



**INFORME
PROYECTO ESTUDIO**

**ESTUDIO DE LA FLORA COSTERA, EVENTO EL NIÑO 2009,
REGIÓN DE TARAPACÁ**



Lycium leiostemum, Punta Lobos, octubre 2009

Raquel Pinto B.
floratacama@gmail.com

Marzo 2010
Iquique

CONTENIDO

	Pág
1. INTRODUCCIÓN	2
2. OBJETIVOS	4
3. ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA	5
4. RESULTADOS.....	7
4.1. Descripción de los ecosistemas visitados	12
4.2. Nuevas localidades visitadas	16
4.3. Sitios Prioritarios para la Conservación de Biodiversidad	16
4.4. Amenazas.....	19
5. CONCLUSIÓN	21
5.1. Propuestas	22
6. BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXO I (Mapa)	30
ANEXO II (Registro Fotográfico).....	31
ANEXO III (Concesiones mineras costeras).....	49

1. INTRODUCCIÓN

La formación de una neblina costera denominada "camanchaca", que se presenta a lo largo de la Cordillera de la Costa (700 y 1000 m de altitud) permite el desarrollo de un tipo de vegetación baja que conforma los ecosistemas de niebla costeros. Estas comunidades representan islas separadas por un hábitat híper árido desprovisto de vegetación. El grado de desarrollo y aparición de especies en ellos, depende del comportamiento del régimen de precipitaciones y del aumento en el grosor de la capa de niebla (300 a 1000 m de altitud) fenómenos asociados a eventos El Niño.

La flora costera del extremo norte de Chile había sido muy poco estudiada hasta los registros realizados por R. Pinto durante El Niño 1997 en la Región de Tarapacá (Muñoz *et al*, 2001). En ese trabajo se indica la presencia de 72 especies de plantas vasculares, de las cuales 31 (43%) son endémicas de Chile, 38 (52,8%) son nativas no endémicas y tres (4,2%) son adventicias. De las especies endémicas, 26 (36,1%) habitan sectores costeros entre las Regiones de Tarapacá y Coquimbo, sólo cinco especies endémicas sobrepasan este rango de distribución, tres hasta la Región de Valparaíso, y dos hasta las Regiones del Maule y Biobío. A la vez, cuatro especies corresponden a endémicas locales, es decir, están presentes sólo en la Región de Tarapacá. Anterior a este estudio los antecedentes bibliográficos para la zona eran escasos y fragmentarios (Johnston, 1929, Werdermann 1931). Existían muy pocas colectas, donde destacan las de Martens en 1904, Reiche y Werderman en 1925, Ritter en 1950 y Sielfeld en 1992.

Recientemente Pinto & Luebert (2009) publicaron 156 nuevos registros para la flora vascular del desierto costero del norte de Chile abarcando las regiones de Arica y Tarapacá (18°38'S - 21°20'S). De ellos, una especie es un nuevo registro para Chile, *Tetragonia crystallina* especie peruana que aumenta su rango de distribución al sur. Una especie es nueva para la ciencia, *Nothoscordum* sp (en estudio) y 23 especies son nuevos límites de distribución. En ese trabajo se reportan por primera vez listados florísticos de tres localidades costeras del extremo norte de Chile, Cerro Camaraca, Punta Madrid y Caleta Junín. Con estos nuevos registros, la flora vascular del desierto costero de las Regiones de Arica y Tarapacá queda formada por 116 especies, lo que supone la adición de 34 especies en relación con lo previamente reportado. Estos antecedentes fueron registrados de colectas realizadas por R. Pinto durante El Niño 2002.

Con relación al grado de conocimiento que se posee de estas formaciones vegetacionales y de su asociatividad al fenómeno ENOS en sus fases El Niño y La Niña, no se ha podido determinar con certeza los patrones de floración y de expansión o constricción de la

vegetación, así como los posibles orígenes de la flora costera, sus relaciones florísticas con regiones biogeográficas vecinas y su eventual respuesta a cambios globales.

Actualmente, se cuenta sólo con escasos estudios poblacionales en estos ecosistemas, como es el caso de las especies de cactáceas *Erioseya* y *Eulychnia* (Pinto & Kirberg, 2005; Pinto, 2007). *Eulychnia iquiquensis* corresponde a una especie endémica de la costa pacífica y catalogada por el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) como *En Peligro*, para las poblaciones del extremo norte de Chile, dado el alto grado de deterioro en que se encuentran sus poblaciones de Arica a Antofagasta.

La zona costera del norte de Chile presenta una gran variación interanual de las precipitaciones las que están asociadas a ciclos ENSO, con períodos de 5 a 7 años extremadamente secos, alternados con fases muy cortas de precipitaciones excepcionales, localizadas y estacionalmente concentradas (**Gráfico 1**). Las lluvias producen la emergencia de una gran cantidad de especies herbáceas y rebrote de especies arbustivas, que no es posible observar durante los períodos de extrema aridez. Esto deja muy poco tiempo para la realización de colecciones botánicas. El 2 de julio de este año (2009) cayó sobre Iquique una suave llovizna. Según los datos de la Dirección General de Aguas DGA regional, se registraron 3 mm en Iquique y en el aeropuerto de Chuqumata a 37 km al sur de Iquique se registraron 2 mm (dato de la Dirección Meteorológica de Chile), ambos datos medidos a 50 msnm. De aquí la importancia de registrar la respuesta de la vegetación a este nuevo evento El Niño 2009, que nos permitirá ir ampliando el conocimiento de los ecosistemas de niebla costera de la zona norte de Chile.

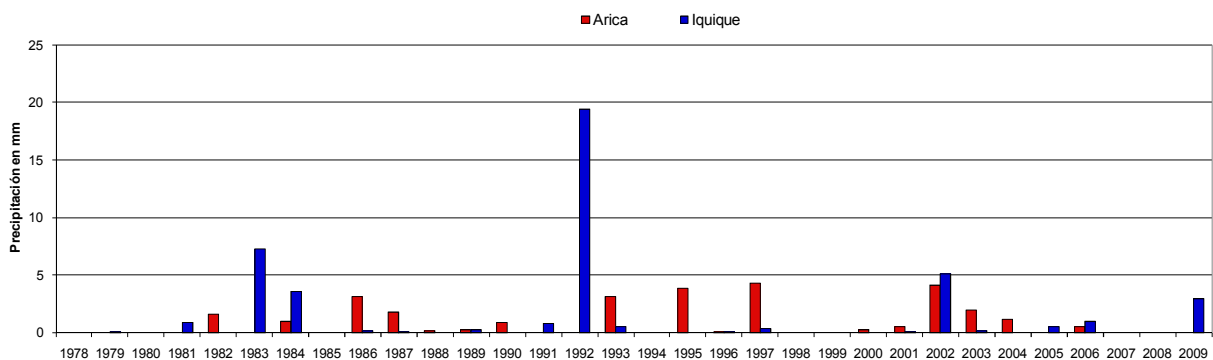


Gráfico 1. Precipitación anual en mm de los últimos 31 años registrada en las ciudades costeras de Arica e Iquique. Datos proporcionados por la Dirección General de Aguas.

Es por esto, que dado al Evento El Niño pronosticado para este período, se propone este Estudio, considerando que las condiciones climáticas permitirán observar el desarrollo vegetacional de los ecosistemas de niebla costera presente en la región de Tarapacá. El estudio plantea la prospección en al menos los siguientes oasis de niebla: Alto Junín, Caleta Buena, Huantajaya, Huantaca, Altos de Punta Gruesa, Altos de Punta de Lobos, Altos de Patache, Pabellón de Pica y Altos de Chipana.

De los 9 ecosistemas de niebla costeros conocidos en el extremo norte de Chile, 2 (Camaraca y Punta Madrid) corresponden a la Provincia de Arica en la Región Arica-Parinacota y 7 (Junín, Caleta Buena, Iquique (Huantaca y Huantajaya), Punta Gruesa, Punta Patache (Patache y Pabellón de Pica), Punta Lobos y Chipana) a la Provincia de Iquique en la Región de Tarapacá (Muñoz *et al*, 2001; Pinto & Luebert, 2009). Todos ellos fueron incluidos en el listado de Sitios Propuestos para la Conservación de Biodiversidad en la Estrategia Regional del 2002, sin embargo, ninguno de ellos fue considerado como relevante. Luego de la división regional se hizo una actualización de los Sitios Prioritarios (CONAMA, 2008), donde los ecosistemas de niebla fueron considerados como Sitios de Segunda Prioridad. Parte del ecosistema de niebla de Patache se encuentra desde fines del 2007 bajo la categoría de Área Protegida, ya que esta área fue cedida por 25 años por el Ministerio de Bienes Nacionales a la Pontificia Universidad Católica de Chile para realizar proyectos de investigación y conservación.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Prospeccionar el desarrollo vegetacional de la flora costera presente en los ecosistemas de Oasis de Niebla de la Región de Tarapacá, por efecto del Evento El Niño, período 2009-2010.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar un catastro de las especies que se registren durante este nuevo evento Niño 2009
- Búsqueda de otras posibles localidades de ecosistemas de niebla costeros.
- Comparar la información obtenida con los eventos El Niño de los años 1997 y 2002.

3. ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA

Durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2009, se realizaron diferentes recorridos en siete ecosistemas de niebla costeros conocidos de las regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá. De ellos, cinco corresponden a la región de Tarapacá: Chipana, Punta Lobos, Punta Patache, Punta Gruesa y Junín, y dos de ellos a la región de Arica: Punta Madrid y Camaraca. Los ecosistemas de niebla de Caleta Buena, Iquique y Pabellón de Pica no fueron visitados en esta oportunidad, ya que para el evento El Niño 2002 no se registró ninguna especie viva en Caleta Buena y un mínimo desarrollo de vegetación en los otros dos ecosistemas donde aparecieron muy pocas especies, muy pocas plantas y muy pequeñas que no alcanzaron a florecer. Cabe decir que dicho evento El Niño 2002, tuvo una mayor intensidad que el evento El Niño del 2009.

Se realizó un total de catorce recorridos de aproximadamente un kilómetro en línea recta a lo largo del acantilado, lo que da alrededor de unos 30 km caminados en terreno durante la colecta. En cada uno de los sitios visitados el recorrido se realizó en lo alto del acantilado costero y en aquellos donde es posible el acceso desde la base del acantilado (o sea en los ecosistemas de niebla que se encuentran al sur de Iquique) se realizó un recorrido ascendente de aproximadamente igual extensión hasta los 500 a 600 metros de altitud. Estos sitios corresponden a Punta Gruesa y Punta Lobos. Los sitios de Patache y Chipana no se recorrieron desde la base ya que para el evento El Niño 2002 no hubo aparición de vegetación a esa altitud tan baja. En la **TABLA I** se indican las localidades visitadas enumeradas en un gradiente latitudinal de sur a norte, el número de recorridos realizados, la fecha de visita, las coordenadas UTM (Datum WG 84) de puntos extremos de cada recorrido y la altitud. Las localidades visitadas se muestran en el **Mapa 1 (en ANEXO I)**.

Se adjunta un CD con el Informe y tres Anexos, Archivo SIG donde se indican las especies registradas en cada uno de los ecosistemas de niebla visitados y un archivo KML del Google Earth donde se indican los recorridos realizados en este estudio.

TABLA I

Localidades visitadas, número de recorridos, fecha, y coordenadas geográficas de los puntos extremos de cada uno de los recorridos realizados en los ecosistemas de niebla costeros del extremo norte de Chile, durante octubre a diciembre del 2009.

N°	Localidad	N° recorrido	Fecha	Coordenadas UTM		altitud (m)
1	Chipana, extremo sur, Alto Loa	1	08-10-2009	393149	7636072	720
	Chipana, extremo norte, Alto Loa			393481	7636969	810
	Chipana, Paiquina	2	08-10-2009	391849	7645379	850
	Chipana, Paiquina			391531	7645843	845
	Chipana	3	06-10-2009	390855	7647912	919
	Chipana			390234	7648079	902
	Chipana, extremo norte, Alto Guanillos			389139	7652797	799
	Chipana, extremo norte, Alto Guanillos	4	07-10-2009	388750	7653114	812
2	Punta Lobos	5	11-10-2009	383002	7671083	748
	Punta Lobos			382567	7671612	870
	Punta Lobos	6	06-12-2009	380044	7672406	53
	Punta Lobos			380788	7672447	300
3	Punta Patache	7	20-10-2009	379598	7696714	757
	Punta Patache			379008	7697913	737
4	Punta Gruesa	8	08-12-2009	381871	7745881	1006
	Punta Gruesa			380002	7747459	825
	Punta Gruesa	9	21-12-2009	379771	7745747	250
	Punta Gruesa			380996	7745744	600
5	Junin	10	12-12-2009	376861	7829185	770
	Junin			376379	7829833	828
6	Punta Madrid, extremo sur	11	20-12-2009	362483	7896610	825
	Punta Madrid, extremo sur, Casa Chica			362887	7897470	805
	Punta Madrid	12	21-12-2009	363429	7903054	1068
	Punta Madrid, extremo norte, Cerro Argolla	13	17-12-2009	361534	7910838	1060
	Punta Madrid, extremo norte, Sur de Cabo Lobos			360301	7914978	900
7	Camaraca	14	19-12-2009	359943	7934695	780
	Camaraca			359876	7935078	850

Además del registro de flora existente en cada uno de los sitios visitados se colectó material de herbario de cada una de las especies diferentes para su posterior correcta identificación. Este material será depositado en el herbario del Museo Nacional de Historia Natural en Santiago.

Los registros de precipitación de Arica e Iquique fueron facilitados por la Dirección de Aguas DGA Región de Tarapacá de las estaciones meteorológicas que ellos mantienen. Llama la atención que el Centro del Desierto de Atacama de la Pontificia Universidad Católica de Chile quien tiene a cargo la concesión de terreno en Alto Patache para fines de investigación y conservación oficialmente desde el año 2007, a pesar de que están en el lugar desde 1997, no hayan registrado el agua que cayó el año 2009 en sus instalaciones que se encuentran a 750 m.

4. RESULTADOS

Durante este muestreo y a lo largo de todos los recorridos que se realizaron en los siete ecosistemas de niebla visitados indicados en la **TABLA I**, se registró un total de 63 especies de plantas vasculares. La **TABLA II** muestra el listado de especies registradas, ordenadas por orden alfabético.

El grado de desarrollo de la vegetación costera está de acuerdo a la cantidad de agua recibida durante los meses de invierno. Esto se refleja en el número de especies que aparecen (diversidad), en la densidad de plantas por especie, en el tamaño que alcanzan las plantas, en el grado de floración (número, tamaño y colorido de las flores), en el grado de fructificación (número y tamaño del fruto, así como número de semillas por fruto).

Dado que las precipitaciones registradas durante el 2009 en la costa del norte de Chile fueron de muy baja intensidad, menores que lo ocurrido el 2002, el desarrollo de la vegetación como respuesta al evento El Niño 2009 fue muy escaso tanto en número de especies como en la densidad y tamaño que alcanzaron las plantas. En relación al número de especies registradas durante este muestreo (63 especies), éste corresponde al 54 % del total de especies registradas en años anteriores (116 especies). El número de especies registradas por localidad corresponden a: 13 especies en Camaraca, 3 especies en Punta Madrid, 5 especies en Junín, 6 especies en Punta Gruesa, 23 especies en Patache, 36 especies en Punta Lobos y 35 especies en Chipana. La **TABLA III** muestra los registros de especies por localidad, ordenados de norte a sur. Se indica en rojo los registros efectuados durante este monitoreo del 2009, comparándolos con los registros realizados en años anteriores publicados por Pinto & Luebert (2009). La **TABLA IV** indica la respuesta que tuvo la vegetación en porcentaje de aparición de especies por localidad respecto a lo citado previamente para cada una de las localidades. Para este cálculo no se consideraron las especies que se desarrollaron u aparecieron bajo los atrapa nieblas instalados en años anteriores. En los registros del evento El Niño 2009, se ve una clara disminución de respuesta vegetacional hacia el norte de Chipana a Iquique.

Esta reducción también se refleja en el número de géneros (53 %) y en el número de familias (66 %) registradas durante el presente año, respecto a lo registrado en años anteriores (**TABLA V**).

TABLA II

Listado de especies de plantas vasculares registradas durante el evento El Niño 2009.

N°	Especie
1	<i>Adiantum chilense</i> Kaulf. var. <i>hirsutum</i> Hook. et Grev.
2	<i>Alstroemeria</i> cfr. <i>philippi</i> Baker (Amaryllidaceae)
3	<i>Alstroemeria lutea</i> M. Muñoz-Schick (Amaryllidaceae)
4	<i>Atriplex taltalensis</i> I.M. Johnst.
5	<i>Bahia ambrosioides</i> Lag.
6	<i>Bromus berterianus</i> Colla
7	<i>Bryantiella glutinosa</i> (Phil.) J.M. Porter
8	<i>Calandrinia litoralis</i> Phil.
9	<i>Chenopodium petiolare</i> Kunth
10	<i>Cistanthe amarantoides</i> (Phil.) Carolin ex Hershk.
11	<i>Cistanthe celosioides</i> (Phil.) Carolin ex Hershk.
12	<i>Cistanthe grandiflora</i> (Lindl.) Carolin ex Hershk.
13	<i>Cistanthe</i> sp1
14	<i>Cistanthe</i> sp2
15	<i>Cistanthe</i> sp3
16	<i>Cristaria dissecta</i> Hook. et Arn. var. <i>dissecta</i>
17	<i>Cristaria molinae</i> Gay
18	<i>Cryptantha filiformis</i> (Phil.) Reiche
19	<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (Förster) Anderson
20	<i>Ephedra breana</i> Phil.
21	<i>Eriosyce caligophila</i> R. Pinto
22	<i>Eriosyce iquiquensis</i> (F. Ritter) Ferryman
23	<i>Eulychnia iquiquensis</i> (Schum.) Britton et Rose
24	<i>Frankenia chilensis</i> C. Presl
25	<i>Glandularia atacamensis</i> Reiche
26	<i>Haageocereus decumbens</i> (Vaup) Backbg.
27	<i>Jarava vaginata</i> (Phil.) F. Rojas
28	<i>Leucocoryne appendiculata</i> Phil.
29	<i>Loasa nitida</i> Desr.
30	<i>Lycium</i> cfr. <i>deserti</i> Phil.
31	<i>Lycium leiostemum</i> Wedd.
32	<i>Malesherbia multiflora</i> Ricardi
33	<i>Mirabilis elegans</i> (Choisy) Heimerl
34	<i>Nassella pungens</i> E. Desv.
35	<i>Nicotiana solanifolia</i> Walp.
36	<i>Nolana aplocaryoides</i> (Gaudich.) I.M. Johnst. (Nolanaceae)
37	<i>Nolana divaricata</i> (Lindley) I.M. Johnst. (Nolanaceae)
38	<i>Nolana intonsa</i> I.M. Johnst. (Nolanaceae)
39	<i>Nolana jaffuelii</i> I.M. Johnst. (Nolanaceae)
40	<i>Nolana lycioides</i> I.M. Johnst. (Nolanaceae)
41	<i>Nolana peruviana</i> (Gaudich.) I.M. Johnst. (Nolanaceae)
42	<i>Nolana sedifolia</i> Poepp. (Nolanaceae)
43	<i>Nolana</i> sp2 (Nolanaceae)
44	<i>Nothoscordum</i> sp.
45	<i>Olsynium junceum</i> (E. Mey. ex J.S. Presl) Goldblatt
46	<i>Ophryosporus floribundus</i> (DC.) King & Rob.
47	<i>Oxalis bulbocastanum</i> Phil.
48	<i>Oziroë biflora</i> (Ruiz et Pav.) Speta
49	<i>Parietaria debilis</i> G. Forster
50	<i>Perityle emoryi</i> Torr.
51	<i>Philippiamra pachyphylla</i> (Phil.) Kuntze
52	<i>Polyachyrus annuus</i> I.M. Johnst.
53	<i>Polyachyrus fuscus</i> (Meyen) Meyen et Walp.
54	<i>Polypogon australis</i> Brongn.
55	<i>Sicyos baderoa</i> Hook. et Arn.
56	<i>Solanum brachyantherum</i> Phil.
57	<i>Solanum chilense</i> (Dunal) Reiche
58	<i>Solanum pinnatum</i> Cav.
59	<i>Tetragonia angustifolia</i> Barnéoud
60	<i>Tetragonia ovata</i> Phil.
61	<i>Tigridia philippiana</i> I.M. Johnst.
62	<i>Tillandsia landbeckii</i> Phil.
63	<i>Zephyra elegans</i> D. Don

TABLA III

Listado de especies de plantas vasculares registradas durante el evento El Niño 2009 en cada uno de los ecosistemas de niebla (en rojo) de Arica y Tarapacá en el extremo norte de Chile, comparando con el listado de especies realizados en años anteriores por Pinto & Luebert (2009). Para el cálculo del % de respuesta vegetacional del año 2009 respecto a la base de datos no se consideran las especies presentes bajo atrapa nieblas instalados. Sitios de estudio: CA=Camaraca, PM=Punta Madrid, JU=Junín, PG=Punta Gruesa, PP=Punta Patache, PL=Punta Lobos, CH=Chipana. Los sitios de CB=Caleta Buena, IQ=Iquique no fueron visitados durante este monitoreo.

Familia	Especie	Sitios de estudio									
		CA	PM	JU	CB	IQ	PG	PP	PL	CH	
PTERIDOPHYTA											
Adiantaceae	<i>Adiantum chilense</i> Kaulf. var. <i>hirsutum</i> Hook. et Grev.								*	*	*
	<i>Cheilanthes mollis</i> (Kunze) C.Presl										*
FANEROGAMAS											
GYMNOSPERMAE											
Ephedraceae	<i>Ephedra breana</i> Phil.	*	*	†	*	*	*	*	*	*	*
ANGIOSPERMAE											
DICOTYLEDONEAE											
Aizoaceae	<i>Tetragonia angustifolia</i> Barméoud								*	*	*
	<i>Tetragonia crystallina</i> L' Hérít.	*									
	<i>Tetragonia ovata</i> Phil.	*	*			*	*	*	*	*	*
Amaranthaceae	<i>Atriplex taltalensis</i> I.M. Johnst.					*	*	*	*	*	*
(Chenopodiaceae)	<i>Chenopodium petiolare</i> Kunth	*	*			*	*	*	*	*	*
	<i>Chenopodium murale</i> L.	*									*
	<i>Suaeda foliosa</i> Moq.						*	*	*	*	*
Apiaceae	<i>Cyclospemum laciniatum</i> (D.C.) Constance						*	*	*	*	*
(Umbelliferae)	<i>Eremocharis fruticosa</i> Phil.										*
Apocynaceae	<i>Cynanchum atacamense</i> Liede								*	*	*
Asteraceae	<i>Amblyopapus pusillus</i> Hook. et Am.	*					*	*	*	*	*
(Compositae)	<i>Bahia ambrosioides</i> Lag.								*	*	*
	<i>Chuquiraga ulicina</i> (H. et A.) Hook. et Am.								*	*	*
	<i>Gutierrezia espinosae</i> Acev.								*	*	*
	<i>Ophryosporus floribundus</i> (DC.) King & Rob.					*	*	*	*	*	*
	<i>Perityle emoryi</i> Torr.	*	*	*		*	*	*	*	*	*
	<i>Polyachyrus annuus</i> I.M. Johnst.	*		*		*	*	*	*	*	*
	<i>Polyachyrus fuscus</i> (Meyen) Meyen et Walp.						*	*	*	*	*
	<i>Polyachyrus sphaerocephalus</i> D. Don						*	*	*	*	*
	<i>Sonchus tenerimus</i> L.					*	*	*	*	*	*
	<i>Tagetes multiflora</i> Kunth	*						*	*	*	*
Bignoniaceae	<i>Argyria radiata</i> (L.) D. Don					*	**	*			*
Boraginaceae	<i>Anmsinckia calycina</i> (Moris) Charter					*	*	*	*	*	*
	<i>Cryptantha filiformis</i> (Phil.) Reiche	*				*	*	*	*	*	*
	<i>Heliotropium krauseanum</i> Fedde			*							*
	<i>Heliotropium</i> sp.					*	*	*	*	*	*
	<i>Tiquilia litoralis</i> (Phil.) Richard			*		*	*	*	*	*	*
Brassicaceae	<i>Cleome chilensis</i> DC. (Capparaceae)	*				*	*	*	*	*	*
	<i>Werdemannia anethifolia</i> (Phil.) I.M. Johnst. (Cruciferae)										*
Cactaceae	<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (Förster) Anderson					†	*	*	*	*	*
	<i>Eriosyce caligophila</i> R. Pinto							*	*	*	*
	<i>Eriosyce iquiquensis</i> (F. Ritter) Ferryman	†	*	*	†	†	*	*	*	*	*
	<i>Eulychnia iquiquensis</i> (Schum.) Britton et Rose	*	*	*		†	*	*	*	*	*
	<i>Haageocereus decumbens</i> (Vaup) Backbg.	*	*	*			*	*	*	*	*
Caryophyllaceae	<i>Drymaria paposana</i> Phil.	*									
	<i>Spergularia</i> aff. <i>arbuscula</i> (Gay) I.M. Johnst.							*	*	*	*
	<i>Spergularia stenocarpa</i> (Phil.) I.M. Johnst.							*	*	*	*
Convolvulaceae	<i>Cuscuta</i> sp.								*	*	*
	<i>Ipomoea dumetorum</i> Willd. ex Roem. et Schult.	*									
Cucurbitaceae	<i>Sicyos baderoa</i> Hook. et Am.	*				*	*	*	*	*	*
Fabaceae	<i>Adesmia pusilla</i> Phil.					*	*	*	*	*	*
(Caesalpinaceae)	<i>Astragalus triflorus</i> (DC.) A. Gray					*	*	*	*	*	*
	<i>Astragalus uniflorus</i> DC.	*				*	*	*	*	*	*
	<i>Hoffmannseggia prostrata</i> Lag. ex DC.		*			*	*	*	*	*	*
	<i>Mendicago polymorpha</i> L.	*									*
	<i>Senna brongniartii</i> (Gaudich.) H.S. Irwin et Bameby										*
Frankeniaceae	<i>Frankenia chilensis</i> C. Presl	*	*			*	*	**	*	*	*
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L' Hérít. ex Aiton	*									*
Loasaceae	<i>Loasa longiseta</i> Phil.										*
	<i>Loasa nitida</i> Desr.	*		*		*	*	*	*	*	*
	<i>Nasa urens</i> (Jacq.) Weigend	*									*
Malesherbiaceae	<i>Malesherbia multiflora</i> Ricardi		*					*	*	*	*

(Continuación TABLA III....)

Familia	Especie	Sitios de estudio																
		CA	PM	JU	CB	IQ	PG	PP	PL	CH								
		2009	2009	2009			2009	2009	2009	2009								
Malvaceae	<i>Cristaria dissecta</i> Hook. et Arn. var. <i>dissecta</i>			*	*													
	<i>Cristaria integerrima</i> Phil.																	
	<i>Cristaria molinae</i> Gay	*				*	*	*	*									
	<i>Cristaria pinnata</i> Phil.					*	*			*								
	<i>Cristaria tenuissima</i> M. Muñoz-Schick			*														
	<i>Cristaria viridi-luteola</i> Gay					*												
	<i>Fuertesimalva peruviana</i> (L.) Fryxell	*																
	<i>Malva parviflora</i> L.	*																
	<i>Palaua dissecta</i> Benth.	*																
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis elegans</i> (Choisy) Heimerl						*	*	*	*								
Oxalidaceae	<i>Oxalis bulbocastanum</i> Phil.	*					*	*	*	*								
Plantaginaceae	<i>Plantago litorea</i> Phil.					*		*	*	*								
Polemoniaceae	<i>Bryantiella glutinosa</i> (Phil.) J.M. Porter			**		*	*	*	*	*								
	<i>Gilia</i> sp.									*								
Portulacaceae	<i>Calandrinia litoralis</i> Phil.					*	*	*	*	*								
	<i>Cistanthe amarantoides</i> (Phil.) Carolin ex Hershk.					*	*	*	*	*								
	<i>Cistanthe celosioides</i> (Phil.) Carolin ex Hershk.	**	**			**	*	*	*	*								
	<i>Cistanthe grandiflora</i> (Lindl.) Carolin ex Hershk.					*	*	*	*	*								
	<i>Cistanthe</i> sp1	*	*															
	<i>Cistanthe</i> sp2	*	*	**						*								
	<i>Cistanthe</i> sp3	*	*															
Rubiaceae	<i>Galium aparine</i> L.							*	*									
Santalaceae	<i>Quinchamalium chilense</i> Mol.						*	*	*	*								
Solanaceae	<i>Lycium</i> cfr. <i>deserti</i> Phil.						*	*	*	*								
	<i>Lycium leiostemum</i> Wedd.					*		*	*	*								
	<i>Nicotiana solanifolia</i> Walp.	*	*															
	<i>Nolana adansonii</i> (Roem. et Schult.) I.M. Johnst. (Nolanaceae)					*		*	*	*								
	<i>Nolana aplocaryoides</i> (Gaudich.) I.M. Johnst. (Nolanaceae)			*	*		*	*	*	*								
	<i>Nolana</i> aff. <i>divaricata</i> (Lindley) I.M. Johnst. (Nolanaceae)						*	*	*	*								
	<i>Nolana intonsa</i> I.M. Johnst. (Nolanaceae)					*	*	**	*	*								
	<i>Nolana jaffuelii</i> I.M. Johnst. (Nolanaceae)	*	*	*	*	*	*	*	*	*								
	<i>Nolana leptophylla</i> (Miers) I.M. Johnst. (Nolanaceae)						*	*	*	*								
	<i>Nolana lycioides</i> I.M. Johnst. (Nolanaceae)						*	*	*	*								
	<i>Nolana peruviana</i> (Gaudich.) I.M. Johnst. (Nolanaceae)		*			*	*	*	*	*								
	<i>Nolana sedifolia</i> Poepp. (Nolanaceae)	*	*			*	*	*	*	*								
	<i>Nolana</i> sp1 (Nolanaceae)	*	*				*	*	*	*								
	<i>Nolana</i> sp2 (Nolanaceae)					*	*											
	<i>Schizanthus laetus</i> Phil.	*						*	*	*								
	<i>Solanum brachyantherum</i> Phil.	*				*	*	*	*	*								
	<i>Solanum chilense</i> (Dunal) Reiche	*	*	*		*	*	*	*	*								
	<i>Solanum montanum</i> L.	*	*				*	*	*	*								
	<i>Solanum</i> cfr. <i>montanum</i> L.						*											
	<i>Solanum</i> cfr. <i>multifidum</i> Lam.			*					*	*								
	<i>Solanum pinnatum</i> Cav.							*	*	*								
	<i>Solanum</i> sp.							*	*	*								
Urticaceae	<i>Parietaria debilis</i> G. Forster	*				*	*	*	*	*								
Verbenaceae	<i>Glandularia atacamensis</i> Reiche					*	**	*	*	*								
Violaceae	<i>Viola polypoda</i> Turcz.					*		*	*	*								
MONOCOTYLEDONEAE																		
Alliaceae	<i>Leucocoryne appendiculata</i> Phil.	*	*	*		*	*	*	*	*								
(Liliaceae)	<i>Nothoscordum</i> sp.						*	*										
Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria</i> cfr. <i>philippi</i> Baker (Amaryllidaceae)	*	*			*		*	*	*								
	<i>Alstroemeria lutea</i> M. Muñoz-Schick (Amaryllidaceae)						*	*	*	*								
Bromeliaceae	<i>Tillandsia landbeckii</i> Phil.								*	*								
Hyacinthaceae	<i>Oziroë biflora</i> (Ruiz et Pav.) Speta	*		*	*	*	*	*	*	*								
Iridaceae	<i>Olsynium junceum</i> (E. Mey. ex J.S. Presl) Goldblatt						*	*	*	*								
	<i>Tigridia philippiana</i> I.M. Johnst.							*	*	*								
Poaceae	<i>Bromus berterianus</i> Colla					*		*	*	*								
(Gramineae)	<i>Jarava vaginata</i> (Phil.) F. Rojas					*	*	*	*	*								
	<i>Nassella pungens</i> E. Desv.							*	*	*								
	<i>Poa</i> sp.							*	*	*								
	<i>Polypogon australis</i> Brongn.							*	*	*								
Tecophilaeaceae	<i>Zephyra elegans</i> D. Don	*				*	*	**	*	*								
TOTAL DE ESPECIE		116	45	13	15	3	15	5	1	7	45	6	48	23	59	36	54	35

** = creciendo bajo atrapaniebla, no fueron consideradas en el cálculo del porcentaje

TABLA IV

Respuesta de la vegetación en relación al número de especies registradas el 2009 respecto a lo previamente citado para cada localidad.

Localidades	N° especies citadas	N° especies registradas el 2009	% de respuesta
Camaraca	45	13	29
Punta Madrid	15	3	20
Junin	15	5	33
Punta Guesa	44	6	14
Patache	47	23	49
Punta Lobos	58	36	62
Chipana	53	35	66

TABLA V

Comparación del número de Familias, Géneros y Especies registradas en años anteriores respecto de lo registrado durante el evento "El Niño 2009".

	N° registrado en años anteriores	N° registrado el 2009	% registrado el 2009
Familia	37	25	67,6
Género	79	43	54,4
Especie	116	63	54,3

En relación a los cambios de la densidad de vegetación herbácea referido al número de plantas por superficie fue menor que lo ocurrido durante El Niño 2002 y con ejemplares de menor tamaño. Respecto a las formas arbustivas el grado de reverdecimiento de las plantas fue muy bajo. Por otro lado, nunca hemos registrado ejemplares juveniles de estas especies en los últimos 11 años. Si hemos detectado juveniles en cactáceas pero en muy baja densidad tanto en *Eriosyce* (el 2002) como en *Eulychnia* (de 5 a 10 cm de alto, ejemplares que pueden tener entre 25 años o más), no así en *Cumulopuntia*. Los cambios en los patrones de floración también reflejan la intensidad del evento Niño, como ocurrió el 2009 con menos flores, de coloridos más débiles, flores y varas florales de tamaños más pequeños y de corta duración más pequeñas). Respecto a los cambios de expansión o constricción de la vegetación, el área vegetada durante el 2009 estuvo restringida sólo al borde del acantilado entre sobre los 700 m de altitud.

El grado de desconocimiento que se tiene de la flora regional se refleja en el reciente checklist sobre las Pteridofitas musgos de Chile (Müller, 2009) donde se citan 890 taxa aceptadas para Chile con su correspondiente distribución por regiones, donde la región

Tarapacá sigue apareciendo con ausencia total de musgos. Sin embargo, de nuestros registros (aún en manuscrito por publicar en conjunto con Juan Larraín de la Universidad de Concepción) tenemos al menos 10 especies colectadas en los diferentes pisos altitudinales de Tarapacá. Todas ellas corresponden a ampliaciones de rango de distribución, algunas nuevas citas para Chile e incluso dos nuevas especies. Durante este monitoreo se registró la aparición de un musgo (aún no identificado), bajo un atrapa niebla instalado el año 2006 para la restauración de una planta de *Haageocereus decumbens* en el acantilado costero de Camaraca.

4.1. Descripción de los ecosistemas de niebla visitados

A continuación se describen cada uno de los ecosistemas de niebla visitados durante este monitoreo, siguiendo un orden latitudinal de sur a norte. El listado del total de especies registradas por localidad se indica en la **TABLA III**.

- **Chipana**

En el ecosistema de niebla de Chipana se registró un total de 35 especies de plantas vasculares, que corresponde al 66 % respecto al número de especies citadas para este sitio. Este es el ecosistema de niebla más largo en extensión y el que actualmente presenta la población de *Eulychnia* más abundante en la región. Los registros de flora se obtuvieron en diferentes recorridos realizados a lo largo del borde del acantilado costero en cuatro localidades diferentes, los que se describen en los párrafos siguientes de sur a norte.

En el extremo sur se accedió por el camino que va a una de las minas de la Asociación de Pequeños Mineros Rurales por el fondo de una cañada hasta donde fue posible llegar con vehículo y de allí caminando una hora. Donde a 700 m de altitud y a más de 2 km de distancia del borde del acantilado se registraron sólo 3 especies, 6 ejemplares vivos de *Eulychnia*, un ejemplar de *Nolana peruviana* y un ejemplar de *Ophryosporus*, estos dos últimos presentaban menos de 2% de vigor (**Foto 1 A**) con ausencia total de vegetación herbácea. Desde este punto aún no era posible divisar el mar. Luego se trató de acceder por un afluente más al norte donde se llegó a los 800 m de altitud sin rastros de vegetación alguna (**Foto 1 B**), allí solo se registraron en una ladera de exposición sur un grupo de 12 ejemplares muertos de *Eulychnia*. En todo caso el borde del acantilado en este sector es bajo, alcanza alrededor de 400 m, por lo que probablemente allí no haya desarrollo vegetacional.

Siguiendo al norte, en el sector de Mina Paiquina, a los 1000 m se encuentra el tillandsial más cercano a la costa de todo el norte de Chile. Este se ubica a 1 km de distancia del borde del acantilado costero y está conformado exclusivamente por *Tillandsia landbeckii*. Allí se registraron 7 especies como *Eulychnia iquiquensis*, un bajo desarrollo de formas arbustivas como *Lycium*, *Nolana peruviana* y hierbas perennes como *Cistanthe grandiflora*, rizomatosas como *Alstroemeria*, bulbosas como *Leucocoryne* y tuberosas como *Oxalis*, donde sólo esta última floreció este año. Al borde del acantilado, a 850 m de altitud la diversidad es mayor donde se detectaron 14 especies en fondos de escurrimientos, cantos rodados o creciendo bajo *Eulychnia iquiquensis*. La gran mayoría de las formas arbustivas mostraron un leve desarrollo de brotes del 10 % del total de la planta, sólo algunos escasos ejemplares que se encuentran creciendo en condiciones de grieta o bajo grandes rocas o bajo grandes ejemplares de *Eulychnia* mostraron un desarrollo del 100 % (**Foto 2**). Las herbáceas en pequeños grupos alcanzaron un leve y escaso desarrollo donde *Polyachyrus* y *Leucocoryne* (**Foto 3**) fueron las especies de mayor abundancia pero con plantas de pequeño tamaño. *Leucocoryne* alcanzó de 15 a 20 cm de alto pero con varas florales pequeñas de 10 a 12 cm de alto y de pocas flores 3 a 4, *Alstroemeria* alcanzó 10 cm de alto sin vara floral y *Cistanthe* de 3 cm de alto con botón floral. Aquí se detectó un ejemplar de *Nolana intonsa* bajo una *Eulychnia*.

Siguiendo al norte, en el sector que denominamos Chipana propiamente tal, se registraron 21 especies. Aquí el desarrollo de herbáceas fue muy poco abundantes, muy pocos ejemplares por especie, con plantas de pequeños tamaños y las formas arbustivas mostraron un escaso desarrollo y de hojas pequeñas. Allí se encuentra la población más abundante de *Eriogyne iquiquensis* registrada a la fecha, sin embargo, en este monitoreo no fue posible detectar todas las plantas contabilizadas el año 2002 y muy pocas plantas llegaron a florecer. En esta oportunidad, octubre 2009, se detectó picaflor polinizando la flor de *Eulychnia iquiquensis*, con lo que nos dio seguridad de encontrar frutos en febrero 2010, registrándose entre 10 a 40 frutos por planta. Sin embargo, no se detectó crecimiento en longitud de las plantas en las ramas.

Por último, siguiendo más al norte en el sector que denominamos Alto Guanillos se registraron 15 especies. Este sitio no había sido registrado anteriormente. Allí se detectó una nueva población de *Eriogyne iquiquensis*, con densidades de 14 a 15 plantas en 20 m² en los altos de lomajes interiores. Aquí las plantas se encuentran a ras de suelo enterradas bajo una delgada capa de maicillo, creciendo junto a hierbas perennes como *Leucocoryne*, *Zephyra* y *Oxalis*, donde sólo esta última floreció este año. Llamó la atención la presencia de agujeros con restos de hojas de bulbos de huillis indicando que los bulbos habían sido desenterradas, he incluso un ejemplar de *Eriogyne* comido en la raíz (**Foto 4**), probablemente por roedores. Aquí la población de *Eulychnia* debe haber sido bastante más abundante de lo que actualmente existe.

- **Punta de Lobos**

En el ecosistema de niebla de Punta Lobos se registró un total de 36 especies de plantas vasculares, que corresponde al 62 % respecto al número de especies citadas para este sitio. Este es el ecosistema de niebla que presenta mayor diversidad de especies según lo citado previamente. Los registros de flora se obtuvieron en dos recorridos realizados, uno subiendo desde la base del acantilado y otro siguiendo el borde del acantilado costero, los que se describen en los párrafos siguientes.

En el recorrido que se realizó desde la base del acantilado hacia arriba se registraron sólo 5 especies. Se subió por un promontorio rocoso rodeado de suelo arenoso, entre 50 y 60 m de altitud donde se registraron 6 plantas vivas de *Nolana lycioides* y 3 plantas vivas de *Ephedra breana*, todas ellas con menos del 5 % de vigor (desarrollo de brotes) (**Foto 5**). Se georeferenciaron cada una de las plantas vivas, todas ellas creciendo en grietas de las rocas o en la base de grandes rocas. Se contabilizaron allí 50 plantas muertas restos de troncos, sin ninguna posibilidad de sobrevivencia, entre pingos y nolanas, además de la presencia de restos secos de *Nolana adansonii* del evento Niño anterior. Luego se siguió subiendo por rodados de roca triturada fina (rocas de 5 a 10 cm de diámetro) hasta la base de un farellón rocoso a los 300 m de altitud, donde se registró un ejemplar de *Nolana jaffuelii*, *Cumulopuntia sphaerica*, *Solanum chilense* y *Nolana lycioides*. Luego se bajó por un sector de rodado de grandes rocas (de 0.50 a 1 m de diámetro) donde se registró a los 250 m de altitud, una población de 25 grandes ejemplares de *Ephedra breana* (de 2 x 4 m de diámetro y 1.5 m de alto) las que presentaban no más del 10 % de vigor. Allí se registró también un ejemplar de *Nolana lycioides* que presentaba el mismo grado de vigor que los pingos. Este es uno de los pocos lugares donde existe vegetación hasta tan abajo del acantilado.

En el recorrido que se realizó por el borde del acantilado se registraron 28 especies. Este es uno de los sectores de mayor diversidad de especies, de mayor densidad de formas arbustivas de toda la región de Tarapacá. Este ecosistema es muy particular ya que presenta varias especies como *Chuquirraga ulicina*, *Gutierrezia espinosae*, *Solanum pinnatum*, *Tigridia philipiana*, entre otras adventicias como *Galium aprine*, *Cuscuta* y gramíneas como *Poa* y *Polypogon* que no se han registrado en otros ecosistemas de niebla de la zona. Además este sitio junto con Patache, son las únicas localidades donde se desarrolla *Alstroemeria lutea* y *Olsynium junceum*.

- **Patache**

En el ecosistema de niebla de Patache se registró un total de 26 especies de plantas vasculares, que corresponde al 49 % respecto al número de especies citadas para este sitio. Este ecosistema junto con el de Punta Gruesa son los que presentan mayor abundancia de bulbosas y mayor cobertura vegetal de hierbas anuales en la zona de arenales del extremo sur, durante eventos El Niño de gran intensidad. Los registros de flora se obtuvieron en un recorrido realizado a lo largo del borde del acantilado costero. De las 26 especies registradas 3 de ellas corresponden a ejemplares registrado creciendo

sólo bajo condición de atrapa niebla. El desarrollo vegetacional fue escaso con pocos ejemplares y que alcanzaron pequeños tamaños. Es el caso de *Alstroemeria* de 5 a 10 cm de alto, solo 3 plantas con desarrollo de vara floral, *Leucocoryne* de 10 cm de alto, con vara floral con 2 a 3 flores, sin embargo, las plantas creciendo bajo atrapa niebla alcanzaron 20 cm de alto. Otros ejemplos de escaso desarrollo son *Tetragonia ovata* de 5 cm de diámetro y *Loasa nitida* de 10 cm de alto. En este ecosistema existe un sector muy puntual e interesante donde se desarrolla *Nothoscordum* sp. que es una planta bulbosa de tamaño pequeño no más de 8 cm de alto y que corresponde a una especie nueva para la ciencia que estamos describiendo (en etapa de manuscrito por publicar). Esta especie además de existir en un solo lugar es muy escasa. Conforman un pequeño grupo de plantas, se contabilizaron no más de 28 plantas en un área de 2 m². Comparte el micro hábitat con dos especies de musgos *Amphidium tortuosum* y *Bryum billarderi*, ambos registros representan una extensión en el límite norte de distribución de estas especies (en etapa de manuscrito por publicar). También es el único sector donde se ha registrado *Olsynium junceum*, allí se contabilizaron 6 plantas, dos de ellas con fruto que para esa fecha se encontraban inmaduros. Este mismo sector presenta además gran densidad de *Alstroemeria*, se contabilizaron 50 plantas en un área de 20 m².

- **Punta Gruesa**

En el ecosistema de niebla de Punta Gruesa se registró un total de 6 especies de plantas vasculares, que corresponde al 14 % respecto al número de especies citadas para este sitio. Este ecosistema junto con el de Patache son los que presentan mayor abundancia de bulbosas y mayor cobertura vegetacional de hierbas anuales en la zona de arenales del extremo sur, durante eventos El Niño de gran intensidad. Los registros de flora se obtuvieron en los dos recorridos realizados, uno subiendo desde la base del acantilado y otro siguiendo el borde del acantilado costero, los que se describen en los párrafos siguientes.

En el recorrido que se realizó desde abajo subiendo por el acantilado arenoso hasta los 600 m se registraron sólo 2 especies *Cristaria* y *Nolana*, que para la fecha del muestreo 21 de diciembre ya estaban todas las plantas secas, sin embargo, se alcanzó a coleccionar semillas que se encontraban acumuladas en pequeños hundimientos de la arena. El desarrollo de la vegetación herbácea a esta altura fue muy escaso y con plantas muy pequeñas no más de 5 cm de diámetro. En el nivel superior se registraron ejemplares de *Ephedra* muertos.

En el recorrido que se realizó por el borde del acantilado se registraron sólo 3 especies *Eulychnia iquiquensis*, *Cumulopuntia sphaerica* y *Ephedra breana* que corresponden a cactáceas las dos primeras y forma arbustiva la última, con ausencia absoluta de desarrollo de vegetación herbácea inclusive bulbosas y rizomatosas. Sin embargo, el grado de desarrollo fue mínimo, las plantas vivas mostraron menos del 2 % de vigor. Llamó mucho la atención de la gran cantidad de hoyos en el suelo, probablemente hecho por ratones en busca de bulbos, ya que en varios de ellos había rastros de *Oziroë* y

Leucocoryne. Se contabilizó en promedio 5 a 6 agujeros por m². En el sector sur del ecosistema, el sector arenoso, existe una gran población de *Ephedra*, donde el 67 % de las plantas están muertas, cubiertas con líquenes o ya quedan sólo restos de troncos (**Foto 8, A y B**). En un cuadrante de 25 m² se contabilizaron 3 ejemplares vivos y 4 muertos. Durante la primavera de este año las ramas del ejemplar de *Eulychnia* con atrapa niebla mostraron un crecimiento de 5 cm de alto. Sin embargo, ninguno de los demás ejemplares mostraron signos de crecimiento, pero todos los ejemplares grandes de *Eulychnia* desarrollaron botón floral, esto a costa de una disminución del diámetro del ápice de las ramas reproductivas (**Foto 8, E y F**). Se contabilizó número de flores por ejemplar. En esa oportunidad se polinizaron 4 flores que se encontraban abiertas y a una altura posible de polinizarlas artificialmente con un pincel (**Foto 9**). La idea era haber podido registrar el porcentaje de fructificación, sin embargo, esto no fue posible ya que el 90 % de los botones florales de esta localidad fueron sacados por un alumno de la Universidad Arturo Prat.

Según datos de Rose Fuentes, botánica de la Universidad Arturo Prat, en el sector de dunas de Punta Gruesa en septiembre 2009 estaban apareciendo *Leucocoryne*, pero ya en octubre estaban secas y no llegaron a florecer, no registrándose ninguna otra especie.

- **Junin**

En el ecosistema de niebla de Junín se registró un total de 5 especies de plantas vasculares, que corresponde al 33 % respecto al número de especies citadas para este sitio. Los registros de flora se obtuvieron en un recorrido realizado a lo largo del lomaje superior del acantilado costero. En esta localidad se registró solo una cañada con desarrollo de vegetación herbácea con presencia de 3 especies: *Nolana aplocaryoides*, *Nolana jaffuelii* y *Cristaria dissecta* (**Foto 10**) y algunos escasos ejemplares de *Cristaria* creciendo aislados en el sector arenoso del extremo sur del ecosistema (**Foto 11**). Llamó la atención de un ejemplar solitario de *Ephedra* totalmente cubierto de frutos maduros, imagen que jamás había detectado en eventos anteriores (**Foto 12**). Este ecosistema es importante porque corresponde al límite sur de distribución de *Haageocereus decumbens*, en él existen apenas 4 plantas en muy mal estado de conservación. Sin embargo, la instalación de atrapa nieblas en años anteriores en dos ejemplares ha permitido un buen desarrollo de ellos.

- **Punta Madrid**

En el ecosistema de niebla de Punta Madrid se registró un total de 3 especies de plantas vasculares, que corresponde al 20 % respecto al número de especies citadas para este sitio. Los registros de flora se obtuvieron en los diferentes recorridos realizados a lo largo del borde del acantilado costero en tres localidades diferentes, donde fue posible acceder al borde del acantilado, los que se describen en los párrafos siguientes de sur a norte.

El extremo sur de Punta Madrid, lugar denominado por los mineros de la zona como Casa Chica a 6 km al sur de Punta Madrid propiamente tal, presentó ausencia absoluta de vegetación, aunque no fue posible llegar a sectores de exposición suroeste de buena exposición para el desarrollo de vegetación.

En Punta Madrid propiamente tal, el año 2007 se habían instalado dos atrapa nieblas en una población de *Eriogyne* con miras a la obtención de semillas. Las plantas que se encontraban creciendo bajo los atrapa nieblas estaban muy vigorosas y habían florecido. La de mayor tamaño había desarrollado 6 brotes en la base y 11 frutos, sin embargo, ninguno de ellos tenía semillas, sólo se encontró una semilla en uno de los frutos (**Foto 13**). Este ecosistema es importante por presentar la población viva más nortina de *Eriogyne iquiquensis*, pasando a ser el límite norte de distribución de esta especie, ya que la población de Camaraca presenta actualmente un 100 % de mortandad.

El extremo norte de Punta Madrid, Cerro Argolla a 8 km al norte de Punta Madrid propiamente tal, fue posible acceder al borde del acantilado en dos puntos, donde tampoco se detectó desarrollo vegetacional. En el sitio de más al sur se registró un pequeño ejemplar vivo de *Cistanthe* sp de 3 cm de diámetro, y la presencia de 17 ejemplares muertos de *Eulychnia* distribuidos en el acantilado mismo bajo los 700 m hasta casi la base del acantilado y algunos restos de formas arbustivas (**Foto 14**).

- **Camaraca**

En el ecosistema de niebla de Camaraca se registró un total de 13 especies de plantas vasculares, que corresponde al 29 % respecto al número de especies citadas para este sitio. Este ecosistema es el más septentrional del país, en él se encuentra la población más grande de *Haageocereus decumbens* y además corresponde al límite norte de distribución de *Eulychnia iquiquensis*, ambas especies actualmente se encuentran en estado crítico de sobrevivencia. Los registros de flora se obtuvieron en un recorrido realizado a lo largo del borde del acantilado costero. La respuesta de la vegetación herbácea fue muy escasa registrándose muy pocos ejemplares por especie (**Foto 16 B, E y F y 17**). Se registraron dos plantas de *Cistanthe* sp1 en el acantilado mismo de muy peligroso acceso, las que no produjeron vara floral, a diferencia de lo ocurrido bajo condición de atrapa niebla donde se obtuvo un gran desarrollo de *Cistanthe* (**Foto 17 C y D**). Esta última especie ha sido colectada sólo en Camaraca y Quebrada de Mamilla al norte de Tocopilla. Además se registró una planta de *Alstroemeria* la que tampoco floreció. El año 2002 se detectaron 4 ejemplares de esta especie en el sector. En relación a la vegetación arbustiva es muy escasa en el sector, encontrándose una que otra *Ephedra* aislada (**Foto 15**) las que presentaban un 30 a 40 % de vigor. Se registraron también dos ejemplares de *Solanum chilense* (**Foto 16 A**) y un grupo de 40 ejemplares pequeños de *Frankenia chilensis* (**Foto 16 C y D**) de 10 a 20 cm de diámetro las que presentaban un 5 a 30 % de vigor. Referente a cactáceas *Eulychnia iquiquensis* no tuvo crecimiento y se detectaron sólo 3 ejemplares de *Haageocereus decumbens* que presentaban rebrote.

4.2. Nuevas localidades visitadas

En esta oportunidad se visitaron además de los ecosistemas de niebla conocidos otros lugares donde fue posible acceder al borde del acantilado como fue el extremo sur y extremo norte del ecosistema de Chipana, y el extremo sur y extremo norte de Punta Madrid, los que se describieron anteriormente.

4.3. Sitios Prioritarios para la Conservación de Biodiversidad

En la Estrategia Regional para la Conservación de Biodiversidad, Región de Tarapacá (2008) se incluyen todos los ecosistemas de niebla como Sitios de Segunda Prioridad. Ellos son: Alto Junín, Caleta Buena, Huantaca, Huantajaya, Altos Punta Gruesa, Altos de Patache, Pabellón de Pica, Altos de Punta Lobos y Altos de Chipana.

Al respecto, hay que hacer notar que todos ellos son ecosistemas relictos que se encuentran en franco retroceso, encontrándose los más septentrionales en peligro de extinción, si es que no ya extintos como el caso de Caleta Buena. Habría que aclarar que:

- En el ecosistema de niebla de Junín la presencia de diversidad vegetal se encuentra sólo en el primer km de las coordenadas citadas en dicha Estrategia. Cinco kilómetros al sur del área citada en la Estrategia, se encuentra un gran bosque de *Eulychnia iquiquensis* que se distribuye en el acantilado mismo a lo largo de 2 km. Sin embargo, esta población presenta un 100 % de mortandad (Pinto, 2009).
- En el ecosistema de niebla de Caleta Buena, no hay registros actuales de plantas vasculares vivas, a pesar que lo hemos recorrido en varias oportunidades. Allí sólo se detectó presencia de *Eriosyce* pero todas las plantas muertas (Pinto & Kirberg, 2005). Sí hay presencia de líquenes como a todo lo largo de la costa.
- Los ecosistemas denominados Huantaca y Huantajaya en la Estrategia corresponden a un mismo sistema que llamamos Iquique. Este es uno de los ecosistemas en retroceso absoluto. En las últimas décadas casi no ha habido desarrollo vegetal en él. El año 2002 sólo se registraron 3 ejemplares de *Tetragonia ovata*, 2 de *Cristaria molinae* de 3 cm de diámetro y 2 plantas de *Oziroë biflora*, donde ninguna floreció. Y de arbustos sólo se registraron 2 plantas de *Ephedra* que brotaron en un 5 %. En cactáceas ese año se registraron sólo ejemplares muertos de *Eulychnia*, *Eriosyce* y *Cumulopuntia*.

De todos los ecosistemas de niebla presentes en la Región de Tarapacá Patache es el único sitio que se encuentra actualmente bajo categoría de área protegida, por Decreto Supremo del Ministerio de Bienes Nacionales, entregado en concesión a la Pontificia Universidad Católica de Chile desde noviembre del 2007 para realizar proyectos de investigación y conservación.

4.4. Amenazas

Durante los recorridos se detectaron varias amenazas o presiones a las cuales se ven afectados los ecosistemas de niebla de la Región de Tarapacá y Arica. Entre las amenazas producidas por el hombre se encuentran: las concesiones mineras (tanto antiguas, de explotación como de exploración), la instalación de antenas (de alta tensión, de radio, de telefonía celular, repetidoras, radares, etc.), la construcción de caminos para la instalación de las antenas, el desarrollo urbano e industrial costero, vehículos 4 x 4 y motocross y por último el acceso de público en general a estos sitios. Entre las amenazas naturales obviamente la escases de lluvias que lleva a un proceso de desertificación es la principal causa de deterioro de estos ecosistemas costeros. A parte del cambio climático, entre las amenazas naturales se encuentra la presión de pastoreo que hubo en tiempos pasados por la presencia de guanacos en la zona. Actualmente se ha notado una mayor abundancia de agujeros probablemente de roedores que consumen un número importante de bulbos en algunos sectores producto probablemente por la ausencia o cada vez más escasa presencia del zorro culpeo en la zona.

Indudablemente en el pasado la presión estaba en la extracción de formas leñosas para uso como combustible para los poblados y minería. Actualmente las presiones en estos ecosistemas de niebla están dados por el aumento de las concesiones mineras (**ANEXO III**, cuyas figuras fueron facilitadas por la Oficina Técnica de Borde Costero, Gobierno Regional de Tarapacá), por la instalación de antenas en el borde del acantilado costero y caminos de acceso a ellas, el continuo aumento de jeeperos y motocrosistas en la zona, el paso del Dakar 2011 y los que vendrán a futuro y por último la mayor afluencia de público a ellos. A continuación se detallan estas presiones en cada uno de los ecosistemas de niebla visitados.

- **Chipana:** Este ecosistema se encuentra casi en su totalidad bajo concesiones mineras (**Fig 1**). En el extremo sur se encuentran minas de la Asociación de Pequeños Mineros Rurales que corresponden a las concesiones Regina (en actividad) y Mapachita inscritas el año 2007 y 2008. En el centro se encuentra la antigua Mina Paiquina y numerosos piques de exploración. En el extremo norte se encuentra la Mina Chipana. Aquí la población de *Eulychnia* fue intensamente explotada probablemente durante los años en que funcionó la Mina Paiquina, actualmente abandonada. Es posible encontrar hoy sectores con *Eulychnia* que fueron quemadas para su posterior extracción de la madera.
- **Punta Lobos:** Lo más probable es que la población de *Eulychnia* de este sector debe haber sido diezmada para uso como combustible por la presencia de importantes guaneras y poblado costero en el extremo norte del ecosistema. Actualmente en la meseta sobre el acantilado en el extremo sur del ecosistema se encuentra Mina Gertrudiz y Guanaco (en actividad) inscrita el año 1998 (**Fig 2**). El 2009 se instaló una antena al borde del acantilado en el ecosistema mismo en las coordenadas UTM

436343 - 7648361 a 754 m. Consultado Bienes Nacionales no tenía información al respecto. Información de pasillo indica que sería una antena de radio del SAMU (**Foto 6 B**). El daño que se produjo en el ecosistema no es por la antena misma sino por la erosión y destrucción de suelo por parte de los vehículos 4 x 4 que concurrieron a la instalación de la antena, ya que no existe camino de acceso a ese sector. El daño continuará cada vez que vayan los encargados de la mantención de la antena al lugar. Se hace necesario contactar a la empresa que está a cargo de esta antena para darle a conocer que dicha antena fue instalada dentro del ecosistema de niebla, el con mayor diversidad de especies de toda la Región de Tarapacá, a pesar que el paisaje en años secos se muestra como desértico. Habría que solicitarle a la empresa que arregle el camino y que ponga señalización para que de esa manera siempre se sigan las mismas huellas y así evitar que se siga erosionando la ladera del cerro.

- **Punta Patache:** Lo más probable es que la población de *Eulychnia* de este sector debe haber sido diezmada para uso como combustible por la presencia de importantes antiguas guaneras y poblados como Pabellón de Pica y posteriormente caletas de pescadores como Cãñamo y Chanavaya. Al momento no hay concesiones mineras dentro del ecosistema (**Fig 3**), pero si hay antiguos piques mineros en el acantilado. Este es el ecosistema que se encuentra más poblado de antenas y torres de alta tensión instaladas desde 1994 con el auge de la gran minería, por la cercanía con el sector industrial del borde costero de Patache. A él también concurren la Armada y militares para efectuar ejercicios. Hay que considerar también la gran afluencia de público (académicos y estudiantes universitarios y escolares, coleccionistas, cultivadores y colectores de semillas) que han llegado a este sitio en los últimos años, sin la existencia de senderos delimitados.
- **Punta Gruesa:** Lo más probable es que la población de *Eulychnia* de este sector debe haber sido diezmada para uso como combustible por los poblados costeros. En el extremo sur del este ecosistema se encuentra la Mina San Marcos (en actividad) y Maxi del año 2005 y 2006 (**Fig 4**). Las áreas de concesión caen justo afuera del límite sur de donde ocurre la mayor densidad hierbas anuales y perennes durante los eventos El Niño de gran intensidad. Este ecosistema es el que está más expuesto a la destrucción por vehículos 4 x 4 y motocross, por la cercanía a la ciudad de Iquique y por presentar espectaculares dunas que lo hacen un deleite de los pilotos. De hecho las dunas interiores son un lugar muy visitado por estos “deportistas”, los que tienen un circuito de bajada por el acantilado, justo al sur del ecosistema. No obstante algunos intrépidos han bajado el sector de arenales de mayor densidad de hierbas anuales y perenes. Esta pasada es uno de los lugares que se propone cerrar. Esta amenaza cada vez va a ser mayor, por el continuo aumento de vehículos 4 x 4 en Iquique.
- **Junín:** Lo más probable es que la población de *Eulychnia* de este sector debe haber sido completamente diezmada para uso como combustible por la presencia minería del salitre en la zona sitio de embarque a fines de 1700 y comienzos de 1800. En el

sector vegetado actualmente no existe ningún ejemplar de *Eulychnia*. La **Fig 5** muestra que toda el área vegetada se encuentra bajo concesiones mineras. De hecho allí existe un antiguo camino que lleva al pique de Mina Rayos. En la **Fig 6** se muestran las concesiones vigentes en el sector que no se topan con el ecosistema de niebla. El lugar donde se desarrolla este ecosistema también se ha visto afectado por tanquetas (**Foto 11 A**).

- **Punta Madrid:** No fue posible conseguir la información de las concesiones mineras de Arica, pero a pequeña minería ha tenido un auge en la zona en los últimos años. Los lomajes interiores están muy erosionado por huellas de vehículos y tanquetas. Hay actualmente varios piques en explotación incluso una empresa Poder de Comprar que recibe el mineral. El camino de acceso atraviesa el tillandsial muerto de Vitor. En este sector la vegetación está confinada al acantilado mismo y es casi nula, salvo la presencia de *Eriogyne*. En el acantilado existen antiguos piques actualmente en desuso.
- **Camaraca:** Este sector corresponde a un recinto militar donde se efectúan los ejercicios. Los lomajes interiores están muy erosionados por huellas de tanques. Al borde del acantilado donde se desarrolla el ecosistema también han llegado los militares. Allí han removido las piedras para ordenarlas de acuerdo a sus campamentos. Justamente bajo estas piedras se encuentran las semillas de numerosas especies principalmente nolas y malváceas. Amerita realizar difusión en el Regimiento N° 6 Matucana de Arica sobre la importancia de la conservación de este ecosistema de niebla y clubes de motocross.

5. CONCLUSIÓN

La respuesta de la vegetación en los ecosistemas de niebla durante el evento El Niño 2009 fue muy débil y escasa en cuanto a abundancia y densidad de plantas herbáceas, dada la pequeña cantidad de agua caída 2 a 3 mm en julio de ese año. Esto se reflejó en la aparición de un bajo número de ejemplares de herbáceas por especie, el pequeño tamaño alcanzado por las plantas, la débil floración y el corto período de sobrevivencia de las plantas. Por otro lado, formas arbustivas mostraron un débil desarrollo de brotes del orden de 1 al 30 % según las condiciones ambientales de cada ejemplar. Las cactáceas no mostraron crecimiento alguno aunque sí se produjo floración en *Eulychnia*, escasa floración en *Eriogyne*. Sin embargo, en lo que se refiere a número de especie de plantas vasculares la respuesta fue de un 54 %, donde se registraron 63 especies de un total de 116 especies previamente citadas. Los tres ecosistemas de más al sur fueron los que tuvieron un mayor desarrollo vegetacional en cuanto a número de especies registradas del orden del 49 a 66 %. En los ecosistemas más septentrionales la respuesta fue menor de un 14 a 30 %.

En lo que se refiere a especies de líquenes, se registraron en todos los sitios visitados, con mayor abundancia en ciertos sectores.

El reciente hallazgo de frutos de *Eulychnia iquiquensis* en excavaciones arqueológicas en Calate, cercano a río Loa, con una data de 1000 años a. C. confirma que los ecosistemas de niebla en Tarapacá tienen más de 3000 años de existencia (**Foto 18**). Otros antecedentes encontrados en excavaciones en la zona costera del norte de Chile del Período Formativo (entre 1500 y 290 a. C.) se encuentran, los registros de espinas de cactus que eran usadas como anzuelos, agujas y peines, aunque no hay claridad a que especie corresponden estas espinas y los registros de bulbos como alimento. Interesante sería poder acceder a estas muestras ya que en las publicaciones sólo se nombre el género *Zephyra*. Tiempo atrás la arqueóloga Kora Moragas me solicitó que le identificara lo que ella denominaba como “calabacita”, material que correspondía a bulbos de *Zephyra*. En trabajos arqueológicos posteriores han seguido citando este género. Personalmente creo el principal bulbo que debe haber sido utilizado con mayoritariamente como alimento corresponde a *Oziroë*. Este es un bulbo de mayor tamaño y de textura fresca y dulce sabor. De hecho estos dos bulbos actualmente son mucho menos abundantes que *Leucocoryne*. Por otro lado, estas tres bulbosas están presentes en casi todos los ecosistemas de niebla en la zona.

De acentuarse las condiciones de aridez en los próximos decenios estos ecosistemas de niebla estarían en grave riesgo de desaparecer. El retroceso de estos ecosistemas queda demostrado de hecho con el registro de varias de las poblaciones muertas de cactáceas de los géneros *Eriosyce* (Pinto & Kirberg, 2005), *Eulychnia* (Pinto, 2007), *Haageocereus* y *Cumulopuntia*, así como el registro de numerosos restos de troncos de formas arbustivas como *Ephedra* y *Lycium* y por otro lado, el alto grado de deterioro en que se encuentran las poblaciones vivas de *Eulychnia* (Pinto, 2007) y de formas arbustivas. La causa de la constricción que han sufrido estos ecosistemas ha sido principalmente por el cambio climático, pero también por efecto de explotación por el hombre para combustible, como es el caso de *Eulychnia* y probablemente también formas arbustivas leñosas. Esta reducción se demuestra por disminución del área vegetada como lo demuestra el caso de la población de *Eulychnia* en los cerros de Iquique, que fue citada por Rose en 1914 como una población donde los cactus llegaban hasta el mar (Britton & Rose (1963)). Actualmente esta población se encuentra entre los 500 y 800 m de altitud con alrededor de 800 ejemplares con un 100% de mortandad (Pinto, 2009). Las hierbas son difíciles de evaluar, ya que ellas reaccionan rápidamente frente a un aumento en las condiciones de humedad y su ciclo de vida es muy corto (3 a 4 meses) para producir semillas que se mantendrán en estado de latencia hasta un próximo año de húmedo. La reducción del área de ocupación de las herbáceas lo demuestra la existencia de gran cantidad de senderos interiores de pastoreo de guanacos en lugares donde actualmente no hay rastros de vegetación alguna, ni siquiera durante los eventos El Niño de gran intensidad como el ocurrido en 1982.

5.1. Propuestas

- En la Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad de la Región de Tarapacá (CONAMA, 2008) se utiliza la clasificación de los pisos vegetacionales propuestos por Luebert y Pliscoff (2006). Se propone hacer una modificación en la descripción y composición florística de los pisos correspondientes a los ecosistemas de niebla del norte de Chile, en lo que se refiere al Desierto Absoluto: desierto tropical costero con vegetación escasa y al Matorral Desértico: matorral desértico tropical costero de *Ephedra breana* y *Eulychnia iquiquensis*, y matorral desértico tropical costero de *Nolana adansonii* y *Nolana lycioides*.
- Se propone hacer una georeferenciación exhaustiva de cada uno de los ejemplares de *Eulychnia iquiquensis* de los ecosistemas de niebla de Iquique y Punta Lobos, tal como se hizo para Punta Gruesa y Punta Patache descritos en Pinto (2007), para así poder registrar el número exacto de ejemplares vivos de ambos ecosistemas. Esto permitirá a futuro hacer un seguimiento de esta especie en el tiempo.
- Definir con precisión con datos de terreno los límites de los ecosistemas de niebla costeros de la Región de Tarapacá, en el pasado y los límites actuales, que permita evaluar el grado de constricción de los ecosistemas o reducción del área vegetada. Una correcta delimitación de los ecosistemas permitirá al momento de catalogarlos como áreas protegidas, asegurar que quede toda la vegetación incluida y así evitar lo sucedido con la concesión de Patache donde quedó fuera gran parte de la población de *Eriosyce caligophila*, una especie nueva recientemente descrita (Pinto, 2005) endémica de ese ecosistema.
- Estar atentos a un próximo evento El Niño de mayor intensidad que permita evaluar y caracterizar las poblaciones o sub poblaciones de algunas especies relevantes del ecosistema, como por ejemplo la población de *Ephedra* y hierbas bulbosas y anuales en la zona de arenales del extremo sur del ecosistema de Punta Gruesa y Patache, que permita ir ahondando en el conocimientos de estos ecosistemas. Ambos sectores son los de mayor densidad de estas especies que aparecen en años lluviosos y que normalmente se aprecian como áreas totalmente desprovistas de vegetación.
- Evaluar la población de roedores en los ecosistemas de niebla al sur de Iquique.
- Realizar un catastro de las especies liquénicas de los ecosistemas de niebla.
- Proponer a los encargados de la concesión de Patache la implementación de senderos de caminata delimitados y señalizados de manera de evitar la destrucción de suelo y junto con ello la destrucción de semillas, bulbos y rizomas. Esto por la gran afluencia de personas que han visitado ese sector en los últimos años, la que continuará en años venideros. Así como también, la instalación de un pluviómetro que permita el

registro de lluvias en el sector alto del acantilado en el tiempo. Esta información sería de gran relevancia para el ahondar en el conocimiento de la dinámica del ecosistema y entender la respuesta de la vegetación a los eventos “El Niño”.

- Hacer un convenio CONAMA - Minera San Marcos, que permita solicitar a dicha minera presente en las cercanías del ecosistema de niebla de Punta Gruesa que construya barreras en los puntos de fácil acceso para bajar el acantilado con vehículos 4 x 4. Tal como lo hizo para el Dakar 2010 en el camino de acceso a la mina por el sur **(Foto 19)**.
- Realizar charlas y cartillas de difusión sobre la localización e importancia de la conservación y protección de los ecosistemas de niebla costeros incluidos los tillandsiales de la región e imprimir una cartilla de difusión a repartir en dichas charlas dirigidas a todos los estamentos regionales, instituciones y empresas que de alguna manera hacen uso o tienen el poder de otorgar concesiones del sector alto del acantilado a lo largo de la cordillera de la costa de Tarapacá. Esto es: Intendencia, Gobernación, Municipalidad, Sernageomin, Fuerzas Armadas, Bienes Nacionales, Transporte y Telecomunicaciones clubes de 4 x 4, clubes de motocross, organizadores del Dakar, clubes de Boy Scouts, guías de ecoturismo, etc.
- Debemos también estar preparados para un próximo evento Niño en que se corre el riesgo que Sernatur y organismos asociados al turismo difundan estos lugares como sitios de interés turísticos y se provoque una masiva afluencia de público, sin estos estar aún bajo ningún programa de protección. Está la reciente experiencia del salar de Llamara donde la costra salina del borde de las lagunas quedó totalmente destruida a menos de un año de su difusión.

6. 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.
- BRITTON, N.L. & J.L. ROSE. 1963. The Cactaceae. Description and illustrations of the plants of the Cactus Family, Vol II. Dover Publications, Inc., NY 241 pp.
- BURKART, A. 1967. Sinopsis del género sudamericano de Leguminosas *Adesmia* DC. *Darwiniana* 14: 463-568.
- CONAMA, 2008. Estrategia para la Conservación de Biodiversidad, Región de Tarapacá. 94 pp.
- DE CÁCERES, 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. Villa-Lobos & A.C. Hamilton), pp. 528-535. WWF-IUCN, Cambridge.
- DILLON, M.O., T. TU, A. SOEJIMA, T. YI, Z. NIE, A. TYE & J. WEN. 2007. Phylogeny of *Nolana* (Solanoideae-Solanaceae) inferred from granule-bound starch synthase I (GBSSI or Waxy) marker. *Taxon* 56: 1000-1011.

- DILLON, M.O., G. ARANCIO & F. LUEBERT. 2007a. Five new species of *Nolana* (Solanaceae-Nolaneae) from Chile. *Arnaldoa* 14: 191-212.
- 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.
- GALÁN DE MERA, A., J.A. VICENTE ORELLANA & J.A. LUCAS GARCIA. 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.
- GARCIA, M. 2010. Contextos vegetales de Calate, eje Quillagua – Caleta Huelén (curso inferior río Loa). Proyecto Fondecyt 1090762.
- 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* 20:11-203.
- 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.
- 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, Mutiseae). *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. & P. Pliscoff, 2006. Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Ed Universitaria, Santiago de Chile, 316 pp.
- 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. 2008. Systematic placement and biogeographic relationships of the monotypic genera *Gypothamnium* and *Oxyphyllum* (Asteraceae: Mutisioideae) from the Atacama Desert. *Botanical Journal of the Linnean Society*, en prensa.
- 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 Asklepiadaceen. *Arkiv för Botanik utgivet av K. Svenska Vetenskapsakademien* 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. 1991. Adiciones y notas a la flora de Chile. *Gayana Botánica* 48: 121-126.
- MARTICORENA C., O. MATTHEI, R. RODRIGUEZ, 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. CONSTNACE. 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, F., 2009. Mosses of Chile. Archieve for Bryology 58:1-124.
- 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.
- 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 *Eriogyne* (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 *Eriogyne* (Cactaceae) in northernmost Chile. Bradleya 23: 7-16.
- PINTO, R. & F. LEUBERT. 2009. Datos sobre la flora vascular del desierto costero de Arica y Tarapacá, Chile y sus relaciones fitogeográficas con el sur de Perú. Gayana Bot. 66(1):29-50.
- PINTO, R. 2009. Cactus del Extremo Norte de Chile. AMF, Santiago, Chile. 246pp.
- 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.
- RAUH, W. 1985. The Peruvian-Chilean Deserts. In: Hots Deserts and Arid Schrublands, 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.
- RICHTER, M. 1995. Klimaökologische Merkmale der Küstenkordillere in der Region Antofagasta (Nordchile). Geoökodynamik 16: 283-332.
- 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 Azucar National Park in the Atacama desert of northern Chile. Gayana Botánica 53:295-315.
- SIELFELD, 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 doi:10.1016/j.ympev.2008.07.018
- ULLOA ULLOA C., J.L. ZARUCCHI & B. LEÓN. 2004. Diez años de adiciones a la flora del Perú: 1993-2003. Araldoa (Edic. Esp. Noviembre 2004): 1-242.
- VALENZUELA, A. 1970. *Tigridia philippiana* Johnston. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso 3: 59-64.
- VIDAL, A. & GARCIA, M. 2008. Uso del espacio e intervención con la flora de la costa de Tarapacá. Análisis del material vegetal de asentamientos vinculados al Período Formativo. Proyecto Fondecyt 1080458.
- 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.
- WERDERMANN, E. 1931. Die Pflanzenwelt Nord und Mittelchiles. Vegetationsbilder 21:31-42.