

DESARROLLO DE VEGETACIÓN Y RADIACIÓN SOLAR QUE INCIDE EN LADERAS DE LA SIERRA DE BÉJAR, SALAMANCA (ESPAÑA)

I. SANTA REGINA

I.R.N.A/C.S.I.C. Apdo. 257, 37071 Salamanca
Fax: 923 21 96 09, e-mail: ignac@gugu.usal.es

SUMMARY.- A detailed study was carried out about the vegetation and solar radiation on hillside grounds of the Sierra de Béjar according to its characteristic orientation and slope for a better exploitation of its ecological resources.

Chorologically the area is located in carpetano-ibérico-leonesa province, bejarano-gredense section, bejarano-tormantino subsector. Its topography presents great contrasts, alternating great undulations with high slopes. For as, in this area there was a three bioclimatic grounds: supramediterranean, oromediterranean and crioromediterranean.

At heights from 1500 m onwards, the lowest values for average radiation in slopes oriented N, NE, NEN, NON, and NO have been estimated (186.9 cal·cm⁻²·year⁻¹ in winter, 246.8 cal·cm⁻²·year⁻¹ in autumn, 486.5 cal·cm⁻²·year⁻¹ in spring, and 543.0 cal·cm⁻²·year⁻¹ in summer. A greater plant aerial biomass develops, mainly due to the establishing of Pinus pinaster and P. sylvestris forests. The highest average radiation values for the study area have been detected in orientations S, SE, SES, SOS and SO (246.8 cal·cm⁻²·year⁻¹ in winter, 303.4 cal·cm⁻²·year⁻¹ in autumn, 515.2 cal·cm⁻²·year⁻¹ in spring, and 582.6 cal·cm⁻²·year⁻¹ in summer); vegetation development is scarce mostly represented by shrub Cytisus purgans, and soils are shallow. Heights about 1300 m present smoother slopes, and intermediate average radiation values have been measured (212.0 cal·cm⁻²·year⁻¹ in winter, 242.2 cal·cm⁻²·year⁻¹ in autumn, 513.2 cal·cm⁻²·year⁻¹ in spring, and 580.5 in summer); the dominant vegetation is mainly Quercus pyrenaica, and below that height Castanea sativa woods are established.

RÉSUMÉ.- L'étude réalisée porte sur la végétation et la radiation solaire incidente sur les pentes de la Sierra de Béjar, selon leur orientation et leur inclinaison, en vue d'une meilleure utilisation de ses ressources écologiques.

Sur le plan chorologique, la zone d'étude se situe dans la province carpetano-ibérico-leonesa, secteur bejarano-gredense, sous-secteur bejarano-tormantino. Elle pré-

sente des reliefs très marqués et, par suite de sa situation péninsulaire, trois étages climatiques sont représentés: supraméditerranéen, oroméditerranéen et crioroméditerranéen.

Sur les pentes situées à plus de 1500 m d'altitude, on observe les plus basses valeurs de radiation moyenne en expositions N, NE, NNE, NNW et NW (186,9 cal.cm-2.jour-1 en hiver; 246,8 cal.cm-2.jour-1 en automne; 486,5 cal.cm-2.jour-1 au printemps et 543 cal.cm-2.jour-1 en été) et se développe la plus forte biomasse végétale, principalement due aux boisements de *Pinus pinaster* et *P. sylvestris*. En expositions S, SE, SSE, SSW et SW, on observe les plus fortes valeurs de radiation moyenne de la zone étudiée (246,8 cal.cm-2.jour-1 en hiver, 303,4 en automne, 515,2 au printemps et 582,6 en été); le développement de la végétation y est plus faible, principalement représenté par des arbustes comme *Cytisus purgans*, et les sols sont moins profonds. À une altitude voisine de 1300 m, les pentes sont plus faibles, la radiation moyenne atteint des valeurs intermédiaires (212 cal.cm-2.jour-1 en hiver, 242,2 en automne, 513,2 au printemps et 580,5 en été) et la végétation dominante est composée de forêts de *Quercus pyrenaica*; à plus basse altitude, les boisements de *Castanea sativa* dominent.

RESUMEN.- Se ha llevado a cabo un estudio detallado de la vegetación y radiación solar que inciden en laderas de la Sierra de Béjar de acuerdo con su orientación y pendiente para una mejor explotación de sus recursos ecológicos.

Desde el punto de vista corológico el área estudiada se halla enmarcada en el seno de la provincia corológica carpetano-ibérico-leonesa, sector bejarano-gredense, subsector bejarano-tormantino. La zona de estudio presenta relieves muy acusados, por ello y dada su localización a nivel peninsular, en estas áreas se van a manifestar, de forma clara, tres pisos climáticos: Supramediterráneo, oromediterráneo y crioromediterráneo.

En laderas a partir de 1500 m, los valores más bajos de radiación media se han estimado en orientaciones N, NE, NEN, NON y NO (186.9 cal·cm⁻²·día⁻¹ en invierno, 246.8 cal·cm⁻²·día⁻¹ en otoño, 486.5 cal·cm⁻²·día en primavera y 543.0 cal·cm⁻²·día⁻¹ en verano), se desarrolla una mayor biomasa aérea vegetal, debido sobre todo al establecimiento de bosques de *Pinus pinaster* y *P. sylvestris*. En orientaciones S, SE, SES, SOS y SO se han determinado los mayores valores de radiación media para el área de estudio (246.8 cal·cm⁻²·día⁻¹ en invierno, 303.4 cal·cm⁻²·día⁻¹ en otoño, 515.2 cal·cm⁻²·día⁻¹ en primavera y 582.6 cal·cm⁻²·día⁻¹ en verano), el desarrollo de vegetación es más escaso, representada en su mayor parte por arbustos como *Cytisus purgans* y los suelos son menos profundos. Alrededor de la cota de 1.300 m de altitud las pendientes son más suaves, los valores de radiación media alcanzados son intermedios (212.0 cal·cm⁻²·día⁻¹ en invierno, 242.2 cal·cm⁻²·día⁻¹ en otoño, 513.2 cal·cm⁻²·día⁻¹ en primavera y 580.5 cal·cm⁻²·día⁻¹ en verano), la vegetación predominante está representada por bosques de *Quercus pyrenaica* y en la zona baja de dicha cota, bosques de *Castanea sativa*.

Keywords: Slopes, orography, solar radiation, vegetation, Sierra de Béjar, Spain.

1. Introducción

La radiación influye sobre la vegetación, especialmente en cuanto a su producción. Resulta observable que la diferencia de biomasa existente entre exposiciones norte y sur es consecuencia de la distinta radiación que reciben. Quizás la radiación solar por sí sola no baste para explicar estas diferencias de vegetación, pero puede influir también de modo indirecto, por sus efectos sobre otros parámetros, como pueden ser: temperatura del suelo, humedad edáfica, evapotranspiración (ACEITUNO *et al.*, 1978). Estos parámetros van a condicionar, además, la diversidad existente entre laderas con distinta orientación y pendiente. Es fácil observar también cómo laderas orientadas al Norte tienen una pendiente más suave que las orientadas al Sur, debido a que la mayor cobertura vegetal de aquéllas impide una mayor erosión. La interrelación entre factores climáticos, edáficos y ecológicos condiciona que aparezca un tipo u otro de vegetación en cualquier zona del globo terráqueo.

PAHLSSON (1966, 1969, 1974) ha observado diferencias en vegetación, microclima y condiciones del suelo entre laderas Norte y Sur, diferencias que son debidas a las distintas exposiciones de las laderas al sol.

Aunque los factores que más influyen en dicha diferencia de vegetación son los descritos anteriormente, es de gran interés citar el factor humano, que varía las condiciones tanto climáticas como edáficas de pequeñas zonas. El hombre con sus plantaciones, más o menos densas, más o menos resinosas y con su tala abusiva hace que varíe la capacidad de recepción de luz para las plantas vasculares, e incluso para las mismas resinosas. Se aprecia cómo los bosques de pinos que no reciben luz acaban por morir (SANTA REGINA, 1987).

También el pastoreo puede causar una pequeña escala patrón en la vegetación, en todo caso influye en las condiciones de hábitat local. Aparecen por ello diferencias en vegetación por la aparición de especies competidoras a la acción del pastoreo. Ahora bien, la medida de esta acción, no es fácil de evaluar. Sin embargo, medidas de microclima, condiciones de luz, temperatura, viento y humedad sobre todo, sí pueden realizarse con un grado de eficacia mayor.

La intensidad de radiación solar ha sido utilizada también como variable para representar alguno de los efectos en la topografía montañosa, sobre nieve derretida (SWIFT *et al.*, 1973) o sobre la niebla (GERBER, 1981); pero hoy en día hay una tendencia al estudio razonado de las condiciones de laderas en interrelación con la radiación solar, para un mejor aprovechamiento o explotación agrícola de tales zonas. El conocimiento de los valores de radiación para una zona determinada puede ser de gran ayuda, no sólo para agricultores, sino

también para botánicos y ecólogos, en su observación de la diversidad de especies, aunque aquí el factor que más influye es la naturaleza del suelo.

El objetivo del presente trabajo es evaluar la radiación solar potencial que incide en laderas de la Sierra de Béjar que nos determina las diferencias de vegetación desarrollada en diferentes exposiciones.

2. Material y métodos

2.1 Descripción de la zona

El área objeto de estudio está ubicada en la denominada «Cuenca de Candelario», en la Sierra de Béjar. Dicha cuenca está drenada por los ríos «Cuerpo de hombre» y «Riofrío»; se encuentra en el sudeste de la provincia salmantina, haciendo límite los cordales de cimas de la Sierra de Béjar con la provincia de Ávila (al Este), con Extremadura (al Sur); al Noroeste, esta cuenca se encuentra separada de la ciudad de Béjar por las estribaciones de la Peña negra, que son cortadas en forma de valles encajados por aquellos ríos.

La zona de la Sierra de Béjar presenta una cierta uniformidad en cuanto a la constitución de la roca madre en sus diversos materiales; la roca predominante es de tipo granítico, en la que se alternan rocas de anatexia con granitoide más recientes. A rasgos generales, se indica una gran falla a lo largo del valle principal (dirección SO / NE) que separa el granito porfiroide de dos micras de las rocas metamórficas indiferenciadas (esquistos y neis).

Clasificando el clima con los criterios de RIVAS-MARTÍNEZ (1979), este clima, de carácter mediterráneo, es calificable como supramediterráneo inferior con inviernos frescos en el aspecto térmico (temperatura media anual 11.6°C, temperatura media de las mínimas 5.9°C) y de húmedo en lo referente a la precipitación (984.5 mm a⁻¹).

Hay que hacer notar que este tipo de clima se presenta en España en zonas de transición entre los climas mediterráneos semiáridos y los climas de alta montaña, en los que por efecto de la orografía aumenta la precipitación y disminuye la temperatura con la altitud; son zonas normalmente de montaña y por tanto de especial interés forestal.

En el capítulo de suelos y a rasgos generales, en un primer apartado se observa una predominancia de la roca granítica con aparición intermitente de litosuelos, limitados en su parte inferior por la cota de los 1600 m aproximadamente. La inmensa mayoría de la Cuenca de Candelario está dominada por cambisoles húmicos y Ránkeres, salvo en aquellos lugares donde predomina la erosión y aparecen denudaciones del substrato rocoso; paralelas a los cursos

importantes de agua (Riofrío, Río Cuerpo de Hombre), aparecen de forma local fenómenos de gley. Otras áreas menores, al este de la localidad de la Hoya, con orientación meridional o bien en la llanura metamórfica al sur de Palomares, ven aflorar cambisoles dístricos asociados a cambisoles húmicos y regosuelos, dada la mayor insolación, sequedad estival y menor profundidad.

2.2 Métodos

La idea de reflejar intervalos de intensidad de radiación en laderas se ha plasmado sobre los planos topográficos del Instituto Geográfico y Catastral de la zona de estudio, a escala 1:200.000. Una manera viable para hallar la orientación y pendiente es utilizar las curvas de nivel. Dichas curvas de nivel y los ríos se tomaron de los planos mencionados anteriormente, proporcionándonos una información del relieve, que contribuye sobremanera a la delimitación de zonas de ladera más ó menos extensas según su orientación y pendiente características. Trazados los ríos (nos delimitan la cota más baja) y las curvas de nivel (nos van delimitando cotas superiores), se trazan las retículas irregulares según la orientación de dichas curvas. Se estima la distancia horizontal que hay entre ellas, deduciéndose de aquí el cálculo de la pendiente cuya expresión es:

$$\% = \frac{\text{altura vertical}}{\text{distancia horizontal}} 100$$

Utilizando los planos a escala 1:200.000, la altura vertical era siempre de 50 ms. La distancia horizontal es la medida en los planos entre las curvas de nivel. La expresión anterior quedaría de la forma siguiente:

$$\% = \frac{50}{Y} 100$$

Se han calculado las pendientes para 20, 6, 4, 3, 2.5, 2, 1.5, 0.75, 0.5 y 0.5 cm., que se agrupan posteriormente en 10 clases o grupos de pendientes, asignándole un número a cada uno. Los números asignados son: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 que se deducen de hacer la media entre dos clases de pendiente consecutivas (Tabla I).

Una vez que se ha interpretado el relieve en las curvas de nivel, se coloca el centro de la rosa de los vientos en la cota más alta y se mueve hasta que uno de sus radios sea perpendicular a las curvas de nivel. La orientación de ese radio es la orientación real de la ladera.

Por tanto, para reticular con precisión el plano, es absolutamente imprescindible «leer» con toda minuciosidad el relieve en las curvas de nivel, saber

<i>Mm. en el suelo</i>	<i>Nº de clase</i>	<i>Pendientes</i>	<i>Pendientes medias</i>
20 mm.		2 %	
6 "	1	6,6 %	4,3 %
4 "	2	10 %	8,3 %
3 "	3	13,3 %	11,6 %
2,5 "	4	16 %	14,5 %
2 "	5	20 %	18 %
1,5 "	6	26,6 %	23,3 %
1 "	7	40 %	33,3 %
0,75 "	8	63,3 %	46,6 %
0,5 "	9	80 %	66,6 %
	10		

Tabla 1. Grupos de pendientes medias estimadas.
 Table 1. Groups of average estimated slopes.

donde están las cumbres, los montículos, valles, depresiones del terreno etc. Sin embargo, en la inmensa mayoría de los casos es suficiente saber por donde discurren los ríos; tomándolos como referencia, nos indican cuales son las curvas de nivel más elevadas y cuales las menos.

Halladas orientación y pendiente, a cada retícula se le asigna un número, que corresponde a la media de pendientes, y una letra que refleja la orientación de la ladera en cuestión. Se reproducen las retículas de todas las cuadrículas consideradas y se hacen cuatro copias, una para cada estación del año, donde posteriormente se reflejarán los intervalos de radiación.

El cálculo de los intervalos de radiación se ha deducido a partir de los valores teóricos establecidos por ACEITUNO *et al.* (1978). Dichos valores se han calculado para cada mes del año, en las distintas orientaciones posibles, correspondientes a las pendientes: 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45% y 50%.

Los valores de intensidad de radiación para la media de pendientes establecidas se han hallado de la siguiente forma: sumando la radiación global de dichos valores teóricos correspondientes a los meses de enero, febrero y marzo para la estación del invierno; abril, mayo y junio para la primavera; julio, agosto y septiembre para el verano y octubre, noviembre y diciembre para el otoño.

Obtenidos estos valores para sus pendientes correspondientes, se interpola para hallar los valores de intensidad de radiación global pertenecientes a las medias de pendientes consideradas. Para contrastar los valores teóricos con los reales se llevaron a cabo medidas de radiación sobre el terreno mediante un Quantum-Radiometer-Photometer con sensores calibrados para cada tipo de radiación, obteniendo valores similares a los establecidos sobre los planos.

Métodos similares han sido puestos de manifiesto por BARKFIEL *et al.* (1973); LLOYD & KENNETH (1973); REVEFEIM (1979); BROCK (1981) y RADCLIFFE & CHERRY (1982).

3. Resultados y discusión

En este apartado se hará alusión a algunos aspectos referidos a la vegetación arbustiva y arbórea de nuestro ámbito de trabajo, con el fin de intentar proporcionar una visión de conjunto, y por tanto paisajística, de las distintas series de vegetación allí presentes. Se entiende por serie de vegetación a una unidad geobotánica sucesionista y paisajística que expresa todo el conjunto de comunidades vegetales que pueden hallarse en unos espacios teselares afines como resultado del proceso de la sucesión (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1986).

Desde el punto de vista corológico el área estudiada se halla enmarcada en el seno de la Provincia corológica carpetano-ibérico-leonesa, sector bejarano-gredense, subsector bejarano-tormantino.

Tal y como se ha indicado anteriormente en el apartado orográfico, la zona presenta relieves muy acusados, por ello, y dada su localización a nivel peninsular, en estas áreas se van a manifestar de forma clara, tres pisos bioclimáticos, como señalan dichos autores, y que son: el supramediterráneo, el oromediterráneo y el criomediterráneo.

1. Piso supramediterráneo. En él se distinguen dos series de vegetación:
 - a) las series climatófilas
 - b) las series edafófilas
2. Piso oromediterráneo
3. Piso criomediterráneo

1.a. Las series maduras del piso supramediterráneo están representadas por bosques de roble melojo pertenecientes a la serie:

Luzulo forsteri-Querceto pyrenaicae sigmetum. (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1986). Estos rebollares se incluyen en la alianza *Quercion robori-pyrenaicae* (Or. *Quercetalia robori-pyrenicae*, subcl. *Quercio-Fagenea*, cl. *Quercio-Fagetea*). Alguno

de los taxones que sirven para definir florísticamente estas agrupaciones son (SANTA REGINA, 1987):

Acer monspesulanum, *Aquilegia vulgaris* subsp. *dichroa*, *Arabis stenocarpa*, *Arenaria montana*, *Blechnum spicant*, *Brachypodium sylvaticum*, *Castanea sativa*, *Cephalanthera longifolia*, *Dryopteris filix-mas*, *Galium odoratum*, *Genista tournefortii*, *Geum sylvaticum*, *Lathyrus montanus*, *Lilium martagon*, *Lonicera periclymenum*, *Luzula forsteri*, *Milium vernale*, *Omphalodes nitida*, *Physospermum cornubiense*, *Poa nemoralis*, *Polygonatum odoratum*, *Primula vulgaris*, *Quercus pyrenaica*, *Ranunculus ficaria*, *Sanicula europaea*.

Estos melojares se desarrollan sobre Cambisoles húmicos, dísticos o incluso Ránkers, predominando de forma clara los primeros, dando impronta al paisaje con su óptimo a los 1.300 m de altitud, enclavándose sobre pendientes suaves, por lo que la orientación no influye sobre la radiación estimada cuyos valores oscilan alrededor de 212.0 cal.cm⁻². día⁻¹ en invierno, 275.9 cal.cm⁻². día⁻¹ en otoño, 513.2 cal.cm⁻². día⁻¹ en primavera y 580.5 cal.cm⁻². día⁻¹ en verano (Figs. 1-4 y Tabla 2), valores muy similares a los calculados en el plano horizontal.

Por otra parte, en casi todo el área objeto de estudio comprendida entre los 900 y 1.850 m aproximadamente, los bosques climácicos han sido reemplazados por bosques de pinos y castaños; los pinos más utilizados son *Pinus pinaster* y *P. sylvestris*, los cuales degradan el medio, impidiendo el crecimiento de plantas nemorales propias de los melojares, a los que han substituído, llegando en algunos casos, incluso a limitar el paso de la luz a límites importantes (*P. sylvestris* en las proximidades de la Plataforma).

La implantación de dichos bosquetes se realiza a partir de los 1.500 m. con orientaciones N, NE, NEN, NON, y NO (SANTA REGINA, 1987) y pendientes que alcanzan el 45 %, estimándose una radiación media de 186.9 cal.cm⁻².

	Valores extremos	Radiación media	Plano horizontal	Orientaciones N, NE, NEN, NON, NO	Orientaciones S, SE, SES, SOS, SO
Primavera	459.5-516.7	513.2	513.8	486.5	515.2
Verano	504.7-597.2	580.5	580.9	543.0	582.6
Otoño	186.9-393.4	275.9	242.2	246.8	303.4
Invierno	133.8-303.4	212.0	220.4	186.9	246.8

Tabla 2. Valores de radiación media que incide en laderas de las Sierra de Béjar durante las cuatro estaciones del año-Cal·cm⁻²·día⁻¹.

Table 2. Mean radiation values on slopes of Sierra de Bejar during the four annual seasons.

día⁻¹ en invierno, 246.8 cal.cm⁻². día⁻¹ en otoño, 486.5 cal.cm⁻². día⁻¹ en primavera y 543.0 cal.cm⁻². día en verano (Figs. 1-4 y Tabla 2).

Las etapas de substitución nanofanerofíticas más notorias de estas formaciones arboladas, están integradas por piornales, que en ocasiones se ven cortejados por brezos, cuando los suelos están más degradados, profundos y bien conservados (Cambisoles húmicos y dístricos). Estos piornales se incluyen en la alianza *Genistion floridae*, la cual agrupa asociaciones predominantemente supramediterráneas, y para las que RIVAS-MARTÍNEZ *et al.* (1986) proponen dos subalianzas, una de las cuales *Genistenion floridae* (or. *Cystisetalia scopario-striati*, cl. *Cystisetea scopario-striati*) es la que corresponde a la zona estudiada. Como especies de carácter más representativas se señalan, entre otras, las siguientes:

Adenocarpus hispanicus, *Genista florida*, *Cytisus striatus*, *Thymus mastychina*, *Genista falcata*.

Asimismo estas etapas se desarrollan sobre terrenos con abundantes afloramientos rocosos en pendientes muy elevadas (más del 50 % en algunas zonas) por lo que estimamos grandes contrastes de radiación en orientaciones S, SE, SES, SOS y SO, con una escasa humedad relativa, producida por unos valores de radiación más elevados, así estas superficies en ladera interceptan una radiación global media de 246.8 cal.cm⁻². día⁻¹ en invierno, 303.4 cal.cm⁻². día⁻¹ en otoño, 515.2 cal.cm⁻². día⁻¹ en primavera y 582.6 cal.cm⁻². día⁻¹ en verano (Figs. 1-4 y Tabla 2).

Además de los piornales son destacables dos tipos de formaciones vegetales presentes en la zona, como etapas subsidiarias en claros de bosque o ambientes de orla, son los espinares y herbazales nitrófilos vivaces de ambientes subnemorales. Los primeros están representados por la alianza *Pruno-Rubion ulmifolii* (Or. *Prunetalia espinosae*, subcl. *Rhamno-Prunenea spinosae*, cl. *Quercu-Fagetea*), que agrupa la vegetación constituida por espinares y matorrales caducifolios, intrincados y espesos donde son frecuentes los elementos escandentes; se sitúan sobre suelos profundos más o menos eutrofos. Como elementos de carácter se pueden anotar entre otros:

Bryonia cretica subsp. *dioica*, *Clematis vitalba*, *Crataegus monogyna*, *Lonicera periclymenum*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Rubus ulmifolius*, *Tamus comunis*.

Los herbazales nitrófilos vivaces propios de linderos de bosque o de sus etapas aclaradas y por tanto, con un neto carácter esciófilo y subesciófilo, están representados en la zona por la alianza *Linarion triornitophorae* (or. *Origanetalia vulgaris*, subcl. *Trifolio medii-Geranienea sanguinei*, cl. *Quercu-Fagetea*). LADERO *et al.* (1985) consideran que esta alianza se presenta en el área carpetano-ibérico-leonesa con ciertas irradiaciones a la provincia corológica Luso-Extremadurese, situándose en el piso supramediterráneo húmedo y subhúmedo de los sectores Bejarano-gredense y Salmantino.

Como especies de carácter para alianza y unidades superiores están representadas, entre otras:

Agrimonia eupatoria, *Aquilegia vulgaris*, *Arabis estenocarpa*, *Astragalus glycyphyllos*, *Calamintha sylvatica*, *Clinopodium vulgare*, *Geranium sanguineum*, *Knautia arvensis*, *Lathyrus latifolius*, *L. niger*, *Linaria triornithophora*, *Omphalodes nitida*, *Origanum virens*.

1.b. Series edafófilas riparias

Además de las correspondientes series climatófilas, se hallan en la zona una serie de formaciones higrófilas que se corresponden con las alisedas, fresnedas, choperas, olmedas, pobedas, saucedas y alguna pequeña agrupación de abedules; todas ellas propias de ambientes riparios, que se incluyen desde la perspectiva fitosociológica en las siguientes alianzas: *Osmundo alnion* (Br.-Bl., et al., 1956); *Fraxino angustifoliae - Ulmenion minoris* RIVAS-MARTÍNEZ; 1975); y *Salicion salvifoliae* (RIVAS-MARTÍNEZ et al., 1984). las dos primeras se incluyen en el seno del orden *Populetalia albae* (Br.-Bl., 1931), el cual comprende los bosques caducifolios de óptimo mediterráneo, condicionados por la humedad edáfica propia de las proximidades de márgenes de ríos y cursos de agua más o menos permanentes (ripisilvas). Estas series no se caracterizan por su clara dependencia de la radiación incidente, sino más bien por el factor edáfico e higrófilo. Entre las especies características del orden *Populetalia albae* (subclase *Salici-Populenea albae*, cl. *Querco-Fagetea*, en la zona están como más representativas:

Arum maculatum, *Athyrium filix-foemina*, *Brachypodium sylvaticum*, *Bryonia cretica*, *Cucubalus bacifer*, *Frangula alnus*, *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Ranunculus ficaria*, *Salix fragilis*, *Sambucus nigra*, *Ulmus minor*

Las alisedas constituyen formaciones arboladas que jalonan los cursos de agua y en las que el aliso es el principal integrante, con el que conviven chopos, pobos, fresnos y sauces, siendo en ocasiones, substituidos por formaciones de choperas o pobedas.

En general, se trata de agrupaciones muy alteradas dada la presión humana sobre estos ambientes riparios. Entre los vegetales que más genuinamente caracterizan estas fitocenosis de *Osmundo alnion*, se pueden destacar:

Alnus glutinosa, *Galium broteranum*, *Osmunda regalis*, *Pentaglotis sempervirens*, *Scrophularia scorodonia*, *Thalictrum flavum* subsp. *glaucum*.

Las fresnedas y olmedas, al igual que las alisedas se hallan muy alteradas y, por ende, empobrecidas en elementos característicos (pertenecen a la alianza *Fraxino angustifolia-Ulmenion minoris* or. *Populetalia-albae* (RIVAS MARTÍNEZ, 1975).

Finalmente, las saucedas se incluyen, también desde la óptica fitosociológica, en el or. *Salicetalia purpureae* y al igual que el orden precedente, en la sub-

clase *Salici-populenea albae* de la clase *Quercu-Fagenea*. Son asimismo, formaciones fanerofíticas y caducifolias, situándose en los márgenes de cursos de agua, como vegetación fanerofítica pionera en la colonización de estos ámbitos. La principal especie de carácter en la zona es *Salix atrocinerea*.

2. Piso oromediterráneo

En él se localiza la serie silicícola bejarano-gredense occidental y salmantina (Peña de Francia) del piorno serrano *Cytiso oromediterranei-Echinoparteto pulviniformis sigmentum* (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1986), constituye el límite altitudinal de la vegetación fanerofítica en la zona y está representado en el área básicamente por la alianza *Pino-Cytision oromediterranei* (RIVAS-MARTÍNEZ, 1964; RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1986) (*Pino-Juniperetalia*, Pino-Juniperetea), la cual representa un matorral permanente constituido en su mayor parte por *Cytiso oromediterranei-Echinopartetum barnadessi* (RIVAS-MARTÍNEZ, 1963; RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1986). Se desarrolla con preferencia sobre suelos rankeriformes y sucede en altitud a la vegetación arbolada, para dar paso, en general a partir de los 1.800 m., a los pastizales hemicriptófitos psicroxerófilos, propios del piso bioclimático crioromediterráneo.

3. Piso crioromediterráneo

La serie crioromediterránea bejarano-gredense silicícola de *Festuca summilisotana* (*Agrostio rupestris-Armerieto bigerrensis* S.) representa la vegetación climática del piso crioromediterráneo del sector Bejarano-Gredense. El pastizal climácico (etapa madura de la serie) queda relegado, debido a las potentes inivaciones y la persistencia de la nieve, a las estaciones donde es posible una mínima edafogénesis no condicionada por procesos de hidromorfía. Son frecuentes los hemicriptófitos de porte almohadillado como *Festuca semilusitana*, *Jasione crispa* subsp. *centralis*, *Agrostis rupestris*, *Armeria bigerrensis*, *Phyteuma hemisphaericum*, etc.

Agradecimiento. El autor desea agradecer al Dr. Juan Antonio Sánchez la ayuda prestada en la determinación de la flórmula de la zona.

Referencias

- ACEITUNO, P.; BLANCO, A. & GARMENDIA, J. (1978). Contribución al estudio de la radiación solar sobre laderas en la provincia de Salamanca. *Av. sobre la invest. en bioclimat.* C.E.B.A. Salamanca, 1070-1138.
- BARKFIELD, B.; HILL, J. & WALKER, J. (1973). Solar radiation on sloping surfaces in Kentucky. Progress Report 208. Univ. of Kentucky: Agr. Experiment. Stn., 1-15.
- BRAUN-BLANQUET, J.; PINTO, A. & ROZEIRA, A. (1956). Resultats du deux excursions geobotaniques a travers de Portugal septentrional et Moyen. II chenaille a feuilles caduques «*Quercion occidentale* et chenailles a feuilles persistentes (*Quercion fagineae*) au Portugal». *Agron. Lusit.*, 18: 167-235.
- BROCK, T. D. (1981). Calculating solar radiation for ecological studies. *Ecol. Modelling*, 14: 1-19.
- GERBER, H. E. (1981). Microestructure of a radiation fog. *Journal of atmospheric Sciences*, 38, 2: 454-458.
- LADERO, M.; NAVARRO, F.; VALLE, C. & PÉREZ, J. L. (1985). Comunidades herbáceas de lindero, en los bosques carpetano-ibérico-leoneses y luso-extremadurenses». *Studia Botanica*, 4: 7-26.
- LLOYD, W. S. & KENNETH, R. K. (1973). Estimating solar radiation on mountain slopes. *Agricultural Meteorology*, 12: 329-336.
- PAHLSSON, L. (1966). Vegetation and microclimate along a belt transect from the Esker Knivsas». *Bot. Notiser*, 119, 3: 401-418.
- PAHLSSON, L. (1969). Vegetation microclimate and soil moisture of beech wood and open pasture land on the esker Knivsas, Central Scania. *Oikos* suppl., 12: 87-103.
- PAHLSSON, L. (1974). Influence of vegetation on microclimate and soil moisture on Scanian hill. *Oikos*, 25: 176-186.
- RADCLIFFE, J. E. & CHERRY, N. J. (1982). Estimating global radiation on sloping surfaces. *N. Z. J. of Agric. Research*, 25, 281-283.
- REVEFEIM, K. J. A. (1979). Maximation of global daily radiation on sloping surfaces. *N. Z. J. of Sci.*, 22: 293-297.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1963). Estudio de la vegetación y flora de las Sierras de Guadarrama y Gredos. *An. Inst. Bot. Cavanilles*, 21: 5-330.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1964). Esquema de la vegetación potencial y su correspondencia con los suelos de la España peninsular. *An. Inst. Bot. Cavanilles*, 22: 341-405.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1975). Mapa de vegetación de la provincia de Avila. *An. Inst. Bot. Cavanilles*, 32: 1493-1556.

- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (ed.) (1979). Brezales y jarales de Europa occidental. *Rev. Lazarón*, 1. Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias. Universidad Complutense. Madrid.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T. E.; FERNÁNDEZ, J. A., LOIDI, J. & PENAS, A. (1984). *La vegetación de la alta montaña cantábrica. Los Picos de Europa*. León. 295 pp.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ, F. & SÁNCHEZ-MATA, D. (1986). *Datos sobre la vegetación del Sistema Central y Sierra Nevada*. Opuscula Botánica Pharmaciae Complutensis., 136pp.
- SANTA REGINA, I. (1987). *Contribución al estudio de la dinámica de materia orgánica y bioelementos en los bosques de la Sierra de Béjar*. Tesis doctoral. Univ. Salamanca. 464 pp.
- SANTA REGINA, I. (1987). *Estimaciones de la radiación solar según la topografía salmantina*. Diput. Salamanca y el autor. 154 pp.
- SANTA REGINA, I. & BLANCO, A. (1985). Método para calcular la radiación solar que incide en laderas según orientación y pendiente. *Av. Invest. Bioclimatol.*, 1: 565-596.
- SANTA REGINA, I. & BLANCO, A. (1986). Radiación solar que incide en la topografía salmantina: Valores representativos. *Ann. C.E.B.A.S.*, 12: 11-123.
- SWIF, LL. & KENNETH, R.K. (1973). Estimating solar radiation on mountain slopes. *Agricultural Meteorology*, 12: 329-336.

Índice de colores según intervalos de radiación
Colour index according to radiation intervals

	1	104.7 - 133.8	Cal/cm ² .día
	2	133.8 - 168.1	"
	3	168.1 - 186.9	"
	4	186.9 - 212.0	"
	5	212.0 - 246.8	"
	6	246.8 - 275.9	"
	7	275.9 - 303.4	"
	8	303.4 - 322.7	"
	9	322.7 - 353.7	"
	10	353.7 - 393.4	"
	11	393.4 - 436.2	"
	12	436.2 - 449.1	"
	13	449.1 - 459.5	"
	14	459.5 - 474.9	"
	15	474.9 - 486.5	"
	16	486.5 - 504.8	"
	17	504.8 - 513.2	"
	18	513.2 - 516.7	"
	19	516.7 - 532.2	"
	20	532.2 - 543.0	"
	21	543.0 - 580.5	"
	22	580.5 - 597.2	"

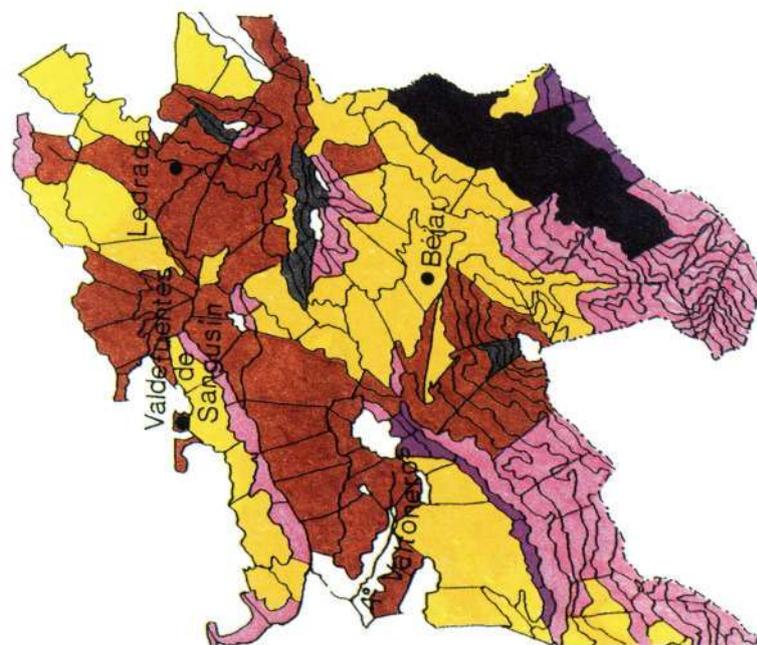


Figura 2. Radiación solar estimada en otoño.
Figure 2. Estimated solar radiation in autumn.

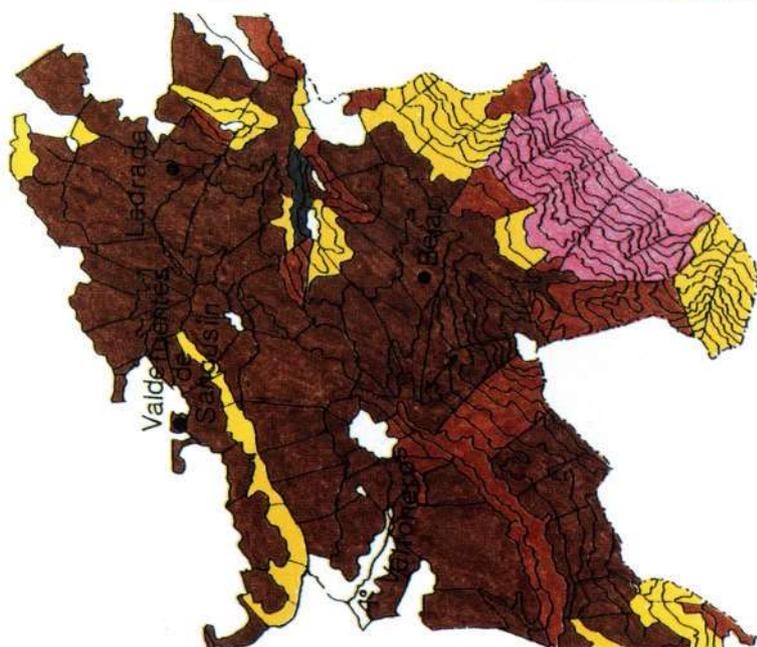


Figura 1. Radiación solar estimada en invierno.
Figure 1. Estimated solar radiation in winter.

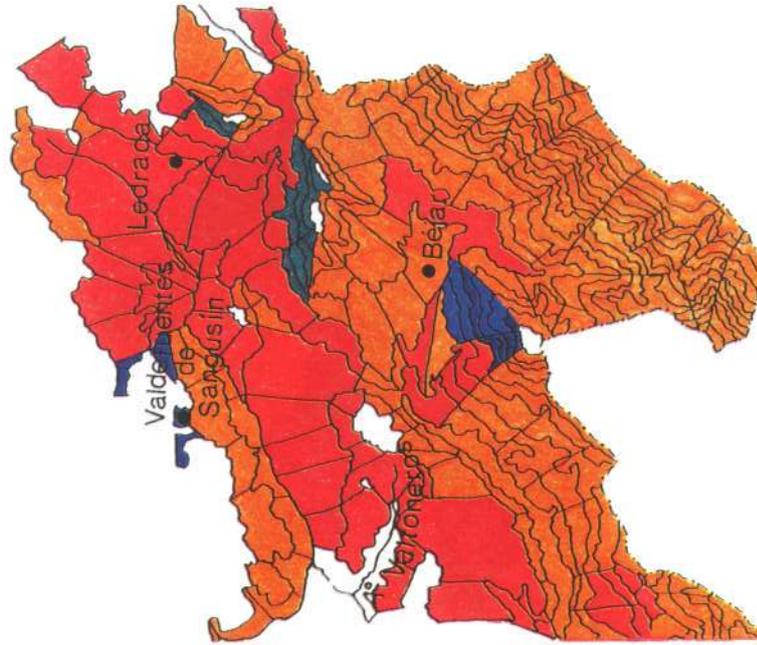


Figura 4. Radiación solar estimada en verano.
Figure 4. Estimated solar radiation in summer.

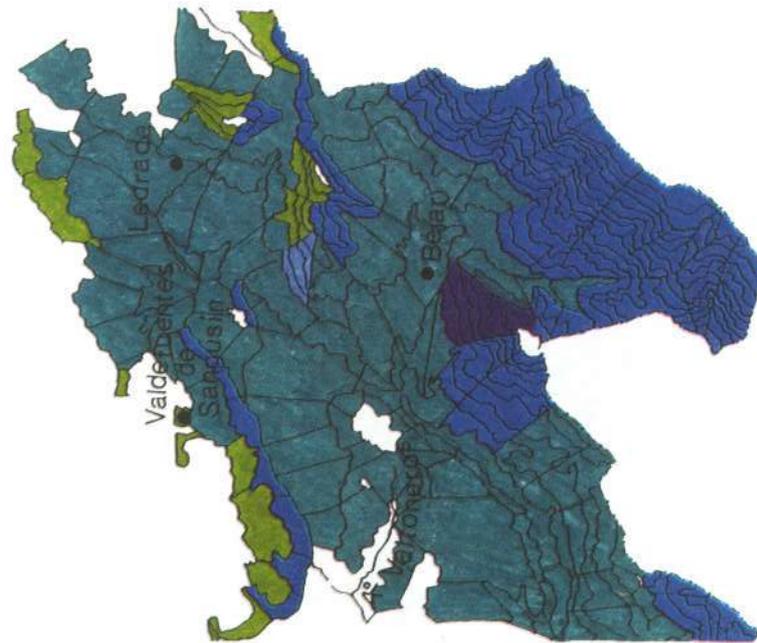


Figura 3. Radiación solar estimada en primavera.
Figure 3. Estimated solar radiation in spring.