

LOS FLAVONOIDES DEL GÉNERO *FEDIA* GAERTN. (VALERIANACEAE) Y SU INTERPRETACIÓN QUIMIOTAXONÓMICA

por

NEREIDA XENA DE ENRECH*, PHILIPPE LEBRETON** & JOËL MATHEZ***

Resumen

XENA DE ENRECH, N., PH. LEBRETON & J. MATHEZ (1996). Los flavonoides del género *Fedia* Gaertn. (Valerianaceae) y su interpretación quimiotaixonómica. *Anales Jard. Bot. Madrid* 54: 327-335.

Se presenta el perfil de flavonoides de todas las especies y subespecies reconocidas en el género *Fedia* Gaertn. Es de destacar la ausencia en todos ellos de flavonoles y C-glicósidos. Se confirma la presencia de las flavonas luteolina y diosmetina como constituyentes mayores en gran parte de las poblaciones analizadas, y se reconoce por primera vez la presencia en el género de las flavonas apigenina y su derivada la acetina. Se discuten los resultados desde el punto de vista taxonómico y se ponen de relieve las vías biosintéticas que son favorecidas en cada taxon.

Palabras clave: *Spermatophyta*, *Valerianaceae*, *Fedia*, quimiotaixonomía, flavonoides.

Abstract

XENA DE ENRECH, N., PH. LEBRETON & J. MATHEZ (1996). Flavonoids in the genus *Fedia* Gaertn. (Valerianaceae). *Anales Jard. Bot. Madrid* 54: 327-335 (in Spanish).

A profile of the flavonoids of all recognized species and subspecies in the genus *Fedia* Gaertn. is presented. The absence of flavonoles and C-glycosides in all of these taxa is notable. The presence of the flavones luteoline and diosmetine as major constituents is confirmed in the majority of populations analyzed, and the occurrence of the flavones apigenine and its derivative acetine is recognized for the first time. Results are discussed from a taxonomic perspective, emphasizing the biosynthetic pathways which are favored in each taxon.

Key words: *Spermatophyta*, *Valerianaceae*, *Fedia*, chemotaxonomy, flavonoids.

INTRODUCCIÓN

El género *Fedia* Gaertn. (emend. Moench) está compuesto por plantas hibernales cuyas semillas germinan en otoño, para floccer y fructificar en primavera y morir al final de ella. Su distribución principal corresponde a la parte occidental de la cuenca del mar Mediterráneo: sur de Italia, sur de la Península Ibérica, norte de África y algunas de las islas mediterráneas (Creta, Sicilia y Mallorca).

Los últimos tratamientos taxonómicos del género (MATHEZ, 1984; XENA DE ENRECH & MATHEZ, 1990) lo consideran integrado por tres especies (*Fedia cornucopiae*, *F. graciliflora* y *F. pallescens*), dentro de las que hay varios grupos subespecíficos. La característica más resaltante del género es la de presentar en sus frutos, caducos, un polimorfismo intrapoblacional que da como resultado la presencia de al menos dos formas de plantas en cada población, que se distinguen exclusivamente por

* Centro de Botánica Tropical, Instituto de Biología Experimental, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Apartado 20513. Caracas 1040 (Venezuela).

** Université Claude Bernard, Laboratoire de Phytochimie. Lyon (France).

*** Université Montpellier II (U.S.T.L.), Institut de Botanique. Montpellier (France).

la forma de sus frutos. Entre los grupos subespecíficos de *F. graciliflora*, en Argelia, hay zonas en las que se superponen las áreas de distribución, encontrándose en ellas poblaciones con hasta seis tipos de frutos diferentes.

En las valerianáceas, el estudio de los metabolitos secundarios del tipo de los flavonoides ha demostrado en varias ocasiones su utilidad en la comprensión de la filogenia de los táxones a nivel específico (GREGER & ERNET, 1971, 1973). En particular, *Fedia cornucopiae*—sin indicación de origen— es citada por estos autores, quienes señalan la presencia de dos flavonas: la luteolina y su derivado la diosmetina.

El presente estudio de los flavonoides del género *Fedia* cumple dos propósitos: en primer lugar, el de completar el perfil de flavonoides de todos los táxones reconocidos en el género; y en segundo lugar, verificar la utilidad de estos compuestos en la interpretación taxonómica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado fue siempre foliar, colectado en plantas cultivadas en invernadero, durante el período de floración; y, en algunos casos, en especímenes de herbario adultos, con flores o frutos. Se llevó un control, en cada caso, de la especie y de la población de origen del material. La investigación se realizó con muestras provenientes de 40 poblaciones localizadas todo a lo largo del área de distribución del género. Las 40 poblaciones se designan (anexo 1) con el mismo número que utilizaron los autores en los trabajos anteriores sobre el género (XENA DE ENRECH, 1987; XENA DE ENRECH & MATHEZ, 1989; XENA DE ENRECH & *al.*, 1991).

Para la elección de la fase del ciclo de vida más apropiada para el estudio de los flavonoides, se hicieron ensayos preliminares con material de dos de las especies (*Fedia cornucopiae* y *F. pallescens*), en su estado de plántulas, de plantas jóvenes y de plantas adultas, en flor o fruto. Los resultados de estos ensayos mostraron la ausencia de diferencias de tipo

cuantitativo, pero las manchas que aparecieron en los cromatogramas se visualizaban mejor en el caso de las plantas adultas.

Igualmente, se tomó la precaución de comprobar si existían diferencias intrapoblacionales entre las formas de las tres especies. Estos ensayos fueron negativos en todos los casos, ya que mostraron las diferentes formas el mismo esquema cromatográfico para una población determinada.

El proceso que seguimos para la extracción de los flavonoides fue el propuesto por LEBRETON & *al.* (1967), adaptado a nuestras condiciones de trabajo. Consiste en la liberación de las agliconas flavónicas de su forma heterosídica y en la oxidación de los proantocianos en los antocianos correspondientes, por hidrólisis en ácido clorhídrico 2 N, en baño de María, en ebullición, durante 40 minutos.

Según la cantidad de material disponible por población, se utilizaron desde 0,2 g hasta 1,8 g de material foliar desecado al aire libre y molido; éste se colocó en un Erlenmeyer, por población, que contenía 100 ml de ácido clorhídrico 2 N cuando el peso era superior a 0,5 g, y en 60 ml de ácido clorhídrico 2 N cuando el peso era inferior o igual a 0,5 g. Después de 10 minutos de imbibición, el Erlenmeyer fue colocado en baño de María, en ebullición, durante 40 minutos, y se insufló aire cada 10 minutos para posibilitar la oxidación de los proantocianos. Al enfriarse el hidrolizado, se extrajo tres veces con éter etílico, en un balón de decantación con 60-40-40 ml de éter para las muestras contenidas en 100 ml del ácido, y con 40-40-30 de éter para las muestras contenidas en 60 ml. Este tratamiento permitió recoger las agliconas flavónicas en el "extracto éter" (fase superior del balón) y posibles antocianos y C-glicósidos en la fase acuosa (fase inferior del balón).

Para detectar la presencia de antocianos en la fase acuosa, se tomaron 4 ml por muestra, previo filtrado, y se dosificó el material con la ayuda de un espectrofotómetro (UNICAM Sp 1700). Los resultados fueron negativos en todos los casos.

El resto de la fase acuosa fue sometido a una segunda serie de extracciones mediante *n*-butanol. Este "extracto butanólico" se preparó solamente en una muestra de cada taxon (a nivel específico y subespecífico), con el fin de detectar la presencia de C-glicósidos. Los resultados, en todos los casos, fueron negativos.

La presencia o ausencia de agliconas (flavonoles y flavonas) fue aclarada utilizando los "extractos éter". Después de la evaporación de éstos al aire libre o en campana, fueron retomados con una pequeña cantidad de etanol (entre 2 y 5 ml) y sometidos a cromatografía unidimensional ascendente, en capa fina (CM), de gel de sílice (Merck Art. 7736. Kieselgel H 60), utilizando como solvente benceno/metil-etil-cetona/metanol (4/3/3). Los resultados fueron positivos en el caso de las flavonas y negativos en el de los flavonoles, en todos los ensayos. Se usaron en los ensayos los siguientes "patrones" (productos previamente purificados): quercetina, 3-metoxi-quercetina, kaempferol, isorhamnetina, tricina, luteolina, 6-hidroxi-luteolina, 8 hidroxi-luteolina, diosmetina, apigenina y acacetina. Las flavonas presentes fueron examinadas y delimitadas bajo luz ultravioleta, con lo que se obtuvo una identificación preliminar de los productos.

Después del estudio de los cromatogramas, se escogieron los extractos que proporcionaban mayor información, para su estudio con la técnica de cromatografía líquida de alta resolución (H.P.L.C.). El estudio fue realizado en un aparato KONTRON HPLC Systeme 600, sobre una columna Bondapak C18 (sílice con cadenas de C, 18 µm; granulometría, 10 µm; diámetro interior, 0,39 cm; longitud, 30 cm). La absorción fue de 365 nm. La separación de las flavonas fue realizada en condiciones isocráticas con el disolvente: alcohol metílico/agua/ácido acético (45/55/5 en volumen). El rendimiento fue de 1,5 ml/min = 2,5 mm/min sobre el papel. Cada flavona queda individualizada por su tiempo de retención. En los casos en los que las muestras lo permitieron, se prepararon dos tipos de curvas: una en condiciones de no saturación de la muestra, para obtener

la representación proporcional de los constituyentes mayores; y la otra, en condiciones de saturación, para poner de relieve los constituyentes menores.

Para confirmar las identificaciones de las flavonas reconocidas como constituyentes mayores, éstas se aislaron con la ayuda de placas "preparativas" —en poliamida—, y fueron disueltas en metanol. Después de la evaporación, los residuos fueron recuperados con una cantidad mínima de metanol y purificados sobre columna Sephadex. Estos productos purificados fueron objeto de un estudio espectrofotométrico (Espectrofotómetro UVIKON 860, KONTRON) con luz ultravioleta (UV), para determinar sus propiedades de máxima absorción (λ) en varias series espectrales: serie 1 = metanol —cloruro de aluminio + ácido clorhídrico; serie 2 = metanol —meta-noato de sodio; serie 3: metanol — acetato de sodio — ácido bórico. Los "picos" de máxima absorción en cada serie, fueron calculados sobre las curvas obtenidas y comparados con los valores "patrón" disponibles (MABRY & *al.*, 1970; VOIRIN, 1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los ensayos efectuados para detectar en el material foliar de *Fedia* los productos del tipo antocianos, C-glicósidos, flavonoles y flavonas, solo dieron resultado positivo, en el presente trabajo, los ensayos de detección de flavonas.

La ausencia en las hojas de las valerianáceas de compuestos del tipo antocianos y C-glicósidos había sido ya señalada en los trabajos de GREGER & ERNET (1971, 1973). Sin embargo, estos autores indican la presencia de flavonoles en varios géneros de la familia: *Patrinia*, *Valeriana*, *Centranthus* y *Plectritis*, así como en las especies asiáticas y norteamericanas de *Valerianella*. Por otra parte, destaca la ausencia de estos compuestos en el género *Nardostachys*, en las especies europeas de *Valerianella* y en *Fedia cornucopiae*. Nuestros resultados indican la ausencia de flavonoles en todos los táxones del género *Fedia*.

TABLA I

RESULTADOS CUALITATIVOS DE LOS ANÁLISIS DE FLAVONAS EN 40 POBLACIONES DEL GÉNERO *FEDIA*
(++++, +++, ++, abundancia decreciente de un producto; +, trazas)

Taxon	Población	Luteolina	Diosmetina	Apigenina	Acacetina
<i>F. cornucopiae</i> (marroquí) (B2)	4	+	++	+	++++
	50	+	++	+	+++
	60	+	++	+	+++
	154	+	++	+	++
	155	+	++	+	++
	41	+	++	+	++
	36	+	++	+	
(ibérica) (B1)	1	++++	++	+	
	3	++++	++	+	
	78	++++	++	+	
	144	++++	++	+	
<i>F. pallescens</i> subsp. <i>pallescens</i> (A4)	44	+	++++		
	143	+	++++		
	152	+	++++		
	139	+	++++		
<i>F. pallescens</i> subsp. <i>hirsuta</i> (A4) (A2)	153	+	++++		
	86	+	++++		
	76	+++	++++		
	141	++++	++++		
	145	++++	+++		
	146	++++	+++		
<i>F. graciliflora</i> subsp. <i>snassenorum</i> (A3)	94	+	++++		
	151	++	++++		
	97	++	++++		
subsp. <i>calycina</i> (A1)	140	++++	++++	+	
subsp. <i>sulcata</i> (A1)	149	+++	++++	+	
	126	++++	++++	+	
	148	+++	++++	+	
	127	++++	++++	+	
subsp. <i>diana</i> (A1)	130	+++	++++	+	
	133	+++	++++	+	
	128	++++	++++	+	
subsp. <i>graciliflora</i> (A1)	95	+++	++++	+	
	96	+++	++++	+	
	106	++++	++++	+	
	107	++++	++++	+	
	134	++++	++++	+	
	136	++	++++		
	137	++++	+++		
	150	++++	+++		

Los resultados cualitativos del análisis cromatográfico en capa fina (sobre sílice y sobre poliámida) de las flavonas presentes en 40 poblaciones pertenecientes a todos los taxones del género *Fedia*, apoyados por los resultados

obtenidos por H.P.L.C. para ocho poblaciones escogidas por la calidad y cantidad de información que aportaban al análisis global, se muestran en la tabla I. Los valores de máxima absorción (λ), obtenidos en el análisis espec-

TABLA 2

RESULTADOS DEL ESTUDIO ESPECTROFOTOMÉTRICO BAJO LUZ ULTRAVIOLETA (UV) DE LOS CONSTITUYENTES FLAVÓNICOS MAYORES DEL GÉNERO *FEDIA*, PARA DETERMINAR SUS PROPIEDADES DE MÁXIMA ABSORCIÓN (λ máx., nm) EN VARIAS SERIES ESPECTRALES, QUE PERMITEN SU IDENTIFICACION PRECISA (* = hombro)

	MeOH	NaOMe	AlCl ₃	ICl ₃ +HCl	NaOAc	+H ₃ BO ₃
Luteolina	241*, 253, 266, 291, 348	239*, 266, 318*, 332, 401	272, 300, 330, 423	274, 294 359, 386	268, 316*, 374	259, 287*, 371
Diosmetina	240*, 253, 267, 290, 340	271, 305, 386	260, 273, 296, 356, 385	260, 275, 297, 330, 347, 380	271, 312*	250*, 268
Apigenina	267, 290, 332	274, 317, 391	275, 300, 330* 348, 383	276, 291, 328* 341, 380		
Acacetina	268, 304*, 327	276, 295, 366	277, 302, 342, 381	278, 301, 339, 381	275, 297, 353	269, 292*, 331

trofotométrico aplicado a las flavonas reconocidas como constituyentes principales de los flavonoides que caracterizan al género *Fedia*, expresados en nm, se presentan en la tabla 2. Estos valores hacen posible la identificación precisa de estos compuestos.

Se confirma la presencia de las flavonas luteolina y diosmetina (ya señaladas por GREGER & ERNET, 1971) como constituyentes mayores en gran parte de las poblaciones analizadas, aunque la proporción relativa de las dos varíe de taxon a taxon y de población a población. Además, se indica por primera vez la presencia en el género de la flavona apigenina y de su derivada la acetina. La presencia de las flavonas apigenina y luteolina en ausencia de flavonoles ha sido encontrada en muchas plantas herbáceas, en las que parece existir una tendencia a que estas flavonas reemplacen a los flavonoles de táxones especializados (HARBORNE, 1979). El análisis global de los resultados presentados en la tabla 1 permiten formular las observaciones siguientes:

Fedia cornucopiae presenta tanto la vía biosintética de la luteolina-diosmetina como la de la apigenina activas; pero existen, sin embargo, dos grupos o "razas" químicas: el grupo ibérico, que presenta la luteolina como constituyente mayor y solo presenta trazas de apigenina, y el grupo marroquí, con la acetina como constituyente mayor y trazas

de luteína. Una sola de las poblaciones analizadas (la 36, del Rif, al norte de Marruecos) parece tener características mixtas.

La endémica de Marruecos, *Fedia pallescens* subsp. *pallescens*, se distingue químicamente dentro del género por la ausencia de la ruta metabólica de la apigenina-acetina, o al menos por no tener esta ruta en activo. Este resultado sugiere un aislamiento antiguo de este taxon, que le ha permitido seguir su propia evolución química, como lo hizo por su parte *F. cornucopiae*. El hecho de que las flavonas presentes como constituyentes principales (diosmetina en un caso y acetina en el otro) en estos dos táxones marroquíes sean producidos por dos vías biosintéticas diferentes, confirma el aislamiento genético de ambos —comprobado también por los resultados negativos de los ensayos de hibridación efectuados entre ellos; XENA DE ENRECH, 1987—, a pesar de las zonas de simpatria que muestran en la actualidad, al norte de Marruecos. Curiosamente, coincide en presentar un cuadro químico muy cercano al de *F. pallescens* la subespecie *snassenorum* de *F. graciliflora*, único taxon de la última especie que se halla presente en ese país.

Por su parte, *Fedia pallescens* subsp. *hirsuta* es la más heterogénea en cuanto a presencia de luteolina, ya que varía, según la población,

desde presentar trazas (pobls. 86 y 153), hasta hacer de esta flavona su componente principal (pobls. 145 y 146 de alta montaña), posibilidad esta última que se acerca al cuadro químico de *F. graciliflora*.

El resto de las subespecies de *Fedia graciliflora* –en Argelia– presentan una gran uniformidad química, a pesar de su heterogeneidad morfológica, pues favorecen siempre la vía biosintética de la luteolina-diosmetina, y es esta última flavona su componente principal.

Para visualizar el conjunto de resultados, se han reunido los que se obtuvieron desde los puntos de vista químico y taxonómico, y se han elaborado esquemas (fig. 1) donde el grosor de las líneas indica la importancia, en cada taxon, de las diferentes vías biosintéticas favorecidas o desfavorecidas, con lo que aparecen dos grupos químicos. En el grupo A, desde A1 hasta A4, se observa la desfavorización progresiva de la vía biosintética de la luteolina (L). La vía hacia la apigenina (A) parece siempre existir –salvo quizá en A4–, dada la aparición de trazas de apigenina en los registros con la técnica H.P.L.C. Por el contrario, la vía de biosíntesis de la acetina (Ac) está desactivada en este grupo. Desde el punto de vista taxonómico, el grupo A está constituido por los táxones *Fedia graciliflora* y *F. pallescens*, que tienen en común la presencia de la diosmetina como constituyente mayor.

En el grupo B, tanto en B1 como B2, se desfavorece la vía sintética de la diosmetina (D). Sin embargo, mientras B1 (*Fedia cornucopiae* ibérica) tiene la vía de síntesis de la luteolina activa y la vía de síntesis de la acetina inactiva, B2 (*F. cornucopiae* marroquí) presenta la situación inversa. Este resultado químico relaciona las poblaciones ibéricas de *F. cornucopiae* con las de *F. graciliflora* –la subsp. *graciliflora* está presente también en España, en la actualidad exclusivamente en la isla de Mallorca–, mientras que las poblaciones marroquíes presentan un modelo aparte en la química de flavonoides del género: la presencia de acetina como constituyente mayor. La existencia de estas dos razas químicas en el taxon *F. cornucopiae* puede haber sido una consecuencia de su migración del

continente europeo al africano, o viceversa, a través del estrecho de Gibraltar. Según nuestro conocimiento, ningún cambio morfológico acompaña a este cambio químico: ambos grupos, geográficos y químicos, coinciden en sus principales caracteres diagnósticos, y tienen incluso el mismo tipo de polimorfismo de sus frutos (XENA DE ENRECH & MATHEZ, 1990).

Casos como los descritos en este trabajo, es decir, táxones con gran estabilidad en sus constituyentes flavónicos a nivel subespecífico (*Fedia graciliflora*) y, a la inversa, táxones con “razas” químicas bien definidas en dicho rango (*F. cornucopiae*), se encuentran abundantemente ejemplificados en la bibliografía (BOHM, 1987). Todo parece indicar que las vías biosintéticas de los flavonoides en *Fedia* no son eliminadas, sino sometidas a un control que las desactiva o activa en un grupo de poblaciones en particular y en un momento dado de su historia.

Probablemente, hay variadas presiones ambientales que pueden influenciar este proceso (MCCLURE, 1975). De acuerdo con HARBORNE (1979), se presume la existencia de una presión coevolutiva en las Angiospermas causada por la acción de los herbívoros, a consecuencia de la alteración constante que sufren las plantas en su contenido de flavonoides, incluso a nivel poblacional dentro de una especie. El cambio geográfico realizado por *Fedia cornucopiae*, de un continente al otro, pudo haberse debido al enfrentamiento de esta especie a un tipo de depredadores totalmente diferente, con lo que así fue seleccionada una nueva combinación química de defensa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen las facilidades obtenidas en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Montpellier II (U.S.T.L.) durante las primeras fases de este estudio, así como la provisión de espacios, equipos y materiales que deben al Instituto de Botánica de Montpellier. Igualmente, queremos dar las gracias a todo el personal del Laboratorio de Fitoquímica de la Universidad Claude Bernard de Lyon, y muy especialmente a C. Bayet y J. Lauranson, por el apoyo técnico recibido.

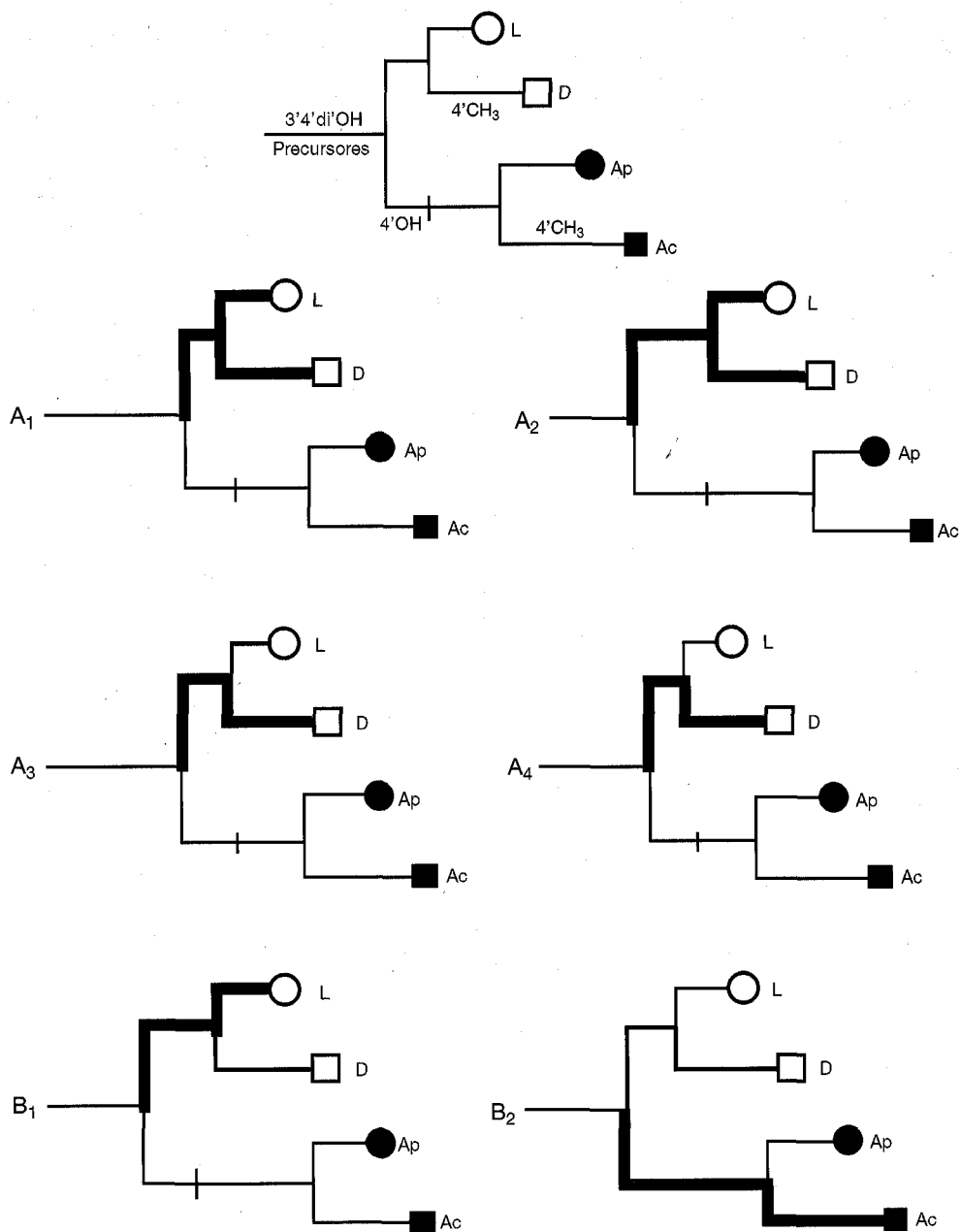


Fig. 1.—Esquemas de las vías biosintéticas de los constituyentes flavónicos mayores en los táxones del género *Fedia*. Grupo A: A₁ = *F. graciliflora*, subespecies *graciliflora*, *sulcata*, *calycina* y *diana*; A₂ = *F. pallescens* subsp. *hirsuta* (salvo las poblaciones 86 y 153); A₃ = *F. graciliflora* subsp. *snassenorum* (poblaciones 97 y 151); A₄ = *F. pallescens* subsp. *pallescens* y *F. pallescens* subsp. *hirsuta* (poblaciones 86 y 153). Grupo B: B₁ = *F. cornucopiae* (ibérica); B₂ = *F. cornucopiae* (marroquí).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOHM, B. (1987). Intraspecific flavonoid variation. *Bot. Rev. (Lancaster)* 53 (2): 197-279.
- GREGER, H. & D. ERNET. (1971). Flavonoide und Systematik der Valerianaceae. *Naturwiss. Med.* 8: 416-417.
- GREGER, H. & D. ERNET. (1973). Flavonoid-Muster, Systematik und Evolution bei Valerianella. *Phytochemistry* 12: 1963-1969.
- HARBORNE, J.B. (1979). Flavonoid Pigments. In: G.A. ROSENTHAL & D.H. JANZEN (eds.), *Herbivores. Their interaction with Secondary Plant Metabolites*: 619-656. New York.
- LEBRETON, P., M. JAY & B. VOIRIN. (1967). Sur l'analyse qualitative et quantitative des flavonoïdes. *Chimie analytique* 49 (7): 375-383.
- MABRY, T.J., K.R. MARKHAM, M.B. THOMAS. (1970). *The Systematic Identification of Flavonoids*. New York.
- MATHEZ, J. (1984). Introduction une révision du genre *Fedia* Gaertn. emend. Moench. *Mem. Soc. Brot.* 27: 129-175.
- MCCLURE, J.W. (1975). Physiology and functions of flavonoids. In: J.B. HARBORNE, T.J. MABRY & H. MABRY (eds.), *The Flavonoids*: 970-1055. London.
- VOIRIN, B. (1983). UV Spectral differentiation of 5-hydroxy- and 5-hydroxy-3-methoxyflavones with mono-(4') di-(3', 4'5')-substituted B rings. *Phytochemistry* 22 (10): 2107-2145.
- XENA DE EENRECH, N. (1987). *Recherches biosystématiques sur le genre Fedia (Valerianaceae)*. Thèse d'État. Montpellier.
- XENA DE EENRECH, N. & J. MATHEZ. (1990, "1989"). Révision du genre *Fedia* Gaertn. emend. Moench (Valerianaceae). *Naturalia Monspel.*, Sér. Bot. 54: 3-77.
- XENA DE EENRECH, N., A. CARDONA & J. MATHEZ (1991). Estudio citotaxonomico del género *Fedia* Gaertn. (Valerianaceae). *Anales Jard. Bot. Madrid* 48(2): 157-169.
36. Marruecos: Rif, Chefchaouene. 650 m. *Xena* 761. 12-IV-1983. *Fedia cornucopiae*.
40. Marruecos: Ksar-es-Srhir. *Xena* 765. 15-IV-1983. *Fedia cornucopiae*.
44. Marruecos: Reserva Natural de Mehdiya. *Xena* 769. 17-IV-1983. *Fedia pallescens* subsp. *pallescens*.
50. Marruecos: 2 km al N de Ouezzane. *Xena* 785. 19-IV-1983. *Fedia cornucopiae*.
60. Marruecos: Rif, Oued-al-Mizab, S de Rhafsaï. *Xena* & *Mathez* 795. 21-IV-1983. *Fedia cornucopiae*.
74. Marruecos: Sidi-Bettache, carretera hacia Rommani. *Xena* & *Mathez* 820. 26-IV-1983. *Fedia pallescens* subsp. *hirsuta*.
78. España: Alrededores de Granada. *Xena* & *Mathez* 824. 3-IV-1984. *Fedia cornucopiae*.
86. Marruecos: Ribera derecha del Oued Beht, 12 km al E de Khemisset. *Xena* & *Mathez* 834. 7-IV-1984. *Fedia pallescens* subsp. *hirsuta*.
94. Marruecos: Jbel Takermine, alrededores de Berkane. *Xena* 879. 10-IV-1984. *Fedia graciliflora* subsp. *snassenorum*.
95. Argelia: 10 km al N de Tlemcén, carretera de Temouchent. *Xena* & *Mathez* 841. 11-IV-1984. *Fedia graciliflora* subsp. *graciliflora*.
96. Argelia: Bou-Tlélis, 15 km antes de Ançor, W de Orán. *Xena* & *Mathez* 842. 11-IV-1984. *Fedia graciliflora* subsp. *graciliflora*.
97. Argelia: Cap Falcon, W de Orán. *Xena* & *Mathez* 843. 12-IV-1984. *Fedia graciliflora* subsp. *snassenorum*.
106. Argelia: alrededores de Thénia, E de Argel. *Xena* & *Mathez* 850. 13-IV-1984. *Fedia graciliflora* subsp. *graciliflora*.
107. Argelia: N de Tizi-Ouzou, Oued-Stita, carretera hacia Tizirt. *Xena* & *Mathez* 851. 14-IV-1984. *Fedia graciliflora* subsp. *graciliflora*.
126. Argelia: Collo. *Xena* & *Mathez* 870. 17-IV-1984. *Fedia graciliflora* subsp. *sulcata*.
127. Argelia: Alrededores de Tamalous, SE de Collo. *Xena* & *Mathez* 871. 17-IV-1984. *Fedia graciliflora* subsp. *sulcata*.
128. Argelia: Alrededores de Mezghiche, SE de Collo. *Xena* & *Mathez* 884. 17-IV-1984. *Fedia graciliflora* subsp. *diana*.
130. Argelia: Carretera de Constantina a Guelma, 23 km después de Oued-Zenati. *Xena* & *Mathez* 873. 17-IV-1984. *Fedia graciliflora* subsp. *diana*.
133. Argelia: Carretera entre Annaba y El-Kala, 4 km después de Bouteldja. *Xena* & *Mathez* 876. 18-IV-1984. *Fedia graciliflora* subsp. *diana*.

ANEXO 1

DETERMINACIÓN Y PROCEDENCIA DE LAS CUARENTA POBLACIONES DEL GÉNERO *FEDIA* QUE SE MENCIONAN EN ESTE TRABAJO

[Duplicados del material de herbario, depositados en MPU (Herbario del Institut de Botanique, Montpellier, Francia) y en RAB (Herbario del Instituto Científico, Rabat, Marruecos)]

1. España: Gaucín (Málaga). 730 m. *Xena* 700. III-1983. *Fedia cornucopiae*.
3. España: Algeciras (Cádiz). *Xena* 702. 27-III-1983. *Fedia cornucopiae*.
4. Marruecos: Arboretum "Oued Cherrat", SW de Rabat. *Xena* 703. 29-III-1983. *Fedia cornucopiae*.

134. Argelia: Carretera de El-Kala a la frontera con Túnez, 5 km al E de El-Kala. *Xena & Mathez 877*. 18-IV-1984. *Fedia graciliflora* subsp. *graciliflora*.
136. Túnez: Cap Bon, carretera entre Zaouiet-el-Mgaiz y Sidi-Daoub. *Montaud s/n*. 7-IV-1984. *Fedia graciliflora* subsp. *graciliflora*.
137. Italia: Sicilia, vertiente N del Monte Pellegrino, N de Palermo. 345 m. *Mathez s/n*. 6-VI-1983. *Fedia graciliflora* subsp. *graciliflora*.
139. Marruecos: Mirhleft, SW de Tiznit. *Mathez s/n*. 26-IV-1986. *Fedia pallescens* subsp. *pallescens*.
140. Argelia: Macizo de Djurdjura, 3 km al E de Tikjda, 1600 m. *Dubuis s/n*. 10-VI-1982. *Fedia graciliflora* subsp. *calycina*.
141. Marruecos: Macizo Central, jbel Mouchchene, vertiente NW, 1 km antes de El-Harcha. 1060 m. *Mathez s/n*. 02-X-1983. *Fedia pallescens* subsp. *hirsuta*.
143. Marruecos: Reserva Natural de Mehdiya, lado E del lago. *Mathez 7759*. 3-V-1980. *Fedia pallescens* subsp. *pallescens*.
144. Portugal: Algarve, 3 km al W de São Brás de Alportel. 340 m. *Mathez 113*. 25-V-1976. *Fedia cornucopiae*.
145. Marruecos: Atlas Medio, Azigza. *Mathez s/n*. 11-V-1986. *Fedia pallescens* subsp. *pallescens*.
146. Marruecos: Gara de Mrirt. 1400 m. *Raynaud s/n*. 1985. *Fedia pallescens* subsp. *hirsuta*.
148. Argelia: Macizo del Djurdjura, SW del jbel Tigounatine. 1500 m. *Dubuis s/n*. *Fedia graciliflora* subsp. *sulcata*.
149. Argelia: Col du Melab, carretera de El-Milia a Collo. *Dubuis s/n*. *Fedia graciliflora* subsp. *sulcata*.
150. España: Mallorca, alrededores de Palma. 1986. *Fedia graciliflora* subsp. *graciliflora*.
151. Marruecos: Beni-Snassene. Kahouadji 1097. 1984. *Fedia graciliflora* subsp. *snassenorum*.
152. Marruecos: 2 km al SW de Tahala. *Mathez 7776*. 7-V-1980. *Fedia pallescens* subsp. *pallescens*.
153. Marruecos: Beni-Mellal. 800 m. *Lewalle 80626*. *Fedia pallescens* subsp. *hirsuta*.
154. Marruecos: Alrededores de Azrou. *Raynaud s/n*. 5-V-1975. *Fedia cornucopiae*.
155. Marruecos: Tánger, Rif, SW de Beni-Younech. *Mathez 7499*. *Fedia cornucopiae*.