

CONSERVACIÓN DE  
PLANTAS EN PELIGRO  
DE EXTINCIÓN:  
DIFERENTES ENFOQUES

Edelmira Linares ♦ Patricia Dávila ♦ Fernando Chiang  
Robert Bye ♦ Thomas Elias



Primera edición julio de 1995

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México  
Instituto de Biología,  
Apartado postal 70-233  
04510 México, D.F.

ISBN 968-36-4540-2

Impreso en México/*Printed in Mexico*

Cubierta: guache sobre papel de amate de Carmen Sánchez

Diseño gráfico: Joel Medina Palacios

Captura del texto: Ana Margarita Tachiquín

Apoyo técnico: Elia Herrera

Gráficas y mapas págs. 19, 80, 89, 95, 104, 148: Felipe Villegas



# ◆ UTILIDAD DE LAS BASES DE DATOS PARA ESTUDIOS EN BIODIVERSIDAD: EVALUACIÓN PRELIMINAR DE ALGUNOS PARÁMETROS EN LAS ASTERÁCEAS DE CHILE CENTRAL (30°-40°S)

◆ Susana Maldonado, Mary T. Kalin,  
Clodomiro Marticorena\*, Mélica Muñoz\*\*,  
Pedro León\*

## Resumen

---

Se muestra la utilidad de las bases de datos basadas en especímenes para la evaluación de los patrones de riqueza de especies y niveles de endemismo, a través de un análisis preliminar de las Asteraceae nativas de la zona de clima tipo mediterráneo de Chile (30°-40°S). Se exploró la variación temporal de la relación entre el número de colectas y el número de especies a diferentes escalas espaciales, para determinar si el esfuerzo de colecta en las asteráceas representa adecuadamente la riqueza de especies. Aunque la familia Asteraceae está regionalmente bien conocida, el conocimiento local de su distribución es pobre. Como resultado de la variación en el esfuerzo de colecta, las conclusiones respecto a tendencias latitudinales en la riqueza de especies son sólo tentativas. Se estimó que el 51 % de las especies de Asteraceae presentes en Chile central son endémicas de Chile continental.

## Abstract

The utility of specimen-based data bases for the analysis of species-richness patterns and levels of endemism is shown through a preliminary analysis of the native Asteraceae of the Mediterranean-type climate region of Chile (30°-40°S). The relationship between the number of collections and the number of plant species was explored over historical time at different spatial scales to determine whether the collecting effort in the Asteraceae adequately represents species-richness. Although the family Asteraceae is well known regionally, local knowledge of its distribution is poor. As result of variation in collecting effort, conclusions concerning latitudinal trends in species-richness must be considered tentative. An estimated 51 % of the species of Asteraceae found in central Chile are endemic to continental Chile.

## Introducción

---

Chile continental se extiende entre los 17° y 55° de latitud Sur y entre los 66° y los 75° de longitud Oeste, abarcando un área de aproximadamente 736,000 km<sup>2</sup>. El sector entre 30° y 40°S, comprendiendo unos 214,000 km<sup>2</sup>, se caracteriza principalmente por un clima de tipo mediterráneo, con inviernos fríos y

\* Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas y Recursos Naturales, Universidad de Concepción. Casilla 2407, Concepción, Chile.

\*\* Sección Botánica, Museo Nacional de Historia Natural. Casilla 787, Santiago, Chile.

lluviosos, y veranos cálidos y secos (Di Castri y Hajek, 1976). Otras áreas importantes con este tipo de clima son: la Cuenca Mediterránea, en California, Estados Unidos, el extremo sur de Sudáfrica, y el sur y suroeste de Australia (Aschman, 1973; Thrower y Bradbury, 1973).

En general, las floras de las áreas de clima tipo mediterráneo presentan elevada riqueza de especies y altos niveles de endemismo (Raven, 1973). Por ejemplo, en California, en un área de 411,000 km<sup>2</sup>, se encuentran 5,046 especies vasculares nativas, de las cuales 30% son endémicas (Raven y Axelrod, 1978), en tanto, en la región florística del Cabo de Sudáfrica, en un área de 89,000 km<sup>2</sup>, prosperan 8,550 especies vasculares nativas, con un 73% de endemismo (Goldblatt, 1978).

Aunque en Chile Central se ha descrito alta diversidad, llegando incluso a sobrepasar a otras zonas de clima tipo mediterráneo, como California (e.g., Mooney *et al.*, 1977; Parsons y Moldenke, 1975), no se han dilucidado los patrones de riqueza de especies al nivel regional. En cuanto al endemismo, se estima que aproximadamente el 50% de los taxa (considerando especies y variedades) de Chile, son endémicos (Marticorena, 1991). Arroyo *et al.*, (1991) señalan 51.7% de endemismo específico para las anuales nativas de Chile. Sin embargo, se desconocen las áreas de concentración de especies endémicas, tanto a nivel del país como de la zona de clima tipo mediterráneo. El conocimiento de estas variables es primordial para el manejo y conservación de la biodiversidad (Wilson, 1988).

Las bases de datos a nivel de colectas constituyen herramientas apropiadas para estimar el contenido de biodiversidad de una región. Su utilidad no se remite sólo a la obtención de inventarios, sino que además permiten evaluar objetivamente la confiabilidad de los resultados y efectuar diagnóstico del estado de conocimiento de una flora. Como una primera aproximación al pro-

blema, en este trabajo se evalúa si las especies autóctonas de la familia Asteraceae registradas en las colectas efectuadas hasta ahora en Chile central, son representativas de la riqueza de especies de la familia en dicha región, utilizando la información extraída de la base de datos de la Flora Mediterránea de Chile. Se analizan, en forma preliminar, las tendencias en riqueza de especies y patrones de endemismo de dichas especies. Se eligió la familia Asteraceae por su abundancia, amplia distribución geográfica y ecológica en el país, y presencia de una amplia gama de formas de vida.

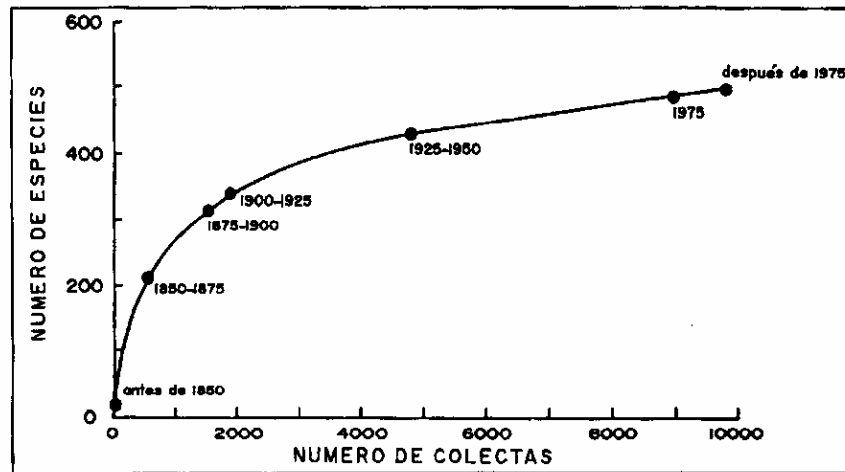
### Materiales y métodos

Se analizó la información contenida en la base de datos de la Flora Mediterránea (BDFM), proveniente de los dos herbarios principales de Chile (Universidad de Concepción y del Museo Nacional de Historia Natural). En los últimos dos años, se ha resuelto la mayoría de los problemas de sinonimia que presentaban las colectas, y se ha ingresado información sobre latitud y longitud de colecta de aproximadamente el 90% de los registros de la BDFM, facilitando así la generación de catastros de especies en áreas de cualquier tamaño dentro de Chile central. En la actualidad, se está agregando información sobre colecciones de otros herbarios citadas en monografías, de modo que los resultados a presentarse en esta oportunidad podrían modificarse en el futuro.

A partir de 10,118 registros de colecta comprendidos entre los 30°-40°S, se obtuvo:

1.- *Esfuerzos de Colecta.* Se evaluó el incremento en el número de especies conocidas de asteráceas a medida que se incorporaban a la muestra las colectas acumuladas en intervalos de 25 años consecutivos. Como dato inicial se consideró el número de especies representadas por las

Figura 1. Variación temporal de la relación entre número de especies y número de colectas de Asteraceae nativas de la zona de clima tipo mediterráneo de Chile (30°-40°S). Los puntos representan intervalos consecutivos de 25 años cada uno.



colectas efectuadas con anterioridad al año 1850. De este modo, se analizó la relación entre el número de especies y el número de colectas en siete intervalos de tiempo: antes de 1850, 1850-1875, 1875-1900, 1900-1925, 1925-1950, 1950-1975, y después de 1975, para las siguientes escalas geográficas:

- zona de clima tipo mediterráneo total.
- franjas latitudinales de 1° cada una. A modo de ejemplo, se presentan sólo las franjas con mayor y menor número de colectas (33°-34°S y 35°-36°S, respectivamente).
- cuadros de 0.5° de latitud x 0.5° de longitud. A modo de ejemplo, se presentan sólo los cuadros con mayor y menor número de colectas dentro de las franjas analizadas en la figura 1.b.

2.- *Riqueza de especies.* Se evaluó el número de especies de asteráceas colectadas para las siguientes escalas geográficas:

- zona de clima tipo mediterráneo total.
- 10 franjas latitudinales de 1° cada una.
- 75 cuadrados de 0.5° de latitud x 0.5° de longitud.

d) Cordillera de los Andes total y dividida en 10 franjas latitudinales de 1° cada una.

e) Cordillera de los Andes total y dividida en 10 franjas latitudinales de 1° cada una.

Ambas cordilleras fueron consideradas como unidades fisiográficas, abarcando desde el límite superior del Valle Central hasta las cumbres más altas.

3.- *Endemismo Específico.* Se evaluó el número y proporción de especies endémicas, en las áreas señaladas en el punto 2, excepto la 2.c.

## Resultados

En la zona de clima tipo mediterráneo de Chile, se conocen, hasta ahora, 580 especies de asteráceas nativas (Arroyo, com. pers.). La base de datos posee información utilizable para 505 especies colectadas entre 30°-40°S (90% de las especies conocidas para esta región).

Considerando la totalidad de la zona mediterránea, la curva mostrando la relación entre número de especies de Asteraceae y el número de colectas tiende a ser asintótica (figura 1). En la franja latitudinal con mayor número de colectas (33°-34°S), se

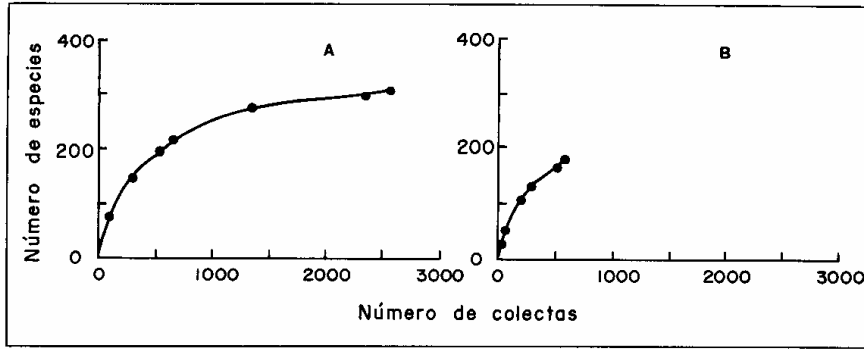


Figura 2. Variación temporal de la relación entre número de especies y número de colectas de Asteraceae nativas en Chile central, en franjas latitudinales de 1° A) 33°-34°S; A) 35°-36°S; B) Simbología igual que en Figura 1.

observa la misma tendencia (figura 2.A.). En cambio, en la franja con menor número de colectas (35°-36°S), la curva de la relación entre las dos variables tiende a ser exponencial (figura 2.B.).

A menor escala (0.5° de latitud x 0.5° de longitud, ca. 2,600 km<sup>2</sup>), las curvas elaboradas muestran que parte importante de los cuadrados estudiados ha sido escasamente colectado, y que la intensidad de colecta no representa en forma adecua-

da la riqueza de especies presente en cada área (figura 3).

En cuanto a riqueza de especies, se perciben dos áreas de mayor concentración: 33°-34°S y 36°-37°S (figura 4). Estas zonas coinciden con las áreas más colectadas, existiendo una correlación positiva entre el número de colectas y el número de especies representado en esas colectas ( $r_s = 0.818$ ,  $p < 0.01$ , correlación de rangos de Spearman). Las franjas latitudi-

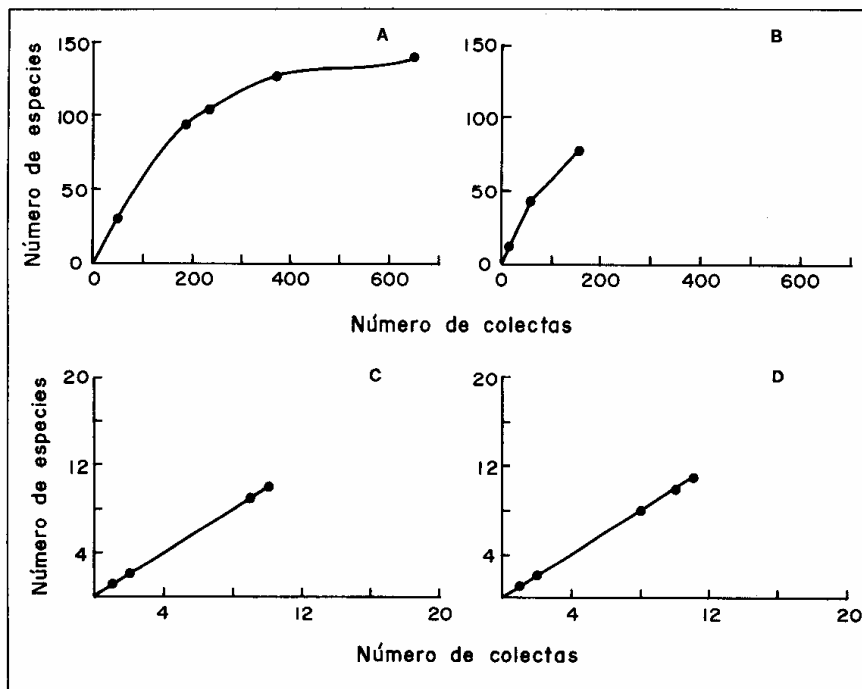
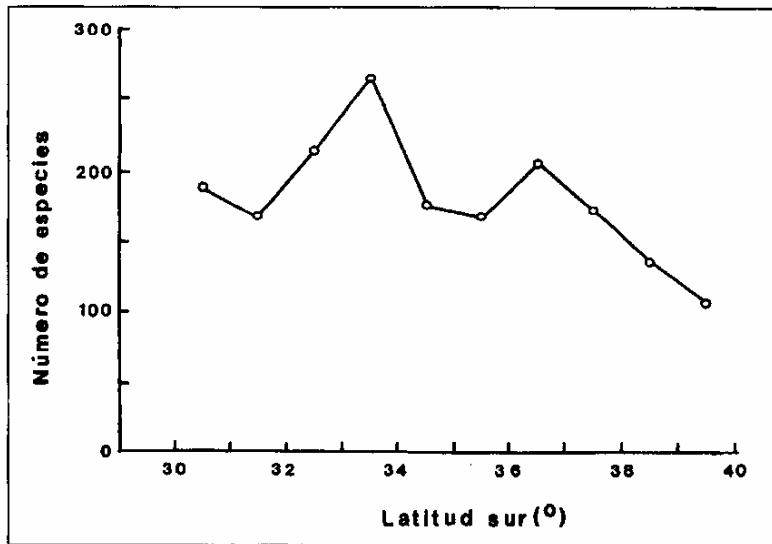


Figura 3. Variación temporal de la relación entre número de especies y número de colectas de Asteraceae nativas en cuadros de 0.5° de latitud x 0.5° de longitud en la zona de clima tipo mediterráneo de Chile. A) 33°-33°30'S/70°30'-71°O; B) 35°-35°30'S/70°30'-71°O; C) 33°30'-34°S/71°-71°30'O; D) 35°-35°30' S/71°30'-72°O. Simbología igual que en Figura 1.

Figura 4. Variación latitudinal de la riqueza de especies nativas de Asteraceae en la zona de clima tipo mediterráneo de Chile (30°-40°S).

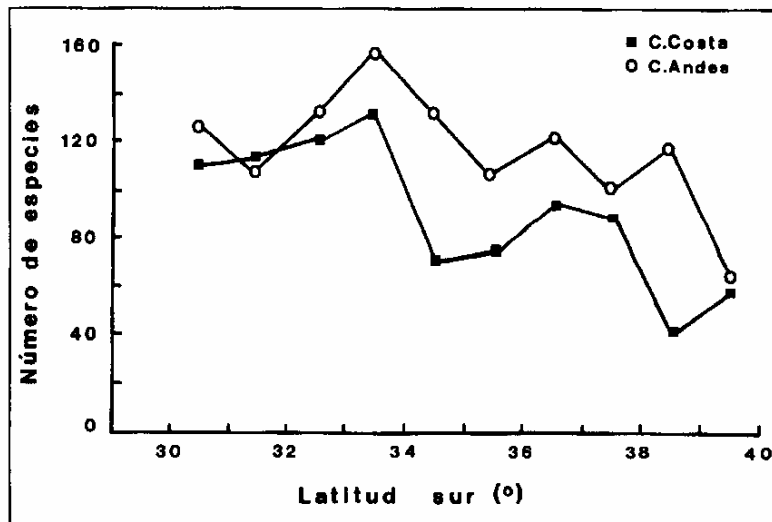


nales con menor número de especies colectadas corresponden a 35°-36°S y 39°-40°S (Figura 4). Como se aprecia en la Figura 3, probablemente esto es efecto de la baja intensidad de colecta.

Considerando franjas de 1° de latitud,

los datos actuales sugieren que la riqueza de especies tiende a ser mayor en la Cordillera de los Andes que en la Cordillera de la Costa (Figura 5), pero la diferencia no llega a ser significativa ( $z = -1.89$ ,  $p = 0.059$ ; prueba U de Mann-Whitney). En la

Figura 5. Variación latitudinal de la riqueza de especies nativas de Asteraceae en las zonas cordilleranas de Chile central (30°-40°S).



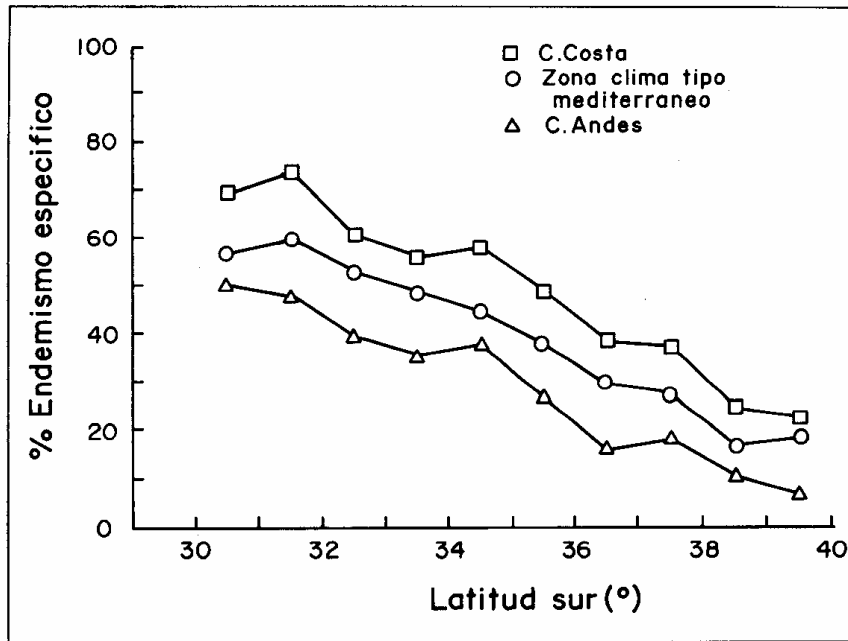


Figura 6. Variación latitudinal de la proporción de especies de Asteraceae endémicas de Chile continental, presentes en la zona de clima tipo mediterráneo, en la Cordillera de la Costa y en la Cordillera de los Andes, entre los 30° y los 40°S.

Cordillera de la Costa, las asteráceas serían más abundantes en los sectores áridos y semiáridos de la zona de clima tipo mediterráneo, una tendencia menos evidente en la Cordillera de los Andes (figura 5). Considerando nuevamente franjas de 1° dentro de las dos unidades fisiográficas, el número de colectas y el número de especies están altamente correlacionados ( $r_s = 0.782$ ,  $p < 0.02$ ; C. de la Costa, y  $r_s = 0.758$ ,  $p < 0.02$ ; C. de los Andes).

Respecto al endemismo, el 51% de las especies de asteráceas nativas (294 especies) conocidas actualmente entre 30°-40°S son endémicas del país. Son necesarios análisis más detallados de las distribuciones de las especies individuales para dilucidar qué porcentaje de éstas están totalmente restringidas a Chile central. El número y porcentaje de especies de asteráceas endémicas tienden a disminuir hacia el sur, considerando tanto la zona total como las dos cordilleras separadamente (figura 6). Sin embargo, el porcen-

taje de endemismo es significativamente mayor en la Cordillera de la Costa que en la Cordillera de los Andes (56.6° y 40.9%, respectivamente;  $z = 2.125$ ,  $P = 0.0236$ ; Prueba de Hipótesis para proporciones).

#### Discusión

El conocimiento de la relación entre la intensidad de colecta y la diversidad de especies es importante para evaluar la biodiversidad (Gibbs Russell et al., 1984). Sin embargo, a pesar de la potencial disponibilidad de esta información en los herbarios, en pocas ocasiones se ha evaluado si la intensidad de colecta es adecuada para reflejar la diversidad total de una región (p. ej., Miller y Wiegert, 1989). Por otra parte, se ha supuesto que la baja intensidad de colecta en una región indicaría el desconocimiento de la flora de dicha región (Morris y Manders, 1981, Gibbs Russell et al., 1984), lo cual no es necesariamente cierto: un número bajo de especímenes podría ser sufi-



ciente para representar la diversidad de una flora particular.

El análisis de la familia Asteraceae efectuado en el presente trabajo es un primer intento por evaluar parte de la flora de Chile desde esta perspectiva. A nivel regional, los resultados, aunque preliminares, indican que Chile central estaría relativamente bien colectado. La adición de colectas de otros herbarios difícilmente alteraría este patrón. El grado de conocimiento de la flora de Chile central es probablemente adecuado como para la confección de una flora regional. Sin embargo, al considerar subunidades de la zona de clima tipo mediterráneo, que serían más relevantes para el manejo de la biodiversidad y para elaborar mapas detallados de la distribución de la flora, la situación se agudiza progresivamente. Aún existen claras tendencias a incrementar la riqueza de especies a medida que aumenta el esfuerzo de colecta, especialmente a la escala de  $0.5^\circ$  de latitud x  $0.5^\circ$  de longitud. Aunque la incorporación de información proveniente de herbarios locales podría mejorar la situación de algunos cuadros, en general se puede afirmar que Chile central no ha sido suficientemente colectado como para conocer la composición local de su flora. Por lo tanto, para llegar a conocer la biodiversidad a una escala operacional, existe la necesidad de aumentar el esfuerzo de exploración en el país.

Existen diversos antecedentes sobre la disminución latitudinal de la riqueza de especies (Fischer, 1960, Pianka, 1966), principalmente debido a cambios climáticos a gran escala. Aunque el presente análisis sugiere una tendencia a la disminución latitudinal de la riqueza de especies en la familia Asteraceae, la actual heterogeneidad en el esfuerzo de colecta impide llegar a una conclusión confiable al respecto para Chile central. No obstante, en las áreas más adecuadamente colectadas ( $33^\circ$ - $34^\circ$ S y  $36^\circ$ - $37^\circ$ S), la riqueza es relativamente alta.

La proporción de especies de la familia Asteraceae que se encuentra en la zona de clima tipo mediterráneo y que son endémicas de Chile continental es muy similar a la reportada para las anuales de Chile continental (Arroyo *et al.*, 1991) y para el total de los taxa (especies y variedades) de Chile continental (Marticorena, 1991). Sin embargo, como se señaló anteriormente, falta determinar qué proporción de estas especies son totalmente endémicas de los  $30^\circ$ - $40^\circ$ S. La mayor parte de las especies endémicas no pertenecen a géneros endémicos, lo que podría indicar que las asteráceas se han diversificado en un tiempo relativamente reciente. Esto sería consistente con su diversificación en las áreas áridas, de reciente aparición en Chile (Arroyo *et al.*, 1988). La disminución latitudinal del endemismo podría ser resultado de la menor elevación que alcanza la Cordillera de los Andes hacia el sur, lo que facilitaría la migración entre las dos vertientes, disminuyendo el número de especies endémicas en el sector occidental. Asimismo, un análisis de las asteráceas de la Cordillera de los Andes excluyendo la flora altoandina compartida con Argentina, podría revelar que el grado de endemismo en ésta es tanto o más alto que en la Cordillera de la Costa. En este sentido, falta definir una provincia florística para Chile central, tal como se ha hecho en otras regiones de clima tipo mediterráneo (Raven y Axelrod, 1978; Goldblatt, 1978).

Cabe destacar que la familia de plantas analizada en esta ocasión es conspicua para el colector botánico. Es predecible que análisis similares para otras familias de plantas menos notorias (p. ej., Poaceae, Cyperaceae, Juncaceae), revelarían un cuadro más preocupante sobre el grado de conocimiento de la biodiversidad de Chile central. Teniendo en cuenta esta situación, es deseable continuar elaborando análisis objetivos del estado de conocimiento de la flora de Chile, utilizando recursos como las

bases de datos en la forma presentada aquí. La disponibilidad de esta información evitaría duplicación de esfuerzos y malgasto de recursos, y aseguraría la ubicación más rápida de la verdaderas áreas de concentración de la biodiversidad.

#### Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por FONDECYT Proyecto 88-1177 y RLB Proyecto 89 BINAC-4.

#### Literatura citada

---

- Arroyo, M.T.K., F.A. Squeo, J.J. Arnesto y C. Villagrán, 1988. Effects of aridity on plant diversity in the northern Chilean Andes: results of a natural experiment. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75:55-78.
- Arroyo, M.T.K., C. Marticorena y M. Muñoz. 1991. A checklist of the native annual flora of continental Chile. *Gayana, Bot.* 47:119-135.
- Aschmann, H. 1973. Distribution and peculiarity of Mediterranean ecosystems. *In*: F. Di Castri y H.A. Mooney (eds.), *Mediterranean Type Ecosystems: Origin and Structure*. Springer-Verlag, New York. pp. 11-19.
- Di Castri, F. y E.R. Hayek, 1976. *Bioclimatología de Chile*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago. 128 p.
- Fischer, A. 1960. Latitudinal variation in organic diversity. *Evolution* 14:64-81.
- Gibbs Russell, G.E., E. Retief y L. Smook. 1984. Intensity of plant collecting in southern Africa. *Bothalia* 15:131-138.
- Goldblatt, P. 1978. An analysis of the flora of southern Africa: its characteristics, relationships, and origins. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 65:369-436.
- Marticorena, C. 1991. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. *Gayana, Bot.* 47:85-113.
- Miller, R.I. y R.G. Wiegert. 1989. Documenting completeness, species-area relations, and the species-abundance distribution of a regional flora. *Ecology* 70:16-22.
- Mooney, H.A., J. Kummerow, A.W. Johnson, D.J. Parsons, S. Keeley, A. Hoffmann, R.I. Hays, J. Giliberto y C. Chu. 1977. The producers: their resources and adaptive responses. *In*: H.A. Mooney (ed.), *Convergent evolution in Chile and California: Mediterranean climate ecosystems*. Dowden, Hutchinson y Ross, Inc., Stroudsburg. pp. 85-143.
- Morris, J.W. y R. Manders. 1981. Information available within the Precis data bank of the National Herbarium, Pretoria, with examples of uses to which it may be put. *Bothalia* 13:473-
- Parsons, D.J. y A.R. Moldenke. 1975. Convergence in vegetation structure along analogous climatic gradients in California and Chile. *Ecology* 56:950-957.
- Pianka, E.R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *Amer. Naturalist* 100:33-46.
- Raven, P.H. 1973. The Evolution of Mediterranean Floras. *In*: Di F. Castri y H.A. Mooney (eds.), *Mediterranean Type Ecosystems: Origin and Structure*. Springer-Verlag, New York. pp. 213-224.
- Raven, P.H. y D.I. Axelrod. 1978. Origin and relationships of the California flora. *University of California Publications in Botany* 72:1-134.
- Thrower, N.J.W. y D.E. Bradbury. 1973. The Physiography of the Mediterranean Lands with Special Emphasis on California and Chile. *In*: Di F. Castri y H.A. Mooney (eds.), *Mediterranean Type Ecosystems: Origin and Structure*. Springer-Verlag, New York. pp. 37-52.
- Wilson, E.O. 1988. The current state of biological diversity, *In*: E.O. Wilson (ed.), *Biodiversity*. National Academic Press, Washington, D.C. pp. 3-18.