

"ESTRATEGIA SEXUAL DE LAS POBLACIONES DE SABINA ALBAR Y SABINA NEGRAL"

Pavón García, J.¹; De la Cruz Rot, M.²; Rejos Ballesteros, J.¹; & Bartolomé Esteban, C.¹

¹Departamento de Biología Vegetal (Botánica). Facultad de Biología. Universidad de Alcalá

²Departamento de Biología Vegetal. ETS Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Resumen La sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) es una especie fundamentalmente dioica, sin embargo, en todas las poblaciones siempre aparecen algunos ejemplares de condición claramente monoica. En este trabajo tras analizar una población de 447 pies juveniles sexuados, los individuos bisexuales se manifestaron en una proporción aproximada de 1 bisexual/63 unisexuales. La presencia del carácter bisexual en sabina albar representaría una reminiscencia evolutiva que evocaría los orígenes monoicos de esta especie. La sabina negral (*Juniperus phoenicea* L.) a diferencia de la anterior es una especie considerada fundamentalmente monoica, aunque se ha citado un cierto grado de funcionalidad dioica en algunos pies de las poblaciones naturales. Se estudió el posible carácter ginodioico de las poblaciones de *Juniperus phoenicea* L., constituidas principalmente por ejemplares bisexuales y por un porcentaje variable aunque significativo de pies femeninos puros. Para ello, se realizó un seguimiento durante 5 años de la condición sexual en 450 individuos (13 poblaciones) del centro peninsular (provincias de Guadalajara y Cuenca), este seguimiento también se realizó durante 2 años sobre 120 individuos (5 poblaciones) del este peninsular (provincias de Alicante y Murcia) y sobre 43 individuos (2 poblaciones de *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Nyman) en el sur peninsular (provincia de Huelva).

Palabras clave: *Juniperus thurifera* L.; *Juniperus phoenicea* L.; estrategia sexual; ginodioecia; monoecia; dioecia; poblaciones de sabinar.

"SEXUAL STRATEGY OF THE THURIFEROUS AND PHOENICIAN JUNIPER POPULATIONS"

Abstract The thuriferous juniper (*Juniperus thurifera* L.) species is fundamentally dioecious; however, in all populations, there always appear a few specimens which are clearly monoecious. In this work, after analyzing a population of 447 juvenile sexed samples, the bisexual individuals appeared in the approximate proportion of 1 bisexual/63 unisexuales. The presence of the bisexual character in the thuriferous juniper would represent an evolutionary reminiscence of the monoecious origin of this species. In contrast with the thuriferous juniper, the phoenician juniper (*Juniperus phoenicea* L.) species is considered fundamentally monoecious; although some samples taken from the natural population have showed a certain degree of dioecious functionality (female unisexual function). A study was also done on the possible ginodioecious character of a *Juniperus phoenicea* subsp. *phoenicea* L. populations, formed mainly by bisexual individuals and by a variable, though significant, percentage of pure female individuals. To this end, a follow-up of the sexual condition of 450 individuals (13 populations) taken from the central area of the Iberian Peninsula (Guadalajara and Cuenca provinces), was carried out for a period of 5 years. This follow-up was also carried out during a period of 2 years, on 120 individuals (5 populations) from the east of the Iberian Peninsula (Alicante and Murcia provinces), and on 43 individuals (2 populations of *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Nyman), from the south of the Iberian Peninsula (province of Huelva).

Keywords: *Juniperus thurifera* L.; *Juniperus phoenicea* L.; sexual strategies; ginodioecy; monoecy; juniper populations.

"STRATEGIE SEXUELLE DES POPULATIONS DE GENEVRIERS THURIFERE ET DE PHENICIE »

Le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) est une espèce fondamentalement dioïque ; cependant, dans toutes les populations, l'on rencontre quelques spécimens de condition nettement monoïque. Dans cette étude, après avoir analysé une population de 447 jeunes pieds sexués, les individus bisexués ont présenté une proportion d'environ 1 bisexué/63 unisexués. La présence du caractère bisexué pour l'espèce Genévrier thurifère pourrait représenter une reminiscence évolutive en relation avec les origines monoïques de cette espèce. A la différence du précédent, le Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea* L.) est une espèce considérée comme monoïque, bien que l'on aie mentionné un certain de degré de fonctionnalité dioïque (fonction unisexuée féminine) pour certains pieds des populations naturelles. Nous avons étudié la possibilité du caractère gynodioïque de peuplements de *Juniperus phoenicea* L. principalement constituées de spécimens bisexués en pourcentage variable, quoique significatif, de pieds féminins purs. Pour cela, nous avons réalisé pendant 5 ans le suivi de la condition sexuelle de 450 individus (13 peuplements) du centre de la Péninsule Ibérique (provinces de Guadalajara et de Cuenca). Ce suivi a aussi été réalisé pendant 2 ans sur 120 individus (5 peuplements) de l'Est de la péninsule (provinces d'Alicante et de Murcie) et sur 43 individus (2 peuplements de *Juniperus phoenicea* sous-esp. *turbinata* (Guss.) Nyman) au Sud de la péninsule. (Province de Huelva).

Mots -clefs : *Juniperus thurifera* L.; *Juniperus phoenicea* L.; stratégie sexuelle; gynodioecie; monoecie ; populations de Genévriers.

INTRODUCCIÓN

La sabina albar, *Juniperus thurifera* L., y la sabina negral (o sabina mora), *Juniperus phoenicea* L. son dos especies de coníferas siempreverdes de carácter arbóreo-arbustivo y arbustivo respectivamente, pertenecientes a la familia *Cupressaceae*, subfamilia *Juniperoidea*, y género *Juniperus* L., sect. *sabina*. En España, *Juniperus thurifera* L. se distribuye fundamentalmente a lo largo de la mitad este peninsular, sobre sustratos normalmente de carácter básico (con excepciones sobre sustratos silíceos), situándose principalmente a lo largo del piso supramediterráneo. *Juniperus phoenicea* L., por otro lado, consta de dos subespecies: *Juniperus phoenicea* subsp. *phoenicea*, distribuida por toda la mitad este peninsular y suroeste ibérico (en Portugal), ligada fundamentalmente a sustratos básicos y extendida principalmente a lo largo del piso bioclimático mesomediterráneo, y *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*, con distribución costera del sur y este español, sobre arenas y dunas litorales del piso termomediterráneo.

Desde un punto de vista sexual las poblaciones naturales de sabina albar, *Juniperus thurifera* L., manifiestan un claro carácter dioico, aunque siempre presentan un escaso o ínfimo porcentaje de individuos de carácter monoico (BARBERO & AL, 1988). Con una estrategia sexual muy diferente a la de la sabina albar, las poblaciones de sabina negral, *Juniperus phoenicea* L., se han considerado tradicionalmente de carácter monoico. Sin embargo, JORDANO (1991) cita la existencia de una funcionalidad dioica de una parte de los ejemplares de las poblaciones de sabina negral, que presentan una mínima o inexistente función sexual masculina o femenina (siempre en función de las condiciones ambientales de cada año), aunque manteniendo la potencialidad bisexual que caracteriza a la especie.

OBJETIVOS

* Interpretación de la estructura sexual de una población de sabina albar: frecuencia de individuos bisexuales frente a individuos unisexuales. Se pretende confirmar si la presencia muy escasa de individuos bisexuales en las poblaciones de sabina albar responde a situaciones excepcionales o a un patrón común característico de la estructura sexual de las mismas.

* Se contrastará la supuesta monoecia como estrategia sexual dominante de las poblaciones de sabina negral, con funcionalidad dioica en algunos casos (en base a las condiciones ambientales dominantes), frente a la posible existencia de una estrategia sexual de tipo ginodioico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sabina albar

Localización y características de la parcela de experimentación

La parcela de trabajo se localizó al pie de la Sierra de Guadarrama segoviana, en el llamado “*Monte de Pradenilla*” perteneciente al municipio de Prádena. La parcela con una superficie de 2250m² se situó a 1.120 m. de altitud (piso supramediterráneo), sobre terreno llano, de naturaleza calcárea caracterizados por la presencia de litosuelos calizos. La parcela

de estudio formaba parte de una formación de sabina albar relativamente extensa en fase de colonización del terreno (PAVÓN GARCÍA, 2005), integrada casi exclusivamente por individuos jóvenes de sabina albar.

Variables obtenidas de la población de estudio

Durante el año 1993, en la población de estudio se marcaron un total de 1604 ejemplares de sabina albar, de los que se obtuvieron las siguientes variables: cobertura y densidad de pies; altura de pie; condición sexual (*Tabla 1*) y producción sexual. Durante los años 1993, 1994, y testimonialmente en 1998 (en una muestra de 308 pies), se registró la condición sexual de todos los ejemplares de la población. Con respecto a la producción sexual, se estimó el número de conos masculinos/ejemplar en los años 1994 y 1998, y el número de arcéstidas correspondientes a los años 1993, 1994, 1997 y 1998, en base a la producción femenina observada en los años 1994 y 1998.

Sabina negral

Localización y características de la parcela de experimentación

Las parcelas de trabajo se localizaron en tres áreas geográficas bien diferenciadas: el entorno del P. N. del Alto Tajo (Guadalajara) y Serranía de Cuenca (Cuenca); sistemas montañosos levantinos (Alicante y Murcia); y sistemas dunares costeros del P. N. de Doñana (Huelva), contabilizándose un total de 609 ejemplares.

- *Área del entorno del Parque Natural del Alto Tajo y Serranía de Cuenca*: se marcaron 445 ejemplares de sabina negral repartidos en 13 parcelas de muestreo, situadas entre las provincias de Guadalajara (término de Sacecorbo, Ocentejo, Arbeteta, Peralveche, El Recuenco) y Cuenca (término de Vindel, y Arcos de la Sierra). Las parcelas muestreadas se situaron en un rango de alturas que osciló entre 950 m. y 1150 m (1250 m), y se localizaron en el tránsito de los pisos meso y supramediterráneo. Los materiales geológicos presentes en las parcelas de estudio mostraron un claro carácter calcáreo, con presencia de litosuelos calizos y de suelos margosos más desarrollados. Las poblaciones elegidas principalmente en función de un intenso gradiente edáfico, estuvieron integradas por individuos generalmente maduros oscilando entre los 21 y los 46 pies, con una media de 35 pies/parcela.

- *Área de Sistemas montañosos levantinos (Alicante y Murcia)*: en la provincia de Alicante se marcaron 93 ejemplares de sabina negral repartidos en 4 parcelas normalmente asociadas a medios rocosos o semi-rocosos, localizándose en la Sierra de Bernia, el P. N. del Peñón de Ifach, la Sierra del Cabezón de Oro; y la Sierra de la Peña Roja. Las formaciones de sabina negral muestreadas se situaron en un rango de alturas que osciló entre los 200 m. y 1100 m., localizándose en los pisos termo y mesomediterráneo, sobre materiales geológicos de claro carácter calcáreo, y caracterizados por la presencia de litosuelos calizos. En la provincia de Murcia, en el P. N. de Sierra Espuña, (en la Sierra del Morrón), se muestreó una parcela de 28 ejemplares durante el año 1998. La parcela, situada a unos 1300-1400 m de altitud (piso supramediterráneo) manifestó condiciones ambientales similares a las descritas en las parcelas de la provincia de Alicante.

- *Área de Sistemas dunares costeros (Huelva)*: en la provincia de Huelva, en el P. N. de Doñana, se marcaron 43 ejemplares de sabina negral (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*) repartidos en 2 parcelas asociadas a medios arenosos, una ligada a terrenos llanos muy arenosos (lindantes al camping de Matalascañas), y otra asociada a los cortados arenosos que caracterizan la línea de playa de Matalascañas hacia Mazagón). Las formaciones de sabina

negral muestreadas se situaron por tanto prácticamente a nivel del mar, localizándose en el piso bioclimático termomediterráneo, sobre materiales geológicos cuaternarios arenosos.

Variables obtenidas de la población de estudio

De los individuos marcados de sabina negral en todas las parcelas se obtuvieron las siguientes variables: altura de pie; condición sexual de los individuos, y producción sexual de los pies. Para las provincias de Guadalajara y Cuenca se registró la condición sexual de todos los ejemplares durante los años 1996, 1997, 1998 y 1999; para Alicante y Huelva se realizó durante los años 1997 y 1998, y para Murcia durante el año 1998. Con respecto a la producción sexual, para las poblaciones de Guadalajara y Cuenca, se estimó la biomasa reproductiva total en peso seco de conos masculinos/ejemplar y de conos arcéstidas /ejemplar durante los años 96, 97 y 98.

RESULTADOS

Sabina albar

Densidad de pies: la población de sabina albar objeto de estudio (característica de etapas pioneras colonizadoras), manifestó un porcentaje de cobertura del 70-80% y una elevada densidad de individuos de carácter juvenil (0,71 ejemplares/m², teniendo en cuenta que las densidades alcanzadas por las poblaciones maduras oscilan generalmente entre 0,005-0,01 ejemplares/m²).

Altura de pies: Los individuos de la población se caracterizaron por presentar un rango de alturas que osciló básicamente entre los 50cm y 4m, (*Figuras 1,2,3 y Tabla 1*)

Estructura sexual: *Juniperus thurifera* L., es una especie fundamentalmente o cuasi estrictamente dioica, con presencia de algunos ejemplares monoicos en las poblaciones naturales. En la población de estudio (*Tabla 1*) se encontró una proporción aproximada de 1 pie bisexual / 230 pies de la población, y de 1 pie bisexual / 63 pies diferenciados unisexuales de la población. La función sexual de los individuos unisexuales de la población se mantuvo constante a lo largo de los años estudiados (93, 94 y 98), si bien numerosos pies manifestaron importantes fluctuaciones interanuales (1993-1994, 1997-1998) en la producción de estructuras reproductivas, hasta el punto de no generar en alguno de los años estudiados prácticamente ninguna estructura sexual.

En el caso de los 7 pies bisexuales estudiados, tres de ellos mantuvieron su carácter bisexual a lo largo de los años 93 y 94, aunque en el 98 mostraron un carácter unisexual (masculino y/o femenino). Los cuatro restantes manifestaron diferentes funciones unisexuales a lo largo de los años estudiados.

Sabina negral

Altura de pies de sabina negral: en conjunto los individuos de las poblaciones de Guadalajara y Cuenca mostraron una altura media de 182 mm, los individuos de las poblaciones de Alicante: 102 mm, los individuos de Sierra Espuña: 118 mm, y los individuos de la costa onubense: 298 mm .

Condición sexual de los pies de sabina negral: tras registrar la función sexual de los individuos de sabina negral de las poblaciones muestreadas de Guadalajara y Cuenca,

Alicante, Murcia y Huelva, para cada correspondiente periodo de estudio, se observó claramente la presencia en todas las poblaciones estudiadas de un importante porcentaje de individuos que manifestaron una exclusiva función sexual: la función femenina, comportándose como auténticas hembras. En las provincias de Guadalajara y Cuenca, el porcentaje medio de hembras/población fue de un 29%; en las provincias de Alicante y Murcia, este porcentaje fue de un 37%; y para la provincia de Huelva, fue de un 32%.

Por tanto, para todas las poblaciones estudiadas, siempre aparecieron individuos hembras "puros" en un porcentaje de alrededor de un 30%, es decir, los pies hembras constituirán por término medio un tercio del número de pies de una población natural elegida al azar. En las *Tablas 2,3,4 y 5*, en las que se representa al conjunto de individuos de las poblaciones estudiadas para cada área geográfica, se puede apreciar claramente el elevado porcentaje de pies que manifestaron exclusivamente la función sexual femenina a lo largo de los periodos estudiados, el amplio y esperado porcentaje de pies bisexuales, y un pequeño porcentaje de pies indiferenciados sexualmente, así como un mínimo porcentaje de pies (3 casos) que solo manifestaron la función sexual masculina en las poblaciones de Guadalajara y Cuenca.

Para las poblaciones de Guadalajara y Cuenca, en función de la permanencia o no de la función sexual de los individuos a lo largo del periodo de estudio (96, 97, 98, 99), se obtuvieron porcentajes relativos a los individuos indiferenciados sexuales, bisexuales estables, hembras estables, bisexuales inestables (con año/s en los que no produjeron estructuras sexuales de algún tipo), hembras inestables (con año/s en los que no se produjeron estructuras sexuales), y machos inestables (con año/s en los que no se produjeron estructuras sexuales). Ver *Figura 2 y Tabla 6*.

Producción sexual de los pies de sabina negral (provincias de Guadalajara y Cuenca)

Se estimó la producción de biomasa reproductiva en peso seco de conos masculinos y arcéstidas de todos los ejemplares de las poblaciones en las provincias de Guadalajara y Cuenca. En la *Figura 1*, se puede observar la evolución de la biomasa reproductiva masculina y femenina correspondiente al sumatorio de todos los pies muestreados a lo largo de los años 1996, 1997 y 1998. La cosecha masculina, si bien evolucionó disminuyendo ligeramente a lo largo del periodo de estudio (de 231Kg. a 125 y 135 Kg respectivamente), la cosecha femenina sufrió una drástica disminución del año 1996 al año 1997, pasando de 927 Kg/año a unos escasos 15 Kg/año; alcanzando en el año 98 un valor similar al de la producción masculina para ese mismo año.

DISCUSIÓN

Condición sexual de los pies de sabina negral

En las poblaciones naturales de sabina negral, constituidas por individuos bisexuales o monoicos, distintos fenómenos de carácter ambiental (años secos, muy fríos...) pueden determinar que una parte significativa de los mismos manifiesten funcionalmente un solo sexo (*JORDANO, 1991*), bien por una disminución importante o por ausencia temporal de una de las funciones sexuales a lo largo de un periodo de tiempo determinado.

Sin embargo, la presencia en todas las poblaciones estudiadas de sabina negral de un alto porcentaje de individuos sexualmente femeninos, indicaría, a falta de estudios genéticos, que la estructura sexual de las poblaciones de *Juniperus phoenicea* L. no estaría solamente

determinada por los individuos bisexuales, sino también por los individuos unisexuales femeninos (*Tablas 2,3,4 y 5*).

En cada una de las poblaciones de Guadalajara y Cuenca siempre apareció una significativa parte de sus individuos manteniendo activa la función femenina con ausencia total de la función masculina a lo largo del periodo estudiado, con independencia de las condiciones ambientales (*Tabla 2*). Se podría pensar que estos individuos podrían carecer temporalmente de una función sexual (en este caso la masculina), debido a condicionantes ambientales, actuando por tanto como individuos funcionalmente hembras (potencialmente bisexuales); sin embargo los siguientes resultados obtenidos para las parcelas de Guadalajara y Cuenca avalan la hipótesis de la posible existencia de individuos hembras "puros" en las poblaciones naturales de sabina negral:

- En las poblaciones, tanto los individuos estables (mantienen activas sus funciones sexuales a lo largo del periodo de estudio) bisexuales y hembras (*Tabla 6; Figura 2*), como los inestables bisexuales y hembras (mantienen inactivas sus funciones sexuales en algún año del periodo de estudio), en ningún momento del periodo de estudio (96, 97, 98, 99), mostraron un tendencia sexual diferente a la bisexual o femenina respectivamente.

- La presencia significativa de pies femeninos "puros" tanto en las parcelas de suelos rocosos y blandos (*Tabla 6; Figura 2*), como en los periodos de mayor y menor producción de cosecha, reflejo de una mayor y menor bondad ambiental (en los años 96-97-98 se observaron drásticos cambios de biomasa reproductiva femenina; *Figura 1*), sugiere la independencia ambiental de la presencia de pies sexualmente femeninos en las poblaciones de sabina negral, excluyendo la posibilidad de una supuesta funcionalidad femenina de los individuos (potencialmente bisexuales) por inducción ambiental.

Todos los datos obtenidos en este trabajo apuntan, por tanto, a que la estrategia sexual de la especie o de las poblaciones de sabina negral, no se localiza estrictamente dentro de la monoecia, sino de otra estrategia sexual transitoria entre la monoecia y dioecia. En este caso se hablaría de una clara estrategia ginodioica, que contempla en las poblaciones naturales la existencia tanto de individuos bisexuales o monoicos como unisexuales femeninos. Existiría, por tanto en las poblaciones de sabina negral, una tendencia evolutiva dirigida hacia la dioecia, a través de la anulación de la función sexual masculina en una parte significativa de sus ejemplares bisexuales (30%), generando individuos unisexuales femeninos en el seno de poblaciones de pies bisexuales (*BARRETT, 1992; CHARLESWORTH & CHARLESWORTH, 1978; ECKART, 1992; LLOYD 1974; WOLFE & SHMIDA, 1997*).

En este contexto, se podría interpretar el carácter dioico o cuasidioico de *Juniperus thurifera* L., con poblaciones donde la práctica totalidad de los individuos son unisexuales salvo escasos pies de carácter bisexual (monoicos), como la etapa resultante de un largo proceso evolutivo dirigido desde la monoecia hacia la unisexualidad de los individuos de las poblaciones (las ventajas adaptativas de la dioecia respecto a la monoecia han sido frecuentemente citadas: *BAWA, 1984; BAWA & BEACH, 1981; CHARLESWORTH & CHARLESWORTH, 1978; FREEMAN ET AL. 1976; THOMSON & BURRETT, 1981*). La presencia actual de ejemplares bisexuales en las poblaciones de sabina albar, supone una clara reminiscencia del pasado sexual de sus ancestros monoicos, mantenida en la actualidad aunque en proporciones ínfimas. En la población segoviana de estudio se registró una proporción muy baja de individuos bisexuales (o de función sexual variable a lo largo del periodo estudiado). Se observaron 7 ejemplares, con una proporción de 1 pie bisexual / 63

pies unisexuales, un valor no demasiado bajo teniendo en cuenta el carácter dioico tan pronunciado que presenta la especie.

CONCLUSIONES

La estrategia reproductiva de *Juniperus thurifera* representaría el final de un proceso evolutivo tendente a la segregación total de sexos entre ejemplares en las poblaciones naturales, partiendo de una estrategia reproductiva ancestral de carácter monoico. La existencia permanente en las poblaciones de sabina albar de algunos ejemplares bisexuales, representarían auténticas reminiscencias del pasado evolutivo de la especie, con manifestación de las dos funciones sexuales por individuo. La proporción de ejemplares bisexuales respecto a los unisexuales obtenida en este trabajo (1/63) sugiere una presencia relativamente común y permanente aunque muy escasa de este tipo de pies en las poblaciones naturales de sabina albar.

En este sentido, *Juniperus phoenicea*, adoptaría una estrategia reproductiva transitoria entre la monoecia estricta y la tendencia a la dioecia: la ginodioecia, caracterizando a las poblaciones naturales por la existencia tanto de individuos bisexuales como femeninos (individuos estériles masculinos).

BIBLIOGRAFÍA

- BARBERO, M.; HAMMOUD, A. & QUEZEL, P. 1988. Sur la découverte dans les Alpes maritimes italiennes du genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.). *Webbia* 42(1): 49-55.
- BARRETT, S.C.H. 1992. Gender variation and the evolution of dioecy in *Wurmbea dioica* (Liliaceae). *Journal of evolutionary biology*, 5: 423-444.
- BAWA, K. S. 1984. The evolution of dioecy -concluding remarks, *Ann. Mo. Bot. Gard.*, 71, 294.
- BAWA, K.S. & BEACH, J.H. 1981. Evolution of sexual systems in flowering plants. *Ann. MO Bot. Gard.*, 68: 254-274.
- CHARLESWORTH, B. & CHARLESWORTH, D. 1978. A model for the evolution of dioecy and gynodioecy. *Am. Nat.* 112: 975-997.
- ECKART, V.M. 1992A. Resource compensation and the evolution of gynodioecy in *Phacelia linearis* (Hydrophyllaceae). *Evolution*, 46: 1313-1328.
- FREEMAN, C.; KLIKOFF, L. & HARPER K. 1976. Differential resource utilization by the sexes of dioecious plants. *Science*, 193: 597-599.
- JORDANO, P. 1991. Gender variation and expression of monoecy in *Juniperus phoenicea* (L.)(Cupressaceae). *Botanical Gazette* 152: 476-485.
- LLOYD, D.C. 1974. Theoretical sex ratios of dioecious and gynodioecious angiosperms. *Heredity* 32: 11-34.

PAVÓN GARCÍA, J. 2005. Biología vegetativa y reproductiva en los primeros estadios de crecimiento de *Juniperus thurifera* L. Tesis Doctoral. Univ. Alcalá de Henares.

THOMSON, J.D. & BURRETT, S.C.H. 1981. Selection for outcrossing, sexual selection, and the evolution of dioecy in plants. *Am. Nat.* 118: 443-449.

WOLFE, L.M. & SHMIDA, A. 1997. The ecology of sex expression in a gynodioecious israeli desert shrub (*Ochradenus baccatus*). *Ecology*, 78(1): 101-110.

FIGURAS Y TABLAS

Tabla 1. Frecuencia y porcentaje de individuos total de sabina albar, para cada una de las Provincias de Segovia

| Condición sexual | Frecuencia | % |
|------------------|------------|------|
| INDIFER. | 1157 | 12,1 |
| MASCUL. | 225 | 14,0 |
| FEMEN. | 215 | 13,4 |
| MASC FEM | 7 | 0,4 |

| | Función sexual | |
|-----------------|----------------|-------|
| | Recuento | % |
| Indiferenciados | 10 | 2,2 |
| Hembras-Machos | 302 | 67,9 |
| Hembras | 130 | 29,2 |
| "Machos" | 3 | ,7 |
| Total | 445 | 100,0 |

Indiferenciados de sabina negral en función.

| | Función sexual | |
|-----------------|----------------|-------|
| | Recuento | % |
| Indiferenciados | 1 | 1,1% |
| Hembras-Machos | 57 | 61,3% |
| Hembras | 35 | 37,6% |

Indiferenciados de sabina albar en función sexual.

| | funcion sexual | |
|-----------------|----------------|-------|
| | Recuento | % |
| Indiferenciados | 2 | 7,1% |
| Hembras-Machos | 16 | 57,1% |
| Hembras | 10 | 35,7% |

Indiferenciados de sabina negral en función Murcia.

| | Función sexual | |
|-----------------|----------------|-------|
| | Recuento | % |
| Indiferenciados | 1 | 2,3% |
| Hembras-Machos | 29 | 65,9% |
| Hembras | 14 | 31,8% |

Indiferenciados de sabina albar en función.

| | Tipos de suelos | | | |
|------------------|-----------------------|-------|----------------|-------|
| | Suelos duros, rocosos | | Suelos blandos | |
| | Recuento | % | Recuento | % |
| Indiferenciados | 6 | 3,0% | 4 | 1,6% |
| Hembras-machos | 59 | 29,8% | 122 | 49,4% |
| Hembras | 32 | 16,2% | 64 | 25,9% |
| Hem.-Ma. Variab. | 78 | 39,4% | 43 | 17,4% |
| Hembras Variab. | 22 | 11,1% | 12 | 4,9% |
| Machos Variab. | 1 | ,5% | 2 | ,8% |

Indiferenciados de sabina albar en función.

Figura 1. Biomasa en peso seco de las estructuras sexuales generadas en los años 1996, 1997 y 1998 por el conjunto de pies de las parcelas estudiadas. Provincias de Guadalajara y Cuenca.

Figura 2. Número de individuos con estabilidad o inestabilidad sexual en función de la condición sexual y del tipo de suelo. Provincias de Guadalajara y Cuenca.

