

# Comportamiento edáfico de diversas especies del género *Cistus* en el Corredor Verde del Guadiamar (España)

*Edaphic behaviour of several species of Cistus in the Green Corridor of Guadiamar (Spain)*  
*Comportamento edáfico de várias espécies de Cistus no Corredor Verde do Guadiamar (Espanha)*

Received: 12.02.2013 | Revised: 26.04.2013 | Accepted: 07.05.2013

## AUTORES

Gómez Mercado

F<sup>@1</sup>  
fgomez@ual.es

de Haro Lozano

S.<sup>2</sup>

© Corresponding Author

<sup>1</sup> Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería. Edificio Científico Técnico II – B. Ctra. Sacramento s/n. La Cañada de San Urbano. 04120 Almería.

<sup>2</sup> Departamento de Agronomía. Universidad de Almería. Edificio Científico Técnico II – B. Ctra. Sacramento s/n. La Cañada de San Urbano. 04120 Almería.

## RESUMEN

Las especies del género *Cistus* son arbustos leñosos que tienen interés en restauración forestal y que se han utilizado con frecuencia como especies características de distintas unidades sintaxonómicas de alto rango. Por todo ello consideramos interesante conocer sus límites de tolerancia y condiciones óptimas de desarrollo con respecto a diversos factores edáficos. El trabajo de campo se desarrolló en los terrenos del Corredor Verde del Guadiamar, un largo pasillo que pone en contacto dos grandes territorios protegidos, el Parque Natural y Parque Nacional de Doñana y los Parques Naturales de Aracena y Picos de Aroche y la Sierra Norte de Sevilla en Andalucía. Trabajamos con seis especies (*C. albidus*, *C. ladanifer*, *C. monspeliensis*, *C. populifolius*, *C. crispus* y *C. salviifolius*) detectadas en 14 localidades. En cada una de ellas se tomó una muestra de suelo y un inventario fitosociológico. Las variables edáficas analizadas fueron calcio de cambio, magnesio de cambio, sodio de cambio, potasio de cambio, carbonatos totales, humedad de saturación y pH. *C. albidus* es la especie más tolerante a la presencia de calcio y carbonatos de las muestreadas. En cuanto al pH se encuentra preferentemente en suelos próximos a la neutralidad o moderadamente básicos. Sin embargo, no se trata de una especie calcícola estricta, sino que su capacidad de competencia se ve favorecida en estos medios. *C. crispus* aparece en los suelos que presentan los más bajos valores del muestreo en bases de cambio, carbonatos totales, pH y humedad de saturación. De *C. ladanifer* puede destacarse el bajo nivel de carbonatos totales. *C. populifolius* es la que presenta la humedad de saturación más elevada. *C. monspeliensis* es la especie que tiene el mayor rango de tolerancia, sobre todo a los valores de pH y una las más xerófilas. *C. salviifolius* presenta un comportamiento intermedio con respecto a la mayor parte de las variables, con una preferencia por los ambientes moderadamente acidófilos, aunque tampoco de manera estricta.

## ABSTRACT

*Species of the genus Cistus are woody shrubs that are noteworthy for their use in forest restoration, and have often been used as characteristic species of the higher syntaxonomical units. In this paper we address their limits of tolerance and optimum development in terms of edaphic factors. The area of study is the "Green Corridor" of Guadiamar, a narrow strip of land that connects two large protected sites: the "Doñana Natural Park and National Park" and the "Aracena y Picos de Aroche" and "Sierra Norte de Sevilla" Natural Parks in Andalusia (Spain). We worked with six species (*C. albidus*, *C. ladanifer*, *C. monspeliensis*, *C. populifolius*, *C. crispus* and *C. salviifolius*) detected at 14 sites. In each of these sites, a soil sample and a phytosociological inventory were taken. The soil variables analyzed were exchangeable calcium, exchangeable magnesium, exchangeable sodium, exchangeable potassium, total carbonate, moisture content at saturation and pH. Among sampled species, *C. albidus* is the most tolerant to presence of calcium and carbonate, with a soil pH preferably close to neutral or moderately basic. Although not strictly a calcareous species, its ability to compete is nevertheless favoured in these environments. *C. crispus* appears in the soils with the lowest exchangeable bases, total carbonates, pH and moisture content at saturation. *C. ladanifer* is noted in soils*

DOI: 10.3232/SJSS.2014.V4.N1.05

with a low level of total carbonates. *C. populifolius* is associated with the highest moisture content at saturation. *C. monspeliensis* is the species that has the largest tolerance range, especially for pH values, and is the most xerophytic. *C. salviifolius* presents an intermediate behaviour respect to most of the variables, with a preference for moderately acid environments, although not strictly.

## RESUMIO

As espécies do género *Cistus* são arbustos lenhosos com interesse para a recuperação florestal, tendo sido utilizadas com frequência como espécies características de distintas unidades sintaxonómicas de nível superior. Assim, consideramos ser interessante conhecer os seus limites de tolerância e condições ótimas de desenvolvimento relativamente a diversos fatores edáficos. O trabalho de campo foi realizado nos terrenos do Corredor Verde do Guadiamar, um longo corredor que liga dois grandes territórios protegidos, o Parque Nacional de Doñana e o Parque Natural de Aracena e Picos de Aroche e a Serra Norte de Sevilha, na Andaluzia. Trabalhamos com seis espécies (*C. albidus*, *C. ladanifer*, *C. monspeliensis*, *C. populifolius*, *C. crispus* e *C. salviifolius*) detectadas em 14 áreas. Para cada uma delas, foi colhida uma amostra de solo e realizado um inventário fitossociológico. As variáveis edáficas analisadas foram cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonatos totais, humidade total e pH. Das espécies amostradas o *C. albidus* é a espécie mais tolerante à presença de cálcio e carbonatos, surgindo em solos com valores de pH perto da neutralidade ou moderadamente básicos. No entanto, não se trata de uma espécie estritamente calcícola, apesar da sua capacidade de competir ser favorecida nestes ambientes. A espécie *C. crispus* aparece nos solos com os valores mais baixos em bases, carbonatos totais, pH e humidade total. A espécie *C. ladanifer* aparece principalmente em solos com baixo nível de carbonatos totais. A espécie *C. populifolius* é a que apresenta a maior resistência à taxa de humidade de saturação do solo. A *C. monspeliensis* é a espécie que tem a maior gama de tolerância, nomeadamente aos valores de pH e é uma das mais xerófilas. Finalmente a espécie *C. salviifolius* apresenta um comportamento intermédio em relação à maioria das variáveis, com uma preferência para os ambientes moderadamente acidófilos, embora não exclusivamente.

**PALABRAS CLAVE**  
Ecología vegetal, relaciones suelo-planta

**KEY WORDS**  
Plant ecology, soil-plant relationships

**PALAVRAS-CHAVE**  
Ecologia das plantas, relações solo-planta

## 1. Introducción

Las especies del género *Cistus* son arbustos leñosos formadores de matorrales que generalmente presentan poblaciones abundantes y paisajísticamente conspicuas. Tienen interés en restauración forestal e introducirlas con un buen criterio ecológico, además de ser científicamente correcto, es una garantía de éxito, lo que contribuye tanto al ahorro de costes como a una buena gestión desde el punto de vista medioambiental.

Algunas de estas especies se han utilizado con frecuencia como características de distintas unidades sintaxonómicas, a veces de alto rango, por tanto tienen también interés fitosociológico: *C. albidus* es característica de *Rosmarinetea officinalis* (clase "calcícola"), *C. salviifolius* de *Cisto-Lavanduletea* (clase "silicícola" o "calcífuga") y *C. crispus*, *C. ladanifer*, *C. monspeliensis* y *C. populifolius* son características de *Lavanduletalia stoechadis*, orden "silíceo" según Rivas Martínez et al. (2002).

Numerosos autores han aludido al carácter más o menos "acidófilo" de estas especies basándose en observaciones de campo, pero son pocos los que han aportado valores concretos para el pH y menos aún, los que han añadido valores para otras variables edáficas. Núñez-Olivera et al. (1995) encontraron que los jarales caracterizados por la presencia de *C. salviifolius* y *C. monspeliensis* viven en suelos menos ácidos (5,8-6,2)

## 2. Material y Métodos

que otros tipos de jarales extremeños que viven en suelos con pH de 4,8 a 5,8 (ambos tipos llevan *C. ladanifer*). Baslar et al. (2002) estudian en Anatolia occidental el comportamiento de *C. salviifolius*, encontrando que el pH de los suelos donde habita varía entre 7,19 y 7,92; el contenido en  $\text{CaCO}_3$  osciló entre 1,2-39,2%. Núñez et al. (2003) estudiaron en Sierra Morena el comportamiento ecológico de diversas especies leñosas. Incluyeron a *C. ladanifer* en la categoría de especies acidófilas (pH de 4,5 a 5,5), a *C. monspeliensis* y *C. salviifolius* en moderadamente acidófilas (pH de 5,6 a 6) y a *C. albidus* en neutrófilas (pH de 6,6 a 7,3). Sosa (2003) afirma que *C. ladanifer* habita sobre cuarcita, pizarra y arenisca, en suelos ácidos con valores de pH comprendido entre 3,5 y 6 que corresponden a suelos pobres en nutrientes. Gómez Mercado et al. (2009) estudiaron la autoecología de 12 especies de interés ecológico-forestal, entre las que figuran *C. ladanifer* y *C. monspeliensis*. Describen a *C. ladanifer* como un elemento silicícola estricto, con menos del 0,28% de carbonatos en el complejo de cambio, saturación en bases inferior al 47,2% y calcio de cambio por debajo de  $10,73 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Por su parte, *C. monspeliensis* se mostró como preferentemente silicícola, pero no tan estricto, ya que prospera también sobre suelos calcáreos suficientemente lavados (complejo de cambio saturado en bases y un promedio de 6,57% de carbonato cálcico equivalente). Su límite de tolerancia al Ca es de  $21,56 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Es decir, compete mejor y es más abundante en los terrenos descarbonatados que en los calcáreos, pero tolera estos últimos.

El objetivo de este trabajo es caracterizar el comportamiento de las especies del género *Cistus* presentes en el área de trabajo (*C. albidus*, *C. crispus*, *C. ladanifer*, *C. monspeliensis*, *C. populifolius* y *C. salviifolius*) con respecto a diversas variables edáficas (contenido en bases de cambio, carbonatos totales, humedad de saturación y pH). Se trata de determinar de la manera más precisa posible sus rangos de tolerancia a estos factores de modo que su empleo en futuros planes de restauración forestal tenga garantías de éxito.

### 2.1. Área de estudio

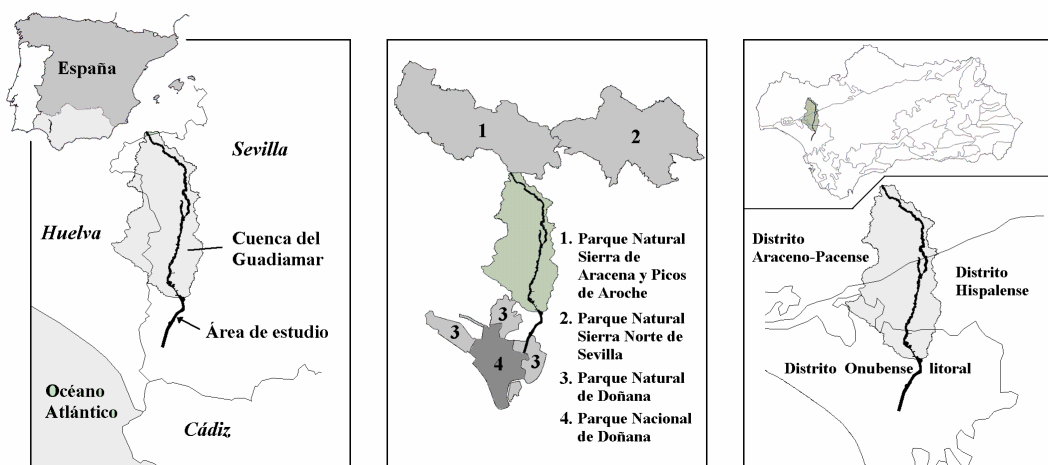
El trabajo de campo se desarrolló en los terrenos del Corredor Verde del Guadiamar, una estrecha franja de terreno de unos 600-800 m de anchura y más de 100 km de longitud cuya superficie total es de 7900 ha. Constituye un largo pasillo que pone en contacto dos grandes territorios protegidos, el Parque Natural y Parque Nacional de Doñana y los Parques Naturales de Aracena y Picos de Aroche y la Sierra Norte de Sevilla en Andalucía (Figura 1).

El área de estudio se sitúa, en su tramo alto, en la provincia Luso-Extremadurese (sector Mariánico-Monchiquense, distrito Araceno-Pacense) con sustratos metamórficos (cuarcitas, pizarras y grauvacas) y en su tramo inferior se interna en la provincia Bética (sector Hispalense) con terrenos formados por gravas y arenas de origen aluvial. Desde el punto de vista bioclimático (Rivas Martínez y Loidi 1999) se enmarca en un termotipo termomediterráneo superior y ombrotipo seco.

### 2.2. Recogida y análisis de muestras

De un muestreo más amplio (Gómez Mercado et al. 2010) se seleccionaron las 14 localidades cuyos inventarios incluían alguna especie del género *Cistus*. Sus nombres completos, las abreviaturas usadas en adelante y el número total de muestras en las que aparece cada especie son las siguientes: *Cistus albidus* L. (C\_alb, 4 muestras), *Cistus crispus* L. (C\_cri, 3 muestras), *Cistus ladanifer* L. (C\_lad, 7 muestras), *Cistus monspeliensis* L. (C\_mon, 9 muestras), *Cistus populifolius* L. (C\_pop, 3 muestras), *Cistus salviifolius* L. (C\_sal, 10 muestras).

Las parcelas muestreadas fueron cuadrados de  $100 \text{ m}^2$ , para cada una de las cuales se levantó un inventario de las especies vegetales cormofíticas presentes, estimando su abundancia-dominancia mediante el método de Braun-Blanquet (1964), posteriormente modificado para el análisis estadístico según el método de Van der Maarel (1979). Debido a



**Figura 1.** A la izquierda, situación del área de estudio y la cuenca del Guadiamar con respecto a España, Andalucía y las provincias de Huelva, Sevilla y Cádiz. En el centro, posición entre los espacios protegidos de Doñana y los parques naturales de Aracena y Picos de Aroche y Sierra Norte de Sevilla. A la derecha, situación sobre el esquema biogeográfico de Andalucía de Rivas Martínez et al. (1997).

que en algunos de estos inventarios aparece más de una especie de *Cistus*, el número total de presencias (36) es muy superior al de localidades y muestras correspondientes.

De cada parcela se tomó una muestra de suelo compuesta de cinco submuestras, uniformemente distribuidas por la zona inventariada, con un volumen final equivalente a 3 dm<sup>3</sup>. Las muestras se tomaron en los primeros 30 cm de suelo, independientemente de la secuencia de horizontes existente (Hagen-Thorn et al. 2004; Díaz-Maroto y Vila-Lameiro 2008). Las muestras se tamizaron a 2 mm, después de eliminar todo el material vegetal presente. En total trabajamos con 7 variables edáficas: bases de cambio (Ca, Mg, Na y K expresados en cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>), pH, carbonatos totales (CO<sub>3</sub>, % w/w) y humedad de saturación (Hsat, % w/w).

Las bases de cambio se determinaron con el método del acetato amónico (pH=7). El pH se midió en una suspensión suelo:agua 1:2,5. El carbonato cálcico total se determinó con el método manométrico de Barahona (1984). La humedad de saturación se determinó a partir de la pasta saturada.

### 2.3. Análisis de datos

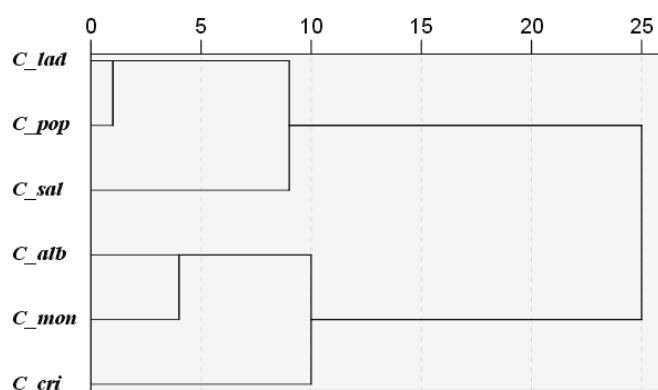
Los datos de abundancia de las especies en los inventarios se sometieron a un análisis de clasificación (conglomerados jerárquicos) para ver las tendencias de agrupación de las especies (Figura 2). Con los resultados analíticos de las 14 muestras edáficas recogidas, describimos el comportamiento de las especies con respecto a cada una de las variables mediante los correspondientes diagramas de caja (Figuras 3 y 4). Para estudiar las relaciones entre las variables edáficas y la distribución de las especies vegetales recurrimos a técnicas de análisis multivariante de ordenación (análisis de gradientes directos). Para ello se hicieron dos matrices, una con la abundancia de cada especie y otra con los valores de las variables (ter Braak 1987). Siguiendo la propuesta de Leps y Smilauer (2003), se hizo en primer lugar un DCA, en el cual se obtuvo una longitud de gradiente para el primer eje menor que 3 (2,868); en consecuencia elegimos un análisis de redundancia (RDA). Para esta prueba, los datos originales de abundancia de las especies fueron transformados logarítmicamente [ $x' = \log(x+1)$ ]. Por último, se hizo un ANOVA para las variables (con la transformación  $1/x$  para

### 3. Resultados

conseguir una distribución normal) y una prueba post hoc DMS (diferencia menos significativa) para comparar todos los posibles pares de especies. El análisis multivariante se hizo con Canoco v. 4.2; el resto de análisis estadísticos y las representaciones gráficas se hicieron utilizando IBM SPSS Statistics 20 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

#### 3.1. Análisis de clasificación

Como resultado del análisis de conglomerados jerárquicos obtuvimos el dendrograma de la **Figura 2**, que pone de manifiesto una tendencia a la agrupación de *C\_lad*, *C\_pop* y *C\_sal* por un lado, y de *C\_alb*, *C\_mon* y *C\_cri* por otro. En el primer grupo, *C\_sal* queda un tanto alejado del par *C\_lad*/*C\_pop*, lo mismo que le sucede, en el segundo grupo, a *C\_cri* con respecto al par *C\_alb*/*C\_mon*.



**Figura 2.** Dendrograma resultante del análisis de conglomerados jerárquicos realizado con la matriz de abundancia de las especies en los inventarios.

#### 3.2. Bases de cambio: Ca, Mg, Na y K (Figura 3)

*C\_alb* es la especie más tolerante a la presencia de calcio de cambio en el suelo, con valores que oscilan entre 3,22 y 21,56  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$  (francamente calcícola). Le siguen *C\_mon* (1,87 a 10,73) y *C\_sal* (0,69 a 10,73). *C\_lad*, *C\_cri* y *C\_pop* son los menos tolerantes, con valores que no superan los 6,24  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ . Encontramos diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para los pares *C\_alb*/*C\_lad*, *C\_alb*/*C\_pop* y *C\_alb*/*C\_sal*.

Los rangos de tolerancia a la presencia de magnesio son muy similares para todas las especies estudiadas, destacando tan solo los valores inferiores en el caso de *C\_cri*. No obstante, en ningún caso se obtuvieron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

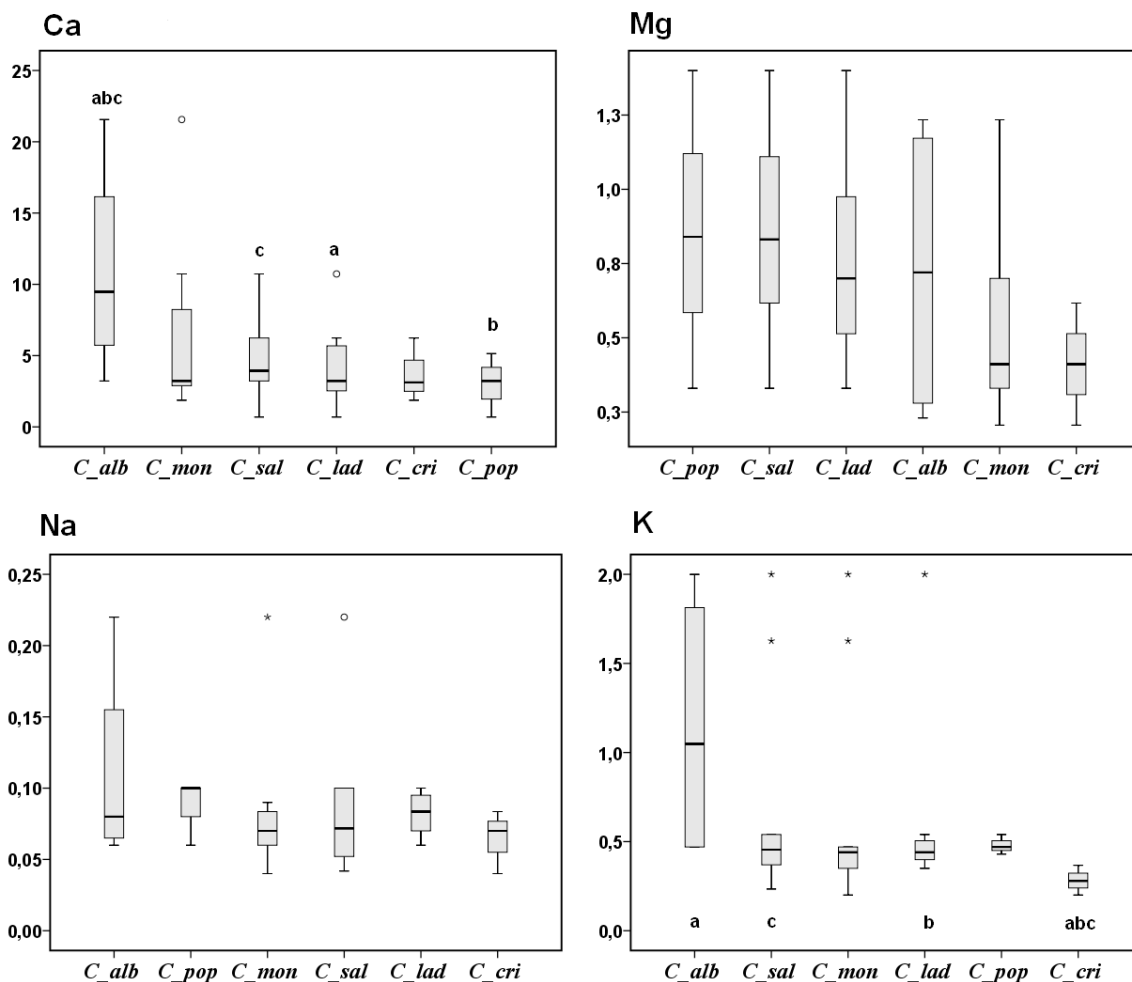
Destaca *C\_alb* por su mayor tolerancia al sodio de cambio, ya que los suelos en los que se desarrolla llegan a alcanzar valores de 0,22  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ . Este mismo valor lo presentan de manera atípica *C\_mon* y *C\_sal*, mientras que *C\_*

lad, C\_cri y C\_pop nunca pasan de 0,1. En todos los casos se trata de valores muy bajos, por lo que podemos afirmar que todas son especies no halófilas.

Únicamente destaca por sus valores habitualmente altos de potasio de cambio C\_alb (0,47 a 2,0 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>). Encontramos diferencias significativas (P<0,05) para los pares C\_alb/C\_cri, C\_alb/C\_lad y C\_alb/C\_sal.

### 3.3. Carbonatos (Figura 4)

C\_alb es también la especie más tolerante a la presencia de carbonatos (hasta 49,22%), si bien no le resultan necesarios para su desarrollo, puesto que la encontramos desde valores de 0,08%. C\_mon y C\_sal habitualmente presentan valores muy bajos, pero hemos encontrado algunos valores excepcionalmente altos. C\_cri, C\_pop y C\_lad nunca aparecieron por encima de 0,3%.



**Figura 3.** Diagramas de caja para calcio, magnesio, sodio y potasio de cambio (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>). La línea interior de la caja representa la mediana. La longitud de la caja es el rango intercuartílico (IQR). Asterisco (\*): valores extremos, más de 3 IQR desde el final de la caja. Valores atípicos (°): 1,5 a 3 IQR. Se señalan con la misma letra los pares que presentan diferencia significativa (p<0,05) en la prueba de comparaciones múltiples DMS.

### 3.4. Humedad de saturación (Figura 4)

Los valores más altos de humedad de saturación del suelo los presenta *C\_pop*. En el otro extremo encontramos a *C\_cri* y *C\_mon* que son las de comportamiento más xerófilo.

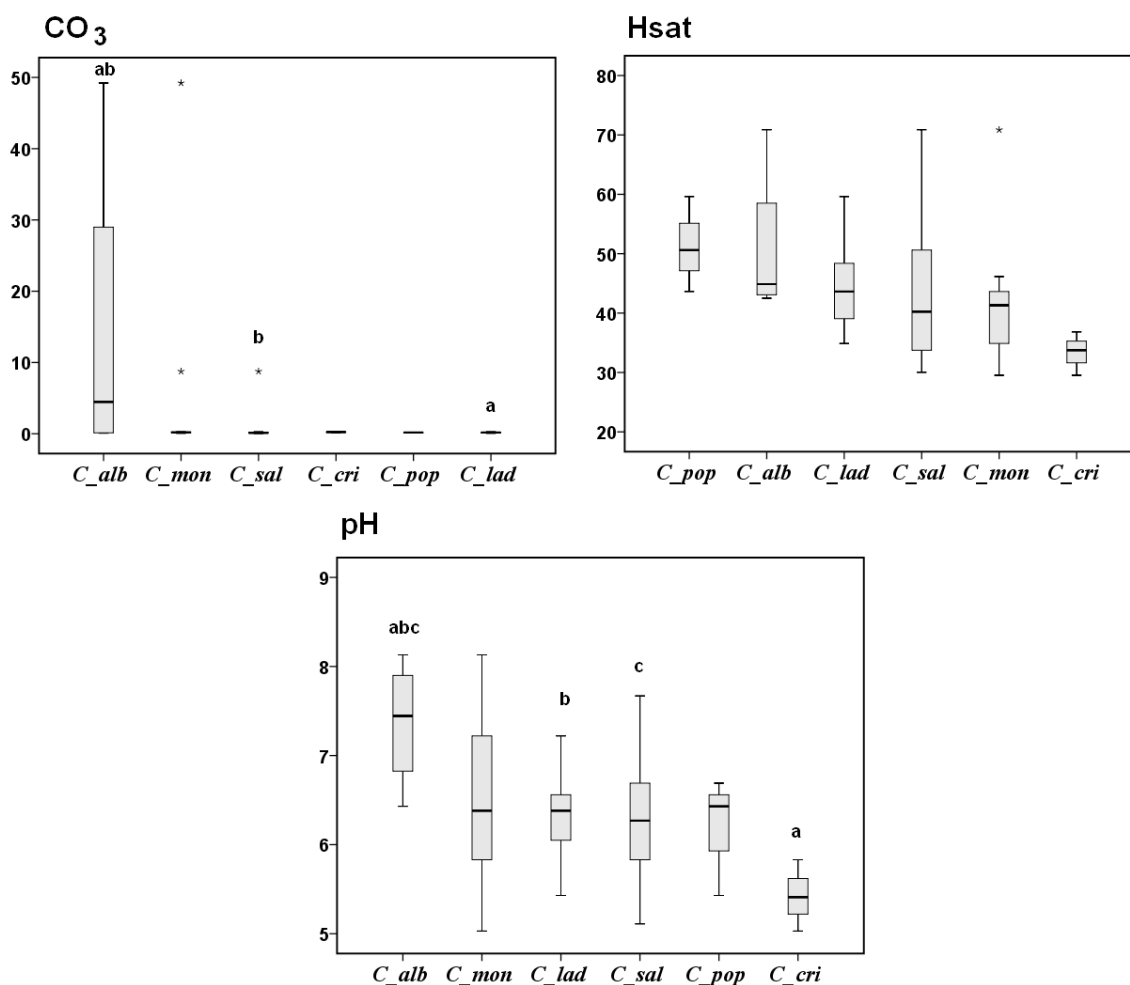
### 3.5. pH (Figura 4)

Los valores más altos de pH (6,43 a 8,13) corresponden a los suelos ocupados por *C\_alb*. *C\_mon*, *C\_lad* y *C\_sal* presentan rangos

relativamente amplios, mientras que *C\_pop* y *C\_cri* tienen siempre valores inferiores a 7. Hay diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) para los pares *C\_alb/C\_cri*, *C\_alb/C\_lad* y *C\_alb/C\_sal*.

### 3.6. Análisis de ordenación

La Figura 5 muestra el resultado del RDA. El porcentaje de varianza acumulada en los cuatro ejes para la relación especies/variables edáficas es del 98,6%. Se representan los ejes 1 (47,3%) y 2 (26,1%).



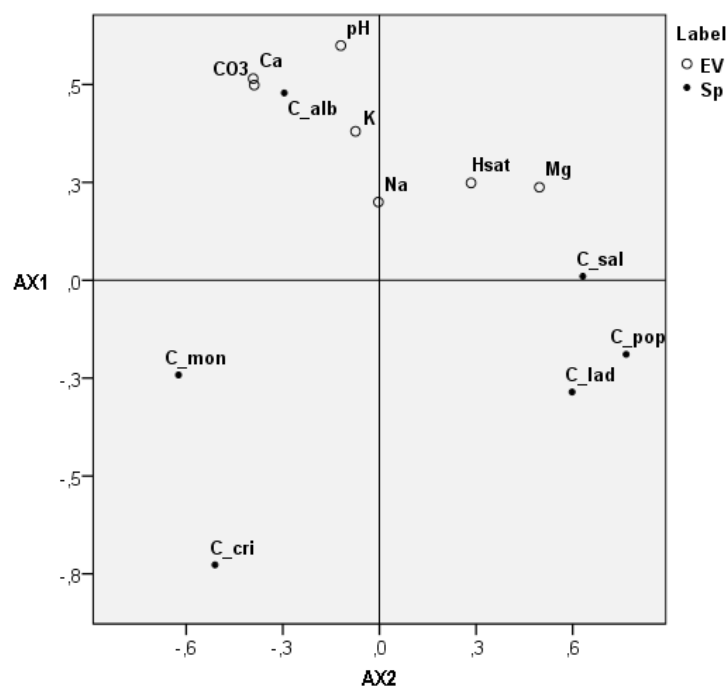
**Figura 4.** Diagramas de caja para carbonatos totales (% w/w), humedad de saturación (% w/w) y pH. La línea interior de la caja representa la mediana. La longitud de la caja es el rango intercuartílico (IQR). Asterisco (\*): valores extremos, más de 3 IQR desde el final de la caja. Valores atípicos (°): 1,5 a 3 IQR. Se señalan con la misma letra los pares que presentan diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en la prueba de comparaciones múltiples DMS.



## 4. Discusión

C\_alb queda en la parte negativa del eje 1 y positiva del 2, relacionado con los valores más altos de carbonatos, calcio, pH y potasio. C\_mon y C\_cri quedan también en la parte negativa del eje 1, pero muy alejados de estas variables. Claramente opuestos y sólo relacionados con el magnesio y en menor medida con la humedad de saturación, nos encontramos al grupo de C\_sal, C\_pop y C\_lad. Con respecto al eje 2, encontramos a las especies organizadas fundamentalmente por su relación con el pH (la variable más destacada en el lado positivo) con el siguiente orden: C\_alb, C\_sal, C\_pop, C\_mon, C\_lad y C\_cri. Este orden es bastante similar al que puede observarse en el correspondiente diagrama de caja de la **Figura 3**.

De los dos grupos discriminados por el análisis de conglomerados, el primero (C\_lad, C\_pop, C\_sal) se corresponde con los ambientes del tramo alto del corredor, relativamente poco alterados y con suelos de escaso contenido en calcio y carbonatos. El alejamiento de C\_sal con respecto al par C\_lad/C\_pop es una consecuencia de su mayor tolerancia a los suelos de pH elevado. El segundo grupo (C\_alb, C\_mon, C\_cri) tiende más a zonas medias y bajas, con mayor grado de alteración y mayor riqueza en bases de cambio de los suelos. La distancia de C\_cri con respecto al par C\_alb/C\_mon la interpretamos como una consecuencia de su preferencia por los ambientes más ácidos.



**Figura 5.** Resultado gráfico del análisis de redundancia (RDA) que muestra la correlación entre las especies de *Cistus*: *C. albidus* (C\_alb), *C. crispus* (C\_cri), *C. ladanifer* (C\_lad), *C. monspeliensis* (C\_mon), *C. populifolius* (C\_pop) y *C. salviifolius* (C\_sal) y las variables edáficas estudiadas: calcio, magnesio, sodio y potasio de cambio (Ca, Mg, Na y K), carbonatos totales (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), humedad de saturación (Hsat) y pH. Se representan los ejes 1 y 2 (varianza acumulada para la relación especies/variables edáficas 47,3% y 73,4% respectivamente).



## 5. Conclusiones

El análisis de las bases de cambio pone de manifiesto el comportamiento basófilo de *C. alb*, en oposición al grupo silicícola integrado por *C. lad*/*C. pop*/*C. cri*. El calcio es el elemento con mayor significación en este sentido, lo que nos permite considerar que *C. alb* es una especie calcícola, indicada para un posible uso en la restauración de la cubierta vegetal sobre suelos ricos en bases, desarrollados normalmente sobre margas y calizas. Por el contrario, el grupo *C. lad*/*C. pop*/*C. cri* debería utilizarse sobre suelos dístricos, que típicamente cuentan con cuarcitas, filitas, etc. como material original. *C. mon* y *C. sal* presentan un comportamiento intermedio, mostrando además un amplio rango de tolerancia a las variaciones de pH, con óptimo en los suelos ligeramente ácidos.

En cuanto al contenido en carbonatos de los suelos, refuerza, de manera más clara si cabe, el comportamiento diferenciado de *C. alb* como planta calcícola, con respecto a las demás especies y sobre todo frente a *C. cri*, *C. pop* y *C. lad*.

La humedad de saturación nos permite identificar a *C. pop*, entre las especies silicícolas, como la menos xerófila y por tanto la más adecuada para ser introducida en suelos forestales con elevada capacidad de retención hídrica, como son habituales en los alcornocales de la zona de estudio. Por el contrario, *C. mon* y *C. cri*, resultan adecuados para su implantación en suelos alterados, poco desarrollados o arenosos, con escasa capacidad de retención hídrica.

Los datos de pH avalan la condición basófila de *C. alb*. Nuestros resultados son muy similares a los obtenidos para esta especie por Núñez et al. (2003), que la encontraron entre 5,2 y 8,5, con un promedio de 6,8.

*C. albidus* es una especie tolerante a la elevada presencia de calcio y carbonatos en el suelo, lo que consiguientemente se relaciona con valores altos de pH. Su presencia ocasional en ambientes con bajos contenidos de estos elementos nos indica que no se trata de una especie calcícola estricta, sino que su capacidad de competencia se ve favorecida por esta circunstancia. En cuanto al pH, se encuentra preferentemente en suelos próximos a la neutralidad o moderadamente básicos.

*C. crispus* presenta los más bajos valores del muestreo en bases de cambio, carbonatos totales, pH y humedad de saturación. Según esto es la acidófila más estricta de la muestra y la más xerófila. El escaso número de muestras disponibles y el hecho de que siempre apareciera en arenas pueden haber sido determinantes y desaconseja extrapolar estos datos a otros ámbitos.

*C. ladanifer* se comporta como un elemento silicícola estricto, puesto que sus suelos presentan siempre valores muy bajos de bases de cambio y carbonatos totales.

*C. populifolius* se muestra también como un elemento silicícola estricto, pero difiere claramente de las demás especies por ocupar los suelos con la humedad de saturación más elevada. Es por tanto la especie menos xerófila de las analizadas.

*C. monspeliensis* es la especie que tiene los mayores rangos de tolerancia a las variables edáficas, sobre todo a los valores de pH, pero a tenor de sus valores de humedad de saturación, podemos catalogarla como una de las más xerófilas.

*C. salviifolius* presenta un comportamiento intermedio con respecto a la mayor parte de las variables, con una preferencia por los ambientes moderadamente ácidos, aunque no de manera estricta, ya que llega a aparecer a pH 7,67 y con contenidos en carbonatos superiores al 8%.

## 6. Agradecimientos

Los datos empleados para la elaboración de este artículo proceden de los resultados del proyecto de investigación «Composición, estructura, restauración y conservación de las comunidades vegetales cormofíticas en la cuenca del río Guadiamar», financiado por la Oficina Técnica del Corredor Verde del Guadiamar, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Agradecemos al Dr. C. Pinto Gomes la revisión de la versión portuguesa del resumen.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barahona E. 1984. Determinaciones analíticas en suelos. Normalización de métodos. Determinación de carbonatos totales y caliza activa (Grupo de Trabajo de Normalización de Métodos Analíticos). En: I Congreso de la Ciencia del Suelo, Vol. 1; 1984; Madrid. p. 53-67.
- Baslar S, Dogan Y, Mert HH. 2002. A study on the soil-plant interactions of some *Cistus* L. species distributed in West Anatolia. Turk J Bot. 26:149-159.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Ed. 3. Wien: Springer Verlag. 865 p.
- Díaz-Maroto IJ, Vila-Lameiro P. 2008. Chemical properties and macronutrients of oak soils in northwest Spain. Commun. Soil Sci Plant Anal. 39:1416-1435.
- Gómez Mercado F, Giménez Luque E, Delgado Fernández IC, de Haro Lozano S, del Moral F. 2009. Estimación de los rangos de tolerancia a los factores ambientales de diversas especies mediterráneas de interés ecológico-forestal. Lazaroa 30:145-159.
- Gómez Mercado F, Giménez Luque E, López Carriquer E, de Haro S, del Moral F. 2010. Ecological behaviour of some Mediterranean plant species: scientific grounds for restoration. Acta Bot Gall. 157(2):329-340.
- Hagen-Thorn A, Callesen I, Armolaitis K, Nihlgård B. 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations of former agricultural land. Forest Ecology and Management 195:373-384.
- Leps J, Smilauer P. 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press. 269 p.
- Núñez MA, Tamajón R, Recio JM. 2003. Distribución ecológica en función del pH de varias especies leñosas mediterráneas en Sierra Morena (España). Lazaroa 24:49-60.
- Núñez-Olivera E, Martínez-Abaigar J, Escudero JC, García-Novo F. 1995. A comparative study of *Cistus ladanifer* shrublands in Extremadura (CW Spain) on the basis of woody species composition and cover. Vegetatio 117:123-132.
- Rivas Martínez S, Asensi A, Díez-Garretas B, Molero Mesa J, Valle F. 1997. Biogeographical synthesis of Andalusia (southern Spain). J Biogeo. 24:915-928.
- Rivas Martínez S, Díaz TE, Fernández-González F, Izco J, Loidi J, Lousá M, Penas A. 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Itinera Geobotanica 15(1-2):1-922.
- Rivas Martínez S, Loidi J. 1999. Bioclimatology of the Iberian Peninsula. In: Rivas Martínez S et al., editors. Iter Ibericum A.D. MIM. (Excursus geobotanicus per Hispaniam et Lusitaniam, ante XLII Symposium Societatis Internationalis Scientiae Vegetationis Bilbao mense Iulio celebrandum dicti Anni). Itinera Geobotanica 13:41-47.
- Sosa T. 2003. Contribución al estudio de las funciones ecológicas que pueden desempeñar los compuestos derivados del metabolismo secundario en *Cistus ladanifer* L. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.
- ter Braak CJF. 1987. CANOCO. A fortran program for canonical community ordination by [partial][detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). DLO-agricultural Mathematics Group. Wageningen.
- Van der Maarel E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. Vegetatio 39(2):97-114.