

BASES BOTÁNICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL OLIVAR

*Eusebio Cano Carmona*¹

*Ana Cano Ortiz*²

*M^a Carmen Martínez Lombardo*³

¹ Catedrático de Botánica

Dpto. Biología Animal, Vegetal y Ecología.

Área de Botánica. Universidad de Jaén.

² Dra. Biología (Botánica). Técnica Superior.

Dpto. Ingeniería del Agua.

TRAGSATEC. Madrid.

³ Licenciada en Biología.

Dpto Biología Animal, Vegetal y Ecología.

Área de Botánica. Universidad de Jaén.

RESUMEN: El avance científico que ha experimentado la Bioclimatología, ha permitido conocer mejor el funcionamiento de individuos, poblaciones y comunidades vegetales; por ello el estudio e interpretación de los índices bioclimáticos, RIVAS-MARTÍNEZ & LOIDI (1999), ha permitido establecer una estrecha correlación entre los valores de dichos índices y los cultivos. Cuando no se dispone de datos meteorológicos suficientes para aplicar las diversas fórmulas, es necesario acudir a los bioindicadores termoclimáticos y ombroclimáticos, algunos de los cuales han sido recogidos en CANO et al. (2001). En este caso hacemos un estudio bioclimático del provincia de Jaén, correlacionándose con las variedades principales presentes en dichos territorios, estableciéndose los valores de algunos índices importantes para el cultivo como son : índice de Continentalidad (Ic), que marca el intervalo térmico anual, mediante el cual se puede establecer el periodo de actividad vegetativa (PAV); índice ombrotérmico (Io), que nos mide el ombrotipo de la estación; índice de termicidad y de termicidad compensado, que marca el termotipo del territorio (It/Itc), otros índices también a destacar son los índices ombrotérmicos estivales o del primer trimestre más seco del año; a continuación se establece una correlación con las principales variedades de olivo, estableciéndose el óptimo bioclimático para cada una de ellas. Para el cálculo de los índices mencionados se han tratado 33 estaciones meteorológicas, presentes en zonas de cultivo de olivar o en situaciones próximas. Para el estudio de las especies y comunidades vegetales, indicadoras del nivel de nutrientes en suelo, se realizan estudios edáficos y fitosociológicos de las parcelas de muestreo.

SUMMARY: The scientific advance that the Bioclimatology has experienced has allowed to know the working of individuals, populations and vegetable communities; hence the study and interpretation of the index bioclimates, RIVAS-MARTÍNEZ & LOIDI (1999), has allowed to establish a narrow correlation between the values of this indexes and the cultivations. When there is not enough meteorological data to apply the diverse formulas, it is necessary to go to the bioindicator termoclimatic and ombroclimatic, some of which have been picked up in CANO et al. (2001). In this case we make a study bioclimatic at Jaén, being correlated with the main varieties present in this territory, creating the values of some important indexes for the cultivation, like: Index of Continentalidad (Ic) that marks the thermal annual interval, which can establish the period of vegetative activity (PAV); index

BOLETÍN. INSTITUTO DE ESTUDIOS GIENNENSES Enero-Junio. 2011 – Nº 203 – Págs. 325-342 – I.S.S.N.: 0561-3590

Recepción de originales enero 2009

Aceptación definitiva febrero 2009

ombrothermic (I_o) that measures the ombrotype of the station; thermicity index and of compensated thermicity that marks the thermotype of the territory (I_t / I_{tc}), other indexes also to highlight, are the summery index ombrothermic or of the first driest trimester of the year; Showing a correlation with the main olive varieties, settling down the good bioclimatic for each one. For the calculation of the mentioned indexes they have treated 33 meteorological stations, present in areas of olive cultivation or outskirts. For the study of the species and vegetable communities, indicative of nutritious of the floor level, have been carried out studies edaphy and phytosociology of the sampling parcels.

1. INTRODUCCIÓN

El avance de las investigaciones bioclimáticas ha permitido conocer mejor el funcionamiento de los individuos, poblaciones y comunidades. Aplicando los índices RIVAS-MARTÍNEZ & LOIDI (1999) se ha podido establecer una estrecha correlación entre los datos bioclimáticos y las comunidades vegetales, pudiendo caracterizar así cada territorio. No obstante, estas aproximaciones bioclimáticas son también aplicables a los diversos cultivos. La correlación entre dichos índices referidos al macrobioclima Mediterráneo y la distribución de los cultivos de olivo pone de manifiesto claramente el carácter típicamente mediterráneo de *Olea europaea* L.

En el sur de la Península Ibérica el cultivo de olivar ocupa una gran superficie y tiene una extraordinaria importancia socioeconómica. Se cultivan varias variedades: Picual, Cornicabra, Hojiblanca, Lechin, Morisca, Manzanilla, Gordal, Verdial, etc.

De acuerdo con la clasificación bioclimática mencionada anteriormente, casi todos los cultivos de olivar se localizan en zonas con bioclima Mediterráneo pluviestacional oceánico ($I_c < 21$, $I_o > 2.0$), Mediterráneo pluviestacional continental ($I_c > 21$, $I_o > 2.2$) y Mediterráneo xérico continental ($I_c > 21$, $1.0 < I_o < 2.2$), existiendo muy pocos olivares bajo bioclima Mediterráneo xérico oceánico ($I_c < 21$, $1.0 < I_o < 2.2$).

En cuanto a los pisos bioclimáticos prácticamente todos los olivares se localizan en los termotipos termomediterráneo (I_{tc} 350-450) y mesomediterráneo (I_{tc} 210-350), bajo ombroclima semiárido (I_o 1.0-2.0), seco (I_o 2.0-3.6) o subhúmedo (I_o 3.6-7.0); solamente en caso puntuales se localizan cultivos poco extensos en el supramediterráneo (I_{tc} 80-210) y excepcionalmente en el mesomediterráneo húmedo.

Si bien son varios los factores que han condicionado el cultivo de las distintas variedades de olivo en cada zona, no siempre estas variedades

se encuentran en su óptimo ecológico desde el punto de vista bioclimático. Estudios recientes (CANO et al. 2001) han puesto de manifiesto la influencia de la bioclimatología en la producción del olivar, pero la caracterización bioclimática de las distintas variedades no ha sido abordada hasta ahora. Uno de los objetivos del presente trabajo es relacionar la distribución de las variedades de olivo con diversos índices bioclimáticos y caracterizar cada una de ellas por sus requerimientos bioclimáticos. Con ello se pretende aportar nuevos criterios para la planificación agrícola del olivar. Por ello es preciso realizar además estudios biogeográficos y edáficos de los lugares potenciales para el cultivo de olivar. Con toda esta información se pueden proponer modelos de gestión agrícola según CANO et al. (2003).

2. METODOLOGÍA

TERRITORIO DE ESTUDIO

Inicialmente procedemos a identificar las comunidades, su localización y su relación con los cultivos de olivares predominantes en la provincia de Jaén. De esta forma delimitamos el área de estudio, quedando esta encuadrada en el SW de la provincia de Jaén y en el S de Córdoba, considerando esta área de estudio suficientemente representativa para realizar un centenar de muestreos fitosociológicos (figura 1).

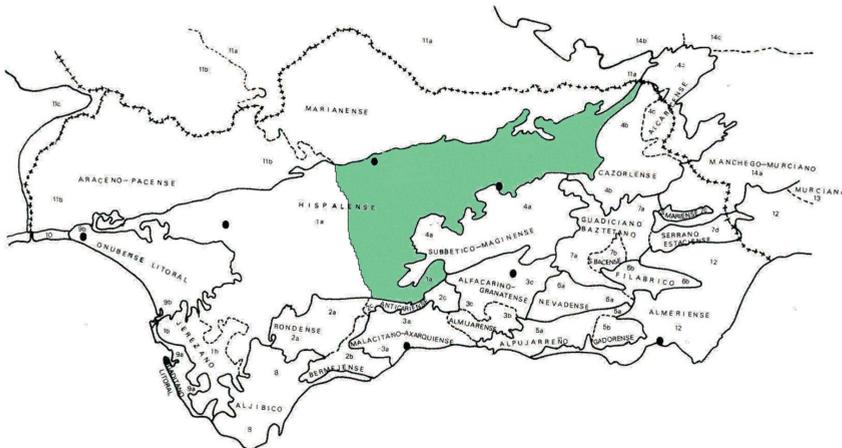


Figura 1.- Localización del área de estudio en la provincia de Córdoba y Jaén.

Nos centramos en la campiña del Valle del Guadalquivir, extensión ampliamente ocupada por olivar así como cereal, algodón y girasol en menor medida. Si bien nos centramos en el área mencionada, también se realizan muestreos botánicos, edáficos y se elaboran los índices bioclimáticos de territorios cercanos del centro-sur de España (Albacete, C. Real, Granada, Málaga, Sevilla, Huelva, Badajoz).

BIOGEOGRAFÍA

Para la descripción de las unidades biogeográficas hemos seguido a RIVAS-MARTÍNEZ et al. (2002). Estando incluido el territorio en la Provincia Bética. La cual presenta un gran número de endemismos y diversidad, además es la única provincia biogeográfica en la que se encuentran presentes todos los pisos bioclimáticos existentes en la región Mediterránea de la Península Ibérica. Su gran diversidad viene dada por su orografía, geología y climatología. Nuestros estudios se encuadran en el Sector Hispalense, subsector hispalense que limita al S con el Sector Subbético y al norte con el Sector Marianico-Monchiquense. Caracterizándose este Sector Hispalense por:

Ser el que mayor extensión territorial tiene, comprendiendo la extensión del Guadalquivir y presentando una gran variedad de materiales. Existen margas acumuladas en las zonas más profundas, dando lugar a los bujeos cuando aparece mucha materia orgánica; también existen materiales sueltos de carácter arenoso y limoso, al pie de la cordilleras Béticas, presentes en la zona periférica de la depresión. El posterior movimiento de elevación de las Subbéticas ampliaron el dominio de las tierras sueltas, y a lo largo del Cuaternario se produce un encajamiento del río Guadalquivir, originándose un modelado suave, con la obtención del actual paisaje alomado presente en el valle de dicho río, con un predominio de los materiales aluviales cuaternarios, limos y margas miocénicas y algunos afloramientos del Triásico en su parte septentrional.

BIOCLIMATOLOGÍA

En la elaboración del presente trabajo se han utilizado datos de 33 estaciones meteorológicas, que se han escogido, bien por estar dentro de áreas de cultivo de olivar o cercanas, en raros casos se han utilizado estaciones lejanas al cultivo; se aplican las fórmulas que aportan valor a los diversos índices RIVAS-MARTÍNEZ (1996): Índice ombrotérmico, $I_o = P_p/T_p$; índice ombrotérmico estival bimestral $I_{s2} = P_{julio+agosto}/T_{julio+agosto}$ e índice ombrotérmico estival trimestral I_{s3}

= $P_{junio+julio+agosto} / T_{junio+julio+agosto}$; índice de continentalidad $I_c = T_{max} - T_{min}$ y el índice de termicidad o en su caso de termicidad compensado $I_t/I_{tc} = (T+M+m)10$. Siendo P_p = Precipitación positiva y T_p = Temperatura positiva, que en el caso que nos ocupa son equivalentes a la precipitación anual y a la temperatura media anual por 12, ya que todos los meses tienen temperatura media superior a cero grados, P = precipitación de los meses indicados, T = temperatura media de los meses indicados, T_{max} = temperatura máxima de las medias del mes más cálido del año, T_{min} = temperatura mínima de las medias del mes más frío del año, T = temperatura media anual, M = media de las temperaturas máximas del mes más frío del año, m = media de las temperaturas mínimas del mes más frío del año.

El I_{tc} se aplica sólo a aquellas estaciones con $I_c > 18$, y se obtiene sumando al I_t un factor de corrección C , así mismo se establece para cada estación el PAV = periodo de actividad vegetativa. El I_o pone de manifiesto el ombrotipo y marca si un territorio es más o menos lluvioso y cual es su respuesta vegetacional, mientras que el I_c manifiesta la continentalidad y el I_t/I_{tc} la termicidad del territorio. Los índices ombrotérmicos estivales son importantes en agronomía puesto que cuanto mayor es la diferencia entre I_{s2} e I_{s3} mayor es la compensación. Para averiguar la dominancia territorial de determinados parámetros bioclimáticos como I_o , I_c e I_t/I_{tc} y poder establecer los termotipos y ombrotipos dominantes, hemos agrupado las estaciones meteorológicas según el número de meses con actividad vegetativa, ya que las diferentes variedades responden bien a dicho criterio, y establecemos tres grandes áreas en todo el territorio: a) territorios con 12 meses de actividad vegetativa, b) 10-11 meses, c) 8-9 meses; llevándose a cabo las medias de los índices mencionados, obteniéndose los I_{om} , I_{cm} , I_t/I_{cm} (tabla 2). Por otra parte hemos utilizado datos anteriores, CANO et al. (1997) sobre producciones, así como las características agronómicas de las variedades expresadas por varios autores como BARRANCO (1998) y GUERRERO (1991) etc, conjugándose cada variedad con el valor de los índices expresados, y solapando el cultivo con cada serie de vegetación (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987), (CANO et al 2003b).

GEOLÓGIA

El Valle del Guadalquivir es un relleno sedimentario formado por materiales blandos que salvo los cuaternarios, todos tienen origen marino. Destacan las margas y margocalizas del Neógeno-Cuaternario y materiales

alóctonos de las Sierras Subbéticas, así como, en la parte más septentrional del valle se da un predominio de materiales triásicos, areniscas fundamentalmente, en detrimento de las margas y margocalizas (cobertera tabular).

Estos materiales geológicos derivan en la formación de diferentes tipos de suelos (AGUILAR et al. 1987). En la zona más septentrional se dan suelos tipo luvisoles crómicos con un pH cercano a la neutralidad, lo cual repercute directamente en la flora de esa zona en concreto. La zona rica en margas y margocalizas, de posición intermedia en el valle, deriva en suelos tipo cambisoles cálcicos y vertisoles ricos en arcillas, suelos propios de campiña destinados fundamentalmente al cultivo del olivar y cereal. Por último, en la zona más meridional hay un predominio de los solonchacks órticos, suelos de tipo salino, ricos en yesos y sales sulfatadas que influyen directamente en la flora.

EDAFOLOGÍA

Para el estudio edáfico se ha seguido a AGUILAR et al. (1987) presentando el Valle del Guadalquivir un predominio de materiales del Trias, con una gran presencia de elementos como margas, calizas, yeso etc. Dando lugar a: Cambisoles crómicos. Cambisoles cálcicos. Fluvisoles calcáreos. Litosoles calcáreos. Luvisoles cálcicos. Luvisoles crómicos. Regosoles calcareos. Soloncharck órtico. Vertisoles. También se toman muestras de suelo y se analizan los principales parámetros edáficos.

ESTUDIO FITOSOCIOLÓGICO

La interpretación de la vegetación a partir de los dominios climáticos (sigmetum) es muy importante para su posterior tratamiento de la vegetación, ya sea para realizar actuaciones agrarias o de otro tipo, es imprescindible el conocimiento de las series de vegetación y los contactos catenales que existen entre las diferentes unidades del paisaje, y de la dinámica vegetal. La Dinámica vegetal se entiende como las sucesiones que se dan en la cubierta vegetal apareciendo diferentes estadios: inicial, intermedio, transición y final. El estadio final se alcanza con el máximo biológico estable en armonía consigo mismo y con los factores ecológicos del entorno.

BRAUM-BLANQUET (1979) distingue entre sucesiones progresivas que se dirigen hacia la clímax y regresivas que se alejan de la clímax, las regresivas normalmente están determinadas por el hombre y los animales, aunque también por los factores ambientales. La relación suelo-ve-

getación es muy importante en la sucesión vegetal. El que la dinámica vegetal llegue a su clímax depende del clima y del suelo en el cual se encuentre, si este está muy degradado o ha sufrido potentes procesos de erosión da lugar a una sucesión regresiva, incluso si su degradación es acusada puede que se instaure una etapa final distinta a la ancestral (VALLE, 1984).

Existen series climatófilas que son aquellas que dependen de las características ambientales generales, especialmente el macroclima territorial. En las series edafófilas el suelo es un factor más importante que el clima. Dentro de estas últimas distinguimos entre edafohigrófilas, correspondientes a las series riparias, y las edafoxerófilas, que responden a las escasez de suelo y a la xericidad.

En la zona de estudio, CANO-ORTIZ (2007) establece tres series climatófilas:

1. Serie termomediterránea bética y algarviense seco-subhúmeda basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Rhamno oleoidis-Quercus rotundifoliae* S.
2. Serie mesomediterránea bética seca basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Paeonio coriaceae-Quercus rotundifoliae* S.
3. Serie mesomediterránea rondense malacitano-almijareense y subbética subhúmeda basófila del quejigo (*Quercus faqinea*): *Viburno tini-Quercus alpestris* S.

Rhamno oleoidis-Quercus rotundifoliae S.

Esta serie se distribuye por los territorios termomediterráneos de sustratos básicos de la provincia Bética, penetrando por el Valle del Guadalquivir hasta la zona más occidental de la provincia de Jaén. Debido al intenso uso agrario del territorio, solo podemos observar pequeños retazos de la clímax de esta serie de vegetación, la cual se corresponde con un encinar de la asociación *Rhamno oleoidis-Quercetum rotundifoliae*, presidido por la encina y acompañado por diversos elementos termófilos como *Olea europea* var. *sylvestris*, *Smilax aspera*, *Chamaerops humilis*, *Tamus comunis*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Aristolochia baetica*, *Asparagus aphyllus* etc.

Paeonio coriaceae-Quercus rotundifoliae S.

Bien distribuida por la provincia Bética, presente en el Alto Valle del Guadalquivir y en todas las sierras Subbéticas. Como cabeza de serie

tenemos un encinar de la asociación *Paeonio coriaceae-Quercetum rotundifoliae*.

La clímax corresponde con un encinar de ombrotipo seco. El estrato arbóreo es ocupado por la especie *Quercus rotundifolia*, y en el estrato arbustivo destaca la presencia de las especies: *Juniperus oxycedrus*, *Crataegus monogyna*, *Daphne gnidium* etc.

Viburno tini-Quercus alpestris S.

La clímax es un quejigar dominado por *Quercus faginea*, *Quercus alpestris*, *Viburnum timus*, *Bupleurum fruticosum*...etc. se trata de una formación que se desarrolla en los pies de monte, sobre suelos profundos del piso mesomediterráneo y ombrotipo subhúmedo, en los territorios Subbéticos y puntualmente en las zonas Ubetenses del Hispalense. Estos bosques están altamente alterados por un uso del suelo agrícola, persisten en pequeños retazos, tanto en sustratos básicos como en sustratos descarbonatados; por ello como primer estadio dinámico pueden presentarse sobre sustratos básicos el coscojar de *Crataegus monogyna-Quercetum cocciferae* y sobre suelos descarbonatados un madroñal de *Bupleuro rigidae-Arbutetum unedonis*, para finalmente originar matorral de *Thymo-Cistetum clusii*, (TORRES et al. 2002).

ÁREA MÍNIMA

Calculamos el área mínima para cada una de las asociaciones, estando esta entre uno y dos metros cuadrados. Para ello procedemos a tomar un área inicial de 0.5 m², realizamos un inventario y vemos el número de especies presentes. Ampliamos esa área a 1m², este aumento lo hacemos consecutivamente de 0.5 en 0.5 m² hasta que llega un momento en el cual el número de especies no aumenta más de un 10% de las presentes en el área inmediatamente inferior. Este proceso se realiza para cada asociación/comunidad numerosas veces, para comprobar que el área mínima es fiable.

ESTUDIO FLORÍSTICO

Se estudian las especies características y compañeras de cada una de las comunidades siguientes: *Papaveri rhoeadis-Diplotaxietum virgatae*. *Fedio cornucopiae-Sinapietum mairei*. *Urtico urentis-Malvetum neglectae*. *Resedo albae-Chrysanthemetum corronarii*. Comunidad de *Rhaphanus raphanistrum*. Realizamos inventarios fitosociológicos, teniendo presentes las

áreas mínimas calculadas, allí donde aparezca la asociación; estos inventarios fitosociológicos llevan los índices de abundancia-dominancia de BRAUM-BLANQUET (1979).

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

BIOCLIMÁTICOS

En la elaboración de la tabla 1 se trabaja con 33 estaciones meteorológicas obteniéndose para cada una de ellas valores de T, P, Io, Ic, It/Itc, Tmax, Tmin, Alt (altitud), Is2, Is3 y Pav (periodo de actividad vegetativa). En el análisis de los parámetros climáticos y bioclimáticos se observa lo siguiente: 1) La mayor parte del territorio muestreado presenta 12 meses de PAV, no hay por tanto paralización por frío, entendiéndose la paralización por frío cuando la T media mensual descienda por debajo de 7.5 °C, Montero Burgos & González Rebollar (1983), que coincide precisamente con los territorios más al sur y suroeste provincial, los cuales presentan un dominio del termotipo termomediterráneo con It/Itcm = 346 y ombrotipo seco con valores de Iom = 2,81 y de Icm = 19,36 mientras que los lugares con un PAV de 8-9 meses son dominantes en el noroeste de la provincia de Jaén, con la particularidad que ambos territorios presentan un termotipo mesomediterráneo superior con It/Itcm = 264,5 y con un Icm (valor medio del Ic) = 19,43, sin embargo el valor de Iom (valor medio del Io) = 4,42, este hecho se debe al efecto pantalla a las borrascas de las sierras de Segura, Las Villas, Cazorla etc., por lo que los Io de las estaciones suelen ser elevados. El termotipo supramediterráneo está poco representado, puesto que son pocos los olivares presentes en dicho termotipo, ya que estos lugares presentan entre 4 y 6 meses de heladas, por lo que pueden considerarse improductivos, pudiendo llegar a secarse los árboles por temperaturas demasiado bajas, lo que ha ocurrido en el 2005, año en el cual el número de días con temperaturas inferiores a -10 °C ha sido elevado, por lo que aquellos cultivos que no se encontraban en su óptimo bioclimático se han helado, lo que sucede en áreas mesomediterráneas superiores y supramediterráneas, e incluso en valles cerrados en los que por inversión térmica el territorio se ha comportado como meso superior o bien como supramediterráneo. Sin embargo en la tabla 1 puede apreciarse que existen estaciones con 10-11 meses de PAV, presentando un termotipo mesomediterráneo inferior que ocupa gran parte de la provincia de Jaén y Córdoba, siendo los valores de Iom = 3,23 Icm = 18,82 e It/Itcm = 304 (tabla 2).

En este análisis de parámetros bioclimáticos que influyen en el olivar es interesante la interpretación del Is2, que presenta valores bajos frente al Is3, lo que se justifica por las lluvias de Junio, presentándose una compensación en aquellas estaciones en las que el Is3 es muy elevado frente al Is2, con lo que queda disminuido el estrés hídrico, evidentemente cuando mas elevado es el cociente entre Is3/Is2 mayor compensación, lo que no significa que el estrés hídrico desaparezca, puesto que las lluvias pueden ser abundantes durante el invierno y primavera, pero ser mínimas en el mes de Junio y no compensar el déficit de Julio y Agosto, así por ejemplo en la tabla 1 la estación de Santiago-Pontones 1148 de pluviometría tiene un Is2 = 0,27 y un Is3 = 0,71, siendo la relación Is3/Is2 =2,62; frente al caso del Pantano de Guadalmena con Is2 = 0,37 e Is3 = 0,55 y una relación Is3/Is2 =1,48. Para estas situaciones es importante tener en cuenta otro parámetro de vital importancia en la gestión del olivar, la ETP y la CR (capacidad de retención de agua en el suelo), que como ya manifestamos CANO et al. (2001b), depende fundamentalmente de la textura, estructura, materia orgánica y cubierta vegetal.

TABLA 1

TABLA GENERAL DE ESTACIONES E ÍNDICES

Estación	P	Io	Ic	It/Itc	Alt	Is2	Is3	Is3/Is2	PAV
1.Vadillo	1182,3	8.42	17.6	199	970	0.48	1.10	2.29	8 (abr-nov)
2.S.Pontones (J)	1148.7	6.98	18.0	214	740	0.53	0.92	1.73	9 (mar-nov)
3.La Iruela (J)	850.1	4.78	19.2	343	933	0.27	0.71	2.62	10 (feb-nov)
4.B. Moraleda (J)	612.1	3.33	19.7	370	887	0.36	0.66	1.83	10 (feb-nov)
5.B. Segura-Perales (J)	785.7	3.52	20.7	253	760	0.43	0.64	1.48	9 (mar-nov)
6.Siles (J)	698.2	4.33	21.6	260	826	0.39	0.75	1.92	9 (mar-nov)
7.V. del Arzobispo (J)	610.8	3.54	19.4	297	685	0.23	0.54	2.34	12 (ene-dic)
8.Villacarrillo (J)	612.3	3.26	20.4	284	794	0.26	0.52	2.00	10 (mar-nov)
9.P. del Dañador (J)	679.1	3.75	18.8	260	700	0.40	0.73	1.85	9 (mar-nov)
10.B. E.-Centenillo (J)	657.4	3.87	19.4	271	824	0.18	0.45	2.50	9 (mar-nov)
11.P. Rumblar (J)	648.9	3.28	18.6	353	300	0.18	0.45	2.50	9 (mar-nov)
12.Torredonjimeno (J)	849.6	3.25	19.7	329	591	0.33	0.55	1.66	12 (ene-dic)
13.P. Tranco de Beas (J)	658.0	4.65	18.2	298	600	0.41	0.81	1.97	10 (feb-nov)
14.Beas de Segura (J)	792.4	3.20	19.7	322	577	0.30	0.58	1.93	12 (ene-dic)
15.Cazorla. ICONA (J)	526.9	4.68	19.2	257	885	0.32	0.74	2.31	9 (mar-nov)
16.Huelma-Solera (J)	653.7	3.20	20.8	293	1084	0.40	0.74	1.85	9 (mar-nov)
17.P. de la Bolera (J)	600.3	3.83	17.0	284	980	0.50	0.90	1.80	10 (feb-nov)
18.Jimena (J)	681.0	3.20	20.0	303	590	0.32	0.69	2.15	11 (feb-nov)
19.A. Real Charilla(J)	505.2	4.05	17.3	270	920	0.42	0.68	1.61	10 (mar-nov)
20.P. del Jándula (J)	609.9	2.50	19.5	339	360	0.17	0.41	2.43	12 (ene-dic)
21.Arjona (J)	581.7	2.97	19.5	406	410	0.25	0.41	1.64	12 (ene-dic)
22.Bailén (J)	463.9	2.70	20.1	369	369	0.14	0.32	2.34	12 (ene-dic)
23.Andújar (J)	578.3	2.13	19.1	371	212	0.17	0.28	1.66	12 (ene-dic)
24.Jaén. Instituto (J)	642.2	2.85	18.8	345	510	0.20	0.40	2.00	12 (ene-dic)

Estación	P	Io	Ic	It/Itc	Alt	Is2	Is3	Is3/Is2	PAV
25.Linares (J)	642.2	3.12	18.3	339	419	0.21	0.52	2.48	12 (ene-dic)
26.L. Torrubias (J)	490.4	2.34	20.3	355	290	0.14	0.31	2.26	12 (ene-dic)
27.Mancha Real (J)	551.6	3.02	18.1	299	753	0.37	0.69	1.87	11 (ene-dic)
28.P. Guadalmena	517.9	2.74	20.0	308	602	0.37	0.55	1.48	11 (feb-dic)
29.L. Fuente Higuera (J)	471.0	2.36	18.6	342	300	0.15	0.30	2.00	12 (ene-dic)
30.Úbeda (J)	579.6	3.03	18.4	313	748	0.22	0.44	2.00	11 (ene-dic)
31.La P. de Segura (J)	674.7	3.55	19.9	305	584	0.35	0.64	1.82	10 (feb-nov)
32.Cabra de S. Cristo (J)	449.9	2.62	17.7	275	938	0.35	0.65	1.86	10 (mar-dic)
33.Úbeda P. Guadiana (J)	404.6	2.24	19.6	285	420	0.23	0.46	2.00	9 (mar-nov)
34.P. Guadalmellato (CO)	698.4	3.42	18.0	349	200	0.40	0.64	1.60	12 (ene-dic)
35.C. La Jarosa (CO)	831.1	4.46	16.5	315	340	0.25	0.31	1.24	12 (ene-dic)
36.Pantano P. Nuevo (CO)	760.6	4.03	17.9	321	410	0.16	0.59	3.68	12 (ene-dic)
37.Villaralto (CO)	501.4	2.66	18.8	310	583	0.42	0.60	1.42	11 (feb-dic)
38.Pozoblanco (CO)	514.4	2.66	19.9	311	649	0.34	0.66	1.94	10 (feb-nov)
39.Aldea de Cuenca (CO)	559.0	2.98	18.1	307	571	0.23	0.67	2.91	12 (ene-dic)
40.H. del Duque Aer. (CO)	476.9	2.68	18.4	284	540	0.42	0.68	1.61	11 (feb-dic)
41.Pedroche (CO)	506.8	2.60	19.2	322	621	0.38	0.63	1.65	12 (ene-dic)
42.La Rambla (CO)	527.4	2.81	17.9	308	200	0.30	0.41	1.37	12 (ene-dic)
43.Castro del Río (CO)	470.7	2.45	20.1	305	210	0.17	0.36	2.12	11 (feb-dic)
44.Montoro (CO)	572.4	2.72	18.1	360	195	0.19	0.37	1.94	12 (ene-dic)
45.Pozoblanco Cerro (CO)	594.7	2.98	19.0	339	500	0.32	0.52	1.62	12 (ene-dic)
46. C. Miraflores (CO)	634.4	2.81	18.8	394	120	0.24	0.44	1.83	12 (ene-dic)
47.C. Aeropuerto (CO)	630.2	3.00	17.6	365	92	0.14	0.34	2.42	12 (ene-dic)
48.Baena. S.E.A. (CO)	519.5	2.60	20.7	326	463	0.25	0.39	1.56	11 (feb-dic)
49.P. Puelblonuevo (CO)	524.1	2.49	19.9	356	550	0.16	0.43	2.62	12 (ene-dic)
50.P. de Baena (CO)	598.6	2.93	18.2	345	150	0.16	0.37	2.31	12 (ene-dic)
51.Posadas (CO)	686.9	3.23	18.4	359	88	0.30	0.50	1.66	12 (ene-dic)
52.P. de Bembezar (CO)	667.5	3.21	17.7	363	100	0.24	0.51	2.12	12 (ene-dic)
53.Lucena. C. Malpa. (CO)	410.0	2.07	16.8	345	280	0.26	0.44	1.69	12 (ene-dic)
54.Carcabuey. Algar (CO)	795.8	4.77	16.3	291	740	0.26	0.60	2.30	12 (ene-dic)
55.Rute. S.E.A. (CO)	636.4	3.31	17.6	327	639	0.27	0.47	1.74	12 (ene-dic)
56.Lucena. C de A (CO)	679.4	3.37	18.1	344	586	0.21	0.46	2.19	12 (ene-dic)
57.Pte. Genil.C. Cordo.(CO)	435.2	2.02	17.9	373	200	0.24	0.39	1.62	12 (ene-dic)

P. Precipitación media anual. Io. Índice ombrotérmico. Ic. Índice de continentalidad (intervalo térmico anual). It/Itc. Índice de termicidad/Índice de termicidad compensado. Alt. Altitud. Is2, Is3 Índices ombrotérmicos compensados. PAV. Periodo de actividad vegetativa.

VARIETADES

Atendiendo a los estudios realizados por CANO et al. (2007) las variedades de olivo responde a distintos valores de los diferentes índices bioclimáticos (tabla 3). Localizándose en el área de una determinada serie de vegetación, por ello CANO et al. (2003) proponen un modelo concreto de gestión agrícola.

3.1. VARIEDAD PICUAL

La variedad Picual tiene su óptimo en el piso termomediterráneo superior y mesomediterráneo inferior con valores de $I_o = 3.6-4.6$, $I_c = 18-20$ e $I_t/I_{tc} = 280/400$, es algo tolerante a las heladas, por ello va bien en el mesomediterráneo inferior donde las heladas oscilan entre 1-2 meses, sin embargo al aguantar bien la humedad edáfica y ser sensible a la sequía debemos colocarla en lugares con ombrotipo entre seco y subhúmedo, es planta indiferente edáfica, pero no va bien en suelos con alta proporción de arcilla (vertisoles), puesto que dichos territorios presentan una CR baja y una ETP elevada, comportándose como si fuesen semiáridos, salvo que con la gestión del suelo se disminuya dicha ETP; este cultivo no va bien en lugares con ombrotipo subhúmedo superior y húmedo, no debiendo ser el $I_o > 4.6$, puesto que en estos ambientes es atacada fácilmente por el repilo, *Spilocaea oleagina*, por lo que los cultivos de dichos territorios presentan un alto coste económico y ambiental para mantener la producción. Esta variedad domina en las provincias de Jaén, Córdoba y Granada, para estar en su óptimo ecológico debemos llevarla al área ocupada por las series siguientes: 1) *Pyro bourgaeanae-Quercus rotundifoliae* s. *faciación termófila con Myrtus communis*. 2) *Paeonio coriaceae-Quercus rotundifoliae* s. *faciación termófila con Pistacia lentiscus*. 3) *Viburno tini-Quercus fagineae* s. 4) *Myrtus communis-Quercus rotundifoliae* s. 5) *Smilaco mauritanicae-Quercus rotundifoliae* s.

3.2. VARIEDAD CORNICABRA

En este caso presenta su óptimo en el piso mesomediterráneo superior irradiando al supramediterráneo inferior, con valores de $I_o = 2.6-3.6$, $I_c = 20-22$ e $I_t/I_{tc} = 210/280$, aguanta bien los fríos por lo que va bien en zonas con 3-4 meses de heladas, aguanta bien la sequía por lo que presenta un ombrotipo seco, y al ser sensible al repilo no debe localizarse en lugares con I_o superior a 3.6, es una variedad ampliamente distribuida en Ciudad Real, Toledo y parte de Albacete. Su óptimo lo encuentra en las series: 1) *Pyro-Quercus rotundifoliae* s. 2) *Quercus rotundifoliae* s, pudiendo ser cultivado al norte y noreste de la provincia de Jaén.

3.3. VARIEDAD HOJIBLANCA

Variedad de óptimo termomediterráneo superior y ombrotipo seco con $I_o = 2.6-3.6$, $I_c = 17-18$ e $I_t/I_{tc} = 350/400$, no tolera las heladas excesivamente, por lo que debemos colocarla en lugares con 1-2 meses de

heladas como máximo, pudiendo irradiar al mesomediterráneo inferior, va bien en ombrotipos secos, por lo que no aguanta los $I_o > 3.6$ al ser sensible al repilo, tuberculosis y verticilosis, y aunque es indiferente edáfica prefiere suelos calizos. Su óptimo se encuentra en las series: 1) *Rhano Olevidis-Quercu rotundifoliae* s. 2) *Myrto communis-Quercu rotundifoliae* s, pudiendo llegar al *PaeonioQuercu rotundifoliae* s. *faciación termófila con Pistacia lentiscus*, por lo que puede ser cultivada en los territorios más térmicos provinciales (CANO et al. 2003a).

3.4. VARIEDAD MORISCA

Variedad con óptimo en el ombrotipo seco y temotipo termomediterráneo superior, que puede irradiar al mesomediterráneo inferior, no aguanta los fríos, pudiendo existir a lo sumo un mes de heladas localizándose en lugares con valores de $I_o = 2.6-3.6$, $I_c = 16-18$, $I_t/I_{tc} = 280/400$, planta que resiste la sequía y los terrenos calizos, por ello va bien en la comarca de la Tierra de Barros (BA), territorios en los que existe cierta basicidad, siendo su PH próximo a 7 (neutro). Por lo que se debe localizar en la serie de los encinares del *Pyro-Quercu rotundifoliae* s. *faciación basófila y faciación termófila*, variedad que puede cultivarse también en el área ocupada por la serie del *Myrto-Quercu rotundifoliae* s. Es factible su cultivo en zonas septentrionales del valle del Guadalquivir (Jaén).

3.5. VARIEDAD MANZANILLA

En este caso tenemos una variedad de mesa, que ocupa áreas sevillanas y de Badajoz, proyectándose hacia los territorios de Cáceres, donde recibe el nombre de manzanilla cacereña, es sensible al frío, siendo de óptimo termomediterráneo que puede irradiar al mesomediterráneo inferior, planta sensible al repilo, tuberculosis y verticilosis, por lo que debe localizarse en zonas ombrotipo seco, correspondiendo para este caso los valores de los índices bioclimáticos a $I_o = 2.6-3.6$, $I_c = 15-17$ e $I_t/I_{tc} = 280/450$, puede ocupar el área de la variedad morisca, se localiza por tanto en las mismas series que dicha variedad morisca.

3.6. VARIEDAD GORDAL

Al contrario que la variedad anterior en este caso se trata de una variedad que es resistente al frío, y además necesita un número determinado de horas de frío para florecer, por lo que su óptimo es mesomedi-

terráneo, es variedad resistente al repilo por lo que podremos situarla en ombrotipo seco-suhúmedo, debiendo localizarse por tanto en los lugares con valores de $I_o = 3.6-4.6$, $I_c = 18-20$ e $I_t/I_{tc} = 210/350$. En consecuencia debe cultivarse en el área ocupada por las mismas series que las variedades Picual y Hojiblanca, esto nos obliga a reconsiderar el cultivo de Gordal en áreas termomediterráneas, puesto que dicha variedad no se encuentra en su óptimo ecológico, siendo esta entre otras razones causa de la vecería.

Teniendo en cuenta el incremento considerable de la superficie cultivada de olivar en el momento actual, y como manifiesta BARRANCO (1998), es necesario realizar ensayos de adaptación con todas aquellas variedades, muy alejadas de su cultivo habitual; así por ejemplo la variedad Empeltre, cuya área tradicional de cultivo se ha localizado en el valle del Ebro, se debe tener en cuenta para el caso hipotético de querer introducirla en Andalucía, que esta variedad no resiste las heladas, que presenta una cierta resistencia a la tuberculosis y verticilosis, por lo que en nuestra opinión puede ser importante para su cultivo en áreas termomediterráneas con I_t/I_{tc} próximo a 350, I_c con valores que oscilen entre 12-15 e $I_o > 3.6$. La variedad Arbequina cuyas plantaciones están proliferando en Andalucía es resistente al frío, y no aguanta bien los suelos altamente calizos, es tolerante al repilo y a la verticilosis. GUERRERO (1991) manifiesta que en los ensayos ha presentado un buen comportamiento por lo que puede cultivarse en Andalucía. En nuestra opinión se debe proyectar dicha variedad sobre suelos no demasiado calizos, en el piso bioclimático mesomediterráneo con termotipo, I_t/I_{tc} que oscile entre 210/350, con un I_c próximo a 20 y un $I_o > 3.6$.

TABLA 2

VALORES MEDIOS DE LOS ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS POR TERRITORIOS SEGÚN PAV.

PAV	I_{om}	I_{cm}	I_t/I_{tc}	Termotipo dominante	Ombrotipo dominante
12 meses	2,81	19,36	346	Termomediterráneo superior	Seco
10 a 11 meses	3,23	18,82	304	Mesomediterráneo inferior	Seco
8 a 9 meses	4,42	19,43	264	Mesomediterráneo superior	Subh.

Tabla 3

RELACIÓN ENTRE VARIEDADES, VALORES DE ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS Y VEGETACIÓN

	Io	Ic	It/Itc	Vegetación Potencial
Variedades				
Picual	3.5-4.5	18-20	280-400	Encinares termomediterráneos indiferentes edáficos Encinares mesomediterráneos termófilos indiferentes edáficos Quejigares mesomediterráneos basófilos
Cornicabra	2.5-3.5	20-22	210-280	Encinares mesomediterráneos silicícolas y basófilos
Hojiblanca	2.5-3.5	17-18	350-400	Encinares termo-mesomediterráneos inf. basófilos
Morisca	2.5-3.5	16-18	280-400	Encinares termo-mesomediterráneos termófilos indif. edáficos
Manzanilla	2.5-3-5	15-17	280-450	Encinares termomediterráneos indiferentes edáficos
Gordal	3.5-4.5	18-20	210-350	Iden Picual y Hojiblanca

Análisis de Bioindicadores

1.- *As. Fedio-Sinapietum mairei* y *Papaveri-Diplotaxietum virgatae*.

Ambas asociaciones presentan un valor medio alto de C.I.C. (12,241-14,073), como consecuencia de una M.O.O. cuyo valor medio (1,039-1,029) y una textura limo-arcillosa, lo que se traduce también en una CR elevada ya que estos suelos presentan una pF 15 atmósferas (18,788-18,547), lo que hace que presenten unos valores altos de Mg de cambio (2,828-2,343), K de cambio (0,841-0,991) y P asimilable muy alto (13,10-16,05). Atendiendo a estos valores, aquellos lugares en los que se presente alguna de estas dos asociaciones podemos caracterizarlos como óptimos para el cultivo, siempre que el índice ombrotérmico I_o sea igual o algo mayor de 3,6 (CANO et al. 1997), por lo que las posibles carencias nutricionales deben ser mínimas.

2.- *As. Resedo-Chrysanthemetum coronarii* y *Urtico-Malvetum neglectae*.

Las dos asociaciones se obtienen a partir del *Fedio-Sinapietum mairei* y del *Papaveri-Diplotaxietum virgatae*, con respecto a estas presentan una C.I.C. algo menor (11,326-8,944), pero superan en M.O.O. (1,611-1,056) y en Nitrógeno total (0,131-0,098), no obstante las bases de cambio siguen siendo altas, Mg de cambio (2,726-1,637), K de cambio (1,488-0,902), aumentando la cantidad de P asimilable (21,800-22,143).

Sin embargo la gran diferencia edáfica con respecto a *Fedio-Sinapietum mairei* y *Resedo-Chrysanthemetum coronarii*, está en la textura que es francamente arenosa, por lo que la CR es menor, por ello pF 15 atmosferas tiene un valor que oscila entre (13,453-11,030). Con estos datos, consideramos a estos suelos nitrófilos con alta C.I.C y bases de cambio, por ello son suelos ricos que ante un I_0 igual o superior a 3,6 no necesita abonado alguno para obtener éxito en el cultivo.

3.- Comunidad de *Raphanus raphanistrum*

Siempre que existe un dominio de *Raphanus raphanistrum*, estamos ante suelos pobres en bases, con baja C.I.C. y una CR muy baja que provocará un déficit hídrico en el cultivo, al ser el pH ácido, ácido-neutro, neutro-básico o ligeramente básico, la cantidad de P asimilable es pequeña por encontrarse atrapado, por lo que es necesario aportarlo o provocar una remoción, así mismo el bajo contenido en M.O.O. y en Nitrógeno total, sugiere el incrementar el contenido en estos elementos, por lo que esta comunidad actúa como indicador de niveles bajos en N-P-K.

En la tabla 4 representamos los valores medios de diversos parámetros, pudiéndose comprobar los altos valores que presentan dichos parámetros en las cuatro primeras asociaciones de la tabla a excepción de la salinidad que es baja en *Papaveri-Diplotaxietum virgatae* y la CR que pasa a ser media en *Resedo-Chrysanthemetum coronarii* y *Urtico-Malvetum neglectae*, como consecuencia del mayor contenido en arena que de limos, siendo destacable los altos niveles de P asimilable, K y Mg de cambio. Sin embargo la Comunidad de *Raphanus raphanistrum* representa el polo opuesto, ya que los valores medios de todos los parámetros son muy bajos, tratándose de una comunidad oligótrofa que se desarrolla sobre suelos pobres en nutrientes, por lo que los cultivos de olivar deben recibir aporte externo de dichos nutrientes o bien ser sometidos a técnicas de cultivo diferentes a las actuales (CANO-ORTIZ, 2007).

Tabla 4 (Valores medios de algunos parámetros edáficos)

	C.I.C	M.O.O.	N _t	P _a	Mg _c	K _c	P ^F _{15atmósferas}	Textura	CR	Sa	pH
F-S	12,242	1,039	0,086	13,10	2,828	0,841	18,788	L-A	A	0,689	8,06
P-D	14,073	1,029	0,090	16,05	2,343	0,991	18,547	L-A	A	0,277	8,08
R-C	11,326	1,611	0,131	21,80	2,726	1,488	13,453	A-L	M	0,494	7,94
U-M	8,944	1,056	0,098	22,14	1,637	0,902	11,030	A-L	M	0,783	7,50
L-R	6,739	0,725	0,063	4,618	0,915	0,270	7,695	A	B	0,233	6,78

F-S= *Fedio-Sinapietum*, P-D= *Papaveri-Diplotaxietum*, R-S= *Resedo-Chrysanthemetum*, U-M= *Urtico-Malvetum*, L-R= *Comunidad de Raphanus raphanistrum*.

C.I.C. = Capacidad de Intercambio Catiónico. M.O.O. = Materia Orgánica Oxidable. N_t = Nitrógeno total. P_a = Fósforo asimilable. Mg_c = Magnesio de cambio. K_c = Potasio de cambio. L-A = Limo-Arcillosa. A-L = Areno-Limosa. A = Arenosa. CR = Capacidad de retención (A, alta, M, media, B, baja). Sa = Salinidad.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, J., DELGADO, G., DELDADO, R., DELGADO, M., FERNÁNDEZ, I., NOGALES, R., ORTEGA, E., PÁRRAGA, J., SAURA, I., SIERRA, C. & SIMÓN, M. (1987). *Memoria del mapa de suelos de la provincia de Jaén (E. 1:200:000)*. Excma. Dip. Prov. De Jaén
- BRAUM-BLNQUET, J. (1979). *Fitosociología*. Ed. Blume. Madrid
- BARRANCO, D., FERNÁNDEZ ESCOBAR, R. & RALLO, L. (1998). *El cultivo del olivo*. Ed. Mundi-Prensa, Junta Andalucía, pp. 1-651.
- CANO-ORTIZ, A. (2007). Bioindicadores ecológicos y manejo de cubiertas vegetales como herramienta para la implantación de una agricultura sostenible. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén.
- CANO, E., GARCÍA-FUENTES, A., TORRES, J.A., SALAZAR, C., MELENDO, M., PINTO GOMES, C. & VALLE, F. (1997). Phytosociologie appliquée a la planification agricole, *Colloques Phytosociologiques*, vol. XXVII, pp. 1007-1022.
- CANO, E., RUIZ, L., & CANO-ORTIZ, A. (2001a). Influencia de la Bioclimatología en la producción del olivar. *Aldaba*, vol. 11, diciembre, pp. 151-155.
- CANO, E., RUIZ, L. & CANO-ORTIZ, A.. (2001b). Análisis de las técnicas de cultivo en el olivar. *Aldaba*, vol. II, diciembre, pp. 157-162.
- CANO, E., CANO-ORTIZ, A. & MONTILLA, R.J. (2003a). Encuadre bioclimático de algunas variedades de *Olea europaea* en el sur de España. *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses* 184:31-36
- CANO, E., RUIZ, L., CANO-ORTIZ, A. & NIETO, J. (2003b). *Bases para el establecimiento de modelos de gestión agrícola y forestal* in Memorial al prof. Dr. Isidoro Ruiz Martínez. Serv. Publ. Univ. de Jaén 131-142
- CANO, E., CANO-ORTIZ, A. & MONTILLA, R.J. (2007). Bioclimatología y olivar en la provincia de Jaén: Establecimiento de áreas de cultivo para algunas variedades de olivo. I congreso de cultura del olivo. IEG. Pág. 517-528.
- GUERRERO GARCÍA, A. (1991). *Nueva Olivicultura*. Ed. Mundi-Prensa, pp. 1-271
- MONTERO BURGOS, J.L. & GONZÁLEZ REBOLLAR, J.L. (1983). *Diagramas Bioclimáticos*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA, pp. 1-379.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1987). *Mapa de series de vegetación de España a escala 1:400.000*. Ministerio de Agricultura. Pesca y Alimentación. ICONA, pp. 1-208

- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1996). Clasificación Bioclimática de la Tierra. *Folia Botánica Matritensis*, vol XVI, pp. 1-32.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. & LOIDI, J. (1999). Bioclimatology of the Iberian Peninsula. *Itinera Geobotanica*, vol. 13: 41-47.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T.E., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F., Izco, J., Loidi, J., Lousa, M. & Penas, A. (2002). Vascular Plant Communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotánica*, vol 15 (1-2): 1-922
- TORRES, J.A., VALLE, F, PINTO, C., GARCÍA FUENTES, A., SALAZAR, C. & CANO, E. (2002). *Arbutus unedo* L. communities in southern Iberian Peninsula mountains. *Plant Ecology* 160:207-223.
- VALLE, F (1984). *Degradación del suelo. Alteración de la cubierta vegetal*. Excma. Dip. Granada. 139-144.

CIENCIAS SOCIALES

