

# Distribución ecológica en función del pH de varias especies leñosas mediterráneas en Sierra Morena (España)

Miguel Ángel Núñez Granados, Rafael Tamajón Gómez & José Manuel Recio Espejo (\*)

**Resumen:** Núñez Granados, M. A., Tamajón Gómez, R. & Recio Espejo, J. M. *Distribución ecológica en función del pH de varias especies leñosas mediterráneas en Sierra Morena (España)*. *Lazaroa* 24: 49-60 (2003).

Se ha estudiado el comportamiento ecológico de 17 especies leñosas mediterráneas (*Arbutus unedo*, *Cistus albidus*, *C. ladanifer*, *C. monspeliensis*, *C. salvifolius*, *Erica arborea*, *E. australis*, *Genista hirsuta*, *Lavandula stoechas*, *Phillyrea angustifolia*, *Phlomis purpurea*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus rotundifolia*, *Q. suber*, *Q. coccifera*, *Q. faginea*, *Rosmarinus officinalis*) con respecto al pH del suelo en la región de Sierra Morena. Para ello han sido considerados tanto el valor óptimo y la amplitud ecológicos de cada especie en base a sus medias aritméticas y desviaciones estándar, respectivamente. Como resultado de este análisis se han detectado distribuciones netamente acidófilas como las de *A. unedo*, *C. ladanifer*, *E. arborea*, *E. australis* y *L. stoechas* (valores medios inferiores a 5,6) frente a otras de tendencia neutrófila-basófila como *C. albidus* y *Ph. purpurea* (valores medios de 6,8), además de otras claramente indiferentes a la reacción del suelo como *Q. coccifera*, *R. officinalis*, *P. lentiscus* y *Q. rotundifolia* (rangos superiores a 4,0).

**Abstract:** Núñez Granados, M. A., Tamajón Gómez, R. & Recio Espejo, J. M. *Ecological distribution of some mediterranean woody species in Sierra Morena region (Spain) by means of pH*. *Lazaroa* 24: 49-60 (2003).

This work deals with ecological behavior of 17 mediterranean woody species (*Arbutus unedo*, *Cistus albidus*, *C. ladanifer*, *C. monspeliensis*, *C. salvifolius*, *Erica arborea*, *E. australis*, *Genista hirsuta*, *Lavandula stoechas*, *Phillyrea angustifolia*, *Phlomis purpurea*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus rotundifolia*, *Q. suber*, *Q. coccifera*, *Q. faginea*, *Rosmarinus officinalis*) depending on pH of soil in the Sierra Morena region. We take account the optimum value and the ecological amplitude for each specie according to the means and standar deviations respectively. So we describe acid distributions like *A. unedo*, *C. ladanifer*, *E. arborea*, *E. australis* y *L. stoechas* (means less than 5,6) and neutral-alkaline species like *C. albidus* y *Ph. purpurea* (means of 6,8). *Q. coccifera*, *R. officinalis*, *P. lentiscus* y *Q. rotundifolia* show indifferent edafic behavior.

## INTRODUCCIÓN

La riqueza en nutrientes disponibles del suelo juega un papel fundamental en la distribución ecológica de muchas especies vegetales (AUBERT, 1978; BRUNET & al, 1997; CLARK & al, 1999; COUSINS & ERIKSSON, 2001). Asimismo es generalmente aceptada la estrecha relación existente entre esta disponibilidad de nutrientes y el pH del suelo. De este modo PORTA & al (1994) señalan máximas disponibilidades para suelos con valores de pH entre 6,1 y 6,5, además de destacar la ausencia de carbonatos edáficos a pHs inferiores a 7,0. Por otro lado, BRADY (1990) señala el estado insoluble del fósforo y otros nutrientes a valores extremos de pH, así como la toxicidad del aluminio libre en sustratos muy ácidos.

Esta estrecha relación junto a la simplicidad del cálculo del pH edáfico justifican que desde trabajos como los de BLANQUET (1979) hasta los más recientes de BASANTA & al. (1984) y ARROYO & MARAÑÓN (1990) hayan utilizado el valor del pH de los suelos como indicador de la disponibilidad de los nutrientes edáficos.

Sin embargo son mayoritarios aquellos trabajos donde las características tróficas del suelo han sido consideradas en términos tan sólo cualitativos (*especies acidófilas-basófilas*, *oligotrofas-mesotrofas* o *suelos con pobreza-riqueza de nutrientes*) (CEBALLOS & RUIZ, 1979; RIVAS-MARTÍNEZ, 1968; SANTOS & LAREDO, 1989). Otros autores han hecho referencia exclusivamente al material geológico o al tipo de suelo que soporta la vegetación, sin abundar en las características físico-químicas del sustrato

\*Área de Ecología. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. Colonia de San José, casa n.º 3. 14071 Córdoba. España. E-mail: nugrm@uco.es; bvreesj@uco.es.

(CANO & VALLE, 1990; NIETO-CALDERA & al., 1990).

En el marco mediterráneo han sido descritas algunas situaciones que evidencian esta relación entre pH del suelo y vegetación. Así se citan especies netamente acidófilas como *Erica australis* (RIVAS-MARTÍNEZ, 1979) o basófilas como *Cistus albidus* (IZCO, 1972), además de otras con rangos de tolerancia ecológica mayores con respecto al pH, como los casos de *Quercus rotundifolia* (BARBERO & al., 1992) o *Pistacia lentiscus* (CEBALLOS & RUIZ, 1979).

Con este trabajo se pretenden poner de manifiesto algunos aspectos ecológicos con respecto al pH de 17 especies leñosas mediterráneas de Sierra Morena. Se hace especial hincapié en los valores medios y amplitudes de pH para cada una de las especies estudiadas así como la tendencia a la acidofilia de las mismas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente trabajo se estudia la frecuencia de aparición de 17 especies arbóreas y arbustivas mediterráneas (*Arbutus unedo*, *Cistus albidus*, *C. ladanifer*, *C. monspeliensis*, *C. salvifolius*, *Erica arborea*, *E. australis*, *Genista hirsuta*, *Lavandula stoechas*, *Phillyrea angustifolia*, *Phlomis purpurea*,

*Pistacia lentiscus*, *Quercus rotundifolia*, *Q. suber*, *Q. coccifera*, *Q. faginea* y *Rosmarinus officinalis*) con respecto al pH del suelo en un total de 201 perfiles edáficos (Tabla 1) distribuidos entre los parques naturales de S<sup>a</sup> de Aracena-Picos de Aroche (Huelva, 39 perfiles), S<sup>a</sup> de Hornachuelos (Córdoba, 84 perfiles) y S<sup>a</sup> de Andújar (Jaén, 78 perfiles). Dichos perfiles fueron analizados en el marco de tres proyectos de investigación sobre cartografía de unidades geomorfoedáficas encargados por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía durante el periodo 1992-1998.

La determinación del pH se realizó en pasta de suelo saturada en agua (1:1), según GUTIÁN & CARBALLAS (1976). De cada perfil se tomaron muestras de cada uno de los horizontes edáficos identificados. Para suelos esqueléticos, con profundidades menores a 25 cm y de secuencia AR o AC, se consideró exclusivamente el valor del pH del horizonte superficial. En aquellos casos donde la profundidad del suelo era mayor y la secuencia de horizontes más compleja, se asignó a cada perfil una media ponderada entre los valores de pH de los horizontes no superficiales en función de su espesor.

La identificación de la vegetación se hizo sobre parcelas de 25 m x 25 m en torno a los perfiles de suelos analizados. Se valoró exclusivamente la presencia-ausencia de especies sobre los perfiles estudiados, sin considerar otros aspectos fitoecológicos

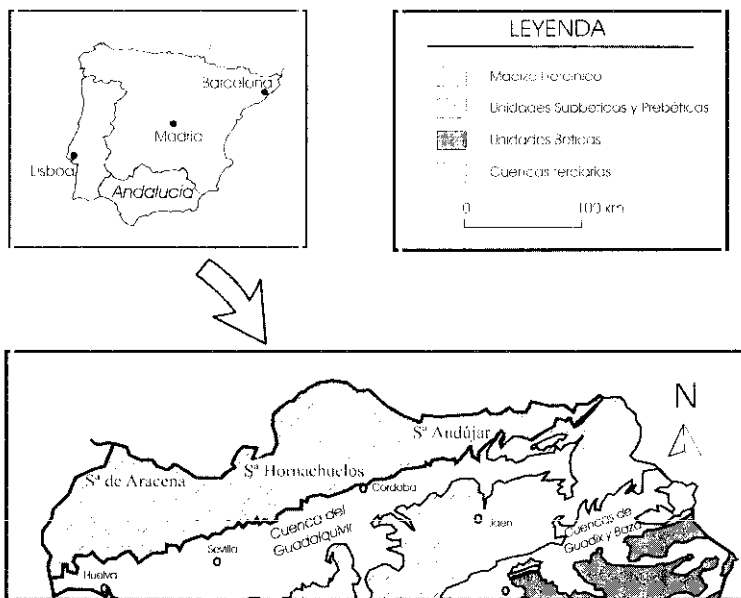


Figura 1.- Localización del área de estudio.

Tabla 1  
 pH de las parcelas estudiadas en el Parque Natural de la Sierra de Andújar (Sierra Morena, Andalucía). Para cada una de las parcelas se indica la presencia de las especies seleccionadas, así como las coordenadas U.T.M.

PARCELA	pH	CLA	QRO	QSU	ROF	CAL	LST	PLE	GHI	PPU	CSA	EAU	AUN	PAN	CMO	QCO	QFA	EAR	COOR
AND-01	4,8	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	✓	---	---	425,10-4247,12
AND-02	6,8	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	420,86-4247,27
AND-03	5	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	421,92-4247,03
AND-04	5,6	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	423,10-4247,80
AND-05	6,3	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	424,95-4247,31
AND-09	4,3	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	424,93-4244,51
AND-11	4,3	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	423,85-4242,46
AND-12	5,3	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	423,80-4242,50
AND-13	4,4	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	421,81-4244,15
AND-14	5,6	✓	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	422,21-4244,79
AND-15	5,5	✓	✓	---	✓	---	---	✓	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	416,10-4245,65
AND-16	6,1	✓	---	---	✓	---	---	✓	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	415,10-4245,27
AND-17	4,7	---	✓	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	420,16-4243,76
AND-18	6,3	✓	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	418,96-4243,32
AND-19	4,6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	415,04-4243,13
AND-21	4,7	✓	✓	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	429,05-4243,70
AND-22	5,9	✓	✓	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	429,40-4243,11
AND-23	5,9	✓	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	430,60-4240,55
AND-24	6	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	430,35-4240,45
AND-25	5,6	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	426,00-4242,00
AND-27	6,1	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	425,56-4242,29
AND-28	4,3	✓	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	405,95-4242,35
AND-29	6,1	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	406,35-4241,95
AND-31	6,6	✓	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	407,29-4242,24
AND-32	5,2	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	409,47-4244,33
AND-33	4,6	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	✓	---	---	---	---	405,24-4247,37
AND-34	6,5	✓	✓	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	405,45-4245,83
AND-35	4,8	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	405,45-4244,26
AND-36	5	✓	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	403,30-4241,46
AND-37	4,6	✓	✓	✓	---	---	✓	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	401,02-4245,67
AND-38	4,7	✓	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	403,95-4247,15
AND-39	5,1	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	✓	✓	✓	---	---	401,48-4247,94
AND-40	4,3	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	398,63-4248,57
AND-41	5,9	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	✓	392,92-4249,37
AND-42	5,5	✓	---	---	✓	---	---	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	394,75-4249,23
AND-43	4,4	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	396,96-4248,65
AND-44	4,6	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	406,88-4235,25
AND-45	4,5	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	411,61-4239,72
AND-46	4,5	✓	---	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	411,78-4234,15
AND-47	6,2	✓	---	---	---	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	413,77-4232,12
AND-48	6,3	✓	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	413,31-4233,12
AND-49	4,4	✓	---	✓	---	---	✓	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	413,20-4233,50
AND-50	5,9	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	388,75-4249,45
AND-51	5,9	✓	---	---	✓	---	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	390,25-4248,10
AND-52	6,4	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	393,10-4244,95
AND-53	5,1	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	394,07-4243,88
AND-54	4,7	✓	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	400,61-4240,52
AND-56	4,8	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	410,43-4234,41
AND-57	5,3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	410,23-4243,45
AND-59	6,2	✓	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	408,56-4237,20
AND-60	5,3	✓	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	406,80-4248,45
AND-61	4,6	✓	---	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	✓	406,46-4247,34
AND-62	5	✓	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	406,29-4246,80
AND-63	4,8	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	410,51-4246,91
AND-64	6,5	---	✓	---	---	✓	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	397,92-4238,41
AND-65	6,7	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	397,09-4238,77
AND-66	6,5	---	✓	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	394,26-4240,00
AND-67	6,3	---	✓	---	---	✓	✓	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	397,65-4236,37
AND-68	6,1	✓	✓	---	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	394,58-4234,71
AND-70	5,6	✓	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	395,61-4235,61
AND-72	4,6	✓	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	404,37-4234,31
AND-73	5,1	✓	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	403,64-4234,75
AND-74	5	✓	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	402,70-4234,53
AND-76	5,3	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	403,93-4232,00
AND-77	4,6	---	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	408,68-4223,56

Tabla 1 (continuación)

pH de las parcelas estudiadas en el Parque Natural de la Sierra de Andújar (Sierra Morena, Andalucía). Para cada una de las parcelas se indica la presencia de las especies seleccionadas, así como las coordenadas U.T.M.

PARCELA	pH	CLA	QRO	QSU	ROF	CAL	LST	PLE	GHI	PPU	CSA	EAU	AUN	PAN	CMO	QCO	QFA	EAR	COORD
AND-78	5,4	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	408,25-4222,57
AND-79	5,1	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	404,67-4219,33
AND-80	5,4	---	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	401,84-4221,78
AND-81	5,1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	402,95-4222,72
AND-82	4,2	✓	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	412,29-4223,97
AND-83	5,4	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	398,33-4219,42
AND-84	4,6	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	398,33-4219,42
AND-85	4,9	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	398,33-4219,42
AND-86	4,5	✓	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	407,55-4231,93
AND-87	5,5	---	✓	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	411,27-4226,25
AND-S1	5,7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	✓	---	---	---	✓	424,31-4246,68
AND-S4	5,5	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	399,76-4230,40
AND-S7	6,9	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	401,58-4227,95

(Abreviaturas: CLA= *Cistus ladanifer*, QRO= *Quercus rotundifolia*, QSU= *Quercus suber*, ROF= *Rosmarinus officinalis*, CAL= *Cistus albidus*, LST= *Lavandula stoechas*, PLE= *Pistacia lentiscus*, GHI= *Genista hirsuta*, PPU= *Phlomis purpurea*, CSA= *Cistus salvifolius*, EAU= *Erica australis*, AUN= *Arbutus unedo*, PAN= *Phillyrea angustifolia*, CMO= *Cistus monspeliensis*, QCO= *Quercus coccifera*, QFA= *Quercus faginea*, EAR= *Erica arborea*).

como la abundancia, la densidad o el estado de la vegetación.

Para el procesamiento estadístico de los datos y la elaboración de gráficas se utilizó el programa STATISTICA for Windows Release 4.5. Se calcularon estadísticos descriptivos por especie como la media, desviación estándar y valores extremos de pH. La aplicación del Test de *Kolmogorov-Smirnov* a las distribuciones obtenidas para cada especie constató que todas ellas se ajustaban a la normal.

#### ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende tres sectores que abarcan prácticamente toda la región de Sierra Morena: S<sup>a</sup> de Aracena-Picos de Arcoche (S<sup>a</sup> Morena Occidental), S<sup>a</sup> de Hornachuelos (S<sup>a</sup> Morena Central) y S<sup>a</sup> de Andújar (S<sup>a</sup> Morena Oriental), ocupando una superficie total aproximada de 250.000 ha (Figura 1).

A grandes rasgos, Sierra Morena ocupa el borde meridional del Zócalo Hercínico, constituido por materiales mayoritariamente precámbricos y paleozoicos de naturaleza fundamentalmente ácida, los cuales han sufrido una larga y compleja evolución tectónica.

Sierra Morena, geomorfológicamente, representa un gran desnivel, de en torno a 500 m, que conecta la cuenca neógena del Guadalquivir con los materiales hercínicos de la Meseta. Este escalón topográfico suele articularse en uno o varios niveles de aplanamiento que, incididos por la red fluvial cua-

ternaria, alternan con áreas de fuertes pendientes asociadas a las caídas topográficas hacia los valles (NÚÑEZ & RECIO, 1998; 2001).

Esta diversidad fisiográfica, junto a la complejidad litológica y estructural de los sustratos explican en gran medida la amplia tipología de suelos que se desarrollan en Sierra Morena. El predominio de los procesos erosivos de carácter antrópico característico del Holoceno explica la abundancia de suelos jóvenes y esqueléticos tipo *Leptosol* (F.A.O., 1989) a lo largo de toda la región. Asociados a éstos se encuentran suelos más evolucionados y profundos refugiados en las áreas somitales (*Cambisoles* y *Luvisoles*) y otros propios de situaciones de fondo de relieve (*Regosoles* y *Fluvisoles*).

El pH de estos suelos, como el resto de sus propiedades físico-químicas, dependen fundamentalmente de la naturaleza de los sustratos sobre los que se desarrollan, especialmente en aquellos suelos poco evolucionados, cuyas características son mayoritariamente heredadas del material parental. Los 201 perfiles seleccionados para este trabajo presentan valores de pH fundamentalmente ácidos, comprendidos en el intervalo 4,2-8,5, con una media de 5,8 y una desviación estándar de 0,91 (Tabla 2), mostrando una distribución ajustada a la normal.

El clima de Sierra Morena aparece controlado por dos gradientes: uno oeste-este, relativo a la influencia oceánica, y otro sur-norte, dependiente de la altitud (con valores entre 200 y 1.000 m.s.n.m. aproximadamente). De esta forma, la S<sup>a</sup> de Aracena presenta los índices pluviométricos más altos de la región, los cua-

les contrastan con sectores más continentales como las Sierras de Hornachuelos y Andújar, donde la amplitud térmica y el déficit hídrico son más acusados. Así las precipitaciones medias oscilan desde los 550 a los 1.000 mm anuales y las temperaturas medias anuales oscilan entre 15 y 18 °C, con medias del mes más cálido entre 25 y 28 °C y del más frío entre 6 y 10 °C.

## RESULTADOS

### TENDENCIA A LA ACIDOFILIA

El análisis estadístico básico realizado sobre los datos obtenidos muestra el diferente comportamiento ecológico frente al pH del suelo de cada una de las especies estudiadas (Tabla 2). Siguiendo los intervalos para suelos establecidos por PORTA (1994), y en base a los valores medios de pH obtenidos para cada especie, éstas han sido agrupadas de la siguiente forma (Figura 2):

*Especies muy fuertemente acidófilas* ( $4,5 < \text{pH} < 5,0$ )  
y *fuertemente acidófilas* ( $5,1 < \text{pH} < 5,5$ )

Estas especies, desarrolladas sobre medios ricos en  $\text{Al}^{3+}$  y ciertos oligoelementos (Co, Cu, Fe, Mn, Zn) y

pobres en bases y fósforo (CANO, 1995), serían *Erica australis* (4,7), *Arbutus unedo* (5,2), *Cistus ladanifer* (5,4), *Lavandula stoechas* (5,5) y *Erica arborea* (5,5).

*Especies medianamente acidófilas* ( $5,6 < \text{pH} < 6,0$ )

Los suelos con estos pHs presentan una baja actividad del ión  $\text{Al}^{3+}$  y cierta presencia de bases disponibles para las plantas. Las especies *Cistus monspeliensis* (5,6), *Quercus suber* (5,6), *Phillyrea angustifolia* (5,7), *Cistus salvifolius* (5,8), *Quercus rotundifolia* (5,9) y *Rosmarinus officinalis* (6,0) son las incluidas en este grupo.

*Especies ligeramente acidófilas* ( $6,1 < \text{pH} < 6,5$ )

Las especies con valores medios incluidos en este intervalo, correspondiente a sustratos con una máxima disponibilidad de nutrientes (NÚÑEZ, 1998), son *Genista hirsuta* (6,2), *Pistacia lentiscus* (6,3) y *Quercus faginea* (6,4).

*Especies neutrófilas* ( $6,6 < \text{pH} < 7,3$ )

En estos medios, con una importante disponibilidad de nutrientes, así como presencia de carbonato

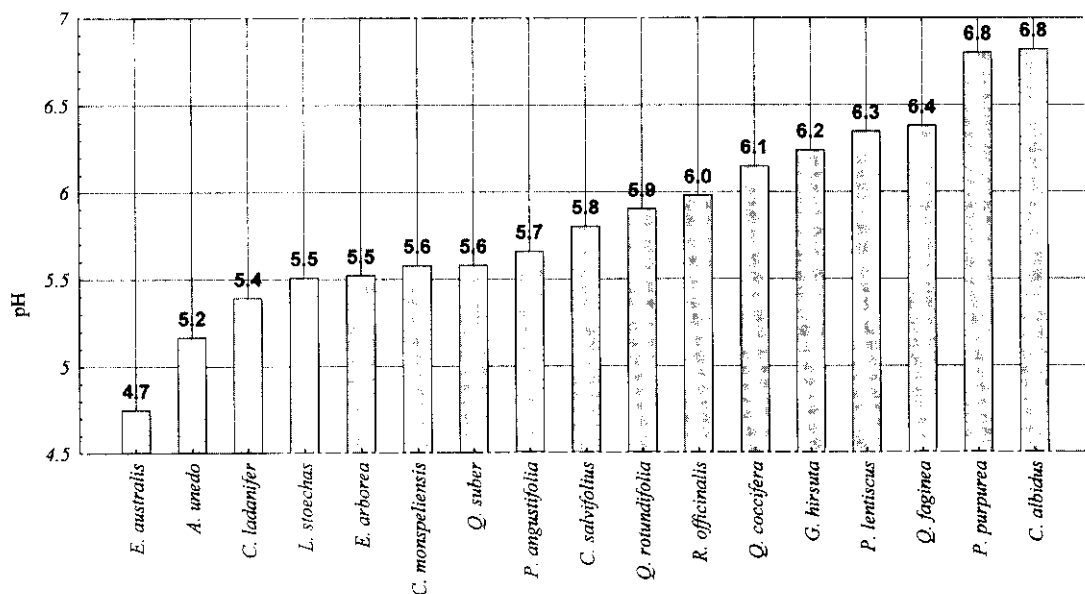


Figura 2.—Valores medios de pH por especie.

Tabla 2

pH de las parcelas estudiadas en el Parque Natural de la Sierra de Aracena -Picos de Aroche (Sierra Morena, Andalucía). Para cada una de las parcelas se indica la presencia de las especies seleccionadas, así como las coordenadas U.T.M.

PARCELA	pH	CLA	QRO	QSU	ROF	CAL	LST	PLE	GHI	PPU	CSA	EAU	AUN	PAN	CMO	QCO	QFA	EAR	COORD
ARA-01	7,3	—	✓	—	—	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	709,0-4195,7
ARA-02	6,7	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	705,8-4195,6
ARA-04	5,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	700,8-4196,8
ARA-05	5,3	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	697,8-4208,7
ARA-10	5,3	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	687,5-4204,9
ARA-12	5,2	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	693,9-4212,9
ARA-20	4,7	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	672,8-4191,7
ARA-21	5,2	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	669,5-4189,6
ARA-22	5,2	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	669,4-4198,2
ARA-23	4,8	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	676,3-4199,6
ARA-26	5,1	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	681,0-4216,2
ARA-27	5,2	✓	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	680,2-4221,1
ARA-28	6,2	✓	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	682,6-4223,2
ARA-29	6,4	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	702,8-4216,7
ARA-31	5,7	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	737,4-4205,7
ARA-32	5,9	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	698,0-4173,2
ARA-34	6,3	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	745,8-4177,5
ARA-35	6,5	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	743,0-4177,0
ARA-36	6,3	✓	✓	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	738,8-4182,3
ARA-37	5,4	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	739,1-4185,8
ARA-38	6,3	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	740,7-4196,5
ARA-39	7,3	—	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	744,9-4200,2
ARA-40	7,4	—	—	—	—	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	732,1-4204,3
ARA-41	5,7	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	729,7-4201,9
ARA-42	4,8	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	728,6-4298,5
ARA-43	5,8	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	713,9-4192,6
ARA-44	5,1	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	715,4-4188,2
ARA-46	6,5	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	✓	674,8-4196,9
ARA-47	5,6	—	—	✓	—	—	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	✓	—	—	675,4-4201,4
ARA-49	6,4	✓	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	715,3-4185,5
ARA-50	6,7	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	716,0-4182,9
ARA-51	5,4	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	✓	—	—	—	✓	697,0-4187,0
ARA-52	6	✓	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	701,0-4178,5
ARA-53	6,2	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	733,5-4178,5
ARA-54	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	733,0-4177,2
ARA-55	5,7	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	730,8-4176,7
ARA-56	7	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	719,8-4183,6
ARA-57	6,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	721,6-4185,6
ARA-58	5,4	✓	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	724,8-4188,8

(Abreviaturas: CLA= *Cistus ladanifer*, QRO= *Quercus rotundifolia*, QSU= *Quercus suber*, ROF= *Rosmarinus officinalis*, CAL= *Cistus albidus*, LST= *Lavandula stoechas*, PLE= *Pistacia lentiscus*, GHI= *Genista hirsuta*, PPU= *Phlomis purpurea*, CSA= *Cistus salvifolius*, EAU= *Erica australis*, AUN= *Arbutus unedo*, PAN= *Phillyrea angustifolia*, CMO= *Cistus monspeliensis*, QCO= *Quercus coccifera*, QFA= *Quercus faginea*, EAR= *Erica arborea*).

cálcico a pHs superiores a 7,0 (PORTA, 1994), se desarrollan preferentemente especies como *Phlomis purpurea* (6,8) y *Cistus albidus* (6,8).

#### AMPLITUD ECOLÓGICA

Junto a estas tendencias a la acidofilia, se ha analizado la amplitud con respecto al pH de estas especies, considerando para ello las desviaciones estándar de sus distribuciones (Figura 3). Las especies han sido agrupadas en base a los siguientes intervalos:

#### Especies de muy estrecho rango de tolerancia (desviaciones estándar < 0,5)

Estas especies, muy exigentes con respecto a la acidez del suelo, son *Erica australis* (0,3) y, en menor grado, *Quercus faginea* (0,4).

#### Especies de estrecho rango de tolerancia (0,5 < d.s. < 0,7)

En este intervalo se encuentran las cistáceas *Cistus salvifolius* (0,5), *C. monspeliensis* (0,6) y *C. ladanifer* (0,7), además de *Erica arborea* (0,5),

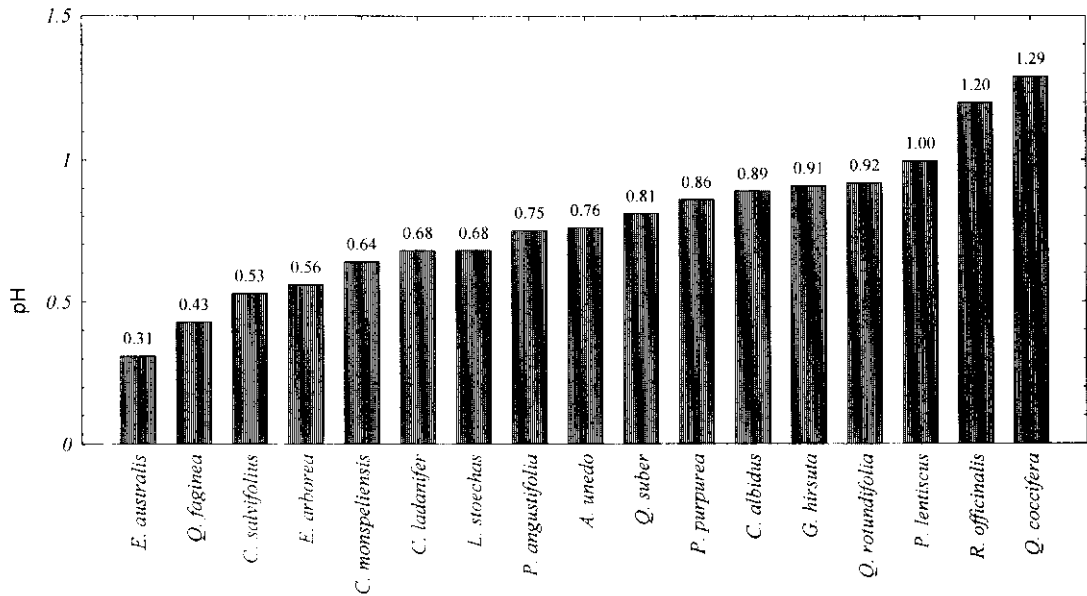


Figura 3.—Desviaciones estándar de los valores de pH por especie.

*Lavandula stoechas* (0,7) y *Phillyrea angustifolia* (0,7).

*Especies de amplio rango de tolerancia*  
( $0,8 < d.s. < 1$ )

Estas especies, menos exigentes al pH edáfico, serían *Arbutus unedo* (0,7), *Genista hirsuta* (0,9), *Quercus suber* (0,8) y *Q. rotundifolia* (0,9) y *Pistacia lentiscus* (1,0) y las más neutrófilas *Cistus albidus* (0,9) y *Phlomis purpurea* (0,8).

*Especies de muy amplio rango de tolerancia*  
( $d.s. > 1$ )

En este grupo se incluyen *Rosmarinus officinalis* (1,2) y *Quercus coccifera* (1,3).

## DISCUSIÓN

ERICÁCEAS: *A. UNEDO*, *E. ARBOREA* Y *E. AUSTRALIS*

Es generalmente aceptada la tendencia netamente acidófila de estas especies (RIVAS-MARTÍNEZ, 1979; AUBERT, 1978). Sin embargo, el análisis detallado de su comportamiento ecológico pone de manifiesto ciertas diferencias (Figuras 4 y 5). Por

un lado, *E. australis* se presenta como las más acidófila y de menor rango ecológico de las 17 especies estudiadas, mientras que *E. arborea* (sólo 5 observaciones) y *A. unedo* presentan distribuciones más amplias y valores medios de pH más elevados (5,5 y 5,2 respectivamente). Esta relación con condiciones edáficas extremas de *E. australis* y la relativa amplitud de rango de *E. arborea* ya han sido puestas de manifiesto por OJEDA & al. (2000) para la zona del Estrecho de Gibraltar.

LABIADAS: *L. STOECHAS*, *PH. PURPUREA* Y  
*R. OFFICINALIS*

Estas tres especies presentan respuestas ecológica dispares entre sí (Figura 6). *L. stoechas* presenta un comportamiento netamente acidófilo, ocupando raramente suelos neutros, aunque sin carbonatos (pH <7.0) (Figura 4). Esta afinidad por suelos oligotrofos ya fue señalada por IZCO (1972) y RIVAS-MARTÍNEZ (1979).

*Ph. purpurea* aparece frecuentemente citada como componente de las comunidades consideradas como basófilas (PÉREZ-LATORRE & al., 1997). Los resultados por nosotros obtenidos muestran como esta especie en la región de S<sup>a</sup> Morena presenta un espectro edáfico relativamente amplio,

Especie	Tipo de suelo según el pH	pH					
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,3
<i>Cistus albidus</i> (n. 27)						6,8 (+0,9)	
<i>Phlomis purpurea</i> (n. 16)						6,8 (+0,9)	
<i>Quercus faginea</i> (n. 6)					6,4 (+0,6)		
<i>Pistacia lentiscus</i> (n. 19)					6,3 (+1,0)		
<i>Genista hirsuta</i> (n. 16)					6,2 (+0,7)		
<i>Quercus coccifera</i> (n. 3)					6,1 (+1,3)		
<i>Rosmarinus officinalis</i> (n. 39)					6,0 (+1,2)		
<i>Quercus rotundifolia</i> (n. 10)					5,9 (+0,9)		
<i>Cistus salvifolius</i> (n. 14)					5,8 (+0,5)		
<i>Phillyrea angustifolia</i> (n. 17)					5,7 (+0,7)		
<i>Quercus suber</i> (n. 12)					5,6 (+0,8)		
<i>Cistus monspeliensis</i> (n. 7)					5,6 (+0,8)		
<i>Lavandula stoechas</i> (n. 14)					5,5 (+0,7)		
<i>Erica arborea</i> (n. 11)					5,5 (+0,6)		
<i>Cistus ladanifer</i> (n. 30)					5,4 (+0,7)		
<i>Arbutus unedo</i> (n. 12)					5,2 (+0,4)		
<i>Erica australis</i> (n. 11)		4,7 (+0,3)					

Figura 4.—Distribuciones ecológicas en función del pH de las especies estudiadas, representadas en base a sus valores extremos, medias aritméticas y desviaciones estándar (entre paréntesis). (Suelos f. ácidos = Suelos fuertemente ácidos; Suelos m. ácidos = Suelos medianamente ácidos; Suelos l. ácidos = Suelos ligeramente ácidos).

que va desde sustratos básicos (poco representados en el área de estudio) hasta suelos ligeros y medianamente ácidos con un valor medio de 6,8 (Figura 4).

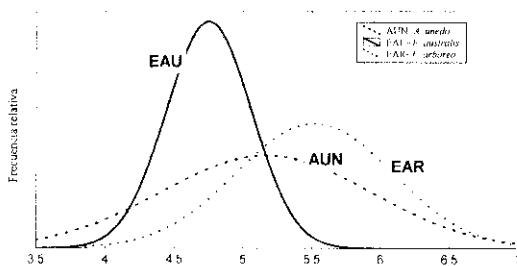


Figura 5.—Curvas teóricas de la variación del pH de las ericáceas estudiadas. (A. unedo, E. arborea y E. australis).

*R. officinalis* destaca en el área de estudio, junto a *Q. coccifera*, por su indiferencia edáfica frente a la reacción del suelo (Figura 4).

QUERCÍNEAS: *Q. SUBER*, *Q. COCCIFERA*, *Q. FAGINEA* Y *Q. ROTUNDIFOLIA*

*Q. coccifera*, *Q. rotundifolia* y *Q. suber* presentan respuestas de amplio espectro frente al pH del suelo (Figura 7). Esta amplitud ecológica resulta más marcada en *Q. coccifera* y *Q. rotundifolia*, resultando especies prácticamente indiferentes a la reacción del suelo (IZCO, 1972; CEBALLOS y RUIZ, 1979; BARBERO & al., 1992).

Sin embargo *Q. suber* resulta ser más exigente en cuanto a la naturaleza del sustrato. Aparece en suelos tanto ácidos como neutros, encontrándose rara vez sobre sustratos de carácter calcáreo (pHs superiores a 7,0) (Figura 4).

Por otro lado, aunque parece aceptada la afinidad de *Q. faginea* por los suelos profundos y frescos (VVAA, 1997), poco se conoce sobre sus requerimientos edáficos, especialmente complejos debido a su diversificación en varias estirpes infraespecíficas (CEBALLOS y RUIZ, 1979). En nuestra área de estudio (con seis observaciones) esta especie presenta un estrecho rango de pH en torno a un valor medio de 6,4, ocupando, por tanto, en la mayoría de los casos suelos ligeramente ácidos y neutros (Figura 4), y nunca sobre suelos calizos con pHs superiores a 7,0.

CISTÁCEAS: *C. ALBIDUS*, *C. LADANIFER*, *C. MONSPELIENSIS* Y *C. SALVIFOLIUS*

Las cistáceas presentan también un comportamiento ecológico dispar (Figura 8). De un lado C.

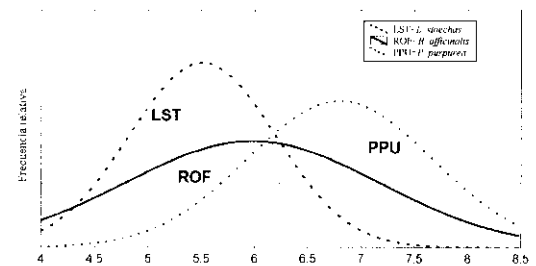


Figura 6.—Curvas teóricas de la variación del pH de las labiadas estudiadas. (Lavandula stoechas, Phlomis purpurea y Rosmarinus officinalis).



Tabla 3  
pH de las parcelas estudiadas en el Parque Natural de la Sierra de Hornachuelos (Sierra Morena, Andalucía). Para cada una de las parcelas se indica la presencia de las especies seleccionadas, así como las coordenadas U.T.M.

PARCELA	pH	CLA	QRO	QSU	ROF	CAL	LST	PLE	GHI	PPU	CSA	EAU	AUN	PAN	CMO	QCO	QFA	EAR	COOR
CO-110	4,9	✓	—	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	317,90-4202,07
CO-113	7,4	—	✓	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	314,26-4194,93
CO-117	4,9	—	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	319,14-4197,71
CO-123	5,9	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	321,87-4194,94
CO-125	5,7	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	322,42-4201,63
CO-126	5,3	✓	✓	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	312,59-4195,62
CO-128	4,9	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	310,44-4195,24
CO-132	6,5	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	316,13-4202,08
CO-133	5,9	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	315,81-4201,77
CO-134	6,3	✓	—	✓	—	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	316,56-4201,75
CO-137	5,3	✓	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	297,98-4201,12
CO-140	6,5	✓	—	✓	—	✓	—	—	✓	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	299,96-4195,34
CO-141	7	—	✓	—	✓	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	300,31-4194,92
CO-142	6,7	✓	✓	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	306,78-4203,30
CO-144	6,7	—	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	312,16-4203,85
CO-145	6,4	—	—	—	—	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	311,17-4205,36
CO-146	6,2	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	307,54-4204,36
CO-147	5,5	✓	—	—	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	309,11-4205,00
CO-148	4,9	✓	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	308,76-4204,53
CO-150	7,3	—	✓	—	✓	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	308,60-4200,30
CO-151	6,3	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	307,00-4198,89
CO-152	6,2	✓	—	—	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	316,07-4204,37
CO-153	5,1	—	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	317,29-4204,20
CO-154	7	✓	✓	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	317,29-4204,82
CO-156	6,4	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	316,18-4199,87
CO-157	6,7	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	316,95-4200,47
CO-160	8,4	—	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	299,44-4191,91
CO-161	6,4	—	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	299,64-4192,65
CO-162	6,8	✓	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	300,92-4191,81
CO-164	7,5	—	—	—	—	✓	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	303,44-4193,41
CO-165	6,8	—	—	—	—	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	305,00-4193,68
CO-168	8,2	—	✓	—	—	✓	—	✓	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	304,34-4190,12
CO-169	7	—	a	—	—	✓	—	✓	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	304,15-4191,16
CO-170	8,2	—	—	—	✓	✓	—	✓	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	304,19-4190,27
CO-171	7,4	—	—	—	✓	✓	—	✓	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	305,21-4191,44
CO-172	5,6	✓	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	306,98-4193,81
CO-173	5,2	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	308,32-4194,58
CO-174	4,6	✓	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	301,81-4199,48
CO-175	5,5	—	—	✓	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	298,69-4198,47
CO-176	5,6	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	300,02-4201,53
CO-177	5,8	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	297,23-4199,45
CO-178	6	—	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	294,31-4200,61
CO-180	5,2	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	297,82-4196,87
CO-181	4,4	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	296,48-4194,16
CO-182	6,2	—	✓	✓	—	—	—	—	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	295,69-4194,29
CO-183	5,3	✓	—	—	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	294,55-4193,12
CO-185	5,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	296,74-4190,32
CO-186	7,1	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	295,72-4194,69
CO-187	5,4	✓	—	✓	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	295,24-4197,08
CO-188	6,5	—	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	296,26-4196,34
CO-189	8,5	—	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	296,12-4194,50
CO-190	7,9	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	296,43-4194,24
CO-191	7,3	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	291,06-4195,97
CO-192	6,6	—	—	✓	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	292,56-4196,66
CO-193	6,8	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	290,09-4197,39
CO-194	4,6	✓	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	288,97-4198,07
CO-195	5,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	291,32-4193,62
CO-196	4,5	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	294,04-4193,79
CO-197	5,5	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	289,65-4193,47
CO-199	5,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	288,08-4197,21
CO-200	6,5	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	288,08-4195,60
CO-201	7,2	—	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	297,46-4188,04
CO-202	5,7	—	✓	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	287,77-4202,48
CO-203	7,6	—	✓	—	—	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	287,93-4202,28
CO-204	5,9	✓	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	289,46-4202,36

Tabla 3 (continuación)

pH de las parcelas estudiadas en el Parque Natural de la Sierra de Hornachuelos (Sierra Morena, Andalucía). Para cada una de las parcelas se indica la presencia de las especies seleccionadas, así como las coordenadas U.T.M.

PARCELA	pH	CLA	QRO	QSU	ROF	CAL	LST	PLE	GHI	PPU	CSA	EAU	AUN	PAN	CMO	QCO	QFA	EAR	COORD
CO-205	5,6	✓	✓	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	290,26-4202,67
CO-207	5,2	✓	---	✓	---	---	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	290,87-4204,38
CO-208	4,7	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	292,47-4204,80
CO-209	5,8	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	294,97-4203,53
CO-210	5,9	---	✓	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	296,81-4203,03
CO-211	6,2	---	---	✓	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	281,65-4209,77
CO-212	5,3	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	282,50-4208,38
CO-215	5,7	✓	---	---	✓	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	289,25-4207,76
CO-216	5,5	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	288,53-4206,90
CO-219	5,8	✓	✓	---	---	---	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	287,16-4209,64
CO-221	6,5	✓	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	290,09-4213,74
CO-222	6,9	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	294,64-4206,10
CO-223	5,9	---	---	✓	---	---	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	294,72-4206,31
CO-224	5,8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✓	---	294,64-4204,64
CO-226	5,8	✓	---	✓	---	---	✓	---	✓	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	293,88-4204,82
CO-228	6,9	---	✓	---	✓	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	299,24-4190,70
CO-229	5,5	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	300,33-4192,01
CO-233	8,1	✓	---	---	✓	---	---	---	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	292,75-4206,83
CO-236	5,5	✓	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	304,25-4205,65

(Abreviaturas: CLA= *Cistus ladanifer*, QRO= *Quercus rotundifolia*, QSU= *Quercus suber*, ROF= *Rosmarinus officinalis*, CAL= *Cistus albidus*, LST= *Lavandula stoechas*, PLE= *Pistacia lentiscus*, GHI= *Genista hirsuta*, PPU= *Phlomis purpurea*, CSA= *Cistus salvifolius*, EAU= *Erica australis*, AUN= *Arbutus unedo*, PAN= *Phillyrea angustifolia*, CMO= *Cistus monspeliensis*, QCO= *Quercus coccifera*, QFA= *Quercus faginea*, EAR= *Erica arborea*).

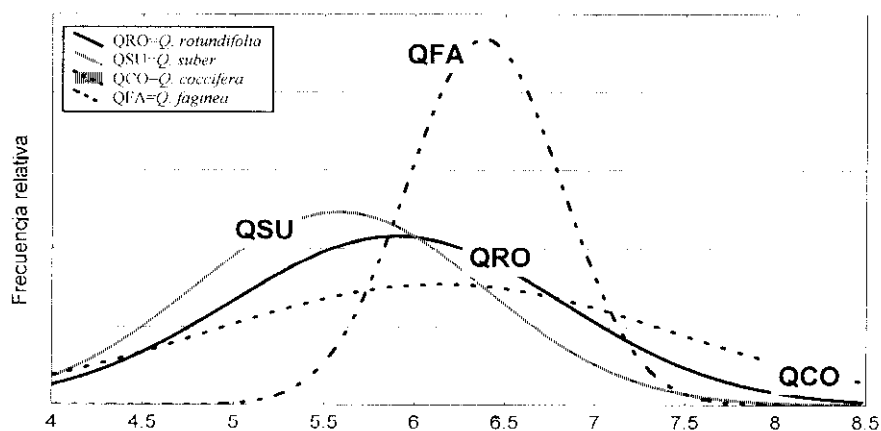


Figura 7.- Curvas teóricas de la variación del pH de las quercúceas estudiadas. (*Quercus coccifera*, *Q. faginea*, *Q. rotundifolia* y *Q. suber*).

*albidus* presenta afinidad por suelos desde mediana y ligeramente ácidos hasta básicos, con un valor medio en nuestra zona de estudio (de suelos predominantemente ácidos) de 6,8.

De otro lado *C. ladanifer*, como han apuntado otros autores (IZCO, 1972) (RIVAS-MARTÍNEZ, 1979) (BASANTA & al., 1984), resulta ser una especie netamente acidófila (valor medio de pH de 5,4)

y no tolerante al carbonato cálcico del suelo (valores inferiores a 7,0) (Figura 4).

También a pHs inferiores a 7,0 se han localizado *C. monspeliensis* y *C. salvifolius*, las cuales presentan amplitudes ecológicas similares, aunque con valores medios más ácidos para la primera (5,6 y 5,8 respectivamente). A diferencia de *C. ladanifer*, raras veces se localizan sobre sustratos muy fuertemente ácidos (pH < 5,0).

Tabla 4  
Número de observaciones, medias, desviaciones estándar y valores extremos de pH de las especies estudiadas

ESPECIE	Número de observaciones (n)	pH			
		Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo
<i>Cistus ladanifer</i>	103	5,4	0,68	4,2	7,0
<i>Quercus rotundifolia</i>	102	5,9	0,92	4,2	8,5
<i>Quercus suber</i>	42	5,6	0,81	4,4	7,3
<i>Rosmarinus officinalis</i>	39	6,0	1,20	4,2	8,5
<i>Cistus albidus</i>	27	6,8	0,89	5,2	8,5
<i>Lavandula stoechas</i>	24	5,5	0,68	4,4	6,8
<i>Genista hirsuta</i>	19	6,2	0,91	4,9	8,1
<i>Pistacia lentiscus</i>	19	6,3	1,00	4,7	8,5
<i>Phlomis purpurea</i>	16	6,8	0,86	5,3	8,2
<i>Cistus salvifolius</i>	14	5,8	0,53	4,8	6,5
<i>Erica australis</i>	12	4,7	0,31	4,3	5,4
<i>Arbutus unedo</i>	12	5,2	0,76	4,4	6,8
<i>Phillyrea angustifolia</i>	12	5,7	0,75	4,6	7,0
<i>Cistus monspeliensis</i>	9	5,6	0,64	4,7	6,5
<i>Quercus coccifera</i>	8	6,1	1,29	4,7	7,9
<i>Quercus faginea</i>	6	6,4	0,43	5,8	6,8
<i>Erica arborea</i>	5	5,5	0,56	4,6	6,0
Total perfiles	201	5,8	0,91	4,2	8,5

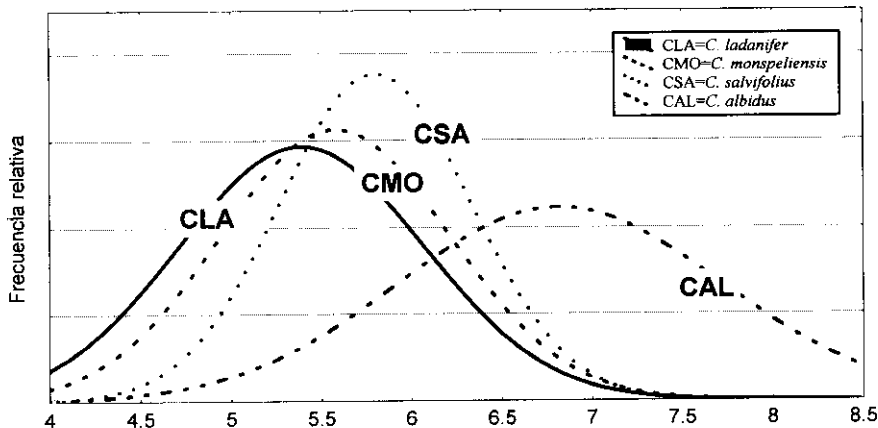


Figura 8.—Curvas teóricas de la variación del pH de las cistáceas estudiadas. (*Cistus albidus*, *Cistus ladanifer*, *C. monspeliensis* y *C. salvifolius*).

OTRAS ESPECIES: *G. HIRSUTA*, *PHILLYREA ANGUSTIFOLIA* Y *PISTACIA LENTISCUS*

*G. hirsuta* y *P. lentiscus* presentan amplias respuestas ecológicas, ocupando raras veces sustratos con valores extremos de pH (pHs <5,0) (Figura 4). *P. lentiscus* ocupa con mayor preferencia sustratos básicos, mientras que *G. hirsuta* muestra una mayor afinidad por los ácidos.

*P. angustifolia* puede ser clasificada de acidófila y no tolerante a la caliza edáfica. Asimismo es des-

tacable su poca presencia sobre suelos de condiciones extremas de pH (pHs <5,0).

## CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo, desarrollados a partir del estudio de tres sectores de Sierra Morena, apuntan a la existencia de varias tendencias ecológicas con respecto al pH de las 17 especies estudiadas. Es importante, sin embargo, llamar la atención sobre la poca representación de

ciertas especies como *Q. faginea*, *E. arborea*, *Q. coccifera* y *C. monspeliensis* ( $n < 10$ ), así como sobre el predominio de sustratos ácidos en el área de estudio. Estas limitaciones nos hacen ser prudentes en la elaboración de las siguientes conclusiones:

1. Especies tolerantes a condiciones extremas, con presencia importante de  $Al^{3+}$  libre en el medio ( $pH < 5,0$ ): *A. unedo*, *C. ladanifer*, *E. arborea*, *E.*

*australis*, *Q. coccifera*, *Q. rotundifolia*, *Q. suber* y *R. officinalis*.

2. Especies no tolerantes a suelos con carbonato cálcico ( $pH < 7,0$ ): *A. unedo*, *C. ladanifer*, *C. monspeliensis*, *C. salvifolius*, *E. arborea*, *E. australis*, *L. stoechas*, *P. angustifolia*, *Q. faginea*, *Q. suber* y *R. officinalis*.

3. Especies indiferentes a la reacción del suelo (valores extremos inferiores a 5,0 y superiores a 7,3): *G. hirsuta*, *P. lentiscus*, *Q. coccifera*, *Q. rotundifolia* y *R. officinalis*.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Arroyo, J. & Marañón, T. —1990— Community ecology and distributional spectra of Mediterranean shrublands and heathlands in southern Spain — *J. Biogeogr.* 17: 163-176.
- Aubert, G. —1978— Relations entre le sol & cinq espèces d'Ericacées dans le sud-est de la France — *Oecologia Plantarum*, 1978, 13 (3): 253-269.
- Barbero, M., Loizel, R. & Quezel, P. —1992— Biogeography ecology and history of Mediterranean *Quercus ilex* ecosystems — *Vegetatio* 99: 100: 19-34.
- Basanta, A., García-Novo, F. & Cabancero, A. —1984— Estructura del matorral mediterráneo secundario en Sierra Morena y sus relaciones con los gradientes del Medio Físico — *Anales Edafol. Agrobiol.* 43 (1-2): 1-18.
- Brady, N.C. — 1990— The nature and properties of soils — MacMillan Publishing Company, New York, 621 pp.
- Braun-Blanquet, J. — 1979— Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales — H. Blume Ediciones, 820 p.
- Brunet, J., Falkengren-Grerup, U. & Germund, T. —1997— Pattern and dynamics of the ground vegetation in south Swedish *Carpinus betulus* forests: importance of soil chemistry and management — *Ecography* 20: 513-520.
- Cano, M.D. —1995— Valoración geomorfológica del Parque Natural Sierra de Hornachuelos. Evolución reciente de un sector de Sierra Morena Central — Mem. doctoral (Inéd.), Universidad de Córdoba, 498 pp.
- Cano, E. & Valle, E. —1990— Formaciones boscosas en Sierra Morena Oriental (Andalucía, España) — *Acta Bot. Malacitana* 15: 231-237.
- Ceballos, L. & Ruiz de la Torre, J. —1979— Árboles y arbustos de la España Peninsular — Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes-Fundación Conde del Valle de Salazar. Joyra S. L., 512 p.
- Clark, D., Palmer, M. W. & Clark, D. A. —1999— Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees — *Ecology* 80 (8): 2662-2675.
- Cousins, S. & Eriksson, O. — 2001 — Plant species occurrences in a rural hemiboreal landscape: effects of remnant habitats, site history, topography and soil — *Ecography* 24: 461-469.
- F.A.O. —1989— Carte mondiale des sols. 1:5.000.000. Rome, 125 pp.
- Gutián, F. & Carballas, T. —1976— Técnicas de análisis de suelos — Pico Sacro, Santiago, 288 p.
- Izco, J. —1972— Coscojares, romerales y tomillares de la provincia de Madrid. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 29: 70-108.
- Nieto-Caldera, J. M., Pérez-Latorre, V. & Cabezado, B. —1990— Datos sobre la vegetación silicícola de Andalucía I. *Acta Bot. Malacitana*, 15: 179-192.
- Núñez, M. A. —1998— El Medio Físico del Parque Natural de la Sierra de Aracena-Picos de Aroche y su entorno. Paleoalteraciones, edafogénesis actual y unidades ambientales. Mem. Doctoral (Inéd.), Universidad de Córdoba, 475 pp.
- Núñez, M. A. & Recio, J. M. —1998— Superficies de aplanamiento y relieves apalachenses en el sector occidental de Sierra Morena (Sº de Aracena, Huelva) — Investigaciones recientes de la Geomorfología española. A. Gómez & F. Salvador (editores). Barcelona, pp. 67-74.
- Núñez, M. A. & Recio, J. M. —2001— Suelos y reconstrucción ambiental de la Sierra de Andújar (Sierra Morena Oriental, Jaén) — *Rev. C. & G.* 15 (1-2): 121-133.
- Ojeda, E., Arroyo, J. & Marañón, T. — 2000 — Ecological distribution of four co-occurring Mediterranean heath species — *Ecography* 23: 148-159.
- Pérez-Latorre, A., Navas, P., Nieto, J. M. & Cabezado, B. —1997— Los jarales de la clase Cisto-lavanduletea en el Sur del Península Ibérica — *Acta Bot. Malacitana* 22: 171-185.
- Porta, J., López-Acevedo, M. & Roquero, C. —1994— Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente — Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 807 pp.
- Rivas-Martínez, S. —1968— Los jarales de la Cordillera Central — *Collect. Bot.* 7(2): 1033-1082.
- Rivas-Martínez, S. — 1979— Brezales y jarales de Europa Occidental — *Lazaroa* 1: 5-127.
- Santos, M. T. & Laredo, M. — 1989— Vegetación de las intercalaciones básicas de la provincia de Cáceres (Extremadura, España) — *Stud. Bot.* 7: 9-147.
- VVAA —1997— Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica — Costa, Morla & Sainz (Eds.), Editorial Planeta, 572 pp.