

ECOLOGIA FORESTAL EN EL PARQUE NATURAL DEL MONCAYO UNA NUEVA PROPUESTA METODOLOGIA

S. BLAZQUEZ*
F. CARCELLER*
J. LASCURAIN*

*** Dirección de contacto: Museo de Gavá. Plaza Dolors Clua 13-14. 08850 Gavá. (Barcelona).**

ECOLOGIA FORESTAL EN EL PARQUE NATURAL DEL MONCAYO UNA NUEVA PROPUESTA METODOLOGICA

S. BLAZQUEZ*
F. CARCELLER*
J. LASCURAIN*

INTRODUCCION Y COMENTARIO GENERAL

Este trabajo surgió a partir de las actividades de educación ambiental que el Museo Municipal de Gavá desarrolla en el parque natural del Garraf (Barcelona), a partir de un convenio de colaboración con el Servei de parcs naturals de la Diputació de Barcelona, con la intención de proporcionar una herramienta de aproximación a la metodología científica de la ecología de campo. Un primer proyecto fue presentado al Institut de Ciències de la Educació de la U.P.C. (Blázquez, Carceller y Lascurain 1988). Posteriormente el Museo conjuntamente con 5 Institutos de Enseñanza media y presentaba un proyecto de EATP que fue aprobado y se realiza durante el curso 1988-89, un resumen del cual se expuso en el segundo symposium d'ensenyament de las Ciencias (Blázquez, Boqueras, Carceller y Lascurain 1989).

A raíz del I Encuentro Nacional sobre las ciencias de la Naturaleza en el Moncayo (Tarazona 1988) y dada la estrecha ligazón que une a uno de los autores con esta montaña junto con la necesidad de potenciar el uso cultural de uno de los espacios de más extraordinario interés ecológico de nuestra región motivaron la exposición de esta metodología, para lo cual hemos tomado datos de un hayedo del Moncayo como ejemplo.

* Dirección de contacto: Museo de Gavá. Plaza Dolors Clua 13-14. 08850 Gavá. (Barcelona).

Con la existencia de un centro de interpretación medio ambiental se trataría de ofrecer a las escuelas y a los naturalistas en general un espacio donde desarrollar actividades que por su especificidad no se pueden realizar en la misma escuela.

Los criterios didácticos siempre se han orientado a anteponer la comprensión al aprendizaje maquinal. Fomentar la capacidad de deducir y establecer relaciones entre los conceptos y no quedar limitados a intentar conseguir un buen dominio de los contenidos. Es decir, no cantar las fórmulas, sino de ser capaz de razonarlas.

La introducción a la metodología científica es el carácter más diferencial de los contenidos conceptuales de este programa. Se trata de Intentar favorecer la existencia de diversos niveles de lectura; se quiere proporcionar una aproximación al conocimiento del entorno natural de la comarca desde un punto de vista claramente pluridisciplinario, donde la física, la química, las matemáticas, la geografía física y la biología dejan de ser asignaturas y pasan a ser ciencia.

Se han obtenido éxitos explicando temas que pertenecen al segundo ciclo de la licenciatura de Biología a chicos de EGB, lo cual demuestra que el aprendizaje no es necesariamente unidireccional, que se puede hablar de las relaciones funcionales dentro del ecosistema sin tener que pasar por una exhaustiva descripción de los elementos que componen el mismo.

A niveles superiores los alumnos tienen la posibilidad de construir ellos mismos muchos de los aparatos de medida, calibrarlos y lo que es más importante, podrán recorrer todo el árbol de conceptos. Es decir sabrán que es una medida, como se efectúa una medición y que significación tienen los datos obtenidos. Por tanto se ejerce una verdadera actividad científica y se aportan datos inéditos para una mejor comprensión de su entorno.

Este factor que es la motivación enlaza con otro aspecto de la actividad de un museo o de un centro de interpretación (que es nuestra propuesta): las actividades científicas desde el amateurismo. Son cada vez más los alumnos que piden una estructura que les permita desarrollar trabajos científicos desde el amateurismo, el centro ha de aportar la infraestructura necesaria para desarrollar el trabajo. El museo o/y el centro que ejercen la ciencia «sensu stricto» (Universidades, centros de estudios e investigación, la administración y el amateurismo). De esta forma se posibilita un mejor intercambio de información, una mejor economía de esfuerzos y la propuesta de líneas de trabajo que puedan ser asumidas por colectivos de aficionados sin ningún criterio más de selección que las ganas de hacer cosas.

La intención de los autores es que esta metodología pueda ser puesta en práctica en los diferentes ecosistemas que jalonan esta montaña así como en los diferentes bosques de nuestra región por los institutos, colegios, escuelas de medio ambiente y diferentes colectivos naturalistas interesados en una profundización del medio natural. La información adicional a este trabajo puede ser solicitada a la sección de ciencias de la naturaleza del Centro de Estudios Turiasonenses.

OBJETIVOS GENERALES

- a) Aproximación a la metodología científica.
- b) Como herramienta de orientación laboral, conocer algunas de las aplicaciones prácticas de la ecología forestal y tener nociones de la metodología de trabajo de un biólogo especializado en los temas tratados. De hecho, muchos de los datos y muestras recogidas por los alumnos serán después utilizados dentro de otros proyectos de investigación llevados a cabo dentro de la Universidad. Se participa pues, en un proyecto de investigación real.
- c) Desarrollar la capacidad de relacionar conceptos provenientes de diferentes áreas de conocimiento como son la física, química, matemáticas y la biología.
- d) Desarrollar la capacidad de integrar el estudio de los diferentes factores dentro de la estructura global del proyecto de investigación. Favorecer el trabajo en grupo y el sentido de responsabilidad de llevar a término el proyecto.
- e) Adquirir conciencia de que todos somos responsables de la gestión de nuestros espacios naturales.

CONTENIDOS CONCEPTUALES

Conceptos de cartografía y meteorología

Geología: descripción geomorfológica y litológica del área de estudio.

Edafología: descripción de los diferentes tipos de suelos y sus relaciones con la roca madre.

Determinación de las propiedades físicas y químicas más significativas de cada grupo de suelos.

Relación suelo-planta: relación de la distribución de las comunidades vegetales con los diferentes tipos de rocas y los suelos desarrollados sobre cada litología.

Conceptos básicos de ecología: ciclos del agua, materia orgánica y de los nutrientes. Conceptos de producción primaria, sucesión etc.

Nociones de ecofisiología vegetal: adaptaciones de las plantas a los diferentes climas, significado ecológico del fuego, relaciones con factores microclimáticos (relieve, gradientes dentro del bosque etc.).

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES

Utilización práctica de la cartografía, brújulas y otras técnicas de orientación.

Técnicas de trabajo de campo: utilización de libretas de campo, toma de datos,

dibujo de esquemas, criterios sobre recolección de materiales, uso de lupas de mano y otros instrumentos.

Técnicas de utilización, construcción y calibración de instrumentos sencillos de medida: psicómetros, pluviómetros, trampas de captura de hojarasca etc.

Técnicas de muestreo y de planificación de un proyecto de investigación. Técnicas de valoración y expresión de datos: escalas, órdenes de magnitud, utilización de tablas y cuadros de datos.

Utilización del ordenador como un medio de proceso y expresión de datos.

METODOLOGIA DE TRABAJO

A la hora de planificar las actividades de la asignatura y la forma de llevarlas a cabo hay que tener presente que:

- Los alumnos han de exponer las ideas previas que tienen sobre el tema:
- Como lo harían.
- Qué harían con los resultados obtenidos.
- Resumir todas sus ideas y propuestas y discutir un plan de trabajo bajo la dirección del profesor.
- La observación directa a partir de la experimentación en el laboratorio o la práctica en el campo son imprescindibles para la actividad científica.
- El alumno ha de conocer conceptos básicos de ecología (ciclo de agua, ciclo de la materia y energía, biomasa y producción primaria, diferencia entre un bosque y un prado, sucesión, funcionamiento de los árboles, ¿qué necesita un árbol para vivir? como crece, significado de los anillos, la luz y sus propiedades, como utilizan la luz los vegetales...) que se discutirán en clase. Hay que evitar las clases magistrales y buscar la participación de los alumnos.
- Los chicos y chicas han de saber como están contruidos los aparatos utilizados (fotoresistencias, termoresistencias, clinómetro, pluviómetros trampas de captura de hojarasca, termómetros...) como funcionan, que medidas nos proporcionan, como se han de calibrar. Hay que utilizar todo el tiempo necesario para que entiendan desde un punto de vista interdisciplinario los aparatos que manejan.
- Las medidas obtenidas de muestreo de campo o de la práctica de laboratorio se han de elaborar y de ellas sacar conclusiones. Con este fin se introducirán conceptos básicos de estadística y formas gráficas de representar los datos (histogramas, rectas de regresión...) para ello es muy útil introducir el uso de los ordenadores.

AMBITOS DE TRABAJO

- El aula-clase.
- El laboratorio del instituto, centro de interpretación, invernadero, museo, biblioteca.
- El campo.
- El aula de informática.

La clase es el lugar adecuado para aprender aquellos conceptos previos (de ecología, fisiología vegetal, botánica, estadística, metodología de campo...) que los alumnos necesitan para el buen funcionamiento de la asignatura. Por otra parte en clase se les aplicará la metodología de trabajo de campo. Se discutirán y analizarán los datos obtenidos y se interpretarán entre todos. Las clases teóricas han de ser completadas con el uso de material didáctico (libros, separatas, cuestionarios, diapositivas, videos...).

La práctica de laboratorio permite experimentar y obtener datos ya que es un lugar preparado con material y aparatos: balanza, lupa binocular, microscopio, estufas...

El Moncayo es un lugar sumamente sugestivo e idóneo. Ya que el hecho de estudiar masas forestales en las proximidades de aglomeraciones urbanas (Zaragoza, Tarazona, Borja, Tudela...) nos hace calificar el tema de una forma sustancial y nos da pie a considerar un amplio abanico de temas de aprovechamiento y producción, de anexionar valores culturales, didácticos, estéticos, botánicos, geológicos., etc. No obstante una previa preparación tanto teórica como práctica se puede realizar en los lugares de procedencia de los alumnos o/y naturalistas amateurs, esta metodología se puede de hecho extrapolar a cualquier tipo de comunidad vegetal: bosque de ribera, pinares de repoblación, maquia, parques, etc.

Desde el punto de vista naturalístico el Moncayo ofrece unas condiciones excepcionales pues en el se conjugan una gran variedad de substratos geológicos así como unas grandes variaciones climáticas (gradiente altitudinal) que condicionan un amplio espectro de tipos de suelo y de vegetación.

La sala de informática, tan apreciada por los alumnos nos aporta una forma rápida y precisa de tratar los datos.

El programa de la experiencia está dividido en los siguientes apartados:

1. estudio cartográfico, geológico, botánico y climatológico de la zona de estudio.
2. estudio de la estructura del bosque: conocimiento de los árboles y arbustos más representativos de la zona, medidas de biomasa y producción (densidad, DBH, alturas, área basal, anillos de crecimiento, etc.), medidas de intensidad lumínica dentro del bosque.
3. adaptaciones de los vegetales al clima de montaña: Estudio de una hoja de haya (descripción, partes de la hoja, distribución de estomas, ¿para qué sirven los árboles a las hojas?), medidas de superficie foliar y peso específico (**Práctica**

adaptaciones vegetales 2), humedad relativa, medidas de temperaturas máxima y mínima, pluviosidad. A su vez se pueden comparar estas adaptaciones con las que tienen los vegetales en climas de tipo mediterráneo adaptados a la aridez, estudio de una hoja de encima por ejemplo: stress hídrico, peso específico y superficie foliar (**práctica adaptaciones vegetales 1**), humedad relativa (**práctica aspectos biofísicos 2**) y obtener así una importante información de cara a comprender el funcionalismo de los ecosistemas y los factores que lo controlan.

4. estudio de suelos: descripción de un perfil en el campo, medidas de la porosidad, densidad aparente/real, granulometría, % de humedad, agua capilar, presencia de carbonatos, pH, etc.

Se irán alternando las clases teóricas con las salidas y trabajos de laboratorio.

¿COMO ES EL LUGAR? MEDIO FISICO: DESCRIPCION DEL LUGAR

El Moncayo es un macizo antiformal formado por un zócalo paleozóico (pizarras y cuarcitas) y una cobertura formada por terrenos triásicos (areniscas cuarcíticas y limolitas), jurásicos y cretácicos (en estos dos últimos predominan las rocas carbonatadas). Los materiales del paleozóico y el Trias tienen un carácter básico, esto supone un gran contraste en la vegetación (especie basófilas y acidófilas) y en el relieve dando lugar a un típico paisaje carstico donde predomina la meteorización química sobre las calizas, mientras que en los materiales del paleozóico y del Trias (Buntsandstein) predominan las formas de acumulación (meteorización física). El clima es muy variado pasando desde un clima semiárido en la depresión del Ebro hasta un clima con características alpinas en las cumbres de la sierra.

A.0. Localización de la parcela (25 x 25 m):

Hoja 352 1:50.000 Cart. Mil. Coordenadas U.T.M. WM983289. Pendiente: 20°. altura s.n.m. 1.300m m. Vegetación: Hayedo. Fig. 1.

A.1. Clasificación de los materiales.

- Rocas originarias: sedimentarias y de precipitación química (Mesozóico y Terciario), ígneas (espilitas del Trias) y metamórficas (paleozóico, los materiales del Bunts también han sufrido un metamorfismo de bajo grado).
- Materiales residuales: rocas in situ
- Materiales transportados por:
 - Agua: aluviales (terrazas)
 - Hielo: morrenas
 - Gravedad: coluviales

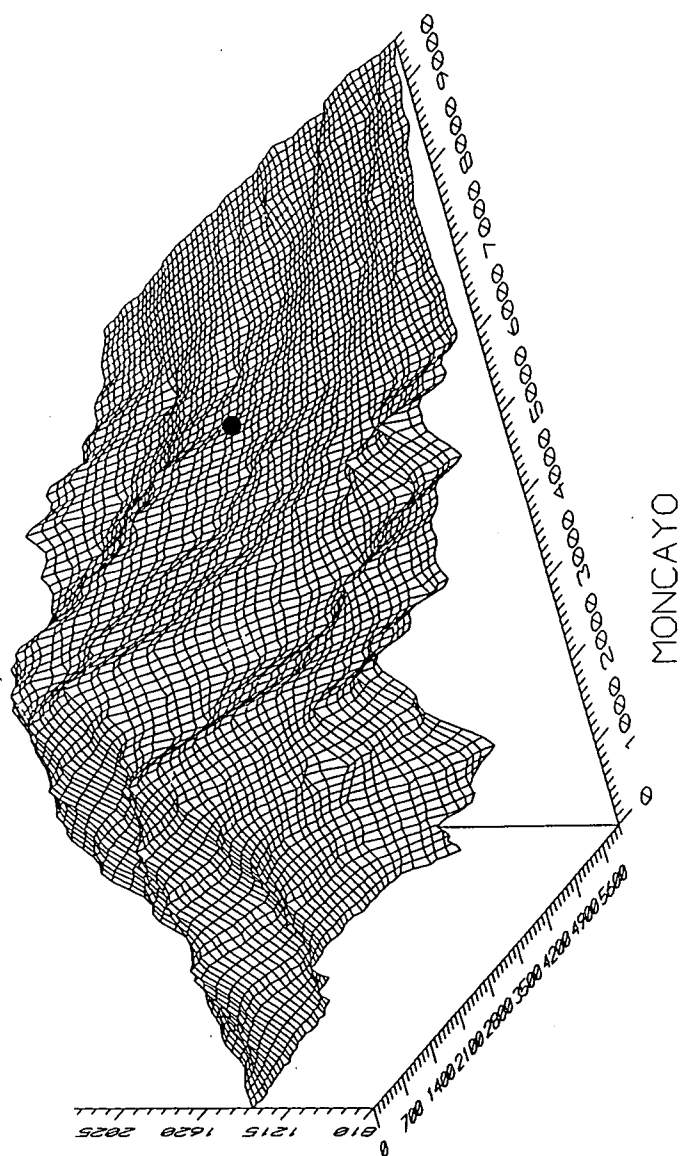


Figura 1. Tratamiento informático de la cartografía del Moncayo.

● Situación de la parcela estudiada.

— Materiales acumulados: residuos de plantas orgánicas (prados tipo turberas).

A.2. Relieve: Formas del relieve y Geomorfología (Pellicer, 1984).

A.3. Clima: características bioclimáticas generales, veanse las comunicaciones presentadas a este mismo congreso por Ferreras, C. (Ensayo de caracterización bioclimática de los pisos de vegetación del Moncayo) y Hernández, M & Del Valle J. (Los pisos bioclimáticos de la vertiente N-NE del Moncayo. Aplicación de modelos de análisis).

¿QUE HAY? DESCRIPCION Y CLASIFICACION

B.1. Tipos de plantas:

- herbáceas.
- matorral.
- árboles.

B.2. Tipología del bosque:

- caducifolios.
- semicaducifolios.
- perennifolios.

Burgaz et al. (1985) y en este mismo volumen Burgaz et al. (Guía de la excursión) y Bolós O. (Acerca de la vegetación del Moncayo y de las tierras vecinas).

B.3. Recubrimiento. El recubrimiento da una idea de la fracción de suelo que está cubierta por la vegetación y se expresa en porcentaje. Hay que tener en cuenta si son especies arbóreas o arbustivas y si la deforestación es antrópica (tala, roturación de campos, incendios...) o bien, si es natural, (afloramiento de la roca e imposibilidad de existencia de bosque).

B.4. Diversidad. Es una expresión del número de especies y su abundancia relativa. Se utiliza el método del transecto.

B.5. Estructura del bosque.

B. 5.1. Densidad. Se acota una parcela de 25 m. x 25 m. Se cuenta el número de árboles que hay en la parcela para calcular la densidad de pies por hectárea, en la parcela estudiada la densidad es de 2128 pies de haya/ha.

B. 5.2. DBH. Se mide el diámetro de todos los troncos a la altura del pecho de la parcela. Así mismo se procede al cálculo de las áreas basales. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla I y en la Fig. 2.

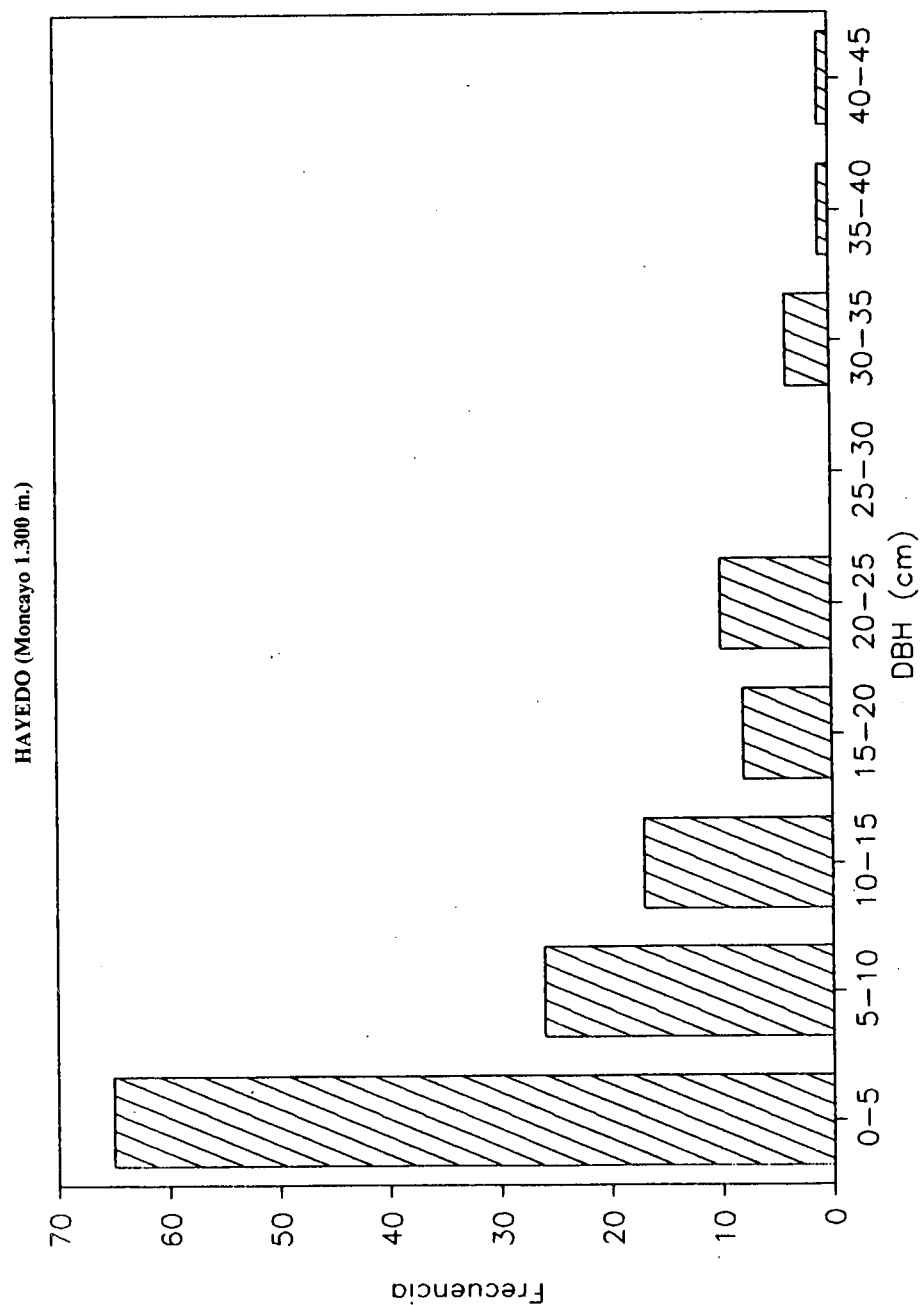


Figura 2. Histograma de frecuencias de DBH. Obsérvese el predominio de los árboles jóvenes, como consecuencia de talas pretéritas (Carbones fundamentalmente).

TABLA I

ANALISIS ESTRUCTURAL DE COMUNIDADES FORESTALES

Especie: Haya

Fecha: 1988

Localización: 1.300 m.

Dimensión parcela: 25 m. x 25 m.

Inclinación: 20°

Sustrato: Coluvión

Pie nº	DBH	Area basal	Altura	Pie nº	DBH	Area basal	Altura	Pie nº	DBH	Area basal	Altura
1	4,70	17,35		46	5	19,64		91	10,20	81,71	17,23
2	15,50	188,69		47	22,20	387,08		92	14,90	174,37	20,97
3	2,60	5,31		48	1,70	2,27		93	18,50	268,80	20,97
4	2,20	3,80		49	3,90	11,95		94	5,80	26,42	
5	1,80	2,54		50	3,80	11,34		95	8,90	62,21	
6	2,60	5,31		51	2	3,14		96	4,20	13,85	
7	22,90	41,87	18,86	52	2	3,14		97	3	7,07	
8	6,40	32,17	8,00	53	3,30	8,55		98	13,50	143,14	
9	1,30	1,33		54	2,50	4,91		99	8,60	58,09	
10	12,30	118,82	15,98	55	20,80	339,80		100	7,40	43,01	
11	2,40	4,52		56	1,70	2,27		101	2	3,14	
12	3,40	9,08		57	3	7,07		102	4,10	13,20	
13	21,20	352,99		58	2,80	6,16		103	2,50	4,91	
14	15,40	186,27		59	3	7,07		104	2,20	3,80	
15	24,40	467,60		60	2,80	6,16		105	4,80	18,10	
16	11	95,03		61	5	19,64		106	2,20	3,80	
17	18,50	268,80		62	2,70	5,73		107	3,10	7,55	
18	14	153,94		63	5,80	26,42		108	43,50	486,17	19,02
19	16,30	208,67		64	3	7,07	7,47	109	4,10	13,20	
20	6,70	35,26		65	1,80	2,54		110	31,90	799,23	17,79
21	2,50	4,91		66	1,80	2,54		111	18,30	263,02	18,38
22	5	19,64		67	2,30	4,15		112	4,50	15,90	
23	31	754,77		68	3	7,07		113	3,30	8,55	

Pie nº	DBH	Area basal	Altura	Pie nº	DBH	Area basal	Altura	Pie nº	DBH	Area basal	Altura
24	3,50	9,62		69	9,30	67,93		114	2,20	3,80	4,92
25	14,50	165,13		70	15	176,72		115	4,50	15,90	8,08
26	8,20	52,81		71	6,40	32,17	6,75	116	2,30	4,15	
27	22	380,13		72	3,20	8,04		117	4	12,57	
28	13,50	143,14		73	14,90	174,37		118	1,80	2,54	
29	5,20	21,24		74	4,50	15,90		119	30,10	711,58	22,48
30	18,80	277,59		75	3,90	11,95		120	8,40	55,42	9,49
31	13,50	143,14		76	2,50	4,91		121	35	962,12	
32	6,70	35,26		77	10,60	88,25		122	2	3,14	
33	7,20	40,72		78	3	7,07		123	1,80	2,54	
34	11,20	98,52		79	31,50	779,31		124	6,50	33,18	
35	7,50	44,18		80	3,40	9,08		125	5,40	22,90	
36	4,80	18,10		81	14,50	165,13		126	2,50	4,91	
37	2,90	6,61		82	3	7,07		127	3,70	10,75	
38	8	50,27		83	24,90	486,96		128	8,80	60,82	
39	9,80	75,43		84	13,70	147,41	17,19	129	7,10	39,59	
40	20,50	330,06		85	11,70	107,51		130	1,90	2,84	
41	23,60	437,44		86	5,40	22,90		131	2,10	3,46	
42	12,80	128,68		87	12	113,10	18,38	132	8,40	55,42	
43	23,50	433,74		88	3	7,07		133	1	0,79	
44	4,90	18,86		89	3,20	8,04					
45	2,70	5,73		90	4,40	15,21					

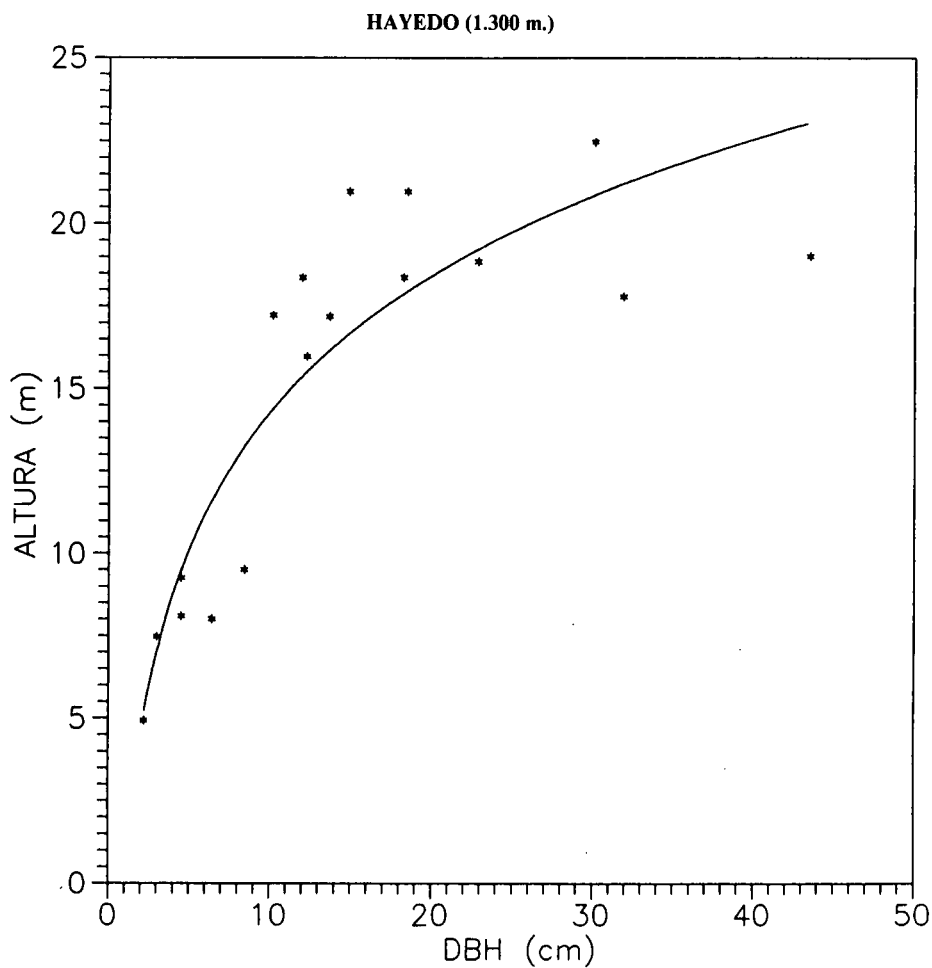


Figura 3. Relación DBH-Altura.

B. 5.3. Altura. Se mide la altura de los árboles con un clinómetro o un transportador de ángulos.

A partir de las alturas, se establece la relación DBH-Altura Fig. 3.

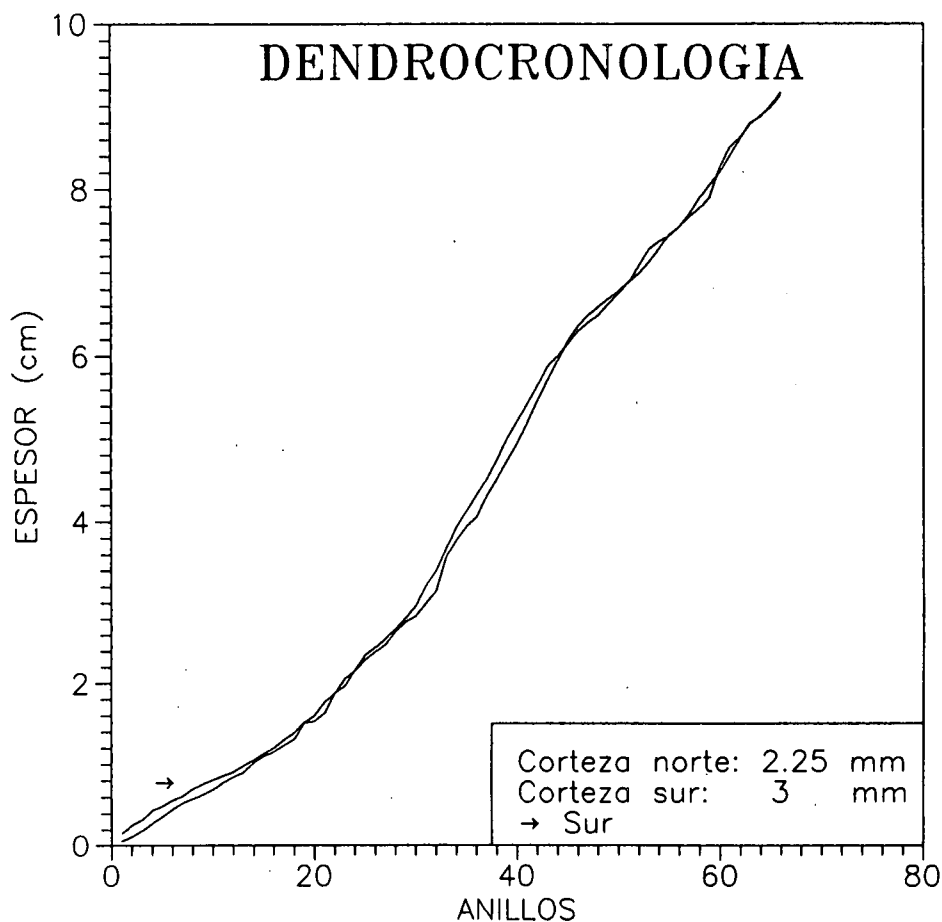


Figura 4. Espesor acumulado de los anillos en un árbol tipo. En este caso no existe una gran variación entre la orientación N y la S.

B. 5.4. Edad. De las clases de árboles más características se mirará la edad del árbol representativo de la clase, contando los anillos de un árbol caído o mediante la extracción de un core con la barrina de Pressler. Una vez obtenido el número de anillos y sus espesores se obtienen una serie de gráficas (Fig. 4,5,6), a partir de las cuales se pueden obtener datos referentes a factores físicos (climatológicos) y ecológicos que han actuado sobre esta comunidad forestal.

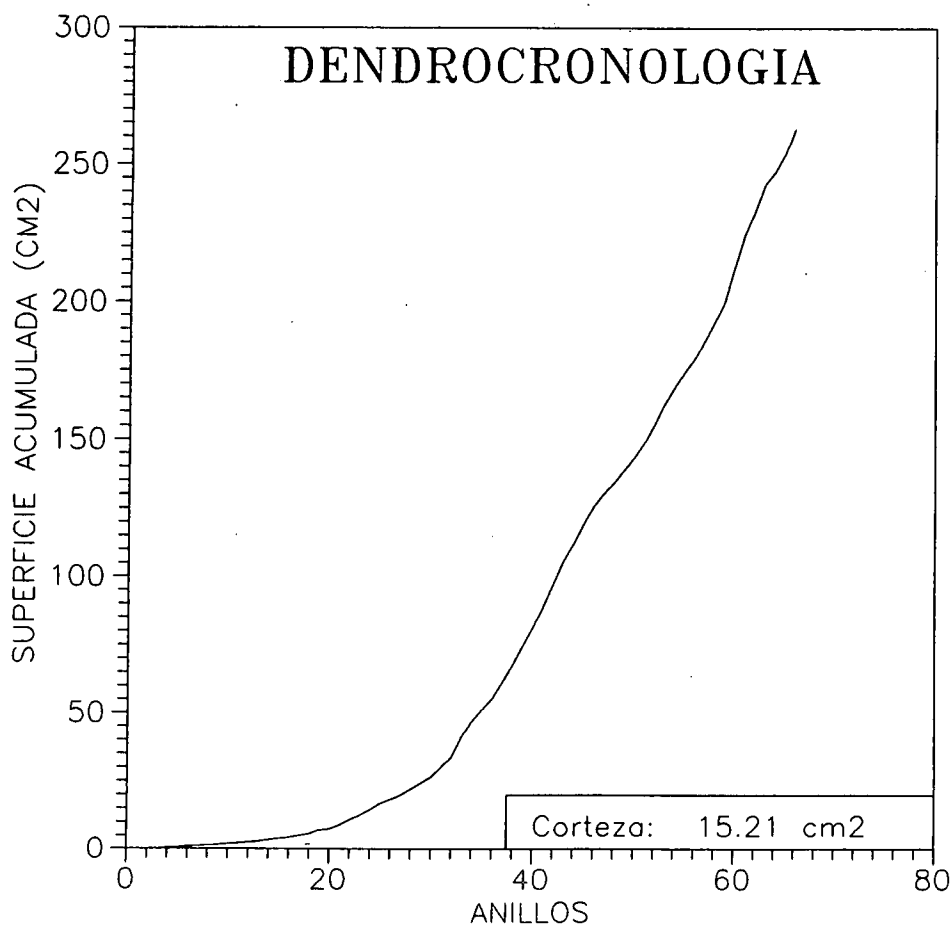


Figura 5. Superficie acumulada de los anillos del árbol tipo. Hasta los 20 años las hayas apenas sufren un crecimiento notable (estrategia K), al contrario de lo que ocurre con las coníferas, que tienen un crecimiento muy rápido en los primeros años (estrategia r).

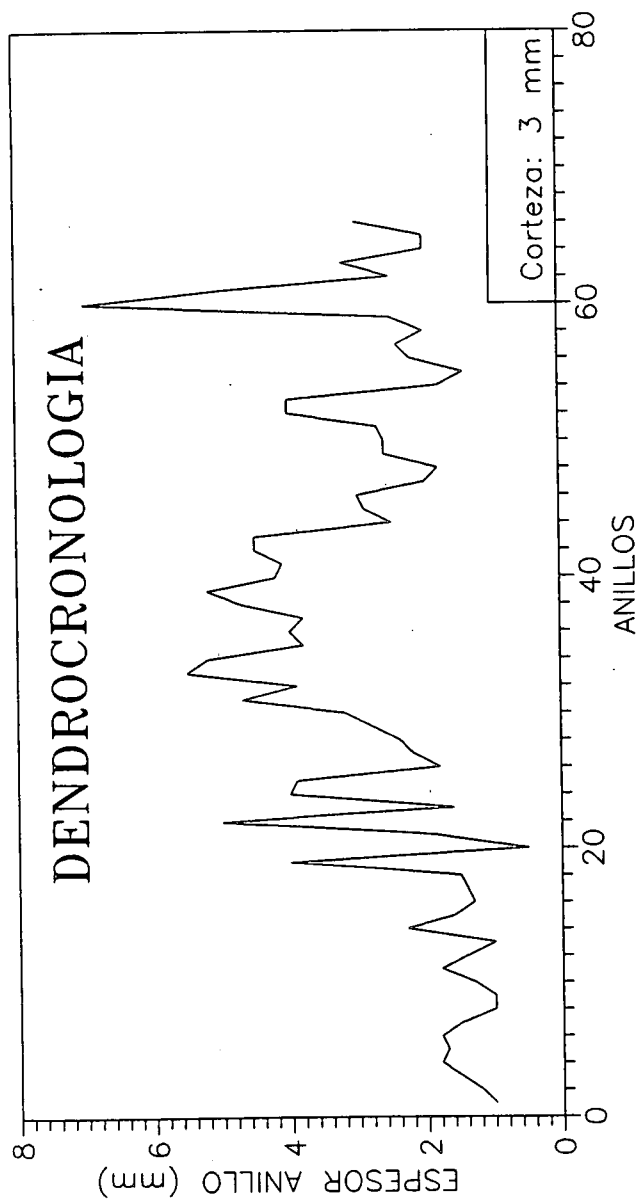


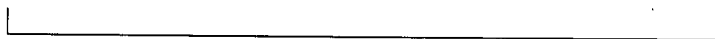
Figura 6. Las variaciones de espesor de los anillos se pueden correlacionar con períodos de más o menos pluviosidad. Así como también con el ciclo de las manchas solares.

B. 5.5. Biomasa. Biomasa de un ecosistema se define como la cantidad de materia viva que este contiene por unidad de superficie. Aquí nos referiremos a la biomasa vegetal (fitomasa) y más concretamente a la fitomasa aérea; dejaremos de lado las ramas y las hojas (**D. 1**) y solamente consideraremos el tronco. Esquema 1.

ARBOL TIPO: Pie nº 87 $KM=0.7$ DENSIDAD MADERA DE HAYA= 800 Kg/m^3

DBH=12 cm.

ALTURA = 18,38 m



VOLUMEN TOTAL = 1.455 m^3



VOLUMEN MADERA = 1.455 m^3



BIOMASA ARBOL = 1.16 Tm.

BOSQUE:

NUMERO DE ARBOLES/Ha = 2.128

BIOMASA ARBOL = 1.16 Tm



BIOMASA/Ha = 2.468, 5 Tm.

Esquema 1. Biomasa del árbol y Biomasa del bosque a partir de la parcela estudiada. Km= coeficiente mórfoico, ver Valladares (1981).

¿COMO FUNCIONA? DETERMINACION Y CUANTIFICACION

C. Aspectos biofisicos

C. 1. Intensidad lumínica. Es la medida de la extinción de la luz a través del vuelo de las hojas del bosque. Esta depende de la distribución espacial, dimensión y forma de las hojas. Por otra parte determina qué estrategia de economía de la luz adopta cada especie. **Práctica aspectos biofisicos 1.**

C. 2. Temperatura y humedad relativa. La forma de las plantas hace variar la temperatura y la humedad relativa. Utilizaremos termómetros de máxima y mínima para

la temperatura y para la humedad relativa haremos servir psicrómetros (**Práctica aspectos biofísicos 2**), situados en ambos casos dentro y fuera de la vegetación para comparar los datos.

C. 3. Economía hídrica. Del agua que llega al bosque: precipitación (**Práctica aspectos biofísicos 3**), una parte queda retenida por la hoja (intercepción **C 32**) es conveniente instalar varios pluviómetros dentro del bosque con el fin de que la medida de la intercepción sea lo más aproximada posible, otra parte circula por el tronco y las ramas (escorrentía cortical **C 33**), (en el caso de los árboles con la corteza lisa como es el caso de las hayas, esta medida es muy importante ya que el árbol actúa como colector) Fig. A, por fin una parte del agua llega al suelo. El agua una vez en el suelo, carga en



Figura A. Colector de escorrentía cortical, instalado en la parcela.



Figura B. Colectores del agua subsuperficial (lisímetros) instalados a diferentes profundidades en el interior de la parcela.

primer lugar su reserva hídrica, la que no se acumula, puede percolar a niveles inferiores (percolación) o circular superficialmente (escorrentía superficial) o circular pendiente abajo a través de la porosidad del suelo (escorrentía subsuperficial C 34). Fig. B.

D. Flujos de la materia orgánica

D. 1. Producción. La caída de hojarasca es una de las transferencias de materia y energía más importantes para el mantenimiento del funcionalismo del bosque (Terrades et al. 1984), el aporte de hojarasca es medido mediante unos dispositivos llamados trampas de recogida de hojarasca que se distribuyen al azar, están construidas a partir de tres pies metálicos a 1.2 m. del suelo que soportan un aro (0.8 m. de diámetro) con una bolsa de malla de 1 mm. de luz (C 41) cada mes se recoge su contenido separando y pesando las diferentes fracciones. El orden de aparición en el tiempo de las diferentes fracciones nos define la fenología. (C 42) fig. 7, 8, 9.

D. 2. Tasa de descomposición.— El ciclo de la materia orgánica se cierra con su mineralización, liberando los nutrientes del suelo, los cuales podrán ser reutilizados por las raíces de las plantas.

Para medir la duración de este proceso introducimos un peso conocido de hojas

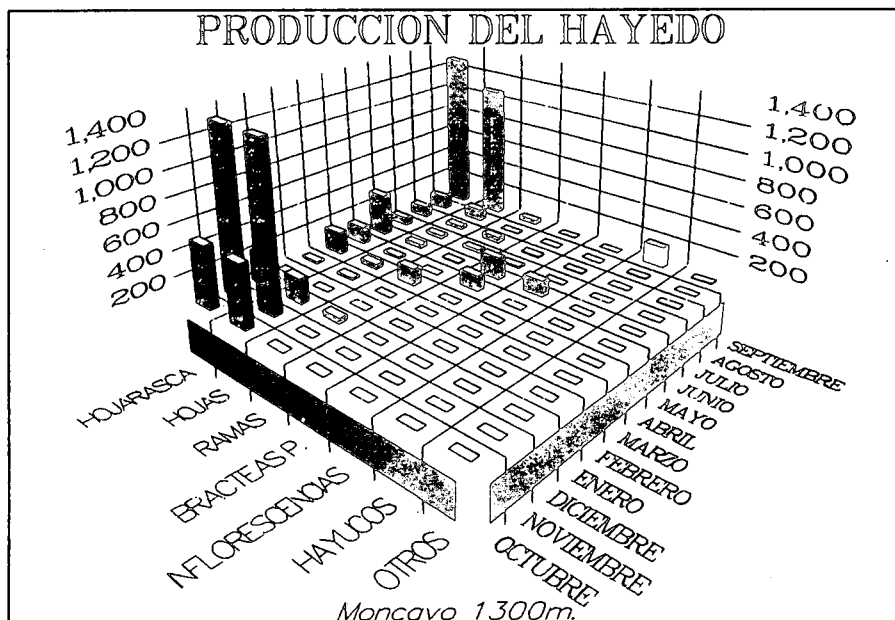


Figura 7. Evolución anual (octubre 86-septiembre 87) de la producción de hojarasca en la parcela estudiada. Los datos expresados en Kg/ha.

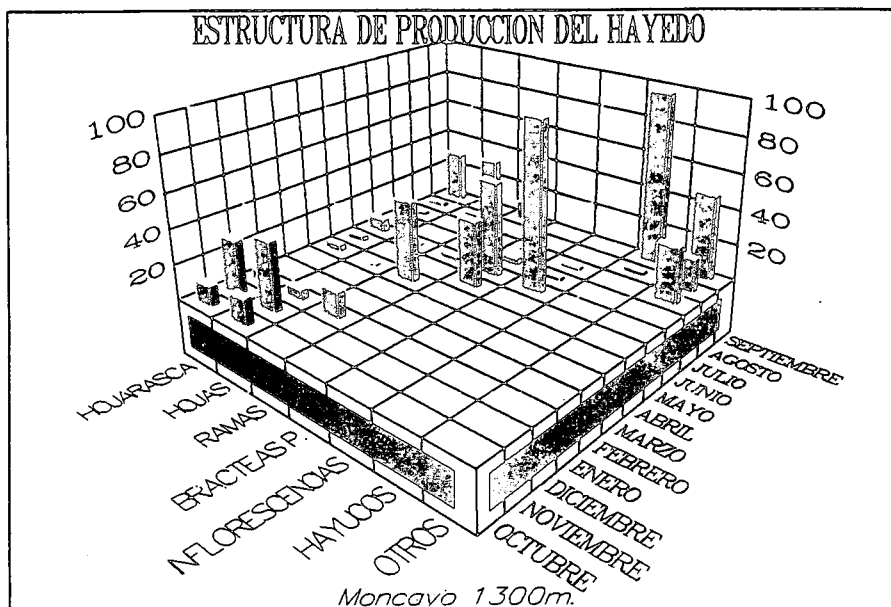


Figura 8. Evolución anual de la producción de hojarasca en la parcela estudiada. Los datos están expresados en %.

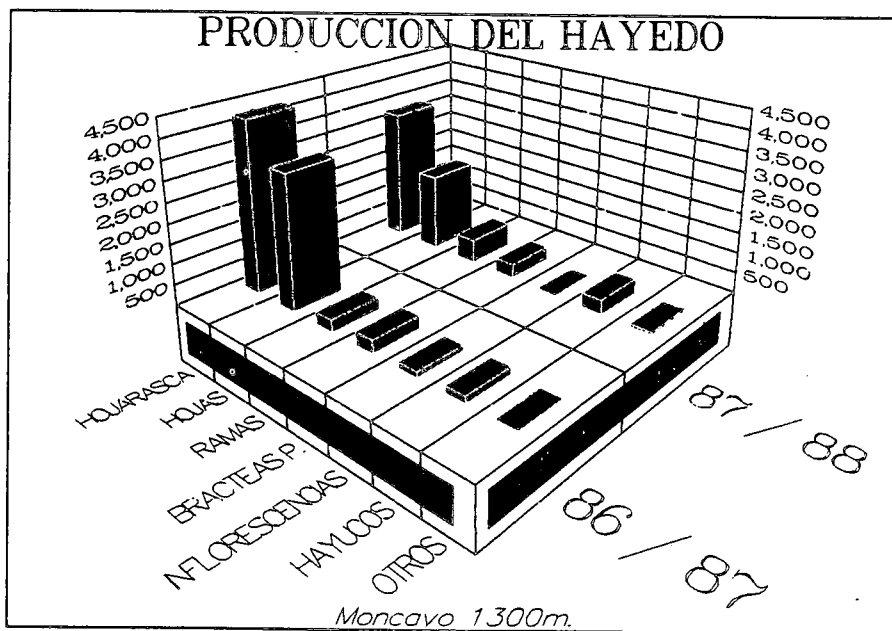


Figura 9. Evolución de la producción de hojarasca durante un período de dos años. Los datos están expresados en Kg/Ha.

dentro de unas redes de plástico (C 43). Cada mes se recogen algunas de estas bolsas y se pesan para obtener el tanto por ciento de la pérdida de peso; ver CARCELLER et al. (Introducción al ciclo de la materia orgánica en cinco ecosistemas forestales del Moncayo), en este mismo volumen.

E. Edafología

E. 1. Descripción del suelo.— El suelo en una comunidad forestal juega un importante papel, ya que es el soporte y medio nutritivo de la vegetación, comporta procesos dinámicos como es el flujo de nutrientes entre los diferentes componentes del bosque y una transformación de la energía aportada al suelo mediante la hojarasca que le da un carácter distintivo. El suelo, como la vegetación, responde a los cambios estacionales y tiene un ritmo con todo el conjunto del bosque, la fuente de nutrientes no es constante durante el año porque tampoco lo es el aporte de la hojarasca ni la descomposición. El estudio del suelo se comienza con una descripción morfológica y física del perfil (horizontes orgánicos y minerales, textura, porosidad, color, actividad biológica, humedad relativa, porosidad, etc.) (prácticas edafología 1, 2, 3, 4, 5), procediendo posteriormente al estudio de las propiedades químicas del mismo (pH, conductividad, etc.); una sencilla y práctica descripción de un suelo ácido con características podsólicas

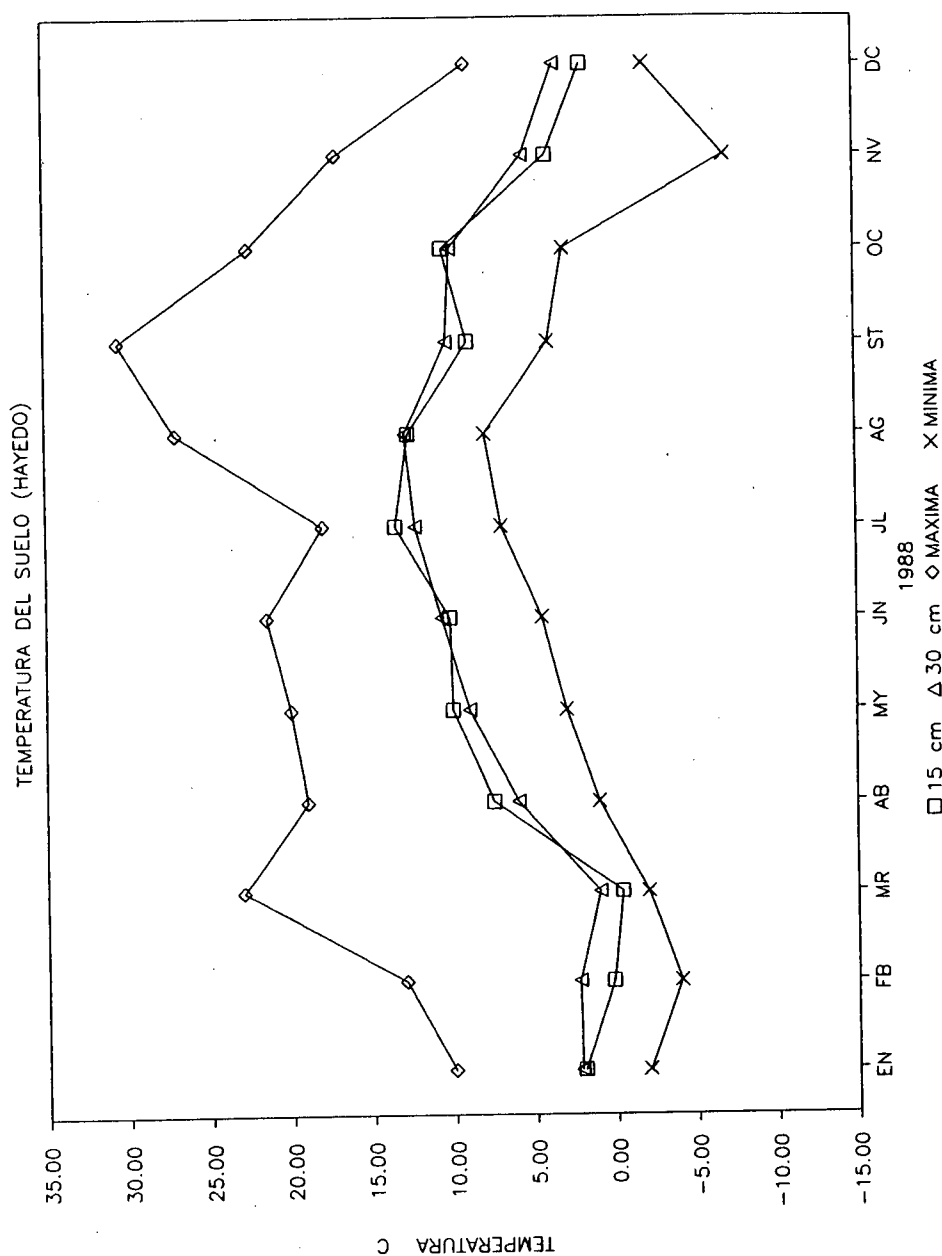


Figura 10. Cuadro de distribución anual de temperaturas máximas y mínimas mensuales, así como la temperatura del suelo a 15 y 30 cm. Nótese que en los meses más fríos la temperatura a 15 cm. es menor que a 30 cm., en los meses más calurosos ocurre lo contrario.

sito en un hayedo próximo a la parcela objeto de nuestro estudio, se puede encontrar en CARCELLER (1988).

E. 2. Otro aspecto de la ecología del suelo es su temperatura. La podemos medir con termorresistencias enterradas a distintas profundidades previamente calibradas con un téster. **Práctica edafología 6.** Algunos resultados obtenidos durante el año 1988 se exponen en la figura 10.

F. Tratamiento de datos

F. 1. Fichas.— Para agilizar y homogeneizar el proceso de recogida y tratamiento de datos es conveniente diseñar fichas para la recogida de datos. Es conveniente que estas fichas tengan el mismo formato que la secuencia de recogida de los datos. Para construirlas es muy útil la hoja de cálculo, así podremos introducirlas en el ordenador y hacer los cálculos previos para el tratamiento estadístico.

F. 2. Tratamiento estadístico.— El tratamiento estadístico se puede hacer con la misma hoja de cálculo con la que hemos diseñado la ficha, que nos permitirá representar gráficamente los resultados (histogramas, líneas, pasteles...).

Para hacer gráficos más elaborados se pueden utilizar programas específicos (Surfer, Grafit, Grapher, Sir-3D...). Un paquete estadístico muy interesante para estos fines es Statgraf.

EXPERIENCIAS DE CAMPO Y LABORATORIO, PRACTICA ADAPTACIONES VEGETALES I, MEDIDA DEL PESO ESPECIFICO O INDICE DE ESCLEROFILIA

Para obviar la pérdida de agua por transpiración, las plantas desarrollan, entre otras, una adaptación que consiste en disminuir la superficie de las hojas (superficie de transpiración); y recubrirlas de ceras impermeables. Las hojas que presentan estas adaptaciones, se hacen más opacas, y, sobre todo, mucho menos tiernas que las hojas de una planta desarrollada en un lugar húmedo. Para cuantificar esta adaptación llamada esclerofilia, se utiliza el índice de esclerofilia o peso específico.

Llegar a deducir este índice es bien sencillo: se trata de relacionar la superficie de la hoja con la cantidad de materia viva que constituye la hoja. La disminución de la superficie de transpiración siempre se mide en relación al volumen ocupado por los tejidos de la hoja; y el espesor de la capa de materiales que impiden la pérdida de agua por transpiración se reflejará también en un incremento del peso de la hoja en relación a su superficie.

Se trata entonces de relacionar la superficie de la hoja con su peso.

El peso fresco de la hoja varía mucho en relación con la cantidad de agua de que

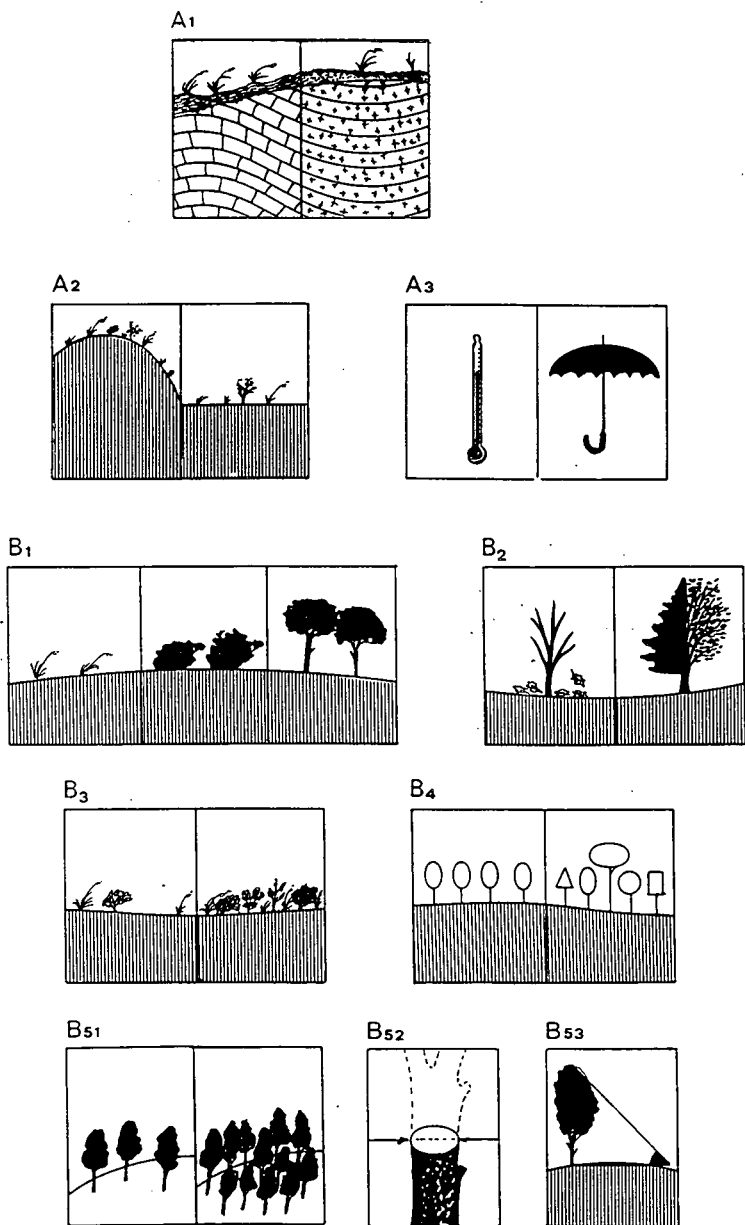


Figura 11. ¿QUE HAY?

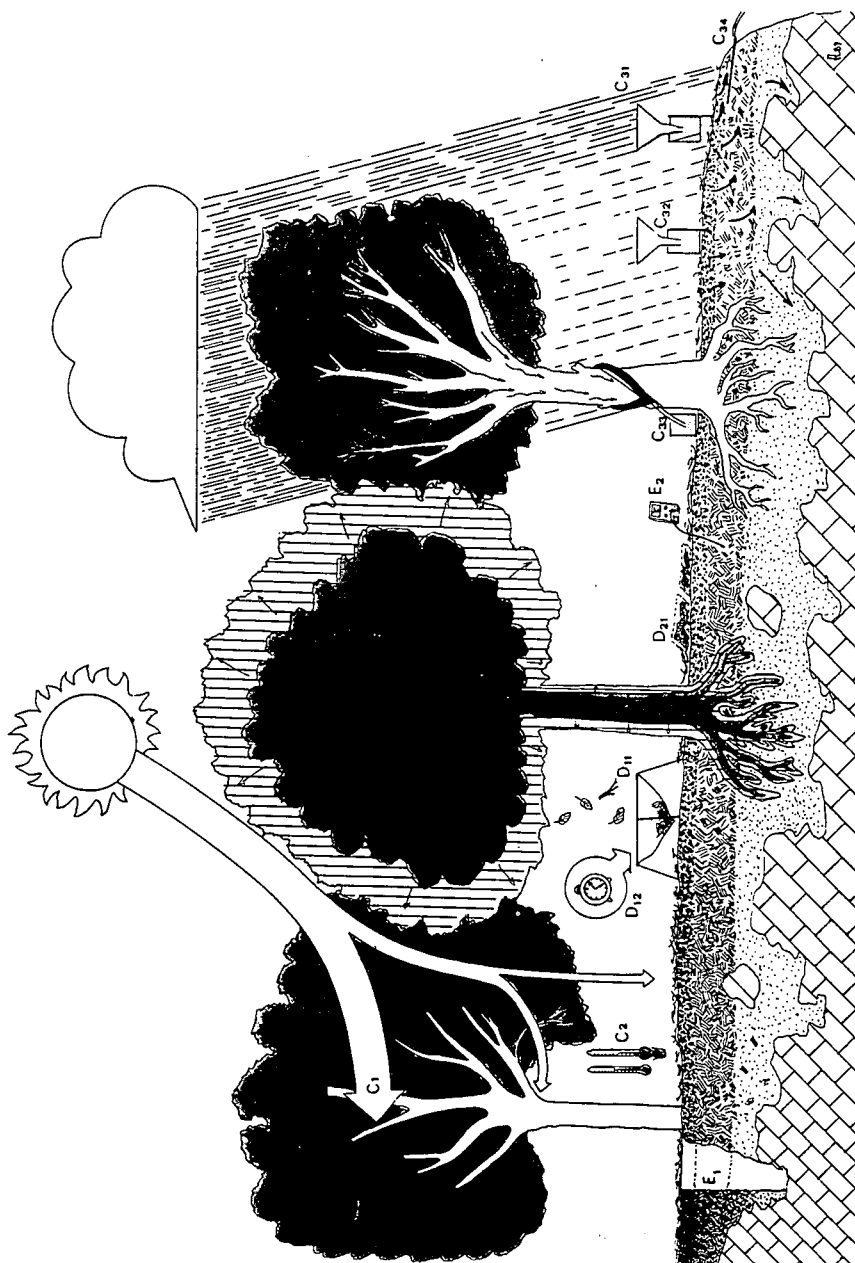


Figura 12. ¿COMO FUNCIONA?

puede disponer la planta en un momento dado, es decir, de la medida del déficit hídrico a que está sometida la planta; y también con el tiempo transcurrido desde que se cortó la hoja.

El déficit hídrico se puede cuantificar mediante el cálculo del incremento de peso de las ramitas del árbol después de haber estado colocadas en agua durante unas 4 horas.

Toda esta variabilidad del peso fresco complica mucho la toma de medidas que sean reproducibles, ya que tanto influirá en la relación superficie-peso fresco el grado de adaptación contra la transpiración (que es el que queremos medir), como el tiempo que ha pasado desde la última lluvia. El peso seco de la hoja (el peso de la hoja deshidratada a 105 °C) es mucho más constante, y varía muy poco a lo largo de la vida de la hoja. Por tanto, el índice de esclerofilia lo calcularemos a partir de la relación superficie-peso seco.

Para medir la superficie de la hoja hay dos métodos. En el primero llamado planimétrico, se utiliza una fotocopiadora, lo que limita mucho las posibilidades de su uso. En un primer paso se fotocopia una hoja. Se recorta la imagen fotocopiada y se pesa en una balanza de precisión (otra limitación). Se pesa una superficie conocida de papel fotocopiado para conocer cuanto pesa un centímetro cuadrado de papel. Así ya se puede calcular la superficie de la hoja.

El segundo método es más directo y tiene el aliciente de que uno mismo se puede construir el aparato de medida. Se basa en el efecto fotovoltaico: la luz incidente sobre la superficie de una placa fotovoltaica produce una cierta cantidad de electricidad medible con un téster (el dispositivo normalmente utilizado para la medida de la intensidad, la diferencia de potencial y la resistencia de un conductor eléctrico). Si parte de esta luz incidente es interceptada por la hoja, se producirá una menor cantidad de corriente eléctrica. Este decremento es proporcional a la superficie de la hoja (una hoja mayor interceptará una mayor cantidad de luz y, por tanto, el decremento de producción de corriente eléctrica será mayor). El decremento de producción por unidad de superficie se puede obtener fácilmente utilizando papel milimetrado y pintado de verde (para obtener la misma opacidad que la hoja). A partir de la medida sin ninguna intercepción y de la medida de la intercepción de una superficie conocida se puede dibujar la «recta función de conversión de datos» que servirá para obtener la superficie de la hoja a partir de la lectura obtenida con el tester. El precio del dispositivo (sin tester) puede estar alrededor de las 5.000 ptas. (precio 1988).

CALCULO DE LA SUPERFICIE FOLIAR

$$Y \text{ cm}^2 = (L - L_o) \times (\text{cm cal} - L_o / L_{\text{cal}} - L_o)$$

L = lectura de la superficie a medir.

L_o = lectura sin ninguna intercepción de luz.

cm cal = superficie del papel milimetrado utilizado para la calibración.

L_{cal} = lectura con el papel milimetrado.

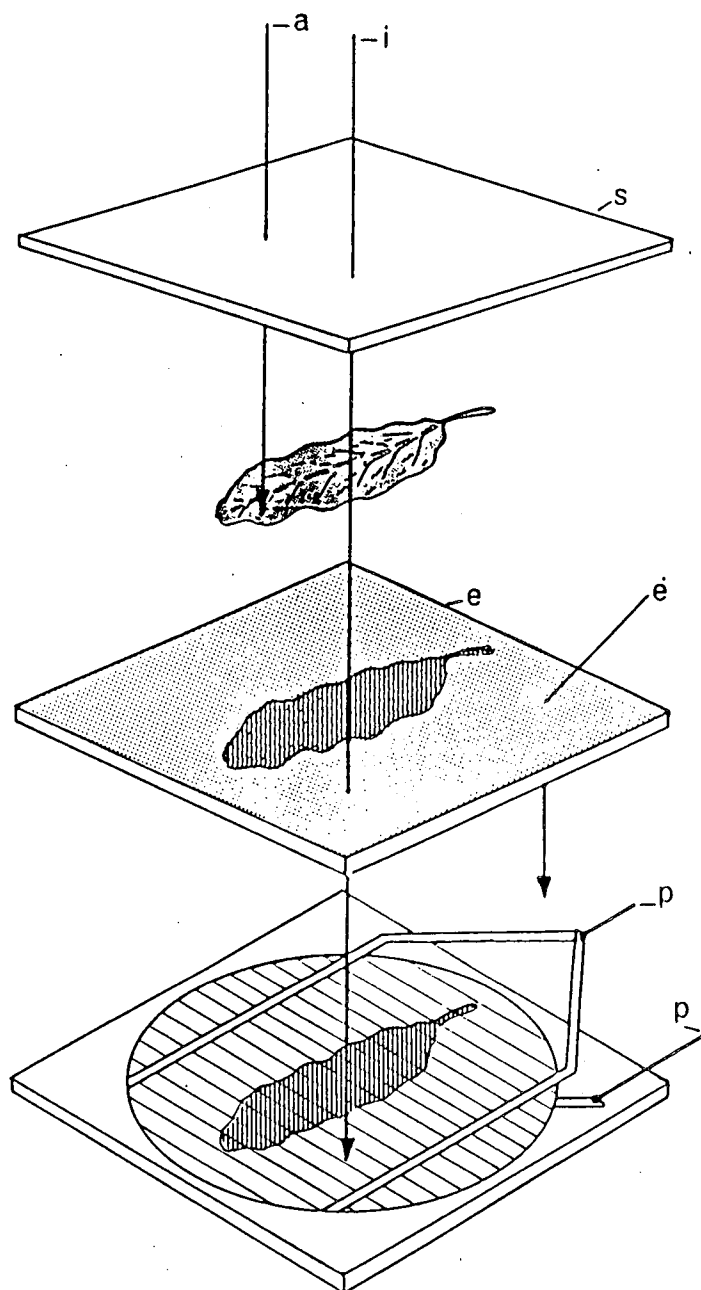


Figura 13. Esquema del dispositivo para la medida de superficies foliares.

Así si la lectura con 16 cm^2 es de 2.3 ma (ma = miliamperios) y la 0 cm^2 es de 2.85 ma; el decremento por cm^2 es de 0.034 ma. y una lectura de 2.12 ma. corresponde a 21.2 cm^2 .

El funcionamiento del dispositivo para medir superficies foliares es bien sencillo: la placa fotovoltaica se conecta al téster por los polos -p- (dos lados a la cara superior, y uno a la cara inferior de la placa). La placa se cubre con un vidrio esmerilado con la cara esmerilada hacia arriba -e-. Su función es la de absorber los rayos de luz que no inciden perpendicularmente -e'. La hoja se coloca sobre este cristal y es aplanada por un vidrio normal -s-. Hay que colocar la hoja de forma que toda la sombra se proyecte sobre la placa. De esta forma se medirá únicamente la luz que incide sobre la placa -i- con el decremento producido por la absorción de luz por la hoja -a-.

La fuente de luz puede ser el Sol si el día es claro (hay que procurar que la fuente de luz sea de intensidad constante mientras hacemos las medidas) o cualquier luz eléctrica de baja irradiación de calor. Desgraciadamente la sensibilidad a la luz depende fuertemente de la temperatura en las placas fotovoltaicas. Para obviar esta limitación se ha diseñado una fuente de luz con dos fluorescentes situados en la parte frontal de una caja abierta, en el fondo de la cual se ha situado la placa fotovoltaica. Las paredes de la caja han de ser suficientemente altas para evitar que la reflexión de la luz sobre la ropa del operador altere la intensidad lumínica y, por tanto, la lectura. La caja está abierta para que la ventilación sea máxima, y conseguir así una temperatura constante.

PRACTICA ASPECTOS BIOFISICOS 1

MEDIDA DE LA INTENSIDAD LUMINOSA

Desde la copa hasta el suelo, la luz atraviesa el vuelo de los árboles del bosque. Durante este trayecto a lo largo del vuelo de los árboles, sus longitudes de onda que son utilizadas por la clorofila, han sido absorbidas por las hojas para efectuar la reacción de la fotosíntesis. Las hojas también han absorbido otras longitudes de onda como son los rayos ultravioletas y parte de los infrarrojos de onda larga (los cuales conocemos como calor) y finalmente las hojas han reflejado y han sido atravesadas por la luz.

De esta manera, la luz varía en intensidad y en sus propiedades físicas a lo largo del vuelo: la intensidad luminosa en la superficie del suelo puede ser únicamente el 2-3% de la intensidad luminosa que llega al bosque y además es más infrarroja que antes de llegar al bosque. Es decir, bajo el bosque, hay menos luz y hace más fresco en verano (reflexión del infrarrojo lejano), y el color de la luz es diferente porque hay menos rayos ultravioleta, azules y naranjas. Estos dos últimos colores corresponden a las longitudes de onda más absorbidas por la clorofila.

Cada especie de árbol y de vegetal, en general absorbe la luz de diferente manera. La forma de disponer las hojas en un espacio es determinante. Por ejemplo un haya, que es un árbol con hojas dispuestas en planos horizontales, absorbe la misma luz que una encina que tiene muchas más hojas y además mucho más opacas, pero que están

dispuestas de forma aleatoria en el espacio. Es decir, que están orientadas en todas las direcciones.

Como que el ambiente lumínico es diferente bajo el bosque, las plantas han de saber «leer» por la luz si están o no bajo la cobertura del bosque. Las plantas que viven bajo el bosque están adaptadas a utilizar longitudes de onda para verificar la reacción de la fotosíntesis, que son diferentes de las utilizadas por los árboles que reciben luz solar directa. Incluso las semillas tienen esta capacidad. De esta manera muchas pequeñas plantas que bajo los bosques de hoja caduca pueden hacer casi todo su ciclo biológico en la primavera antes de que salgan las hojas de los árboles que interceptarían demasiado la luz como para permitir su desarrollo y floración. Otras semillas pueden esperar años hasta que no encuentren las condiciones lumínicas adecuadas (como por ejemplo la caída de un árbol que permitiría la entrada de luz directa).

Para medir la intensidad luminosa utilizaremos una fotorresistencia de sulfuro de cadmio. Unos dispositivos muy económicos. Son como pequeños botones circulares con dos terminales para conectar al sistema eléctrico. La cara externa del botón tiene un dibujo que recuerda un anagrama oriental: un río anaranjado cruza de arriba a abajo la superficie circular del botón, haciendo un extraordinario dibujo con gran cantidad de curvas. Este río separa dos superficies de sulfuro de cadmio que están conectadas a cada una de las terminales. El sulfuro de cadmio libera electrones cuando recibe la luz; y a mayor intensidad luminosa, libera más electrones.

Nosotros mediremos la intensidad luminosa mediante la medida de la resistencia que encuentra una corriente eléctrica en cruzar el río. Dicho de otra manera, a más intensidad de luz, menos ohms mediremos con el téster.

CALCULO DE LA INTENSIDAD LUMINOSA

Los valores de la intensidad luminosa los daremos en forma de % de la intensidad de la luz que se recibe a cielo abierto (sin ninguna sombra).

X = Medida de la resistencia bajo las hojas.

X_{100} = Medida de la resistencia a cielo abierto.

$$\frac{1/X_m}{1/X_{100}} \times \frac{100}{X_m} = X_{100} \times 100$$

PRACTICA ASPECTOS BIOFISICOS 2 MEDIDA DE LA HUMEDAD RELATIVA

El contenido de vapor de agua en el aire se denomina humedad. Se habla de humedad relativa cuando se expresa en términos del porcentaje del punto de saturación, que es cuando el aire es incapaz de retener más vapor de agua. Pero si la cantidad de

vapor de agua es constante, la humedad relativa disminuye. Y viceversa; si la temperatura disminuye, también disminuye la capacidad del aire de retener vapor de agua y se obtiene el punto de saturación. Si la temperatura continúa bajando, el exceso de vapor se condensa para transformarse en agua líquida (como, por ejemplo, la niebla, el rocío o las nubes), y de esta manera se reduce la cantidad de agua en estado gaseoso (vapor) hasta que vuelve al punto de saturación.

Para medir la humedad relativa, construiremos un psicrómetro. Este dispositivo consta de dos termómetros (habiendo comprobado que dan la misma temperatura en las mismas condiciones), el bulbo de uno de los cuales está envuelto de una fina capa de agua.

El agua es un líquido que necesita mucha energía para pasar al estado gaseoso, de aquí el efecto refrescante del agua al evaporarse (por ejemplo, el sudor es un mecanismo de defensa del cuerpo humano contra el calor). En nuestro caso, roba calor al bulbo del termómetro.

Cuanto más seco sea el aire, más rápidamente se realizará el proceso de evaporación y más calor del bulbo del termómetro se invertirá en transformar agua líquida en vapor. Por consiguiente, una mayor diferencia de temperaturas entre el termómetro seco y el húmedo corresponde a una mayor sequedad del aire. Por otra parte, si la diferencia de temperaturas entre los dos termómetros es nula, significa que se está en el punto de saturación (100% de humedad relativa).

Un sencillo cordón de una zapatilla de deporte servirá para humedecer el bulbo del termómetro húmedo. El otro extremo del cordel se sumergirá en un recipiente de boca estrecha medio lleno de agua colocado a 2-3 cm. bajo el bulbo del termómetro. Todo el conjunto se monta sobre una madera. Hay que esperar unos minutos hasta que la temperatura del agua del recipiente se equilibre con la del aire. La humedad relativa se determina mediante una tabla de valores.

PRACTICA ASPECTOS BIOFISICOS 3 CONSTRUCCION DE UN PLUVIOMETRO

La construcción de un pluviómetro es muy sencilla. Sólo se necesita un embudo de plástico, dos bidones de plástico y 3 metros de tubo de plástico flexible. Es aconsejable que el diámetro del embudo sea superior a 15 cm. para que la cantidad de gotas de agua que rebotan fuera del embudo sea mínima respecto a la que entra dentro. Por la misma razón, es aconsejable que las paredes del anillo superior del embudo sean verticales y estrechas. El embudo —E— se coloca a 150 cm. de altura (una medida estandarizada) y se conecta con un tubo de plástico al bidón —A— una garrafa de plástico de 5 litros de las utilizadas para comercializar agua mineral. Si el pluviómetro no se puede visitar con una cierta frecuencia, se puede construir otro dispositivo que consiste en unir la salida de aire del primer bidón a un segundo bidón —B— parcialmente. Así la entrada y salida de aire del bidón que contiene el agua de lluvia ha de pasar por una atmósfera saturada

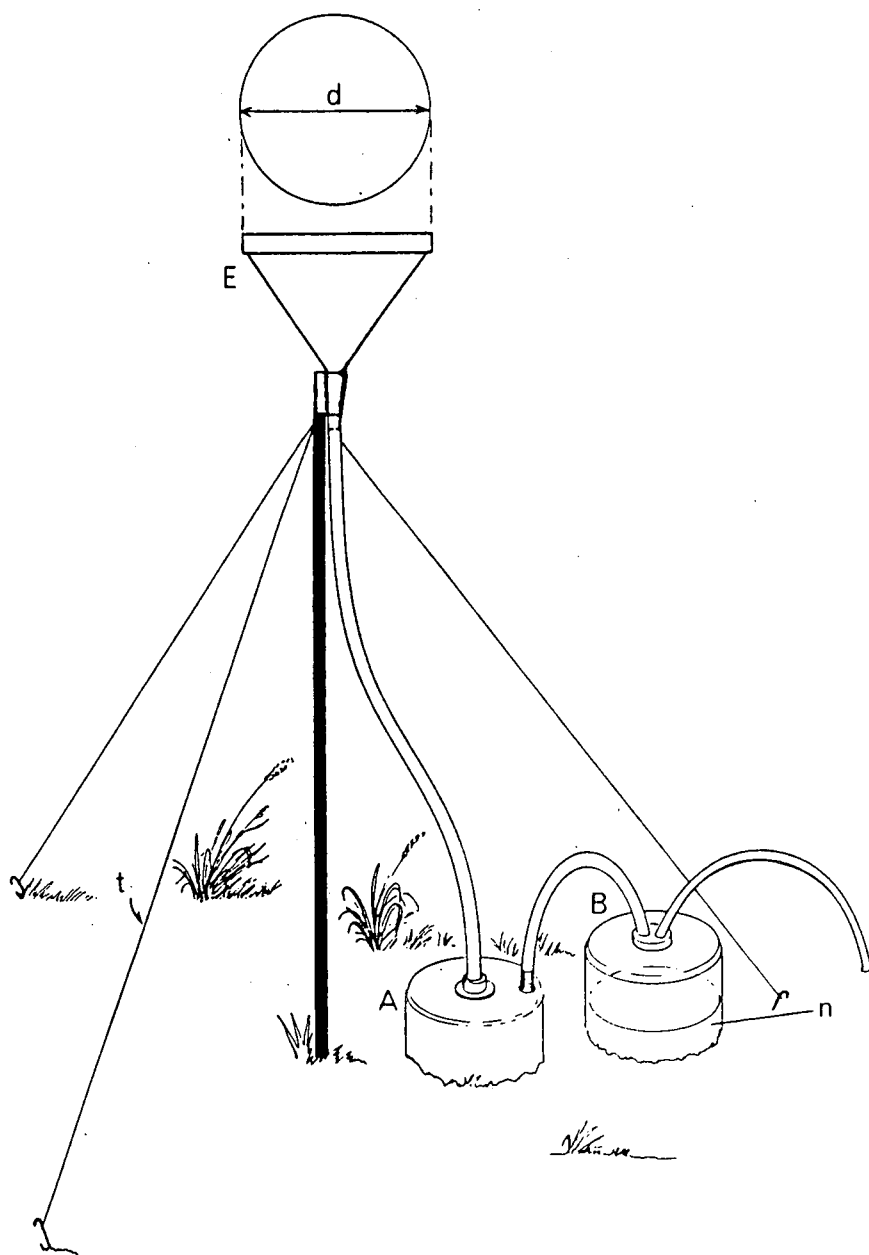


Figura 14. Construcción de un pluviómetro.

de agua, lo que contrarresta la pérdida de agua por evaporación. Si los bidones están parcialmente enterrados, no estarán tan expuestos a la irradiación solar además de mantener una temperatura más constante, lo que constituye a disminuir la pérdida de agua por evaporación y por intercambio de aire saturado con el exterior.

La cantidad de lluvia recogida se mide en litros por metro cuadrado y en milímetros (un litro de agua en un recipiente de un metro cuadrado de superficie basal alcanza un milímetro de altura).

$$Scm^2 = (Dcm/2)^2 \times \pi$$

Scm² = superficie del embudo en centímetros cuadrados.

Dcm = diámetro del embudo en centímetros.

π = número pi.

CALCULO DE LA PLUVIOMETRIA

$1/m^2 = mm. = ml. \text{ rec.} \times (11/1.000 \text{ ml.}) \times (1/Scm^2) \times (10.000 \text{ cm}^2/1m^2) = (ml. \text{ rec.}) \times 10 / (Scm^2) = (\text{mililitros de agua recogida}) \times 10 / (\text{superficie del embudo en centímetros cuadrados}).$

PRACTICA EDAFOLOGIA 1 ANALISIS GRANULOMETRICO

Materiales

Cedazos de 2 mm.; 0.2 mm. y 0.05 mm. de malla.

Rodillo.

Brocha plana de nylon.

Procedimiento

La muestra se seca previamente al aire. Se pesan cien gramos de la muestra del suelo.

En primer lugar procederemos a destruir los agregados. Recordemos que en el suelo, las partículas no se encuentran separadas, sino que unidas constituyen los agregados que caracterizan la estructura del suelo. Esto lo podremos comprobar fácilmente destruyendo los terrones de tierra con los dedos. Para romper estos agregados utilizaremos un rodillo de madera de cocina, o una botella de vidrio cilíndrica (las botellas de cerveza de litro son ideales).

Se separan las piedras con la mano para favorecer la acción del rodillo. Pasaremos el rodillo tantas veces como sea necesario hasta que los agregados queden destruidos. Hay

que tener cuidado para no romper las partículas minerales, ni perder parte de la muestra, ya que alteraríamos los resultados. Seguidamente pasaremos la muestra por los cedazos. Siempre desde el de la malla más gruesa al más fino. No hay que olvidar las piedras que habíamos separado. Para pasar la muestra por los cedazos más pequeños nos ayudaremos con la brocha. Si aún quedan agregados, hay que pasar la fracción por el rodillo. Como la tierra gruesa ya estará separada, la acción del rodillo será efectiva. Y siempre con el cuidado de no perder muestra.

Habremos obtenido lo siguiente:

- Grava: la fracción retenida por el cedazo de 2 mm. de malla.
- Arena gruesa: la fracción retenida por el cedazo de 0.2 mm.
- Arena fina: la fracción retenida por el cedazo de 0.05 mm.
- Limos y arcillas: La fracción no retenida.

Los gramos de cada fracción constituirán el tanto por ciento de la muestra, ya que se trataba de un peso de cien gramos.

Muchas veces es difícil pasar la muestra por el cedazo de 0.05 mm. Esto se puede solucionar tomando una submuestra de cinco gramos (previamente se ha pesado la fracción que ha pasado por el cedazo de 0.2 mm.). Después podremos calcular el porcentaje.

Por ejemplo, si de cinco gramos, sólo ha quedado retenido uno, tendremos un porcentaje del 20% de arena fina, y por tanto un 80% de limo y arcilla. Si el peso de la fracción que había pasado por el cedazo de 0.2 mm. era de cincuenta gramos, tendríamos $50 \times 0.2 = 10$ gramos de arena fina y $50 \times 0.8 = 40$ gramos de limo y arcilla.

Si en los cedazos de 2 mm. y 0.2 mm. habían quedado retenidos respectivamente 15 y 35 gramos de muestra, tendríamos los siguientes porcentajes: 15% de grava; 35% de arena gruesa, 10% de arena fina y 40% de limo y arcilla.

PRACTICA EDAFOLOGIA 2

DETERMINACION DE LA HUMEDAD DEL SUELO

El agua puede ocupar la porosidad del suelo de diversas maneras. La textura del suelo nos determina la porosidad: las texturas más groseras (suelos arenosos) determinarán un predominio de macroporos (baja capacidad para retener agua); mientras que las texturas más finas (suelos arcillosos) determinarán una mayor abundancia de microporos (gran capacidad de retención de agua, una retención tan fuerte que mucha de esta reserva hídrica no podrá ser utilizada por las plantas). Una buena estructura mejora sensiblemente las propiedades hídricas del suelo.

El agua puede ocupar toda la porosidad del suelo (este contenido hídrico se llama «máxima capacidad de retención de agua»), después de una lluvia muy intensa. Inmediatamente, el agua comienza a infiltrarse por acción de la gravedad, y los microporos comenzarán a llenarse de aire.

Cuando se ha acabado la pérdida de agua que podía infiltrarse por acción de la gravedad, se llega a una situación de equilibrio que se mantendrá hasta que la evaporación comience a ser significativa. Esta es la situación en la cual el suelo contiene la máxima cantidad de agua que puede ser asimilada por las plantas, y que se denomina «capacidad del campo».

Sucesivamente, el agua, retenida por capilaridad en los microporos, desaparecerá por evaporación.

El agua que puede ser asimilada por las plantas se habrá perdido antes que este proceso finalice, y, finalmente, se llegará a una nueva situación de equilibrio en la cual toda el agua retenida por capilaridad ya ha desaparecido y tan sólo queda el agua «higroscópica», también denominada «de inhibición». Se trata de una fina capa de agua que envuelve las partículas del suelo. Tan fina que su grosor no llega a unas pocas de moléculas de agua. Este agua no se evapora a temperatura ambiente porque está adherida con mucha energía a las paredes de las partículas del suelo. En un suelo arenoso, el agua higroscópica no llega al 5% del peso de la materia seca de este suelo, mientras que en un suelo arcilloso puede superar el 15%.

PROCEDIMIENTOS

La máxima capacidad de retención de agua se puede determinar a partir de la determinación de la porosidad total (todos los espacios vacíos llenos de agua). El agua higroscópica se puede obtener a partir del cálculo de la diferencia de peso entre una muestra secada al aire (tres o cuatro días, hasta que llegue a un peso estacionario) y la misma muestra desecada a una temperatura de 105 °C.

Se necesita una temperatura tan elevada porque hace falta mucha energía, para evaporar este agua tan fuertemente adherida a las partículas del suelo. No conviene superar demasiado esta temperatura porque quemará la materia orgánica, y hasta podría volatilizar los nitratos y los carbonatos, alterando por defecto el peso de la muestra deshidratada. Una solución ideal es colocar la muestra sobre una bandeja metálica parcialmente llena de arena, y ponerla sobre un fogón eléctrico. Los radiadores de calefacción son también adecuados, aunque se tardará más en llegar a un peso estacionario (signo inequívoco de que la desecación ya ha terminado).

La humedad del suelo (la humedad de la muestra al recogerla) se determina de una forma similar a las anteriores:

— En primer lugar se guarda la muestra (un mínimo de 40 gramos) en una bolsa de plástico. Los rotuladores de tinta indeleble son ideales para identificar las muestras, ya que pueden escribir sobre la misma bolsa.

— Vaciamos la muestra sobre una bandeja de papel de aluminio (se pueden fabricar a medida) de la cual ya habremos determinado su peso. Pesaremos la bandeja

con la muestra y la colocaremos en el dispositivo desecador a 105 °C (con las alternativas antes mencionadas).

— Cuando se llegue a un peso constante, se determina el peso de la muestra secada.

CALCULOS

Los resultados se dan en gramos de agua en 100 gramos de suelo húmedo.

$$\% \text{ de agua} = \frac{(P2 - P1) - (P3 - P1)}{(P2 - P1)} \times 100 = \frac{(P2 - P3)}{(P2 - P1)} \times 100$$

P1 = peso de la bandeja.

P2 = peso de la muestra con agua (peso fresco).

P3 = peso de la muestra deshidratada con la bandeja.

Para determinar la capacidad de campo, la muestra se ha de hidratar de la forma siguiente:

— Con mucho cuidado se coloca la muestra dentro de un cilindro del plástico con un volumen interno superior a 200 centímetros cúbicos, que previamente se ha colocado sobre un papel o tela de nylon que descansa sobre una capa de tierra húmeda de unos 5 centímetros de espesor e inundada de agua hasta unos 2 mm. de la superficie. Después de un lapso de tiempo no inferior a 24 horas, más largo cuanto más fina sea la textura, todos los microporos estarán llenos de agua gracias al efecto de capilaridad.

Este procedimiento sólo es válido para suelos con poca estructura, como es el caso de suelos arenosos. En el caso de tratarse de suelos con agregados estables, se ha de trabajar con muestra inalterada tal como se describe para la obtención de la densidad aparente del suelo (determinación de la porosidad).

PRACTICA EDAFOLOGIA 3 DETERMINACION DE LA POROSIDAD

El porcentaje de espacio vacío que hay en el suelo en estado natural se llama porosidad. Este espacio vacío podrá ser ocupado por el aire y por el agua. La abundancia de los poros está determinada en gran manera por la textura y estructura de los suelos. Así un suelo arcilloso puede llegar a tener un 60% de porosidad, mientras que un suelo arenoso puede no pasar del 35%. La medida de la porosidad siempre está referida al porcentaje del volumen total de suelo deshidratado; por tanto, una porosidad del 35% significa que el 65% está ocupado por partículas sólidas, y que el 35% restante es un espacio vacío. Obviamente una buena estructura puede incrementar la porosidad.

Por razones prácticas, estos volúmenes están referidos al peso de la muestra. De esta forma trabajaremos con densidades (peso por unidad de volumen). La densidad aparente será la densidad de la muestra inalterada de suelo (peso de la materia seca partido por el volumen que ocupan las partículas del suelo y su porosidad); la densidad real es la densidad de las partículas deshidratadas del suelo (peso seco partido por el volumen de las partículas).

Cálculo del valor de la porosidad

El valor de la porosidad real se obtiene directamente a partir de los valores de la Densidad real y la Densidad aparente mediante la fórmula:

$$\% \text{ porosidad} = \frac{D_r - D_a}{D_r} \times 100$$

Se deduce de la forma siguiente:

$$\% \text{ porosidad} + \% \text{ espacio sólido} = 100$$

$$\text{así, } \% \text{ porosidad} = 100 - \% \text{ espacio sólido y por tanto,}$$

$$\% \text{ porosidad} = 100 - \frac{\text{densidad aparente}}{\text{densidad real}} \times 100$$

PRACTICA EDAFOLOGIA 4 DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE

Lo más importante es coger la muestra sin alterarla. Utilizaremos un cilindro metálico con un volumen interno no inferior a 300 centímetros cúbicos. El grosor de la pared metálica ha de ser inferior a la décima parte del diámetro del cilindro con el fin de no deformar la muestra al clavar el cilindro en la tierra.

Se clava el cilindro con ayuda de un martillo. Se puede proteger el cilindro con una placa de madera para que la presión ejercida con el martillo sea homogéneamente repartida y no deforme el cilindro.

Siempre vigilando no modificar la disposición de los agregados del suelo, clavaremos el cilindro hasta que todo su volumen, que ya habremos medido previamente), esté ocupado por el suelo, haciendo que la muestra sobresalga por el extremo superior del anillo.

Con ayuda de un cuchillo extraeremos la tierra que envuelve al cilindro hasta dejarlo descubierto. Con una placa fina y resistente (preferentemente metálica) podremos eliminar la tierra sobrante del extremo superior e introducirla como tapadera, por el extremo inferior del cilindro podremos extraer la muestra sin pérdidas.

Después vaciaremos toda la muestra dentro de una bolsa de plástico y la cerraremos con un nudo.

Técnica

Determinaremos el peso seco de la muestra a 105 °C., tal como se explica en la determinación de la humedad del suelo.

$$\text{densidad aparente} = \frac{\text{peso de la muestra en gramos}}{\text{volumen del cilindro en cm}^3}$$

PRACTICA EDAFOLOGIA 5 DETERMINACION DE LA DENSIDAD REAL

Sólo se ha de calcular el volumen de las partículas sólidas de la muestra desecada (el agua del suelo también ocupa un volumen). Para obtener este dato necesitaremos una probeta de un litro de capacidad llena de agua hasta los 500 mililitros. Vaciaremos toda la muestra dentro de la probeta y la agitaremos enérgicamente con la ayuda de una vareta. Será fácil observar cómo se liberan burbujas de aire, muestra de que los agregados contenían espacios vacíos. El volumen de las partículas corresponde al incremento de volumen de la mezcla agua-suelo de la probeta.

$$\text{densidad real} = \frac{\text{peso de la muestra en gramos}}{\text{volumen del sólido en cm}^3}$$

PRACTICA EDAFOLOGIA 6 MEDIDA DE LA TEMPERATURA MEDIANTE RESISTENCIAS

Una termorresistencia es un dispositivo que varía su resistencia con el paso de la corriente eléctrica en función de la temperatura. Tienen el aspecto de dos pequeñas lentejas con dos hilos metálicos por donde se conecta al sistema. El precio es muy asequible a cualquier economía. Su adaptación para la medida de temperaturas es todavía más económica. Unicamente hay que soldar los dos terminales de la termorresistencia a los polos de un cable biaxial; de los habitualmente utilizados para las instalaciones eléctricas de carácter doméstico, envolver la termorresistencia y las soldaduras con un material impermeable y aislante como es la silicona, el plástico termofusible, etc., con el fin de que la corriente no haga un cortocircuito. Si el cable está protegido contra la humedad (cable de manguera), mejor todavía. Es necesario que el cable sea grueso (en torno a un milímetro de diámetro cada polo, de los utilizados para los calentadores eléctricos, etc.).

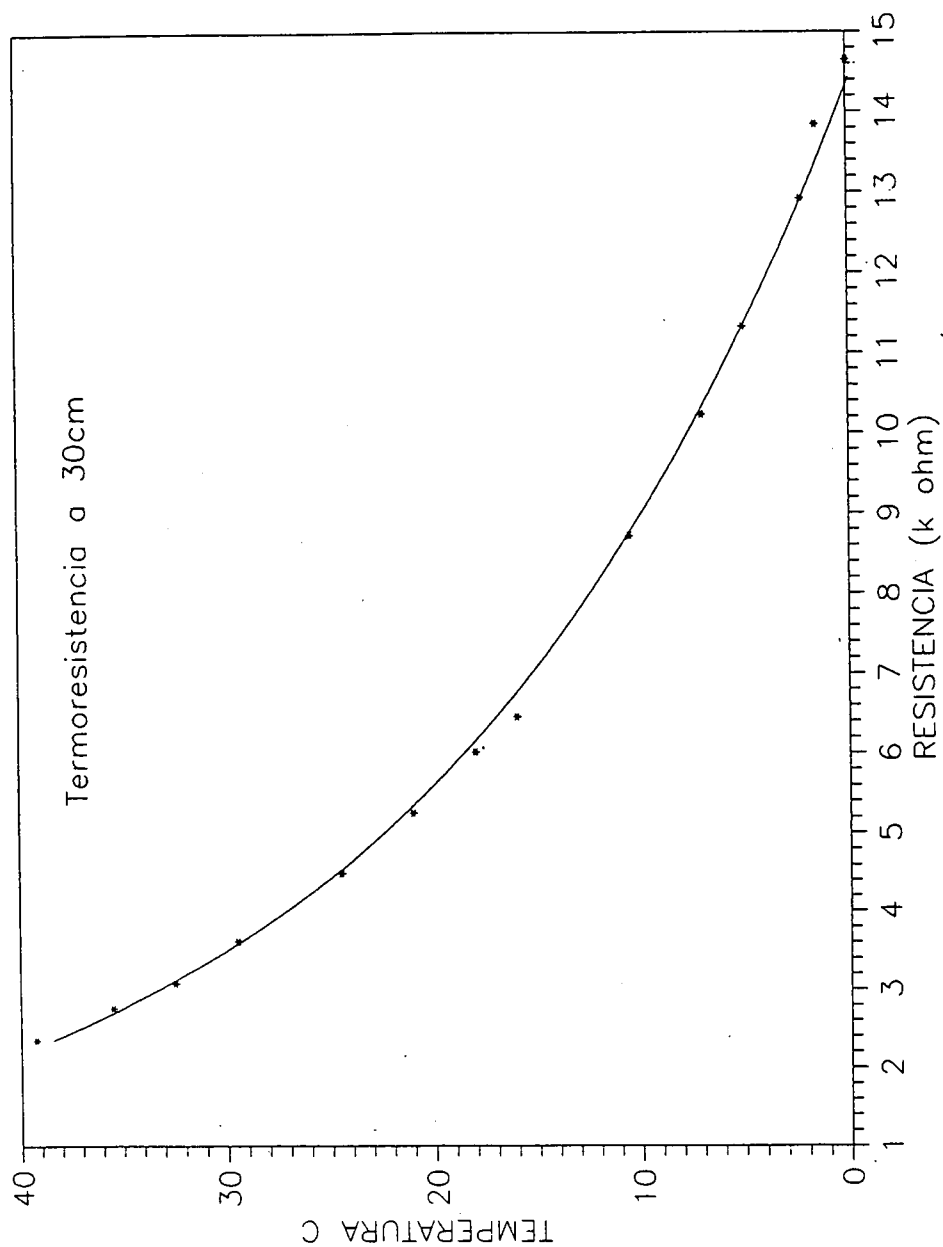


Figura 15. Curva de calibración de una termoresistencia para conversión ohmios-grados celsius.

Para calibrar las termorresistencias se utiliza un recipiente con agua y hielo que se irá calentando gradualmente. En dicho recipiente introduciremos un termómetro de mercurio y las termorresistencias. Tan sólo quedan las medidas (ohms), mediante un téster, de la resistencia eléctrica para cada temperatura.

Estos datos pueden ser suficientes, si no fuese así, podemos dibujar datos más precisos.



Foto C. Medición en el campo de la T_s del suelo.

Agradecimientos: Quisiéramos mostrar nuestro especial agradecimiento a M. A. Santa Cecilia, Isabel Motilva, Antonio Alvarez, Andrés Omeñaca, Juan Moreno, Francisco Moreno, Angel Luis Martínez, Angel Lasheras, entre otros, personas que desde diferentes ámbitos e instituciones (Junta del parque natural del Moncayo, Centro de Estudios Turiasonenses, ANSAR; Tarazona, Centro Excursionista Moncayo) participan de una manera muy activa tanto en las labores propiamente mecánicas (recogida de datos) como en la idea de promover y divulgar el entorno natural didáctico como propiamente científico. También queremos mostrar nuestro agradecimiento al Museo de Gavá (organismo puntero en la divulgación de todos los aspectos referentes a la didáctica de las ciencias naturales), que ha aportado gran parte de la infraestructura y métodos necesarios, para la realización de este trabajo. Las experiencias y prácticas proceden del responsable de la sección de Ciencias del museo (Lascuraín J., 1989)

BIBLIOGRAFIA

BLAZQUEZ, S.; CARCELLER, F., y LASCURAIN, J., 1988.- **Introducció a la Metodologia científica de l'ecologia de camp.** ICE-UPC Barcelona.

BLAZQUEZ, S.; BOQUERAS, M.; CARCELLER, F., y LASCURAIN, J., 1989.- **Ecologia forestal al parc natural de Garraf.** II Symposium d'ensenyament de les Ciències Naturals, Tarragona, EUMO.

BURGAZ, A. R.; FUERTES E., y MENDIOLA, A., 1985.- Esquema de la gradación altitudinal de la vegetación del Moncayo (Zaragoza-España). **Studia Botánica**, IV 35-44.

CARCELLER, F., 1988.- **El Moncayo.** Col. Mariano de Pano y Ruata. Cap. referente al suelo. Caja de Ahorros de la Inmaculada. Zaragoza.

LASCURAIN, J., 1989.- **Del Garraf blanc al Garraf negre.** Museu de Gavà-Servei de medi ambient Diputació de Barcelona. Barcelona (en prensa).

PELLICER, F., 1984.- **Geomorfología de las cadenas Ibéricas entre el Jalón y el Moncayo.** Cuadernos de Estudios Borjanos. Vol. I (XI-XII), 360 pp.

SERRASOLSES, I., 1987.- Efectes del foc en els sòls del massís de Garraf: estudi del primer any després de l'incendi. **Tesi de llicenciatura.** F. Biología. U. Barcelona.

TERRADES, J., et col., 1984.- **Introducció a l'ecologia del faig al Montseny.** Servei de parcs naturals. Barcelona.

VALLADARES, A., 1981 **Conocimientos básicos forestales.** Ministerio de Agricultura y Pesca. Madrid.