

Agradecimientos

FERNANDA Pérez Trautmann (Ecología, Pontificia Universidad Católica de Chile) ayudó con las plantas de la cordillera. Michael O. Dillon (Botánica, Museo Field de Historia Natural de Chicago) y Mark A. HersHKovitz (Botánica, Santiago de Chile) me ayudaron en la identificación de suspiros y patas de guanaco, respectivamente. Raquel Pinto (Botánica, Iquique) me ayudó con los cactus. Rodrigo Gutiérrez y Francisca Díaz (Microbiología, Pontificia Universidad Católica de Chile) me facilitaron sus estudios en la precordillera y corrigieron algunos errores. Guillermo Chong (Geología, Universidad Católica del Norte) es mi asesor en cualquier consulta sobre el desierto y me cedió varias fotografías. Esther García Guillén (archivera, Real Jardín Botánico de Madrid) me orientó sobre las expediciones del siglo XVIII a América, particularmente la de Ruiz y Pavón. Toni Granell (Biología molecular, Universitat Politècnica de València) me abrió los ojos a los fascinantes estudios genéticos sobre los tomates. Gerhard Hüdepohl, ingeniero electrónico que trabaja en el *Very Large Telescope* (VLT) del Observatorio Europeo del Sur (ESO), en Cerro Paranal, me ofreció gentilmente algunas de sus maravillosas fotografías del desierto florido. Por supuesto, los errores que se hayan colado son exclusivamente míos.

Todos los científicos consultados cedieron amablemente sus resultados y figuras (reconocidos en los respectivos pies de imagen). Springer Nature, Frontiers y *Erdkunde* también cedieron amablemente los derechos. Las imágenes sin crédito pertenecen al autor.

Este libro fue acabado durante los meses de confinamiento de 2020. Agradezco enormemente la existencia de internet y el esfuerzo de los miles de personas y centenares de instituciones que han digitalizado pacientemente la documentación de archivos y bibliotecas. En el siglo XX este libro no se hubiera podido escribir en tan poco tiempo.

1. Atacama: el lugar más seco del mundo

EN agosto de 1999 viajaba desde Santiago de Chile a Antofagasta por primera vez. Desde mi asiento junto a la ventanilla derecha del avión veía el Pacífico justo debajo, la costa y el país alejándose hasta los Andes en la distancia. Los Andes son la frontera con Argentina, de modo que, mirando de oeste a este, veía el país entero. La vegetación mediterránea de Santiago empezó a desaparecer, y la tierra mostró esos tonos rojizos, pardos y calabaza típicos de los desiertos. Al llegar a Antofagasta el espectáculo era sobrecogedor. Desde los acantilados hasta las cimas de la cordillera de la Costa no se veía absolutamente nada de vegetación. Nada. Nunca había visto un lugar en el que la geología estuviera tan desnuda. Se distinguían algunas construcciones, las carreteras y las huellas que algún todoterreno había dejado hacía un tiempo indeterminado,

tal vez horas, acaso décadas. Pero nada más. El propósito de mi viaje era estudiar los microorganismos de los ambientes extremos de Atacama con mi colega Cecilia Demergasso, de la Universidad Católica del Norte. Atacama es el paraíso del ecólogo microbiano: están las fuentes termales, los salares, los estromatolitos, los microorganismos que viven en las rocas, el barniz del desierto o los microorganismos que se utilizan en minería. Esos estudios han resultado fascinantes. Lo que aprendí sobre esos ambientes extremos lo recogí en un libro de divulgación titulado *La vida al límite*.

Pero después de veinte años visitando el desierto descubrí que en algunos lugares había plantas. Lo primero que quise saber fue de qué plantas se trataba —para esto hay algunas guías botánicas

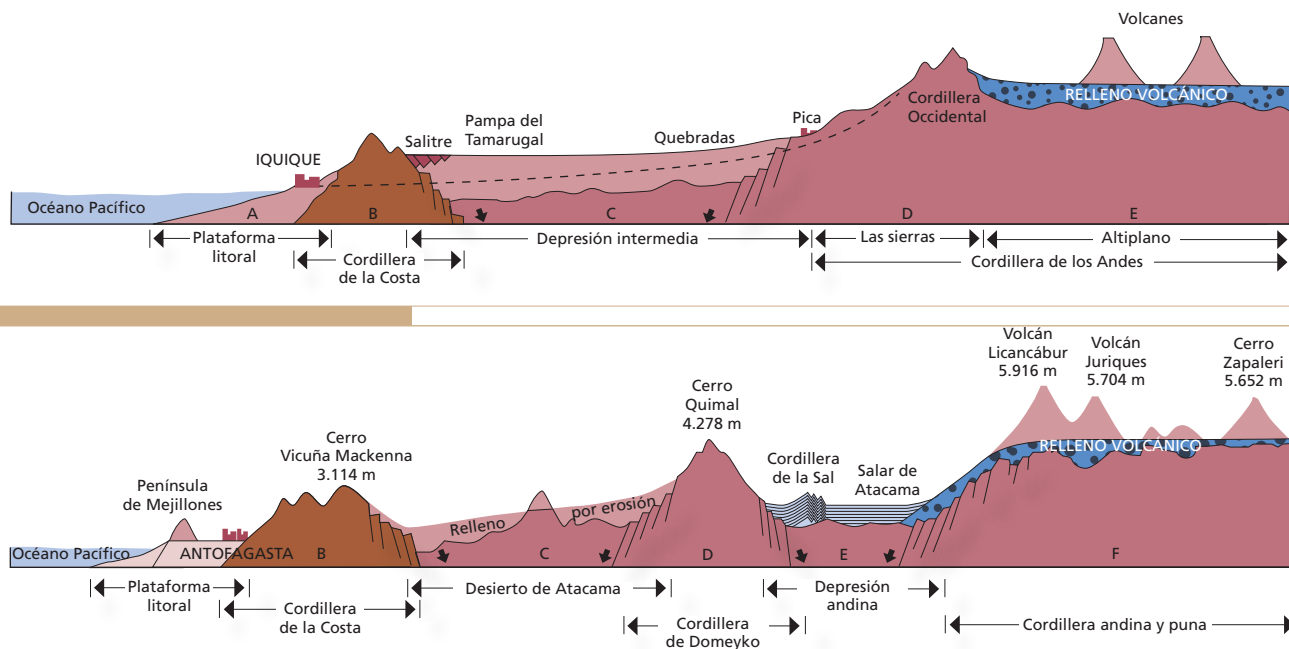


Figura 1.1. Cortes a través de Chile a las latitudes de Iquique (Región de Tarapacá, I) y Antofagasta (Región de Antofagasta, II).

muy útiles (véase el apartado “Para saber más”)— y, claro, luego quise saber cómo se las arreglan para vivir en el desierto, qué adaptaciones tienen a la aridez, de dónde sacan el agua, cómo se distribuyen por el territorio, cuánto tiempo hace que aparecieron en la evolución. Y para responder estas preguntas he tenido que recoger información dispersa en centenares de artículos científicos, informes de gestión ambiental y hacer consultas a distintos investigadores. El resultado es este libro. Su pretensión es ayudar al lector, tanto si

viaja por Atacama como si “viaja” desde el sofá, a leer el paisaje de una de las zonas naturales más espectaculares del mundo.

Una vez en la Universidad Católica del Norte, Guillermo Chong, geólogo con una larga experiencia en el desierto, me explicó la estructura del Norte Grande (figura 1.1). Empezando en la costa del Pacífico tenemos una estrecha plataforma litoral, pero enseguida aparece la cordillera de la Costa, que alcanza más de 3.000 m en el cerro Vicuña Mackenna. Luego hay una

amplia llanura inclinada que asciende suavemente desde los 1.000 a los 2.000 m de altura hasta las estribaciones de los Andes. Esta llanura se conoce como el *desierto absoluto*; ya veremos por qué (figura 1.2). A la latitud de Antofagasta, siguiendo hacia el este, nos encontramos con la cordillera de Domeyko, que llega a más de 4.000 m de altura. A continuación tenemos la depresión andina, una llanura en la que se aloja el salar de Atacama. Y después la orografía se empina hacia los Andes y alcanza los 4.000 m, donde se nivela formando el altiplano, del que se elevan distintos volcanes que llegan a los 6.000 m de altura. A lo largo de este transecto se distribuyen varios desiertos: el desierto costero, el desierto absoluto, el matorral desértico tropical y el matorral desértico andino.

A medida que nos acercamos a la cordillera, el terreno se inclina y el desierto se convierte en matorral y luego en estepa. La primera parte forma el matorral preandino y al llegar más o menos a los 3.500 m de altitud comienza la puna. *Puna* es un término de origen quechua, que significa “región de altura”. Pero es un término ambiguo, porque geólogos, biólogos y geógrafos de cuatro países distintos la han definido de formas diferentes. Podría afirmarse

que la puna abarca las comunidades existentes entre aproximadamente los 3.500 y los 5.000 m. La primera parte está cubierta por el matorral andino. Los matorrales que dominan esta zona se llaman *tolas* y fitogeográficamente la zona se denomina *provincia puneña*. Más arriba entramos en la provincia altoandina dominada por estepas llamadas *pajonales* en Sudamérica. Por encima de los 5.000 m hay muy poca vegetación.

De norte a sur, el desierto de Atacama ocupa cuatro regiones de Chile (figura 1.3). En la frontera con Perú está la Región de Arica y Parinacota (XV región en la nomenclatura antigua¹), cuyas poblaciones principales son Arica en la costa y Putre a 3.500 m, en el matorral andino. Le sigue la Región de Tarapacá (I) con Iquique como capital en la costa. Luego está la Región de Antofagasta (II), con la capital Antofagasta en la costa y San Pedro de Atacama (2.450 m) y Calama (2.300 m) en el interior. Y finalmente tenemos la Región de Atacama (III), cuya capital Copiapó está unos 70 km hacia el interior. Estas regiones al norte del río Copiapó forman el Norte Grande. Al sur de este río está el Norte Chico. Aunque aquí nos centraremos en el Grande, hay que destacar que el desierto florido se

extiende por el sur de la Región de Atacama y el norte de la Región de Coquimbo (IV), que ya son parte del Norte Chico.

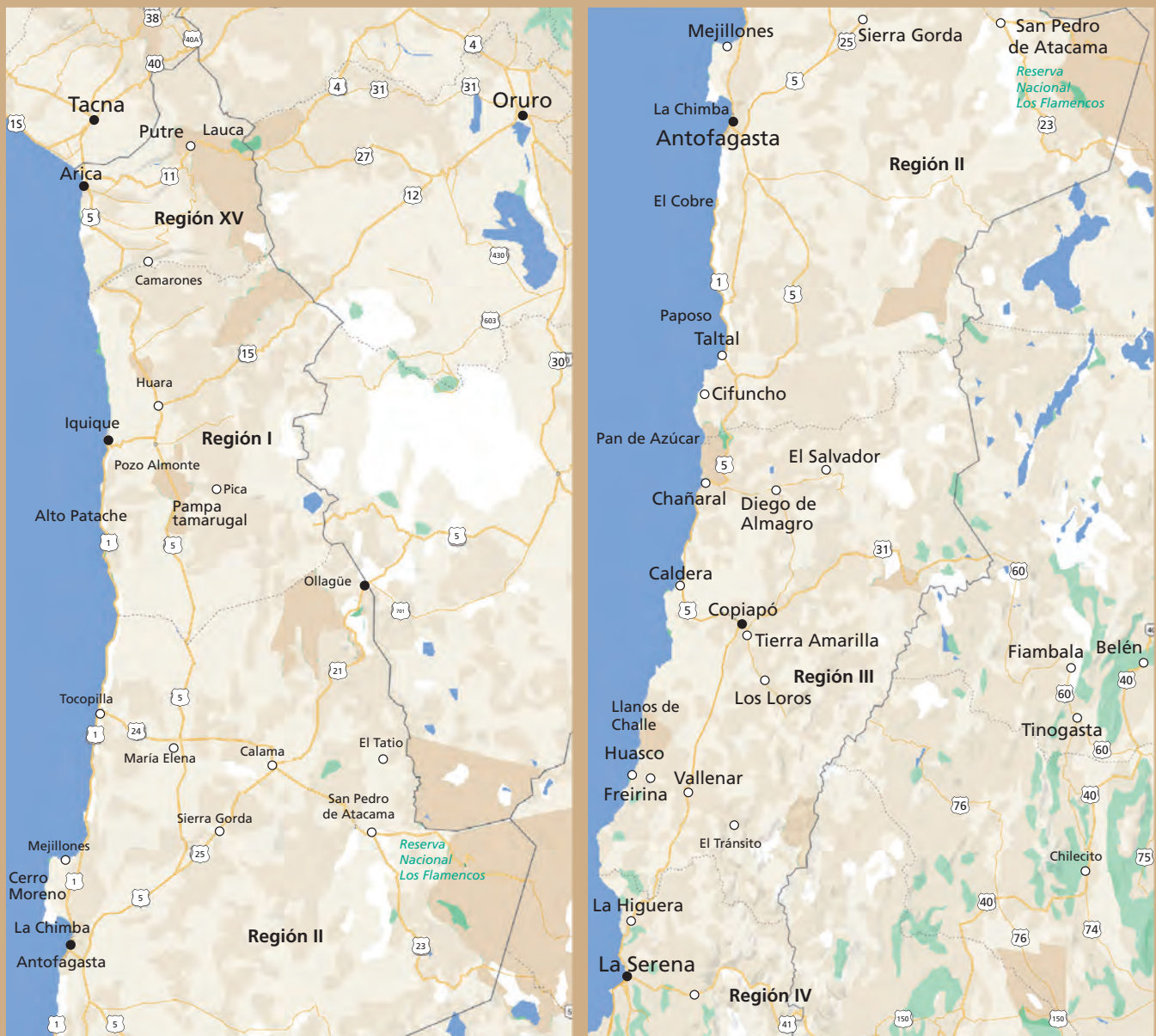
Las definiciones siempre son comprometidas, pero Roberto Chávez y colaboradores (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso) utilizaron el índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI) para determinar la extensión del desierto de forma objetiva. Este índice se calcula con datos obtenidos desde satélites, comparando la radiación reflejada desde la superficie de la Tierra en dos franjas distintas: el rojo y el infrarrojo. Las plantas, a través de la clorofila, absorben la luz roja, pero reflejan la radiación infrarroja. Por eso, si la radiación infrarroja es mucho mayor que la roja esto nos está indicando que en esa zona hay vegetación. Mediante este índice, se determinó que el desierto de Atacama cubría una extensión de 178.000 km². En realidad esto se refiere al desierto propiamente dicho: el desierto costero y el desierto absoluto. Pero nosotros también analizaremos las zonas andinas, que no cumplían los requisitos de Chávez y colegas para ser definidas como verdadero desierto.

En realidad, Atacama no es el lugar más árido del mundo. Este honor le corresponde a los Valles Secos antárticos.

1. Desde 1974 Chile se dividía en 12 regiones numeradas con cifras romanas de norte a sur, más la Región Metropolitana de Santiago. En este siglo se han añadido tres provincias más y recientemente (2018) se decidió prescindir de los números y utilizar los nombres. El sistema de números era de fácil ubicación, pero fue instaurado durante el régimen militar de Pinochet, lo que no agradaba a todos, y los nombres parecen más amables que los números. Aquí añadiremos los números entre paréntesis para facilitar la orientación del lector.



Figura 1.2. Desierto absoluto al interior de Antofagasta.



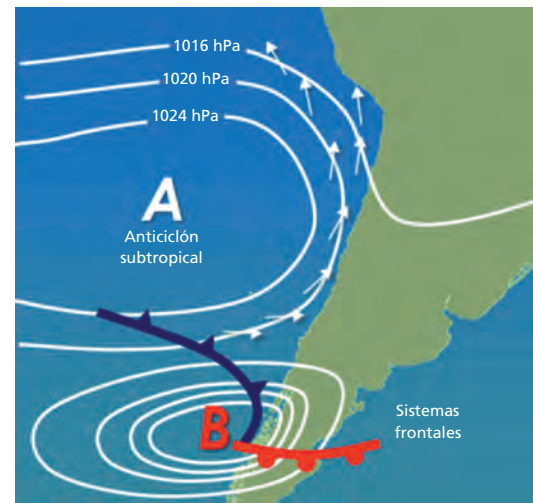
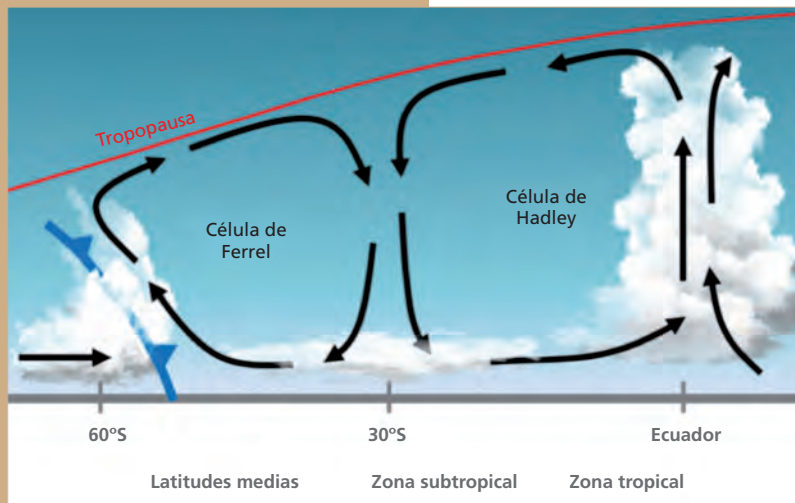


Figura 1.4. El clima del trópico está determinado por la circulación atmosférica, particularmente por la célula de Hadley (izquierda) y por el anticiclón subtropical (derecha).

Fuente: Meteochile Blog.

Pero entre los desiertos de las zonas no polares, los desiertos cálidos, sí es el más árido. Hay cuatro razones por las que Atacama es tan árido.

La primera es que se extiende en torno al trópico de Capricornio ($23^{\circ} 26'$ Sur). Sobre el ecuador, el sol incide perpendicularmente en la superficie de la Tierra, calentando el aire (figura 1.4). El aire caliente asciende debido a que es menos denso que el frío. Este movimiento genera condensación, nubes y tormentas cerca del ecuador. Al llegar a la tropopausa (a unos 10-15 km de altura) el aire ha perdido el agua que llevaba y empieza a moverse hacia el sur. Finalmente, al llegar a los trópicos desciende creando zonas de altas presiones de aire caliente y seco. Esto hace que la mayoría de los desiertos

cálidos estén en las zonas tropicales. En el hemisferio sur, este es el caso tanto de Atacama como del Namib en África o del desierto australiano.

La segunda razón es que en el Pacífico sur, al oeste de Atacama, se instala un anticiclón de forma bastante estable (figura 1.4). Esto es parecido a lo que hace el anticiclón de las Azores en el caso de la península ibérica. El anticiclón es una zona de altas presiones que resulta estable y seca, sin lluvias, y bloquea la posible llegada de vientos húmedos a las costas del norte de Chile.

La tercera es que la cordillera de los Andes hace de barrera frente a los vientos alisios que traerían aire húmedo del Atlántico (figura 1.1). Estos vientos van perdiendo su humedad a medida que cruzan Argentina y Brasil, y al

ascender por las vertientes orientales de los Andes terminan por perder el resto. Si algo de viento llega a la vertiente occidental, es totalmente seco. En verano se produce una alteración bastante predecible de este patrón, y parte del aire húmedo alcanza el norte de Chile en lo que se denomina el *invierno boliviano*. Francisca Díaz, investigadora de la Pontificia Universidad Católica de Chile, me advierte de que esta denominación es confusa, porque el fenómeno no se da en invierno, sino en verano, y porque no solamente ocurre en Bolivia, sino en toda la zona. Pero es un término tan común en el Norte Grande que no puedo dejar de utilizarlo. Esta es la fuente de agua más importante para las comunidades de la puna que estudiaremos en los capítulos 8 y 10 (figura 10.3).

Y la cuarta razón tiene que ver con la corriente de Humboldt y la cordillera de la Costa. La corriente de Humboldt llega desde el sur con aguas frías. Como consecuencia, la capa de aire sobre el mar también se enfría. Los vientos del oeste empujan aire cálido y húmedo por encima de esta capa de aire frío. Así que, en la zona de contacto entre ambas masas de aire, el aire cálido se enfría hasta llegar al punto de rocío; a partir de este momento se forman gotitas de agua líquida que forman la niebla. Esta niebla queda atrapada entre ambas capas de aire, una con suficiente humedad y otra

con una temperatura suficientemente baja, aproximadamente entre unos 600 y 1.000 m de altura. Estas nieblas en Chile se llaman *camanchaca*. En muchas zonas de Perú, o en el Namib, estos bancos de niebla penetran en el interior del continente aportando humedad. Pero en Atacama, la cordillera de la Costa es tan alta que impide ese movimiento. Así, los acantilados costeros están casi siempre adornados por una visera de niebla entre los 600 y los 900 m de altura (figuras 2.1 y 2.2). Esta niebla aporta la humedad necesaria para el ecosistema que estudiaremos en el capítulo 2, los oasis de niebla. Pero claro, la niebla no llega al otro lado de la cordillera de la Costa.

De modo que el desierto interior, el que se extiende entre ambas cordilleras (figura 1.1), es un cuádruple desierto. No es extraño que se le denomine el *desierto absoluto* (figura 1.2), y que la NASA lo utilice como un análogo de Marte para comprobar el funcionamiento de sus sondas espaciales. Obviamente, el factor limitante en toda la zona es el agua. Por los cuatro motivos mencionados, las lluvias son muy escasas. Por ejemplo, Mélica Muñoz-Schick y colaboradores (Museo Nacional de Historia Natural de Chile) recogieron las precipitaciones registradas en Iquique entre 1978 y 1998. De estos veinte años, trece no registraron ninguna lluvia apreciable y el que más registró fue 1992, cuando se recogieron 11 mm.

La media en Iquique durante esas dos décadas ¡fue de 1,3 mm! Pongamos estas cifras en contexto. Si toda la lluvia que cae en el planeta, tanto sobre los océanos como sobre los continentes, se repartiera uniformemente, cada estación meteorológica recogería casi un metro al año (990 mm, para ser más precisos). Pero claro, las lluvias no se reparten uniformemente. Los lugares más lluviosos sobre tierra firme están en el estado de Meghalaya (India), en el Chocó (Colombia), en Guinea Ecuatorial o en las islas Hawái. En estos lugares la precipitación media varía entre los 10.000 y 12.000 mm. En el monte Waialeale en la isla de Kauai (Hawái) cayeron 17.300 mm en 1982. ¡Diecisiete metros de agua! Cuatro órdenes de magnitud más que en Iquique. En la península ibérica, la capital de provincia más lluviosa es San Sebastián, que recibe 1.738 mm, y la más seca Almería, con 200 mm. Ya vemos que nuestro desierto particular en Almería está solamente al borde de la aridez y recibe 200 veces más lluvia que Iquique.

Se considera que un clima es semiárido cuando la precipitación anual es menor de 250 mm y mayor de 50, árido si se encuentra entre 50 y 6 mm e hiperárido cuando la precipitación es menor o igual a 5 mm. Iquique es uno de los puntos más secos de la costa. A lo largo de la misma las lluvias aumentan desde Arica (1,5 mm) e Iquique (0,9 mm) en el norte hacia Copiapó

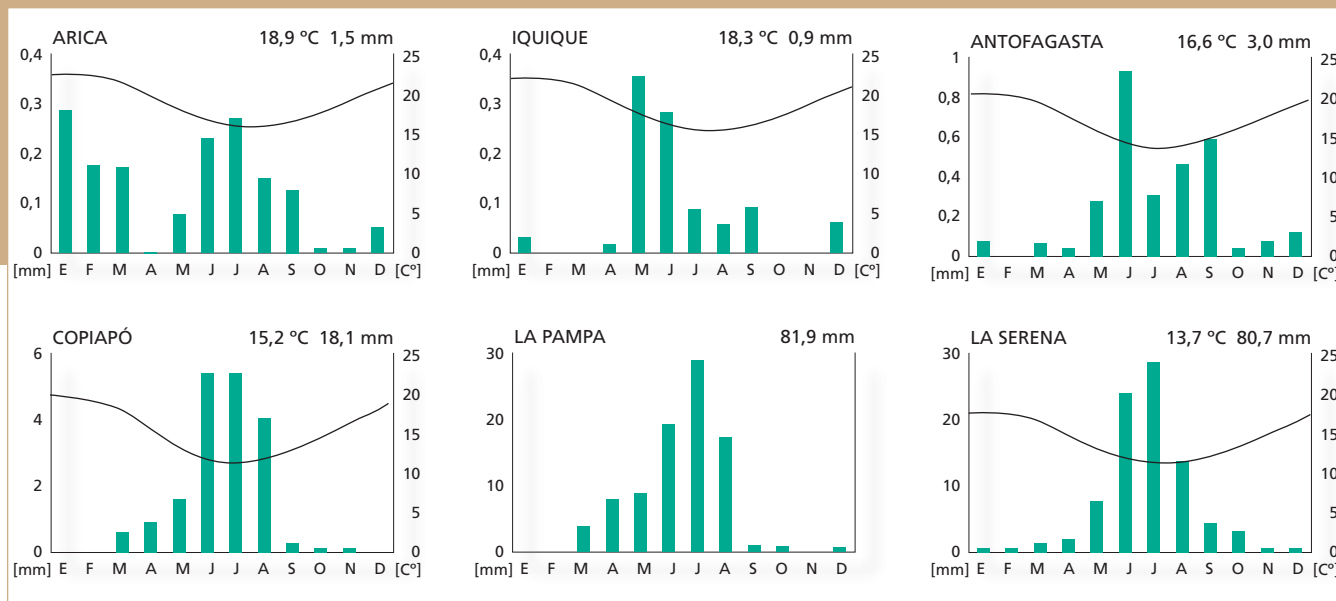


Figura 1.5. Pluviosidad (barras) y temperatura (curvas) medias mensuales en distintas localidades de norte a sur. También se indican las medias anuales (Schulz, 2009). Nótese la diferencia de escalas verticales de pluviosidad entre gráficos.

Fuente: Michael Richter y *Erdkunde*.

(18,1 mm) o La Serena (80,7 mm) en el sur, y se producen sobre todo en invierno (figura 1.5). En cambio, en los Andes, las lluvias disminuyen desde el norte, por ejemplo en Putre (214 mm, 18° 11' S, 3.500 m) hacia el sur, como en el Tatio (144 mm, 22° 20' S, 4.200 m) o en Peine (18,1 mm, 23° 41' S, 2.400 m), y se producen sobre todo en verano. Entre medias queda una zona hiperárida, el desierto absoluto. Federico Luebert y Patricio Plischoff lo llaman piadosamente *zona de vegetación escasa*. La única vegetación que he visto en esa zona son los arbustillos que los vecinos

mantienen junto a sus casas o los responsables de obras públicas en el parterre de la autopista entre Antofagasta y Baquedano.

Estos son los patrones generales, pero existe una gran variabilidad, tanto de un año a otro como entre distintas zonas. Uno de los fenómenos que más contribuye a esta variabilidad es el del *Niño*. Cada tres o cuatro años se produce un Niño o su opuesto, una *Niña*. Normalmente, el Niño aumenta la pluviosidad en la costa y la Niña en los Andes, pero de forma muy irregular. Las plantas han tenido que adaptarse a estas

condiciones. Los patrones generales determinan distintos ecosistemas. Así, en la costa prosperan solamente los oasis de niebla, mientras que en los Andes crecen distintas comunidades de matorrales. La riqueza de especies de estas comunidades aumenta con la pluviosidad. A lo largo de la costa la riqueza aumenta de norte a sur: en Patache (al sur de Iquique) solamente se han descrito 42 especies, mientras que en Paposo (al sur de Antofagasta, figuras 2.3 y 2.4) se han descrito más de 300. En cambio, en los Andes la riqueza disminuye de norte a sur. Pero, además, hay plantas adaptadas

a esos fenómenos esporádicos de lluvias torrenciales. Son plantas preparadas para aguardar pacientemente en forma de semilla o de bulbo durante años, incluso décadas, hasta que una lluvia inesperada les permita germinar, florecer y fructificar en apenas dos o tres meses, produciendo uno de los fenómenos más hermosos y espectaculares: el desierto florido. Esta comunidad la veremos en el capítulo 4 (figura 4.4).

La variabilidad extrema genera grandes problemas y grandes soluciones. En septiembre de 2019 estaba observando con mis prismáticos piqueros y cormoranes en el puerto de Antofagasta, cuando noté algo húmedo en la frente. Lo primero que pensé fue en el “regalito” de alguna gaviota. Pero enseguida vi que se trataba de gotas de agua. ¡Estaba lloviendo! Después de veinte años visitando la ciudad por fin experimentaba la lluvia. En realidad, fue lo que se denomina *inapreciable* (menos de 1 mm), cuatro gotas mal contadas y ya. Pero en algunos barrios de la ciudad llegaron a formarse pequeñas avenidas. Estas diferencias entre barrios cercanos se produjeron de forma trágica en junio de 1991. Mientras que en algunos barrios solamente tuvieron una niebla húmeda, en otros cayeron 42 mm en unas tres horas. Esta lluvia, que en

Hawái sería para echarse a reír, causó inundaciones y luego deslizamientos de tierra que aplastaron barrios enteros. Murieron casi 100 personas. Las ciudades del Norte Grande están bien preparadas para los temblores, pero no para las lluvias torrenciales, porque los terremotos son mucho más frecuentes que las inundaciones. Por ejemplo, solamente durante el mes de enero de 2020, la Región de Antofagasta (II) experimentó 50 temblores con valores entre 3,3 y 5,1 grados en la escala de Richter. Más de uno al día. Pero las lluvias solo se producen cada varios años o tal vez cada varias décadas.

Aunque las ciudades no estén preparadas para las lluvias esporádicas, estas son literalmente una bendición del cielo para las plantas. En algunas zonas se llega a formar una riada que desciende por los cauces secos: los uadis o ramblas. En la cordillera de la Costa esto sucede mayormente en invierno, y los torrentes bajan por las quebradas hasta el mar. En las faldas de Morro Moreno (Antofagasta), por ejemplo, no hay nada de vegetación. Pero en las ramblas siempre hay algunos matorrales aguardando pacientemente a que llegue la próxima riada. Entre estos hay suspiros (*Nolana peruviana*², solanáceas, figura 2.9) con las hojas crasas en forma

de pequeñas porras y florecillas tubulares blancas, borlones de alforja (*Polyachyrus fuscus*, asteráceas, figura 9.7), una compuesta de flores violeta, tomatillos (*Solanum brachyatherum*, solanáceas, figura 11.5) y malvillas (*Cristaria integerrima*, malváceas, figura 5.7) de flores rosadas.

En las estribaciones de los Andes, en cambio, las lluvias se producen sobre todo en verano y, de nuevo, las ramblas se pueden llenar de agua por algunos días o algunas semanas. La mayoría de estos torrentes no llegan al mar; el agua o bien se evapora dejando un salar como el de Atacama, o bien percola hundiéndose hasta encontrar algún material impermeable, donde se acumulará formando la capa freática. En el capítulo 6 veremos la importancia de esta capa para que pueda crecer un bosque en el desierto (figura 6.4). En las ramblas, la capa freática está más cerca de la superficie y esto parece ser suficiente para mantener una comunidad arbustiva entre periodos de lluvias. Una de las comunidades de matorrales más extensas a los pies de los Andes es la formada por espinillos (*Adesmia atacamensis*, fabáceas, figura 7.1) y quiaca (*Cistanthe salsoloides*, montiáceas, figura 8.3). Ambas tienen hojas crasas en forma de lenteja. La

2. El nombre completo de una planta lleva el del género con inicial mayúscula y en cursiva (*Nolana*), el de la especie en minúscula y cursiva (*peruviana*), y la abreviación de la autoridad que la describió en redonda ((Gaudich.) I. M. Johnst., en este caso). He optado por poner solamente el nombre binomial para dar mayor fluidez al texto. El lector podrá encontrar las autoridades en el apéndice I. También he optado por castellanizar los nombres de las familias.



Figura 1.6. La manzanilla falsa (*Perytyle emoryi*) rodeada de suspiros (*Nolana elegans*, probablemente) en el desierto florido de Antofagasta.

Fotografía: Guillermo Chong.

el norte de Chile son de 150 millones de años para el clima semiárido, 33 millones para el árido y entre 8 y 10 millones para el hiperárido, periodos suficientes para que una gran variedad de plantas se hayan podido adaptar a estas condiciones extremas. Es más, ha dado tiempo a que muchas plantas evolucionaran hasta formar especies endémicas, que no se pueden hallar en ningún otro lugar. El resultado es que en el Norte Grande hay unas 2.500 especies de plantas vasculares y aproximadamente la mitad son endémicas. Ahora que ya estamos familiarizados con el entorno, estamos preparados para fijarnos en las distintas comunidades del desierto.

primera tiene las hojas recubiertas de pelillos glandulosos y unas flores amarillas típicas de la familia de los guisantes. Las hojas de *Cistanthe* son glabras (sin pelos), de color verde pálido y mucho más crasas, y las flores son

violeta, acampanadas y con estambres granates. Ver estas plantas floridas en medio de la nada es un espectáculo sorprendente.

Las estimaciones de cuándo surgieron estas condiciones en

Información útil

Algunos nombres en el Norte Grande pueden resultar confusos. *Atacama* se utiliza para todo este desierto en general, pero también es el nombre de una región concreta (la III) y del famoso salar. Las culturas de la zona andina del norte de Chile se denominan *atacameñas*. En cambio, los habitantes de la zona costera eran los changos, a pesar de vivir más en el desierto de Atacama que los atacameños, que poblaban la puna. Antofagasta es el nombre de la región II, de una de sus tres provincias y de su capital. Tapacá es el nombre de la región I y también de un pueblo en el interior de esta región y de su correspondiente quebrada. Arica y Parinacota es el nombre de la región XV. Esta región tiene dos provincias: Arica, con capital en la ciudad de Arica, y Parinacota, con capital en el pueblo de Putre.

Las guías Chiletur Copec me parecen las mejores. Hay tres para todo el país. Para el norte hay que buscar, lógicamente, la “Zona Norte”. Aunque estas guías tienen mapas aceptables, los mapas turísticos de Chiletur Copec son los más atractivos y detallados (y además están plastificados). Habría que conseguir los números 1, 2 y 3.

Sharon Chester ha escrito la guía de historia natural más completa de Chile. Es muy buena, pero no servirá para identificar la mayoría de las plantas. Y los dibujos de reptiles y aves tampoco ayudarán en los grupos difíciles.

Otro libro maravilloso de historia natural es el de Sánchez. Aunque, como abarca toda Sudamérica, no puede tratar con tanto detalle el Norte Grande.

A pesar de que no sea el tema de este libro, hay dos guías excelentes de aves. La de Jaramillo tiene los mejores dibujos que he visto para identificar incluso los grupos más difíciles. La de Howell y Schmitt es fotográfica, pero a diferencia de la mayoría de guías, que solo buscan mostrar fotos bonitas, esta incluye imágenes útiles para la identificación.

Para las plantas son muy recomendables los libros de Paulina Riedemann y colaboradores. Tienen cuatro para todo Chile, y para nuestra zona harían falta los de la Zona Norte y Zona Cordillera de los Andes. Cada libro es en realidad dos, uno con excelentes fotografías y datos de identificación e información sobre cómo cultivarlas y otro con itinerarios para ver las plantas. De todos modos, como en todas las guías de plantas, faltan muchas especies. Por ejemplo, los *Cistanthe* o las *Adesmia* están tratados de forma simplificada.

Adriana E. Hoffmann tiene dos libros de identificación en nuestra zona: uno sobre los cactus y otro sobre el desierto florido. La verdad es que son útiles, pero los dibujos no acaban de aclarar las diferencias entre especies próximas y no hay mapas de distribución. El libro de Felipe Orrego es un libro de fotografías excepcionales de flores del norte.

Para saber más

Las publicaciones con un asterisco que aparecen de aquí en adelante se pueden descargar libremente en internet.

- CHESTER, S. (2016): *Flora y fauna de Chile: guía de identificación*, Barcelona, Lynx Edicions.
- CHILETUR (2020a): *Chiletur Norte 2021-2022*, Chiletur Copec.
- (2020b): *Chiletur Mapas Turísticos* (Zonas 1, 2 y 3), Compass.
- HOFFMANN, A. E. y WALTER, H. E. (2004): *Cactáceas en la Flora Silvestre de Chile* (2ª edición), Santiago de Chile, Ediciones Fundación Claudio Gay.
- HOFFMANN, A. E.; WATSON, J. M. y FLORES, A. R. (2015): *Flora nativa de Chile. Cuando el desierto florece* (vol. 1), Santiago de Chile, Ediciones Fundación Claudio Gay.
- HOWELL, S. N. G. y SCHMITT, F. (2018): *Birds of Chile: A Photo Guide*, Nueva Jersey, Princeton University Press.
- JARAMILLO, Á. (2005): *Aves de Chile* (ilustrado por P. Burke y D. Beadle), Barcelona, Lynx Edicions.
- LUEBERT, F. y PLISCOFF, P. (2004): *Clasificación de pisos de vegetación y análisis de representatividad ecológica de*

- áreas propuestas para la protección en la Ecorregión* (Informe 3. “Pisos de vegetación de la Zona Norte de Chile, I-III”), Gobierno de Chile, Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- (2017): *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*, 2ª edición, Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- *MUÑOZ-SCHICK, M. *et al.* (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 (2), pp. 389-405.
- *ORREGO, F. *et al.* (2013): *Flores silvestres de Chile. Flores del Norte Grande*, Jack Stern y Cía.
- PEDRÓS-ALIÓ, C. (2013): *La vida al límite*, Madrid, Los Libros de la Catarata/CSIC.
- RIEDEMANN, P.; ALDUNATE, G. y TEILLIER, S. (2016): *Flora nativa de valor ornamental. Chile. Zona Norte* (vols. I y II), 2ª edición, Santiago de Chile, Corporación Jardín Botánico Chagual.
- (2019): *Flora nativa de valor ornamental. Chile. Zona Cordillera de los Andes* (vols. I y II), 2ª edición, Santiago de Chile, Corporación Jardín Botánico Chagual.
- SANCHEZ, I. A. (2011): *De Amazonia a Patagonia. Ecología de las regiones naturales de América del Sur*, Barcelona, Lynx Edicions.