

## RELACIONES FENÉTICAS ENTRE LAS ESPECIES ARGENTINAS DE ALSTROEMERIACEAE <sup>1</sup>

ANDREA M. SANSO <sup>2</sup>

*Instituto de Botánica Darwinion, Casilla de Correo 22, 1642 San Isidro, Buenos Aires, Argentina - Dpto. de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 1428, Núñez, Capital Federal, Argentina.*

ABSTRACT: Sanso, A. M. 1998. Phenetic relationships among Argentine species of Alstroemeriaceae. *Darwiniana* 35: 131-145.

Cluster analysis and ordination by principal component analysis (PCA) were used to study phenetic relationships among the Argentine species of Alstroemeriaceae and to point out the characters that contribute to the differentiation between *Alstroemeria* L. and *Bomarea* Mirb. A total of 123 specimens (analysis 1) and 15 taxa (analysis 2) were examined and 46 morphological characters were used: 17 quantitative and 29 qualitative ones. The results point out the clear phenetic distinction between *Alstroemeria* and *Bomarea* species and also among species within both genera. A dendrogram produced by UPGMA cluster analysis on standardized characters and the PCA analysis show the differentiation of *Bomarea* species into two groups: B1 includes *Bomarea stans* Kränzl., *B. boliviensis* Baker (subgen. *Sphaerine*) and *B. edulis* (Tuss.) Herb. (subgen. *Bomarea*) respectively, and B2 with *B. macrocephala* Pax. (subgen. *Wichuraea*) For the *Alstroemeria* species, four groups are recognized: A1 is formed by *Alstroemeria apertiflora* Baker, *A. bakeri* Pax and *A. isabellana* Herb.; A2 comprises two subgroups, A2a: *A. psittacina* Lehm., *A. prestiana* Herb. and *A. aurea* Graham and A2b with *A. pygmaea* Herb. and *A. patagonica* Phil. (with *A. patagonica* Phil. f. *biflora* Ravenna). *A. pseudospathulata* Ehr. Bayer (A3) and *A. andina* Phil. subsp. *venustula* (Phil.) Ehr. Bayer (A4) have isolated positions.

Keywords: Phenetic relationships, *Bomarea*, *Alstroemeria*, Alstroemeriaceae.

Palabras clave. Relaciones fenéticas, *Bomarea*, *Alstroemeria*, Alstroemeriaceae.

### INTRODUCCIÓN

La familia Alstroemeriaceae Dumort está restringida a América Central y del Sur. Comprende tres géneros, dos de los cuales están presentes en Argentina: *Alstroemeria* L. que incluye al género monotípico *Schickendantzia* Pax (Solms Laubach, 1907; Hunziker, A., 1973; Sanso & Xifreda, 1998) y *Bomarea* Mirb. El restante, *Leontochir* Phil., habita en Chile con su única especie *L. ovallei*.

El género *Alstroemeria* fue establecido por Linneo en 1762 y comprende aproximadamente 50 especies. En 1804, Mirbel crea el género *Bomarea* sobre materiales conflictivos escindidos del género *Alstroemeria* (Sanso & Xifreda, 1995). Se basó para diferenciarlo del género anterior, en

pocos caracteres morfológicos imprecisos para la caracterización genérica: "les divisions extérieures du périanthe ne sont pas renversées en arrière, les étamines sont droites et le capsule est arrondie et aplatie de haut en bas". Poiret opinó que los caracteres genéricos enunciados por Mirbel resultaban insuficientes (Herbert, 1837: 108). Sin embargo, Herbert (l. c.) consideró que la postulación del nuevo taxón era correcta pero, según su opinión, Mirbel escogió caracteres inadecuados y no puso énfasis en las diferencias substanciales, las cuales tampoco fueron aclaradas por él (Sanso & Xifreda, 1995).

La mayor parte de los autores contemporáneos han apoyado la validez de la separación entre *Alstroemeria* y *Bomarea*, entre ellos Schulze (1978), Dahlgren *et al.* (1985), Smith & Gereau (1991), Xifreda & Sanso (1993), mientras que sólo A. Hunziker (1973) considera que "las diferencias señaladas para ambos grupos no son tales, al menos conforme a la información morfológica conocida" y

<sup>1</sup>El presente trabajo es parte de la tesis presentada para optar al grado de Doctora de la Universidad de Buenos Aires (Ciencias Biológicas)

<sup>2</sup>Miembro de la Carrera del Investigador, CONICET

propone la transferencia de "las especies más australes del Oeste de Sud América" al género *Alstroemeria*. En realidad, algunas especies descritas bajo el género *Alstroemeria*, corresponden a especies de *Bomarea* y viceversa. Ejemplos de ello son las designaciones erróneas de *Bomarea stricta* Pax y *A. parviflora* Ravenna cuyos nombres correctos hoy corresponden a *Alstroemeria isabellana* Herb. (Xifreda & Sanso, 1992) y *B. boliviensis* Baker (Sanso & Xifreda, 1995).

En la Argentina, *Bomarea* está representado por sus 3 subgéneros y 4 especies (Sanso & Xifreda, 1995). Por su parte, las especies y subespecies de *Alstroemeria* en Argentina son 10 (Sanso, 1996b).

Los objetivos de este trabajo son: 1) evaluar la similitud morfológica entre los distintos taxones de *Alstroemeria* y *Bomarea* utilizando dos niveles de análisis, entre individuos (análisis 1) y entre taxones (análisis 2) mediante técnicas numéricas, 2) seleccionar los caracteres vegetativos y/o reproductivos que los diferencian, 3) contribuir a resolver la controversia con respecto a si *Alstroemeria* y *Bomarea* son o no entidades genéricas diferentes, 4) comprobar si el estudio fenético coincide con los estudios taxonómicos previos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Análisis 1

Se tomaron 123 individuos elegidos al azar que constituyeron las OTUs (Unidades Taxonómicas Operativas), 37 de ellos pertenecen al género *Bomarea* y los restantes al género *Alstroemeria*. Los ejemplares de herbario, se mencionan en el Apéndice 1. Se especifican además el coleccionista y el herbario correspondientes a cada uno de ellos. Los datos completos de los ejemplares de *Alstroemeria* se hallan detallados en Sanso (1996b), y los de *Bomarea*, en Sanso & Xifreda (1995), bajo material estudiado correspondiente a cada taxón.

### Análisis 2

Las 4 especies de *Bomarea* y los 11 taxones (9 especies + 1 subespecie + otra probable subespecie) de *Alstroemeria*, constituyeron las OTUs, cuyas relaciones se investigan (Apéndice 2). La delimitación de los taxones se realizó de acuerdo a los procedimientos de la taxonomía clásica, en una revisión detallada en Sanso & Xifreda (1995) y en

Sanso (1996b).

### Definición y codificación de los caracteres

Se definieron 46 caracteres morfológicos y/o anatómicos: 13 son caracteres vegetativos y 33, reproductivos. Uno de estos últimos, el estudio de la exina del grano de polen, se realizó utilizando el microscopio electrónico de barrido. Del total, 17 son caracteres cuantitativos continuos y 29 cualitativos (o bien, transformados a esta condición por medio de una codificación subjetiva).

Los caracteres y su codificación se mencionan en el Apéndice 3. La matriz básica de datos MBD1 (OTUs = individuos) se encuentra depositada en el Instituto de Botánica Darwinion a disposición de quién la requiera. La matriz básica de datos MBD2 (OTUs = taxones) del análisis 2 se presenta en el Apéndice 4.

Para el análisis 2 se ha utilizado el valor medio de los caracteres cuantitativos continuos y el valor modal de los caracteres cualitativos (o bien transformados a esa condición).

### Procesamiento de los datos

El procesamiento de los datos fue realizado con los programas del NTSYS-pc versión 1.7 (Rohlf, 1992), del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina, Lavallol. Las MBD fueron estandarizadas por caracteres (SMBD) (Sneath & Sokal, 1973) y luego analizadas mediante técnicas numéricas multivariadas: a) análisis de agrupamiento y b) método de ordenación. La distorsión de los procedimientos desarrollados se calculó a través del coeficiente de correlación cofenética (CCC) (Sokal & Rohlf, 1962; Sneath & Sokal, 1973). Dicha correlación fue medida entre la matriz de similitud entre las OTUs derivada del coeficiente de distancia taxonómica y la matriz de valores cofenéticos derivada del fenograma en un caso; y la matriz de distancia euclidiana derivada de la proyección de las OTUs según el método de ordenación en el otro caso.

El detalle de los métodos y procedimientos numéricos utilizados pueden encontrarse descriptos en Sneath & Sokal (1973) y Crisci & López Armengol (1983).

#### a) Análisis de agrupamiento

La SMBD se sometió a diversos procedimientos aglomerativos. Como los resultados fueron similares, sólo se presentará aquella técnica que muestra

menor distorsión. Al utilizar el coeficiente "Taxonomic Distance" (Sokal, 1961), se elaboró a partir de la SMBD, una matriz de similitud entre OTUs. Ésta sirvió de base para la construcción de un fenograma por la técnica de ligamiento promedio, utilizando la media aritmética no ponderada (UPGMA).

#### b) Ordenación

El método utilizado fue el análisis de componentes principales (ACP). A partir de la SMBD se obtuvo una matriz de correlación entre caracteres, calculada con el coeficiente de correlación de Pearson (Michener & Sokal, 1957). Se representó la proyección de las OTUs en los espacios definidos por los primeros 4 componentes.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el fenograma 1 de similitud entre OTUs= individuos (Fig. 1a, b), se observa que todos los individuos de una misma especie se agrupan estrictamente, estableciéndose una neta separación entre grupos de individuos de distintas especies. No se han encontrado individuos que presenten características híbridas, por lo menos en relación a los caracteres morfológicos aquí considerados. La baja probabilidad de ocurrencia de hibridación natural interespecífica es predecible, ya que muy pocas especies viven en simpatria. Una excepción es el caso de *Alstroemeria aurea* y *A. presliana* que conviven al menos en algunos sitios, pero en los cuales no se han encontrado individuos producto del cruzamiento entre ambas.

Las OTUs=80, 89 y 90 (*Alstroemeria patagonica*) señaladas con un asterisco, son individuos más robustos, que pertenecen a lo que Ravenna (1967) estableció como *A. patagonica* f. *biflora*. Sin embargo, éstos se unen al resto de los materiales de *A. patagonica*.

Los individuos 115 y 122 (*A. andina* subsp. *venustula*), indicados con dos asteriscos, no poseen papilas en las hojas, como los demás ejemplares estudiados (véase Sanso, 1996b, en observación de esta especie). Esto explica porqué forman un grupo más alejado que el que componen el resto de los materiales de esta subespecie.

En el fenograma 2 de similitud entre OTUs, donde OTUs = taxones (Fig. 2), se reconocen primeramente 2 grandes grupos completamente diferenciados: uno que comprende las especies de *Bomarea* (B) y

otro que comprende todas las especies de *Alstroemeria* tratadas (A). El hecho de que se formen estos dos importantes conjuntos de especies está bien justificado por un gran número de caracteres genéricos, a pesar que desde el establecimiento del género *Bomarea* los caracteres escogidos no fueron lo suficientemente precisos para su caracterización (ver introducción), y que existan autores que prefieren considerar válido sólo a *Alstroemeria*. Actualmente, con el estudio de un importante número de caracteres y con un conocimiento más vasto de mayor cantidad de especies de ambos taxones, se reconocen varios y nuevos caracteres de innegable valor intergenérico - algunos de ellos ya adelantados en Xifreda & Sanso (1993) - que serán detallados más adelante con los resultados del ACP.

Dentro del primer grupo (B), se observa a su vez, un subgrupo B1 que reúne las especies argentinas de *Bomarea* de los subgéneros *Bomarea*: *B. edulis* y *Sphaerine*: *B. boliviensis* y *B. stans* y otro subgrupo B2, con *B. macrocephala* que pertenece al subgénero *Wichuraea*. La formación de estos tres subgrupos concuerda con el tratamiento subgenérico de Baker (1878, 1882, 1888), quien subdividió a *Bomarea* en las tres categorías infragenéricas enunciadas anteriormente. Pero, aunque las especies del subgénero *Bomarea* poseen tallo voluble y viven en ambientes selváticos y las de los otros dos subgéneros, tallos erectos o suberectos y habitan en ambientes montañosos, el análisis fenético muestra mayor similitud morfológica entre *Bomarea* y *Sphaerine* que *Sphaerine* y *Wichuraea* entre sí. *B. macrocephala* se diferencia de las especies de los subgéneros anteriores por poseer el tallo decurvado en el ápice y además por tener hojas marcescentes en el momento de la floración y fructificación. La hoja es linear y la inflorescencia es llamativamente grande.

En relación al segundo grupo, el de las especies de *Alstroemeria* (A), se distinguen 2 subgrupos de especies fenéticamente próximas, más 2 especies aisladas una de otra y a su vez de los subgrupos señalados.

La primera subdivisión separa A1 de A2. El grupo A1 comprende *A. apertiflora*, *A. bakeri* y *A. isabellana*. Estas especies se distinguen por poseer hojas no resupinadas ni densamente dispuestas. *A. apertiflora* y *A. bakeri* poseen tépalos reflexos y de color amarillo, mientras que *A.*



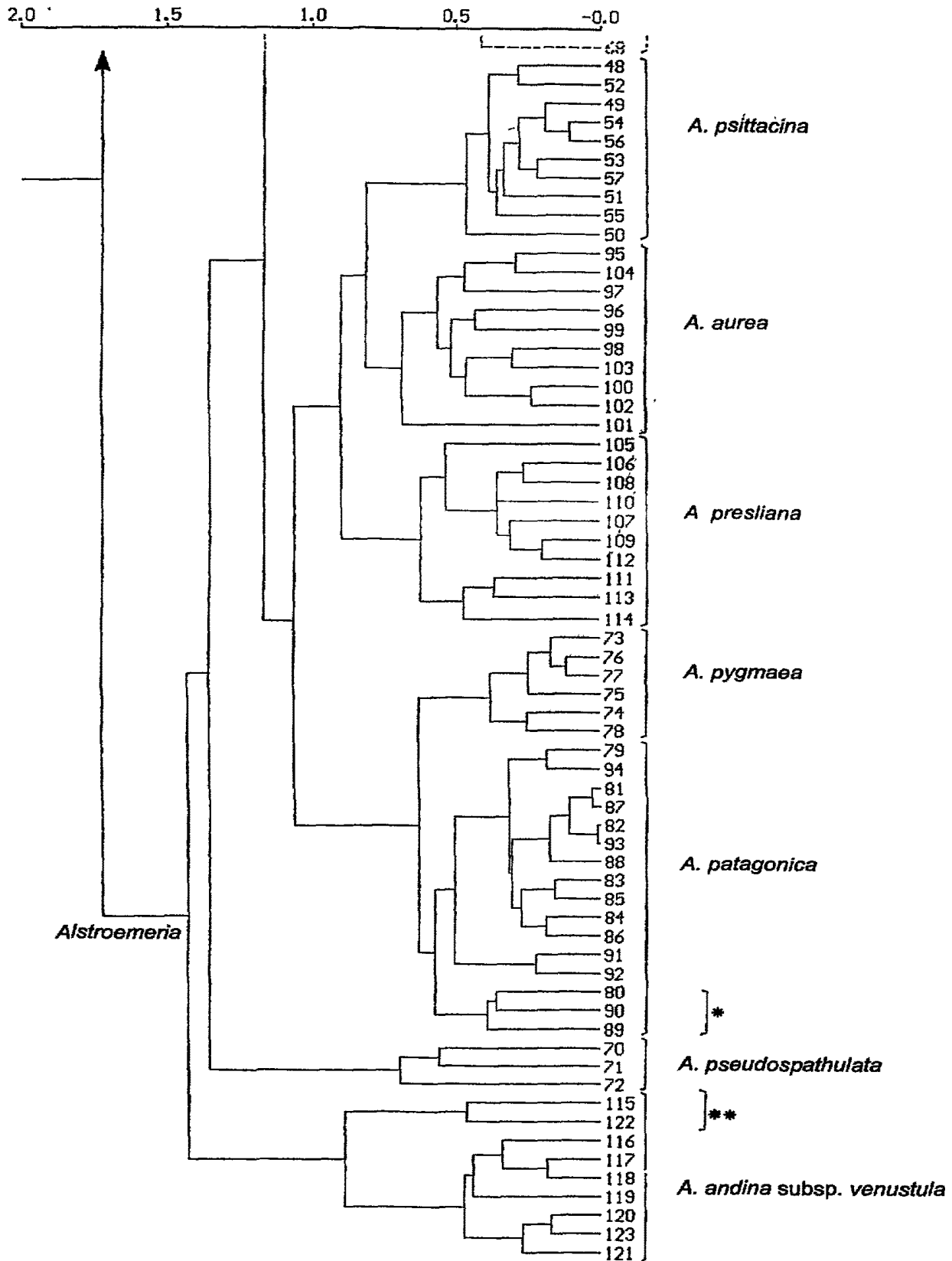


Fig. 1b.- Análisis de agrupamiento: fenograma 1 de distancia entre OTUs (= individuos). CCC = 0.92.

*isabellana* tiene tépalos rectos, anaranjados, los internos, con el ápice verde.

La segunda subdivisión, A2, se ramifica a su vez en dos subdivisiones menores. una reúne a *A. psittacina*, *A. presliana* y *A. aurea* (A2a), y la otra, *A. pygmaea* y *A. patagonica* (A2b).

Los taxones de A2a poseen abundante foliación con hojas lanceoladas, generalmente resupinadas y con morfología floral similar e inflorescencias también bastante parecidas, aunque en general, *A. psittacina* suele poseer más flores por inflorescencia que las otras dos. *A. aurea* se diferencia más que las restantes dos entre sí, por el color de la flor que generalmente es amarillo o anaranjado.

El grupo A2b es muy homogéneo. Todas son plantas de pequeña altura, con hojas más o menos lineares, resupinadas o no, generalmente dispuestas en roseta cerca de la inflorescencia, con flores amarillas, de tépalos bastante regulares en forma, y los internos, con máculas estriadas marrones o púrpuras. Se trató de determinar si los individuos más robustos merecían o no ser reconocidos como una entidad subespecífica aparte. Se observó que las dos formas de *A. patagonica* quedan fusionadas en una sola rama del fenograma, a su vez unida con *A. pygmaea*. Por lo tanto, con los caracteres morfológicos asignados hasta el presente más la distribución geográfica, parece innecesario utilizar la categoría de forma.

Las especies que quedan aisladas son *A. pseudospathulata* (A3) que se caracteriza por sus hojas espatuladas y por poseer una cápsula madura con un espolón de gran longitud y más alejada aún se ubica *A. andina* subsp. *venustula* (A4). Este último taxón que se separa del resto de las especies de *Alstroemeria*, es una planta enana de alta montaña, cuyos tépalos internos tienen un complejo patrón de colores y máculas, y con hojas no resupinadas, más o menos espatuladas, provistas de papilas (raramente, en algunos ejemplares no se observan). Este último carácter no está presente en el resto de las especies.

Los tratamientos taxonómicos para las especies argentinas de *Alstroemeria* (Sanso, 1996b) y de *Bomarea* (Sanso & Xifreda, 1995) coinciden mayormente con los resultados obtenidos. Sin embargo, el grupo constituido por *A. pygmaea*, *A. patagonica*, *A. andina* subsp. *venustula* y *A. pseudospathulata*, todas plantas hasta de 30 cm de altura, no se ve reflejado en este estudio.

Los resultados extraídos del análisis de componentes principales son consecuentes con los observados en los fenogramas, obteniéndose una muy buena discriminación de los individuos y de las especies estudiadas. En la figura 3 se aprecia la ubicación de los individuos en el espacio, hallándose representados los 3 primeros componentes (ACP1). En ella se observa claramente que en el componente 1 (eje x), se separan los individuos de las especies del género *Bomarea* de los de *Alstroemeria*.

En el ACP2, los 3 primeros componentes explican el 62.16 % de la varianza total, mientras que los 4 primeros explican el 71.48%. El coeficiente de correlación cofenético (CCC) es de 0.99, lo que indica que prácticamente no existe distorsión. Para el ACP1, los cuatro primeros componentes explican el 60.74 % y el CCC es de 0.94.

La Tabla 1 (OTUs=individuos) y la Tabla 2 (OTUs=taxones) muestran los vectores propios ("Eigenvector") de los primeros 3 y 4 componentes respectivamente, obtenidos a partir de las matrices de correlación.

De acuerdo a los valores propios y el porcentaje de traza, el componente 1 expresa el 33.84 % de la varianza total. A esa varianza del primer componente aportan en mayor medida los caracteres reproductivos cualitativos relacionados con el fruto: consistencia, dehiscencia, forma en el ápice y color de la cápsula (GG, HH, II y JJ), la semilla: morfología, color y sarcotesta (NN, ÑÑ y OO) y la esculturación de la exina del grano de polen (RR). Éstos son caracteres diferenciales a nivel de género, en base principalmente a los cuales, se construyen los grandes grupos A y B de los fenogramas. Son también importantes los caracteres relacionados con la cápsula: anchura y espolón de la cápsula madura (LL y MM), además de los caracteres vegetativos: hábito, altura de la planta, resupinación de la hoja (A, B, F), y los caracteres florales: posición de los tépalos y forma de los tépalos externos (R y W).

La figura 4 representa a las especies en dos ejes, correspondientes a los componentes 1 y 2. Ambos explican el 52.31 % de la variación total. En el componente 1 se separan, al igual que en la figura 3 (individuos), las especies de acuerdo a su género. Los caracteres que aportan a la varianza de ese componente fueron enumerados anteriormente, y en consecuencia son críticos para delimitar *Alstroemeria* y *Bomarea*. A la varianza del segundo

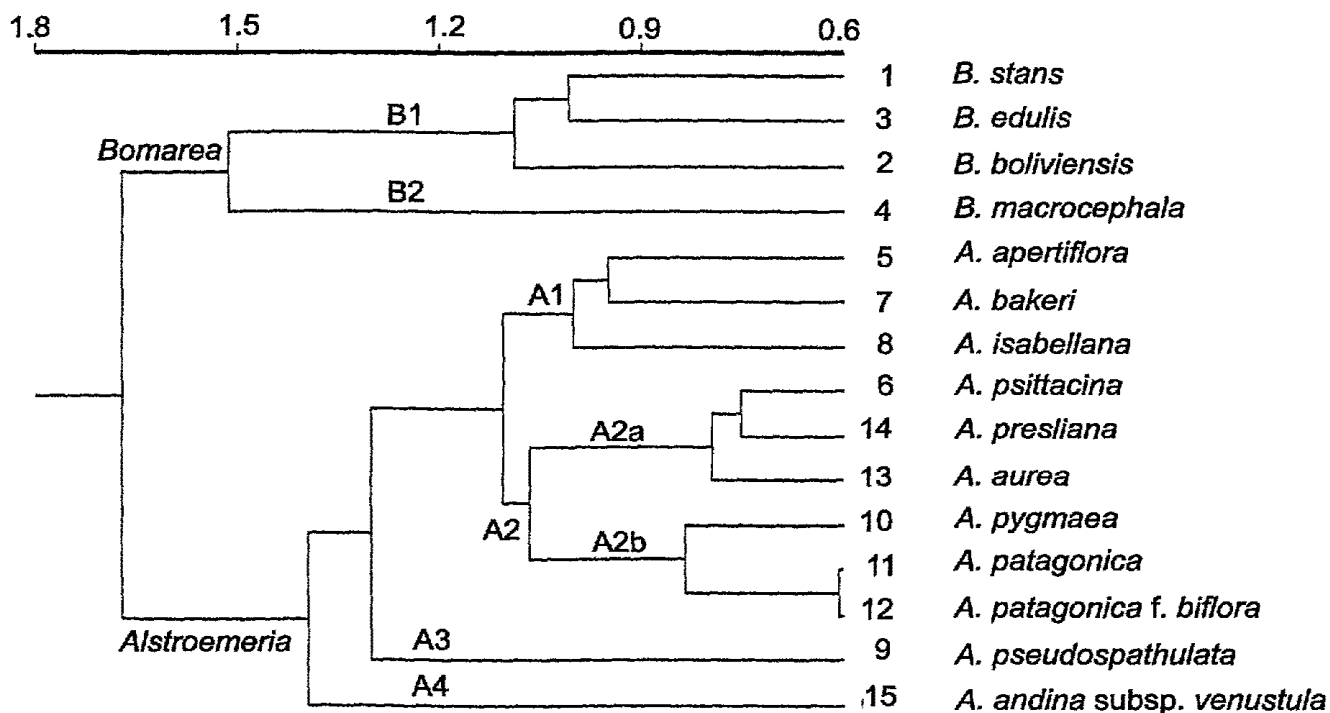


Fig. 2.- Análisis de agrupamiento: fenograma 2 de distancia entre OTUs (= taxones). CCC = 0.89.

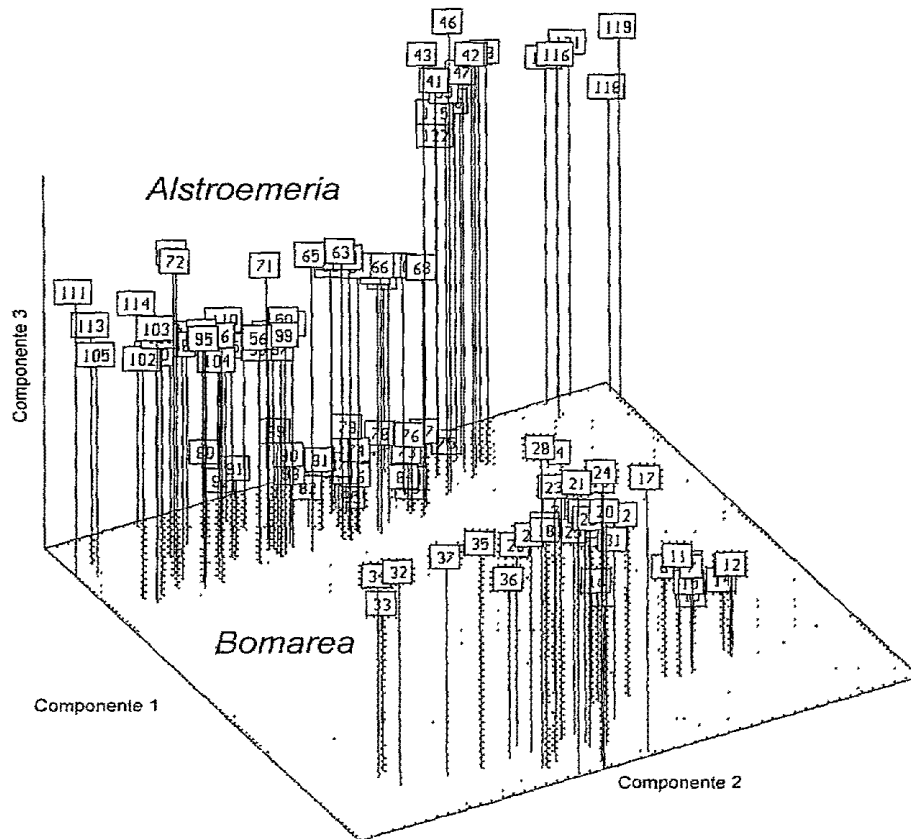


Fig. 3.- ACP1, proyección de las OTUs (= individuos) en el espacio de los componentes principales: 1 x 2 x 3.

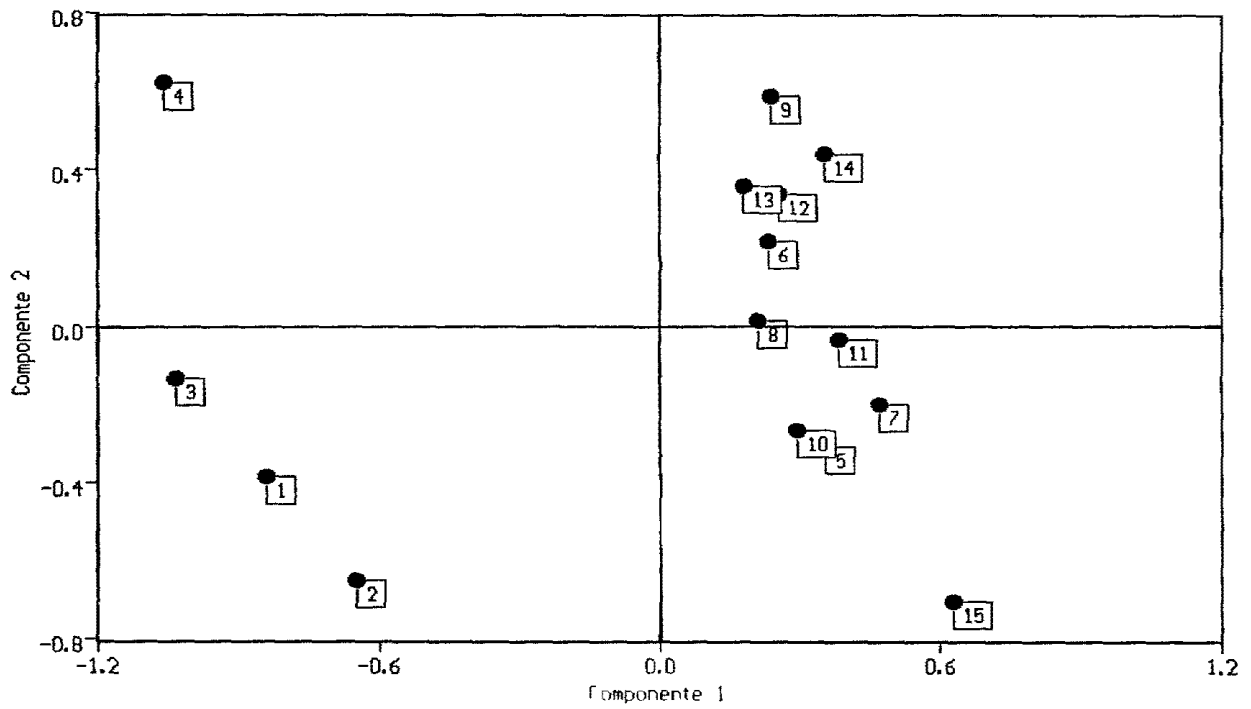


Fig. 4.- ACP2, proyección de las OTUs (= taxones) en el espacio de los componentes principales: 1 x 2. *Bomarea*: 1-4, *Alstroemeria*: 5-15.

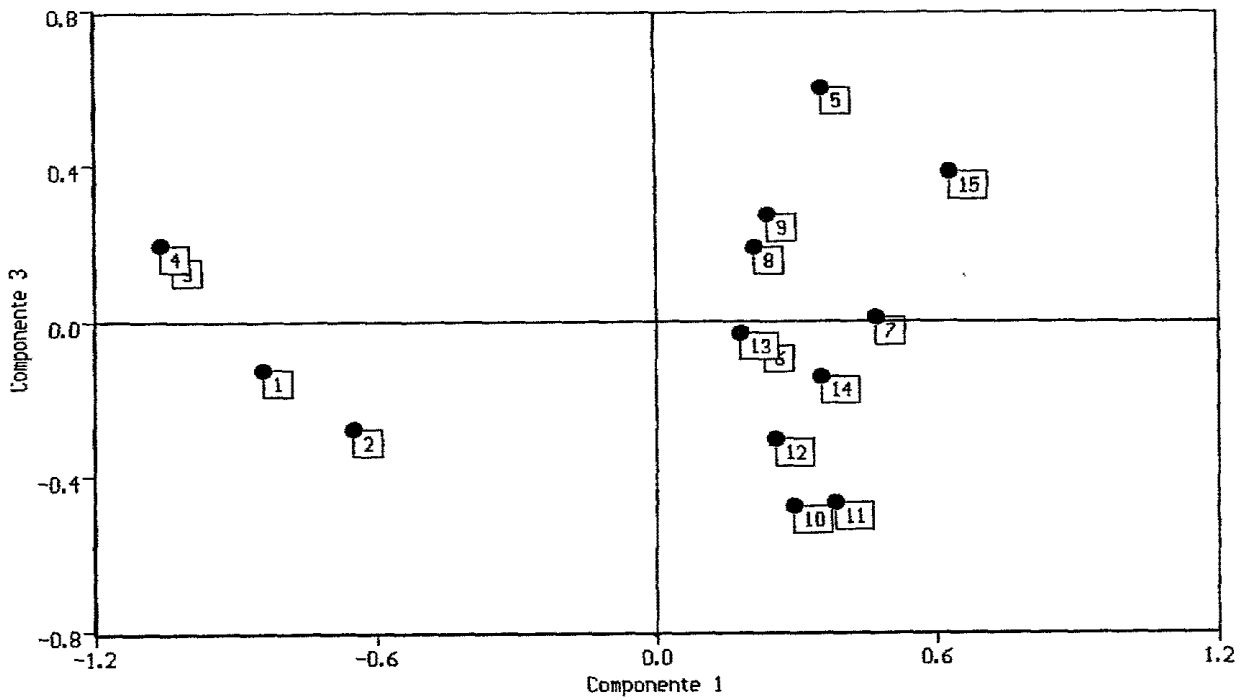


Fig. 5.- ACP2, proyección de las OTUs (= taxones) en el espacio de los componentes principales: 1 x 3. *Bomarea*: 1-4, *Alstroemeria*: 5-15.



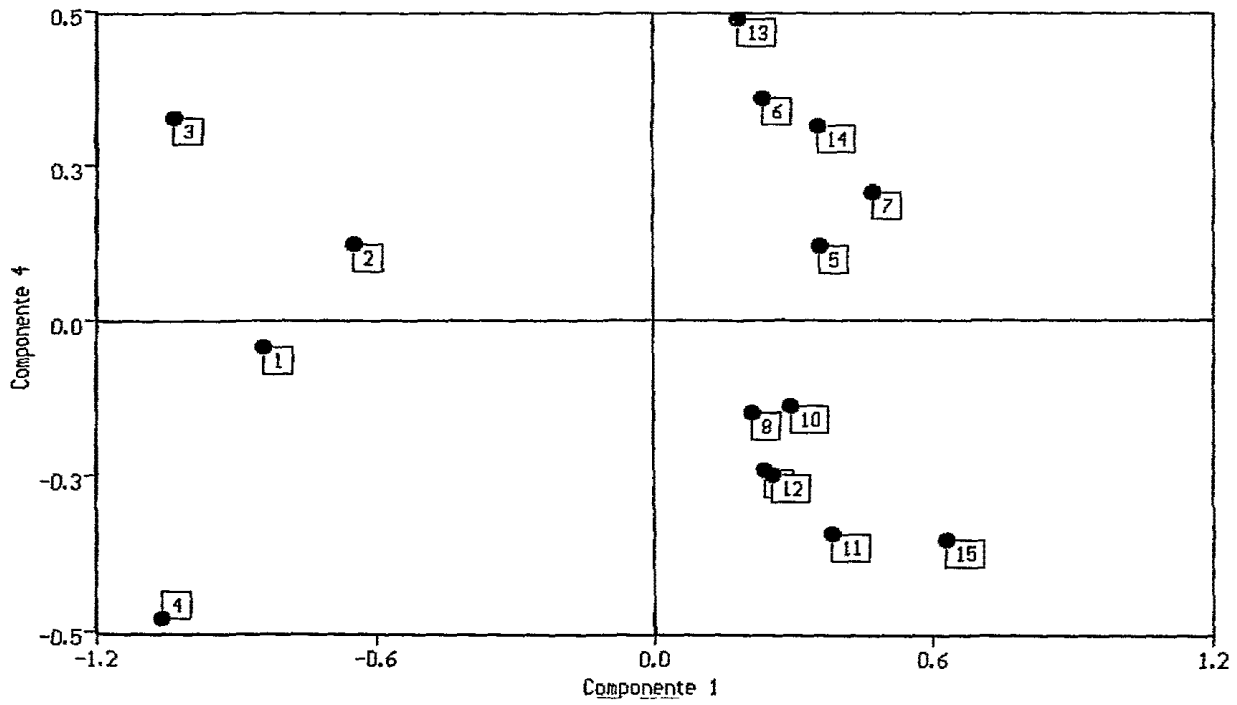


Fig. 6.- ACP2, proyección de las OTUs (= taxones) en el espacio de los componentes principales: 1 x 4. *Bomarea*: 1-4, *Alstroemeria*: 5-15.

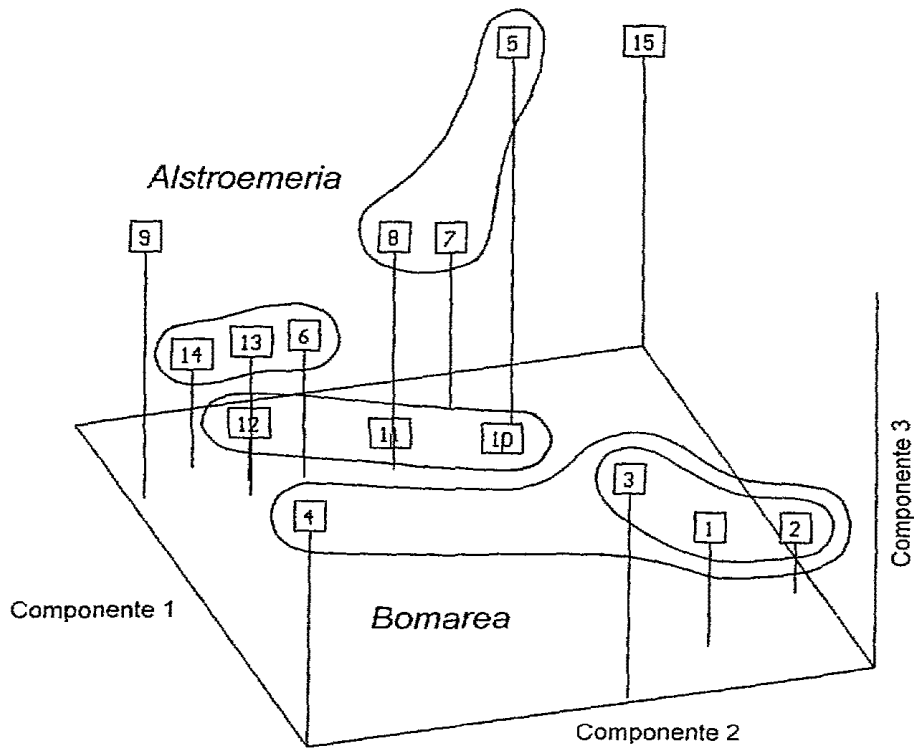


Fig. 7.- ACP2, proyección de las OTUs (= taxones) en el espacio de los componentes principales: 1 x 2 x 3. *Bomarea*: 1-4, *Alstroemeria*: 5-15.

Tabla 1.- ACP1. Matriz de vectores propios, a partir de la matriz de correlación 1 (OTUs = individuos) de 46 x 46 caracteres. Para señalar aquellos caracteres que contribuyen en mayor grado a la varianza de cada componente, se han indicado los coeficientes de mayor valor absoluto con negrita.

Carácter	Componentes			Carácter	Componentes		
	1	2	3		1	2	3
A	<b>0.843</b>	0.140	0.051	W	<b>-0.720</b>	-0.218	0.122
B	<b>0.815</b>	-0.133	0.410	X	-0.068	<b>-0.895</b>	0.204
C	0.352	-0.279	0.049	Y	-0.020	<b>-0.795</b>	0.100
D	0.472	-0.177	0.093	Z	0.013	-0.504	-0.127
E	0.083	0.038	0.051	AA	-0.080	<b>-0.924</b>	0.167
F	<b>0.684</b>	-0.360	-0.289	BB	0.146	<b>-0.707</b>	-0.001
G	-0.238	0.400	<b>0.630</b>	CC	-0.211	<b>-0.696</b>	-0.024
H	0.238	-0.400	<b>-0.630</b>	DD	-0.140	-0.618	-0.070
I	-0.236	0.517	0.269	EE	0.323	-0.534	0.464
J	0.562	-0.415	-0.237	FF	0.441	-0.256	0.348
K	0.081	-0.271	-0.644	GG	<b>-0.986</b>	-0.105	0.034
L	0.605	-0.135	0.481	HH	<b>-0.986</b>	-0.105	0.034
M	0.647	-0.072	0.313	II	<b>-0.986</b>	-0.105	0.034
N	0.421	-0.100	<b>0.661</b>	JJ	<b>-0.986</b>	-0.105	0.034
Ñ	0.094	-0.001	<b>0.629</b>	KK	0.170	-0.700	0.418
O	-0.151	-0.618	0.115	LL	<b>0.689</b>	-0.329	0.280
P	-0.583	-0.176	0.482	MM	<b>-0.923</b>	-0.192	0.115
Q	-0.462	0.126	0.314	NN	<b>-0.986</b>	-0.105	0.034
R	<b>-0.759</b>	0.281	0.251	ÑÑ	<b>-0.986</b>	-0.105	0.034
S	-0.282	-0.508	-0.145	OO	<b>0.986</b>	0.105	-0.034
T	-0.436	0.331	0.521	PP	0.376	0.412	0.495
U	-0.324	-0.585	-0.205	QQ	0.092	-0.347	0.488
V	-0.309	-0.312	0.300	RR	<b>-0.986</b>	-0.105	0.034

componente contribuyen caracteres relacionados con la flor, principalmente la longitud de los tépalos externos e internos (X y AA). Se agregan además, la anchura de los tépalos externos (Y), la forma de los tépalos internos (Z), el ancho de los tépalos internos (BB), la longitud y la anchura del ovario (CC y DD) y la longitud de las anteras (EE). *B. macrocephala* (4), con sus tépalos internos conspicuamente espatulados y muy obtusos, se separa del resto de las especies de *Bomarea* y, a su vez, comparte la fracción de la constitución (+) de ese eje con algunas especies de *Alstroemeria*.

Los componentes 1 y 3 explican el 43.69 % de la variación total (fig. 5). Según el eje y (componente

3), se agrupan especies relacionadas fenéticamente por la consistencia y flexibilidad de la hoja (G y H) y el tipo de inflorescencia (N). *B. edulis* y *B. macrocephala* cuyas inflorescencias están formadas por un alto número de flores, se ubican en la parte positiva del eje separándose de *B. boliviensis* y *B. stans*. *Alstroemeria apertiflora*, *A. andina* subsp. *venustula*, *A. pseudospathulata*, *A. isabellana* y *A. bakeri* generalmente poseen hojas no resupinadas ni lineares, y se apartan de las demás especies de este género.

El porcentaje de absorción de la variación total de los componentes 1 y 4 juntos es de 43.15 % (fig. 6). A la varianza del cuarto componente aportan

Tabla 2.- ACP1. Matriz de vectores propios, a partir de la matriz de correlación 2 (OTUs = taxones) de 46 x 46 caracteres. Para señalar aquellos caracteres que contribuyen en mayor grado a la varianza de cada componente, se han indicado los coeficientes de mayor valor absoluto con negrita.

Carácter	Componentes				Carácter	Componentes			
	1	2	3	4		1	2	3	4
A	<b>-0.741</b>	-0.363	-0.024	+0.294	W	<b>+0.706</b>	+0.203	+0.049	+0.261
B	<b>+0.812</b>	+0.060	+0.384	+0.278	X	-0.111	<b>+0.940</b>	+0.045	+0.086
C	-0.507	+0.409	+0.182	-0.430	Y	+0.089	<b>+0.767</b>	-0.044	+0.363
D	-0.669	+0.116	+0.051	-0.344	Z	-0.191	<b>+0.711</b>	-0.025	<b>-0.500</b>
E	+0.085	-0.292	-0.166	<b>+0.491</b>	AA	-0.077	<b>+0.943</b>	+0.021	+0.162
F	<b>-0.716</b>	+0.249	-0.361	+0.272	BB	-0.172	<b>+0.793</b>	+0.031	-0.221
G	+0.129	-0.099	<b>+0.770</b>	0.456	CC	+0.077	<b>+0.855</b>	-0.080	-0.340
H	-0.129	+0.099	<b>-0.770</b>	+0.456	DD	+0.043	<b>+0.791</b>	+0.010	-0.209
Y	+0.300	-0.454	+0.346	-0.321	EE	-0.302	<b>+0.733</b>	+0.417	+0.003
J	-0.611	+0.287	-0.325	+0.365	FF	-0.612	+0.540	+0.395	-0.225
K	-0.193	+0.208	-0.612	-0.221	GG	<b>+0.968</b>	+0.193	+0.013	+0.031
L	-0.665	+0.019	+0.447	+0.406	HH	<b>+0.968</b>	+0.193	+0.012	+0.031
M	-0.555	-0.115	+0.205	+0.396	II	<b>+0.968</b>	+0.193	+0.012	+0.031
N	-0.386	+0.172	<b>+0.700</b>	+0.441	JJ	<b>+0.968</b>	+0.193	+0.013	+0.031
Ñ	-0.090	-0.028	+0.585	<b>+0.580</b>	KK	-0.295	+0.670	+0.320	+0.135
O	+0.042	+0.570	+0.023	<b>+0.492</b>	LL	<b>-0.888</b>	+0.138	+0.137	+0.151
P	+0.581	-0.036	+0.439	+0.466	MM	<b>+0.844</b>	+0.338	+0.125	-0.072
Q	+0.516	-0.255	+0.151	<b>+0.492</b>	NN	<b>+0.968</b>	+0.193	+0.013	+0.031
R	<b>+0.723</b>	-0.259	+0.177	+0.072	ÑÑ	<b>+0.968</b>	+0.193	+0.013	+0.031
S	+0.084	+0.256	-0.312	+0.425	OO	<b>-0.968</b>	-0.193	-0.013	-0.031
T	+0.463	-0.230	+0.597	+0.070	PP	-0.319	-0.422	+0.040	-0.134
U	+0.252	+0.468	-0.295	<b>+0.481</b>	QQ	-0.078	-0.040	-0.218	+0.003
V	+0.121	+0.248	+0.094	-0.088	RR	<b>+0.968</b>	+0.193	+0.013	+0.031

caracteres relacionados con la flor: color preponderante de los tépalos internos, forma de la flor y contorno y ápice de los tépalos internos (U, Q y Z), la longitud total de los ejes de la inflorescencia (Ñ) y la foliosidad del tallo a la floración (E). *A. aurea*, *A. psittacina*, *A. presliana*, *A. bakeri* y *A. apertiflora* se relacionan por poseer morfologías florales más o menos similares y por sus inflorescencias con ejes largos. *B. macrocephala* tiene en común con *B. edulis* el color de sus tépalos pero mantiene una posición alejada, principalmente, por tener hojas marcescentes en el momento de la floración.

En la figura 7 se observa que la ubicación de los taxones en el espacio coincide con los

agrupamientos obtenidos en el fenograma 2. En el caso de *Alstroemeria*, aunque queden delimitados grupos interespecíficos, con los caracteres estudiados hasta ahora no parece adecuado una subdivisión del género en categorías taxonómicas supraespecíficas, lo que concuerda con la opinión de Bayer (1987).

#### AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer al Dr. Juan H. Hunziker por la lectura crítica del manuscrito; a él y a la Ing. Cecilia C. Xifreda, por dirigirme en la realización de la tesis doctoral; a la Lic. M. Cecilia Bottini, por la invaluable ayuda brindada

durante el desarrollo de este trabajo; a la Lic. Liliana Giussani, por todas las valiosas sugerencias aportadas; a la Lic Mónica Aulicino, por su asistencia y a la Dra. Lidia Poggio y al Dr. Carlos Naranjo, por las facilidades de computación brindadas

## BIBLIOGRAFÍA

- Baker, J. G. 1878. A new key to the genera of Amaryllidaceae. *J. Bot.* 16: 161-169
- . 1882. On a collection of Bomareas made by M. E. André in New Granada and Ecuador. *J. Bot.* 20: 201-206.
- . 1888. *Handbook of Amaryllidaceae*. 216 pp. George Bells & Sons, London.
- Bayer, E. 1987. Die Gattung *Alstroemeria* in Chile. *Mitt. Bot. Staatssamml. München* 24: 1-362.
- Crisci, J. V. & López Armengol, M. F. 1983. *Introducción a la teoría y práctica de la Taxonomía Numérica*. Prog. Reg. Des. Cient. y Tecn. OEA, Monog. Cient. Serie Biol., N° 26. Dorling Kinderley Publishers Washington, D.C.
- Dahlgren, R. M. T., Clifford, H. T., Yeo, P. F. 1985. Alstroemeriaceae. *The families of the Monocotyledons*. Springer-Verlag Berlin : 220-226.
- Herbert, W. 1837. *Amaryllidaceae*. 428 pp. James Ridgway & Sons, London.
- Holmgren, P. K.; Holmgren, N. H. & Barnett, L. C. 1990. *Index Herbariorum* Part I: The Herbaria of the World. New York: New York Botanical Garden.
- Hunziker, A. T. 1973. Notas sobre Alstroemeriaceae. *Kurtziana* 7: 133-135
- Michener, C. D. & Sokal, R. 1957. A quantitative approach to a problem in classification. *Evolution* 11: 130.
- Ravenna, P. 1967. Contribuições ao estudo das Amaryllidaceae da América do Sul. *Sellowia* 19: 34, 35.
- Rohlf, F. J. 1992. *NTSYS-pc. Numerical taxonomy and multivariate analysis system*. Versión 1.7. Execter Publishers Ltd., New York.
- Sanso, A. M. 1996a. *Estudios cariológicos y de sistemática de las especies argentinas de Alstroemeriaceae*. Tesis doctoral Fac. Cs. Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 205 pp, 53 figs.
- . 1996b. El género *Alstroemeria* (Alstroemeriaceae) en Argentina. *Darwiniana* 34: 349-382
- & Xifreda, C. C. 1995. El género *Bomarea* (Alstroemeriaceae) en Argentina. *Darwiniana* 33 (1-4). 315-336.
- & ———. 1998. The synonymy of *Schickendantzia* with *Alstroemeria* (Alstroemeriaceae). *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* (En prensa).
- Schulze, W. 1978. Beiträge zur Taxonomie der Liliifloren III. Alstroemeriaceae. *Wiss. Friedrich-Schiller- Univ. Jena Math - Naturwiss. Reihe* 27 (1): 79-85
- Smith, D. N. & Gereau, R. E. 1991. *Bomarea albimontana* (Alstroemeriaceae), a new species from high Andean Peru. *Candollea* 46: 503-508.
- Sneath, P. H. & Sokal, R. R. 1973. *Numerical taxonomy: the principles and practices of numerical classification*. 573 pp. W. H. Freeman Co San Francisco
- Sokal, R. R. 1961. Distance as a measure of taxonomic similarity. *Syst. Zool.* 10: 70-79
- & Rohlf, F. H. 1962. The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon* 11: 33-40.
- Solms Laubach, H. G. 1907. Ueber eine kleine Suite hochandiner Pflanzen aus Bolivien, die Prof. Steinmann von seiner Reise im Jahre 1903 mitgebracht. *Bot. Zeit.*: 136-137.
- Xifreda, C. C. & Sanso, A. M. 1992. *Bomarea stricta* es sinónimo de *Alstroemeria isabellana* (Alstroemeriaceae). *Darwiniana* 31: 355-356.
- & ———. 1993. Morphological and anatomical studies in *Bomarea* and *Alstroemeria* (Alstroemeriaceae). *Kew Monocotyledons Symposium*. Great Britain, 19-23 jul., Suppl.

Original recibido el 19 de septiembre de 1997; aceptado el 10 de diciembre de 1997.

Apéndice 1.- Individuos y número de OTU correspondientes utilizados en el Análisis 1. Los herbarios se han abreviado de acuerdo con Holmgren *et al.* (1990).

*Bomarea stans*

1: Kiesling *et al.* 3767 (SI), 2 Sleumer 3749 (LIL), 3 Meyer 4992a (LIL); 4 Krapovickas *et al.* 18984 (CTES)  
5: Novara & Colina 877 (MCNS)

(BAB 30351), 66: Castillo *et al.* (BAB 21635), 67 Xifreda & Sanso 1205 (SI); 68: Sanso *et al.* 5 (SI); 69: Ej. cultivado en FCEN (UBA)

*Bomarea boliviensis*

6: Venturi 8055 (LIL), 7 Novara 8336 (MCNS), 8 Kiesling *et al.* 4316 (SI); 9: Castellanos 20031 (BA), 10. Meyer 4684 (LIL), 11: Castellón 16430 (LIL); 12. Schreiter 2578 (LIL), 13: LIL 93158 (ej. Volcán), 14: Meyer 4995 (LIL); 15 Castellanos (BA 46674); 16: Hunziker *et al.* 12872 (SI)

*Alstroemeria pseudospathulata*

70: Correa *et al.* 3134 (BAB), 71 Gentili, IPCN 1143 (BAB); 72: Burkart *et al.* 13867 (SI)

*Alstroemeria pygmaea*

73 Dinelli 540 (SI); 74: Kiesling *et al.* 1597 (SI); 75 Sleumer 3673 (LIL), 76 Sleumer 3155 (LIL), 77: Sleumer 3277 (LIL), 78: Lillo 11810 (LIL)

*Bomarea edulis*

17 Venturi 2806 (BA); 18: Xifreda & Sanso 867 (SI); 19 Herb. INTA 225 (BAB), 20. Kiesling *et al.* 5384 (SI), 21. Burkart 22107 (SI); 22 Rotman 922 (SI), 23 Rotman 669 (SI); 24: Xifreda & Sanso 1120 (SI); 25: Novara & Del Castillo 4977 (MCNS), 26. Novara 7612 (MCNS); 27. Juárez & Del Castillo 369; 28: Xifreda & Maldonado 458 (SI); 29: Partridge s n. (BA 61312); 30. Jørgensen 1217 (BA); 31: Herb. INTA 36 (BAB)

*Alstroemeria patagonica*

79. Feruglio (BA 34707); 80. Perrone & Magno (BA 59223); 81 J. Hunziker 6761 (BAB); 82: Leuenberger & Arroyo 3672 (BAB); 83. Arroyo *et al.*, TBPA 2454 (BAB), 84: Correa *et al.* 6553 (BAB); 85 Arroyo *et al.*, TBPA 2214 (BAB), 86: Correa *et al.*, 2748 (BAB); 87: R. Spegazzini 594 (BAB), 88 Correa *et al.* 2945 (BAB); 89: M Gentile *et al.*, IPCN 1078 (BAB); 90. M Gentile *et al.* 835 (BAB); 91. Koslowsky 12426 (BAB), 92 Correa *et al.* 10281 (BAB), 93. Correa *et al.* 3989 (BAB), 94: Soriano 2089 (BAB)

*Bomarea macrocephala*

32: Tucumán, Qda. de Carapunco (SI); 33: Xifreda & Sanso 1180 (SI); 34 Meyer (LIL 566210); 35 Jørgensen (BAB 16790); 36: Venturi 3253 (BA), 37: Venturi 4635 (BA)

*Alstroemeria aurea*

95: Correa *et al.* 9881 (BA); 96 Ruiz Leal (MERL 20131); 97: Ruiz Leal (MERL 20133); 98: Ruiz Leal (MERL 20130), 99: Meunier s n.(SI 36780), 100 M Crovetto 3020 (SI); 101: Boelcke & Correa 6013 (SI); 102 Dimitri *et al.* 217 (SI), 103 Rossow & Gómez 2937 (BAB), 104. Xifreda & Sanso 1470 (SI)

*Alstroemeria apertiflora*

38: Jørgensen s n (BAB 30338); 39: Jørgensen s n. (BAB 30340); 40: Jørgensen s n (BAB 30339), 41. Jørgensen 30801 (BAB 30801); 42: Jørgensen s n (BAB 30814); 43. Hassler 9613 (G), 44 Hassler 5303 (G); 45 Hassler 5811 (G); 46: Hassler 5672 (G), 47. Hassler 10090 (G)

*Alstroemeria presliana*

105: Castellanos (BA 21575); 106 Ragonese 152 (BA 14343); 107 Ragonese 204 (BA 14344), 108: Boelcke *et al.* 10757 (BAB); 109 Correa *et al.* 9937 (BAB); 110: Rossow & Gómez 2903 (BAB), 111. Rossow & Gómez 2554 (BAB); 112 Boelcke *et al.* 13562 (BAB), 113: Boelcke *et al.* 14253 (BAB); 114: Correa *et al.* 9991 (BAB)

*Alstroemeria psittacina*

48: Garaventa 373 (SI), 49: Ahumada *et al.* 3137 (SI), 50 Burkart 30420 (SI), 51. Cabrera *et al.* 28891 (SI), 52: Xifreda & Sanso 1255 (SI); 53: Xifreda & Sanso 1200 (SI), 54 Xifreda & Sanso 1201 (SI), 55 Xifreda & Sanso 1254 (SI), 56 Xifreda & Sanso 1202 (SI); 57: Hatschbach 27099 (SI)

*Alstroemeria bakeri*

58 Sleumer & Verveorst 2439 (SI); 59: Sleumer 2136 (LIL), 60: Spegazzini 33064 (SI), 61: Jørgensen 1223 (BA)

*Alstroemeria andina* subsp. *venustula*

115: Beorchia 19 (SI), 116: Johnston 4721 (BA), 117: Burmeister (BA 16783), 118. Luti *et al.* s/n (SI 36830); 119 Luti *et al.*, Herb. Geobot. 5736 (SI), 120. Wendermann 221 (SI); 121: Kiesling *et al.* 8611 (SI); 122 Kiesling *et al.* 6875 (SI), 123: Kiesling *et al.* 8097 (SI)

*Alstroemeria isabellana*

62: Krapovickas & Schinini 38243 (CTES), 63 Bertoni s.n. (LIL 108187), 64 Schwartz 3870 (LIL), 65 Jørgensen s.n

Apéndice 2.- Especies de *Bomarea*, especies, subespecie y forma de *Alstroemeria* y número de OTU correspondiente utilizados en el Análisis 2.

1 *Bomarea stans* Kranz, 2 *Bomarea boliviensis* Baker, 3 *Bomarea edulis* (Tuss.) Herb., 4: *Bomarea macrocephala* Pax, 5 *Alstroemeria apertiflora* Baker, 6 *Alstroemeria psittacina* Lehm., 7 *Alstroemeria bakeri* Pax, 8 *Alstroemeria isabellana* Herb., 9 *Alstroemeria pseudospathulata* Ehr Bayer, 10

*Alstroemeria pygmaea* Herb., 11: *Alstroemeria patagonica* Phil., 12 *Alstroemeria patagonica* Phil f. *biflora* Ravenna, 13 *Alstroemeria aurea* Graham, 14: *Alstroemeria presliana* Herb., 15 *Alstroemeria andina* Phil subsp. *venustula* (Phil) Ehr Bayer

Apéndice 3.- Caracteres y sus estados, empleados en los análisis fenéticos 1 y 2 Para el caso de la MBD 2, se especifica entre paréntesis si se ha utilizado el valor medio o el modal.

A - Hábito (erecto = 1, suberecto = 2, voluble = 3)  
B - Altura total de la planta (media, en cm)  
C - Tallo decurvado en el ápice en el momento de la floración (ausente = 0, presente = 1)  
D - Consistencia del tallo en el momento de la floración (herbáceo = 0, leñoso = 1)  
E - Foliosidad del tallo a la floración (con hojas marcescentes = 1, débilmente folioso = 2, folioso = 3)  
F - Resupinación de la hoja (no = 1, si o no = 2; sí = 3; moda)  
G - Consistencia de la hoja (delgada = 1, ± gruesa = 2; gruesa = 3)  
H - Flexibilidad de la hoja (rígida = 1, ± flexible = 2; flexible = 3)  
I - Papilas en la hoja (ausentes = 0, presentes = 1, moda)  
J - Hoja de acuerdo a la presencia de pecíolo (sésil = 1, sésil o peciolada = 2, cortamente peciolada = 3, peciolada = 4, moda)  
K - Forma de la hoja (± espatulada = 1, ± lanceolada = 2, ± linear = 3)  
L - Longitud de la hoja (media, en cm)  
M - Anchura de la hoja (media, en cm)  
N - Tipo de inflorescencia (flor solitaria = 1, con 2 flores = 2, umbeliforme con 3-9 flores = 3, umbeliforme con 10 o más flores = 4, no umbeliforme = 5, moda)  
Ñ - Longitud total de los ejes de la inflorescencia (media, en cm)  
O - Longitud de las brácteas de la inflorescencia (media, en cm)  
P - Posición de la flor (erecta = 1; ± inclinada = 2)  
Q - Forma de la flor (tubulosa = 1, infundibuliforme = 2; patente = 3)  
R - Posición de los tépalos (rectos = 1, ± reflexos = 2, reflexos = 3)  
S - Color preponderante de los tépalos externos (blanco = 1, rosa suave = 2, amarillo-anaranjado = 3; anaranjado fuerte = 4, rojo = 5, rosa fuerte = 6, moda)  
T - Máculas en los tépalos externos (ausentes = 1, presentes a veces = 2, presentes = 3)

U - Color preponderante de los tépalos internos (varios colores = 1, rosa suave = 2; verdoso-rosado = 3, amarillo-anaranjado = 4, anaranjado fuerte = 5, rojo = 6, rosa fuerte = 7) (moda)  
V - Máculas en los tépalos internos (ausentes = 1, presentes a veces = 2; presentes = 3)  
W - Forma y ápice de los tépalos externos (angostamente oblongos, obtusos = 1, lanceolados, agudos a acuminados = 2, obovados, obtusos = 3, anchamente obovados, + retusos = 4)  
X - Longitud de los tépalos externos (media, en cm)  
Y - Anchura de los tépalos externos (media, en cm)  
Z - Forma y ápice de los tépalos internos (linear-lanceolados, obtusos = 1, angostamente oblongos, ± obtusos = 2, lanceolados, agudos = 3, obovados, obtusos = 4; cuneiformes, obtusísimos = 5)  
AA - Longitud de los tépalos internos (media, en cm)  
BB - Anchura de los tépalos internos (media, en cm)  
CC - Longitud del ovario (media, en cm)  
DD - Anchura del ovario (media, en cm)  
EE - Longitud de las anteras (media, en cm)  
FF - Anchura de las anteras (media, en cm)  
GG - Consistencia de la cápsula (leñosa = 1, papirácea-coriácea = 2)  
HH - Dehiscencia de la cápsula (descendente no explosiva = 1, explosiva = 2)  
II - Forma de la cápsula en el ápice (truncada = 1, umbonada = 2)  
JJ - Color de la cápsula (marrón oscuro = 1, pardo ± claro, dorado = 2)  
KK - Longitud total de la cápsula madura (media, en cm)  
LL - Anchura de la cápsula madura (media, en cm)  
MM - Espolón en la cápsula (ausente = 1; corto = 2, largo = 3)  
NN - Forma de la semilla (esferoidal = 1, ± globosa = 2)  
ÑÑ - Color de la semilla (rojo-anaranjada = 1, pardo-claro, amarillenta = 2)  
OO - Sarcotesta de la semilla (ausente = 0; presente = 1)  
PP - Longitud de la semilla (media, en cm)  
QQ - Anchura de la semilla (media, en cm)  
RR - Esculturación de la exina del grano de polen (reticulada = 1, estrado-reticulada = 2)

Apéndice 4.- Matriz básica de datos 2 (MBD2), 15 OTUs = taxones, A - RR caracteres

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B	120	667	227	163	108.2	74.5	42.5	73.17	25	8.67	9.15	22.67	81.25	39.7	12.55
C	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	3	3	3	1	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3
F	3	3	3	3	1	3	1	1	2	2	2	2	3	2	1
G	2	1	1	2	3	1	1	3	3	1	1	1	1	1	3
H	2	3	3	2	1	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J	3	3	3	3	1	3	1	1	2	2	2	2	4	2	1
K	2	2	2	3	2	2	2	2	1	3	3	3	2	2	1
L	9.05	7.32	9.5	9.35	5.8	5.38	10	4.35	2.5	1.98	1.45	9.18	4.36	1.82	12.55
M	1.82	0.81	3.1	0.27	0.44	0.94	0.7	0.98	1.37	0.43	0.22	0.15	1.05	0.37	0.49
N	3	3	4	4	5	4	3	3	3	1	1	2	3	3	2
Ñ	2.59	2.74	8.7	2.65	12.6	3.48	6	2.69	2.83	0.4	0.52	2.5	6.9	3.3	1.12
O	1.76	0.44	2.34	3.67	1.02	3.39	4	1.76	2.8	9.99	0.99	1.55	7.17	3.19	1.12
P	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2
Q	2	2	2	1	3	2	3	1	2	2	2	2	3	3	3
R	1	1	1	1	3	2	2	1	1	2	2	2	2	2	3
S	5	3	2	2	3	5	3	4	3	3	3	3	3	6	1
T	1	1	1	1	3	3	2	1	2	1	1	1	1	1	3
U	3	4	3	3	4	6	4	5	4	4	4	4	4	7	1
V	3	1	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3
W	1	1	1	1	2	2	4	1	3	2	2	2	3	4	3
X	1.88	1.19	2.74	4.52	2.05	3.71	2.13	3.24	3.43	2.3	2.03	3.6	3.81	3.56	1.09
Y	0.45	0.44	0.87	0.86	0.35	0.85	1.11	0.5	1.2	0.25	0.53	1.27	1.32	1.38	0.33
Z	3	1	3	5	2	2	2	3	4	2	4	4	2	4	2
AA	1.87	1.35	2.79	4.62	2.07	3.70	2.4	3.28	3.47	2.3	2.14	3.63	4.26	4.12	1.14
BB	0.55	0.21	0.65	0.95	0.25	0.49	0.43	0.35	1.45	0.43	0.48	0.93	0.68	0.6	0.19
CC	0.37	0.25	0.36	0.56	0.32	0.48	0.3	0.36	0.65	0.38	0.51	0.55	0.46	0.47	0.35
DD	0.27	0.2	0.28	0.36	0.23	0.37	0.2	0.26	0.55	0.22	0.38	0.35	0.31	0.34	0.22
EE	0.15	0.17	0.40	0.40	0.22	0.22	0.17	0.24	0.47	0.11	0.15	0.3	0.29	0.32	0.18
FF	0.15	0.14	0.22	0.27	0.14	0.1	0.13	0.14	0.23	0.09	0.11	0.17	0.15	0.15	0.12
GG	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
HH	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
JJ	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
KK	1.5	1.48	1.6	2.25	1.75	1.75	1.45	1.7	1.73	9.99	1.21	1.5	1.77	2.02	1.34
LL	1.8	1.42	2.1	2.1	1.35	1.6	0.8	1.13	1.1	9.99	0.82	1.13	1.2	1.3	0.9
MM	1	1	1	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
NN	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ÑÑ	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
OO	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PP	0.45	0.3	0.35	0.33	9.99	0.27	9.99	0.27	9.99	0.45	0.2	9.99	0.28	0.29	0.37
QQ	0.4	0.19	0.25	0.25	9.99	0.26	9.99	0.26	9.99	0.4	0.2	9.99	0.25	0.29	0.23
RR	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Copyright of Darwiniana is the property of Instituto de Botanica Darwinion. The copyright in an individual article may be maintained by the author in certain cases. Content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.