permanecen abiertos únicamente por la noche, fijando CO_2 .

NOCHE Estomas abiertos $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ácidos orgánicos almacenados en vacuolas.}$

DÍA Estomas cerrados $\text{Ácidos orgánicos} + \text{H}_2\text{O} + \text{Luz} = \text{Hidratos de carbono} + \text{O}_2$

Al inicio de la noche se liberan pequeñas cantidades de O_2 reduciendo al mínimo la pérdida de agua por transpiración.

Otras plantas del desierto que habitan en zonas donde el viento es seco y persistente, adoptan formas aplanadas que apenas sobresalen de la superficie del terreno, y no exponen a la planta al viento, evitando las pérdidas por evapotranspiración. Este es el caso de las denominadas “plantas piedra” del genero *Lithops*.

Frente a la escasez de agua las plantas que habitan estas regiones desarrollan distintas adaptaciones.

Algunas de las plantas de porte arbustivo desarrollan largas raíces profundas que alcanzan la capa freática, y cuando la sequía se alarga se desprenden de sus hojas.

-Todas poseen un tejido parenquimático capaz de acumular agua. Esto las convierte en plantas carnosas y jugosas muy apetecibles para los animales herbívoros. Para defenderse de la depredación utilizan dos estrategias distintas, se protegen con espinas o bien con sustancias tóxicas. Asociado a esto algunas de las plantas del desierto poseen formas globosas que aumentan la capacidad de almacenar agua, a la vez que la relación superficie expuesta al sol respecto al volumen total es menor. Son los Cactus la familia que mejor tiene desarrollada esta capacidad de engrosamiento–adelgazamiento debido a que su superficie esta surcada por costillas



Asiento de suegra (*Echinocactus* spp).



Espinas de *Euphorbia*

que permiten el alejamiento o el acercamiento como si fuera un acordeón. Cuando la planta esta henchida de agua las costillas se encuentran separadas, pero cuando la planta esta deshidratada las costillas se encuentran juntas generando zonas de sombra y reduciendo la superficie expuesta al sol. Un ejemplo claro de esto último lo podemos ver en el invernadero observando los cactus denominados “asientos de suegra” del genero *Echinocactus*.



-En el caso de los Cactus, las hojas se han transformado en espinas, de este modo se reduce la superficie expuesta y se evitan las pérdidas de agua por evapotranspiración. En las Euphorbias con aspecto cactiforme, podemos observar como en las zonas de crecimiento apical todavía se conservan las hojas que posteriormente caerán teniendo las espinas un origen distinto.

-Tallos verdes. Al desaparecer las hojas, la fotosíntesis se realiza en el tallo. Estos pasan a ser los responsables de la función fotosintetizadora y la clorofila se acumula en las paredes de la planta.



Mamiliaria.

-Frente al **exceso de luz**, algunas plantas del desierto, y sobre todo cactus presentan una abundante pilosidad, con pelos de color blanco que refractan la luz solar evitando la elevación de la temperatura y la pérdida de agua. Podemos observar esta adaptación, en algunos cactus del genero *Mamiliaria*.

Estas adaptaciones de las plantas a un ambiente tan difícil como es el del desierto son comunes en grupos de plantas que están separadas filogenéticamente, es decir, se presentan en grupos que no poseen parentesco. Se trata de **convergencias adaptativas**, mediante las cuales grupos de plantas no emparentadas evolutivamente entre sí, han llegado a la misma solución frente al mismo problema.

En este invernadero se pueden observar plantas pertenecientes a distintas familias:

Cactáceas. Son los populares y conocidos cactus exclusivos de los desiertos americanos. Existen unas 2500 especies con formas diversas desde columnares como los saguaros, globosas como los cactus “asientos de suegra”, o bien con tallos aplastados como las chumberas.

Tienen flores con numerosos pétalos dispuestos en simetría radial (actinomorfas), que poseen un corto periodo de vida y abren generalmente por la noche.



Chumbera (*Opuntia*)

Los cactus el género *Opuntia* conocidos como Chumberas, son uno de los tipos de cactus más extendidos fuera de su hábitat natural, ya que se cultiva como alimento de un insecto, la cochinilla (*Dactylopius coccus*), del que se obtiene un colorante conocido como carmín, que confiere color rojo no solo a ciertos cosméticos, también se utiliza en la industria textil y alimentaria, bajo la nomenclatura E-120.



Euphorbia en flor

Euforbiáceas. Familia cosmopolita con unas 7500 especies desde herbáceas a arbóreas, 400 de ellas con aspecto de cactus, que habitan en los desiertos africanos. Sus flores carentes de pétalos están agrupadas en capítulos en forma de copa con una flor femenina central rodeada de múltiples flores masculinas con un solo estambre, y un solo eje de simetría (zigomorfa).

Todas poseen un látex blanco espeso y pegajoso, por lo general muy tóxico. La planta mas grande y voluminosa de este invernadero es una euforbia candelabro (*Euphorbia Ammak*).

Agavaceas. 600 especies americanas con numerosos representantes en el invernadero. Podemos ver distintas especies de agaves o pitas, plantas que florecen a los diez años y después mueren siendo sustituidas por retoños que surgen en la base de la planta madre. Son plantas muy útiles con las que se fabrican mezcal, tequila, vino, miel, fibras vegetales, papel, techumbres, vigas, e incluso con las espinas o las hojas, clavos y agujas.



Agave ferox

A esta misma familia pertenecen las Yucas, plantas originarias de Norte y Centroamérica, que dependen en su polinización de las polillas de la yuca, lepidópteros de la familia Prodoxidae con los que establecen una relación de mutualismo, la polilla poliniza la flor pero deposita sus huevos en ella, alimentándose las orugas de parte de las semillas pero respetando algunas.



Aloe vera

Xanthorrhoeaceas. Con especies muy conocidas como los aloes. Existen unas 550 especies distribuidas por la península Arábiga, África y Madagascar.

En el invernadero podemos observar el famoso Aloe vera y el Aloe dichotoma entre otros. Los Aloes poseen Aloína sustancia laxante que los protege de la depredación y posee cualidades dermatológicas y cicatrizantes.

Aizoáceas. Dentro de esta familia se encuentran las denominadas plantas piedra del genero Lithops, llamadas así por su semejanza con pequeñas piedras. Poseen solo dos hojas que apenas sobresalen de la superficie el terreno, de este modo evitan exponerse a los vientos secos y constantes típicos de los lugares que habitan.



Lithops

Crasuláceas. Con unas 1300 especies distribuidas principalmente por África y el hemisferio Norte. Encontramos desde plantas típicas de zonas desérticas del genero *Kalanchoe ssp*, a plantas del genero *Sedum ssp* que habitan lugares parecidos a los desiertos como son las zonas de grietas entre las rocas, donde la temperatura sufre una mayor oscilación debido a la alta inercia térmica de las rocas, y la sequedad del sustrato ya que el agua por la acción de la gravedad escapa a zonas mas bajas. Los Sedum conocidos en nuestro país como “uña de gato” sobreviven a estas condiciones desérticas con las mismas adaptaciones que las plantas el desierto, es decir, poseen una gruesa cutícula cética que recubre sus hojas y estas están muy engrosadas debido a que poseen tejidos llenos de agua.

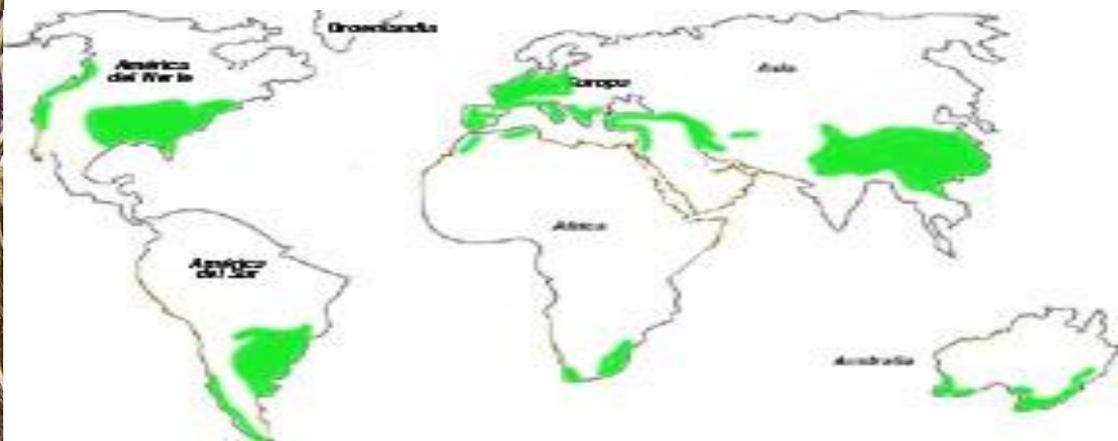


Uña de gato. Sedum burrito

Invernadero de plantas de clima subtropical.

Las regiones de clima subtropical están situadas en las cercanías de los trópicos, el de Cáncer a 23° de latitud en el hemisferio norte, y el de Capricornio a la misma latitud en el hemisferio sur.

La mayor parte el territorio Español se encuentra encuadrado dentro de un subtipo de clima subtropical denominado Clima Mediterráneo.



Distribución de las regiones Subtropicales

En este invernadero las plantas representadas pertenecen a un subtipo de clima subtropical denominado Clima Chino, por ser el más común en este país. Este tipo de clima se caracteriza por una estacionalidad, presentándose una época lluviosa frente a otra más seca. La temperatura no presenta valores extremos, estando comprendida la temperatura media anual entre los 15 y 23° C, no bajando en el mes más frío de los 5-10° C, y siendo la oscilación térmica anual moderada y la diaria muy escasa, raramente sobrepasando los 10° C de diferencia. Las lluvias son abundantes y oscilan entre los 800 y los 2000 Mm. anuales, a la vez que la humedad relativa el aire es elevada oscilando entre el 60 y el 75%.

Este clima cálido y húmedo tiene su origen en las masas de aire tropical húmedo que forman los anticiclones subtropicales, aunque hasta estas latitudes también llegan masas de aire continental polar, más frío y seco.

Con estas condiciones tan benignas, en las que las plantas no se tienen que enfrentar al reto que suponen las heladas, los climas subtropicales poseen una gran biodiversidad vegetal, que se manifiesta en la formación de asociaciones vegetales más complejas formando un bosque estratificado. La vegetación de los climas subtropicales presenta unas características intermedias entre la de los climas templados y la de los climas tropicales.

En nuestro país este tipo de clima se da en las Islas Canarias.

En este invernadero podemos ver ejemplares de plantas de interés económico cultivadas por su fruto como son las bananeras, los nísperos y los limoneros.

Las bananeras del invernadero pertenecen a una variedad enana. Estas plantas originarias del sudeste asiático, concretamente de Indonesia, y aunque tengan porte arbóreo son en realidad hierbas gigantes.



Grupo de Plataneras enanas

Árboles hierbas y madera. Lo que conocemos por árboles son plantas leñosas que poseen dos tipos de crecimiento. Un crecimiento denominado primario desarrollado por los meristemos apicales que hacen que la planta se desarrolle en altura, y un crecimiento llamado secundario, desarrollado por los meristemos secundarios que hacen que la planta crezca en grosor con los años. Los meristemos secundarios producen vasos conductores que se acumulan en el interior del tronco y que con el tiempo pierden su funcionalidad dejando de conducir savia, taponándose y gracias a la acción de una proteína, -la lignina- se transforman en un tejido de sostén: el leño o madera, que forma el esqueleto del árbol.

Las bananeros solo tienen crecimiento primario, su interior no posee ninguna estructura de sostén, siendo la parte exterior lignificada la que sujeta la planta, por eso son hierbas gigantes, carecen de meristemos secundarios. Poseen una de las hojas más grandes del reino vegetal. Tienen un rizoma superficial del que brotan vástagos que reemplazan por reproducción asexual al pie principal cuando este muere después de dar el racimo de plátanos, ya que estos en las variedades cultivadas son estériles y no poseen semillas.

Los limoneros y todos los cítricos, proceden del sudeste asiático concretamente del sur de China. Todos ellos poseen característicos frutos carnosos en baya (hespéridas), ricos en vitamina C.



Drago

El Drago planta que crece en las islas Canarias, y que al igual que la bananera a pesar de tener porte arbóreo y poder alcanzar un tamaño considerable, no es un árbol ya que no posee un tronco leñoso. Cuando se hace una herida, su savia transparente al entrar en contacto con el aire se torna inmediatamente de color rojo, y en la antigüedad se le atribuían múltiples propiedades curativas similares a las que se suponía que tenía la sangre de dragón. Creían que el lugar donde habían matado a un dragón este se reencarnaba en esta planta, de ahí su nombre.



También perteneciente a la flora canaria, podemos observar la Palmera Canaria, una de las dos especies de palmeras de la flora española. La otra es el Palmito que habita las regiones subtropicales costeras de la península, y es de porte arbustivo ya que no desarrolla tronco.



Palmeras

Las palmeras tienen una serie de características que las diferencian de los árboles. La primera es que al germinar la semilla desarrollan una yema que tarda unos seis o siete años en alcanzar el grosor máximo que va a tener su tallo. Durante este periodo la palmera no crece en altura manteniéndose como un penacho de hojas que salen el suelo. A partir de entonces la palmera empieza a crecer solo en altura y a formarse el denominado estípite o falso tronco. Las hojas tienen una vida de unos dos años, al cabo de los cuales se marchitan y se desprenden del tronco, a partir de ese momento la base de la hoja empieza a deshilacharse y al cabo de un tiempo solo queda la cicatriz con la forma definitiva del tronco. Otra característica de las palmeras es que no se ramifican. Dentro del reino vegetal, las palmeras poseen dos records: tienen las hojas más grandes, algunas de hasta doce metros de largo; y la semilla más grande que producen las plantas: el coco.

En este invernadero tenemos la oportunidad de ver plantas que apenas han sufrido modificaciones en los últimos millones de años. A estos organismos se les denomina “**fósiles vivientes**”.

La primera de ellas es un **helecho arbóreo**, concretamente la especie más común, la *Dicksonia* antártica. Este tipo de helechos gigantes que pueden alcanzar hasta los 15 metros de altura, tuvieron su auge en el periodo Carbonífero hace más de 300 millones de años. Los helechos son uno de los primeros grupos de plantas que conquistan el medio terrestre gracias a que son plantas que ya poseen unos vasos conductores eficaces capaces de vencer la gravedad y transportar la savia desde sus raíces hasta elevadas alturas compitiendo por la luz y formando los bosques que dominaban la tierra en aquel entonces. Estas plantas vasculares deben su éxito a la aparición de una sustancia: la lignina, que hace impermeables y rígidas las paredes celulósicas de las células vegetales, formando un nuevo tipo de tejido capaz a la vez de conducir la savia y servir de sostén. Este nuevo tejido esquelético es el leño o madera.



Hojas de helechos fosilizados.



Cycas revoluta

Un segundo tipo de “fósil viviente” que podemos observar en este invernadero son las **Cicas**, que llevan en nuestro planeta 280 millones de años desde el periodo Pérmico. Estas plantas con aspecto de palmera están emparentadas con las coníferas, plantas que producen semillas protegidas por escamas formando un cono o piña. Su tronco al igual que en los helechos arbóreos se va formando por la cicatrices de las hojas viejas que se desprenden y recuerdan en este aspecto al falso tronco de las palmeras, aunque las Cicas si poseen un crecimiento secundario.

Una conífera considerada “fósil viviente” es la **Araucaria** o pino de pisos, con ejemplares fósiles desde el Triásico hace más de 200 millones de años. Las Araucarias deben su nombre a los indios Araucanos habitantes el sur de Sudamérica, que se alimentaban de sus semillas. Al contrario que los helechos arbóreos y las Cicas, plantas muy escasas en la actualidad, las Araucarias siguen formando extensos bosques en Sudamérica y Oceanía.



Araucarias

En estos invernaderos tenemos una amplia serie de ejemplos vivos de cuales han sido los caminos seguidos por las plantas para la conquista del medio terrestre. La vida surge en el medio acuático. Los primeros tipos de plantas serían algas unicelulares y después pluricelulares. La conquista del medio terrestre supone superar dos retos, la deshidratación y la gravedad, fuera del agua un alga no escapará de sostenerse. Por otro lado, un alga al sacarla fuera del agua muere por deshidratación en poco tiempo, ya que no posee ninguna estructura que evite la deshidratación.

Los **Briofitos**, cuyos representantes actuales más conocidos son los Musgos y las Hepáticas no poseen ninguna adaptación que les permita levantarse del sustrato y vencer la gravedad, carecen de sistema vascular absorbiendo el agua y transportándola por capilaridad por lo que su superficie es muy permeable y pueden deshidratarse en los periodos de escasa humedad. Por esto estas plantas apenas levantan del sustrato unos pocos centímetros y viven ligadas a ambientes muy húmedos.

El siguiente paso en la evolución son los **Pteridófitos**, cuyos representantes más conocidos son los helechos. Que como ya se ha visto, son plantas vasculares donde los tejidos se especializan formando estructuras diferenciadas con misiones distintas. Aparece lo que en Botánica se conoce como **Cormo**, estructura anatómica diferenciada en tres partes, cada una de ellas con funciones diferentes; las **raíces** tejidos especializados en absorber agua y sales minerales del sustrato y a la vez de fijar la planta al mismo; el **tallo** con tejidos especializados en el transporte de sustancias y lignificados consiguiendo erguir a la planta del sustrato y vencer el problema de la gravedad y las **hojas** cuya misión es la realización de la fotosíntesis.



Soros del envés de una hoja de helecho

Las **Gimnospermas** son los primeros tipos de plantas que ya poseen semillas, donde surgen tejidos que rodean al embrión después de la fecundación, y cuya misión es la de brindar nutrición y protección para que el embrión sea capaz de sobrevivir en los periodos de condiciones adversas a la vez que permite una mejor diseminación. Como ejemplos de este tipo de plantas tenemos a las Cycas y las Coníferas como la Araucaria o el Pino de Wollemi árbol descubierto en 1994 del que podemos observar dos ejemplares muy jóvenes en estos invernaderos.



El ultimo gran paso en la evolución vegetal lo supone la aparición de las Angiospermas plantas con flor que constituyen el grupo de las plantas actuales mas importante en número y mas diverso. La flor, aparece para economizar en la producción de polen ya que no va a ser el viento el que transporte el polen (anemofilia), sino los animales, principalmente insectos (zoofilia), reduciendose la cantidad de polen producido. Para atraer a los animales a los organos productores de polen, la planta produce unas estructuras coloreadas y atractivas que ademas ofrecen nectar como premio al insecto que las visite, aunque algunos grupos de Angiospermas, en la evolución retornan a la anemofilia para la polinización.

En este invernadero podemos observar plantas útiles para el hombre y que son fuente de muchos recursos. El bambú es una de ellas. Del Bambú se puede obtener



Bambú

fibra textil con la que elaborar ropa, fibra para convertirlo en papel, madera para la fabricación de muebles y tarimas, instrumentos musicales, objetos decorativos, también los brotes tiernos son comestibles, e incluso debido al diseño muy resistente de su tallo y su poco peso, en el sur de China, se utiliza para la construcción de andamios de mas de cuarenta pisos de altura. El bambú es una gramínea que posee una estructura denominada caña, cuyo interior entre nudos está hueco, no así en los nudos donde sí existen tejidos internos, lo que le confiere gran resistencia y elasticidad. Tienen una raíz superficial tumbada: el rizoma, de la que salen las cañas de diverso tamaño según la especie, con especies de bambú enanas hasta bambúes gigantes de 40 metros de altura, creciendo por

termino medio unos 15 centímetros diarios. Una vez que la caña alcanza su altura definitiva, empieza almacenar reservas con el fin de florecer, invirtiendo en ello entre dos y veinte años según la especie, aunque algunos tipos de bambúes pueden tardar en florecer hasta cien años. La caña de bambú una vez florece muere. Los osos panda, animales especializados en el consumo de los brotes tiernos de la caña, al morir los bambúes de su zona por la floración de las cañas, se quedan sin comida y deben trasladarse a otras zonas donde los bambúes no hayan florecido. Hoy día, debido a la atomización de su hábitat, y al aislamiento de las poblaciones de osos panda en bosques isla, los pandas tienen difícil el transito de unos bosques a otros, siendo este el motivo de su escasez.

Otra gramínea de la familia de las Ciperáceas presente en este invernadero es el *Cyperus alternifolia*, planta emparentada con el **Papiro** (*Cyperus papyrus*), con la que en el antiguo Egipto se fabricó uno de los primeros tipos de papel.

La fabricación de un de papiro es muy sencilla, de los tallos salen tiras finas similares a las capas de una cebolla que alternando de modo horizontal y vertical, y prensando posteriormente se obtiene un papiro. Es una planta acuática de ribera que necesita tener sus raíces húmedas, incluso encharcadas, siendo muy abundante en las orillas de los ríos africanos como el Nilo.



Papiros



Raíces aéreas de la higuera herrumbrosa *Ficus*

Algunas plantas presentan raíces aéreas cuya función es la de captar la denominada lluvia horizontal o niebla. Este es el caso del árbol paraguas (*Schefflera octophylla*) o de la higuera herrumbrosa (*Ficus rubiginosa*), presentes en este invernadero. En este último caso estas raíces al tocar el suelo arraigan y engrosan convirtiéndose en tallos caulinares que sirven de apoyo y sostén al árbol aumentando su estabilidad en los suelos poco profundos de las selvas Subtropicales y Tropicales.

En el invernadero Tropical 1 tendremos ocasión de ver un ejemplo espectacular de esto. Es el caso, de las Higueras de Bengala, árboles que llegan a colonizar, mediante este sistema extensiones de hasta 21000 metros cuadrados un solo árbol. Las higueras de este

tipo mas espectaculares que tenemos en territorio Español, se encuentran en las islas Canarias, con grandes ejemplares en el Jardín Botánico de la Orotava, o en el Loro Park, en la isla de Tenerife.



Higuera de Bengala con tallos caulinares





Invernadero de plantas de clima tropical

El clima tropical se desarrolla en latitudes bajas cercanas al ecuador, entre los 23° latitud norte y los 23° latitud sur. Este tipo de clima se caracteriza por una elevada pluviosidad y una temperatura constante con ligeras oscilaciones de entre 20 y 30 °C. El ecosistema por excelencia de estas regiones climáticas es la selva tropical.



Distribución de las selvas tropicales

Las precipitaciones anuales son superiores a la evaporación, y la humedad relativa del aire posee niveles elevados cercanos a la saturación, oscilando entre el 70-85%.

En estas regiones cercanas al ecuador la duración del día y de la noche es prácticamente idéntica, no existe una estacionalidad, siendo una primavera constante, donde la floración y la fructificación se dan en cualquier mes el año, dependiendo en gran medida de que la planta tenga acumuladas reservas suficientes para ello. El crecimiento es continuo a lo largo de todo el año. Este es el motivo por el cual los árboles de las regiones tropicales carecen de anillos de crecimiento anual que caracterizan a los árboles de nuestras latitudes. Estos anillos se originan por el diferente crecimiento de los canales de xilema de la madera, según la época del año en la que se han formado. En primavera estos vasos son de mayor diámetro y forman la parte clara del anillo, en verano y otoño este diámetro se va reduciendo, formando la parte oscura del anillo y se paraliza la formación de vasos con la bajada de las temperaturas. En las selvas tropicales el crecimiento es constante, formándose vasos de igual diámetro por lo que no hay anillos, y si estos aparecen están asociados a periodos de sequía que no tienen por que ser anuales.

Una característica que define los ecosistemas tropicales, es su biodiversidad, la mayor del planeta. Esta tiene su origen en las condiciones climáticas tan propicias para el desarrollo de la vida (óptimas temperaturas y elevada humedad), que produce una gran competencia interespecífica, que actúa como motor de diferenciación y genera esta alta biodiversidad.

En un bosque de clima templado existe una única especie dominante que es la que da nombre al tipo de bosque. Así en un pinar la especie dominante es el pino, en un encinar, la encina; aunque pueden existir otras especies acompañantes en menor número. Sin embargo en un bosque tropical no existe ninguna especie que predomine sobre las demás. Sirva de ejemplo el siguiente dato: en una hectárea de bosque templado podemos encontrar por término medio unas diez especies vegetales de porte

arbóreo, sin embargo en una hectárea de selva tropical las especies arbóreas llegan hasta el centenar y en algunos casos se supera este número.

El recurso por el cual van a competir las plantas de las selvas es la luz. Esto va a producir una estratificación en pisos, donde los problemas a los que se tienen que enfrentar las plantas en cada piso, así como las adaptaciones que surgen son diferentes.

Una selva tropical es un bosque muy heterogéneo, en el que el principal componente lo constituyen las especies arbóreas que representan un 80% de la diversidad vegetal del ecosistema.

Este **estrato arbóreo** presenta un dosel continuo siempre verde situado a 20-40 metros de altura sobre el suelo, del que sobresalen de vez en cuando árboles que llegan a alcanzar los 80 metros. Este sería el primer piso de la estratificación, y es el que se queda con la mayor parte de la luz: hasta un 80%.

Una característica común en los árboles de la selva, es la de poseer un tronco liso que se ramifica muy arriba cerca del dosel o techo del bosque. En la base del tronco es común la aparición de contrafuertes que permiten al árbol presentar una base más robusta, mejorando la sujeción, al suelo poco profundo y desarrollado que presentan las selvas tropicales. Este escaso desarrollo del suelo, se debe a que los organismos descomponedores de la materia orgánica (bacterias y hongos), encuentran unas condiciones tan óptimas, que les permiten realizar sus funciones metabólicas las 24 horas el día y los 365 días del año, descomponiendo la materia orgánica a gran velocidad y siendo rápidamente absorbidos por las plantas los nutrientes generados, lo que origina que el suelo tenga un escaso desarrollo y la roca dura inalterada se encuentre cerca de la superficie. Esto constituye un problema de estabilidad para los árboles altos de la selva al no poder anclarse al suelo con raíces profundas. Las soluciones a este problema son muy diversas, y en estos invernaderos veremos numerosos ejemplos.



Raíces Superficiales extendidas de higueras del genero Ficus

El más común es el de presentar raíces superficiales muy extendidas, otras veces aparecen contrafuertes a modo de costillas en la base del tronco. Una solución muy curiosa es la que utilizan los Banianos y otras higueras del género Ficus. Estos árboles presentan unos tallos caulinares a modo de raíces aéreas que caen desde las ramas y cuando alcanzan el suelo arraigan convirtiéndose en un nuevo tallo que cumple las mismas funciones que el tallo original: transporte de agua y nutrientes, y sostén; ayudando a estabilizar al árbol.



Tallos caulinares





Debajo de este estrato superior se desarrolla un **estrato intermedio** formado por arbustos y árboles jóvenes. La competencia va a seguir siendo por la luz, y la principal adaptación que poseen las plantas de este estrato es la de presentar hojas gigantes, para captar la mayor cantidad de luz posible. Son característicos de este estrato las palmas y los helechos, de los que ya se ha hablado en el invernadero de clima subtropical, así como los árboles jóvenes del estrato superior que se encuentran en fase de crecimiento.



Hojas gigantes de musa

El tercer piso de la selva lo forman las **plantas herbáceas del suelo**, estrato muy pobre en el número de especies. Esto se debe a que a este estrato solamente llega entre un 5% y un 10% de la luz del sol, ya que esta es captada por los estratos superiores.



Herbácea tropical

También este es el motivo por el que las plantas de este estrato poseen coloraciones distintas al verde. La clorofila, pigmento responsable del color verde de las plantas precisa de una elevada intensidad lumínica para poder realizar su función fotosintetizadora, pero existen otros pigmentos que son capaces de realizar la fotosíntesis con una menor intensidad de luz. Estos pigmentos suelen ser de color rojo, amarillo o más comúnmente morado. Por esto muchas de las plantas del suelo de la selva tienen hojas de color verde por el haz, lugar por el que reciben una mayor intensidad lumínica, y son de color morado por el envés.

En este estrato inferior lo que sí podemos encontrar en abundancia tanto en variedad como en número, van a ser **hongos**. Estos son los encargados de descomponer la materia orgánica, y son los responsables de la pobreza de los suelos de las selvas tropicales.

Otra solución a la escasez de luz por parte de las herbáceas, es la de instalarse en aquel lugar de la selva donde este recurso no es escaso: en lo alto del dosel arbóreo. Se trata de las **plantas epífitas**, que utilizan las ramas y troncos de los árboles altos como soportes sin parasitarlos. Etimológicamente epífito está compuesto por los términos griegos, epi que significa sobre y phyton plantas, es decir son plantas que viven sobre otras plantas. Se instalan en las horcaduras de las ramas, las grietas de la corteza, las raíces aéreas, o cualquier lugar del árbol soporte que les permita agarrarse de un modo seguro. Al crecer en lo alto de la selva encuentran luz, pero surgen problemas a la hora de conseguir otros recursos necesarios para las plantas como son el agua y los nutrientes.

Las epífitas son el grupo más numeroso, en lo que se refiere al número de especies de muchas selvas tropicales. Pertenecen a familias muy diversas con especies que incluyen a helechos, orquídeas, bromelias, cactus y otras.

Entre los *helechos epífitos*, podemos ver en este invernadero al helecho Cuerno de Alce (*Platyserium alcicornis*), que vive sobre las ramas de los eucaliptos de Oceanía. Llamado así por la forma de sus hojas; tiene otras hojas basales que son redondas y planas, y al secarse e irse acumulando, rodean por debajo al helecho, fabricando una especie de “tiesto” que retiene el agua, los restos vegetales y otra materia orgánica que caiga desde arriba. De este modo soluciona los problemas antes mencionados.



Helecho cuerno de alce

Las *orquídeas* es una familia de plantas cosmopolita. Si bien en nuestro país las *orquídeas* son todas terrestres, es decir, viven arraigadas al suelo, en las selvas tropicales las orquídeas son mayoritariamente epífitas. Las orquídeas epífitas solucian la falta de agua gracias a que poseen un tejido parenquimático que la acumula, de un modo similar al de las plantas de climas desérticos. Estas reservas de agua suelen estar situadas en las hojas (hojas suculentas), o a veces en la parte basal del tallo que engrosa formando un pseudobulbo.



Orquídea epífita sobre las raíces aéreas del tronco

Algunas orquídeas poseen unas raíces fotosintéticas o “velamen radicum” donde se asocian de un modo mutualista con hongos (principalmente el genero *Rhizoctonia ssp*), que les aportan nutrientes.

La flor de las orquídeas es muy característica, y esta especializada en atraer a los animales, generalmente insectos, de los que depende para su polinización. Consta de un solo estambre fértil, tres sépalos y tres pétalos, de los cuales uno, el central situado en la parte inferior y denominado labelo, es distinto, presentando forma y colorido llamativo con el fin, en muchos casos de atraer al macho el insecto polinizante, haciéndole creer que la flor es una hembra de su especie y liberando, en algunos casos de feromonas sexuales similares a las que producen las hembras.

Las *Bromelias* es una familia con unas 2000 especies americanas, la mayoría son epífitas. Tienen largas hojas alargadas apretadas alrededor del tallo. Estas Hojas retienen agua, motivo por el se les denomina “plantas cisterna”.El agua retenida es absorbida por células especiales que tienen en



Bromelia con sus cisternas llenas de agua





la superficie de las hojas. Estas pequeñas cisternas constituyen un hábitat utilizado por muy diferentes tipos de animales, desde numerosas especies de insectos como el peligroso mosquito *Anopheles* transmisor de la Malaria, hasta especies de anfibios como las famosas ranas “veneno de flecha”.

Otro tipo de plantas lo constituyen aquellas que cuando cae un árbol y se abre un hueco en el techo de la selva dejando pasar la luz, crecen rápidamente sin dedicar tiempo ni energía a formar tejidos leñosos de sostén que les sirvan para mantenerse erguidas por sí mismas. Estas plantas necesitan apoyarse en otros soportes mediante estrategias u órganos de fijación que les permitan encaramarse hacia la luz. Se trata de las **plantas trepadoras**. Algunas de ellas, una vez que han alcanzado la zona iluminada dedican su energía a formar un tallo leñoso que puede alcanzar un gran grosor y que termina estrangulando a la planta que le sirvió de soporte en un principio. Se trata pues, de plantas que actúan como trepadoras únicamente en las primeras etapas de su vida.

Los métodos que utilizan estas plantas para trepar son muy diversos, y podemos observar varios de ellos en estos invernaderos.

Tallos volubles son aquellos que se enrollan helicoidalmente sobre soportes generalmente verticales. Los podemos observar en el Kiwi y en la higuera estranguladora, el primero no desarrolla tallos leñosos gruesos, mientras que el segundo sí y suele terminar con la vida del árbol que le sirvió de soporte.



Tallo voluble



Raíz adventicia



Zarcillos

Raíces adventicias, método utilizado por la trepadora más común y conocida de nuestro país: la hiedra. Este método se basa en la formación de pequeñas raíces aéreas que surgen del tallo de la planta y que se meten por las pequeñas rugosidades del soporte, en caso de ser un árbol por las grietas de la corteza, llegando a fusionarse íntimamente con esta.

Uno de los más extendidos es el uso de *zarcillos*, hojas transformadas en un filamento que al entrar en contacto con las ramas el soporte se enrolla helicoidalmente atrayendo a la trepadora hacia el apoyo y atándola al mismo.

Otros menos comunes son la fabricación de sustancias pegajosas que las adhieren al soporte, como es el caso del *Ficus pumila*, la formación de zarcillos digitados

terminados en ventosas como ocurre con la parra virgen, o el uso de estructuras rígidas como las espinas, que utilizan los rosales trepadores y las Bouganvillas.

Durante la visita tendremos ocasión de observar distintos tipos de tropismos. Los tropismos son respuestas de las plantas a distintos tipos de estímulos y genera el cambio en la dirección del crecimiento de la planta una respuesta duradera, que se mantiene en el tiempo, a diferencia de las nastias que producen respuestas temporales de una parte de la planta frente a un estímulo. Los tropismos son positivos cuando la planta crece en dirección al estímulo y negativo si crece en dirección contraria. Si el estímulo es la luz se trata de un fototropismo, si es el tacto se denomina tigmotropismo, la presencia de agua un hidrotropismo, etc. A veces se combinan dos o más de ellos, es el caso de los tallos volubles de las plantas trepadoras que crecen buscando la luz (fototropismo) y buscando el contacto de la planta que les sirve de soporte (tigmotropismo). En el caso de las nastias ocurre lo mismo, siendo una tigmonastia la respuesta a un estímulo táctil, la sismonastia la respuesta a un contacto repentino, nictinastia a la diferencia de luz entre el día y la noche, etc. Como ejemplo de Tigmonastia, respuesta al tacto podemos referirnos al caso de los zarcillos de las plantas trepadoras.

El ejemplo más espectacular de nastia que podremos observar durante la visita, es el de la Mimosa púdica, planta que responde al tacto plegando rápidamente los folíolos



Hojas de *Mimosa púdica*

de sus hojas cuando se la toca. Esta misma planta posee otro tipo de nastia, una nictinastia plegando los folíolos de todas sus hojas al llegar la noche, si bien en este caso de un modo mucho más lento. La respuesta del plegamiento de las hojas a la presión se interpreta como una defensa de la planta al peso de un insecto el cual caería al suelo por la acción de esta nastia. No obstante existen mecanismos de defensa mucho más efectivos como son la presencia en sus tejidos de sustancias tóxicas, incluso las plantas poseen mecanismos para generar estas toxinas en caso de ataque por un herbívoro.

En el año 1985 ante la muerte repentina de 4000 antílopes Kúdu en la reserva Kruger de Sudáfrica, se encargó al Zoólogo Wouter Van Hoven la investigación de dichas muertes. En las autopsias, encontró daños en el hígado y estómago de los animales afectados, lo que indicaba una muerte por envenenamiento. Inmediatamente sospechó de las acacias de las que se alimentaban. Y comprobó que estas producían gran cantidad de sustancias tóxicas como son los taninos, sustancias de sabor amargo. Esta reacción se debía a la emanación de **Etileno**, hormona vegetal gaseosa cuya presencia en el aire produce una rápida respuesta de los árboles que la detectan en un radio de 45 metros, generando taninos tóxicos, es decir, estas plantas son capaces de advertir de la presencia de un ataque por herbívoros a sus congéneres cercanos.



Algunas plantas han logrado conquistar un hábitat en el que un nutriente esencial para el crecimiento vegetal como es el nitrógeno escasea. Esto ocurre en suelo en turberas, zonas pantanosas o encharcadas donde el agua lava el nitrógeno del sustrato ya que es soluble en ella. Distintos grupos de plantas han conseguido solucionar este problema mediante la captura de animales, principalmente insectos, de los que obtienen el nitrógeno que escasea en el suelo que ocupan. Son las denominadas **plantas carnívoras**. Existen unas 600 especies de plantas carnívoras que capturan sus “presas” mediante hojas transformadas en trampas activas que presentan movimiento, como es el caso de la Venus atrapamoscas, o pasivas que no se mueven, presentando una gran variedad de métodos distintos, como jarras resbaladizas, hojas pegajosas o tubos largos recubiertos interiormente con pelos rígidos dirigidos hacia abajo que impiden el retorno del insecto. Una vez capturada la presa la matan y digieren mediante la acción de enzimas que produce la planta, o con la ayuda de bacterias u otros microorganismos que descomponen la presa.



Grasilla con insectos capturados

Una adaptación muy común que podemos observar durante la visita en las plantas tropicales, consiste en que las hojas de lamina entera suelen estar prolongadas en una punta apical delgada y puntiaguda, similar a la del almez, cuya función es la de favorecer el goteo del limbo tras las frecuentes lluvias, para que se seque rápidamente y pueda realizar el intercambio gaseoso.

Visita al Palacio de Cristal de la Arganzuela

Cuestiones prácticas sobre el desarrollo de la visita.

Se trata de una visita general cuyos objetivos generales y específicos ya han sido descritos en la primera parte de esta guía de apoyo a la visita para los profesores.

La visita se realiza en grupos clase con un máximo de 30 alumnos y tiene una duración de dos horas, entre las diez y las doce de la mañana. Para un mejor aprovechamiento, es importante que previamente a la visita, se repasen en el aula los contenidos que se van a tratar durante la visita y se preparen las fichas y el material necesario para la obtención de datos y posterior análisis de los mismos tal como se indica al inicio de esta guía.

Respecto a la toma de fotografías, y con el fin de que no interfiera en el desarrollo de la visita, se recomienda que al final de la misma el profesor deje un pequeño tiempo para su realización.

En el caso de acudir en Metro, al salir en Legazpi, para ir al palacio de cristal de la Arganzuela, es recomendable utilizar el pasillo central del Matadero que parte junto al depósito de agua, así durante el trayecto se podrán observar las distintas naves del Matadero, algunas de las cuales todavía conservan los azulejos que nos indican cual era su antiguo uso.

Recorrido y contenidos para los grupos de 1º y 2º de ESO.

En el crucero central del edificio y antes de pasar al primer invernadero trataremos los siguientes contenidos:

- Historia del edificio.
- La arquitectura del Hierro.
- El efecto invernadero y los primeros invernaderos.
- Las grandes regiones climáticas.
- Parámetros que definen los climas.
- Comparación entre los climas representados en estos invernaderos.

Invernadero de clima desértico.

- Parámetros que definen el clima desértico.
- Factores limitantes.
- Adaptaciones.

Invernadero de clima Subtropical.

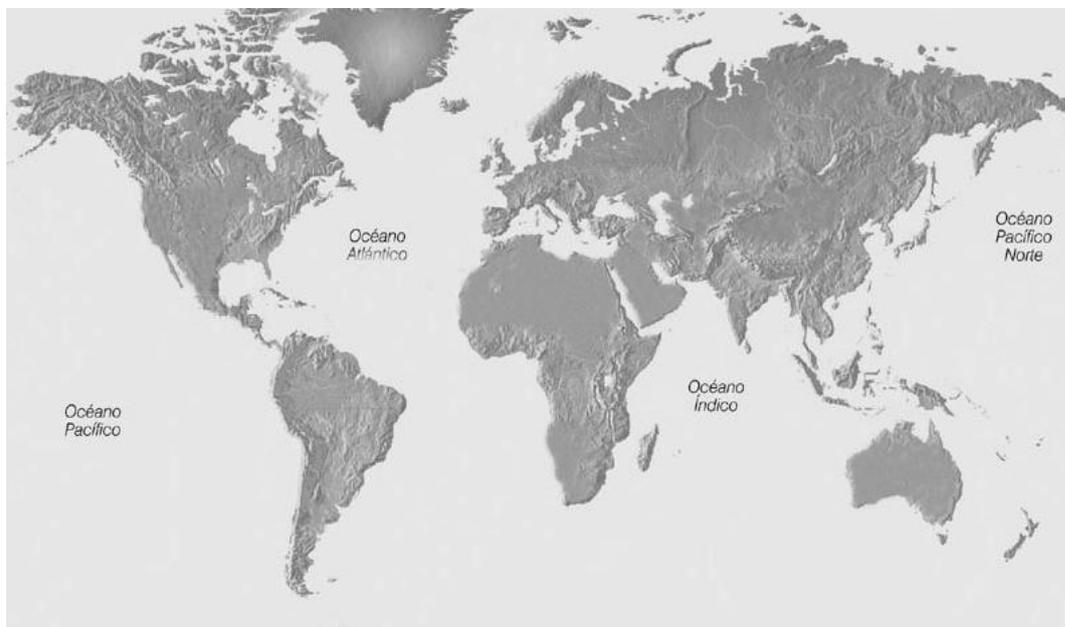
- Tipos de climas Subtropicales. El Clima Subtropical Chino
- Diferencias entre árboles y hierbas gigantes.
- Concepto de fósil viviente.
- Plantas de interés económico.

Invernadero de clima Tropical.

- Nastias.
- Plantas trepadoras: tipos.

☞ LAS GRANDES REGIONES CLIMÁTICAS ☜

Dibuja en el siguiente mapa la localización de las distintas regiones climáticas que se encuentran representadas en estos invernaderos, utilizando colores de relleno diferentes.



Vamos a comparar los parámetros que definen estos climas.

Región		DESÉRTICA	SUBTROPICAL	TROPICAL
PARÁMETROS CLIMÁTICOS	Horas de luz del sol a lo largo del año (muchas , medias, pocas , ...)			
	Oscilación de temperatura Invierno verano (muy baja, baja, media, alta, ...)			
	Oscilaciones de temperatura día/noche (muy baja, baja, media, alta, ...)			
	Humedad relativa del aire (seco; muy seco húmedo, muy húmedo, ...)			
	Precipitaciones anuales (muchas , medias, escasas , muy escasas, ...)			
EJEMPLOS DE PLANTAS				

¿En cuál de estas regiones climáticas crees que se encuentra la península Ibérica?

¿Qué parámetro climático es el que mejor define cada región?

Desértico. _____ Subtropical. _____ Tropical. _____

∞ INVERNADERO DE CACTÁCEAS Y SUCULENTAS ∞

Los desiertos se caracterizan por una serie de características climáticas que actúan como **factores limitantes** para el crecimiento y desarrollo de las plantas que los habitan. Los retos a los que se tienen que enfrentar las plantas de estas regiones son los siguientes:

Para sobrevivir en estas duras condiciones, a lo largo de la evolución han aparecido numerosas **adaptaciones** que resuelven o atenúan el problema.

Anota las distintas adaptaciones que presentan las plantas, y el factor limitante al que creas están asociadas.

ADAPTACIÓN	FACTOR LIMITANTE

¿Qué significado tiene el término de suculenta?

¿Qué métodos utilizan este tipo de plantas para evitar ser comidas?

Los cactus son exclusivos el continente americano. Una de las especies de cactus más extendidas fuera de América es la chumbera ¿Cuál es el motivo de su cultivo fuera de su lugar de origen?

∞ INVERNADERO DE PLANTAS SUBTROPICALES ∞

En este invernadero vamos a ver plantas típicas de climas subtropicales cálidos que se caracterizan por que la temperatura no baja nunca de 5° C, es decir, no caen heladas. ¿Qué regiones de España poseen este tipo de clima?

Árboles y hierbas ¿Qué diferencia existe entre los árboles y las hierbas?
¿Existen hierbas gigantes? Menciona algunos ejemplos.

¿Qué se entiende como “fósil viviente”? Menciona ejemplos de plantas consideradas “fósiles vivientes”,

Una planta muy conocida por todos, a pesar de no vivir en nuestro país es el bambú de los hay expuestas varias especies ¿Qué tipo de estructura vegetal soporta sus tallos? ¿Es totalmente hueca?
Describela. _____

Usos y utilidades del bambú.

En estos invernaderos hay muchas plantas que tienen interés económico para el hombre. De ellas se pueden obtener diversos recursos, utilizando distintas partes de la planta. Anota al menos tres ejemplos distintos.

∞ INVERNADERO DE PLANTAS TROPICALES ∞

La selva tropical es un bosque variado en el que las plantas ocupan estratos de vegetación cada uno con sus características y adaptaciones peculiares.

En la siguiente tabla aparecen cinco de los estratos en los que se organiza una selva tropical. Elige una especie de cada clase y anota cual es el factor que dificulta su crecimiento y con qué adaptación/es resuelve el problema.

Estrato	Especie	Problema al que se tienen que enfrentar	Lo resuelven con la/s siguiente Adaptación/es
Árboles Altos			
Árboles y arbustos intermedios			
Plantas del suelo			
Epífitas			

En estos invernaderos tendremos ocasión de observar plantas de las denominadas **trepadoras**, que se enroscan o adhieren a otras plantas u objetos

Lo consiguen por estrategias muy diversas, las tres mas comunes son las siguientes:

- Tallos volubles que giran alrededor de aquello sobre lo que tocan.
- Raíces adventicias que se adhieren a las rugosidades del tronco o pared sobre las que crecen.
- Zarcillos, hojas modificadas que al secarse se enrollan en espiral, enganchándose a lo que encuentren en sus giros.

Busca un ejemplo de cada tipo, anota el sistema que utiliza y realiza un dibujo esquemático de las mismas.

PLANTA	TREPA POR	DIBUJA

Visita al Palacio de Cristal de la Arganzuela

Cuestiones prácticas sobre el desarrollo de la visita.

Las mismas ya mencionadas al comienzo para los grupos de 1º y 2º de ESO en la página 24 de esta guía

Recorrido y contenidos para los grupos de 3º y 4º de ESO y Bachillerato.

En el cruce central del edificio y antes de pasar al primer invernadero trataremos los siguientes contenidos:

- Historia del edificio.
- La arquitectura del Hierro.
- El efecto invernadero y los primeros invernaderos.
- Las grandes regiones climáticas.
- Parámetros que definen los climas.
- Comparación entre los climas representados en estos invernaderos.

Invernadero de clima desértico.

- Tipos de desiertos.
- Principales familias de plantas desérticas.
- Adaptaciones químicas y mecánicas.
- El carmín y el problema de los disruptores endocrinos.
- Metabolismo CAM.

Invernadero de clima Subtropical.

- Tipos de climas Subtropicales. El Clima Subtropical Chino
- Flora de las islas Canarias.
- Evolución vegetal.
- Distintas adquisiciones evolutivas en las plantas.

Invernadero de clima Tropical.

- Estructura de un ecosistema tropical
- Los estratos de la selva y sus adaptaciones.
- Plantas epífitas.
- Drogas de origen vegetal.
- Nastias y tropismos. Combinaciones entre ellos.
- Las hormonas vegetales como mecanismos de defensa.

∞ LAS GRANDES REGIONES CLIMÁTICAS ∞

Compara los diferentes climas representados en estos invernaderos

	Región	DESÉRTICA	SUBTROPICAL	TROPICAL
PARÁMETROS CLIMÁTICOS	Temperatura media anual			
	Temperatura media del mes más frío			
	Temperatura media del mes más caluroso			
	Oscilaciones de temperatura día/noche			
	Humedad relativa del aire			
	Precipitaciones medias anuales			
PARÁMETROS BIOLÓGICOS	Biodiversidad (nº de especies)			
	Nivel de cobertura vegetal			
	Cantidad de materia orgánica del suelo			
EJEMPLOS DE PLANTAS				

¿Cuál de estas regiones climáticas va a ser la que tenga mayor Biodiversidad?

¿Y cuál la que menos? Razona la respuesta.

Respecto a la cobertura vegetal ¿Cuál será la región que tenga una menor cobertura vegetal, y cuál la región con mayor cobertura vegetal? Por qué.

∞ INVERNADERO DE CACTÁCEAS Y SUCULENTAS ∞

Localiza en el mapa la situación de los principales desiertos el Planeta y anota su nombre si lo conoces.



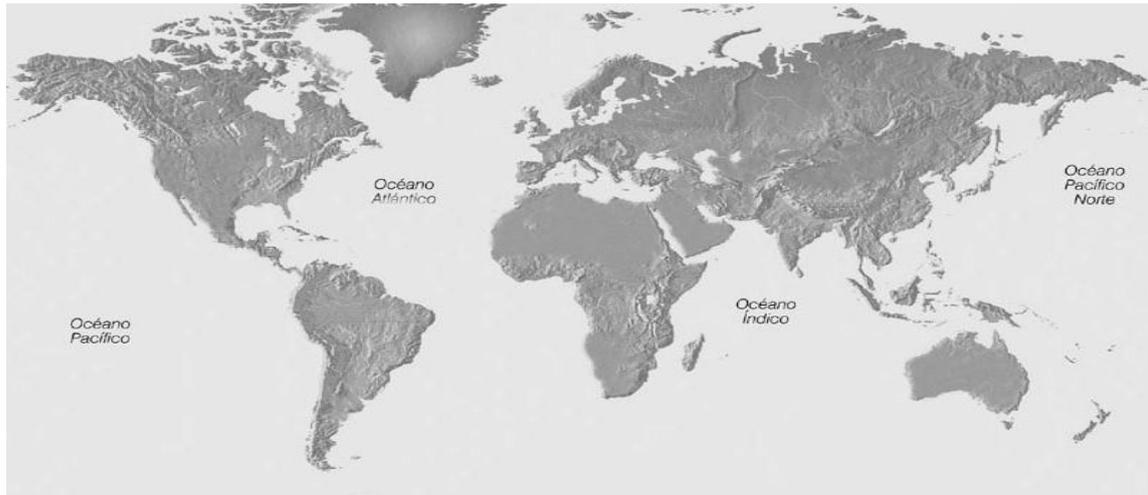
Los ecosistemas desérticos se caracterizan por una serie de características climáticas que actúan como **factores limitantes** para el crecimiento y desarrollo de las plantas que los habitan. Los retos a los que se tienen que enfrentar las plantas de estas regiones son los siguientes:

Anota en la siguiente tabla las características de las principales tipos de plantas que viven en zonas desérticas

Tipo de Planta	Familia Elige una especie y anota su nombre	Distribución	Hojas	Espinas	Tallo: Color	Tallo: forma
Cactus	Cactáceas					
Euforbia	Euphorbiáceas					
Agave	Agavaceas					
Aloe	Xanthorrhoeaceas					
Planta piedra	Aizoáceas					
Uña de gato	Crasuláceas					

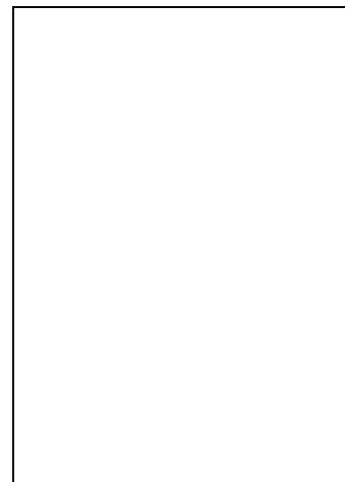
∞ INVERNADERO DE PLANTAS SUBTROPICALES ∞

Dibuja en el mapa la situación de las zonas que poseen clima subtropical.



En este invernadero vamos a ver plantas típicas de climas subtropicales cálidos que se caracterizan por que la temperatura no baja nunca de 5° C, es decir, no caen heladas. ¿Qué regiones de España poseen este tipo de clima?

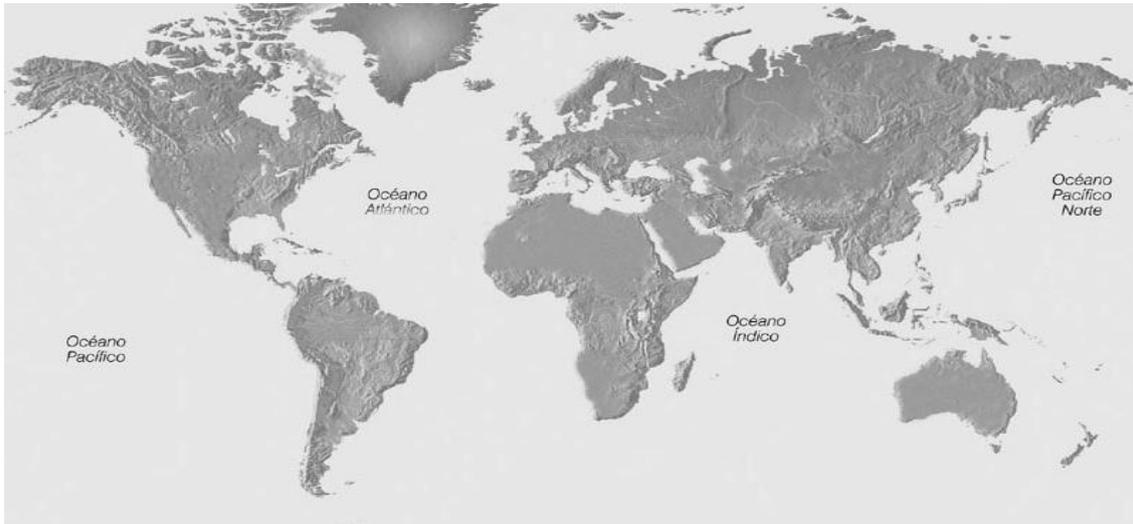
¿En qué se diferencian las palmeras de otros árboles? Dibuja un esquema de una palmera y explica cómo se desarrolla un estípote.



¿Qué se entiende como “fósil viviente”? Menciona ejemplos de plantas consideradas “fósiles vivientes”, indicando el periodo geológico en el que aparecieron y que aportaron de nuevo en la evolución.

∞ INVERNADERO DE PLANTAS TROPICALES ∞

El principal ecosistema de la región climática tropical es la selva tropical. Marca en el siguiente mapa la situación de las principales selvas tropicales del planeta.



Las selvas tropicales se caracterizan por poseer suelos poco desarrollados en los que la capa de materia orgánica es escasa ¿A qué crees que se debe? Una pista, los organismos descomponedores tienen mucho que ver con ello.

Esto va a ocasionar problemas a algunos de los integrantes de la selva ¿A cuáles? _____

En estos ecosistemas donde las condiciones de humedad y temperatura son óptimas y no condicionan el crecimiento de las plantas ¿cuál va a ser el factor por el que van a competir las plantas? _____

¿Qué tipo de plantas van a ganar la batalla de la competencia por ese factor?

¿Dónde crees que se va a desarrollar la vida y va a haber más biodiversidad en una selva tropical, en el suelo o en lo alto de los árboles? Razona la respuesta.

¿En qué se diferencia un tropismo de una nastia? Pon un ejemplo de cada.

Clave dicotómica de plantas crasas y suculentas.

Completa la siguiente tabla dicotómica poniendo el tipo de planta que corresponda.

Plantas con espinas	Con hojas a veces caedizas y/o muy pequeñas		_____
	Sin hojas		_____
Plantas sin espinas a veces en los bordes de las hojas	Hojas alargadas envainantes	Hojas terminadas en una espina	_____
		Hojas no terminadas en espina	_____
	Hojas ni alargadas ni envainantes	Dos hojas planas	_____
		Hojas carnosas en forma de gota	_____

Teniendo en cuenta la simetría de la flor, como se presentan las flores (solitarias o en capítulos), número de piezas de los distintos verticilos, duración de las flores, y otros datos que se te ocurran; construye una tabla dicotómica sobre las principales familias de plantas desérticas.

BIBLIOGRAFIA

Libros

- Attenborough. David(1995). *La vida privada de las Plantas*.Editorial Planeta.
- Diversos autores(1985).*Enciclopedia de la naturaleza* Tomos 1 al 23. Editorial Debate/Itaca/Circulo.
- Durrell. Gerald(1982). *Guía del Naturalista*. Ediciones H.Blume.
- Fischesser, Bernard(2000). *El libro del árbol*. Ediciones Drac.
- Jessop. N. M.(1975). *Biosfera: los seres vivos y su ambiente*. Ediciones Omega
- Martinez. J, Fiz. O, Valcarcel. V, Vargas. P(2004). *Jardín Botánico de Madrid: un paseo guiado*. Editor Jose Luis Pardo; Coeditores, colegio oficial de Biólogos de Madrid, IBERSAF editores, Pablo Vargas y Ruben Alvarez.
- Odum. Eugene P(1975). *Ecología*. C.E.C.S.A.
- Raycer Guy(1984). *Cactus en flor*. Ediciones Daimon.
- Strasburger. E, y otros(1923). *Tratado de Botánica*. Ediciones Marin.

.Páginas Web de interes.

[-http://www.terra.es/personal/jesusconde/Koppen/Portada/Frameportada.htm](http://www.terra.es/personal/jesusconde/Koppen/Portada/Frameportada.htm)

Página muy completa sobre la clasificación climática de Wladimir koppen incluye interesantes mapas interactivos.

[-http://www.rinconesdelatlantico.com/num2/euforbias.html](http://www.rinconesdelatlantico.com/num2/euforbias.html)

Página sobre las euphorbias y en particular de las euphorbias de zonas áridas de las islas Canarias.

[-http://www.terra.es/personal6/dirkdigler/index.htm](http://www.terra.es/personal6/dirkdigler/index.htm)

Curiosidades de árboles espectaculares.

[-http://www.orquideasibericas.info/](http://www.orquideasibericas.info/)

Las Orquídeas en general y las Ibéricas en particular.

[-http://es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)

Enciclopedia digital muy completa con numerosos artículos sobre plantas , muy especializados.



COMO LLEGAR

Metro: LEGAZPI.

Autobuses: 6-8-18-19-22-23-45-47-59-76-85-86-123-148



