

DISTRIBUCIÓN, ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DE *ATROPA BAETICA* WILLK. (*SOLANACEAE*) EN LA SIERRA DE CAZORLA

por
CARLOS M. HERRERA *

Resumen

HERRERA, C. M. (1987). Distribución, ecología y conservación de *Atropa baetica* Willk. (*Solanaceae*) en la Sierra de Cazorla. *Anales Jard. Bot. Madrid* 43(2): 387-398.

Se han encontrado 15 poblaciones de *Atropa baetica* en la Sierra de Cazorla (Jaén, España), donde la especie se había considerado extinguida. Se presentan observaciones sobre su distribución, fenología, biología reproductiva y consumidores (vertebrados e invertebrados), así como resultados de análisis químicos de frutos maduros, tallos y hojas. Los vertebrados herbívoros ejercen una presión muy escasa sobre la especie durante la mayor parte del ciclo anual, pero muy intensa durante el crítico período cuando se llevaría a cabo la dispersión de las semillas. La precaria situación actual de la especie en la región parece derivarse de una presión de los herbívoros anormalmente elevada.

Palabras clave: *Solanaceae*, *Atropa*, fenología, biología reproductiva, ecología, conservación, Sierra de Cazorla, España.

Abstract

HERRERA, C. M. (1987). Distribution, ecology and conservation of *Atropa baetica* Willk. (*Solanaceae*) in the Sierra de Cazorla. *Anales Jard. Bot. Madrid* 43(2): 387-398 (in Spanish).

Fifteen populations of *Atropa baetica* have been found in the Sierra de Cazorla (Jaén province, Spain), where the species was thought to be extinct. Observations on distribution, phenology, reproductive biology, and vertebrate and invertebrate consumers are reported, along with chemical analyses of ripe berries, leaves and stems. Vertebrate herbivores have very little effect on this species for most of its annual cycle, but they remove virtually all the aerial plant parts during the critical fruit ripening and seed dispersal phase. The endangered status of this species in the region seems attributable to an intense herbivore pressure that precludes seed dispersal and seedling establishment.

Key words: *Solanaceae*, *Atropa*, phenology, reproductive biology, ecology, conservation, Sierra de Cazorla, Spain.

INTRODUCCIÓN

Atropa baetica Willk. (*Solanaceae*) tiene una distribución centrada en las montañas calizas del sur y sureste de la Península Ibérica y el norte de África. Por lo que hace a la Península, consta su presencia en las provincias de Cádiz, Málaga, Granada, Almería, Jaén, Cuenca y Guadalajara (herbarios MA y SEV; FERNÁN-

* Estación Biológica de Doñana, C.S.I.C. 41013 Sevilla.

DEZ GALIANO & HEYWOOD, 1960; FERNÁNDEZ LÓPEZ, 1983; ORTIZ VALBUENA, 1984; NEGRILLO & MARÍN CALDERÓN, 1985, y un mapa de distribución, aunque muy incompleto, de FONT QUER, 1980). Se trata de una especie extremadamente rara, y una de las pocas plantas que se hallan protegidas legalmente en España (Real Decreto 3091/1982, de 15 de octubre). La escasez de citas recientes en zonas como el sureste ibérico, a pesar de haberse publicado frecuentes contribuciones florísticas para la región en los últimos años, atestigua su rareza actual. Este hecho, unido a la falta de datos sobre aspectos básicos de su biología y ecología, justifica la publicación de las observaciones que siguen, referidas a la Sierra de Cazorla (Jaén). El objetivo del presente trabajo, además de dar a conocer distintos aspectos de la historia natural de *A. baetica*, es aportar información sobre la crítica situación actual de la especie en Cazorla, sugerir sus causas, y señalar medidas que puedan impedir su previsible extinción en la región en un plazo relativamente breve.

La extinción de *A. baetica* en Cazorla-Segura fue ya en cierto modo adelantada por FERNÁNDEZ GALIANO & HEYWOOD (1960), quienes, tras recoger las citas antiguas de Reverchon (Barranco de Guadalentín, Sierra de Segura y Sierra de la Cabrilla), afirman que la especie era "rarísima en el territorio, hoy día no se encuentra". Posteriores contribuciones florísticas para la misma región tampoco la mencionan (SORIANO MARTÍN & GONZÁLEZ REBOLLAR, 1975; SORIANO MARTÍN & MUÑOZ GARMENDIA, 1976; Anónimo, 1976; SORIANO & CEBOLLA, 1981; MARTÍNEZ PARRAS & PEINADO LORCA, 1982; FERNÁNDEZ LÓPEZ & *al.*, 1983; ALCARAZ & MARTÍN, 1984). La única cita reciente es la de NEGRILLO & MARÍN CALDERÓN (1985), que la encuentran en la Sierra de la Sagra (Granada), no muy distante de Cazorla-Segura.

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

A. baetica es una hierba perenne que produce cada año una parte aérea de hasta 1,25 m de altura a partir de un sistema radical rizomatoso relativamente denso y poco profundo (10-20 cm). La especie generalmente se encuentra formando parches densos originados por la expansión vegetativa del sistema radical.

Entre 1979 y 1985 he encontrado 15 poblaciones de *A. baetica* en la Sierra de Cazorla, cuya localización y tamaño se indican en la tabla I. La mayoría de ellas se distribuyen a lo largo de la Sierra del Pozo, en el núcleo central meridional del complejo de sierras que realmente es la Sierra de Cazorla. Casi todas se encuentran en lugares de difícil acceso, lo que puede explicar la ausencia de citas recientes de la especie para esta región. Sólo una población queda fuera de la Sierra del Pozo, en la Sierra de la Cabrilla. Altitudinalmente, las poblaciones se distribuyen entre 1350 y 1750 m, cayendo dentro de los límites del bosque de pino laricio [*Pinus nigra* Arn. subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco]. Se localiza, por tanto, en zonas comparativamente lluviosas, de inviernos fríos (con abundantes precipitaciones en forma de nieve) y con un período estival favorable para las plantas relativamente breve y de escasa pluviosidad (cf. ELENA ROSSELLÓ & *al.*, 1985). El sotobosque en que habitualmente se encuentra *A. baetica* está dominado por *Berberis hispanica* Boiss. & Reuter, *Daphne laureola* L. subsp. *latifolia* (Coss.) Rivas Martínez, *Crataegus monogyna* Jacq. y *Juniperus communis* L. subsp. *alpina* (Suter) Celak. Con la única excepción de las poblaciones E y J, las plantas encontra-

TABLA 1
DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE POBLACIONES DE *ATROPA BAETICA*
EN LA SIERRA DE CAZORLA

Población	Cuadrícula UTM	Elevación	Orientación	N.º plantas	Tamaño plantas
A	WG 0482	1740	E	8	d
B	WG 0482	1750	E	2	b
C	WG 0690	1660	NW	1	b
D1	WG 0691	1490	SE	1	a
D2	WG 0691	1420	SE	5	b
D3	WG 0691	1450	SE	2	b
D4	WG 0691	1450	NW	1	b
E	WG 0791	1420	N	1	b
F	WG 1195	1380	E	1	b
G	WG 2199	1725	W	1	b
H	WG 1399	1685	W	1	b
J	WG 1499	1360	NW	4	c
K1	WH 1300	1620	W	1	b
K2	WH 1300	1500	W	4	b
L	WG 0389	1640	NW	1	b

“Número de plantas” se refiere al número de rodales bien diferenciados que presumiblemente representan individuos distintos. El “tamaño” hace referencia a una escala del número de tallos floríferos producidos por las plantas que componen la población: a, menos de 10; b, 10-100; c, 101-500; d, más de 500 tallos.

das crecen en laderas secas, rocosas o pedregosas, bien soleadas, y, por consiguiente, sitios muy distintos de los “lugares herbosos húmedos” que FERNÁNDEZ GALIANO & HEYWOOD (1960) mencionan como típicos para la especie en esta región. Las plantas de E y J están cerca de cursos de agua, permanentes o temporales, en sitios relativamente sombreados.

Todas las plantas que he visto crecen en zonas cuyo suelo ha sufrido algún tipo de perturbación. Nueve poblaciones ocupan márgenes de pistas forestales apenas transitadas o antiguos caminos de herradura. De las seis restantes, dos crecen en derrubios arrastrados hace tiempo por el agua cerca de caminos; una, sobre una antigua carbonera; dos, en suelos perturbados por las labores de extracción de madera, y una, en los suelos alterados del borde de una repoblación. Estas observaciones indican que *A. baetica* es una especie colonizadora de zonas perturbadas en el interior del bosque. No es, sin embargo, una pionera en sentido estricto que ocupe rápidamente una zona alterada al poco tiempo de surgir, sino que, más bien, se trata de una especie que requiere lugares perturbados con cierto grado de “madurez” o antigüedad. Nunca he hallado *A. baetica* creciendo en zonas de suelo desnudo. Tampoco en lugares de “influencia nitrófila”, como indican FERNÁNDEZ GALIANO & HEYWOOD (1960).

La mayoría de las poblaciones constan de un número muy pequeño de plantas. Nueve de las 15 poblaciones se reducen a solo una planta, y 2 tienen 2 plantas.

Esto indica que el proceso de colonización y establecimiento de una nueva población en un lugar favorable es probablemente un hecho muy poco frecuente. Nunca he encontrado plántulas jóvenes, lo que sugiere igualmente que la regeneración derivada de la reproducción sexual (establecimiento de nuevas plantas a partir de semillas diseminadas) es en la actualidad extraordinariamente rara o inexistente. Ello puede ser debido a escasez o impredecibilidad de la distribución horizontal de tales zonas, a una baja proporción de semillas dispersadas a distancias medias o largas, a escasa producción neta de semillas dispersables, a baja supervivencia de las plántulas o a alguna interacción compleja entre estos factores. Cualquiera que sea la causa, resulta claro en la tabla 1 que la situación actual de *A. baetica* en la Sierra de Cazorla, aunque no tan extrema como parecería deducirse de la ausencia de información reciente que se indica en la introducción, es ciertamente muy crítica. Las 15 poblaciones totalizan solo 34 plantas y éstas han sido encontradas durante un período de 6 años, en el transcurso de un total acumulado de más de 16 meses de permanencia en la zona realizando trabajo de campo. En un apartado posterior se discuten las posibles causas de la rareza actual de la especie y las aparentes dificultades para la colonización y establecimiento que he señalado.

FENOLOGÍA

El desarrollo fenológico de *Atropa baetica* en la Sierra de Cazorla se resume en la fig. 1. El ciclo anual completo, desde el rebrote hasta la senescencia, dura poco más de 5 meses.

En años sin fuertes descensos de temperatura en primavera, las plantas comienzan a rebrotar hacia mitad de mayo, con ligeras diferencias entre poblaciones. En 1984 nevó abundantemente en ese mes, y ello retrasó el rebrote alrededor

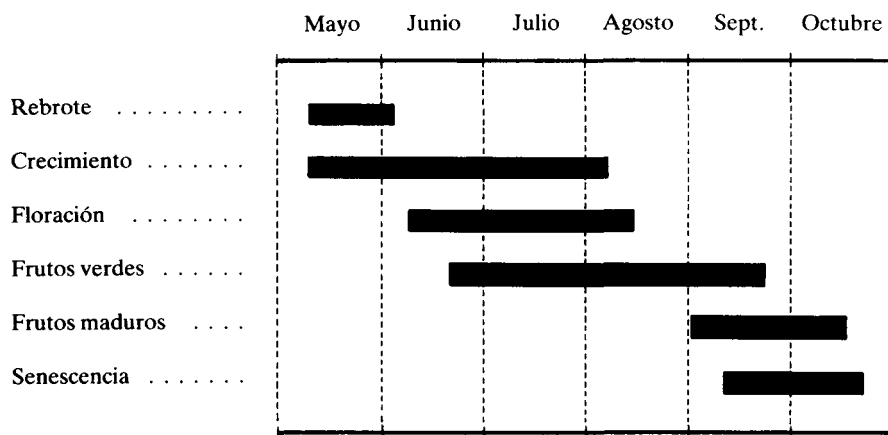


Figura 1.—Desarrollo fenológico de *Atropa baetica* en la Sierra de Cazorla, basado en observaciones durante 1979-1985. Las barras indican el período en el cual tiene lugar un proceso (rebrote, crecimiento, floración, senescencia) o están presentes determinadas estructuras (frutos verdes y maduros). Aunque existe cierta variación entre años, el gráfico representa la situación más probable en años sin anomalías climáticas en primavera (véase texto).

de 2 semanas. Los tallos que producirán las flores crecen muy rápidamente al principio, alcanzando casi su tamaño definitivo en 3-4 semanas. El crecimiento de estos tallos cesa a finales de julio o principios de agosto. Cierta crecimiento residual, en forma de pequeñas rosetas de hojas que permanecen a ras del suelo y no producen tallos floríferos, se observa durante todo el verano. Estas rosetas se originan en su mayoría a partir de las nuevas expansiones que cada año se producen en el sistema rizomatoso. Otra modalidad de crecimiento en rosetas no floríferas, diferente del anterior y originado por la acción de los herbívoros, se menciona más adelante.

Según las poblaciones y los años, las primeras flores abren de la primera a la tercera semana de junio. Dichas flores abren mucho antes de que el tallo que las soporta haya detenido su crecimiento. Mientras dura este último, siguen produciéndose botones florales. El número de flores abiertas tiende a ser máximo durante la primera quincena de julio y las últimas se observan hacia la mitad de agosto. Hay frutos verdes (en desarrollo) en las plantas desde mediados de junio hasta septiembre, madurando los más tempranos en la primera mitad del último mes. A finales de septiembre prácticamente todos los frutos están ya maduros.

A mitad de septiembre comienzan a ser apreciables los primeros signos de senescencia foliar. Hacia mediados de octubre prácticamente todas las plantas están ya sin hojas, quedando en pie solamente unos pocos tallos secos. Las rosetas no floríferas a veces mantienen sus hojas durante un poco más de tiempo. Los últimos restos visibles de las plantas desaparecen después de las primeras lluvias o nevadas fuertes.

OBSERVACIONES SOBRE BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

Las flores presentan una marcada proteroginia. Existen además cambios apreciables en la morfología de la corola a lo largo de la antesis. En su fase femenina inicial, la corola es casi tubular, apenas ensanchada en su extremo; los estambres permanecen en su interior y las anteras no liberan polen; el estilo está bien extendido, con el estigma sobresaliendo visiblemente de la corola —la morfología de la corola en esta fase se aproxima mucho a la de *Atropa belladonna* L. En la fase subsiguiente, los estambres sobresalen ya ampliamente de la corola, ésta adquiere una forma casi campanulada y las anteras liberan polen copiosamente. El estigma sigue siendo receptivo, al parecer, durante la mayor parte de esta segunda fase.

Las flores segregan néctar en nectarios situados en la base de la corola. La entrada a los mismos es muy angosta, debido a que los filamentos de los estambres casi cierran el fuerte estrechamiento basal del tubo de la corola. Los visitantes florales observados más regularmente son *Bombus lucorum* L., *Bombus pascuorum* Scop. y *Apis mellifera* L. (*Apidae*). También se han registrado *Anthidium septemdentatum* Latr., *Megachile octosignata* Nyl., *Megachile lagopoda* L. (*Megachilidae*), *Anthophora albigena* Lepeletier, *Ceratina* sp. pl. (*Anthophoridae*), *Halictus scabiosae* Rossi y *Lasioglossum albocinctum* Luc. (*Halictidae*). Todas estas especies de abejas deben considerarse polinizadores potenciales, aunque *Ceratina* y *Lasioglossum* tal vez lo sean muy raramente debido a su pequeña talla. Las anteriores especies han sido observadas recolectando tanto polen como néctar. La dificultad de acceso al néctar hace que visitantes florales “ilegítimos”, como las

hormigas, sean muy raros (cf. HERRERA & al., 1984). Sólo en una ocasión (población H, 1985) he observado hormigas (*Lasius niger* L.) comiendo en los nectarios. Su pequeña talla les permitía franquear la entrada a las cámaras nectaríferas y alojarse en su interior durante largos periodos.

La distribución espacial de *A. baetica* en la región, con ejemplares bastante alejados entre sí (distancias a menudo superiores a 1 km), y el comportamiento alimentario de los polinizadores, que vuelan mayoritariamente entre flores de la misma planta, hacen suponer que casi todas las transferencias efectivas de polen resultan en geitonogamia. Este hecho, unido a la observación de que una proporción muy alta de las flores producen frutos con semillas aparentemente viables, sugiere que *A. baetica* es autocompatible.

Las características más relevantes de los frutos maduros se muestran en la tabla 2. Comparadas con las de *Atropa belladonna*, las bayas de *A. baetica* tienden a ser ligeramente más pequeñas (longitud, diámetro, peso fresco), pero el rasgo diferencial más marcado reside en el número y peso total de semillas, que son mucho menores en la segunda especie. Consideradas individualmente, las semillas de *A. baetica* (medias poblacionales entre 1,4 y 2,0 mg peso seco) son apreciablemente mayores que las de *A. belladonna* (medias poblacionales 0,8-0,9 mg), hecho ya señalado por FONT QUER (1980) sobre la base de sus diferentes dimensiones. El cociente peso-pulpa/peso-semillas es de 1,1-2,2, en los frutos de *A. baetica*, y de 1,0, en los de *A. belladonna*.

En términos de peso seco, la pulpa de los frutos de *A. baetica* está constituida por 0,8% de lípidos, 6,5% de proteínas, 4,2% de fibra, 85,4% de carbohidratos solubles y 3,0% de minerales totales. Comparado con el "fruto promedio" de la Península Ibérica (cf. HERRERA, en prensa), la pulpa de los frutos de *A. baetica* es particularmente pobre en lípidos y minerales, y rica en carbohidratos solubles. Si limitamos la comparación a otras especies que fructifican en verano, *A. baetica* no difiere apreciablemente del fruto estival promedio (cf. HERRERA, 1982; en prensa).

No tengo ninguna información directa acerca de quiénes son, si es que en la actualidad existen, los agentes dispersantes de las semillas de *A. baetica* en Cazorla. Por las características del fruto maduro y su similitud con los de *A. belladonna*, puede predecirse que pequeños y medianos pájaros frugívoros deberían de ser, al igual que en esta última especie (RIDLEY, 1930; SEUTER, 1970; D. W. SNOW, comm. pers.), los dispersantes naturales de sus semillas. No obstante, en las condiciones actuales, virtualmente todos los frutos son destruidos cada año por los ungulados antes de su madurez o muy poco después (véase más adelante). Apenas ningún fruto queda expuesto de hecho a los pájaros frugívoros, por lo que el consumo por éstos debe de ser excepcional; ello explica igualmente la ausencia de observaciones directas de frugivorismo sobre *A. baetica*.

CONSUMIDORES

Ni vertebrados ni invertebrados parecen consumir *A. baetica* mientras dura el crecimiento de los tallos floríferos y la expansión foliar, ya que los signos de herbivorismo son extraordinariamente infrecuentes en ese período. Poco después de

TABLA 2
 CARACTERÍSTICAS DE LOS FRUTOS MADUROS DE *ATROPA BAETICA* DE TRES POBLACIONES
 DE LA SIERRA DE CAZORLA (ver Tabla 1)

	N	Longitud	Diámetro	Peso fresco	Peso seco de la pulpa	Peso seco de semillas	Número de semillas
<i>Atropa baetica</i>							
D2 y D3	25	9,3 ± 0,9	10,9 ± 1,1	510 ± 150	77 ± 30	69 ± 16	35 ± 7
A	25	10,1 ± 1,0	11,9 ± 1,4	670 ± 200	106 ± 50	48 ± 29	28 ± 12
J	25	10,5 ± 1,0	13,6 ± 1,7	770 ± 230	108 ± 60	61 ± 16	43 ± 11
<i>Atropa belladonna</i>							
Pirineos	20	11,4 ± 0,8	13,4 ± 1,2	763*	110 ± 29	105 ± 27	119 ± 13
Inglaterra	20	130*	155 ± 31

Se presenta además la misma información para frutos de *Atropa belladonna* del Pirineo (Selva de Oza, Hecho, Huesca) e Inglaterra (SALSBURY, 1942) como comparación. Las cifras son valores medios ± 1 desviación típica (N = tamaño de la muestra; las medidas de variación no están disponibles para los valores marcados con un asterisco). Magnitudes lineares expresadas en mm; pesos, en mg.

TABLA 3
 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE HOJAS Y BROTES DE *ATROPA BAETICA* DE LA SIERRA DE CAZORLA
 (poblaciones A y F, Tabla 1)

	Lignina	Celulosa	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Brotes tiernos	4,1	14,5	4,0	0,25	1,84	1,92	0,49	0,005	75	48	40	12
Hojas verdes	2,9	15,0	1,6	0,05	0,67	3,95	1,10	0,005	80	38	108	6
Hojas senescentes	4,6	17,2	1,3	0,04	0,47	3,97	0,96	0,008	165	38	77	6

Las cifras representan contenidos en porcentaje (lignina hasta Na) o partes por millón (ppm, Fe hasta Cu) respecto a materia seca.

finalizar el crecimiento comienzan a ser cada vez más frecuentes las hojas dañadas por invertebrados. En una ocasión (15-VIII-1984), la población H presentaba un fuerte ataque por numerosas orugas de *Heliothis peltigera* Schiff. (*Noctuidae*) cuando aún los tallos estaban creciendo, con una pérdida de aproximadamente el 30% del área foliar. Las larvas estaban comiendo sobre todo hojas, pero también botones florales y, más raramente, flores abiertas. En la fecha de observación, todas las larvas estaban en su último estadio de desarrollo. Seis de ellas, llevadas al laboratorio y alimentadas con hojas de *A. baetica* (tomadas de la misma planta donde estaban), formaron capullos a los 3-5 días, y las imagos emergieron 14 días después. Cuatro de las seis mariposas nacieron con marcadas anormalidades, y no llegaron siquiera a extender sus alas. Con frecuencia se observaron hemípteros alimentándose de frutos en desarrollo (agosto-septiembre; *Spilostethus pandurus* Scop., *Lygaeidae*; *Carpocoris mediterraneus* Tamanini, *Pentatomidae*) y, más raramente, maduros (septiembre-octubre; *Corizus hyoscyami* L., *Rhopalidae*; *Palomena prasina* L., *Pentatomidae*). Raramente se los ve comiendo en las hojas (*Camptopus lateralis* Germar, *Alydidae*).

El consumo de *A. baetica* por parte de los herbívoros experimenta un incremento dramático en el mes de septiembre, tratándose, en este caso, de la acción de vertebrados, quizás fundamentalmente la cabra montés (*Capra pyrenaica* Schinz). Durante ese mes se produce la destrucción de casi todas las hojas, frutos (en desarrollo y maduros) y extremos de los tallos en la mayoría de las poblaciones, quedando de las plantas tan solo algunos tallos pelados hacia finales de septiembre o principios de octubre. El efecto del pisoteo por los ungulados produce también un considerable deterioro de las plantas. La virtual destrucción de las plantas se ha observado invariablemente todos los años y en todas las poblaciones expuestas a la acción de las cabras. En 1983, las poblaciones D2 y D3 crecieron en el interior de un extenso cercado que ese año protegía una repoblación (excluyendo a los ungulados) y no mostraban la acción de los herbívoros antes señaladas. A principios de octubre tenían sus tallos, hojas y frutos maduros prácticamente intactos —todos los frutos maduros fueron recolectados entonces para efectuar los análisis químicos. Siguiendo a una defoliación extensiva por los ungulados, la mayoría de las plantas producen pequeñas rosetas de hojas a ras de suelo o en el tercio inferior de los tallos floríferos. No he observado señales de que estos rebrotes tardíos sean consumidos por los vertebrados, permaneciendo intactos hasta su senescencia en la segunda mitad de octubre.

En la tabla 3 se presentan los resultados del análisis químico de brotes tiernos, hojas verdes completamente extendidas y hojas senescentes. Estos datos permiten comparar las características de los tres tipos desde el punto de vista de su valor nutritivo para un consumidor de la naturaleza de un ungulado. Puede observarse que las hojas senescentes —las consumidas en mayor proporción— son precisamente las de mayores contenidos de fracción estructural (lignina y celulosa) y menores concentraciones de los dos macronutrientes básicos (N y P). El contenido en N es un tercio respecto a los brotes tiernos, y el de P la sexta parte. El acusado incremento en herbivorismo que tiene lugar al comenzar la senescencia foliar no puede, por tanto, atribuirse a un mayor valor nutritivo de las hojas senescentes. Presumiblemente, la explicación es que en esa fase se produce una reducción o eliminación total de los alcaloides de las hojas, con translocación de los

compuestos nitrogenados hacia la raíz. Este fenómeno es bien conocido para *A. belladonna* (ROBINSON, 1968, 1974; MCKEY, 1979) y es consistente con la disminución en N total a lo largo del desarrollo de las hojas que se aprecia en la tabla 3. Debo señalar que nunca he observado indicios de que los jabalíes (*Sus scrofa* L.) escarben para consumir los rizomas de *A. baetica*, como a menudo hacen con otras hierbas perennes que tengan éste u otros tipos de raíces engrosadas (bulbos, tubérculos). Esto puede atribuirse a los altos contenidos en alcaloides que hay que esperar en los rizomas (cf. ROBINSON, 1968; HEISER, 1969; para información de este tipo referida a *A. belladonna*).

ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN

Se deduce de las observaciones anteriores que *A. baetica*, aunque todavía efectivamente forma parte de la flora de Sierra de Cazorla, se encuentra en una situación crítica, próxima a la extinción. En primer lugar, por el reducido número de poblaciones existentes y el pequeño tamaño—sólo un individuo—de la mayoría de ellas. Es bien conocido que las poblaciones pequeñas son particularmente susceptibles de extinguirse por diversas causas (véase, p. ej., DRURY, 1974; TERBORGH & WINTER, 1980; SHAFFER, 1981). En segundo lugar, y más importante, porque los mecanismos de regeneración natural derivados de la reproducción sexual son actualmente inoperantes debido a una elevada presión de los herbívoros. *A. baetica* parece estar bien defendida químicamente gracias a sus alcaloides (ROSENTHAL & JANZEN, 1979) durante la mayor parte de su ciclo anual, pero se vuelve muy vulnerable a la acción de los vertebrados herbívoros hacia el final del ciclo, lo que provoca la destrucción de los frutos, que hasta ese momento se han desarrollado casi sin pérdidas. Las deformidades observadas en los imagos de *Heliothis peltigera*—especie polífaga para cuyas larvas se cita entre las plantas hospedadoras algo tan tóxico como *Datura*; SOUTH, 1961—que comieron hojas en la fase cuando prácticamente ningún herbívoro lo hace, y la misma ausencia de herbivorismo durante un largo período, apoyan lo anterior.

El primero de los dos factores—rareza de la especie—, aunque acentuado por el herbivorismo, es seguramente un rasgo inherente a la ecología de esta planta, que presumiblemente nunca ha sido abundante. El hecho de requerir para establecerse zonas perturbadas con cierta antigüedad probablemente fija un estrecho límite al tamaño poblacional en condiciones naturales. Debe señalarse, sin embargo, que *A. baetica* ocupa hoy solo perturbaciones creadas por el hombre, mucho más abundantes y extensivas que las de origen natural (p. ej., caídas de árboles), por lo que la disponibilidad de microhábitat adecuados no debería ser limitante. De acuerdo con la tipología de RABINOWITZ (1981), *A. baetica* representa el tipo de especie “rara”—véase también DRURY, 1974—que tiene baja densidad y se halla restringida geográficamente y limitada a un tipo muy concreto de hábitat, lo que parece ser bastante común entre especies vegetales en peligro de extinción (HARPER, 1979). Esta inherente rareza parece, sin embargo, haberse acentuado—a pesar de una mayor disponibilidad de lugares colonizables—, por lo que la especie ya no se encuentra en algunas de sus localidades clásicas (FERNÁNDEZ GALIANO & HEYWOOD, 1960; C. M. Herrera, obs. pers.). Las causas de esta reducción deben buscarse en el segundo factor antes mencionado,

acción de los vertebrados herbívoros en un momento crítico del ciclo reproductivo.

La población de ungulados silvestres en Cazorla-Segura se ha visto aumentada considerablemente de forma artificial, en los últimos decenios, con la introducción de dos especies no autóctonas (*Ovis musimon* Pallas, *Dama dama* L.) y la protección total de sus poblaciones —derivada de su condición de Coto Nacional de Caza—, junto a la extinción de los depredadores naturales. Aunque no se ha efectuado ningún estudio detallado del impacto de estos vertebrados sobre la flora y vegetación, la simple observación revela que su influencia está siendo grande, no solo sobre *A. baetica*, sino sobre muchas otras especies (véase, p. ej., HERRERA, 1984).

La información disponible parece indicar, por tanto, que una presión de herbívoros anormalmente intensa es la causa básica de la situación actual de *A. baetica* en Cazorla. Los herbívoros impiden la regeneración natural de sus poblaciones de dos maneras: 1) reduciendo o anulando la producción de semillas y 2) truncando el establecimiento de nuevas plantas cuando alguna semilla consigue dispersarse. Cualquier actuación dirigida a "... procurar su más efectiva protección, y, en particular, su fomento y expansión o su introducción en hábitats donde hubiera desaparecido", tal como preceptúa el Real Decreto 3091/1982 en su artículo 9, debería por tanto incluir: 1) la protección local de todas las poblaciones conocidas frente a la acción de los ungulados y 2) considerar una importante reducción en las poblaciones de ungulados silvestres del área. La primera actuación serviría para salvaguardar los individuos reproductivos existentes y hacer posible la producción y diseminación de semillas, pero esto sería de poca utilidad a largo plazo para el establecimiento de nuevas poblaciones sin la puesta en práctica de la segunda medida. Esta última beneficiaría no solo a *A. baetica*, sino también a muchas otras especies de la flora regional que se hallan en una situación también muy precaria, tal es el caso de *Euonymus latifolius* (L.) Miller, especie que tiene en la Sierra de Cazorla su única localidad conocida para la Península Ibérica (Anónimo, 1976).

En conclusión, *Atropa baetica* ha sido capaz de utilizar los nuevos espacios favorables creados por el hombre, hasta el extremo de que ni una sola de las poblaciones referidas en el presente trabajo crece en zonas perturbadas de origen natural [cf. PRENTICE, 1976; para el caso similar de *Silene diclinis* (Lag.) Lafnz en el Levante español]. Pero su defensa química, que presumiblemente evolucionó en relación con los invertebrados fitófagos, tiene un "hueco" estacional (indefensión de la parte aérea al final del ciclo anual) que la hace inefectiva en la enorme granja de ungulados "silvestres" en que el hombre ha convertido Cazorla-Segura. Una discusión de las causas de este fenómeno, además de ser abiertamente especulativa, excedería con mucho los objetivos del presente trabajo. Cualquiera que sean las causas, no obstante, resulta evidente que, para una planta colonizadora más que para cualquier otra, impedir su dispersión y colonización es, en última instancia, destruir sus poblaciones.

AGRADECIMIENTOS

Las determinaciones de los insectos aquí citados se deben a Enrique Asensio (*Apoidea*), William R. Dolling (*Heteroptera*), Xavier Espadaler (*Formicidae*) y José L. Yela (*Lepidop-*

tera). Los análisis químicos fueron efectuados en el Centro de Edafología y Biología Aplicada del C.S.I.C., Salamanca, por Balbino García y Antonia García sobre muestras preparadas por Manolo Carrión y Ramón C. Soriguer. Debo igualmente agradecer a Juan A. Amat, Javier Herrera, Santiago Castroviejo y Salvador Talavera la lectura crítica de una primera versión del manuscrito; a los dos últimos, también la información que de *A. baetica* hay en los herbarios MA y SEV, y a Manolo Carrión y Dori, su ayuda en el campo. Las autoridades provinciales y locales del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, primero, y de la Agencia de Medio Ambiente de Andalucía, después, hicieron posible este trabajo con su continuada colaboración a lo largo de muchos años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCARAZ, F. & M. MARTÍN (1984). Datos florísticos sobre la Sierra de Espuña (Murcia, España). *Lazaroa* 6: 259-291.
- ANÓNIMO (1976). Notas de flora bética. *Trab. Cátedra Bot. E.T.S.I.M., Madrid* 2: 5-13.
- DRURY, W. H. (1974). Rare species. *Biol. Conservation* 6: 162-169.
- ELENA ROSELLÓ, R., O. SÁNCHEZ PALOMARES & P. CARRETERO CARRERO (1985). Estudio fisiográfico y climático de los pinares autóctonos españoles de *Pinus nigra* Arn. *Comun. I.N.I.A., ser. Recurs. Nat.* 36: 1-128.
- FERNÁNDEZ GALLIANO, E. & V. H. HEYWOOD (1960). *Catálogo de plantas de la provincia de Jaén (Mitad oriental)*. Instituto Estudios Giennenses, Jaén.
- FERNÁNDEZ LÓPEZ, C. (1983). *Fuentes para la flora de Jaén*. Cooperativa Farmacéutica, Jaén.
- FERNÁNDEZ LÓPEZ, C. E. POSTIGO FRANCO & P. ARANDA CASTILLO (1983). Notas para la flora de Jaén. I. *Anales Jard. Bot. Madrid* 39: 417-426.
- FONT QUER, P. (1980). *Plantas medicinales*. Sexta edición. Ed. Labor, Barcelona.
- HARPER, K. T. (1979). Some reproductive and life history characteristics of rare plants and implications of management. *Great Basin Nat. Mem.* 3: 129-137.
- HEISER, C. B. (1969). *Nightshades, the paradoxical plants*. Freeman, San Francisco.
- HERRERA, C. M. (1982). Seasonal variation in the quality of fruits and diffuse coevolution between plants and avian dispersers. *Ecology* 63: 773-785.
- HERRERA, C. M. (1984). Seed dispersal and fitness determinants in wild rose: combined effects of hawk-horn, birds, mice, and browsing ungulates. *Oecol. (Berlin)* 63: 386-393.
- HERRERA, C. M. (en prensa). Vertebrate-dispersed plants of the Iberian Peninsula: a study of fruit characteristics. *Ecol. Monogr.*
- HERRERA, C. M., J. HERRERA & X. ESPADALER (1984). Nectar thievery by ants from southern Spanish insect-pollinated flowers. *Insectes Sociaux* 31: 142-154.
- MARTÍNEZ PARRAS, J. M. & M. PEINADO LORCA (1982). Algunas plantas interesantes del Coto Nacional de las sierras de Cazorla y Segura (Jaén). *Lazaroa* 4: 383-386.
- McKEY, D. (1979). The distribution of secondary compounds within plants. In: G. A. Rosenthal & D. H. Janzen (Eds.), *Herbivores, their interaction with secondary plant metabolites*: 55-133. Academic Press, Nueva York.
- NEGRILLO, A. M. & G. MARÍN CALDERÓN (1985). Algunas especies interesantes de la Sierra de la Sagra (Granada). *Studia Botanica* 4: 135-136.
- ORTIZ VALBUENA, A. (1984). A propósito de la presencia de *Atropa baetica* Willk. en la provincia de Cuenca (España). *Anales Jard. Bot. Madrid* 41: 161-165.
- PRENTICE, H. C. (1976). A study of endemism: *Silene diclinis*. *Biol. Conservation* 10: 15-30.
- RABINOWITZ, D. (1981). Seven forms of rarity. In: H. Synge (Ed.), *The biological aspects of rare plant conservation*: 205-217. John Wiley & Sons, Nueva York.
- RIDLEY, H. N. (1930). *The dispersal of plants throughout the world*. L. Reeve, Ashford, Kent.
- ROBINSON, T. (1968). *The biochemistry of alkaloids*. Springer Verlag, Nueva York.
- ROBINSON, T. (1974). Metabolism and function of alkaloids in plants. *Science* 184: 430-435.
- ROSENTHAL, G. A. & D. H. JANZEN, eds. (1979). *Herbivores, their interaction with secondary plant metabolites*. Academic Press, Nueva York.
- SALISBURY, E. J. (1942). *The reproductive capacity of plants*. Bell and Sons, Londres.
- SEUTER, F. (1970). Ist eine endozoische Verbreitung der Tollkirsche durch Amsel und Star möglich? *Zool. Jahrb. Physiol.* 75: 342-359.

- SHAFFER, M. L. (1981). Minimum population sizes for species conservation: *Bioscience* 31: 131-134.
- SORIANO, C. & C. CEBOLLA (1981). Contribución al conocimiento de la flora de Segura-Cazorla (Andalucía, España). *Lazaroa* 3: 219-225.
- SORIANO MARTÍN, C. & J. L. GONZÁLEZ REBOLLAR (1975). Notas sobre la flora de las Sierras de Cazorla y Segura. *Bol. Estac. Centr. Ecol.* 4: 31-33.
- SORIANO MARTÍN, C. & F. MUÑOZ GARMENDÍA (1976). Notas florísticas de Segura-Cazorla. *Bol. Estac. Centr. Ecol.* 5: 15-20.
- SOUTH, R. (1961). *The moths of the British Isles*. Series I. Frederick Warne, Londres.
- TERBORGH, J. & B. WINTER (1980). Some causes of extinction. In: M. E. Soulé & B. A. Wilcox (Eds.), *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*: 119-133. Sinauer, Sunderland, Massachusetts.

Aceptado para publicación: 11-IX-86