

# El factor agua

Dr. Francisco José Alcaraz Ariza  
Universidad de Murcia  
España

(versión de 11 de marzo de 2012)

Copyright: © 2012 Francisco José Alcaraz Ariza. Esta obra está bajo una licencia de Reconocimiento-No Comercial de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite [http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/deed.es\\_CL](http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/deed.es_CL) o envíe una carta a Creative Commons, 559 Nathan Abbott Way, Stanford, California 94305, USA.

## Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1. Importancia del agua.....	1
1.2. Fuentes de agua para las plantas.....	1
1.3. Precipitaciones y disponibilidad de agua para las plantas.....	2
1.4. Un tipo de precipitación muy especial: la nieve.....	2
<b>2. Cuando hay exceso de agua: adaptaciones para perder más agua.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Cuando falta el agua: adaptaciones frente a la aridez.....</b>	<b>3</b>
3.1. Introducción.....	3
3.2. Mecanismos de las plantas para evitar los déficit hídricos.....	3
3.3. Tolerancia a los déficit hídricos en la planta.....	5
3.4. Rutas fotosintéticas alternativas como adaptación a la aridez.....	5
<b>4. Mapa conceptual.....</b>	<b>7</b>
<b>5. Actividades de aplicación de los conocimientos.....</b>	<b>9</b>
<b>6. Actividades prácticas del tema.....</b>	<b>9</b>
6.1. Adaptaciones a la aridez en diversos tipos de hábitats.....	9
6.1.1. Introducción, objetivos y tiempo de realización.....	9
6.1.2. Trabajo de campo.....	9
6.1.3. Análisis.....	10
6.1.4. Discusión.....	10
6.1.5. Informe final.....	10
6.2. Estudio del bosque y del prebosque de ribera en un tramo de las márgenes de un río.....	10
6.2.1. Introducción, objetivos y tiempo de realización.....	10
6.2.2. Trabajo de laboratorio y campo.....	11
6.2.3. Análisis.....	11
6.2.4. Discusión.....	11
6.2.5. Informe final.....	11
<b>7. Fuentes de consulta.....</b>	<b>12</b>
7.1. Bibliografía básica.....	12
7.2. Bibliografía complementaria.....	12
7.3. Direcciones de Internet.....	12

## Índice de cuadros

Cuadro 1: Fuentes de agua para las plantas.....	1
Cuadro 2: Extremos de precipitación en la Tierra y en la Península Ibérica.....	2
Cuadro 3: Los efectos de la nieve sobre las plantas.....	2
Cuadro 4: Formas de combatir el exceso de agua en plantas.....	3
Cuadro 5: Estrategias para escapar de la sequía.....	3
Cuadro 6: Estrategias para conservar el agua por reducción de la transpiración.....	4
Cuadro 7: Estrategias para mantener la absorción de agua.....	4
Cuadro 8: Principales diferencias entre plantas C3, C4 y CAM.....	5

## Índice de figuras

Figura 1: Importancia del agua.....	1
Figura 2: A. Estomas hundidos; B. Plantas ventana.....	4
Figura 3: Comparación de la estructura foliar entre plantas C3 (A) y C4 (B).....	6

# El factor agua

## Interrogantes centrales

- ¿Cuáles son las fuentes de agua para las plantas?
- ¿En qué se diferencia la precipitación total de la realmente disponible para las plantas?
- ¿Cuáles son los efectos favorables y desfavorables de la nieve sobre la vegetación?
- ¿Cuáles son los mecanismos que usan las plantas para acelerar la pérdida de agua?
- ¿Qué es la aridez?
- ¿Qué son los xerófitos y qué tipos podemos distinguir?
- ¿Qué mecanismos presentan las plantas para evitar el estrés hídrico y cuáles para tolerarlo?
- ¿Cuáles son las diferencias adaptativas y morfológicas entre las plantas C3, C4 y CAM?

## 1. Introducción

### 1.1. Importancia del agua

El agua es una de las bases de la vida de las plantas; el papel que desempeña para los vegetales se presenta de forma resumida en la figura 1.

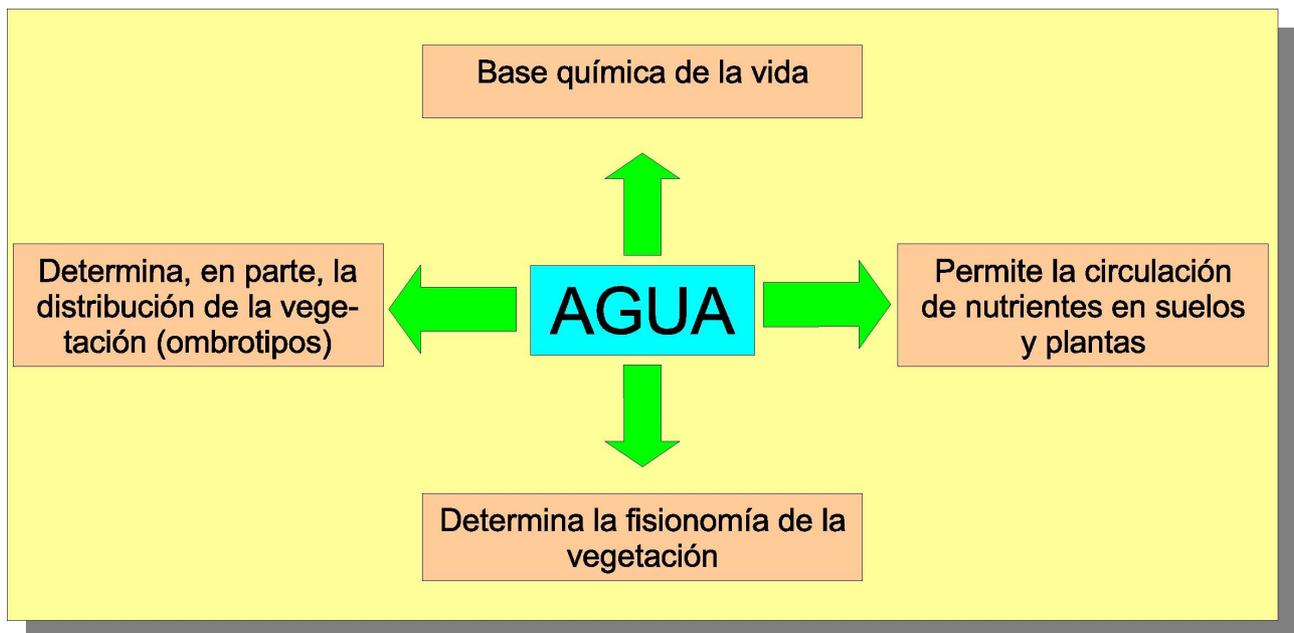


Figura 1: Importancia del agua

### 1.2. Fuentes de agua para las plantas

Además de las evidentes, como la lluvia y la nieve, hay que tener en cuenta las llamadas «precipitaciones ocultas», como el rocío, y las que suponen compensación (nieblas, posición topográfica favorable, etc. Las principales se resumen en el cuadro 1.

Cuadro 1: Fuentes de agua para las plantas

Mensurables	Ocultas	Compensantes
Lluvia	Rocío	Humedad ambiental
Nieve	Agua freática	Nubosidad
Granizo	Escorrentías	<i>Nieblas</i>

### 1.3. Precipitaciones y disponibilidad de agua para las plantas

- La Distribución en la Tierra muy desigual (ver cuadro 2).
- Esta variación es responsable en parte de la alta diversidad de la cubierta vegetal.
- Además, es necesario conocer:
  - ✓ La distribución de las lluvias a lo largo de las distintas estaciones.
  - ✓ La disponibilidad real de agua, resultado de restar al agua total las pérdidas por:
    - ✓ Torrencialidad y escorrentías.
    - ✓ Evapotranspiración.
    - ✓ La retenida fuertemente en el suelo.
    - ✓ La pérdida por la escasa capacidad de retención de agua en suelos poco desarrollados o degradados.

Cuadro 2: Extremos de precipitación en la Tierra y en la Península Ibérica

Territorio	Máximo	Mínimo
Tierra	Faldas Himalaya: > 12.000 mm	Atacama, Sahara Central: < 10 mm
Península Ibérica	Sierra de Grazalema: > 3.000 mm	Águilas a Cabo de Gata: < 200 mm

### 1.4. Un tipo de precipitación muy especial: la nieve

- En zonas frías uno de los proveedores de agua más importantes para plantas.
- Comunidades vegetales adaptadas (Quionófilas).
- Efectos favorables y desfavorables sobre plantas (ver cuadro 3).

Cuadro 3: Los efectos de la nieve sobre las plantas

Efectos favorables	Efectos desfavorables
Protección desecación	Abrasión
Protección frío	Acorta periodo vegetativo
Evita brotación temprana	Daños mecánicos
Aumento temperatura por reflexión	Suelos poligonales
Abonado	Soliflucción
Suministro agua en periodo deshielo	Disminuye vitalidad
Mantiene calor del suelo	Aludes

## 2. Cuando hay exceso de agua: adaptaciones para perder más agua

- En climas muy húmedos, zonas con suelos encharcados o alta humedad ambiental las plantas deben forzar la transpiración para movilizar los nutrientes (ver cuadro 4).
  - ✓ Expulsión agua líquida (gutación) a través de estomas acuíferos (hidatodos)
  - ✓ Morfologías de hojas especiales (rematadas en larga punta, lámina deprimida en parte central, péndulas, etc.)

Cuadro 4: Formas de combatir el exceso de agua en plantas

Aumento superficie transpiradora	Aumento de la gutación
Aumento limbo foliar y estomas aeríferos (plantas latifolias)	Estomas acuíferos o hidatodos
Pilosidad foliar de pelos vivos que transpiran activamente	Tricomas
Posición superficial de los estomas aeríferos, que pueden incluso estar salientes	Glándulas de agua
Hojas de superficie rugosa o perforadas	
Hojas delgadas	
Hojas con pantalla (pigmentada o gaseosa)	

### 3. Cuando falta el agua: adaptaciones frente a la aridez

#### 3.1. Introducción

- Se consideran áridos aquellos territorios o periodos de tiempo en que las necesidades hídricas de las plantas no están aseguradas por el medio.
- Las plantas adaptadas a soportar la aridez se denominan **Xerófitos**.
- Las plantas que evitan los déficit hídricos no son auténticos xerófitos (ej. las que toman agua del manto freático, acumulan el agua: *Suculentas*).
- Tipos de Xerófitos:
  - ✓ *Caducifolios facultativos*: plantas con hojas blandas, las cuales se marchitan en periodos secos pudiendo incluso caer.
  - ✓ *Esclerofilos*: plantas leñosas de hojas pequeñas, duras y provistas de tejidos mecánicos, propias de climas mediterráneos o tropicales pluviestacionales.
  - ✓ *Estenohidros*: plantas capaces de cerrar sus estomas y detener la fotosíntesis en los periodos secos, consumiéndose lentamente hasta nuevas condiciones favorables.
- Consideraremos dos tipos de clasificaciones de plantas de sitios áridos:
  - ✓ Evitan los déficit hídricos.
  - ✓ Toleran los déficit hídricos.

#### 3.2. Mecanismos de las plantas para evitar los déficit hídricos

- Se pueden agrupar en:
  - ✓ Estrategias para escapar de la sequía (cuadro 5).
  - ✓ Estrategias para conservar el agua (cuadro 6).
  - ✓ Estrategias para mantener la absorción de agua (cuadro 7).

Cuadro 5: Estrategias para escapar de la sequía

En el espacio	En el tiempo
Obtener agua freática	Anuales (Terófitos)
	Geófitos
	Reviviscentes (poiquilohidros)

Cuadro 6: Estrategias para conservar el agua por reducción de la transpiración

Estrategias	
Formas redondeadas	Color verde claro o brillante: refleja la luz
Disminución tamaño y número hojas	Hojas enrolladas permanentemente
Hojas paralelas rayos solares	Hojas enrolladas al disminuir turgencia
Desprendimiento aceites volátiles	Estomas hundidos (ver figura 2.A)
Hojas caedizas periodo seco	C4, C3/C4, CAM
Ausencia hojas (tallos clorofilicos)	Cierre estomático rápido y completo
Caída trozos tallos periodo seco	Cutículas gruesas e impermeables
Tricomas	Plantas ventana (ver figura 2. B)
Almacenamiento agua (suculencia)	Plantas semi enterradas

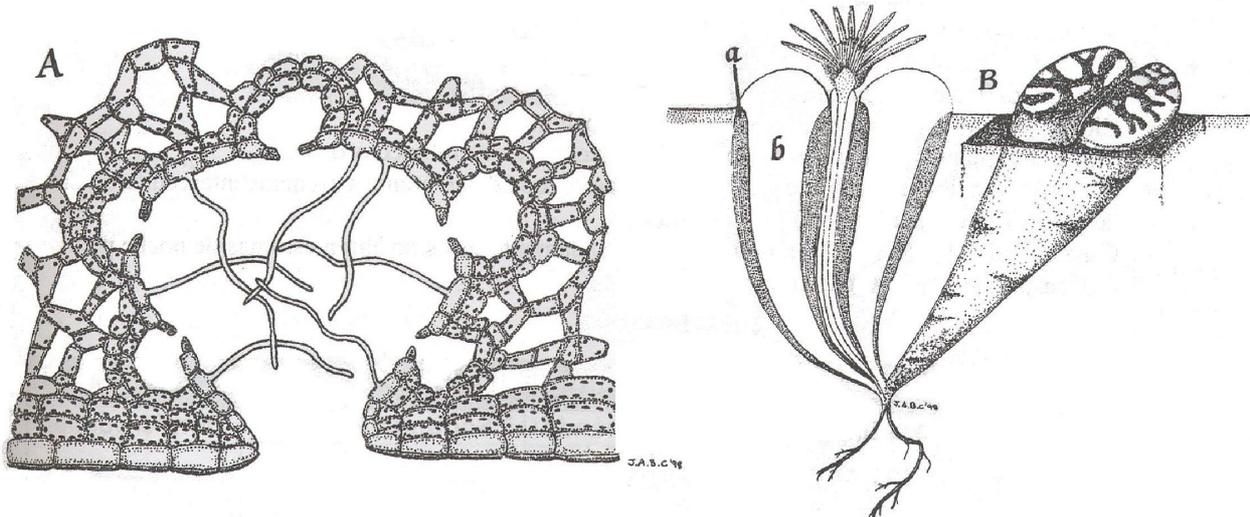


Figura 2: A: Estomas hundidos en criptas en baladre (*Nerium oleander*); B. Las plantas ventana como este *Lithops* están casi enteramente enterradas y la luz sólo puede alcanzar el tejido fotosintético (a) gracias a la existencia de tejidos translúcidos (b = parénquima acuífero)

Cuadro 7: Estrategias para mantener la absorción de agua

Estrategias	
Hipertrofia sistema radical	Raíces superficiales (torrencialidad)
Vasos vasculares gruesos	Raíces profundas captan agua freática
Absorción agua rocío: bombeo y reabsorción para captar nutrientes ( <i>Prosopis</i> )	
Hojas canalizan el agua de lluvia hacia las raíces ( <i>Rheum palaestinum</i> ), colectando hasta 16 veces más agua que otras plantas)	

### 3.3. Tolerancia a los déficit hídricos en la planta

- Ajuste osmótico (acumulación solutos en plantas sometidas a estrés lento).
- Células pequeñas e inextensibles.
- Reviviscentes (pteridófitos y criptógamas no vasculares).

### 3.4. Rutas fotosintéticas alternativas como adaptación a la aridez

- El gasto de agua para producir 1 gramo de materia orgánica es muy diferente según la estrategia utilizada por las plantas:
  - ✓ 4 a 9 litros de agua en las plantas C3 (ver figura 3).
  - ✓ 1 a 3 litros de agua en las plantas C4 (ver figura 3).
  - ✓ 0,5 a 0,6 litros de aguas en las plantas CAM.
- Plantas C4 (ver cuadro 8):
  - ✓ Dos carboxilaciones separadas en el espacio.
  - ✓ Anatomía foliar en corona, tipo Kranz.
  - ✓ Temperaturas óptimas de crecimiento mayores.
  - ✓ Resisten mejor medios salinos.
  - ✓ Menor gasto de agua.
- Plantas intermedias C3/C4:
  - ✓ Géneros *Alloteropsis*, *Mollugo*, *Moricandia*, *Panicum*.
  - ✓ Cloroplastos en la vaina y mesófilo diferenciado en posición dorsiventral.
- Plantas CAM:
  - ✓ Dos carboxilaciones separadas en el tiempo.
  - ✓ Ciclo estomático invertido (abren estomas de noche).
  - ✓ En general plantas suculentas con parénquima acuífero central incoloro.
  - ✓ Mesófilo fotosintético externo, con células grandes que dejan grandes espacios intercelulares, paredes delgadas y gran vacuola central.
  - ✓ Caso especial: CAM inútil (en periodos extremadamente secos no abren estomas de noche pero fijan CO<sub>2</sub> respirado por la noche en malato).

Cuadro 8: Principales diferencias entre plantas C3, C4 y CAM

Tipo de planta	Primera fijación CO	Dónde/Cuándo	Segunda fijación CO	Dónde/Cuando
C3	Rubisco	Mesófilo/Día		
C4	PEP carboxilasa	Mesófilo/Día	Rubisco	Vaina del haz/Día
CAM	PEP carboxilasa	Mesófilo/Noche	Rubisco	Mesófilo/Día

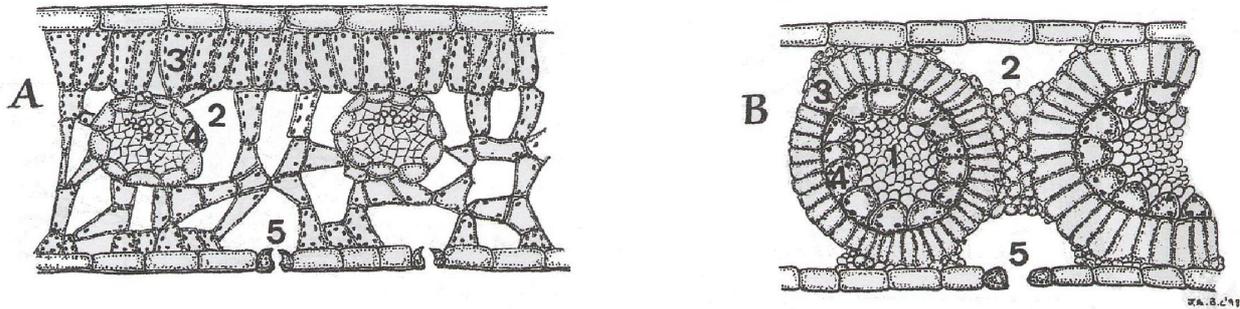
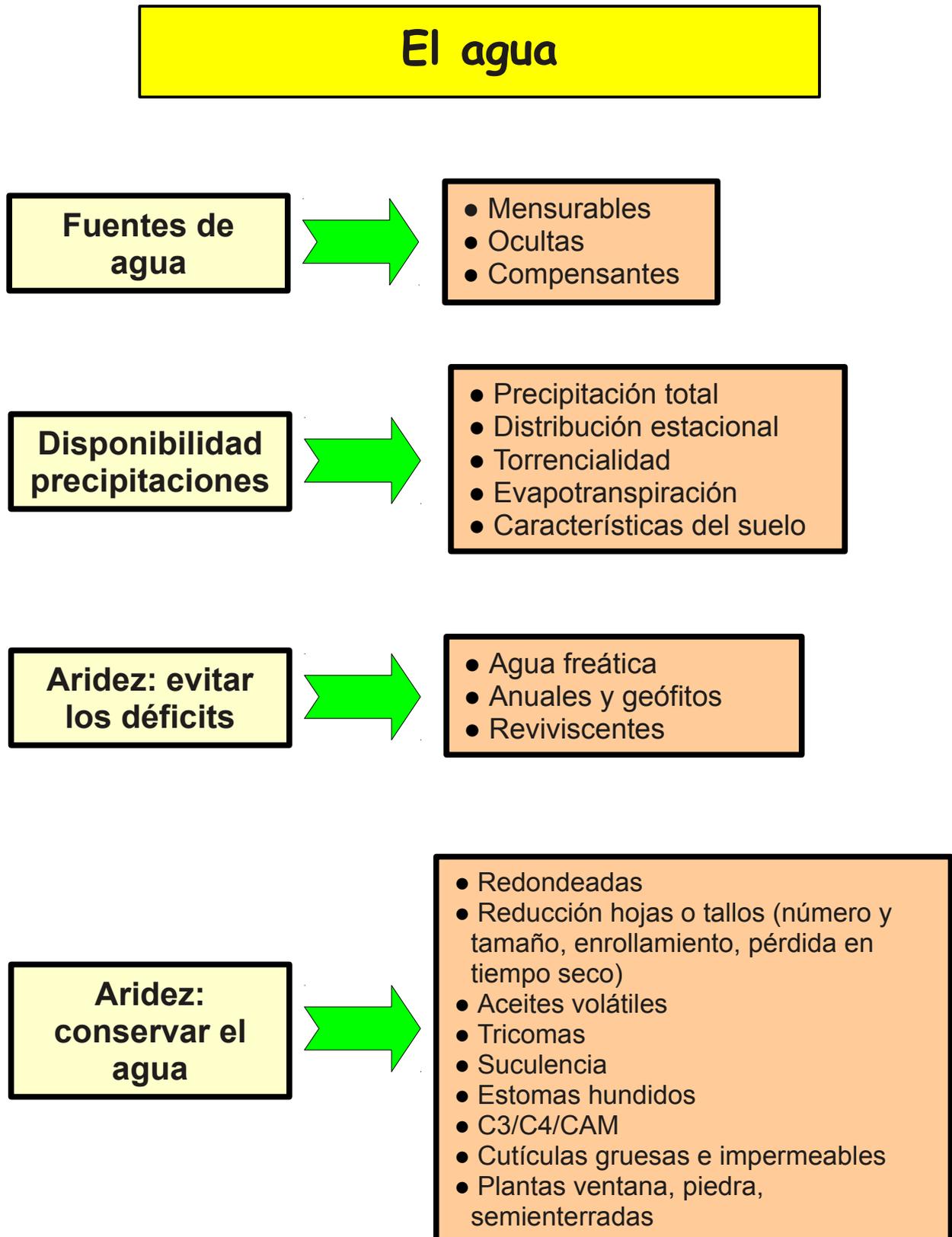
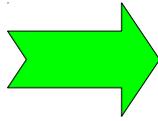


Figura 3: Comparación de la estructura foliar entre plantas C3 (A) y C4 (B). 1. Vena; 2. Aire (en contacto con el mesófilo en plantas C3, lo que permite la fotorrespiración, pero que no contacta con la vaina del haz, que es el lugar del ciclo de Calvin en las plantas C4); 3. Células del mesófilo (lugar de la fotosíntesis y la fotorrespiración en las plantas C3; no son fotosintéticas en las plantas C4, sino que en ellas se da una incorporación como ácidos orgánicos); 4. Vaina del haz (en las C3 estas células que rodean las venas no son fotosintéticas; en las C4 son el lugar del ciclo de Calvin); 5. Estoma.

4. Mapa conceptual



**Aridez:  
absorber agua**



- Hipertrofia sistema radical
- Raíces superficiales, raíces profundas
- Vasos vasculares gruesos
- Rocío y bombeo radical
- Hojas canalizan agua a raíces

## 5. Actividades de aplicación de los conocimientos

1. Recoja hojas de especies de un determinado hábitat y realice cortes a mano alzada para su observación al microscopio, determinando morfológicamente si se trata de plantas C, C o CAM. Puede coger plantas de diversos hábitats para comparar los resultados. Intente de forma razonada explicar estas diferencias.
2. Intente identificar plantas que presentan adaptaciones para aumentar la transpiración (posiblemente tendrá mejores resultados si se fija en plantas de jardín). Intente obtener información sobre el lugar de origen y la formación vegetal en la que prospera en su hábitat natural.
3. En las áreas desérticas del mundo predominan tres biotipos: anuales, suculentas y arbustos muy ramificados. ¿Qué ventajas e inconvenientes piensa que presenta cada una de estas formas vitales en tales ambientes áridos? ¿Qué tipos de adaptaciones a la aridez piensa que serán las más habituales en cada una de ellas?
4. En zonas de climas de tendencia árida hay una clara diferenciación en la distribución altitudinal de plantas C, C y CAM. ¿Cuáles serán a su juicio las tendencias más previsibles? Razone las respuestas.

## 6. Actividades prácticas del tema

### 6.1. Adaptaciones a la aridez en diversos tipos de hábitats.

#### 6.1.1. Introducción, objetivos y tiempo de realización

En el Sureste de España el prolongado periodo de sequía supone a veces más de 6 meses con déficit hídricos para las plantas; por ello en las zonas donde no hay compensación edáfica de la humedad la mayor parte de las plantas presenta un tipo u otro, sino varios, de adaptaciones a soportar la aridez.

En esta práctica deberá examinar las diferentes adaptaciones a la aridez que se observan en las plantas de su localidad e intentar ver si existen correlaciones con las formas vitales y/o los hábitats. Los objetivos perseguidos en la misma son los siguientes:

1. Observar en el terreno y anotar en la libreta de campo la diversidad de adaptaciones a la aridez presente en la flora local.
2. Buscar pautas entre los tipos de adaptaciones a la aridez y las formas vitales o los tipos de hábitats.
3. Formular y poner a prueba hipótesis sobre las relaciones entre adaptaciones a la aridez y las formas vitales o los tipos de hábitats.

El tiempo requerido para su desarrollo será de unas dos horas en el campo. Quizás precise visitar la zona en más de una ocasión para apreciar todos los detalles o poner de relieve las plantas de carácter terofítico, que pasan los periodos de sequía en forma de semillas. Tres o más horas para realizar los análisis y escribir el informe.

#### 6.1.2. Trabajo de campo

1. Busque dos hábitats diferentes con predominio de vegetación perenne, como un tomillar y un pastizal, o un tomillar y un matorral esclerofilo, etc. y seleccione sendas parcelas de trabajo.
2. Empiece una hoja de su libreta de campo (sus anotaciones deben empezar con una descripción de dónde está situado, fecha y hora de observación, condiciones climáticas reinantes y el nombre de las personas con que está trabajando o le acompañan).
3. Observe con detalle las plantas de cada parcela, intentando identificar el mayor número de especies diferentes posible (no es necesario determinarlas, sólo diferenciar unas de otras). En cada especie intente reconocer signos de sus adaptaciones a la aridez, anótelos en su libreta de campo.
4. Intente cuantificar de alguna manera la proporción que presentan en la parcela los distintos tipos de adaptaciones; quizás la cobertura por especie como factor de multiplicación del carácter sea la forma más sencilla de realizar el cálculo.

### 6.1.3. Análisis

- ¿Qué tipo de adaptación a la aridez es la más frecuente en cada una de las parcelas estudiadas? ¿Por qué?
- ¿En qué hábitat se observa una mayor abundancia de adaptaciones a la aridez? ¿Por qué?
- ¿Si hay adaptaciones a la aridez que sólo ha observado en una de las parcelas estudiada, cree que se debe a una selección por parte del hábitat? Razone la respuesta.
- ¿Existen correlaciones entre los tipos de adaptaciones a la aridez y las formas vitales portadoras? ¿Por qué?
- Formule una o más hipótesis sobre estas posibles correlaciones. La hipótesis nula (H0) es que no hay diferencias cualitativas o cuantitativas entre los tipos de adaptaciones a la aridez y los diferentes hábitats o formas vitales.

### 6.1.4. Discusión

Cada comunidad vegetal se asienta en dentro de un territorio en un microhábitat particular, en el cual la aridez general reinante puede a veces estar en parte compensada por otros factores; por eso y en función del lugar de asiento de cada comunidad vegetal las adaptaciones para resistir la aridez pueden verse atenuadas o intensificadas.

Como las formas vitales suponen adaptaciones a soportar el periodo desfavorable del año, se pueden encontrar correlaciones entre estas y las adaptaciones a la aridez.

### 6.1.5. Informe final

- Deberá incluir los apartados: resumen, introducción y objetivos, material y métodos, resultados, discusión y referencias bibliográficas. El informe deberá presentarlo escrito a máquina o en impresora de calidad.
- Adjunte, como anexo, fotocopias de las anotaciones originales en el campo.
- Deberá incluir, bien presentados, gráficos y esquemas de la situación geográfica y/o topográfica de las parcelas analizadas.
- Adjunte sus sinceras consideraciones sobre la experiencia de campo. ¿Se consiguieron los objetivos perseguidos? ¿Aprendió algo de la experiencia?
- ¿Cuánto tiempo le llevo realmente realizarla? ¿Cómo podría mejorarse el ejercicio?

## 6.2. Estudio del bosque y del prebosque de ribera en un tramo de las márgenes de un río

### 6.2.1. Introducción, objetivos y tiempo de realización

La vegetación de ribera en el piso de meseta está en general muy alterada por el uso intensivo que el hombre hace de los márgenes de los ríos, dedicados muchas veces a la agricultura, y de las aguas, que son de forma repetida desviadas para riegos o contaminadas por vertidos de todo tipo.

Por ello quedan pocos restos de esa vegetación, los cuales suelen estar además mal conservados, exceptuándose ciertas zonas inaccesibles de las cabeceras de ríos y sus afluentes. Sin embargo conocer la estructura de estos bosques y prebosques, así como su composición florística es un tema de primera necesidad, pues sólo así tendremos en el futuro los conocimientos necesarios para poder abordar la restauración de la vegetación riparia con un fundamento geobotánico.

Estos bosques y prebosques sin embargo no son nada homogéneos, pues la variada intensidad de la corriente y las avenidas, junto con las alteraciones que provocan las curvas (diferenciadas según el margen del río) y las zonas de conexión de afluentes, pueden determinar importantes variaciones en la composición florística y la dominancia.

Los escasos tramos de río bien conservados son lugares ideales para plantear este tipo de trabajos, cuyos objetivos podemos concretar en los siguientes:

1. Describir a través de un muestreo estratificado la variación de los bosques y prebosques riparios en un tramo de río de márgenes bien conservadas. La estratificación se llevará a cabo en función de la ubicación en el margen (zona recta, zona curva en el margen de erosión, zona curva en el margen de sedimentación), las características del sustrato (gravas, arenas, limos, arcillas) o la inestabilidad que provoca la conexión de algún afluente.
2. Comparar las distintas muestras obtenidas de los bosques, por un lado, y de los prebosques, por otro, intentando resaltar las principales diferencias florísticas, cualitativas y cuantitativas, e interpretar cuáles son los factores más importantes responsables de las mismas.

3. Realizar clasificaciones y ordenaciones de las muestras e interpretar los resultados obtenidos. El tiempo estimado para el desarrollo de esta práctica comprende 4-5 salidas al campo, para la elección de la zona de trabajo y la toma de muestras, y entre 4 y 8 horas en laboratorio y microaula para el análisis e interpretación de los datos. Además hay que contar con 5 a 10 horas en la preparación del borrador del trabajo y del informe final.

### 6.2.2. Trabajo de laboratorio y campo

1. Seleccione la zona de trabajo, un tramo del margen de un río con vegetación leñosa en buenas condiciones, que presente algunas curvas y si es posible algún área con desembocadura de un afluente.
2. Estudie sobre el terreno las diversas situaciones en las que se observan manchas lo suficientemente grandes de bosque (áreas mayores de 150 metros cuadrados) y de prebosques (saucedas, tarayales, áreas de al menos 50 metros cuadrados). Elija si es posible varias zonas de cada uno de los tipos en función de los factores mencionados en el punto 1).
3. Tome muestras de las distintas zonas seleccionadas, con superficies de 150-200 metros cuadrados para las manchas de bosque y de 50-100 metros cuadrados para las formaciones de sauceda y/o alameda. Anote todas las especies leñosas presentes y las herbáceas perennes; realice una estimación de su cobertura y apunte todos los detalles del medio de interés (posición topográfica, cercanía de desembocaduras de afluentes, grado y tipo de influencia humana, sustrato cascajoso, arenoso, limoso o arcilloso, etc.). Recuerde que las especies arbóreas pueden participar también del estrato arbustivo cuando se presentan ejemplares pequeños, anote por separado la cobertura de estas especies según el estrato en el que se integren los distintos individuos. ¡No se olvide de tomar algunas imágenes digitales, que vendrán muy bien para ilustrar el trabajo final!
4. Introduzca los datos en una hoja de cálculo (OpenOffice.org Calc, por ejemplo) ajustándolos al formato de texto del programa R; posteriormente realice diversos análisis de clasificación y ordenación con R y las librerías «vegan» y «mva»; pruebe también a combinar alguno de los análisis que se destaque como más relevante con la creación de cuadros de vegetación utilizando el comando «vegemite».

### 6.2.3. Análisis

- ¿Hay diferencias cualitativas significativas entre las diversas muestras de bosque, por un lado, y de prebosque, por otro, en las diferentes situaciones muestreadas?
- ¿Y cuantitativas?
- ¿Dónde se ubican los bosques y prebosques de mejor calidad en cuanto a diversidad vegetal y complejidad de la estructura? ¿A qué pudiera ser debido esto?
- ¿Hay especies que puedan considerarse buenas indicadores de alguno de los factores tratados? ¿Cuáles?

### 6.2.4. Discusión

Aunque se habla holísticamente del Bosque de Ribera, hay una gran diversidad de los mismos en función de los factores ambientales ligados al río. Una situación similar se puede observar en lo que respecta a los prebosques de ribera. Estas variaciones son muy a tener en cuenta para plantear restauraciones de las márgenes con vegetación natural, pues conocerlas en profundidad permitirá minimizar los fracasos, al ubicar en cada sitio las especies más apropiadas y con modelos de densidad y composición más ajustados.

### 6.2.5. Informe final

- Deberá incluir los apartados de resumen, introducción y objetivos, material y métodos, resultados, discusión y referencias bibliográficas. Deberá presentarlo escrito en impresora de calidad (use OpenOffice.org si es posible, es un programa libre, gratuito y que usa tipos de archivos para la grabación de los datos que son también abiertos). La impresión en caso de problemas puede hacerla en el laboratorio de Fanerogamia 2 (planta 4). En el documento puede incluir imágenes digitales, mapas de localización y figuras; numere por separado mapas, figuras e imágenes.
- Adjuntar, como anexo, fotocopias de las anotaciones originales en el campo.
- Deberá incluir, bien presentados, gráficos y esquemas de la situación geográfica del transecto realizado y de la ubicación aproximada de las distintas parcelas de muestreo. Asimismo deberá comentar los problemas imprevistos que se observaron en el desarrollo del trabajo, los cuales ayudarán a mejorar la confección del guión de la práctica en el futuro.
- Adjunte sus sinceras consideraciones sobre la experiencia de campo. ¿Se consiguieron los objetivos perseguidos? , ¿aprendió algo de la experiencia? , ¿cuánto tiempo le llevo realmente desarrollarla? ,

¿cómo podría mejorarse el ejercicio? , ¿qué otros enfoques podrían ser interesantes? Esta parte de comentarios sobre todo puede ser de gran utilidad en la mejora de la práctica para futuros alumnos.

## 7. Fuentes de consulta

### 7.1. Bibliografía básica

- Alcaraz, F.; Clemente, M.; Barreña, J.A. y Álvarez Rogel, J. 1999. *Manual de teoría y práctica de Geobotánica*. ICE Universidad de Murcia y Diego Marín. Murcia
- Azcon-Bieto, J. y M. Talón, M. 1996. *Fisiología y bioquímica vegetal*. Interamericana. McGraw-Hill. Madrid. pp: 81-88, 135-147.
- Daubenmire, R.F. 1990. *Ecología vegetal*. Limusa. Méjico. pp: 97-191.
- Gil Martínez, F. 1995. *Elementos de fisiología vegetal*. Mundi-Prensa. Madrid. pp: 627-714
- Izco, J. *et alii*. 1997. *Botánica*. McGraw-Hill. Interamericana. Madrid. pp: 82-87, 638-652.
- Strasburger, E. *et alii*. 1994. *Tratado de Botánica*. 8ª edición castellana. Omega S.A. Barcelona. pp: 289-293, 352-353.

### 7.2. Bibliografía complementaria

- Braun Blanquet, J. 1979. *Fitosociología*. H. Blume. Madrid. pp: 257-283.
- Folch, R. [Ed.]. 1996. *Biosfera, vol. 4. Deserts*. Enciclopedia Catalana. Barcelona. pp: 24-25, 43, 87-114.
- Géhu-Franck, J. y Géhu, J.M. 1994. *Schemas de botanique systematique illustree. II- Organisation generale des plantes vasculaires*. Centre Régional de Phytosociologie et Conservatoire Botanique National de Bailleul. pp: 19-22, 42-56.
- Ozenda, P. 1977. *Flore du Sahara*. Editions du CNRS. París. pp: 56-67.

### 7.3. Direcciones de Internet

<http://club2.telepolis.com/ohcop/lect39.html>

<http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/C/C4plants.html>

<http://www.botanical-online.com/animacion9.htm>

[http://www.desertusa.com/du\\_plantsurv.html](http://www.desertusa.com/du_plantsurv.html)

[http://www.desertusa.com/du\\_sonoran.html](http://www.desertusa.com/du_sonoran.html)

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Runway/8787/c3vsc4.htm>