

## CARACTERIZACION DE PISTACIA x SAPORTAE BURNAT, P. LENTISCUS L. Y P. TEREBINTHUS L. EN LA SERRANIA DE GRAZALEMA (S DE ESPAÑA)

M. ARISTA, J. ROSSO & S. TALAVERA

Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla

(Recibido el 27 de Septiembre de 1990)

**Resumen.** Se estudian bajo el punto de vista morfológico y biológico, las poblaciones de *P. lentiscus* L., *P. terebinthus* L. y *P. x saportae* Burnat que conviven en una localidad de la Serranía de Grazalema, (Cádiz, S España). De los caracteres analizados, la morfología de las hojas e inflorescencias son los que separan mejor a los tres táxones, ocupando *P. x saportae* una posición intermedia. El test de Duncan ( $p < 0,01$ ) aplicado a distintos atributos de las hojas, reveló que el cociente peso/superficie (índice de esclerofilia), agrupa significativamente a *P. x saportae* y *P. lentiscus*. *P. lentiscus* y *P. terebinthus* son dioicos con una razón intersexo de 1:1 en ambas especies, no encontrando ningún signo heterosexual. Los dos individuos de *P. x saportae* que florecieron, se comportaron como heterosexuales. El tamaño del fruto separa a los tres táxones, y el color agrupa a *P. lentiscus* y *P. x saportae*. Una muestra de frutos (N=100) de cada táxon reveló que la partenocarpia es inferior al 4% en todos los casos y que el porcentaje de frutos con embrión fue superior al 53% en *P. lentiscus* y *P. terebinthus* e inferior al 4% en *P. x saportae*.

**Summary.** Studies on the morphology and reproductive biology of populations of *Pistacia lentiscus*, *P. terebinthus* and their hybrid *P. x saportae* in an area of the Sierra de Grazalema (Cádiz, Spain) were made. The three taxa can be clearly distinguished on the basis of leaf, inflorescence, and fruit size parameters. Fruit-colour grouped *P. x saportae* with *P. lentiscus*, as did a Duncan test ( $p < 0,01$ ) applied to the characters leaf fresh, weight/area (index of sclerophily). *P. lentiscus* and *P. terebinthus* are dioecious, with a sex ratio of 1:1 in both species, and no heterosexual individuals were encountered. Plants of *P. x saportae* which flowered functioned as heterosexuals. A sample of fruits (N=100) of each taxon gave an incidence of parthenocarp of less than 4%, whilst the occurrence of fruits with embryos in both *P. lentiscus* and *P. terebinthus* was in excess of 53%, but less than 4% in *P. x saportae*.

## INTRODUCCION

*Pistacia* L. es un género dioico de flores apétalas y anemófilas de la familia *Anacardiaceae*. Está compuesto por 9 especies de plantas arbóreas o arbustivas, la mayoría de ellas caducifolias. *P. vera* L., *P. khinjuk* Stocks, *P. euryocarpa* Yalt. y *P. atlantica* Desf., son elementos iranoturánicos que llegan, como en el caso de *P. atlantica*, hasta el N de Africa e Islas Canarias. *P. lentiscus* L., *P. terebinthus* L. y *P. palaestina* Boiss. son mediterráneas: *P. lentiscus* y *P. terebinthus* circunmediterráneas y *P. palaestina* restringida al este de esta región. Sólo dos especies del género se apartan de estas regiones florísticas: *P. chinensis* Bunge, del E de Asia (región chino-japonesa) y *P. mexicana* Humb., Kunth & Bonpl. del S de Norteamérica (región caribeña).

En el género *Pistacia* L. es relativamente frecuente la hibridación interespecífica, habiéndose descrito híbridos de *P. vera* con *P. khinjuk*, *P. atlantica*, y *P. terebinthus* y de *P. palaestina* con *P. lentiscus* (ZOHARY, 1972). Por otro lado se conoce que hay éxito en la producción de frutos cuando, utilizando *P. vera* como progenitor femenino, se poliniza con *P. atlantica*, *P. chinensis*, *P. integerrima*, *P. terebinthus* o *P. palaestina* (véase GRUNDWAG, 1975). GRUNDWAG (l.c.) demuestra que los cruces recíprocos son también posibles, al menos entre *P. atlantica*, *P. palaestina* y *P. lentiscus*.

*Pistacia x saportae* Burnat es un híbrido interespecífico de *P. lentiscus* L. y *P. terebinthus* L. Este híbrido ha sido citado del S de Francia, Cerdeña, Italia (ROUY, 1897), Chipre (YALTIRIK, 1967:545), N de Argelia, NW de Marruecos (JAHANDIEZ & MAIRE, 1932:472), y S de España (ARISTA & al, 1990).

Aunque la hibridación entre estas dos especies parece ser muy frecuente, encontrar individuos de origen híbrido en las poblaciones donde *P. lentiscus* y *P. terebinthus* conviven, es sin embargo, extraordinariamente raro, y justifica, a pesar de la amplia distribución de los padres en la cuenca mediterránea, las pocas citas bibliográficas existentes y su escasa caracterización.

El presente trabajo trata de la caracterización de *P. x saportae* Burnat y su relación con los parentales en una población de la sierra de Grazalema (S de España).

## MATERIAL Y METODOS

El período de observación abarcó desde Abril de 1989 hasta Abril de 1990 y fue realizado en el Cerro de la Cornicabra, montaña de 1290 m de altura, situada al N de la Serranía de Grazalema, cerca del límite del término municipal de Grazalema con Zahara de la Sierra. El sustrato es de naturaleza calcárea; la

precipitación anual c. 2000 mm y las temperaturas medias entre 15-17 °C (Para detalles véase APARICIO & SILVESTRE, 1987).

La parcela estudiada se encuentra entre los 850 y 950 m en orientación NE y está compuesta por un matorral denso. En el estrato arbóreo dominan *Quercus rotundifolia* Lam. y *Ceratonia siliqua* L., apareciendo individuos aislados o pequeños bosquetes de *Olea europea* var. *sylvestris* Brot. en las zonas más térmicas y secas, y de *Abies pinsapo* Boiss. y *Quercus faginea* Lam. en las más húmedas, umbrías y con suelo más profundo. El estrato arbustivo, mucho más diverso, está constituido mayoritariamente por *Juniperus phoenicea* L., *J. oxycedrus* L., *Phillyrea angustifolia* L., *P. media* L., *Ulex parviflorus* Pourret, *Pistacia lentiscus* L. y *P. terebinthus* L. Las especies de otras familias como *Cistaceae* (*Halimium atriplicifolium* (Lam.) Spach, *Helianthemum* Miller spp. y *Cistus albidus* L.) y *Labiatae* (*Thymus mastichina* (L.) L., *T. granatensis* Boiss., *T. x arundanus* Willk., *Phlomis purpurea* L., etc.), también están presentes en la parcela pero sólo cobran importancia en los sitios más degradados.

El híbrido que nos ocupa *P. x saportae* Burnat, es realmente raro en la parcela y es en el único sitio de toda la serranía donde ha sido observado. La población hibridógena convive con los padres, *P. lentiscus* y *P. terebinthus*. La mayoría de los individuos de *P. lentiscus* están formados por rodales de un mismo sexo que cubren superficies de hasta 40 m<sup>2</sup>, con pies de planta que normalmente no sobrepasan los 1,5 m de altura; a veces en un mismo rodal están presentes los dos sexos, por lo que se contaron como dos individuos diferentes. Los individuos en edad reproductora de *P. terebinthus* están normalmente bien definidos, siendo arbolillos caducifolios de 3 a 5 m de altura, con tronco de hasta 1,7 m de altura y 65 cm de perímetro (tomado a 50 cm de la base). Los individuos censados de *P. x saportae*, son árboles de 5 a 7 m de altura con una anchura máxima de copa de hasta 7 m y troncos de 1,6-2,5 m de altura y de 0,9 a 1,1 m de perímetro (tomado a 50 cm de la base).

Para determinar la densidad de individuos, sexo y estado de floración de los tres táxones de *Pistacia*, se realizó un recorrido lineal de 1000 m, coincidente con el sendero que va desde el Puerto de la Miera al Puerto de la Cornicabra, y que discurre entre los 850 y 950 m en orientación NE. En este recorrido se marcaron todos los individuos existentes a menos de 20 m a ambos lados del sendero.

Con el fin de calcular la variación de la morfología foliar y estimar el índice de esclerofilia, se tomaron hojas de los tres táxones, de las que se midieron los siguientes caracteres: longitud y anchura del raquis foliar, longitud y anchura del folíolo más grande y número de folíolos; con la ayuda de una fotocopidora se proyectaron las hojas sobre papel para estimar la superficie foliar y de esta manera calcular el índice de esclerofilia mediante el cociente peso fresco de la hoja/superficie de ésta.

Para estimar el estado de floración de todos los individuos se estableció una escala subjetiva de 1 a 4 : 1, aún sin florecer; 2, flores con estigmas aún no receptivos (verdosos) o con anteras cerradas; 3, flores con estigmas receptivos (purpúreos) o exponiendo polen y 4, flores en situación de postantesis (flores femeninas con estigmas parduscos y masculinas sin polen)

Durante la floración (de Abril a Junio), se tomaron inflorescencias de los tres taxones y se fijaron en Carnoy (3 alcohol etílico/1 ácido acético), almacenándolas en un frigorífico a 7 °C para estudios posteriores.

En otoño de 1989 se recolectaron frutos maduros, se pesaron, midieron y se analizaron los embriones. Los frutos maduros analizados son drupas monospermas, verde-azuladas en *P. terebinthus* y negras en *P. lentiscus* y *P. x saportae*. Como en otras especies del género *Pistacia*, (CRANE, 1973, GRUNDWAD, 1975, 1976; JORDANO, 1988) muchos de los frutos carecen de embrión bien conformado, ello es debido a: (1) predación (frutos predados),(2) aborto del embrión en distintos estados de desarrollo (frutos abortados) y (3) a falta de fecundación o desarrollo del cigoto (frutos partenocárpicos). Los frutos de *P. x saportae* son más parecidos a los de *P. lentiscus* que a los de *P. terebinthus*, por lo que con el fin de detectar si había una introgresión del híbrido hacia aquel parental, se tomaron 9 muestras de 100 frutos de *P. lentiscus*, a intervalos de 75 m a partir de los individuos en fruto de *P. x saportae* y en dirección al Puerto de la Miera;el análisis de varianza de estas muestras, no dio diferencias significativas.

## RESULTADOS

Como se puede observar en la fig. 1A, en el área estudiada (1000 x 40 m), *P. lentiscus* tiene una distribución ubiquista mientras que *P. terebinthus* se encuentra localizado principalmente en los terrenos de exposición más al norte y con suelos más profundos. Los 5 híbridos detectados (4 en edad reproductora), se encuentran muy próximos entre sí y cerca del areal de *P. terebinthus*.

*P. lentiscus* es un perennifolio con hojas paripinnadas y raquis alado. *P. terebinthus*, caducifolio, tiene las hojas imparipinnadas con el folíolo terminal, casi siempre, más desarrollado que los laterales y raquis áptero. *P. x saportae* es, al igual que *P. lentiscus*, perennifolio y tiene la hoja con el raquis alado e imparipinnada, como *P. terebinthus*, aunque muy frecuentemente el folíolo terminal es mucho más pequeño que los laterales (véase Fig.1B). De todos los caracteres foliares analizados, son la longitud y anchura del raquis foliar, los que separan mejor a los tres taxones, ocupando *P. x saportae* una posición intermedia (Fig. 2B). Los análisis de varianza del peso, superficie y cociente P/S de las hojas, dieron diferencias significativas para el peso ( $F=41.36$ ;  $p<0,01$ ), superficie ( $F=65.85$ ;  $p<0,01$ ) y relación P/S ( $F=65.85$ ;  $p<0,01$ ). El test de Duncan ( $p<0,01$ ).

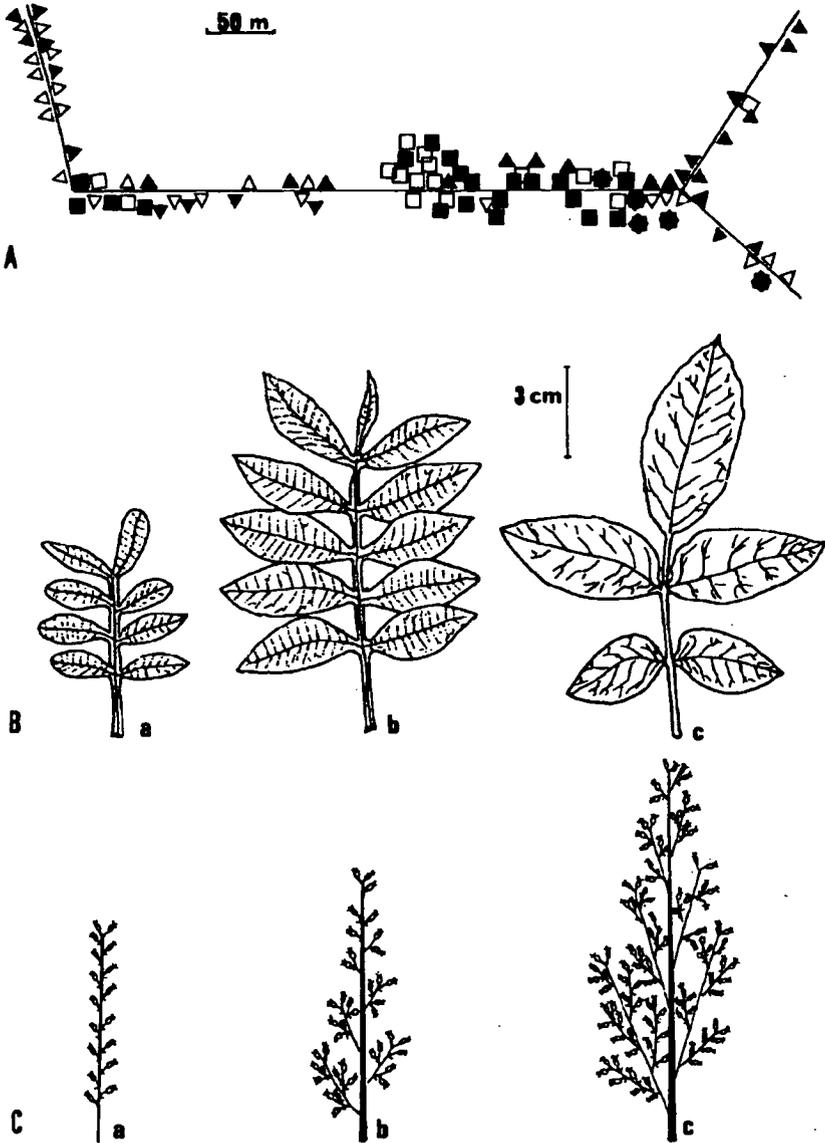


Figura 1. A, distribución de los taxones de *Pistacia* en el recorrido realizado (véase texto).  $\Delta$ , *P. lentiscus*;  $\square$ , *P. terebinthus*;  $\circ$ , *P. x saportae* (las figuras llenas representan los individuos femeninos y las vacías los masculinos). B, esquema de la morfología foliar de *P. lentiscus* (a), *P. x saportae* (b) y *P. terebinthus* (c). C, esquemas de las inflorescencias femeninas de los tres taxones: a, *P. lentiscus*; b, *P. x saportae*; c, *P. terebinthus*.

reveló diferencias entre los taxones: el peso de la hoja de *P. x saportae* no difiere significativamente del de *P. terebinthus* y sí del de *P. lentiscus*. La superficie foliar separa a los tres taxones y el cociente P/S (índice de esclerofilia) agrupa significativamente a *P. x saportae* con *P. lentiscus* (ver Cuadro 1).

ESPECIE	VARIABLES					
	Peso (P)		Superficie (S)		P/S	
	X	ES	X	ES	X	ES
<i>P. lentiscus</i>	493a	98	11.5a	1.9	43a	2
<i>P. x saportae</i>	1397b	270	35.9b	8.0	40a	6
<i>P. terebinthus</i>	1127b	272	48.4c	9.9	23b	2

Cuadro 1. Estimación de la esclerofilia foliar. Las medias con letras iguales no son significativamente distintas. (Test de Duncan,  $p < 0,01$ ).

Todos los individuos estudiados de *P. lentiscus* y *P. terebinthus*, resultaron ser masculinos o femeninos, no encontrándose ningún signo de heterosexuality en el análisis de las flores de un mismo individuo. La relación entre los sexos, como se observa en el Cuadro 2, no difiere del cociente 1:1 en las dos especies. Dos de los cuatro individuos de *P. x saportae* en edad reproductora, que florecieron en las primaveras de 1989 y 1990, se comportaron aparentemente como femeninos.

ESPECIE	Masc.	Fem.	Inter.	X <sup>2</sup>	N
<i>P. lentiscus</i>	23 (42.6%)	31 (57.4%)	0	1.18*	54
<i>P. terebinthus</i>	17 (46%)	20 (54%)	0	0.24*	37
<i>P. x saportae</i>	0	0	2	-	2

Cuadro 2. Distribución del sexo de los taxones de *Pistacia* en la parcela estudiada. El test X<sup>2</sup> se realizó con una  $p < 0,05$ . \*NS: la relación entre los sexos en *P. lentiscus* y *P. terebinthus* se puede considerar dentro de la segregación sexual 1:1.

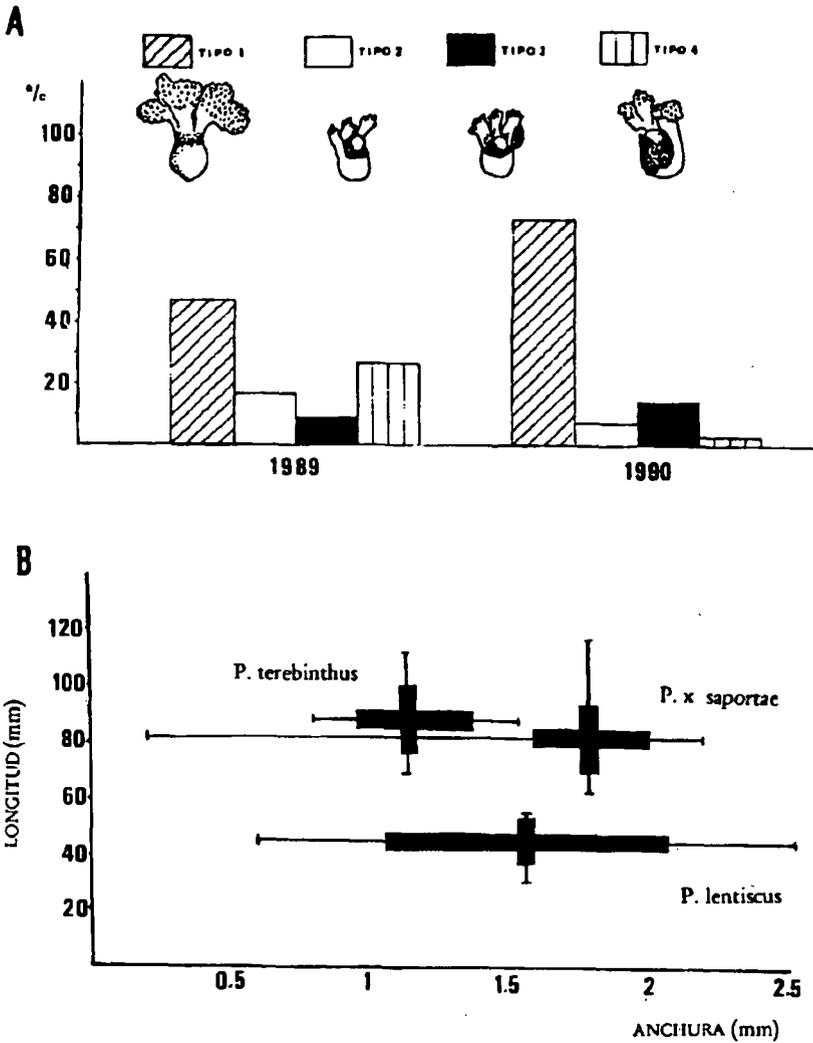


Figura 2. A, diagrama de barras de los distintos tipos de flores en *P. x saportae*. Tipo 1: flor femenina aparentemente normal. Tipos 2, 3 y 4, flores anormales con pistilos abiertos; los tipos 3 y 4 desarrollan un estambre sentado. B, representación de la longitud y anchura del raquis foliar en los tres taxones de *Pistacia*. En trazo grueso el doble de la desviación típica y en trazo delgado el intervalo de variación.

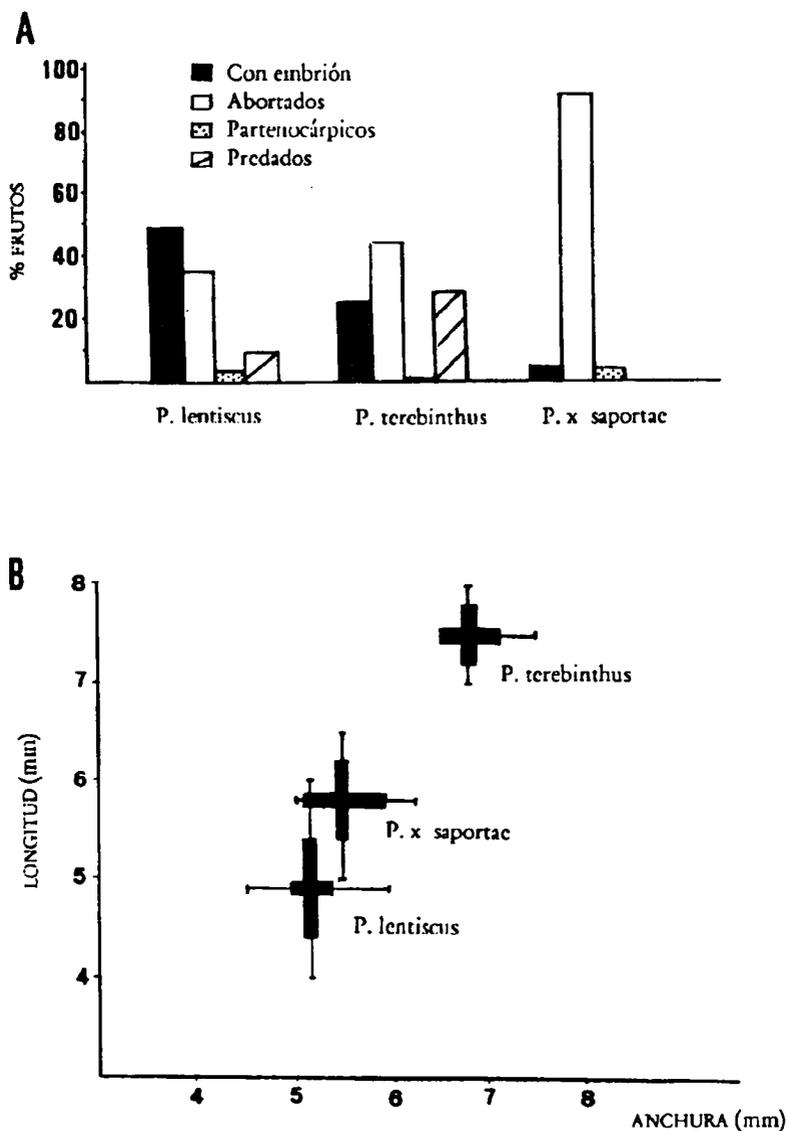


Figura 3. A, diagrama de barras de los distintos tipos de frutos de los tres taxones de *Pistacia*. B, representación de la longitud y anchura de los frutos maduros (ver texto) de los tres taxones de *Pistacia*. En trazo grueso el doble de la desviación típica y en trazo delgado el intervalo de variación.

Como se observa en la Fig. 1C, la inflorescencia femenina, al igual que la masculina, de *P. terebinthus* es una panícula mientras que la de *P. lentiscus* es un racimo espiciforme. La inflorescencia de *P. x saportae* es una panícula parecida a la de *P. terebinthus* pero mucho menos ramificada. Todas las flores femeninas analizadas de *P. lentiscus* y *P. terebinthus* (N=100), fueron aparentemente normales, con 3 ó 4 brazos estigmáticos, no encontrándose ningún signo de masculinidad. En las inflorescencias, aparentemente femeninas, analizadas de *P. x saportae*, se encontraron 4 tipos básicos de flores (N=100) durante los dos años en que fueron estudiadas. Uno de los tipos es la flor femenina aparentemente normal (Fig. 2A, tipo 1). Los otros tres tipos son anormales con los pistilos abiertos o semiabiertos, quedando el primordio seminal desnudo (Fig. 2A, tipos 2, 3 y 4); en dos de ellos, (Fig. 2A, tipos 3 y 4) el pistilo desarrolla en uno de los márgenes del final del ovario (Fig. 2A, tipo 3), o en lugar de uno de los estilos (Fig. 2A, tipo 4), un estambre sentado. De los estambres de estas flores se hicieron preparaciones en las que se observaron que el 5% de las tétrades de microsporas estaban en apariencia perfectamente conformadas, tiñéndose su citoplasma con carmín alcohólico-acético. Se analizaron cuatro muestras que dieron resultados semejantes ( $X^2 = 4.42$ ;  $p < 0,05$ ).

La floración de *P. lentiscus* y *P. terebinthus* fué, en 1989, aparentemente sincrónica ( $X^2 = 3.19$ ;  $p < 0,05$ ; N=236), existiendo un período más o menos grande en donde se solapan las floraciones de ambas especies. También se pudo observar la sincronía en la floración del híbrido. El primero que entra en floración es *P. lentiscus* y el último *P. terebinthus*, situándose *P. x saportae* en una posición fenológica intermedia, pero más cercana a *P. lentiscus* que a *P. terebinthus*. Este patrón no se siguió en 1990, floreciendo primero *P. x saportae*, luego *P. lentiscus* y finalmente *P. terebinthus*. Para una determinada fecha, los individuos masculinos de ambos parentales, estaban más avanzados en la floración que los femeninos, pero este avance no fue significativo (*P. lentiscus*  $X^2 = 1,08$ ;  $p < 0,05$ . *P. terebinthus*:  $X^2 = 0,72$ ;  $p < 0,05$ ).

La fructificación se produce desde final de Octubre hasta Febrero. Como se observa en la Fig. 3A, el tamaño del fruto (longitud y anchura) separa a los tres taxones, ocupando *P. x saportae* una posición intermedia, aunque más próximo a *P. lentiscus* que a *P. terebinthus*. El análisis de una muestra de frutos (N=100), para cada uno de los taxones (Fig. 3B), puso de manifiesto que la partenocarpia es siempre inferior al 4% en todos los taxones, que hay más frutos abortados en *P. x saportae* (92%) que en *P. terebinthus* (45%) y *P. lentiscus* (35%), y que los conjuntos de frutos predados y con embrión en *P. lentiscus* y *P. terebinthus* son muy semejantes (60% en *P. lentiscus* y 54% en *P. terebinthus*;  $X^2 = 0.2962$ ,  $p < 0.05$ ). De todos los frutos que alcanzaron la madurez en *P. x saportae*, sólo el 4% tenían embriones perfectamente formados.

## DISCUSION

Por los resultados obtenidos tras el análisis de los caracteres, se puede concluir que *P. x saportae*, en la localidad estudiada, es un híbrido con caracteres intermedios a los de los padres. Según ANDERSON (1949), ésto es lo que caracteriza a los individuos de la primera generación híbrida.

Los dos individuos de *P. x saportae* analizados por nosotros, son polígamos (intersexo) y tienen un alto porcentaje de flores femeninas y flores teratológicas andróginas. Como se expuso en los resultados, estas flores andróginas desarrollan sus anteras a partir, aparentemente, de carpelos, lo que puede indicar una homología entre estos órganos (véase GUÉDÉS & DUPUY, 1974). Individuos subginoicos originados por hibridación son realmente raros y se suelen dar como consecuencia del desequilibrio entre los cromosomas masculinos y femeninos, que en conjunto determinan la expresión del sexo (WILLIAMS, 1965).

En Israel, el híbrido de *P. lentiscus* y *P. palaestina* estudiado por GRUNDWAD (1975, sub *P. x saportae*) es estéril y no origina frutos en cruces experimentales, ni entre ellos ni con los parentales.

Al faltar los individuos masculinos de *P. x saportae* en la Serranía de Grazalema, los pocos frutos que se han desarrollado en estos árboles han debido producirse por agamospermia, como ocurre a veces en algunas especies de *Pistacia* (GRUNDWAG & FAHL, 1960), geitonogamia o lo que es más lógico, por fecundación con *P. lentiscus*, que es, de los parentales, con quien tiene la floración más sincronizada. Es muy frecuente en angiospermas, que los híbridos de primera generación muestren una esterilidad manifiesta cuando los padres tienen juegos cromosómicos diferentes (FERNANDES, 1969; INGRAM, 1978; PARKER, 1975; RATTER, 1972, 1973, 1976; SIMONET, 1935; etc.), por lo que *P. x saportae*, originado de *P. lentiscus* con  $2n=24$  cromosomas (FEDOROV, 1969) y *P. terebinthus* con  $2n=30$  (GONZÁLEZ ZAPATERO & al, 1988), no debe ser una excepción.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, E (1949) *Introgressive Hybridisation*. Wiley, New York.
- APARICIO, A. & S. SILVESTRE (1987) *Flora del Parque Natural de la Sierra de Grazalema*. Junta de Andalucía, Sevilla.
- ARISTA, M., C. GARCÍA, P. GIBBS & S. TALAVERA (1990) Un híbrido del género *Pistacia* L. en el Parque Natural de Grazalema. *Anales Jard. Bot. Madrid*: 47: 516-517.
- CRANE, J. C. (1973) Parthenocarpy - A factor contributing to the production of blank Pistachios. *Hortscience* 8(5): 388-390.
- (1975) The role of seed abortion and parthenocarpy in the production of blank Pistachio Nuts as affected by rootstock. *J. Amer. Soc. Hort. Sc.* 100(3): 267-270.

- FEDOROV, A. (ed.) (1969) *Chromosome numbers of flowering plants*. Leningrad.
- FERNANDES, A. (1969) Contribution to the knowledge of the biosystematics of some species of genus *Narcissus* L. V *Simposio de Flora Europaea*, pp. 245-284, Universidad de Sevilla, Sevilla.
- GUÉDÉS, M. & P. DUPUY (1974) Morphology of the seed-scale complex in *Picea abies* (L.) Karst. (Pinaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 68: 127-141.
- GONZÁLEZ, M. A., J. A. ELENA-ROSELLÓ & F. NAVARRO (1988) Estudio cariológico de taxones del CW español pertenecientes a *Querceta Ilicis*. *Lazaroa* 9: 61-68.
- GRUNDWAG, M. (1975) Seed set in some *Pistacia* L. (Anacardiaceae) species after inter- and intraspecific pollination. *Israel J. Bot.* 24: 205-211.
- (1976) Embryology and fruit development in four species of *Pistacia* L. (Anacardiaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 73: 355-370.
- & A. FAHN (1970) The relation of embryology to the low seed set in *Pistacia vera* (Anacardiaceae). *Phytomorphology* 19(3): 225-235.
- INGRAM, R. (1978) The genomic relationship of *Senecio squalidus* L. and *Senecio vulgaris* L. and the significance of genomic balance in their hybrid *S. x baxteri* Druce. *Heredity* 40(3): 459-462.
- JAHANDIEZ, E. & R. MAIRE (1932) *Catalogue des plantes du Maroc* 2. Minerva, Alger.
- JORDANO, P. (1988) Polinización y variabilidad de la producción de semillas en *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae). *Anales Jard. Bot. Madrid* 45(1): 213-231.
- PARKER, J. S. (1975) Aneuploidy and isolation in two *Hypochaeris* species. *Chromosoma (Berl.)* 52: 89-101.
- RATTER, J. A. (1972) Cytogenetic studies in Spergularia. VI *Notes Roy. Bot. Gard. Edinb.* 32(1): 117-125.
- (1973) Cytogenetic studies in Spergularia: VIII barriers to the production of viable interspecific hybrids. *Notes Rol. Bot. Gard. Edinb.* 32(2): 297-301.
- (1976) Cytogenetic studies in Spergularia: IX summary and conclusions. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinb.* 34(3): 411-428.
- ROUY, G. (1897) *Flore de France* 4. Soc. Sci. Nat. Charente-Inférieure, Paris.
- SIMONET, M. (1935) Observations sur quelques espèces et hybrides d'*Agropyrum* I. Revision de l'*Agropyrum junceum* (L.) P.B. et de l'*A. elongatum* (Host) P.B. d'après l'étude cytologique. *Bull. Soc. Bot. France* 82: 624-632.
- WILLIAMS, W. (1965) *Principios de genética y mejora de plantas*. Publ. Aula Dei, Zaragoza.
- YALTIRIK (1967) Anacardiaceae in P. DAVIS (ed.). *Flora of Turkey* 2. University Press, Edinburgh.
- ZOHARY, M. (1972) *Flora Palaestina* 2. Isr. Acad. Sci. and Hum., Jerusalem.