

Temperatura, luz, atmósfera, viento

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 o envíe una carta a Creative Commons, 559 Nathan Abbott Way, Stanford, California 94305, USA.

Índice

1. El factor temperatura.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Variaciones temporales de la temperatura.....	1
1.3. Variaciones espaciales de la temperatura.....	1
1.4. Efectos en las plantas y las comunidades vegetales.....	1
2. El factor luz.....	2
2.1. Introducción.....	2
2.2. Efectos en las plantas y las comunidades vegetales.....	2
3. Factor atmosférico.....	3
3.1. Composición y características de la atmósfera.....	3
3.2. Ventilación del suelo.....	4
4. Viento.....	4
4.1. Generalidades.....	4
4.2. Adaptaciones al viento y efectos en la vegetación.....	5
5. Mapa conceptual.....	7
6. Actividades de aplicación de los conocimientos.....	8
7. Actividades prácticas del tema.....	8
7.1. Intensidad luminosa en un bosque mediterráneo.....	8
7.1.1. Introducción, objetivos y tiempo de realización.....	8
7.1.2. Trabajo de campo.....	9
7.1.3. Análisis.....	9
7.1.4. Discusión.....	9
7.1.5. Informe final.....	9
7.2. Variación de la vegetación en sistemas de dunas litorales.....	9
7.2.1. Introducción, objetivos y tiempo de realización.....	9
7.2.2. Trabajo de laboratorio y campo.....	10
7.2.3. Análisis.....	10
7.2.4. Discusión.....	10
7.2.5. Informe final.....	10
7.3. Influencia del viento en un pinar costero.....	11
7.3.1. Introducción, objetivos y tiempo de realización.....	11
7.3.2. Trabajo de laboratorio y campo.....	12
7.3.3. Análisis.....	12
7.3.4. Discusión.....	12
7.3.5. Informe final.....	12
8. Fuentes de consulta.....	13
8.1. Bibliografía básica.....	13
8.2. Bibliografía complementaria.....	13
8.3. Direcciones de Internet.....	13

Índice de cuadros

Cuadro 1: Diferencias en intensidad luminosa (lux) entre dos ambientes de roquedos.....	2
---	---

Índice de figuras

Figura 1: Hojas de sol y sombra.....	3
Figura 2: Comportamiento en la fotosíntesis de plantas de sol y sombra.....	3
Figura 3: Acción mecánica del viento.....	5
Figura 4: Fases del sistema dunar.....	6

Temperatura, luz, atmósfera, viento

Interrogantes centrales

- ¿Qué aspectos de la temperatura y de sus variaciones son importantes para las plantas y para la vegetación?
- ¿Cuáles son las variaciones temporales y espaciales de la temperatura de interés para explicar la vegetación?
- ¿Qué efectos tiene la temperatura sobre la vegetación?
- ¿En qué aspectos influye la luz sobre la cubierta vegetal?
- ¿Qué son las plantas y comunidades heliófilas, fotófilas y esciófilas?
- ¿Cuáles son los efectos de la luz sobre la fisiología de las plantas y la distribución de comunidades vegetales?
- ¿Qué importancia tiene el viento para las plantas y la vegetación?
- ¿Qué acciones físicas, anatómicas, mecánicas y fisiológicas ejerce el viento sobre las plantas y sobre la cubierta vegetal?
- ¿Qué características presenta la vegetación de dunas relacionada con la influencia del viento?
- ¿Qué gradientes se presentan en la vegetación de neveros?

1. El factor temperatura

1.1. Introducción

- Dependencia de la insolación y la redistribución de calor por la atmósfera.
- El efecto de la temperatura en los vegetales es obvio, basta comparar la cubierta vegetal y los tipos de plantas de zonas tropicales con las polares o de zonas bajas y alta montaña.
- Límites normales entre 0 °C (congelación del agua) y 50 °C (destrucción de proteínas vitales).

1.2. Variaciones temporales de la temperatura

- Las variaciones de la temperatura a lo largo del tiempo pueden ser importantes (paleoclimas y oscilaciones menores).
- Son interesantes las variaciones a lo largo del día.
- Las oscilaciones en el suelo y subsuelo difieren mucho de las que se dan en la atmósfera.
- Las variaciones estacionales son de gran interés para explicar algunos aspectos de la cubierta vegetal.
- La oceanidad es una estima del rango anual de variación de la temperatura (amplitud térmica anual o ATA, T mes más cálido - T mes más frío); gran influencia en la vegetación en zonas no ecuatoriales.
- Climas muy oceánicos en áreas ecuatoriales y en áreas costeras.
- En lugares de elevada humedad ambiental los climas son oceánicos.
- En zonas interiores de los continentes el clima suele ser muy continental.

1.3. Variaciones espaciales de la temperatura

- Color y composición superficies (colores oscuros absorben y retienen más).
- Porosidad y contenido de agua del suelo (mejor estructura, absorción más rápida; más humedad, absorción y pérdida más lentas).
- Cubierta vegetal (alteraciones por efecto de sombra).
- Cubierta de nieve (aislante).
- Gradientes verticales cerca y por debajo de la superficie del suelo (muy acusados con escasa vegetación y más con la altitud).

1.4. Efectos en las plantas y las comunidades vegetales

- Cada especie o ecotipo presenta una curva de actividad biológica en función de la temperatura.
- Importante no sólo temperatura media, sino también rango de variación y temperaturas extremas.
- Temperaturas elevadas:
 - ✓ Mayor evapotranspiración y menor disponibilidad de agua.
 - ✓ Sobre calentamiento acarrea daños en citoplasma y desfavorece la fotosíntesis.
- Temperaturas excesivamente bajas:
 - ✓ En ocasiones favorecen germinación (rompen dormancia), pero en especies termófilas la inhiben.

Geobotánica, Tema 20

- ✓ **Endurecimiento:** aumento concentración azúcares como protección coloides plasmáticos, necesita de periodo de preparación.
- ✓ **Superenfriamiento:** zonas de climas muy fríos; se evita la formación de hielo intracelular (proteínas anticongelantes que transforman citoplasma en sólido amorfo cristalino) y se eliminan puntos de nucleación del hielo.
- La temperatura influye en la transpiración.
- Las temperaturas cardinales (mínimas por debajo de las cuales no se detecta una función) difieren de unas plantas a otras.
- Termoperiodismo (respuesta de plantas a las fluctuaciones diurnas rítmicas en la temperatura). La temperatura influye en la fenología. Las temperaturas bajas pueden originar efectos estimulantes sobre las plantas:
 - ✓ Evitan el rebrote temprano.
 - ✓ Estratificación (semillas).
 - ✓ Estimulan floración en plantas de sitios fríos.
- Los fenómenos de periglaciario (crioturbación) afectan al sustrato y al enraizamiento.

2. El factor luz

2.1. Introducción

- Origen en la luz solar, esencialmente importante entre el azul y el violeta.
- Influye notablemente en muchos fenómenos de la vida de las plantas: fotoperiodicidad, crecimiento (fototropismo) y fotosíntesis.

2.2. Efectos en las plantas y las comunidades vegetales

- Efectos sobre la fisiología:
 - ✓ Inhibir germinación (*Nigella sativa*) o activarla (*Lythrum salicaria*).
 - ✓ Sobre el desarrollo y/o crecimiento: con intensidad insuficiente se producen ahilamientos, cambios de forma de limbos foliares, dimorfismo foliar (hojas sol, sombra; ver figura 1).
 - ✓ Sobre la fotosíntesis: plantas de sol y plantas de sombra (ver figura 2).
- Tipos de adaptaciones a la luz:
 - ✓ **Heliófilas:** afinidad por zonas con iluminación directa.
 - ✓ **Fotófilas:** afinidad por lugares iluminados, pero de forma indirecta.
 - ✓ **Esciófilas:** afinidad por lugares sombreados.
- Competencia por la luz:
 - ✓ Competencia entre heliófilas de semillas con escasas reservas (pinos) y planifolias.
 - ✓ Estratificación aérea como consecuencia de la lucha por la luz en comunidades vegetales.
 - ✓ En zonas acuáticas escasa penetración de la luz roja, se alcanza pronto la zona afótica.
 - ✓ Escasa penetración bajo la nieve.
 - ✓ En cuevas alta dependencia de la cantidad de luz.
- Efecto de la altitud: al aumentar la altitud también lo hace la cantidad de luz.
- Curvas de luz: en los bosques caducifolios el ritmo estacional es muy importante.
- Estratificación como resultado de la lucha por la luz; las especies de sombra viven en las partes menos iluminadas del bosque.
- En roquedos la exposición puede determinar cambios muy notables (ver cuadro 1).

Cuadro 1: Diferencias en intensidad luminosa (lux) entre dos ambientes de roquedos en la Sierra de Espuña (Murcia), uno de solanas (comunidad de *Hypericum ericoides*) y otro de umbrías (comunidad de *Polypodium cambricum*).

	Comunidad de <i>Hypericum</i>	Comunidad de <i>Polypodium</i>
Luz directa	84000	4300
Luz total	92500	8100
Luz difusa	8500	3800

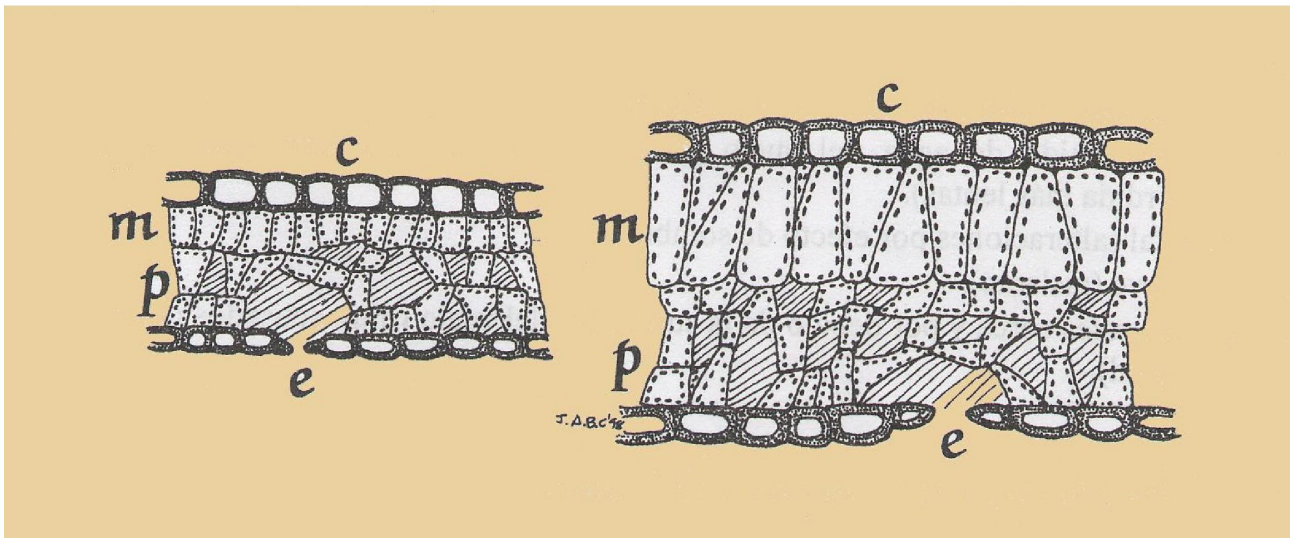


Figura 1: Hojas de sol (izquierda) y sombra (derecha) de *Quercus petraea*: c: cutícula; e: estoma; p: parénquima lacunar; m: parénquima en empalizada.

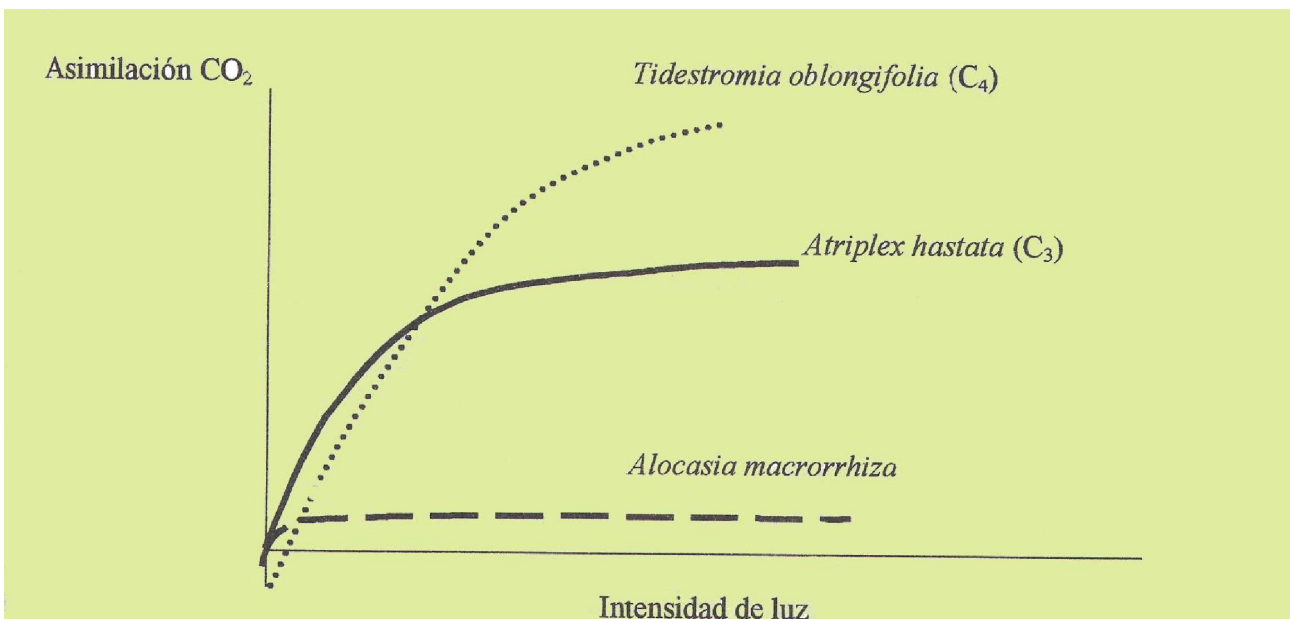


Figura 2: Comportamiento en la fotosíntesis de plantas de sol y sombra: *Alocasia macrorrhiza* (suelos de pluviisilva); *Atriplex hastata* (= *A. prostrata*) (zona costera); *Tridestromia oblongifolia* (Valle de la Muerte).

3. Factor atmosférico

3.1. Composición y características de la atmósfera

- La atmósfera se compone principalmente de Nitrógeno (79% en volumen), Oxígeno (21%) y anhídrido carbónico (0,003%).
- Su composición se mantiene en parte estable por el metabolismo complementario de plantas y animales.
- La fotosíntesis es y ha sido el proceso responsable del contenido en oxígeno de la atmósfera.
- Esta composición está viéndose alterada por contaminación:
 - ✓ Gases diversos.

- ✓ Partículas sólidas.
- ✓ Productos químicos
- Algunas plantas pueden detectar contaminación atmosférica:
 - ✓ FH (*Gladiolus*, *Tulipa*, *Zea*).
 - ✓ SO₂ (*Geranium*, *Medicago sativa*).
 - ✓ Líquenes.
- Sin embargo es más apropiado y rápido utilizar sensores.
- El aumento en CO₂ al que se tiende en la actualidad favorecerá a las plantas C3.

3.2. Ventilación del suelo

- Las raíces necesitan absorber oxígeno.
- El adecuado abastecimiento de oxígeno en las raíces depende de la cantidad y tamaño de los poros del suelo, así como del drenaje del mismo.
- Cada planta tiene un grado óptimo de ventilación, dañándose las funciones fisiológicas si aquella es superior o inferior.
- Las plantas adaptadas a tener sus raíces temporalmente en lugares encharcados presentan diversas adaptaciones:
 - ✓ Raíces cónicas en cipreses de los pantanos (*Taxodium distychnum*).
 - ✓ Neumatóforos en mangles negros (*Avicennia*).
 - ✓ Lenticelas en las raíces fúlcreas de mangles (*Rhizophora*).
 - ✓ Espacios intercelulares llenos de aire y bien estructurados, dando un sistema continuo de conductos de aire en conexión con los estomas de órganos emergentes (arroz).
 - ✓ Tejidos especiales (aerénquima, parénquima lagunar estrellado en juncáceas).
 - ✓ Capacidad de respirar de forma anaeróbica durante un cierto periodo de tiempo (*Salix*).

4. Viento

4.1. Generalidades

- Importante, especialmente en costas, llanuras y crestas de montañas.
- Influye en la distribución (transporte de diásporas) y en la morfología de plantas y vegetación.
- Diversos tipos de acciones sobre las plantas:
 - ✓ Acción fisiológica:
 - x Deseccación.
 - x Enfriamiento.
 - x Enanismo.
 - x Acrecienta los efectos de la congelación, por ello es más notable en crestas y zonas venteadas.
 - x Influye en el límite del bosque, haciéndolo bajar respecto al climático, al desecar brotes en periodos fríos (no hay bosque si velocidad del viento a 10 m de altura es igual o superior a 6 m/s).
 - ✓ Acción física, anatómica y mecánica:
 - x La acción continua determina configuración de la vegetación.
 - x Las yemas a barlovento son dañadas y la planta crece más a sotavento (ver figura viento).
 - x En las zonas con mucha innivación la protección de las yemas en invierno por la nieve origina formas muy particulares en los árboles (ver figura viento).
 - x Ruptura.
 - x Deformación (troncos inclinados, formas postradas, abanderamiento o entablado).
 - x Abatimiento (gramíneas).
 - x Erosiones cuticulares por fricción del follaje y abrasión (polvo, nieve, sal, agua salada).
 - x Desenterramiento y cobertura por arena.
 - x Maresía: desecación y plasmolisis, interferencias de la absorción radicular de agua.
 - x Formación de leño de compensación (coníferas) con xilema denso y rojizo, o de leño de tensión (angiospermas).
 - x Redistribución de la nieve.

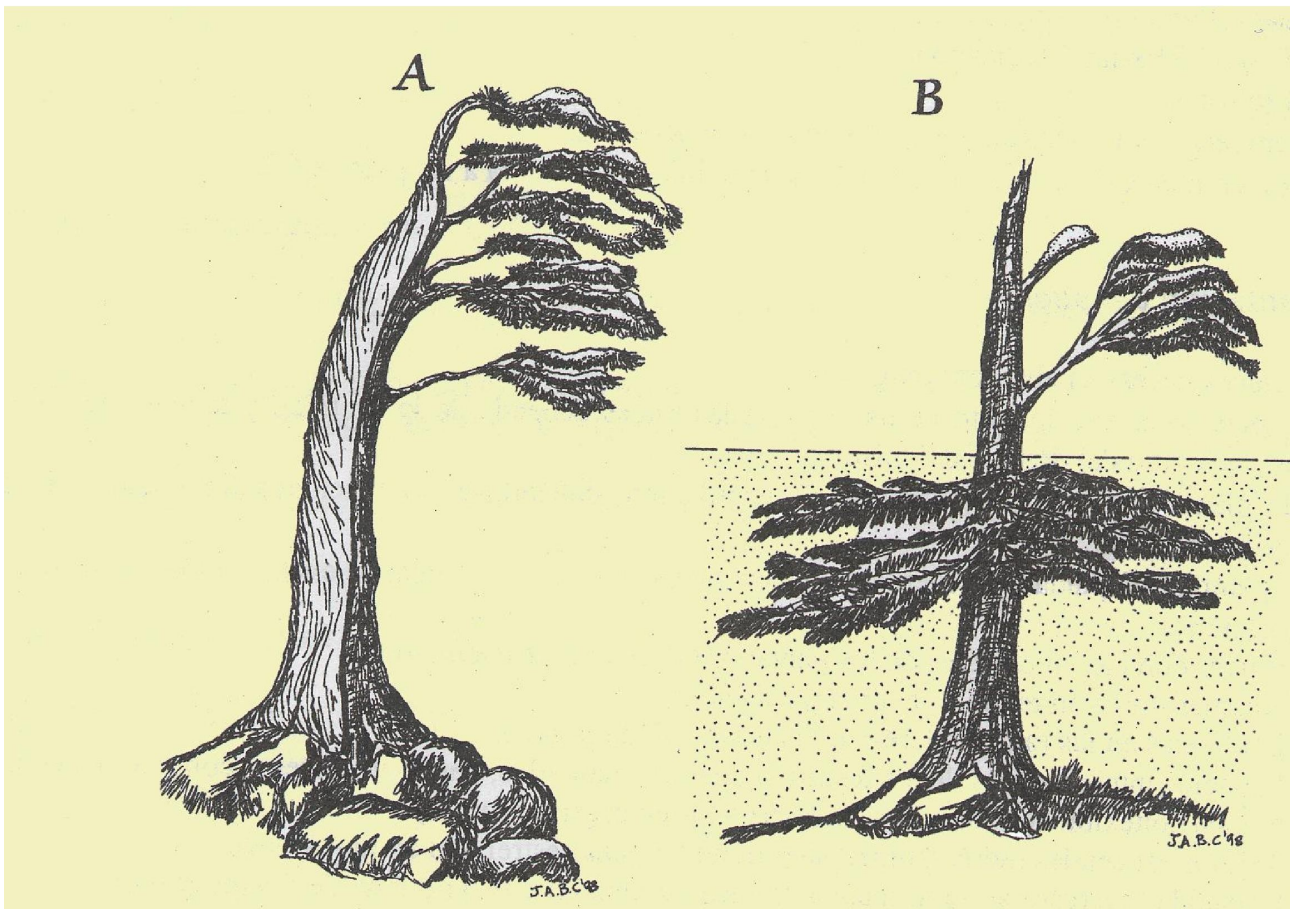


Figura 3: Acción mecánica del viento: A. árbol tableado o abanderado en alta montaña; B. Efecto de la nieve sobre la morfología de árboles en zonas venteadas

4.2. Adaptaciones al viento y efectos en la vegetación

- Plantas almohadilladas (caméfitos pulvinulados), con yemas protegidas entre maraña de ramas.
- Conformación de la vegetación si la dirección es constante a lo largo del año (*Phillyrea media* var. *rodriguezii* en Menorca).
- En las dunas determina movilidad de los arenosoles y la intensidad de la maresía:
 - ✓ Moviliza la arena (suspensión, saltación, rotación).
 - ✓ Abrasión y maresía (tolerancia celular a la sal, células grandes, menos estomas, crecimiento postrado, succulencia, color glauco, tricomas, floración estival, flores de vida corta, etc.).
 - ✓ Economía hídrica (favorece transpiración, las plantas presentan tricomas y hojas revolutas).
 - ✓ Crecimiento (unidireccional, tableamiento, achaparramiento).
 - ✓ Determina zonación de la vegetación (ver figura dunas).
- En los neveros redistribuye la nieve y determina el gradiente ecológico presente en esta geoserie especial.

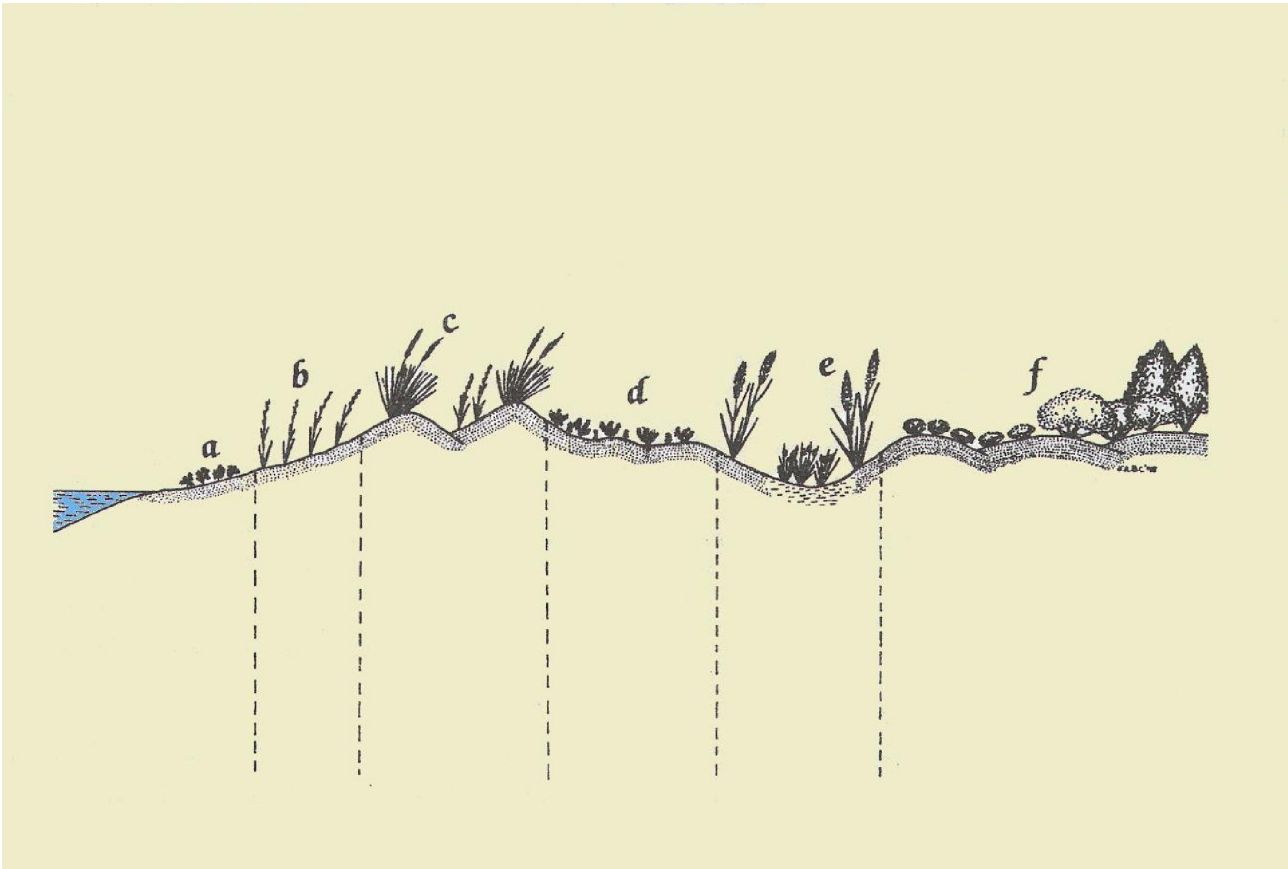


Figura 4: Fases del sistema dunar: a. playa alta (*Cakile maritima*, *Glaucium flavum*, *Polygonum maritimum*, *Salsola kali*); b. Dunas embrionarias (*Elymus farctus*, *Sporobolus pungens*); c. Dunas móviles (*Ammophila arenaria*, *Euphorbia paralias*); d. Dunas semifijas (*Crucianella maritima*, *Helichrysum stoechas* subsp. *caespitosum*, *Ononis ramosissima*, *Teucrium dunense*); e. Depresión interdunar (*Juncus acutus*, *Saccharum ravennae*, *Schoenus nigricans*); f. Dunas fijas (*Helianthemum marminorensis*, *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*, etc.)

5. Mapa conceptual

Temperatura, luz y viento

Efectos temperatura

- Curva de actividad y temperaturas cardinales son específicas
- Importantes rango de variación y temperaturas extremas
- En germinación
- Frío: endurecimiento y superendurecimiento
- Termoperiodismo y fenología

Efectos Luz

- Germinación
- Desarrollo
- Fotosíntesis (plantas sol y sombra)
- Heliófilas, fotófilas, esciófilas
- Competencia importante en bosques

Efectos Viento

- Desección
- Enfriamiento
- Enamismo
- Aumenta efecto congelación
- Morfología de las plantas
- Abatimiento, roturas
- Abrasión, maresía

Viento en dunas

- Moviliza la arena
- Abrasión y maresía
- Aumento de la transpiración
- Alteraciones en el crecimiento
- Determina zonación vegetación

6. Actividades de aplicación de los conocimientos

1. *Picea glauca* es un arbolillo propio de la vegetación boreal norteamericana capaz de resistir temperaturas de hasta -80 °C, pero que en ocasiones se ve afectado por una helada temprana o tardía de escasos grados bajo el punto de congelación del agua. ¿A qué cree que será debido este sorprendente hecho? Razone sus respuestas.
2. En la sucesión natural en suelos profundos los pinos (heliófilos, semillas percederas con escasas reservas) son desplazados por los planifolios, como la encina (escio - fotófila, semillas percederas pero con gran cantidad de reservas). ¿Cuál puede ser la causa? Razone la respuesta.
3. Las heladas afectan de forma más intensa a las plantas cuando la atmósfera presenta un bajo grado de humedad. ¿A qué cree que será debido este hecho?
4. Estudie un encinar bien estructurado y utilizando un luxímetro determine los porcentajes de interceptación de luz en distintos niveles del mismo. Intente relacionar la diversificación estructural del bosque con la presencia de ciertas plantas. Analice también las irregularidades en la distribución de las plantas. ¿Presentan los claros una flora diferente de las zonas más densas?
5. En la geoserie especial de acantilados el viento tiene una importancia fundamental. Piense de forma razonada en las distintas formas en que este factor origina la particular distribución de la vegetación en esta geoserie.
6. En una zona de alta montaña analice las distintas formas en que la vegetación refleja la influencia del viento. Intente deducir la dirección de los vientos dominantes a partir de sus efectos en las plantas.
7. Observe y clasifique las distintas maneras en que el hombre protege sus cultivos en las áreas venteadas, especialmente en las costeras, donde el efecto general del viento se ve aumentado por la maresía. ¿Cuáles son más efectivos? ¿Son las barreras naturales de rompevientos adecuadas e integradas en el paisaje? ¿Cómo las mejoraría?
8. Observe en un sistema de dunas y arenas litorales las principales adaptaciones a los efectos del viento que presentan las plantas. ¿Cuáles son las adaptaciones más frecuentes o exclusivas de cada fase del sistema dunar y que ventajas presenta para las plantas?

7. Actividades prácticas del tema

7.1. Intensidad luminosa en un bosque mediterráneo

7.1.1. Introducción, objetivos y tiempo de realización

En los bosques la interceptación de luz determina una disminución notable entre la zona de copas y las áreas próximas al suelo. Cuanto más compleja es la estructura del bosque mayor la interceptación lumínica, por lo que el fenómeno alcanza su máximo en pluvisilvas y laurisilvas.

Los bosques esclerófilos mediterráneos (encinares) presentan una estructura relativamente simple, pero aún así las hojas perennes de los árboles interceptan y reducen las tasas de iluminación en el sotobosque. Muchos de nuestros bosques se están regenerando, por lo que en ellos es aún fácil observar una estructura irregular, con abundantes claros en los que todavía pueden prosperar plantas relativamente heliófilas.

En esta práctica deberá examinar la interceptación de luz en el interior de un encinar mediterráneo, analizando asimismo las irregularidades en la estructura del bosque y sus influencias en la composición florística de la comunidad. Los objetivos perseguidos en la misma son los siguientes:

1. Observar en el terreno y anotar en la libreta de campo la diversidad vertical y horizontal de un bosque mediterráneo.
2. Medir la incidencia de la luz en las diversas partes del bosque y la relación entre sus variaciones y las irregularidades detectadas en algunas zonas del bosque.
3. Intentar relacionar las variaciones de la intensidad luminosa con la diversidad vertical y horizontal del bosque estudiado.

El tiempo requerido para su desarrollo será de unas diez horas en el campo. Cinco o más horas para realizar los análisis y escribir el informe.

7.1.2. Trabajo de campo

1. Busque una masa forestal de encinar lo suficientemente amplia y en un lugar relativamente bien accesible para su estudio.
2. Recorra el área y elija una superficie no mayor de 500 metros cuadrados en la que se puedan seleccionar varias zonas con diverso nivel de estructuración de la vegetación: bosque cerrado, claros, bordes. Las áreas deben de estar lo suficientemente cerca unas de otras para que en el plazo de media hora pueda tomar medidas luminosas en todas ellas. De cada tipo de zona seleccione al menos dos áreas.
3. Realice un listado de especies con estimación de su cobertura en tanto por ciento en las zonas a analizar. La superficie del inventario debe de ser homogénea desde el punto de vista de la luminosidad (no mezclar claros con zonas de vegetación densa); recuerde que no se trata de un inventario fitosociológico.
4. En tres días diferentes y a ser posible con condiciones de insolación distintas (día soleado, parcialmente nuboso, cubierto) realice diversas medidas de intensidad luminosa con un luxímetro digital. Realice mediciones a distintas alturas en cada una de las áreas elegidas; en el estrato superior podrá medir la insolación directa (orientando el luxímetro al sol), y en todas las zonas podrá medir la luz difusa (dirigiendo el sensor hacia la dirección solar pero sin recibir directamente su luz) y la luz reflejada (dirigiendo el sensor hacia la vegetación).
5. Tabule los datos obtenidos y realice análisis multivariantes canónicos introduciendo los datos de vegetación y los datos de luminosidad en sendos ficheros.

7.1.3. Análisis

- ¿Cuáles son los porcentajes de filtración de luz en las distintas áreas analizadas?
- ¿Hay cambios de un tipo de día (despejado, parcialmente nuboso, cubierto) a otro?
- ¿Es distinta la vegetación de las zonas más claras respecto de las más densas?
- ¿Qué especies parecen más esciófilas? ¿Cuáles más heliófilas?
- Realice cortes de hojas en plantas que presentan hojas en varios niveles para ver si tienen hojas de sol y sombra; por ejemplo en las encinas.
- Formule una o más hipótesis sobre las posibles correlaciones observadas. La hipótesis nula (H0) es que no hay diferencias cualitativas o cuantitativas entre la interceptación de luz por el bosque y las plantas presentes en las diversas partes del mismo.

7.1.4. Discusión

Las irregularidades en la estructura del bosque mediterráneo se pueden interpretar también en términos de sucesión a través del fenómeno de la facilitación. En los claros prosperan especies heliófilas, poco resistentes a la sombra del bosque, mientras que en el encinar cerrado sólo especies tolerantes a bajas intensidades luminosas pueden desarrollarse adecuadamente. Los árboles, con su sombra, facilitan la instalación de plantas esciófilas.

7.1.5. 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 y los datos de variación luminosa los resumirá en tablas y en gráficas.
- 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? .

7.2. Variación de la vegetación en sistemas de dunas litorales

7.2.1. Introducción, objetivos y tiempo de realización

La zonación de la vegetación en sistemas dunares está relacionada con un gradiente de intensidad del viento y maresía y otro paralelo de movilidad del sustrato y mayor o menor enriquecimiento en nutrientes.

Estas influencias afectan no sólo a la vegetación leñosa, sino que también se detectan cambios en el manto vegetal de terófitos. Por otra parte, hay que tener en cuenta la inevitable influencia del hombre en las zonas de playas y dunas

Geobotánica, Tema 20

litorales, por lo que en estudios de estos tipos de vegetación es muy importante conocer en qué modo el factor humano es responsable de la presencia de ciertos tipos de plantas o vegetación.

Si los estudios afectan a plantas anuales, también hay que destacar que puntualmente la actividad de la fauna, sobre todo conejos, puede determinar la presencia de ciertas plantas, por ejemplo en el entorno de los «cagaderos» que usan repetidamente estos roedores.

Por último, destacar que en algunas situaciones topográficamente deprimidas la influencia del cercano manto freático salino puede determinar notables transformaciones en la cubierta vegetal.

El objetivo del presente trabajo es conocer la distribución de la vegetación anual y leñosa en zonas de dunas litorales en relación con la distancia al mar y la posición topográfica (cresta, a barlovento o a sotavento); más concretamente:

1. Describir los cambios de la cubierta vegetal en un sistema de dunas, siguiendo el gradiente ecológico más intenso, generalmente en situación más o menos perpendicular a la línea de costa.
2. Evaluar esos cambios por un lado para la vegetación leñosa y por otro para la anual, por medio de transectos y parcelas en serie.

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.

7.2.2. Trabajo de laboratorio y campo

1. Seleccione la zona de trabajo y en una salida al campo evalúe las distintas situaciones apropiadas para plantear un muestreo. Deberá elegir la ubicación de uno o más transectos para intentar muestrear sobre el máximo de diversidad del gradiente. En el caso de tener que partir el muestreo en varios transectos, procure tener zonas de solapamiento (vegetación muy similar) en el final de un transecto y el principio del siguiente.
2. Delimite en las zonas elegidas parcelas de 4m² para la vegetación leñosa o de gramíneas perennes y de 30 x 30 cm para la de plantas anuales. En cada parcela anote los datos de posición topográfica, distancia aproximada al mar, pendiente, influencia humana y/o de animales, etc. Además deberá tomar el listado de todas las especies reconocidas y una estima visual de su cobertura. Eluda las zonas de depresión interdunar profunda, en las que la salinidad de la capa freática es el factor determinante.
3. Introduzca los datos en una hoja de cálculo (OpenOffice.org Calc, por ejemplo) ajustándolos al formato de sólo texto apropiado para el programa «R»; posteriormente realice diversos análisis de clasificación y ordenación con «R» haciendo uso de las librerías «mva» y «vegan». 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».

7.2.3. Análisis

- ¿Cómo cambia la vegetación perenne con la distancia al mar? ¿Y la anual?
- ¿Y con la posición topográfica (barlovento, cresta, sotavento)?
- ¿Qué tipos de influencia humana o de animales ha observado? ¿Qué reflejo tenían en la vegetación?
- ¿Hay zonas donde la vegetación esté especialmente dañada por los factores abióticos o bióticos?
- ¿En qué zonas se observa un mayor desarrollo de adaptaciones frente a los factores litorales (tricomas, hojas retorcidas, achaparramiento, etc.?)

7.2.4. Discusión

Los diversos factores del medio modifican la influencia del viento, unas veces acrecientan sus efectos y en otras ocasiones los rebajan; estas diferencias influyen en la distribución de la vegetación en la zona y a la hora de activar procesos de restauración deberían ser tenidas en cuenta, iniciándola en las zonas más protegidas y contando con que lo natural es que las áreas más expuestas a los efectos del viento tengan una cubierta vegetal más reducida en altura y densidad.

7.2.5. 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 (planta 4ª). 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.

7.3. Influencia del viento en un pinar costero

7.3.1. Introducción, objetivos y tiempo de realización

El viento es uno de los agentes que influye negativamente en el crecimiento de las plantas, sobre todo en las leñosas, más expuestas al mismo al levantarse del suelo, y especialmente en los árboles. Son zonas especialmente apropiadas para evaluar de forma experimental estas influencias las áreas de crestas y divisorias de las cadenas montañosas, así como los accidentes geográficos próximos a la costa.

El efecto del viento es más determinante como «modelador» de la vegetación leñosa cuando sopla de una manera más o menos constante en dirección, mientras que los vientos excepcionalmente fuertes pueden producir daños, como rotura de ramas o desarraigo de árboles.

El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto del viento como modelador de la vegetación en una zona próxima al litoral o a la cresta de una montaña elevada. En esas situaciones los árboles, que muestran mejor que otras plantas de menor tamaño los efectos, sufren diversas deformaciones entre las que las más destacables son:

- Forma abanderada debido a la destrucción de las yemas a barlovento (deseccación y abrasión por polvo, arena, agua salada y/o sal).
- Inclinación en el sentido de la dirección del viento.
- Ramas y corteza retorcida o con otro tipo de deformaciones.
- Hojas «quemadas» por la acción abrasiva y desecante del viento.
- Achaparramiento, debido a que más cerca del suelo el efecto del viento se hace menor dado el freno que supone para el mismo cualquiera de los numerosos obstáculos a ras de la superficie (elevaciones, otras plantas, etc.).
- Desarraigo o raíces parcialmente descubiertas por la erosión del suelo, especialmente importante en arenales cerca del mar o en crestas dolomíticas kakiritizadas.
- Muertes en casos de acumulación de daños diversos.

En el caso de las zonas litorales es además interesante conocer la distancia al mar, ya que es de suponer que la intensidad del viento disminuye con aquella; además, el cambio de la topografía en los sistemas dunares puede producir muchos tipos de «microambientes» según la posición (cresta, ladera a barlovento, ladera a sotavento, etc.). En las depresiones interdunares los daños pueden ser también causados por la cercanía de la capa freática, normalmente con aguas saladas, por lo que hay que ser cuidadosos a la hora de interpretarlos en estas situaciones topográficas.

Los objetivos concretos de la práctica son los siguientes:

1. Describir los daños producidos por el viento en una zona donde éste sea relativamente constante en dirección, aunque tenga una intensidad no muy elevada.
2. Evaluar dichos daños en relación a la distancia al mar en el caso de haber seleccionado una zona litoral; la posición topográfica (barlovento, sotavento, cresta) y la ubicación de las plantas aisladas, en el exterior e manchas y en el interior de las mismas (en el caso del exterior las situaciones a barlovento y a sotavento también deberían ser evaluadas por separado).

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.

7.3.2. Trabajo de laboratorio y campo

1. Seleccione la zona de trabajo y en una salida al campo evalúe las distintas situaciones apropiadas para plantear un muestreo. En el caso de una zona litoral debería plantearse dos o tres zonas de muestreo general en función de la distancia al mar y en cada una de ellas varias parcelas que pongan de relieve las distintas situaciones topográficas y respecto a masas de vegetación, que pueden dar alguna protección, y ejemplares aislados.
2. En el campo podrá además familiarizarse con los diversos tipos de daños en los árboles; si es posible tome imágenes digitales de los mismos, serán útiles para integrar en el trabajo.
3. Delimite en las zonas elegidas parcelas de 400 m con árboles, pero además seleccione ejemplares aislados en las distintas posiciones topográficas. Anote todos los datos posibles de las parcelas (situación topográfica, distancia al mar, tamaño medio de los árboles, etc.). Actúe con mucho cuidado si sitúa una parcela en depresiones interdunares (caso de estudio en la costa), pues la salinidad puede ser ahí el principal factor responsable de daños en las plantas (asegúrese de que la vegetación arbustiva acompañante no es halófila).
4. De cada árbol presente en las parcelas y de los ejemplares aislados debe anotar los distintos tipos de daños observados. Sería conveniente además hacer una estima de la «abundancia» de cada tipo de daño (por ejemplo en una escala del tipo: muy común, común, raro, muy raro). Observe las plantas acompañantes, sin necesidad de identificarlas, para ver se aprecia más diversidad.
5. Introduzca los datos en una hoja de cálculo (OpenOffice.org Calc, por ejemplo) ajustándolos al formato de sólo texto que puede leer «R»; posteriormente realice diversos análisis de clasificación y ordenación con «R» usando las librerías «mva» y «vegan».

7.3.3. Análisis

- ¿En qué medida la distancia a la costa, la posición topográfica y la situación aislada o en masas de vegetación determina la presencia de tipos de daños y su abundancia?
- ¿Los ejemplares achaparrados muestran menos daños? ¿Y las partes bajas de árboles más elevados?
- ¿Cuáles son los daños más importantes observados y en que zonas se dan?
- ¿Se han observado plantas que tiendan a refugiarse entre los pinos en las situaciones más extremas? ¿Dónde se detecta mayor biomasa de especies acompañantes? ¿Y diversidad?
- En el caso de masas de árboles ¿toma el conjunto alguna forma como consecuencia de la mayor afectación de las zonas más expuestas? ¿Cual?

7.3.4. Discusión

Los diversos factores del medio modifican la influencia del viento, unas veces acrecentando sus efectos y en otras ocasiones reduciéndolos; estas diferencias influyen en la distribución de la vegetación leñosa en la zona y a la hora de activar procesos de restauración deberían ser tenidas en cuenta, iniciándola en las posiciones más protegidas y contando con que lo natural es que las áreas más expuestas a los efectos del viento tengan una cubierta vegetal más reducida en altura y densidad.

7.3.5. 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 4a). 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.

8. Fuentes de consulta

8.1. 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.
- Braun Blanquet, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Blume, Madrid, pp: 200-257; 283-300.
- Daubenmire, R.F. 1994. *Ecología vegetal. Tratado de autoecología*. Limusa, Méjico, pp: 170, 293-341.
- Fernández González, F. L. 1997. Bioclimatología. In Izco, J. et al., *Botánica*. McGraw-Hill, Madrid, pp: 607-682.

8.2. Bibliografía complementaria

- Begon, M.; Harper, J.L. y Townsend, C. R. 1995. *Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades*. Omega, Barcelona, pp: 76-85.
- Capel, J. 1981. *Los climas de España*. Oikos Tau, Barcelona.
- Cuadrat, J.M. 1995. Climatología. In López Bermúdez, J.; Rubio, J.M. y Cuadrat, J.M., *Geografía Física*. Murcia, pp: 231-422.
- Folch, R. (Ed.) 1998. *Biosfera, vol. 9: litoral y oceans*. Enciclòpedia Catalana, Barcelona, pp: 358-368.
- Larcher, W. 1983. *Physiological Plant Ecology*. Springer Verlag, 2nd ed, Nueva York.
- Ozenda, P. 1982. *Les végétaux dans la biosphère*. Doin, París, pp: 123-124.
- Zwinger, A. H. y Willard, B. E. 1989. *Land above the trees*. The University of Arizona Press, Tucson.

8.3. Direcciones de Internet

<http://www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy28/plantas02.htm>