

DATOS SOBRE LA FLORA VASCULAR DEL DESIERTO COSTERO DE ARICA Y
TARAPACA, CHILE, Y SUS RELACIONES FITOGEOGRAFICAS CON
EL SUR DE PERU

*DATA ON THE VASCULAR FLORA OF THE COASTAL DESERT OF ARICA AND
TARAPACA, CHILE, AND ITS PHYTOGEOGRAPHICAL RELATIONSHIPS WITH
SOUTHERN PERU*

Raquel Pinto¹ & Federico Luebert^{2,3}

¹Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile; ²Freie Universität Berlin, Institut für Biologie, Systematische Botanik und Pflanzengeographie, Altensteinstraße 6, D-14195 Berlin, Deutschland; ³Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Casilla 9206, Santiago, Chile.
raquelpinto@vtr.net; fluebert@zedat.fu-berlin.de

RESUMEN

Se reportan 156 nuevos registros para la flora vascular del desierto costero del norte de Chile (18°38' - 21°20' S), de los que uno es nuevo para Chile (*Tetragonia crystallina*) y 23 son nuevos límites de distribución. Listados florísticos de tres localidades costeras del extremo norte de Chile (cerro Camaraca, Punta Madrid, caleta Junín) son informados por primera vez. Con estos nuevos registros, la flora vascular del desierto costero de las Regiones de Arica y Parinacota, y de Tarapacá queda formada por 116 especies, lo que supone la adición de 33 especies en relación con los estudios previos. Un análisis de similitud florística entre las localidades estudiadas, junto con información proveniente de la literatura para la flora de otras localidades en el desierto costero del norte de Chile y sur de Perú, indica que la similitud florística cae abruptamente entre la localidad más septentrional de Chile (cerro Camaraca) y la más austral de Perú (Tacna). Este resultado es discutido en el contexto de la biogeografía del desierto del Pacífico de Sudamérica.

PALABRAS CLAVE: Ambientes áridos, desierto de Atacama, formación de Lomas, vegetación.

ABSTRACT

156 new records for the vascular flora of the coastal Desert of northern Chile (18°38' - 21°20' S) are reported, one of which is new for Chile (*Tetragonia crystallina*) and 23 are new distribution limits. Floristic checklists of three localities of northernmost Chile (cerro Camaraca, Punta Madrid, caleta Junín) are informed first time. With these new records, the vascular flora of the coastal Desert of the Arica - Parinacota and Tarapaca Regions is composed of 116 species, which means the addition of 33 species with respect to the previous reports. A similarity analysis among the floristic lists of the localities under study, plus floristic information from other sites of the coastal desert of northern Chile and southern Peru, suggests that the floristic similarity falls brusquely between the northernmost locality of Chile (cerro Camaraca) and the southernmost one of Peru (Tacna). This result is discussed in the context of the biogeography of the Pacific Desert of South-America.

KEYWORDS: Arid environments, Atacama Desert, Lomas formation, vegetation.

INTRODUCCION

Las exploraciones botánicas en las áreas costeras del desierto de Chile han sido siempre muy fructíferas para el conocimiento de su flora vascular, resultando frecuentemente en la descripción de nuevas especies

o en la ampliación de sus rangos de distribución (e.g., Philippi 1860, Johnston 1929a,b, 1932, Jaffuel 1936, Marticorena & Quezada 1991, Dillon 1991, Dillon & Muñoz-Schick 1993, Mesa *et al.* 1998, Pinto 1999, 2005, Muñoz-Schick 2000, Muñoz-Schick *et al.* 2001, Luebert & Pinto 2004, Luebert *et al.* 2007, Dillon

et al. 2007a). Posiblemente, ello se debe a la fuerte variabilidad interanual de las precipitaciones en la zona (Almeyda 1950, Rundel *et al.* 1991) asociadas a ciclos ENSO (Garreaud & Battisti 1999), con períodos de 5-7 años extremadamente secos, alternados con fases muy cortas y estacionalmente concentradas de precipitaciones excepcionales y localizadas, que producen la emergencia de una gran cantidad de especies herbáceas y arbustivas que no es posible observar durante los períodos de extrema aridez, dejando muy poco tiempo para el desarrollo de las recolecciones botánicas.

Durante el evento “El Niño” 1997-1998 se reportaron en la cordillera de la Costa del extremo norte de Chile, de Iquique al río Loa, 72 especies de plantas vasculares (Pinto 1999, Muñoz-Schick 2000, Muñoz-Schick *et al.* 2001). En este trabajo se dan a conocer nuevos registros para la flora del desierto costero del norte de Chile, sobre la base de recolecciones intensivas realizadas en los oasis de neblina ubicados entre la desembocadura del río Loa (Prov. Iquique, Región de Tarapacá) y el cerro Camaraca (Prov. de Arica, Región de Arica y Parinacota) (Fig. 1) durante los años 1999-2007. El año 2002 registró la mayor



FIGURA 1. Ubicación de los sitios de estudio en la zona costera del norte de Chile.

FIGURE 1. Location of the study sites in the coastal range of northern Chile.

cantidad de precipitaciones en el área (Tabla I), lo que se reflejó en un mayor número de recolecciones. Estas dieron como resultados una nueva especie para la ciencia, *Eriogyne caligophila* R.Pinto (Pinto 2005, pero véase Hunt *et al.* 2006), la confirmación de *Heliotropium krauseanum* Fedde para la flora de Chile (Luebert & Pinto 2004), y varias extensiones de rango y nuevas localidades intermedias para algunas especies, que este trabajo tiene como propósito informar.

Tabla I. Montos de precipitación anual (mm) en Arica e Iquique registrados entre 1978 y 2007. Datos obtenidos de la Dirección General de Aguas (DGA). Se indica en gris el periodo en que las colectas de este estudio fueron efectuadas.

TABLE I. Annual rainfall (mm) in Arica and Iquique recorded between 1978 and 2007. Data obtained from the Dirección General de Aguas (DGA). The period when the collections were made is indicated in grey.

Estación	Arica	Iquique
Latitud Sur	18°28'	20°12'
Altitud (m)	20	50
1978	0,0	0,0
1979	0,0	0,1
1980	0,0	0,0
1981	0,0	0,9
1982	1,6	0,0
1983	0,0	7,3
1984	1,0	3,6
1985	0,0	0,0
1986	3,1	0,2
1987	1,8	0,1
1988	0,2	0,0
1989	0,3	0,3
1990	0,9	0,0
1991	0,0	0,8
1992	0,0	19,4
1993	3,1	0,5
1994	0,0	0,0
1995	3,9	0,0
1996	0,1	0,1
1997	4,3	0,4
1998	0,0	0,0
1999	0,0	0,0
2000	0,3	0,0
2001	0,5	0,1
2002	4,1	5,1
2003	2,0	0,2
2004	1,2	0,0
2005	0,0	0,5
2006	0,5	1,0
2007	0,0	0,0
Promedio	1,0	1,4

Como resultado de los nuevos registros y de otras recolecciones efectuadas, se presenta una lista actualizada de la flora del desierto costero de las Regiones de Arica y Parinacota, y Tarapacá (Chile), incluyendo los antecedentes publicados en estudios previos, principalmente en Johnston (1929b, 1932) y Muñoz-Schick *et al.* (2001), en la que se da a conocer una primera lista florística para tres localidades costeras del desierto de Arica, como caleta Junín, Punta Madrid y el cerro Camaraca.

Las relaciones florísticas entre los desiertos costeros de Perú y Chile son aún poco comprendidas. La mayoría de las clasificaciones biogeográficas los reconocen como provincias florísticas separadas, con afinidades comunes (e.g. Rauh 1985, Dillon & Hoffmann 1997, Rivas-Martínez *et al.* 1999, Morrone 2001, 2004), pero el límite entre ambas no ha sido formalmente analizado. Rundel *et al.* (1991) y Dillon (2005) han sugerido la existencia de un hiato en la distribución de la flora del desierto costero del oeste de Sudamérica, ubicado aproximadamente al sur de Arica (18°29' S) cerca de la frontera administrativa entre Chile y Perú, en tanto que Galán de Mera *et al.* (1997) localizan dicho límite un poco más al sur, en la quebrada de Camarones (19°09' S), donde “la vegetación cambia”. Publicaciones recientes que incluyen listas con las floras de la costa del norte de Chile (Muñoz-Schick *et al.* 2001, Luebert *et al.* 2007) y del sur de Perú (Arakaki & Cano 2003), más los datos que se presentan en este estudio ofrecen una oportunidad para poner a prueba estas hipótesis. En este trabajo se presentan los resultados de un análisis de similitud florística entre localidades del desierto costero del norte de Chile y sur de Perú, utilizando los registros de los trabajos mencionados y de otros publicados previamente (Johnston 1929b, 1932, Jaffuel 1936, Ferreyra 1961, Dillon, 1997a,b, Galán de Mera *et al.* 2003). La hipótesis de Rundel *et al.* (1991) y Dillon (2005) se vería apoyada si la similitud florística entre las localidades peruanas y entre las localidades chilenas es mayor que la similitud entre las localidades chilenas y las peruanas.

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio incluye ocho localidades costeras situadas entre la desembocadura del río Loa y el extremo norte de Chile (Fig. 1). En ellas la variación espacial y temporal de la vegetación parece estar condicionada por la incidencia de neblinas costeras

y por las lluvias extremadamente esporádicas. La vegetación esta dominada por Cactáceas, principalmente del género *Eulychnia*, arbustos bajos como *Ephedra breana* Phil., *Frankenia chilensis* C.Presl, *Nolana sedifolia* Poepp. y *Solanum chilense* (Dunal) Reiche, y una flora efímera de hierbas perennes pertenecientes, entre otros, a los géneros *Leucocoryne*, *Oziroë*, *Zephyra*, *Oxalis* y *Alstroemeria*, y hierbas anuales de los géneros *Cristaria*, *Cryptantha*, *Cistanthe*, *Polyachyrus*, *Perityle*, *Tetragonia* y *Nolana*, entre otros. La vegetación es escasa y se mantiene en muy malas condiciones de vigor durante los periodos sin precipitaciones, existiendo presencia abundante de plantas muertas en pie y restos de troncos. En general las plantas que están más vigorosas se ubican en afloramientos rocosos o zonas de rodados. Todos estos lugares presentan antiguos senderos de guanacos, lo que indicaría que antiguamente eran sitios con vegetación.

Los parches de vegetación se desarrollan en áreas muy localizadas, extendiéndose por lo general no más de 3 km, principalmente en el acantilado costero en laderas SW y W, entre los 300 y 1.000 m de altitud. Se interna sólo algunos metros al interior desde el borde del acantilado hasta en algunos casos, como ocurre en Chipana, un par de kilómetros según las condiciones geomorfológicas y de penetración de la niebla costera. La mayor cobertura vegetal se encuentra entre los 600 y 900 m de altitud. Sólo en Punta Gruesa y en Punta Lobos es posible encontrar algunas plantas en la base del acantilado a 50 m de altitud. Al norte de Iquique (véase Fig. 1) el acantilado costero cae en forma abrupta al mar, por lo que sólo es posible recorrer el área sobre el farellón costero. Los sitios visitados muestran un muy escaso desarrollo de la vegetación. De Iquique al sur el acantilado se eleva a partir de una planicie costera que hace posible recorrerlo, aunque no sin dificultad. El acantilado está cubierto por un sustrato arenoso que se extiende hasta 500-600 m, a partir del cual aflora el farellón rocoso. En los cerros de Iquique, Punta Gruesa y Punta Patache la arena, acarreada por los vientos del suroeste, sube hasta alcanzar el borde del acantilado o incluso más hacia el interior.

Durante un período de 9 años de observación entre 1999 y 2007, con recolecciones intensivas en la primavera de 2002, fueron visitadas las siguientes localidades (Fig. 1):

1. Cerro Camaraca (18°38'S, 70°18'W). Situado a 900 m de altitud, desde donde el acantilado cae perpendicular al mar. La vegetación perenne está formada por *Eulychnia iquiquensis* (K.Schum.) Britton et Rose y *Haageocereus decumbens* (Vaupel) Backeb. (Fig. 2A), que muestran un 90% de los individuos secos. La vegetación efímera se desarrolla principalmente en sectores de fondo de cañadas que drenan al este y que se encuentran cubiertos por una capa de roca triturada. Se realizaron recolectas los días 7-XII-2001; 14-IX, 21-X, 28-XI-2002 y 17-IX-2007.

2. Punta Madrid (18°55'S, 70°18'W). Se localiza en la parte alta del acantilado que cae desde 1.000 m de altitud. La escasa vegetación se desarrolla al borde del acantilado, donde a lo largo de 3 km se registró la presencia de sólo dos ejemplares de *Eulychnia iquiquensis*. Se efectuaron recolectas el 18-IX-2001; 22-IX-2002 y 16-IX-2007.

3. Caleta Junín (19°37'S, 70°11'W). Corresponde a un sector de lomajes arenosos suaves entre 600 y 800 m de altitud, con ausencia de *Eulychnia* y presencia de algunos ejemplares de *Haageocereus* en muy mal estado de conservación. La vegetación efímera se desarrolla principalmente en sectores de escorrentías cubiertos por una capa de roca triturada o sustrato arenoso que drenan al sur y suroeste. En esta localidad se recolectó el 13-II-2001; 2, 22-IX, 22-X-2002; 12-VI-2004 y 17-VI-2007.

4. Iquique (20°13'S, 70°07'W). El acantilado casi desprovisto de vegetación, cae desde los 650 m. En el cerro Esmeralda (900 m de altitud) se observa un alto número de plantas secas de *Eulychnia iquiquensis* y presencia de ejemplares también secos de *Cumulopuntia sphaerica* (C.F.Först.) E.F.Anderson y *Ephedra breana*. Fue visitado el 11-VIII, 10-XII-2002; 22-IX-2004 y 18-VI-2006.

5. Punta Gruesa (20°22'S, 70°08'W). El farellón rocoso cae desde 850 m, alcanzando en un sector hasta 1.000 m. La vegetación permanente se distribuye principalmente sobre los 500 m de elevación. La vegetación efímera en la que dominan *Nolana jaffuelii* I.M.Johnst., *Leucocoryne appendiculata* Phil. y varias especies de *Cristaria*, llega casi hasta la base del acantilado. Sobre los 600 m es posible observar *Cumulopuntia sphaerica* (Fig. 2B), *Ephedra breana*, *Nolana sedifolia* y escasos individuos de *Eulychnia iquiquensis*. Se hicieron



FIGURA 2. A. *Haageocereus decumbens* (Vaupel) Backeb., cerro Camaraca, septiembre 2007. B. *Cumulopuntia sphaerica* (C.F.Först.) E.F.Anderson, Punta Guesa, febrero 2003. Fotos: Arturo Kirberg.

FIGURE 2. A. *Haageocereus decumbens* (Vaupel) Backeb., cerro Camaraca, September 2007. B. *Cumulopuntia sphaerica* (C.F.Först.) E.F.Anderson, Punta Guesa, February 2003. Photos: Arturo Kirberg.

visitas de colecta en los días 18-I, 19-IX-2000; 22, 25-VIII, 29-IX, 22-XI-2002; 1-II-2003; 23-IX-2004; 22-X-2005 y 22-XI-2007.

6. Punta Patache (20°49'S, 70°09'W). El acantilado alcanza 750 m y en algunos sectores 800 m de elevación. El desarrollo de la vegetación efímera es similar a lo que ocurre en Punta Gruesa, comenzando a los 250 m y está dominada por *Nolana jaffuelii*, *Leucocoryne appendiculata*, *Tetragonia ovata* Phil. y varias especies de *Cristaria*. A partir de los 600 m es posible observar un matorral de *Ephedra breana*, *Nolana sedifolia*, *Nolana intonsa* I.M.Johnst., *Lycium* cf. *deserti* Phil., *Frankenia chilensis*, *Solanum brachyantherum* Phil. y escasos individuos de *Eulychnia iquiquensis*. En esta localidad se recolectó en los días 22-VIII; 17, 31-X, 6-XI-1999; 28-XI-2000; 20, 21-X, 16-XI-2001; 22-VIII, 30-IX, 10, 17, 20, 29-X, 22, 27-XI, 4, 14-XII-2002; 1-II-2003 y 28-X-2005.

7. Punta Lobos (21°03'S, 70°07'W). Corresponde al farellón rocoso al sur de Iquique que se alza más cerca de la costa alcanzando 750 m con altitudes interiores de 900 m. A partir de los 50 m en afloramientos rocosos se desarrollan poblaciones de *Nolana lycioides* I.M.Johnst. y *Nolana adansonii* (Roem. et Schult.) I.M.Johnst., aumentando el número de plantas entre ca. 300 y 500 m. A partir de 600 m es posible observar un matorral de *Ephedra breana*, *Nolana sedifolia*, *Solanum chilense*, *Lycium leiostemum* Wedd. y algunos individuos de *Eulychnia iquiquensis*. Se efectuaron colectas en 1-I, 12-VIII, 12-X-1999; 12-IX-2000; 13-I, 7-X-2001; 27-IX y 10, 17-X-2002.

8. Chipana (21°16'S, 70°04'W). Es la localidad donde el área con vegetación es más extensa. Individuos adultos grandes de *Eulychnia iquiquensis* se presentan entre 400 y 900 m de altitud. Un matorral de *Nolana peruviana* (Gaudich.) I.M.Johnst., *Ephedra breana*, *Solanum chilense*, *Lycium leiostemum* y *Tetragonia angustifolia* Barnéoud se desarrolla en las escorrentías y en los afloramientos rocosos. En la ladera suroeste del cerro Chipana se desarrolla una formación de *Tillandsia landbeckii* Phil. En esta localidad se recolectó en los días 16-IX-2000; 13-I, 24-X-2001; 8-VIII, 30-X, 1, 10, 20, 21-XI, 13-XII-2002 y 15, 16-I-2003.

Mayores antecedentes sobre las características de la vegetación y de la geomorfología de las últimas

cuatro localidades descritas son proporcionados por Pinto (1999, 2007) y Muñoz-Schick *et al.* (2001). La localidad de Caleta Buena (19°53'S, 70°07'W; Fig. 1) también fue visitada (23-XI-2002), y sólo se registró la presencia de plantas secas de *Eriosyce iquiquensis* (F.Ritter) Ferryman (Pinto & Kirberg 2005), lo que se suma al registro previo de *Cryptantha filiformis* (Phil.) Reiche reportado para el área por Johnston (1929b).

En cada una de las localidades se efectuaron anotaciones generales sobre la vegetación y se recolectaron las plantas vasculares observadas. Los materiales recolectados fueron depositados en el herbario del Museo Nacional de Historia Natural (SGO) y en el de la Universidad de Concepción (CONC). Con el propósito de identificar nuevos registros y confeccionar un catálogo de la flora del desierto costero de las regiones de Arica y Parinacota, y Tarapacá, se analizó la distribución de las especies recolectadas sobre la base de la revisión crítica de material en los herbarios A, BM, CONC, GH, EIF, F, SGO, ULS y US, y la recopilación de listas publicadas en la literatura florística del área y regiones adyacentes (e.g., Johnston 1929b, 1932, Jaffuel 1936, Ferreyra 1961, 1983, Dillon 1991, 2005, Dillon & Muñoz-Schick 1993, Muñoz-Schick *et al.* 2001, Arakaki & Cano 2003, Galán de Mera *et al.* 2003, Luebert & Pinto 2004, Pinto 2005, Luebert *et al.* 2007). La nomenclatura y sistemática de las familias está de acuerdo con Angiosperm Phylogeny Group (2003). Los nombres de las especies siguen, en general, las propuestas de Marticorena & Quezada (1985) y Brako & Zarucchi (1993).

Para el análisis de similitud entre las localidades costeras del norte de Chile y sur de Perú fueron considerados los listados florísticos presentados en este trabajo, más la información proporcionada por la literatura (véase Introducción) para las localidades de Ilo (17°45'S, 71°10'W) y Tacna (17°50'S, 70°15'W) en la costa peruana y de Tocopilla (22°05'S, 70°12'W) en el norte de Chile (Fig. 1). Las localidades de Punta Madrid y caleta Junín fueron excluidas del análisis ya que el reducido número de especies presentes en relación con las otras localidades podría afectar las comparaciones realizadas mediante el análisis de similitud. Los listados florísticos de cada una de estas localidades fueron confeccionados y tabulados en una matriz de especies por localidades con valores de presencia-ausencia. Los nombres

científicos y su sinonimia fueron revisados con literatura taxonómica. Utilizando el programa Ginkgo (Bouxin 2005, De Cáceres 2005), se construyó una matriz de similitud mediante el índice de Sørensen (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), sobre la base de la cual se realizó un análisis de conglomerados, utilizando el método UPGMA, a través del que se obtuvo un dendrograma de similitud entre localidades. Los valores de similitud fueron comparados con la distancia geográfica entre localidades.

RESULTADOS

1. NUEVOS REGISTROS PARA LA FLORA VASCULAR DEL DESIERTO COSTERO DEL NORTE DE CHILE

AIZOACEAE

Tetragonia crystallina L'Hér., Stirp. Nov. 81, t. 39. 1784. Nuevo registro para Chile y nuevo límite sur para la especie. Muy afín a *T. ovata* Phil., de la que difiere por sus frutos obovados, más grandes y con los pedúnculos más pequeños. De acuerdo con Taylor (1994), los materiales citados como *T. ovata* por Macbride (1937) y Ferreyra (1961), provenientes del departamento de Tacna, corresponden verdaderamente a *T. crystallina*, por lo que la extensión de su rango geográfico es menor y no sorprende su presencia en esta área limítrofe de Chile. *Tetragonia crystallina* es un componente importante en la vegetación de lomas del centro de Perú (Müller 1985a). Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Cerro Camaraca, 900 m, 21-X-2002, R. Pinto 156 (SGO).

Tetragonia ovata Phil., Anales Univ. Chile 85: 168. 1893. Nuevo límite norte. Esta especie había sido previamente citada hasta Punta Gruesa (20°22'S) en la Provincia de Iquique (CONC 88803, Taylor 1994, Muñoz-Schick *et al.* 2001). Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Cerro Camaraca, 900 m, 14-IX-2002, R. Pinto 123 (SGO); Punta Madrid, 1.000 m, 22-IX-2002, R. Pinto 184 (SGO).

ALLIACEAE

Leucocoryne appendiculata Phil., Anales Univ. Chile 93: 270. 1896. Nuevo límite norte. Esta especie ha sido mencionada, en el norte de Chile, para los alrededores de Tocopilla (Luebert *et al.* 2007) y para los cerros costeros del sur de Iquique (Muñoz-Schick *et al.* 2001). Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Cerro

Camaraca, 900 m, 14-IX-2002, R. Pinto 131 (SGO); Punta Madrid, 1.000 m, 22-IX-2002, R. Pinto 179 (SGO).

Nothoscordum sp.

De acuerdo con los antecedentes proporcionados por Philippi (1860), Johnston (1929b, 1932), Jaffuel (1936), Marticorena *et al.* (1998), Muñoz-Schick *et al.* (2001) y Luebert *et al.* (2007) no se conocen registros del género, ni de especies afines al género para la costa del norte de Chile. Macbride (1936) cita para Perú 5 especies de *Nothoscordum* (*N. andicola* Kunth, *N. inodorum* (Aiton) Asch. et Graebn., *N. bivalve* (L.) Britton, *N. gramineum* (Sims) P.Beauv. y *N. fictile* J.F.Macbr.). Ninguno de ellos se encuentra en las formaciones de lomas. Siguiendo a Traub (1954), las especies más cercanas serían *N. fictile* y *N. sessile* (R.E.Fries) Beauverd, nativa de Argentina. Ambas son especies alto-andinas que han sido reunidas bajo el nombre de *Oziroë acaulis* (Baker) Speta (Hyacinthaceae), citada para el SE de Perú, SO de Bolivia, NO de Argentina y NE de Chile (Guaglianone & Arroyo-Leuenberger 2002). Según Guaglianone & Arroyo-Leuenberger (2002), *Oziroë acaulis* puede ser confundida con *Nothoscordum*, pero este último se puede diferenciar del primero por la presencia de sólo dos brácteas en la umbela, pedicelos sin bractéolas en la base, y la ausencia de canal estilar. Se trata posiblemente de una especie aún no descrita. Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. de Iquique, Punta Patache, 800 m, 22-VIII-2002, R. Pinto 741 (SGO).

APIACEAE

Eremocharis fruticosa Phil., Fl. Atacam. 25. 1860. Nuevo límite norte. Johnston (1930, 1932) refiere a esta especie material colectado por Gaudichaud en el área de Cobija (22°33'S), Provincia de Antofagasta. Mathias & Constance (1962) la citan hasta cuesta Barriles en las cercanías de Tocopilla (22°05'S). Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. de Iquique, Chipana, 850 m, 13-I-2001, R. Pinto 20 (CONC 156136).

APOCYNACEAE

Cynanchum atacamense Liede, in R. Govaerts, World Checklist Seed Plants, 3(1): 21. 1999. Sin.: *Cynanchum viride* (Phil.) Reiche (1906) *non Cynanchum viride* Vell. (1829). Nuevo límite norte. Previamente citado hasta el área de Antofagasta, en la quebrada de La Chimba (23°32'S) (Johnston 1929b), lo que coincide con los registros de los herbarios consultados (CONC 30440, 122444). Malme (1936) sólo hace referencia a su presencia en

Atacama, sin especificar detalles sobre su distribución. Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. Iquique, Punta Lobos, 500 m, 10-X-2002, R. Pinto 237 (SGO); Chipana, 900 m, 20-XI-2002, R. Pinto 389 (SGO).

BORAGINACEAE

Cryptantha filiformis (Phil.) Reiche, Anales Univ. Chile 121: 829. 1907.

Ampliamente distribuida en la costa del salitre (Johnston 1929b, Muñoz-Schick *et al.* 2001), pero no había sido previamente registrada tan al norte. Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Cerro Camaraca, 900 m, 28-XI-2002, R. Pinto 164 (SGO).

CARYOPHYLLACEAE

Spergularia arbuscula (Gay) I.M. Johnst., Contr. Gray Herb. 85: 40. 1929.

Nuevo límite norte. Previamente observada hasta el área de Miguel Díaz (Johnston 1929a, Rossbach 1943). Los materiales colectados en Punta Patache y Punta Lobos son fragmentarios y sólo permiten una identificación aproximada, de modo que su presencia en dichas áreas será confirmada en forma definitiva una vez que mejores colecciones se hagan disponibles. Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. de Iquique, Punta Patache, 17-X-2002, R. Pinto 799 (SGO); 28-XI-2000, R. Pinto 862 (SGO); Punta Lobos, 12-X-1999, R. Pinto 820 (SGO); 17-X-2002, R. Pinto 744 (SGO).

FABACEAE

Adesmia pusilla Phil., Fl. Atacam. 15. 1860.

Nuevo límite norte. Previamente citada hasta el área de Antofagasta (23°32'S) (Johnston 1932). Aparte de Burkart (1967), no existe un trabajo comprensivo que revise las especies de *Adesmia* de la serie *Leiocarpae*, señalando sus rangos de distribución sobre la base de la revisión crítica de materiales. Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. de Iquique, Chipana, 80-300 m, 17-X-2002, Schneider & Huertas 2848 (CONC); Punta Gruesa, 300 m, 29-IX-2002, R. Pinto 291 (SGO).

IRIDACEAE

Olsynium scirpoideum (Poepp.) Goldblatt, Syst. Bot. 15(3): 508. 1990.

Nuevo límite norte. Esta especie había sido previamente registrada entre las regiones de Antofagasta y de la Araucanía (Rodríguez & Marticorena 2000). El material fue determinado por

el Dr. Roberto Rodríguez. Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. de Iquique, Punta Patache 750 m, 30-IX-2002 R. Pinto 52 (SGO); Punta Lobos, 817 m, 27-IX-2002, R. Pinto 189 (CONC 156145).

Tigridia philippiana I.M. Johnst., Contr. Gray Herb. 85: 26. 1929.

Nuevo límite norte. Referida anteriormente hasta el área de Tocopilla (22°05'S) por Johnston (1929b) y confirmado por Valenzuela (1970) y Luebert *et al.* (2007). Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. Iquique, Punta Lobos, 817 m, 27-IX-2002, R. Pinto 188 (CONC 156146).

LOASACEAE

Loasa longiseta Phil., Anales Univ. Chile 27: 347. 1865.

Nuevo límite norte. Según Marticorena *et al.* (2001) la especie sólo está presente en las regiones Atacama y Coquimbo, pero material de herbario previamente colectado (A. Hoffmann 187) la refiere también para la Región de Antofagasta. Reiche (1907) la reporta para Iquique (véase también Johnston 1929b: 153). Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. de Iquique, Chipana, 900 m, 1-XI-2002, R. Pinto 343 (SGO), 21-XI-2002, R. Pinto 373 (SGO), 15-I-2003, R. Pinto 754 (SGO); Región de Antofagasta, Prov. Antofagasta, Quebrada Botija, 24°31'S, 70°33'W, 400 m, 29-XI-1988, A. Hoffmann 187 (CONC).

MALESHERBIACEAE

Malesherbia multiflora Ricardi, Gayana, Bot. 16: 126. 1967.

Nuevo límite norte. Previamente citada para la costa del norte de Chile entre la Región de Atacama y los cerros costeros del sur de Iquique (Ricardi 1967, Muñoz-Schick *et al.* 2001). Gengler-Nowak (2002a) incluye este nombre bajo la sinonimia de *Malesherbia humilis* Poepp. var. *parviflora* (Phil.) Ricardi. Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Punta Madrid, 900 m, 22-IX-2002, R. Pinto 186 (SGO).

MALVACEAE

Cristaria integerrima Phil. var. *integerrima*, Fl. Atacam. 11. 1860.

Nuevo límite norte. Previamente Muñoz-Schick (1995, 2005) señala su límite norte al sur de Antofagasta (23°45'S) y Luebert *et al.* (2007) extienden ese rango hasta el área de Tocopilla (22°05'S). Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. de Iquique, Punta Patache, 22-XI-2002, R. Pinto 92 (SGO).

Cristaria molinae Gay, Hist. Chile, Bot. 1: 327. 1846. Nuevo límite norte. Muñoz-Schick *et al.* (2001) la señalan para los cerros costeros del sur de Iquique, con límite norte en el área de Punta Gruesa (20°22'S), para cuya localidad es referido su límite norte por Muñoz-Schick (1995, 2005). Previamente Johnston (1929b: 152) y Jaffuel (1936: 270) la señalan, bajo el nombre de *C. diversifolia* Phil. f. *parvula* (Phil.) I.M.Johnst., para las áreas de Antofagasta y de Tocopilla. Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Cerro Camaraca, 900 m, 14-IX-2002, R. Pinto 126 (SGO).

Cristaria tenuissima M. Muñoz, Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Santiago de Chile 45: 67. [1995] 1996. Nuevo límite norte. Descrita por Muñoz-Schick (1995) sobre la base de material recolectado en el área de Miguel Díaz (24°03'S). La extensión del rango geográfico es considerable. Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. del Tamarugal, Caleta Junín, Punta Pichalo sur, 22-IX-2002, R. Pinto 174a (SGO).

Cristaria viridiluteola Gay var. *pinnata* (Phil.) M. Muñoz, Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Santiago de Chile 45: 69. [1995] 1996. Muñoz-Schick *et al.* (2001) no la refieren para el área costera del sur de Iquique, pero hay un registro alejado de su centro de distribución (Huasco-Paposo, ca. 28-25°S) referido para este taxón por Muñoz-Schick (2005), lo que se confirma con las presentes recolectas. Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. de Iquique, Punta Patache, 22-XI-2002, R. Pinto 751 (SGO); Punta Lobos, 500 m, 10-X-2002, R. Pinto 249 (SGO); Chipana, 900 m, 15-I-2003, R. Pinto 751 (SGO); 21-XI-2002, R. Pinto 374 (SGO); 1-XI-2002, R. Pinto 338 (SGO).

Palaua dissecta Benth., J. Proc. Linn. Soc., Bot. 6: 101. 1862. Nuevo límite norte en Chile. La especie es nativa de Chile y Perú, pero en Chile sólo se había reportado como límite norte hasta la Provincia de Iquique (Marticorena 2005). Su presencia en el área es esperable tratándose de un taxón con afinidades con especies de distribución fundamentalmente peruana (Huertas *et al.* 2007). Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Cerro Camaraca, 900 m, 14-IX-2002, R. Pinto 112 (SGO).

PLANTAGINACEAE

Plantago litorea Phil., Fl. Atacam. 46. 1860. Nuevo límite norte. La planta fue descrita por Philippi

(1860) para el área de Caldera (27°S) y ha sido subsecuentemente referida para las áreas de Pan de Azúcar (Rundel *et al.* 1996), Aguada Cachina, Taltal, Miguel Díaz (Johnston 1929a), Antofagasta (Johnston 1929b) y Tocopilla (Jaffuel 1936, Luebert *et al.* 2007), así como para otras áreas más australes de la costa de las regiones de Coquimbo y Valparaíso (Kohler 1970). Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. de Iquique, Chipana, 900 m, 1-XI-2002, R. Pinto 349 (SGO); Punta Lobos, 800 m, 27-IX-2002, R. Pinto 219 (SGO); Punta Gruesa, 800 m, 22-XI-2002, R. Pinto 306 (SGO).

SOLANACEAE

Nicotiana solanifolia Walp., Repert. Bot. Syst. 3: 12. 1844.

Nuevo límite norte. Reportada previamente hasta el área de Miguel Díaz (24°36'S) (Johnston 1929a, Marticorena *et al.* 1998, Dillon 2005). Por su distribución, podría ser confundida con *Nicotiana paniculata* L., de la costa de Perú (Ferreira 1961, Macbride 1962, Müller 1985a, 1989), de la que estos ejemplares difieren por el tubo de la corola que es más largo (3-4 cm), los pedicelos mayores a 15 mm y por la cápsula exserta. De acuerdo con Macbride (1962) y Brako & Zarucchi (1993), *N. solanifolia* no está presente en Perú. Marticorena *et al.* (2001) la citan para la I Región (que correspondía a Arica e Iquique), seguramente basados en el material de Ricardi 3285. Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Valle de Azapa, cerca del pueblo, 11-IX-1955, M. Ricardi 3285 (CONC); Cerro Camaraca, 900 m, 28-XI-2002, R. Pinto 157 (SGO).

Nolana peruviana (Gaudich.) I.M.Johnst., Proc. Amer. Acad. Arts 71: 66. 1936.

Nuevo límite norte. Previamente citada hasta el área de Punta Gruesa (20°22'S) (Muñoz-Schick *et al.* 2001, Dillon 2005); Johnston (1936) la refiere sólo para las Provincias de Antofagasta y Tocopilla. Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Punta Madrid, 1000 m, 22-IX-2002, R. Pinto 182 (SGO).

Nolana leptophylla (Miers) I.M.Johnst., Proc. Amer. Acad. Arts 71: 73. 1936.

Nuevo límite norte. Esta especie tiene una amplia distribución geográfica (Johnston 1936) y su límite norte había sido previamente referido para Cobija (22°30'S) y Tocopilla (22°05'S) bajo *Bargemontia alibrexioides* (Gaudich.) I.M.Johnst. por Johnston (1932) y citada para esas localidades por Johnston (1936), Dillon (2005) y Luebert *et al.* (2007). El material

fue determinado por el Dr. M.O. Dillon. Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. de Iquique, Chipana, 24-X-2001, R. Pinto 705 (SGO).

Nolana sedifolia Poepp., in Froriep, Not. Natur-Heilk. Ser. I, 23: 276. 1829.

Especie de amplia distribución en la costa del centro y norte de Chile, entre Valparaíso (ca. 33°S) e Iquique (ca. 20°13'S, Johnston 1936, Muñoz-Schick *et al.* 2001). Las nuevas recolecciones representan un nuevo límite norte de distribución para la especie. Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Cerro Camaraca, 900 m, 14-IX-2002, R. Pinto 136 (SGO); Punta Madrid, 1000 m, 22-IX-2002, R. Pinto 181 (SGO).

Schizanthus laetus Phil., Fl. Atacam. 45. 1860.

Nuevo límite norte. Esta especie había sido registrada para la costa del norte de Chile desde el área de Pan de Azúcar (ca. 26°S) hasta los cerros del sur de Iquique (Johnston 1929a,b, Grau & Gronbach 1984, Muñoz-Schick 2001, Luebert *et al.* 2007) y aparentemente no está presente en Perú (Brako & Zarucchi 1993, Ulloa Ulloa *et al.* 2004). Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Cerro Camaraca, 900 m, 14-IX-2002, R. Pinto 129 (SGO); Región de Tarapacá, Prov. de Iquique, Chipana, 900 m, 1-XI-2002, R. Pinto 340 (SGO).

Solanum brachyantherum Phil., Anales Univ. Chile 43: 522. 1873.

Nuevo límite norte. Conocida previamente para localidades costeras de los alrededores de Iquique, Tocopilla y Antofagasta, desde donde se distribuye hacia el sur hasta el área de Caldera (Muñoz-Schick *et al.* 2001, Luebert *et al.* 2007, Bennett 2008). El material recolectado en caleta Junín (R. Pinto 174b) presenta hojas glabras con segmentos de 1 mm de ancho y pecíolos no alados, corola de 1 cm de diámetro, anteras de 3 mm de largo. Esta combinación de caracteres se ajusta parcialmente a la descripción de *S. brachyantherum* proporcionada por Bennett (2008), con excepción del diámetro de la corola y la longitud de las anteras, que en el presente material alcanzan mayores dimensiones y entra en el rango de variación de *S. multifidum* Lam. y *S. remyanum* Phil., que se distribuyen, respectivamente, al norte y al sur del área donde este material fue recolectado (Bennett 2008); su determinación es por lo tanto provisoria. Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Cerro Camaraca, 900 m,

14-IX-2002, R. Pinto 141 (SGO); Región de Tarapacá, Prov. del Tamarugal, Caleta Junín, 22-X-2002, R. Pinto 174b (SGO).

TECOPHILAEACEAE

Zephyra elegans D. Don, Edinb. N. Phil. Journ. 13: 236. 1832.

Corresponde a material vegetativo que es necesario complementar en futuras recolecciones. Constituye un nuevo límite norte para la distribución de la especie que hasta ahora había sido registrada para el desierto costero del norte de Chile entre Taltal e Iquique (Johnston 1929a,b, Muñoz-Schick *et al.* 2001). Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Cerro Camaraca, 900 m, 17-IX-2007, R. Pinto 1719 (SGO); Punta Gruesa, 800 m, 22-XI-2002, R. Pinto 319 (SGO); Región de Tarapacá, Prov. de Iquique, Chipana, 900 m, 1-XI-2002, R. Pinto 332 (SGO).

Además de las especies ya mencionadas, se reportan nuevos registros que extienden sólo levemente el rango de distribución de las especies hacia el norte, dentro del sector de cerros costeros situados al sur de Iquique. Ellas son *Jarava vaginata* (Phil.) F. Rojas, *Tetragonia angustifolia* Barnéoud, *Calandrinia litoralis* Phil., *Cistanthe grandiflora* (Lindl.) Carolin ex Hershk., *Glandularia atacamensis* Reiche, *Bahia ambrosioides* Lag., y *Bromus berterioanus* Colla. Este último había sido citado en la costa del norte de Chile hasta el área de Tocopilla (Jaffuel 1936), pero está también presente en Perú (Brako & Zarucchi 1993). Materiales correspondientes putativamente a tres especies del género *Cistanthe* (en Tabla II como *Cistanthe* sp.1, sp.2 y sp.3) no pudieron ser determinados al nivel de especie, pero parecen corresponder a tres entidades distintas entre sí y con el resto de las Portulacaceae mencionadas (Tabla II).

El trabajo agrega un total de 156 nuevos registros para diferentes localidades costeras (134 de ellos respaldados con material de herbario, 19 sólo mediante registro fotográfico y 3 solamente con observación de campo, véase Tabla II), que corresponden a 97 especies de la flora del desierto costero de Arica y Tarapacá.

2. CATÁLOGO DE LA FLORA VASCULAR DEL DESIERTO COSTERO DE ARICA Y TARAPACÁ

La Tabla II presenta el listado de las especies de plantas vasculares presentes en ocho localidades costeras de las Regiones de Arica y Parinacota, y

Tarapacá. Para las cuatro localidades más australes la Tabla II entrega una actualización de lo ya reportado por Muñoz-Schick *et al.* (2001), Pinto (2005) y Pinto & Kirberg (2005). Para caleta Junín, Punta Madrid y cerro Camaraca las listas florísticas se reportan por primera vez. La Tabla II está complementada con registros propios de Iquique, a los que se agregaron las especies mencionadas por Johnston (1929b) para las localidades de Iquique, Huantajaya y Huantaca. En la Tabla II no se han considerado los dos registros disponibles para caleta Buena de *Cryptantha filiformis* (Johnston 1929b) y *Eriosyce iquiquensis* (Pinto & Kirberg 2005), ni tampoco las menciones dudosas de *Lycium chañar* y *Cacabus* sp. hechas por Johnston (1929b: 159-160) para el área de Iquique.

Del listado total de la flora (116 especies, Tabla II), las familias representadas con un mayor número de especies son Solanaceae (21 especies, 18,1%), Asteraceae (11 especies, 9,5%), Malvaceae (9 especies, 7,8%), Portulacaceae (7 especies, 6,0%) y Fabaceae (6 especies, 5,2%). Los géneros mejor representados son *Nolana* (11 especies, 9,5%), y *Cistanthe*, *Cristaria* y *Solanum* con 6 especies cada uno (5,2%).

De las especies mencionadas en la Tabla II, algunas que no pudieron ser determinadas al nivel de especie o no pueden ser consideradas como nuevos registros representan entidades interesantes para la flora del área de estudio, que se comentan a continuación.

Heliotropium sp.

Probablemente corresponde a la misma población citada por Johnston (1929b) y que el mismo autor (Johnston 1932: 7) erróneamente refiere como *Heliotropium linariifolium* Phil., pero que más tarde (Johnston 1937: 20) rectifica sin atribuirle ningún nombre específico, dado el estado fragmentario de las recolecciones disponibles a esa fecha y señalando que podría corresponder a una nueva especie para la flora de la costa del salitre, una vez que buenas colecciones se hagan disponibles (Johnston 1937). Los materiales aquí citados son también fragmentarios y los análisis moleculares no han resuelto la posición sistemática de esta población en la sección *Cochranea* (Luebert & Wen 2008), de modo que no es posible asignarle un estatus específico. Son arbustos decumbentes, rastreros, con tallos y hojas estrigoso-pubescentes, hojas elípticas de hasta ca. 0,5 cm de largo, por lo que se puede afirmar que se trata de una especie afín a *Heliotropium eremogenum*

I.M.Johnst., pero cuya identidad definitiva está todavía por aclararse. Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. Iquique, Iquique, XII-1913, E. Salinas (GH); Punta Gruesa, 1015 m, 1-II-2003, R. Pinto 761 (SGO); 1.015 m, 23-IX-2004, F. Luebert, C. Becker, N. García y R. Pinto 2159 (SGO).

Nolana aff. *divaricata* (Lindl.) I.M.Johnst.

Anteriormente sólo había sido registrada entre la Provincia de Ovalle (ca. 31°S) y La Chimba (ca. 23°S) en la Provincia de Antofagasta (Johnston 1936, Dillon 2005), por lo que de comprobarse su identidad se trataría de una extensión considerable del rango geográfico de la especie. Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. Iquique. Punta Lobos, 800 m, 1-I-1999, R. Pinto 827; 27-IX-2002, R. Pinto 255 (SGO).

Nolana sp.1

Material correspondiente dentro de *Nolana* al grupo de especies herbáceas anuales o con rosetas basales persistentes y flores azules, endémicas del desierto de la costa de Chile (Johnston 1936, Dillon *et al.* 2007b, Tu *et al.* 2008), ninguna de cuyas especies ha sido citada previamente para la Provincia de Arica. La especie de distribución más septentrional en este grupo es *Nolana jaffuelii* I.M.Johnst., reportada en Chile para las áreas de Antofagasta, Tocopilla e Iquique (Johnston 1929b, 1936, Jaffuel 1936, Muñoz-Schick *et al.* 2001, Dillon 2005, Luebert *et al.* 2007). *Nolana elegans* (Phil.) Reiche, también dentro del mismo grupo, ha sido referida hasta los alrededores de Tocopilla (Dillon 2005, Luebert *et al.* 2007). De acuerdo con el Dr. M.O. Dillon este material podría corresponder a una de esas especies, o bien tratarse de una entidad aún no descrita. Exs.: CHILE: Región de Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Cerro Camaraca, 900 m, 14-IX-2002, R. Pinto 124 (SGO); Punta Madrid, 1.000 m, 22-IX-2002, R. Pinto 177 (SGO).

Nolana sp.2

Este material es muy similar a *Nolana jaffuelii* I.M.Johnst. (M.O. Dillon com. pers.), conocido para el desierto costero entre Tocopilla (Chile) y Tacna (Perú) (Johnston 1936, Dillon 2005); posee sin embargo semillas aladas, lo que de no constituir parte de la variabilidad intraespecífica de *Nolana jaffuelii*, lo relacionarían con *N. pterocarpa* Phil. o *N. parviflora* (Phil.) Phil., ambas conocidas para los alrededores de Caldera y Copiapó (Johnston 1936). Exs.: CHILE: Región de Tarapacá, Prov. Iquique, Punta Gruesa, 500 m, 25-VIII-2002, R. Pinto 271; 300m, 29-IX-2002, R. Pinto 295 (SGO).

TABLE II. Especies de plantas vasculares registradas para el desierto costero de Arica y Tarapacá (Chile). Sitios de estudio: **CA** = Camaraca; **PM** = Punta Madrid; **JU** = Caleta Junín; **IQ** = Iquique; **PG** = Punta Gruesa; **PP** = Punta Patache; **PL** = Punta Lobos; **CH** = Chipana. Referencias: ** nuevo registro; **ff** nuevo registro sin material de herbario, sólo fotografía; **aa** nuevo registro sin material de herbario, sólo anotación de campo; ‡ Johnston (1929b), incluye las especies mencionadas para Iquique, Huantajaya y Huantaca; # Mesa *et al.* (1998); * Muñoz-Schick *et al.* (2001); ¥ Luebert & Pinto (2004); § Pinto & Kirberg (2005); **x** Pinto (2005); + Pinto (2007); † sólo individuos secos observados. Notas: **1**: Material de herbario depositado en SGO excepto cuando otro herbario es indicado. **2**: RP=Raquel Pinto. **3**: Citada por Johnston (1929b: 144) para Iquique como *Leucocoryne narcissoides* Phil., sobre la base de material (Werdermann 759), uno de cuyos duplicados ha sido revisado y redeterminado en BM. **4**: Erróneamente citada por Muñoz-Schick *et al.* (2001) para Punta Patache. **5**: Citadas por Muñoz-Schick *et al.* (2001) bajo los nombres *Pyrrhocactus saxifragus* Ritter y *Pyrrhocactus* aff. *aricensis* (Ritter) Don & Rowl. **6**: Incluye *Philippiamra pachyphylla* (Phil.) Kuntze.

TABLE II. Vascular plant species recorded for the coastal desert of Arica and Tarapacá (Chile). Study sites: **CA** = Camaraca; **PM** = Punta Madrid; **JU** = Caleta Junín; **IQ** = Iquique; **PG** = Punta Gruesa; **PP** = Punta Patache; **PL** = Punta Lobos; **CH** = Chipana. References: ** new record; **ff** new record without herbarium voucher, only picture; **aa** new record without herbarium voucher, only field note; ‡ Johnston (1929b), includes the species mentioned for Iquique, Huantajaya and Huantaca; # Mesa *et al.* (1998); * Muñoz-Schick *et al.* (2001); ¥ Luebert & Pinto (2004); § Pinto & Kirberg (2005); **x** Pinto (2005); + Pinto (2007); † only dried individuals observed. Notes: **1**: Herbarium specimens deposited in SGO unless otherwise indicated. **2**: RP=Raquel Pinto. **3**: Cited by Johnston (1929b: 144) for Iquique as *Leucocoryne narcissoides* Phil., on the basis of material (Werdermann 759), one of whose duplicates has been revised and re-determined at BM. **4**: Erroneously cited by Muñoz-Schick *et al.* (2001) for Punta Patache. **5**: Cited by Muñoz-Schick *et al.* (2001) under the names *Pyrrhocactus saxifragus* Ritter and *Pyrrhocactus* aff. *aricensis* (Ritter) Don & Rowl. **6**: Includes *Philippiamra pachyphylla* (Phil.) Kuntze.

FAMILIA	ESPECIE	CA	PM	JU	IQ	PG	PP	PL	CH	VOUCHER (1, 2)
Adiantaceae	<i>Adiantum chilense</i> Kaulf. var. <i>hirsutum</i> Hook. et Grev.							**	*	RP 199
Adiantaceae	<i>Cheilanthes mollis</i> (Kunze) C.Presl				‡		**		*	RP 74
Aizoaceae	<i>Tetragonia angustifolia</i> Barnéoud							**	*	RP 206
Aizoaceae	<i>Tetragonia crystallina</i> L'Hér.	**								RP 156
Aizoaceae	<i>Tetragonia ovata</i> Phil.	**	**		ff	*	*	*	*	RP 123, 184
Alliaceae	<i>Leucocoryne appendiculata</i> Phil. (3)	**	**	ff	‡	*	*	*	*	RP 131,179
Alliaceae	<i>Nothoscordum</i> sp.						**			RP 741
Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria lutea</i> M.Muñoz-Schick						*	*		
Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria paupercula</i> Phil.	**				*			*	RP 168
Amaranthaceae	<i>Atriplex taltalensis</i> I.M.Johnst.					*	*	*	**	RP 329
Amaranthaceae	<i>Chenopodium murale</i> L.	**								RP 145
Amaranthaceae	<i>Chenopodium petiolare</i> Kunth	**			‡	*	*	*	**	RP 148, 339
Amaranthaceae	<i>Suaeda foliosa</i> Moq.				‡		**	*	**	RP 64, 356
Apiaceae	<i>Cyclosporum laciniatum</i> (DC.) Constance				‡		*	**	**	RP 215, 349
Apiaceae	<i>Eremocharis fruticosa</i> Phil.								**	RP 20 (CONC)
Apocynaceae	<i>Cynanchum atacamense</i> Liede							**	**	RP 237, 389
Asteraceae	<i>Amblyopappus pusillus</i> Hook. et Arn.	**				**	*	**	*	RP 142, 213, 278
Asteraceae	<i>Bahia ambrosioides</i> Lag.							**	*	RP 196
Asteraceae	<i>Chuiriraga ulicina</i> (Hook. et Arn.) Hook. et Arn. (4)								*	
Asteraceae	<i>Gutierrezia espinosae</i> Acevedo								*	

Continuación Tabla II.

Asteraceae	<i>Ophryosporus</i> cf. <i>floribundus</i> (DC.) R.M. King et H. Rob.				*	*	*	*	
Asteraceae	<i>Perityle emoryi</i> Torr.	**	**		**	*	*	*	RP 153, 175, 311
Asteraceae	<i>Polyachyrus annuus</i> I.M.Johnst.	**		‡	*	*	*	*	RP 150
Asteraceae	<i>Polyachyrus fuscus</i> (Meyen) Meyen et Walp.						*	**	RP 392
Asteraceae	<i>Polyachyrus sphaerocephalus</i> D.Don					*			
Asteraceae	<i>Sonchus tenerrimus</i> L.				**	*	**	*	RP 318, 833
Asteraceae	<i>Tagetes multiflora</i> Kunth	ff					**	**	RP 201, 351
Bignoniaceae	<i>Argyria radiata</i> (L.) D.Don				ff	*			
Boraginaceae	<i>Amsinckia calycina</i> (Moris) Chater			‡	**				RP 321
Boraginaceae	<i>Cryptantha filiformis</i> (Phil.) Reiche	**		‡	aa	*	*	*	RP 164
Boraginaceae	<i>Heliotropium krauseanum</i> Fedde		¥						RP 171
Boraginaceae	<i>Heliotropium</i> sp.			‡	**				RP 761
Boraginaceae	<i>Tiquilia litoralis</i> (Phil.) A.T.Richardson		**		**		*		RP 170, 286
Brassicaceae	<i>Cleome chilensis</i> DC.	**		‡	*	*			RP 113
Brassicaceae	<i>Werdermannia anethifolia</i> (Phil.) I.M.Johnst.							*	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia landbeckii</i> Phil.							*	
Cactaceae	<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (C.F.Först.) E.F.Anderson			†	*	ff	ff	ff	Figura 2B
Cactaceae	<i>Eriosyce caligophila</i> R.Pinto					X			RP 46 (CONC)
Cactaceae	<i>Eriosyce iquiquensis</i> (F.Ritter) Ferryman (5)	**†	§	§†			*	*	RP 37, 43, 48 (CONC)
Cactaceae	<i>Eulychnia iquiquensis</i> (K.Schum.) Britton et Rose	+	+	+†	‡†	*	*	*	
Cactaceae	<i>Haageocereus decumbens</i> (Vaupel) Backeb.	ff	ff	ff					Figura 2A
Caryophyllaceae	<i>Drymaria paposana</i> Phil.	**							RP 128
Caryophyllaceae	<i>Spergularia</i> aff. <i>arbuscula</i> (Gay) I.M.Johnst.					**	**		RP 799, 862, 820, 744
Caryophyllaceae	<i>Spergularia stenocarpa</i> (Phil.) I.M.Johnst.					*	**		RP 210
Convolvulaceae	<i>Cuscuta</i> sp.						ff		
Convolvulaceae	<i>Ipomoea dumetorum</i> Willd. ex Roem. et Schult.	**							RP 114
Cucurbitaceae	<i>Sicyos baderoa</i> Hook. et Arn.	**		‡	*		*		RP 137
Ephedraceae	<i>Ephedra breana</i> Phil.	**	ff†	ff	*	*	*	*	RP 118
Fabaceae	<i>Adesmia pusilla</i> Phil.				**				RP 291
Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp.	**			**	**			RP 99, 133, 276
Fabaceae	<i>Astragalus triflorus</i> (DC.) A.Gray			‡		**			RP 98
Fabaceae	<i>Hoffmannseggia prostrata</i> Lag. ex DC.		**		*	*	**		RP 185, 292
Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i> L.	**							RP 144
Fabaceae	<i>Senna brongniartii</i> (Gaudich.) H.S.Irwin et Barneby							*	
Frankeniaceae	<i>Frankenia chilensis</i> C.Presl	**			*	*	*	**	RP 120, 358
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	**						*	RP 119
Hyacinthaceae	<i>Oziroë biflora</i> (Ruiz et Pav.) Speta	**	ff	ff	*	*	*	*	RP 132

Continuación Tabla II.

Iridaceae	<i>Olsynium scirpoideum</i> (Poepp.) Goldblatt				**	**		RP 52,189 (CONC)
Iridaceae	<i>Tigridia philippiana</i> I.M.Johnst.					**		RP 188 (CONC)
Loasaceae	<i>Loasa longiseta</i> Phil.			‡			**	RP 343, 373, 754
Loasaceae	<i>Loasa nitida</i> Desr.	**	**		*	*	**	RP 127, 173, 279, 315, 355
Loasaceae	<i>Nasa urens</i> (Jacq.) Weigend	**						RP 154
Malesherbiaceae	<i>Malesherbia multiflora</i> Ricardi		**	‡		*	*	RP 186
Malvaceae	<i>Cristaria dissecta</i> Hook. et Arn. var. <i>dissecta</i>			**				RP 172
Malvaceae	<i>Cristaria integerrima</i> Phil.					**		RP 92
Malvaceae	<i>Cristaria molinae</i> Gay	**		**	*	*	*	RP 126, 207, 243
Malvaceae	<i>Cristaria pinnata</i> Phil.				**	**	**	RP 249, 338, 374, 751
Malvaceae	<i>Cristaria tenuissima</i> M.Muñoz-Schick		**					RP 174a
Malvaceae	<i>Cristaria viridiluteola</i> Gay				**			RP 269, 290
Malvaceae	<i>Fuertesimalva peruviana</i> (L.) Fryxell	**						RP 108, 110
Malvaceae	<i>Malva parviflora</i> L.	**						RP 110
Malvaceae	<i>Palaua dissecta</i> Benth.	**						RP 112
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis elegans</i> (Choisy) Heimerl			‡		*	**	RP 240, 354
Oxalidaceae	<i>Oxalis bulbocastanum</i> Phil.	**		‡	*	*	*	RP 117
Plantaginaceae	<i>Plantago litorea</i> Phil.				**		**	RP 306, 219, 346
Poaceae	<i>Bromus berterioanus</i> Colla				**		**	RP 760, 195a, 327a
Poaceae	<i>Jarava vaginata</i> (Phil.) F.Rojas				**	**	*	RP 304, 77, 337
Poaceae	<i>Nassella pungens</i> E.Desv.						*	
Poaceae	<i>Poa</i> sp.						**	RP 195c
Poaceae	<i>Polypogon australis</i> Brongn.						**	RP 715b
Polemoniaceae	<i>Bryantiella glutinosa</i> (Phil.) J.M.Porter			‡	*	*	*	RP 350, 393
Polemoniaceae	<i>Gilia</i> sp.						**	RP 376
Portulacaceae	<i>Calandrinia litoralis</i> Phil.				**	*	*	RP 297
Portulacaceae	<i>Cistanthe amaranthoides</i> (Phil.) Carolin ex Hershk.				*	*	*	
Portulacaceae	<i>Cistanthe celosioides</i> (Phil.) Carolin ex Hershk. (6)	**	**		**		*	RP 138, 176, 277
Portulacaceae	<i>Cistanthe grandiflora</i> (Lindl.) Carolin ex Hershk.			‡	aa	*	**	RP 367
Portulacaceae	<i>Cistanthe</i> sp.1	**						RP 140, 158
Portulacaceae	<i>Cistanthe</i> sp.2	**	**				**	RP 151, 178, 368
Portulacaceae	<i>Cistanthe</i> sp.3	**						RP 111
Rubiaceae	<i>Galium aparine</i> L.			‡			*	
Santalaceae	<i>Quinchamalium chilense</i> Molina					*	*	*
Solanaceae	<i>Lycium</i> cf. <i>deserti</i> Phil.					*	*	*
Solanaceae	<i>Lycium leiostemum</i> Wedd.				*		*	
Solanaceae	<i>Nicotiana solanifolia</i> Walp.	**						RP 157

Continuación Tabla II.

Solanaceae	<i>Nolana adansonii</i> (Roem. et Schult.) I.M.Johnst.					ff		#		
Solanaceae	<i>Nolana</i> aff. <i>divaricata</i> (Lindl.) I.M.Johnst.							**		RP 225, 827
Solanaceae	<i>Nolana aplocaryoides</i> (Gaudich.) I.M.Johnst.			ff			*	*	*	
Solanaceae	<i>Nolana intonsa</i> I.M.Johnst.				‡	*	#	#	#	
Solanaceae	<i>Nolana jaffuelii</i> I.M.Johnst.	**	**	ff	‡	*	*	*	*	RP 125a, 183
Solanaceae	<i>Nolana leptophylla</i> (Miers) I.M.Johnst.							*	*	RP 705
Solanaceae	<i>Nolana lycioides</i> I.M.Johnst.							*	*	
Solanaceae	<i>Nolana peruviana</i> (Gaudich.) I.M.Johnst.		**			*		*	*	RP 182
Solanaceae	<i>Nolana sedifolia</i> Poepp.	**	**			*	*	*	*	RP 136, 181
Solanaceae	<i>Nolana</i> sp1.	**	**							RP 124, 177
Solanaceae	<i>Nolana</i> sp2.		**			**				RP 271, 295
Solanaceae	<i>Schizanthus laetus</i> Phil.	**						*	**	RP 129, 340
Solanaceae	<i>Solanum brachyantherum</i> Phil.	**		**	‡	*	*	*	*	RP 141, 174b
Solanaceae	<i>Solanum</i> cfr. <i>montanum</i> L.						*			
Solanaceae	<i>Solanum chilense</i> (Dunal) Reiche			ff		**	*	*	*	RP 316
Solanaceae	<i>Solanum montanum</i> L.	**	aa							RP 109, 121, 152, 161
Solanaceae	<i>Solanum pinnatum</i> Cav.							*		
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.							**		RP 187
Tecophilaeaceae	<i>Zephyra elegans</i> D.Don	**			‡	**	*	*	**	RP 319, 332, 1719
Urticaceae	<i>Parietaria debilis</i> G.Forst.	**			‡	*	*	*	*	RP 147
Verbenaceae	<i>Glandularia atacamensis</i> (Reiche) J.M.Watson et A.E.Hoffm.					**	**	**	*	RP 308, 746, 198
Violaceae	<i>Viola polypoda</i> Turcz.				‡			**	**	RP 348, 375
TOTAL ESPECIES 116		44	15	15	32	50	54	70	62	

Oxalis bulbocastanum Phil., Anales Univ. Chile 82: 1095. 1893.

Muñoz-Schick *et al.* (2001) citan, para la flora de oasis de neblina del sur de Iquique, *Oxalis thyrsoidea* Reiche, nombre que según Lourteig (2000) se incluye bajo la sinonimia de *O. bulbocastanum*. Johnston (1929b, 1932) ya había citado esta especie para el área de Iquique. Lourteig (2000) señala su distribución en Perú entre los departamentos de Tacna y Arequipa, siendo su presencia en el cerro Camaraca un nuevo registro para la especie y un nuevo límite norte en Chile. Exs.: CHILE: Región Arica y Parinacota, Prov. de Arica, Cerro Camaraca, 900 m, 14-IX-2002, R. Pinto 117 (SGO); Región, de Tarapacá, Prov. Iquique, Punta Gruesa, 800 m, 22-XI-2002, R. Pinto 317 (SGO); Prov. del Tamarugal, Punta Patache, 700 m, 20-X-2001, R. Pinto 731 (SGO); Punta Lobos, 900 m, 7-X-2001, R. Pinto 724 (SGO); Chipana, 900 m, 24-X-2001 R. Pinto 709 (SGO).

3. ANÁLISIS DE SIMILITUD

Los resultados del análisis de similitud muestran que las localidades chilenas y peruanas forman conglomerados separados (Fig. 3A). Todos los valores de similitud entre localidades chilenas y entre localidades peruanas son mayores que los valores entre localidades chilenas y peruanas, a pesar de que la distancia geográfica entre localidades chilenas o entre localidades peruanas no es siempre menor que la distancia geográfica entre localidades chilenas y peruanas (Fig. 3B, Tabla III); por ejemplo, la similitud florística entre Tocopilla y cerro Camaraca es mayor que la registrada entre Ilo y cerro Camaraca (Fig. 3C, Tabla III), a pesar de que la distancia geográfica entre el primer par de localidades es mayor que la distancia entre el segundo.

DISCUSION

El total de la flora vascular del desierto costero de Arica y Tarapacá consiste hasta ahora de 116 entidades, lo que significa un incremento de 33 especies respecto a las 83 reportadas en estudios previos, desde Johnston (1929b) a la fecha. El recuento de 116 especies incluye todos los registros, es decir, también aquellos que no fue posible determinar al nivel de especie (i.e., *Astragalus* sp., *Cistanthe* sp.1, sp.2, sp.3, *Gilia* sp., *Nolana* sp.1, sp.2 y *Solanum* sp., véase Tabla II). Si bien creemos

que corresponden a entidades diferentes del resto de las especies listadas en la Tabla II, es posible que una determinación definitiva las incluya en alguna de las otras especies. Lo anterior, sumado a que un registro de *Solanum* podría corresponder a *S. montanum*, disminuiría el número de especies conocidas hasta ahora para el desierto costero de Arica y Tarapacá a un mínimo de 106.

Considerando las especies citadas por Sielfeld *et al.* (1995) para el área de Punta Gruesa, hay al menos cinco especies dentro de las mencionadas por dichos autores (citadas como *Oxalis berteriana* Gillies ex Hook. & Arn. Barnéoud [= *O. compacta* subsp. *berteriana* (Barnéoud) Lourteig], *Loasa sessiliflora* Phil., *Tetragonia trigona* Phil. [= *Tetragonia microcarpa* Phil.], *Palaua modesta* Reiche y *Cristaria formosula* I.M.Johnst. [= *Cristaria aspera* Gay var. *formosula* (I.M.Johnst.) M. Muñoz-Schick]) cuya presencia constituiría nuevos registros para el área de estudio y, en algunos casos, grandes extensiones en su rango de distribución. Los autores no han accedido a los materiales de herbario que respaldan dichos registros.

Los resultados del análisis de similitud apoyan la hipótesis planteada por Rundel *et al.* (1991), Dillon & Hoffmann (1997) y Dillon (2005) en cuanto a que existe una barrera para la dispersión de la flora cerca de la frontera chileno-peruana. Duncan & Dillon (1991) declaran haber realizado un análisis similar al presentado aquí; lamentablemente los resultados de tal análisis no fueron publicados. Lo expresado por Rundel *et al.* (1991), Dillon & Hoffmann (1997) y Dillon (2005) parece estar basado, al menos en parte, en los resultados no publicados que Duncan & Dillon (1991) obtuvieron. A diferencia de lo planteado por Rundel *et al.* (1991: 40) y Galán de Mera *et al.* (1997: 364), nuestros resultados sugieren que la zona de Arica está más relacionada desde el punto de vista de su flora vascular con las áreas situadas más al sur, en Chile, que con las del desierto costero del sur de Perú.

Una posible explicación para la discontinuidad de la flora entre los desiertos costeros de Chile y Perú es que las precipitaciones tienden a disminuir de sur a norte en la costa de Chile, al mismo tiempo que la geomorfología de acantilados expuestos a la costa al norte de Iquique parece ser en general menos apta para la acumulación permanente de neblinas, las que sin embargo parecen acumularse más hacia el interior, donde se ha documentado la presencia de formaciones de *Tillandsia* (Pinto *et al.* 2006). Lo anterior generaría una gradiente de aridez en la costa

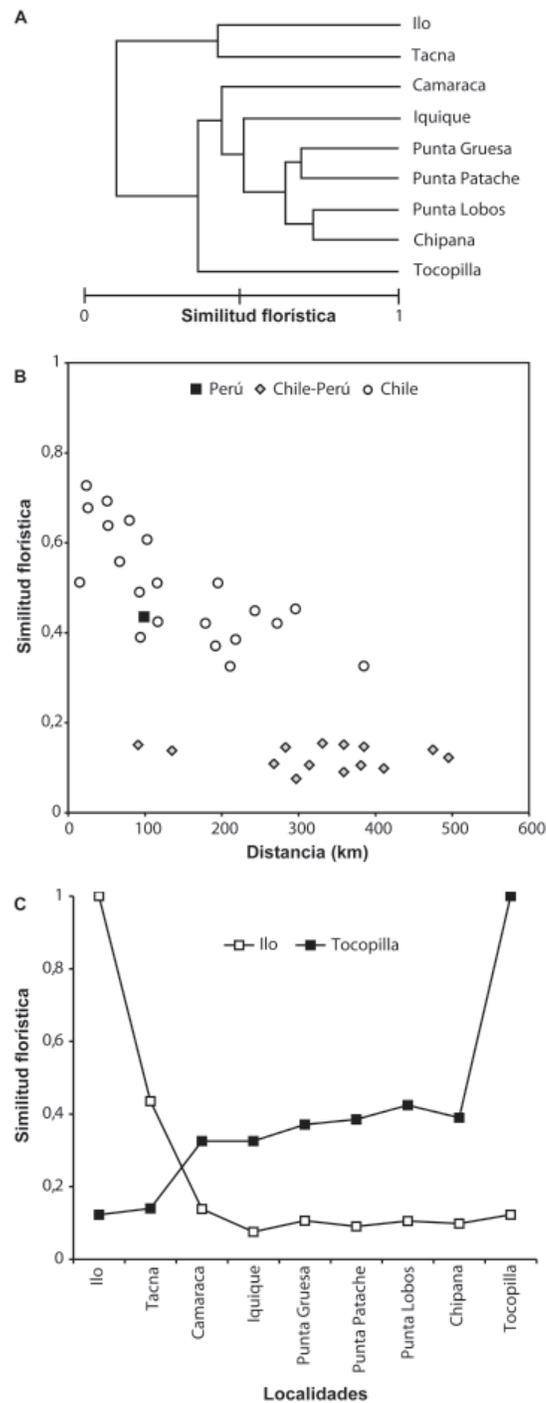


FIGURA 3. A. Dendrograma de similitud de Sørensen entre las localidades estudiadas. B. Comparación entre similitud florística de Sørensen y distancia geográfica, señalando separadamente comparaciones de pares de localidades en Perú, en Chile y entre Chile y Perú. C. Similitud florística de Sørensen de Ilo y Tocopilla con el resto de las localidades estudiadas.

FIGURE 3. A. Sørensen's floristic similarity dendrogram of the studied localities. B. Comparison between Sørensen's floristic similarity and geographic distance, indicating separately the pairwise comparisons of localities of Peru, Chile, and between Peru and Chile. C. Sørensen's floristic similarity of Ilo and Tocopilla with the other studied localities.

con un máximo a la latitud del límite chileno-peruano (Rundel *et al.* 1991). Una situación similar parece observarse en la tendencia de precipitaciones en el Departamento de Ica, Perú (Galán de Mera *et al.* 1997). Para esta zona Müller (1985b) y Galán de Mera *et al.* (1997) han planteado también la existencia de una barrera para la distribución norte-sur de la flora de la costa peruana.

Para producir una diferenciación florística con la magnitud que se muestra, las condiciones de aridez extrema tendrían que haber impedido permanentemente la migración norte-sur de la flora durante un período de tiempo prolongado. Ono (1986) sugiere que la vegetación de lomas de Perú y norte de Chile habría sido continua a lo largo de la costa en tiempos prehistóricos recientes, y que procesos de especiación en varios grupos diversos (e.g. *Loasa*, *Nolana*) habrían tenido lugar en parches aislados de este continuo, incluso hace menos de 10.000 años. Por otra parte, las interpretaciones de registros de madrigueras fósiles presentados para la latitud de Arica por Holmgren *et al.* (2008), aunque efectuadas a partir de datos obtenidos para elevaciones mayores

y de lugares relativamente alejados de la costa, señalan que las condiciones climáticas en la zona, al menos en lo que respecta a las precipitaciones, se habrían mantenido estables durante los últimos 3.000 años.

Es indudable que las floras vasculares de los desiertos de Atacama y de Perú están relacionadas; así lo muestran los análisis biogeográficos (e.g. Morrone 2001, 2004), y los estudios filogenéticos moleculares en diferentes grupos tales como *Malesherbia* sect. *Malesherbia* (Gengler-Nowak 2003), *Nasa* (Weigend *et al.* 2004), *Solanum* sect. *Lycopersicon* (Spooner *et al.* 2005), *Palaua* (Huertas *et al.* 2007), *Nolana* (Dillon *et al.* 2007b, Tu *et al.* 2008), *Heliotropium* sect. *Cochranea* (Luebert & Wen 2008), *Polyachyrus* (Katinas *et al.* 2008) que tienen representantes emparentados tanto en el desierto de Atacama como en el desierto peruano. Al mismo tiempo, algunas especies han sido documentadas tanto para la costa de Atacama como para la de Perú: *Alstroemeria paupercula*, *Argyria radiata*, *Astragalus triflorus*, *Bryantiella glutinosa*, *Calandrinia calycina*, *Chenopodium petiolare*, *Cistanthe celosioides*, *Cyclospermum laciniatum*,

TABLA III. Distancia geográfica (sobre la diagonal) y valores de similitud florística de Sørensen (bajo la diagonal) entre las localidades estudiadas. Las líneas separan las localidades de Perú (izquierda y arriba) y Chile (derecha y abajo).

TABLE III. Geographic distance (above diagonal) and Sørensen's floristic similarity values (below diagonal) among the studied localities. The lines divide the Peruvian (left and top) and Chilean (right and bottom) localities.

	Ilo	Tacna	Camaraca	Iquique	Punta Gruesa	Punta Patache	Punta Lobos	Chipana	Tocopilla
Ilo		99	135	297	314	359	381	411	495
Tacna	0,44		91	268	283	331	359	385	475
Camaraca	0,14	0,16		179	195	243	272	296	385
Iquique	0,08	0,11	0,42		15	67	93	116	211
Punta Gruesa	0,11	0,15	0,51	0,51		51	80	103	192
Punta Patache	0,09	0,15	0,45	0,56	0,69		26	52	218
Punta Lobos	0,11	0,15	0,42	0,49	0,65	0,68		24	117
Chipana	0,10	0,15	0,45	0,51	0,61	0,64	0,73		94
Tocopilla	0,12	0,14	0,33	0,34	0,37	0,40	0,43	0,40	

Drymaria paposana, *Encelia canescens*, *Haageocereus decumbens* (Fig. 2A), *Heliotropium krauseanum*, *Hoffmanseggia prostrata*, *Mirabilis elegans*, *Nasa urens*, *Nolana adansonii*, *Nolana gracillima*, *Nolana lycioides*, *Oenothera arequipensis*, *Oziroë biflora*, *Palaua dissecta*, *Polyachyrus annuus*, *Polyachyrus fuscus*, *Senna brongniartii*, *Solanum chilense*, *Solanum montanum*, *Suaeda foliosa*, *Tetragonia crystallina*, y *Tiquilia litoralis* (cf. Rundel *et al.* 1991: 41). Si efectivamente existe una barrera para la dispersión norte-sur de la flora, la presencia de elementos a ambos lados de la barrera requiere entonces de una explicación biogeográfica. Al menos dos explicaciones no excluyentes pueden ser planteadas: (i) algunos linajes se originaron con anterioridad al establecimiento de la barrera y quedaron aislados posteriormente; (ii) han tenido lugar eventos de dispersión con posterioridad al establecimiento de la barrera. El origen Plio-Pleistocénico propuesto para algunos de los linajes estudiados (e.g. *Heliotropium* sect. *Cochranea*, Luebert & Wen 2008, *Malesherbia* sect. *Malesherbia*, Gengler-Nowak 2002b, *Polyachyrus*, Katinas & Crisci 2000) apoyaría la primera explicación, bajo el supuesto de que esta barrera se habría formado durante el Cuaternario. La presencia de taxa relacionados en la costa y en el interior de los desiertos chileno y peruano en varios de los grupos mencionados podría ser una indicación de que los intercambios florísticos se habrían producido a través de las zonas precordilleranas bajas de los Andes, las que sometidas a una mayor influencia de los frentes tropicales, habrían recibido permanentemente más precipitaciones y habrían actuado como corredores para el desplazamiento norte-sur de la flora vascular, tal como ha sido sugerido en otros trabajos (Moreno *et al.* 1994, Luebert *et al.* 2009).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente a los curadores de los herbarios A, BM, CONC, EIF, F, GH, SGO, ULS, US por la buena disposición para su consulta. A Mélica Muñoz (Museo Nacional de Historia Natural, Santiago) por facilitar la consulta de bibliografía relevante y a Clodomiro Marticorena (Universidad de Concepción) por sus valiosos comentarios. El Dr. Michael O. Dillon (Field Museum, Chicago) determinó los ejemplares del género *Nolana* y el Dr. Roberto Rodríguez (Universidad de Concepción) determinó el

material de *Olsynium*. Patricio Pliscoff confeccionó el mapa base de la Figura 1, Nicolás García (Universidad de Chile, Santiago) proporcionó valiosa información sobre algunas especies, Christian Schwarzer (Freie Universität Berlin) facilitó bibliografía, Gina Arancio (Universidad de La Serena) colaboró en la determinación de los materiales colectados, y dos revisores contribuyeron con valiosas sugerencias. F. Luebert agradece el apoyo de la Agencia Alemana de Intercambio Académico (DAAD) y del Prof. Dr. Hartmut H. Hilger de la Freie Universität Berlin. Esta investigación recibió apoyo del proyecto SYNTHESYS <http://www.synthesys.info/> que es financiado por la European Community Research Infrastructure Action bajo el programa FP6 "Structuring the European Research Area".

BIBLIOGRAFIA

- ALMEYDA, E. 1950. Pluviometría de las zonas del desierto y las estepas cálidas de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. 162 pp.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- ARAKAKI, M. & A. CANO. 2003. Composición florística de la cuenca del río Ilo-Moquegua y Lomas de Ilo, Moquegua, Perú. *Revista Peruana de Biología* 10: 5-19.
- BENNETT, J.R. 2008. Revision of *Solanum* section *Regmandra* (Solanaceae). *Edinburgh Journal of Botany* 65: 69-112.
- BOUXIN, G. 2005. Ginkgo, a multivariate analysis package. *Journal of Vegetation Science* 16: 353-359.
- BRAKO, I. & J. ZARUCCHI. 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 45: 1-1286.
- BURKART, A. 1967. Sinopsis del género sudamericano de Leguminosas *Adesmia* DC. *Darwiniana* 14: 463-568.
- DE CÀCERES, M. 2005. Ginkgo user's manual, version 1.4. Unitat de Botànica, Universitat de Barcelona, Barcelona. 90 pp.
- DILLON, M.O. 1991. A new species of *Tillandsia* (Bromeliaceae) from the Atacama desert of northern Chile. *Brittonia* 43: 11-16.
- DILLON, M.O. 1997a. Checklist of Lomas de Ilo, Depto. Moquegua, Peru (17°45'S lat.). URL: <http://www.sacha.org/envir/deserts/locals/lists/ilo.htm>, viewed: 9 September 2008.
- DILLON, M.O. 1997b. Checklist of Lomas de Tacna, Depto. Tacna, Peru (17°48'-50'S lat.). URL: <http://www.sacha.org/envir/deserts/locals/lists/tacna.htm>, viewed: 9 September 2008.

- DILLON, M.O. 2005. The Solanaceae of the Lomas formations of coastal Peru and Chile. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 104: 131-156.
- DILLON, M.O. & M. MUÑOZ-SCHICK. 1993. Revision of the dioecious genus *Griselinia* (Griselinaceae), including a new species of the coastal Atacama desert of northern Chile. *Brittonia* 45: 261-274.
- DILLON, M.O. & A.E. HOFFMANN. 1997. Lomas formations of the Atacama Desert, northern Chile. In: *Centres of Plant Diversity: The Americas* (eds. S.D. Davis, V.H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villalobos & A.C. Hamilton), pp. 528-535. WWF-IUCN, Cambridge.
- DILLON, M.O., G. ARANCO & F. LUEBERT. 2007a. Five new species of *Nolana* (Solanaceae-Nolaneae) from Chile. *Arnaldoa* 14: 191-212.
- DILLON, M.O., T. TU, A. SOEJIMA, T. YI, Z. NIE, A. TYE & J. WEN. 2007b. Phylogeny of *Nolana* (Solanoideae-Solanaceae) inferred from granule-bound starch synthase I (GBSSI or Waxy) marker. *Taxon* 56: 1000-1011.
- DUNCAN, T. & M.O. DILLON. 1991. Numerical analysis of the floristic relationships of the lomas of Peru and Chile. *American Journal of Botany* 78 (suppl.): 183 (abstract).
- FERREYRA, R. 1961. Las lomas costaneras del extremo sur del Perú. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 9: 87-120.
- FERREYRA, R. 1983. Los tipos de vegetación de la costa peruana. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 40: 241-256.
- GALÁN DE MERA, A., J.A. VICENTE ORELLANA, J.A. LUCAS GARCÍA & A. PROBANZA LOBO. 1997. Phytogeographical sectoring of the Peruvian coast. *Global Ecology and Biogeography Letters* 6: 349-367.
- GALÁN DE MERA, A., C. CÁCERES & A. GONZÁLEZ. 2003. Nuevas adiciones a la flora del Perú, III. *Candollea* 58: 325-337.
- GARREAUD, R.D. & D.S. BATTISTI. 1999. Interannual (ENSO) and interdecadal (ENSO-like) variability in the Southern Hemisphere tropospheric circulation. *Journal of Climate* 12: 2113-2123.
- GENGLER-NOWAK, K. 2002a. Phenetic analyses of morphological traits in the *Malesherbia humilis* complex (Malesherbiaceae). *Taxon* 51: 281-293.
- GENGLER-NOWAK, K. 2002b. Reconstruction of the biogeographical history of Malesherbiaceae. *Botanical Review* 68: 171-188.
- GENGLER-NOWAK, K. 2003. Molecular phylogeny and taxonomy of Malesherbiaceae. *Systematic Botany* 28: 333-344.
- GRAU, J. & E. GRONBACH. 1984. Untersuchungen zur Variabilität in der Gattung *Schizanthus* (Solanaceae). *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München* 20: 111-203.
- GUAGLIANONE, E.R. & S. ARROYO-LEUENBERGER. 2002. The South American genus *Oziroë* (Hyacinthaceae, Oziroëoideae). *Darwiniana* 40: 61-76.
- HOLMGREN, C.A., E. ROSELLO, C. LATORRE & J.L. BETANCOURT. 2008. Late-Holocene fossil rodent middens from the Arica region of northernmost Chile. *Journal of Arid Environments* 72: 677-686.
- HUERTAS, M.L., J.V. SCHNEIDER & G. ZIZKA. 2007. Phylogenetic analysis of *Palaua* (Malveae, Malvaceae), based on plastid and nuclear sequences. *Systematic Botany* 32: 157-165.
- HUNT, D., N. TAYLOR & G. CHARLES (eds.). 2006. *The New Cactus Lexicon*. Vol. 1. DH Books, Milborne Port. 373 pp.
- JAFFUEL, F. 1936. Excursiones botánicas en los alrededores de Tocopilla. *Revista Chilena de Historia Natural* 40: 265-274.
- JOHNSTON, I.M. 1929a. The coastal flora of the departments of Chañaral and Taltal. *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University* 85: 1-138.
- JOHNSTON, I.M. 1929b. The flora of the Nitrate Coast. *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University* 85: 138-163.
- JOHNSTON, I.M. 1930. Some notes on the flora of northern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 34: 228-234.
- JOHNSTON, I.M. 1932. New records for the flora of the Nitrate Coast. *Revista Chilena de Historia Natural* 36: 4-8.
- JOHNSTON, I.M. 1936. A study of the Nolanaceae. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 71: 1-83.
- JOHNSTON, I.M. 1937. Studies in the Boraginaceae XII. 2. Novelties and critical notes. *Journal of Arnold Arboretum* 18: 10-25.
- KATINAS, L. & J.V. CRISCI. 2000. Cladistic and biogeographic analyses of the genera *Moscharia* and *Polyachyrus* (Asteraceae, Mutisieae). *Systematic Botany* 25: 33-46.
- KATINAS, L., J.V. CRISCI, R. SCHMIDT JABAILY, C. WILLIAMS, J. WALKER, B. DREW, J.M. BONIFACINO & K.J. SYTSMAN. 2008. Evolution of secondary heads in Nassauviinae (Asteraceae, Mutisieae). *American Journal of Botany* 95: 229-240.
- KOHLER, A. 1970. Geobotanische Untersuchungen an Küstendünen Chiles zwischen 27 und 42 Grad südl. Breite. *Botanische Jahrbücher* 90: 55-200.
- LOURTEIG, A. 2000. *Oxalis* L. Subgéneros *Monoxalis* (Small) Lourt., *Oxalis* y *Trifidus* Lourt. *Bradea* 7: 201-629.
- LUEBERT, F. & R. PINTO. 2004. Nota sobre la presencia de *Heliotropium krauseanum* Fedde (Heliotropiaceae) en Chile. *Gayana Botánica* 61: 60-62.
- LUEBERT, F., N. GARCÍA & N. SCHULZ. 2007. Observaciones sobre la flora y vegetación de los alrededores de Tocopilla (Chile). *Boletín Museo Nacional de Historia Natural* 56: 27-52.
- LUEBERT, F. & J. WEN. 2008. Phylogenetic analysis and evolutionary diversification of *Heliotropium* sect. *Cochranea* (Heliotropiaceae) in the Atacama Desert. *Systematic Botany* 33: 390-402.
- LUEBERT, F., J. WEN & M.O. DILLON. 2009. Systematic placement and biogeographical relationships of the monotypic genera *Gypothammium* and *Oxyphyllum*

- (Asteraceae: Mutisioideae) from the Atacama Desert. Botanical Journal of the Linnean Society 159: 32-51.
- MACBRIDE, J.F. 1936. Flora of Peru: Liliaceae. Field Museum of Natural History Botanical Series Vol. XIII, Part I, Nº3: 617-630.
- MACBRIDE, J.F. 1937. Flora of Peru: Aizoaceae. Field Museum of Natural History Botanical Series Vol. XIII, Part II: 558-562.
- MACBRIDE, J.F. 1962. Flora of Peru: Solanaceae. Field Museum of Natural History Botanical Series Vol. XIII, Part V-B: 1-267.
- MALME, G.O.A. 1936. Beiträge zur Kenntnis der chilenischen Asklepiadazeen. Arkiv för Botanik 28B: 1-6.
- MARTICORENA, A. 2005. Malvaceae (excepto *Cristaria*). En: Flora de Chile (eds. C. Marticorena & R. Rodríguez), Vol. 2(3), pp. 22-33, 54-105. Universidad de Concepción, Concepción.
- MARTICORENA, C. & M. QUEZADA. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica 42: 1-157.
- MARTICORENA, C. & M. QUEZADA. 1991. Adiciones y notas a la flora de Chile. Gayana Botánica 48: 121-126.
- MARTICORENA, C., O. MATTHEI, R. RODRÍGUEZ, M.T.K. ARROYO, M. MUÑOZ, F. SQUEO & G. ARANCIO. 1998. Catálogo de la flora vascular de la Segunda Región (Región de Antofagasta), Chile. Gayana Botánica 55: 23-83.
- MARTICORENA, C., F. SQUEO, G. ARANCIO & M. MUÑOZ. 2001. Catálogo de la flora vascular de la IV Región de Coquimbo. En: Libro Rojo de la flora nativa de la Región de Coquimbo, y de los sitios prioritarios para su conservación (eds. F.A. Squeo, G. Arancio & J.R. Gutiérrez), pp. 105-142. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena.
- MATHIAS, M.E. & L. CONSTANCE. 1962. A revision of *Astericum* and some related Hydrocotyloid Umbelliferae. University of California Publications in Botany 33: 99-184.
- MESA, A., M. MUÑOZ-SCHICK & R. PINTO. 1998. Presencia de *Nolana adansonii* (Roemer y Schultes) Johnst. y *Nolana intonsa* Johnst. (Nolanaceae) en el desierto costero de Iquique, norte de Chile. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural 333: 3-7.
- MORENO, P., C. VILLAGRÁN, P.A. MARQUET & L. MARSHALL. 1994. Quaternary paleobiogeography of northern and central Chile. Revista Chilena de Historia Natural 67: 487-502.
- MORRONE, J.J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe. M&T - Manuales & Tesis SEA, vol. 3, Zaragoza.
- MORRONE, J.J. 2004. La zona de transición sudamericana: caracterización y relevancia evolutiva. Acta Entomológica Chilena 28: 41-50.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York. 547 pp.
- MÜLLER, G.K. 1985a. Die Pflanzengesellschaften der Loma-Gebiete Zentralperus. Wissenschaftliche Zeitschrift Karl-Marx-Universität Leipzig, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe 34: 317-356.
- MÜLLER, G.K. 1985b. Zur floristischen Analyse der peruanischen Loma-Vegetation. Flora 176: 153-165.
- MÜLLER, G.K. 1989. Zur Flora der Lomas von Atacongo. In: Catalogus Herbarii Lipsiensis – Plantae Neotropicae II – (eds. P. Gutte, C. Müller, G.K. Müller & D.L. Schulz), pp. 66-82. Karl-Marx-Universität, Leipzig.
- MUÑOZ-SCHICK, M. 1995. Revisión del género *Cristaria* (Malvaceae) en Chile. Boletín Museo Nacional de Historia Natural Chile 45: 45-110.
- MUÑOZ-SCHICK, M. 2005. *Cristaria*. En: Flora de Chile (eds. C. Marticorena & R. Rodríguez), Vol. 2(3), pp. 33-54. Universidad de Concepción, Concepción.
- MUÑOZ-SCHICK, M. 2000. Novedades en la familia Alstroemeriaceae. Gayana Botánica 57: 55-59.
- MUÑOZ-SCHICK, M., R. PINTO, A. MESA & A. MOREIRA-MUÑOZ. 2001. "Oasis de neblina" en los cerros costeros del sur de Iquique, Región de Tarapacá, Chile, durante el evento El Niño 1997-1998. Revista Chilena de Historia Natural 74: 389-405.
- ONO, M. 1986. Definition, classification and taxonomic significance of the lomas vegetation. In: Taxonomic in ecological studies on the lomas vegetation in the Pacific coast of Peru (ed. M. Ono), pp. 5-14. Makino Herbarium, Tokyo Metropolitan University, Tokyo.
- PHILIPPI, R.A. 1860. Viaje al desierto de Atacama hecho de orden del Gobierno de Chile en el verano de 1853-54. Halle. 236 pp.
- PINTO, R. 1999. "Oasis de Niebla, El Niño 1997". Una expedición botánica a los cerros costeros de Iquique. Ograma, Chile. 100 pp.
- PINTO, R. 2005. A new species of *Erioseye* (Cactaceae) from the northernmost coast of Chile. Bradleya 23: 1-6.
- PINTO, R. 2007. Estado de conservación de *Eulychnia iquiquensis* (Schumann) Britton et Rose (Cactaceae) en el extremo norte de Chile. Gayana Botánica 64: 98-109.
- PINTO, R. & A. KIRBERG. 2005. Conservation status of the genus *Erioseye* (Cactaceae) in northernmost Chile. Bradleya 23: 7-16.
- PINTO, R., I. BARRÍA & P.A. MARQUET. 2006. Geographical distribution of *Tillandsia* lomas in the Atacama Desert, northern Chile. Journal of Arid Environments 65: 543-552.
- RAUH, W. 1985. The Peruvian-Chilean Deserts. In: Hots Deserts and Arid Shrublands, Ecosystems of the World, vol. 12A (eds. M. Evenari, I. Noy-Meir & D.W. Goodall), pp. 239-267. Elsevier, Amsterdam.
- REICHE, K. 1907. Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile. Die Vegetation der Erde 8: 1-394.
- RICARDI, M. 1967. Revisión taxonómica de las Malesherbiáceas. Gayana Botánica 16: 3-139.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., D. SÁNCHEZ-MATA & M. COSTA. 1999. Syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America, II. Itinera Geobotanica 12: 5-316.

- RODRÍGUEZ, R. & C. MARTICORENA. 2000. Comentarios taxonómicos en Iridaceae chilenas. *Gayana Botánica* 57: 169-179.
- ROSSBACH, R.P. 1943. El género *Spergularia* (Caryophyllaceae) en Chile. *Darwiniana* 6: 211-256.
- RUNDEL, P.W., M.O. DILLON, B. PALMA, H. MOONEY, S.L. GULMON & J.R. EHLERINGER. 1991. The phytogeography and ecology of the coastal Atacama and Peruvian deserts. *Aliso* 13: 1-50.
- RUNDEL, P.W., M.O. DILLON & B. PALMA. 1996. Flora and vegetation of Pan de Azúcar National Park in the Atacama desert of northern Chile. *Gayana Botánica* 53: 295-315.
- SELFIELD, W., E. MIRANDA & J. TORRES. 1995. Información preliminar sobre los oasis de niebla de la costa de la Primera Región de Tarapacá. Programa de Recursos Hídricos y Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat, Iquique, 55 pp.
- SPOONER, D.M., I.E. PERALTA & S. KNAPP. 2005. Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes [*Solanum* L. section *Lycopersicon* (Mill.) Wettst.]. *Taxon* 54: 46-61.
- TAYLOR, C.M. 1994. Revision of *Tetragonia* (Aizoaceae) in South America. *Systematic Botany* 19: 575-589.
- TRAUB, H.P. 1954. The genus *Nothoscordum*: diagnosis, key to species, and synonymy. *Plant Life* 10(2-4): 123-127.
- TU, T., M.O. DILLON, H. SUN & J. WEN. 2008. Phylogeny of *Nolana* (Solanaceae) of the Atacama and Peruvian Deserts inferred from sequences of four plastid markers and the nuclear *LEAFY* second intron. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 49: 561-573.
- ULLOA ULLOA C., J.L. ZARUCCHI & B. LEÓN. 2004. Diez años de adiciones a la flora del Perú: 1993-2003. *Arnaldoa* (Edic. Esp. Noviembre 2004): 1-242.
- VALENZUELA, A. 1970. *Tigridia philippiana* Johnston. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso* 3: 59-64.
- WEIGEND, M., M. GOTTSCHLING, S. HOOT & M. ACKERMANN. 2004. A preliminary phylogeny of Loasaceae subfam. Loasoideae (Angiospermae: Cornales) based on trnL_(UAA) sequence data, with consequences for systematics and historical biogeography. *Organisms, Diversity and Evolution* 4: 73-90.

Recibido: 29.09.08
Aceptado: 05.12.08