

LOS GEOSISTEMAS LAGUNARES DE ORIGEN VOLCÁNICO DEL CAMPO DE CALATRAVA: FUNCIONAMIENTO Y DINÁMICA RECIENTE

E. González Cárdenas, J.L. García Rayego, R.U. Gosálvez Rey, M. Morales Pérez y M. Peinado Martín-Montalvo

Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Castilla-La Mancha. 13071. Ciudad Real

RESUMEN: El Campo de Calatrava constituye una región natural con una fuerte impronta geomorfológica donde se combinan tres elementos morfoestructurales básicos: el zócalo paleozoico, las cuencas sedimentarias terciarias y el volcanismo terciario y pleistoceno, siendo este último componente geomorfológico el que le confiere una singularidad notable (García Rayego, 1994). Es este un territorio en el que a lo largo de millones de años se ha desarrollado un rico y variado paisaje volcánico, fruto de unos especiales condicionantes geofísicos regionales que puntualmente se han visto interferidos por procesos externos a los sistemas volcánicos, meramente locales. De todo ello resulta una morfología caracterizada junto a la presencia de otros edificios volcánicos, por amplios cráteres de explosión, en parte asimilables a maars, ocupados en la actualidad por láminas de agua de carácter temporal, configurando unos geosistemas de indudable valor ya que a sus características genéticas y geomorfológicas, se suman las hidrológicas, botánicas y faunísticas. Este complejo de humedales, variados en cuanto a su tamaño, dispersos en cuanto a su localización en alineamientos eruptivos o sobre fracturas asociadas a sistemas geotermales, muy numerosos (más de 80 lagunas, hoyas, navas o navazos) y ocupando globalmente una gran extensión (en torno a las 2.000 hectáreas), se suma a los que en conjunto conforman lo que algunos autores han denominado, desde un punto de vista biogeográfico, la Mancha Húmeda. Los condicionantes climáticos que pueden calificarse de rigurosos, tanto desde el punto de vista térmico como pluviométrico son, en buena medida, responsables del funcionamiento hidrológico que los caracteriza. Con este estudio que tiene carácter inicial, queremos contribuir al conocimiento de estos geosistemas húmedos que hasta ahora han sido escasamente estudiados. La metodología desarrollada se ha basado en la realización de análisis de los diferentes aspectos geomorfológicos, climático-hidrológicos y faunísticos implicados en estos singulares espacios geográficos. Para esta comunicación se exponen los resultados del estudio de una selección de nueve enclaves.

PALABRAS CLAVE: Campo de Calatrava, paisaje, geosistema, cráteres de explosión, lagunas temporales, aves acuáticas.

ABSTRACT: Crater lacustrine geosystems at Campo de Calatrava: behaviour and recent dynamics. The Campo de Calatrava constitutes a natural region with a strong geomorphological feature where are combined three morphoestructural basic elements: the paleozoic basement, the sedimentary tertiary basin and the forms built during the Tertiary and Pleistocene volcanic activity, being this last geomorphologic component which confers a notable singularity. This is a territory in that along millions of years has been developed a rich and assorted volcanic landscape, fruit of some regional geophysical conditions that punctually they have been affected by local process, foreign to the volcanic system. Of this interaction results the creation of wide explosion craters (maars) busy at present by water plates of temporary character which configuring some geosistem of undoubted value since their genetic and geomorphological characteristic to their hydrology, botany and fauna. This complex of wetland, assorted in size, scattered in their location in eruptive lines or on fractures associated with geothermal systems, very numerous (more than 80 lagoons "hoyas" "navas" or "navazos") and occupying a great extension (around 2000 hectares), it is added to the group designated by some research worker the Mancha Húmeda. The climatic conditions, so thermal as pluviometric, which can designated of rigorous are responsible of the hydrologic operation. With this study that has initial character, we want to contribute to the knowledge of these wet geosistem. The developed methodology is based on the analysis of the different aspects: geomorphological, climatic-hydrological and wildlife implicate in these singular spaces. For this communication are exposed the results of nine selected lagoons.

KEY WORDS: Campo de Calatrava, landscape, geosystem, explosion craters, temporary lagoons, aquatics birds.

1. Introducción

El volcanismo del Campo de Calatrava es el característico de interior de placa que se nutre de magmas alcalinos, muy ricos en CO₂, en los que prácticamente no se han lle-

vado a cabo procesos de diferenciación (Ancochea, 1983) lo que condiciona la emisión de lavas pobres en sílice y determina eventos eruptivos caracterizados por una nula o baja explosividad (erupciones efusivas y estrombolianas) que desarrollan unas formas de relieve muy características

Laguna	Municipio	Tipología	Génesis	Perímetro (m)	Altitud (m)	Prof. Cráter (m)	Ejes máx. y min (m)	Superf. (ha)
Almodóvar	Almodóvar	Piedemonte	Freatomagmática	1.884	675	75 - 10	600 x 500	28,26
Blanca	Argamasilla de Cva.	Llanada	Freatomagmática	2.350	660	20	700 x 800	59,89
Caracuel	Caracuel	Piedemonte	Freática	2.600	675	25 - 5	1.250 x 750	67,50
Carrizosa	Cabezarados	Piedemonte	Freática	1.900	680	5	550 x 400	22,79
Dehesa	Cabezarados	Llanada	Freática	471	680	3	150 x 150	2,72
Fuentillejo	Ciudad Real	Sierra	Freatomagmática	2.513	638	120 - 20	300 x 500	12,15
Inesperada	Pozuelo de Cva.	Llanada	¿Freática?	2.747	620	5		
La Laguna	Moral de Cva.	Piedemonte	Freática	3.690	680	10		
N. Grande	Malagón	Piedemonte	Freática	5.026	730	20 - 10	1.400 x 1.300	59,80

Fuente: M.T. N. 1:50.000. Elaboración propia

Tabla 1. Lagunas tipo del Campo de Calatrava

TOPONIMIA

1. ALMODOVAR
2. BLANCA
3. CARACUEL
4. CARRIZOSA
5. LA DEHESA
6. FUENTILLEJO
7. LA INESPERADA
8. LA LAGUNA
9. NAVA GRANDE

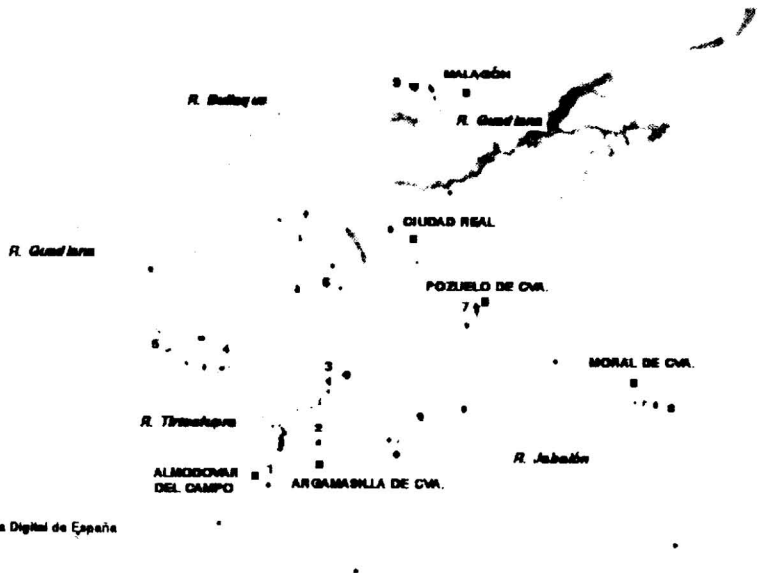


Figura 1. Lagunas vinculadas a la actividad volcánica.

de ambas tipologías eruptivas (volcanes en cúpula y conos, respectivamente). La existencia de agua ajena al sistema volcánico, que en determinadas condiciones interfiere en el proceso de ascenso del magma hacia la superficie, es la responsable de que se hayan producido fases eruptivas de alta explosividad.

2. Geodinámica y tipología de lagunas

Desde el punto de vista genético, entendemos que la práctica totalidad de las lagunas actuales del Campo de Calatrava

(Figura y Tabla 1) y otras que han perdido su funcionalidad, pero que la han tenido hasta época reciente, se albergan en cráteres de explosión desarrollados en procesos eruptivos hidromagmáticos (Poblete Piedrabuena, 1995; González Cárdenas, 1992-97). En estos procesos podemos distinguir, por un lado, los derivados de una interacción directa del magma ascendente con agua confinada a diferente profundidad, dando lugar a que se desencadenen potentes erupciones freatomagmáticas; por otro lado, los producidos en erupciones freáticas en las que el magma, por diferentes razones, no alcanza la superficie aunque sí calienta hasta la vaporización aguas super-

Almodóvar	Cráter con anillo de tobas superpuesto a los piroclastos de caída del Cerro de Los Molinos cuyo cráter en herradura es roto por la erupción freatomagmática.
Blanca	Maar cuyo anillo de tobas (base surges), se emplaza sobre parte de los piroclastos de caída de un pequeño volcán estromboliano, situado en su borde NW.
Caracuel	Depresión alargada en la dirección 135° N, cerrada al S, W y NE por un anillo de tobas discontinuo que propicia su estanqueidad. Al SW se localizan las pequeñas lagunas alojadas en depresiones explosivas de Perabad y Dña. Elvira.
Carrizosa	Depresión subelíptica cuyo borde NE es un resalte en arco de depósitos de oleada con lapillis acrecionales. Tres pequeños cráteres se sitúan en sus inmediaciones
Dehesa	Doble depresión subcircular cerrada por un depósito brechoide de clastos de la roca de caja y de una costra ferromanganesífera y líticos accesorios de basalto
Fuentillejo	Profundo cráter abierto al N. del que brotan oleadas piroclásticas direccionales. En su borde S. se abre otro menor que emite una colada lávica, finalizando las erupciones con la formación sobre el borde oriental de un pequeño domo y el derrame de una corta colada que corre ladera abajo hacia la laguna.
Inesperada	Depresión elíptica muy alterada por la extracción minera y la presión urbanística. Su emplazamiento y ciertos depósitos, sugieren un origen freático.
La Laguna	Amplia depresión subelíptica con un anillo de tobas, especialmente marcados al S y SW, en el que puntualmente abundan los lapillis acrecionales.
N. Grande	Depresión subcircular, encajada en la ladera cuarcítica serrana, cerrada por un marcado anillo de tobas en el que se encuentran pequeños lapillis acrecionales.

Fuente: I.T.G. E. Serie MAGNA -1:50.000; Fotografía Aérea Vertical, Vuelo Americano. Elaboración propia.

Tabla 2. Características geomorfológicas.

ficiales o subsuperficiales. En el primer caso, se desarrollan amplios y profundos cráteres y se emiten flujos piroclásticos (oleadas basales) que se disponen en forma de anillos de tobas, resaltando la morfología de maar de algunos de estos edificios (Wohletz, 1993), o bien dan lugar a depósitos en forma de lengua, emplazados en vallonadas al estar guiada su trayectoria por efectos gravitacionales. En el segundo, se originan cráteres de variada morfología y tamaño (Sparks *et al.*, 1997), rodeados o no por el característico reborde de depósitos de piroclastos hidromagmáticos (Tabla 2). La ubicación de estas depresiones explosivas (Figura 1) está guiada por los alineamientos volcánicos existentes en el Campo de Calatrava (Ancochea, 1983) y por los condicionantes hídricos del suelo y del subsuelo. Por tanto, lo que a primera vista puede parecer una distribución caprichosa o anárquica de las lagunas, responde a pautas volcanotectónicas. Los comportamientos estructurales y litológicos del Campo de Calatrava son, pues, determinantes a la hora de entender el emplazamiento y la morfología de los cráteres freáticos y freatomagmáticos, así como sus dimensiones, sus depósitos asociados y las características biogeográficas de las lagunas que albergan. Y es, desde este último punto de vista, a partir del cual hemos considerado estos geosistemas lagunares agrupadas en tres

grandes conjuntos que dependen directamente de su ubicación: a) Lagunas de sierra, b) Lagunas de piedemonte, c) Lagunas de llanada (Tabla 1).

El desarrollo de erupciones freáticas, ligadas a posibles sistemas hidrotermales o a la intrusión de diques, ha originado notables agrupamientos de espacios lagunares como los que se localizan en los piedemontes de la Sierra de Malagón, Sierra del Moral, Sierra de Perabad, así como los que se sitúan en la depresión anticlinal de Abénajar-Argamasilla y buena parte de la de Alcolea-Ciudad Real. Por otro lado, en las zonas centrales de cuenca y en algunos piedemontes, conviven tanto cráteres freáticos como freatomagmáticos, dependiendo la presencia de unos u otros de las circunstancias locales de interacción agua-magma.

Cuando el magma entra en contacto con acuíferos profundos, éstos se agotan más lentamente que los que están próximos a la superficie o son más pequeños. En esta situación se producen explosiones que originan cráteres más o menos extensos y profundos, que se superponen o yuxtaponen, dando lugar a un notable desarrollo de anillos de tobas. En ellos predominan los depósitos de oleadas piroclásticas basales de carácter húmedo con altos porcentajes de líticos juveniles. En el Campo de Calatrava son

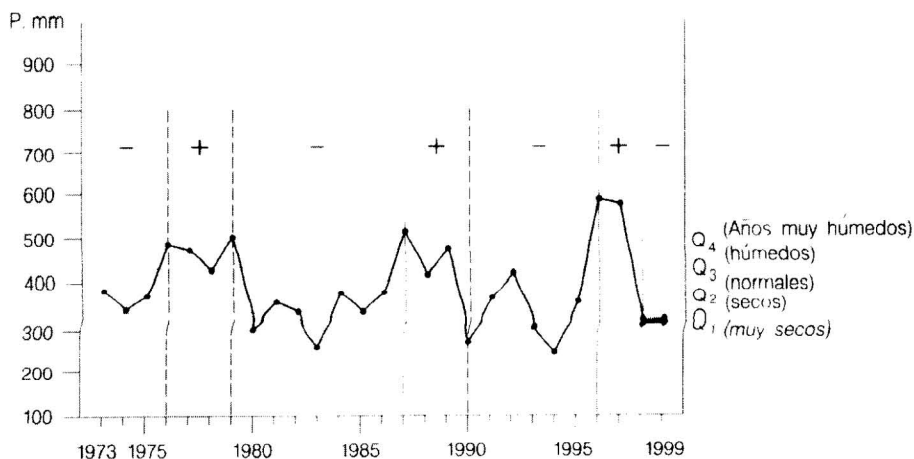


Fig. 2. Precipitaciones anuales de Ciudad Real.

muy comunes estas morfologías que se localizan con preferencia, aunque no exclusivamente, en los espacios serranos, asociadas a una intensa fracturación que permitió el desarrollo de acuíferos locales de cierta entidad. Las lagunas de Fuentillejo, Alcolea, El Acebuche, Lomillos, Carboneras, Cervera, Cañada, La Alberquilla y Michos, pueden considerarse el resultado del funcionamiento de sistemas similares al descrito.

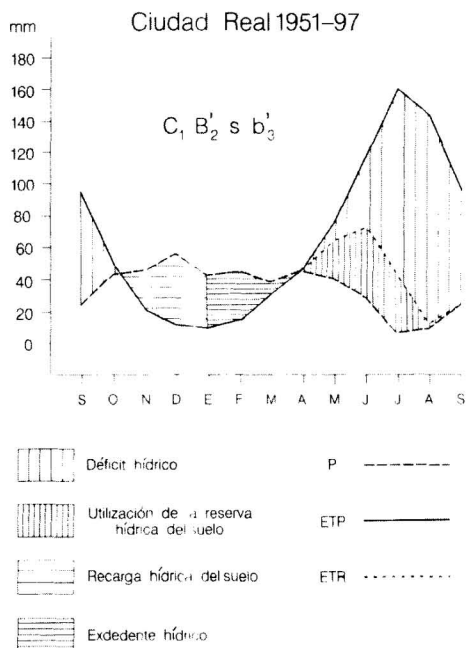
3. Caracterización climática

Desde el punto de vista climático el Campo de Calatrava, cuyo observatorio representativo consideramos que puede ser el de Ciudad Real capital, ha de incluirse en las áreas de clima templado de verano seco y muy cálido, es decir, un clima mediterráneo de interior, el tipo climático Csa de Köppen. La clasificación de Thornthwaite, más precisa en

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	año				
Media	44,2	46,0	39,3	46,5	41,5	29,9	7,5	9,0	26,3	45,8	48,5	57	441,51				
Mediana	35,9	35,6	29,7	42	33,5	21,3	1,3	4,8	18,3	48,6	48,6	45,6	425,4				
Desviac.	40,0	39,1	32,5	27,8	29,1	28,4	14,9	13,3	26,1	32,0	35,2	49,7	132,79				
Coef.var.Var.	90,5	85	82,8	59,8	70,1	94,9	200	147,29	98,3	69,9	72,6	87,2	30,08				
Máximo	177,4	156,1	128,2	107,7	144,1	133,2	71,3	63	103,5	123,1	129	220,2	857,2				
Mínimo	0	0	0	3,6	3,2	0	0	0	0	0	0,9	0	193				
Días de P	11,3	10,9	10,8	12,1	10,3	6,9	2,8	3,0	6,5	10,0	10,2	11,7	106,6				
P/días P	3,9	4,2	3,6	3,8	4	4,3	2,7	3	4,1	4,6	4,8	4,9	4,1				
I. máx. 24 h.	41,2	37,4	34	37,4	67,6	60	37,6	57,4	37,5	54,6	40	76,4					
E.T.P.	51,8	22,7	12,3	10,2	15,1	30,9	46,6	77,5	119,0	162,7	145,1	96,72	790,8				
P-ETP	-6,0	25,8	44,7	34,0	30,9	8,4	-0,1	-35,9	-89,1	-155,3	-136,1	-70,5					
Deficit	6,0	0	0	0	0	0	0,1	12,9	44,1	129,3	132,1	69,5	394,1				
Excedente	0	0	0	5,5	30,9	8,4	0	0	0	0	0	0	44,8				
Tipo climático: C1 B'2 s b'3										Im = -19,22				Ih = 18,04		Ia = 62,36	

Tabla 3. Parámetros de la precipitación y balance hídrico en Ciudad Real (1951-997). Fuente: I.N.M. Elaboración propia

Figura 3. Diagrama climático de Thornthwaite. Fuente I.N.M. elab. propia



Aguas alcalinas (pH entre 7 y 10)	Nava Grande de Malagón: entre 7,8 y 8,6 Blanca: entre 9,11 y 9,3 La Laguna: 7,6 Fuentillejo: entre 9,7 y 9,9 Dehesa: entre 7 y 9,6
Aguas entre alcalinas y muy alcalinas	Caracuel: entre 7,5 y 10,4 Carrizosa: entre 8,2 y 10,6 La Inesperada: entre 8,9 y 10,2
Aguas muy alcalinas (pH superior a 10)	Almodóvar: entre 10 y 10,4

Tabla 4. pH

cuestiones relacionadas con la pluviometría y la humedad, permite situar al Campo de Calatrava con un índice general de humedad de $-19,22$ dentro de los climas secos ($C_1 B'_2 s b'_3$), pero muy próximo a los climas semiáridos (D), con exceso moderado de agua en invierno y falta intensa de agua en verano. Así pues, ni las condiciones térmicas ni las pluviométricas parecen ser, en principio, las más favorables para el mantenimiento habitual de estos sistemas naturales, que pueden calificarse climáticamente, de lagunas temporales.

En efecto, las precipitaciones anuales son escasas, 440 mm, y muy irregulares interanualmente, con años que superan los 800 mm y otros que no llegan a los 200 mm.

Sin embargo, si atendemos al ciclo medio, esta pluviometría cae durante el año de forma relativamente homogénea, desde octubre hasta mayo ambos incluidos con unos 40-50 mm (el mes más lluvioso es diciembre), mientras junio y septiembre suponen una inflexión con 20-30 mm y el pleno verano (julio y agosto) no alcanza ni 10 mm mensuales (Tabla 3). No obstante, esta precipitación mensual también observa una gran desviación entre unos años y otros, con rangos pluviométricos y coeficientes de variación elevadísimos, sobre todo en el invierno que es cuando más llueve y más intensamente lo hace, mensualmente hablando, pero a veces no se registra precipitación en absoluto. En todo caso es esta estación invernal, también por

Aguas dulces (entre 0,09-0,5 mS/cm)	Dehesa : entre 0,34 y 0,63 Carrizosa : entre 0,37 y 0,53
Aguas subsalinas (entre 0,5- 2,5 mS/cm)	La Laguna : 1,66 Blanca : entre 0,91 y 1,10
Aguas dulces-hiposalinas	Caracuel : entre 0,45 y 8,5
Aguas hiposalinas (entre 2,5- 20 mS/cm)	Fuentillejo: entre 3,40 y 4,68 Nava Grande de Malagón: entre 3,60 y 17,14
Aguas hiposalinas-mesosalinas	La Inesperada: entre 12,05 y 20,20
Aguas mesosalinas (entre 20- 40 mS/cm)	Almodóvar: entre 7,40 y 24,10

Tabla 5. Conductividad.

su menor evaporación, la más proclive a que las lagunas persistan, eso sí durante los años favorables; de ahí que no pueda hablarse de lagunas estacionales. Por otro lado, la intensidad de la lluvia no es demasiado alta (ni la intensidad media, ni la intensidad en 24 horas); en este caso sí destacan varios meses de primavera y verano (mayo, junio y agosto) y vuelve a resaltar diciembre con el mayor registro de todos (Tabla 3). Sin embargo, dados los valores térmicos de los meses citados, sólo en diciembre se podría asistir a un llenado relativamente rápido de los vasos lagunares calatravos; circunstancia realmente extraña en este territorio.

Partiendo de los datos de la ficha hídrica elaborada según el método de Thornthwaite y que, en líneas generales, se observa en la Figura 2, puede llegarse a las siguientes conclusiones: el verano destaca con una evapotranspiración tan elevada que resulta casi imposible abastecer de agua al sistema natural desde mayo hasta septiembre, meses que presentan cifras claramente deficitarias (P-ETP entre -35 y -155 mm), siendo ligeramente negativas las de abril (-0'12 mm) y octubre (-6'03 mm). Así pues, el periodo que resta, desde noviembre hasta marzo, que es el que ha de considerarse, por sus valores térmicos, invernal en sentido amplio, es el que puede registrar ganancias de agua (entre 8 mm en marzo, que es el mínimo y 44 mm en diciembre, que es el máximo) y por tanto un mantenimiento teórico de las lagunas. Pero, si se tienen en cuenta, por un lado, la capacidad de almacenaje en agua del suelo y, por otro, los importantes déficits hídricos que se verifican a partir del verano y que tardan varios meses en compensarse, ese periodo de excedente de agua, acaba quedando acortado e integrado únicamente por enero con 5 mm de excedente, febrero con 30 mm y marzo con 8 mm.

No obstante, como ya se ha dicho la irregularidad temporal es una característica de la precipitación. En la Fi-

gura 3 se observa claramente que en el último cuarto de siglo los periodos que podemos considerar húmedos suelen ser cortos, de unos 3 años de duración, mientras que los secos suelen durar 5-7 años. Así pues, es durante ciertos años húmedos y en las estaciones favorables, es decir invierno y comienzos de primavera, cuando pueden mantenerse las lagunas del Campo de Calatrava. Precisamente en los últimos años, en los cuales se ha venido realizando un seguimiento más pormenorizado de las lagunas, pueden diferenciarse en concreto un periodo húmedo y un periodo seco, que nos han servido para detectar los cambios y procesos recientes, tanto hidrológicos como de presencia de diferentes grupos faunísticos en las lagunas calatravas.

4. Caracterización hidrológica

Desde el punto de vista hidrológico, el primer dato que se constata es la estrecha dependencia del ciclo hidrológico del régimen de precipitaciones. Así pues, durante el periodo de estudio hemos tenido ocasión de comprobar cómo en años húmedos, el año 1996 con 595 mm y el 1997 con 580 mm, todas las lagunas prácticamente han presentado periodos de encharcamiento más o menos prolongados, siendo numerosas incluso las que han mantenido su vaso encharcado durante el verano, como por ejemplo, Nava Grande de Malagón, Caracuel, Carrizosa, Fuentillejo, Dehesa y La Laguna. Durante el año 1998, aunque no fue un año húmedo (sólo se recogieron 312,4 mm) las precipitaciones de finales del 1997 (noviembre y diciembre con 202 mm) y de mayo del 1998 (con 92 mm) permitieron que las lagunas presentaran láminas de agua durante el invierno y la primavera, que posteriormente en verano se evaporaron con rapidez. El año 1999 ha sido el que se ha manifestado más riguroso, ya que las escasas precipitaciones de in-

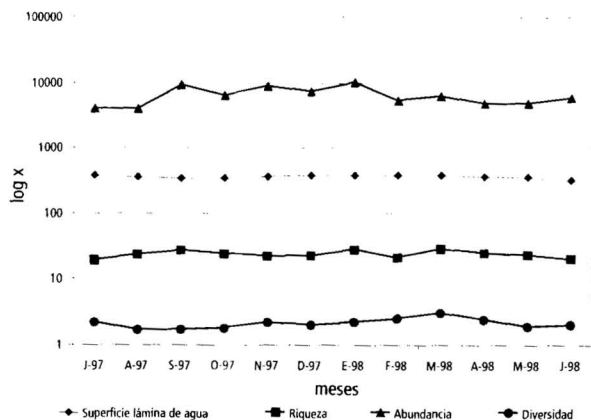


Figura 4. Evolución mensual de los parámetros ecológicos de la comunidad de aves acuáticas y de la superficie de la lámina de agua en el periodo anual 1997-98

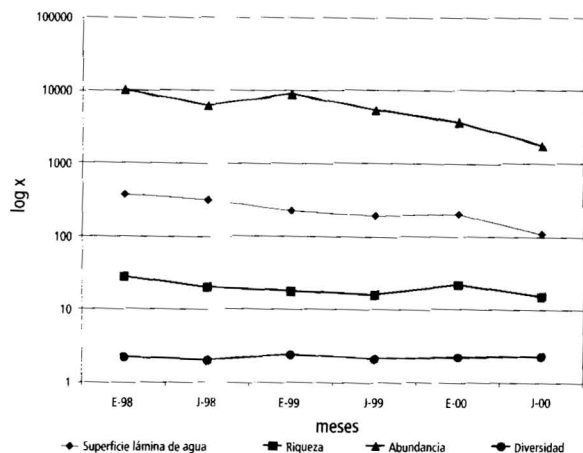


Figura 5. Evolución estacional de los parámetros ecológicos de la comunidad de aves acuáticas y de la superficie de la lámina de agua en el periodo 1998-2000

no y primavera (entre enero y mayo tan sólo se registraron 83,5 mm) han determinado un breve período de encharcamiento e incluso en un buen número de lagunas la inexistencia de éste.

Respecto a los parámetros hidroquímicos, se han obtenido los datos del pH, la conductividad y la temperatura del agua. Los pH obtenidos en las aguas de las lagunas objeto de estudio oscilan entre 7 (laguna de la Dehesa) y 10,6 (laguna de la Carrizosa) son, por tanto, aguas que podemos clasificar entre alcalinas y muy alcalinas (Tabla 4). Estos pH se pueden explicar por la presencia en las cuencas de drenaje de calizas y de materiales volcánicos básicos como son los basaltos olivínicos que aparecen en los vasos de las lagunas Blanca y Almodóvar. Un hecho que llama la atención es la fuer-

te variación del pH en las lagunas de Caracuel (amplitud máxima de 2,9), La Dehesa (amplitud de 2,6) y La Carrizosa (amplitud de 2,4) frente al resto de lagunas cuyas variaciones son muy pequeñas (amplitud entre 0,2 y 0,8), esto nos induce a pensar que las causas de estos cambios bruscos puedan estar relacionadas con un manejo antrópico.

En cuanto a la conductividad, entre las lagunas muestreadas encontramos una gran variedad de situaciones, desde lagunas con aguas dulces como La Dehesa y La Carrizosa hasta lagunas con aguas mesosalinas como la de Almodóvar (Tabla 5).

Respecto a la temperatura de las aguas se observa una lógica coincidencia con las temperaturas del aire, con un registro de temperaturas bajas en invierno (valo-

res entre 4,1° y 11,8°) y temperaturas más altas en verano, fruto del rápido calentamiento de unas láminas de agua que si se mantienen son muy someras (valores entre 21° y 27°).

5. Caracterización faunística

Los condicionantes geomorfológicos, climáticos e hidroquímicos descritos nos llevan a concluir que estamos ante un geosistema con unas características muy peculiares, a las que la fauna y la flora se enfrenta con diversos mecanismos adaptativos. En este escenario sólo los organismos vivos que sean capaces de resistir grandes periodos temporales desfavorables y aprovechar los escasos momentos ecológicamente favorables serán capaces de obtener el máximo rendimiento de estos hábitats.

Aún a riesgo de producir un sesgo hacia el conocimiento de gremios faunísticos determinados, en la presente comunicación nos centramos en el estudio de los parámetros ecológicos (Riqueza, Abundancia y Diversidad) de las comunidades de aves acuáticas, teniendo en cuenta los siguientes órdenes: Podicipediformes (somormujos y zampullines), Anseriformes (patos, buceadores y nadadores), Gruiformes (solo fochas y gallinetas) y Charadriiformes (limícolas y gaviotas). Los muestreos se han realizado a lo largo del periodo anual 1997-98 (recuentos mensuales) y de forma estacional en el periodo 1998-2000 (meses de enero y junio).

En cuanto al parámetro Riqueza Total (n° de especies), para el conjunto de enclaves húmedos analizados se ha elevado a 46 especies, siendo el orden Charadriiformes el que aporta una mayor número, con 27 taxones (59 %). Si a ello unimos la presencia mayoritaria de patos nadadores (11 especies), frente a 3 especies de somormujos y zampullines y 3 de patos buceadores, podemos comprobar el dominio de elementos faunísticos relacionados con el aprovechamiento de humedales con niveles de agua someros (en torno a 25-75 cm de profundidad). La Riqueza Total, a lo largo del periodo anual, osciló entre las 19 especies del verano (julio 1997) y las 29 del paso primaveral (marzo 1998), presentando cifras similares en la época invernal (28 taxones, enero 1998) y el paso otoñal (27 especies; septiembre 1997), situándose la Riqueza Media en 24 especies (Figura 4). En el periodo interanual (enero y junio, 1998-2000), la Riqueza Total varió entre las 28 especies del mes de enero de 1998 y las 22 del mes de enero de 2000, para el periodo invernal, y los 20 taxones del mes de junio de 1998 y los 15 del mes de junio de 2000, para el periodo reproductor. Se obser-

va así una reducción progresiva en consonancia con la disminución de las precipitaciones registradas y, por lo tanto, con la capacidad de las lagunas para almacenar agua y albergar aves (Figura 5). Si analizamos la estabilidad temporal de las distintas especies, comprobamos que la mayoría (27; 57 %) han permanecido menos de 7 meses en el área estudiada, lo que nos confirma la gran irregularidad del recurso hídrico en las lagunas del Campo de Calatrava. La presencia continuada de taxones (Flamenco Rosa, Tarro Blanco, Avoceta Común) asociados a medios con aguas muy mineralizadas quedó constatada tan sólo en la Laguna de la Inesperada, precisamente la localidad que presentó algunos de los valores más elevados de conductividad.

Por su parte, la Abundancia (n° de individuos o aves) muestra un comportamiento similar al de la Riqueza, oscilando entre los 3.991 individuos de la época estival (agosto 1997) y los 10.019 del periodo invernal (enero 1998), con entradas importantes en la época migratoria (9.136 aves, septiembre 1997; 6.365 individuos, mayo 1998), mientras que la Abundancia Media se situó en 6.444 aves (Figura 4); todo ello para el periodo anual estudiado. En el periodo interanual este indicador varió entre los 10.019 individuos (enero 1998) y los 3.558 individuos (enero 2000), para el periodo invernal, y las 5.981 aves (junio 1998) y las 1.746 aves (junio 2000), en la época primaveral (Figura 5).

En cuanto a los valores de la Diversidad (índice de Shannon & Weaver), éstos han oscilado entre 1,7 bits/individuo en el periodo estival y otoñal (agosto y septiembre, 1997) y 3,1 en el paso primaveral (marzo, 1998), presentando una Diversidad Media de 2,1 bits/individuo para el periodo anual analizado. Los valores más bajos se presentaron en verano y otoño y los más elevados en invierno y primavera (Figura 4), lo cual se debe a la acumulación en las lagunas de determinadas especies gregarias (Focha Común y Ánade Azulón) que contribuyeron a incrementar de manera significativa la abundancia de esas especies. En el periodo interanual se observa un ligero incremento de la diversidad (Figura 5) relacionado con el descenso generalizado de los niveles de agua en las lagunas, algunas incluso llegan a secarse, lo que puede estar favoreciendo la aparición de nuevas características geo-ecológicas (menor superficie encharcada y aguas más someras), poco propicias para las especies que a lo largo del periodo anual se presentaron como fuertemente dominantes (Focha Común y Ánade Azulón), siendo sustituidas ahora por numerosas especies de laro-limícolas.

En consecuencia, la comunidad de aves acuáticas asociada a las lagunas del Campo de Calatrava se en-

cuenta enormemente influida por las fluctuaciones climáticas e hidrológicas que se suceden a lo largo del tiempo (alternancia irregular de periodos secos y húmedos), afectando de manera significativa a todos sus descriptores ecológicos (Riqueza, Abundancia y Diversidad), tal y como han observado numerosos autores (Amat, 1984; Paracuellos, 1993; Lavado, 1996) en otros humedales de la Península Ibérica.

Referencias bibliográficas

- Amat, J.A. (1984): Las poblaciones de aves acuáticas en las lagunas andaluzas: composición y diversidad durante un ciclo anual. *Ardeola*, 31: 61-79.
- Ancochea, E. (1983): *Evolución espacial y temporal del volcanismo de España Central*. Editorial Universidad Complutense. Madrid.
- García Rayego, J.L. (1994): *Mapa geomorfológico de la comarca de Los Montes-Campo de Calatrava*. Servicio Publicaciones (UCLM). Cuenca.
- González Cárdenas, E. (1997): Secuencias eruptivas y formas del relieve en los volcanes del sector oriental del Campo de Calatrava. En: E. González Cárdenas y J.L. García Rayego (coord), *Elementos del medio natural en la provincia de Ciudad Real*. UCLM. Tarancón (Cuenca), 161-201 pp.
- Lavado Contador, J. F. (1996): *Estructura, ritmos y sucesión en la comunidad de aves acuáticas del embalse de Arrocampo*. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura. Badajoz.
- Paracuellos Rodríguez, M. (1993): Fenología anual de la ornitofauna en las salinas de Guardias Viejas (Almería). *Calidad Ornítica. Alytes*, Vol. VI: 317-333.
- Poblete Piedrabuena, M.A. (1995): *El relieve volcánico del Campo de Calatrava*. JCCLM-Servicio Publicaciones Universidad de Oviedo. Gijón.
- Sparks, M. I. et al. (1997): *Volcanic plumes*. John Wiley and sons. Chichester.
- Wohletz, K.H. (1993): Hidrovolcanismo. En: J. Martí, y V. Araña, (ed), *La volcanología actual*. CSIC. Madrid, 99-195 pp.