





FLORA Y VEGETACIÓN DE LAS DUNAS DE LA PLAYA GRANDE DE CARTAGENA, UNA PLAYA URBANA EN CHILE CENTRAL

Andrés Madrid¹  & Sebastián Teillier² 

¹ Consultor independiente. Los Militares 5953, Of. 801, Las Condes, Región Metropolitana, Chile; andresmadridp@gmail.com (autor corresponsal).

² Escuela de Arquitectura y Paisaje, Universidad Central de Chile. Santa Isabel 1186, Santiago, Región Metropolitana, Chile.

Abstract. Madrid, A. & S. Teillier. 2021. Flora and vegetation of the dunes of Playa Grande of Cartagena, an urban beach in central Chile. *Darwiniana*, nueva serie 9(2): 342-363.

The flora of the Playa Grande of Cartagena in the Valparaíso Region, commune of El Tabo (33°30'S, 71°36'W), is made up of 98 species of vascular plants, 61 % of which are exotics, most feral. The vegetation is made up of five units: a *Carpobrotus chilensis* and *Chrysanthemum coronarium* grassland dominated by ruderal species, mostly feral alien species, which marks the boundary between the populated area and the dune field with the sandy beach; a *Ambrosia chamissonis* and *Poa cumingii* scrub that is typical of the primary and secondary dunes and occupies the largest vegetated area in the study area; a *Nolana crassulifolia* scrub, a coastal rocky rocks; and two units typical of coastal wetlands: a marsh grassland with *Schoenoplectus pungens* and *Cotula coronopifolia*, and a *Typha domingensis* grassland in a water body.

Keywords. Dunes; flora of Chile, urban coastal wetlands.

Resumen. Madrid, A. & S. Teillier. 2021. Flora y vegetación de las dunas de la Playa Grande de Cartagena, una playa urbana en Chile central. *Darwiniana*, nueva serie 9(2): 342-363.

La flora de la Playa Grande de Cartagena, en la Región de Valparaíso, comuna de El Tabo (33°30'S, 71°36'W), reúne a 98 especies de plantas vasculares, de las que un 61 % son exóticas, la mayoría asilvestradas. La vegetación está constituida por cinco unidades: un herbazal de *Carpobrotus chilensis* y *Chrysanthemum coronarium* dominado por especies ruderales, en su mayoría aloctonas asilvestradas, que señala el límite entre la zona poblada y el campo de dunas con la playa de arena; un matorral de *Ambrosia chamissonis* y *Poa cumingii* que es propio de las dunas primarias y secundarias y ocupa la mayor superficie vegetada de la zona de estudio; un matorral de *Nolana crassulifolia*, comunidad rupícola litoral; y dos unidades propias de los humedales del litoral: un herbazal de marisma con *Schoenoplectus pungens* y *Cotula coronopifolia*, y un herbazal de *Typha domingensis* en un espejo de agua.

Palabras clave. Dunas; flora de Chile; humedales costeros urbanos.

INTRODUCCIÓN

La flora y la vegetación de Chile central presentan niveles importantes de invasión o de pérdida de superficie. Al menos un 32 % de las 934 especies de la flora vascular del litoral de la Región de Valparaíso son aloctonas asilvestradas (Teillier et al., 2018). Al nivel de la vegetación, solo se

conocen datos generales sobre el estado actual de los ecosistemas de la región; al respecto, se reconoce la pérdida de hasta un 25% de la superficie de la vegetación nativa litoral caracterizada como un matorral esclerófilo arborescente de *Peumus boldus* Molina (Monimiaceae) y *Schinus latifolius* (Gillies ex Lindl.) Engler (Anacardiaceae) (Luebert & Pliscoff, 2017).

Estudios en Europa, Norteamérica, China y Chile han mostrado que las ciudades o las áreas urbanas y su periferia son lugares con una importante riqueza de plantas exóticas asilvestradas (Pyšek, 1998; Clemants & Moore, 2003; Zhao et al., 2010; Figueroa et al., 2016). En particular, esto también se observó en las localidades ubicadas cerca de las playas y de las dunas litorales, que son ambientes susceptibles de ser invadidos por las plantas alóctonas tal como se ha descrito en México, Australia, España y Sudáfrica (Castillo & Moreno, 1996; Heyligers, 2008; Asensi et al., 2014; Cowling et al., 2019). Relacionado con ello, Jehlík et al. (2019) mostraron que los recintos de los puertos fluviales de Europa central contienen una alta proporción de especies exóticas asilvestradas (41 %), cuya abundancia aumenta con la superficie del puerto, siendo éstos importantes núcleos de dispersión de especies alóctonas asilvestradas hacia el interior de los países.

Las dunas litorales son ecosistemas que se ubican en la transición entre los ambientes terrestres y marinos y son parte, a su vez, del sistema de reparto de arena formado por la playa, de gran movilidad, y las dunas más estables (Martínez & Psuty, 2004). Como resultado de la interacción entre las características geomorfológicas, la heterogeneidad ambiental y la diversidad de las especies, las dunas costeras albergan una importante diversidad ecológica, proporcionando bienes y servicios importantes que se han utilizado durante mucho tiempo para numerosas actividades humanas, siendo sustancialmente alteradas por la actividad humana y muchas de ellas ya están severa e irreversiblemente degradadas (Martínez & Psuty, 2004). Hay que considerar que en los sistemas de dunas litorales, cuando están bien conservados, las plantas atrapan la arena y les brindan estabilidad a las dunas (Calvã et al., 2017). En Chile central, las dunas litorales se encuentran en todo el largo de la costa del océano Pacífico y su origen está relacionado con modificaciones climáticas y del nivel del mar durante el Cuaternario, atribuyéndoseles un carácter formativo permanente (Paskoff, 1970). En los ecosistemas con clima de tipo mediterráneo, las dunas costeras del Holoceno

se caracterizan por ser pequeñas, fragmentadas y dinámicas, con suelos arenosos, secos y desequilibrados nutricionalmente (Cowling et al., 2019). Estas características, junto con la sequía estival y los vientos cargados de sal, plantean muchos desafíos para la colonización y la persistencia de las plantas. Se sugiere que las dunas de Sudáfrica son las menos similares a las de la cuenca del Mediterráneo, donde las herbáceas anuales son la forma de crecimiento más frecuente, mientras que los arbustos están subordinados. Por su parte, las floras de las dunas de California y Chile central parecen ocupar una posición intermedia, en términos de mezcla de formas de crecimiento, entre El Cabo y Australia, donde las floras de dunas han conservado características típicas de suelos pobres en nutrientes, y la cuenca del Mediterráneo, donde los arbustos enanos y caducifolios, junto con las hierbas anuales dominan el espectro de formas de vida (Cowling et al., 2019).

Todas las dunas de los ecosistemas con clima del tipo mediterráneo están amenazadas por la invasión de plantas exóticas, el desarrollo de infraestructura, la demanda turística y el aumento del nivel del mar (Cowling et al., 2019).

La flora de las dunas litorales de Chile central reuniría, entre nativas y alóctonas, a unas 186 especies de plantas vasculares (San Martín et al., 1992a), con un 30 % de especies alóctonas asilvestradas. Sin embargo, en estos ecosistemas dunarios también crecen algunas especies endémicas del litoral central de Chile, de las que al menos dos se conoce que están amenazadas, *Astragalus trifolius* y *Oenothera grisea*, las que fueron clasificadas oficialmente como “en peligro crítico” (MMA, 2018). La primera de ellas se considera endémica del campo de dunas “Gota de Leche” (Teillier & Zuloaga, 2016), ubicado en la comuna de El Tabo, provincia de San Antonio, al norte del balneario de Las Cruces; en tanto que la segunda, es endémica de las dunas de Concón y de Quintero (Dietrich, 1977), ambas ubicadas en la Región de Valparaíso.

Las 186 especies de plantas vasculares descritas para las dunas litorales de Chile

central ocupan todas las formas de vida del espectro de Raunkiaer, dominando entre ellas las terófitas y las hemicriptófitas con un 38 % y 24 %, respectivamente (San Martín et al. 1992a). Flores & Araya (2015) reportaron para las dunas de Ritoque, Región de Valparaíso, unas 121 especies, de las que un 25 % eran hemicriptófitas y un 20 % terófitas, mientras que para el humedal de Putú, en la Región del Maule, Urrutia (2016) documentó 110 taxones con un 39 % de hemicriptófitas y un 29 % de terófitas.

El marco de referencia para el estudio de la vegetación de las dunas de América del Sur en general, de Chile en general y de Chile central en particular, fue establecido por Kohler (1970, 1971), Eskuche (1992) y Ramírez et al. (1992). Por su parte, la vegetación de los humedales costeros fue estudiada por Ramírez & Álvarez (2012) y de las marismas del centro-sur de Chile fue revisada por San Martín et al. (1992b). Entre los estudios locales sobre la flora y vegetación de las dunas de Chile se mencionan Donoso (1974) en las dunas de Llico, Caldichoury (2000) y Flores & Arancibia (2017) en las dunas de Santo Domingo-El Yali y Luebert & Muñoz (2005) en las dunas de Concón. Por otra parte, la flora y la vegetación de las desembocaduras de los esteros y ríos de Chile central, los que con frecuencia incluyen parches de dunas, fue estudiada en el estero Reñaca-Viña del Mar (San Martín et al., 2001), estero Casablanca (Iturriaga, 2004), quebrada de Córdova-El Tabo (Pérez & Villagrán, 1985), río Aconcagua (Arancibia, 2006), quebrada de La Hoyada (Brito, 2017) y laguna El Peral (Ramírez et al., 1987).

En el contexto descrito, la localidad de Cartagena, el balneario más antiguo de Chile central muestra un paisaje vegetal altamente intervenido y modificado, razón por la que se han iniciado estudios para establecer las prioridades locales de conservación a nivel de la flora y la vegetación. Al respecto, y dado que no existe una caracterización particular de las dunas litorales de dicha localidad, el objetivo de este trabajo es llevar a cabo una descripción de la flora vascular y de las comunidades de vegetación de sus dunas costeras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se localiza en un entorno urbano y corresponde al tramo norte de la playa Grande de Cartagena (Fig. 1). El área se extiende entre el balneario de Las Cruces y el estero La Cigüeña, en el sector de Costa Azul, comuna de El Tabo, provincia de San Antonio, Región de Valparaíso, Chile (33°30'S, 71°36'W). El área analizada alcanza una longitud aproximada de 2,7 km, con un ancho de 20 a 120 m. En ella se distinguen tres tramos con contextos y bordes diferentes. El primero de norte a sur, es un sector con viviendas que pertenece al balneario de Las Cruces y se inserta en la parte sur de la zona típica *Barrios Vaticano y Quirinal* (D.S. N° 110/2015, del Mineduc), alcanza una longitud de 370 m y es el único tramo que tiene calzada y vereda pavimentadas; el segundo, corresponde al condominio de edificios Ilimay y tiene una longitud de 390 m, no tiene acceso vehicular y tiene una calzada peatonal de tierra; y finalmente, el tercero, tiene una longitud de 1900 m, no posee veredas, tiene una calzada vehicular de tierra y reúne a los sectores de Playas Blancas y San Carlos en la denominada Costa Azul, zona densamente poblada con viviendas bajas. El área de estudio comprendió 22 ha, de las que 8,51 ha correspondían a superficie vegetada naturalmente y el resto se encontraba sin vegetación.

El área de estudio se ubica en el denominado "Litoral Central" (Castro & Hidalgo, 2002) que es como se conoce la zona costera entre las localidades de Algarrobo y de Santo Domingo. En 1954 el área mostraba un 20 % de su superficie con uso urbano, que aumentó a 60 % hacia el año 2000; en dicho periodo el 67 % del aumento de la superficie urbanizada se materializó sobre las dunas (Castro & Hidalgo, 2002), siendo por ello el medio natural que sufrió el mayor impacto por el crecimiento urbano. En relación con ello, para el periodo 1963-2017, se reportó que la degradación de los tres tipos de dunas en Cartagena había sido muy notoria: la paleoduna, había perdido un 94 % de superficie; la de tipo "parabólica", un 54 % y la denominada "anteduna de borde", un 27 % (Ugalde, 2018).

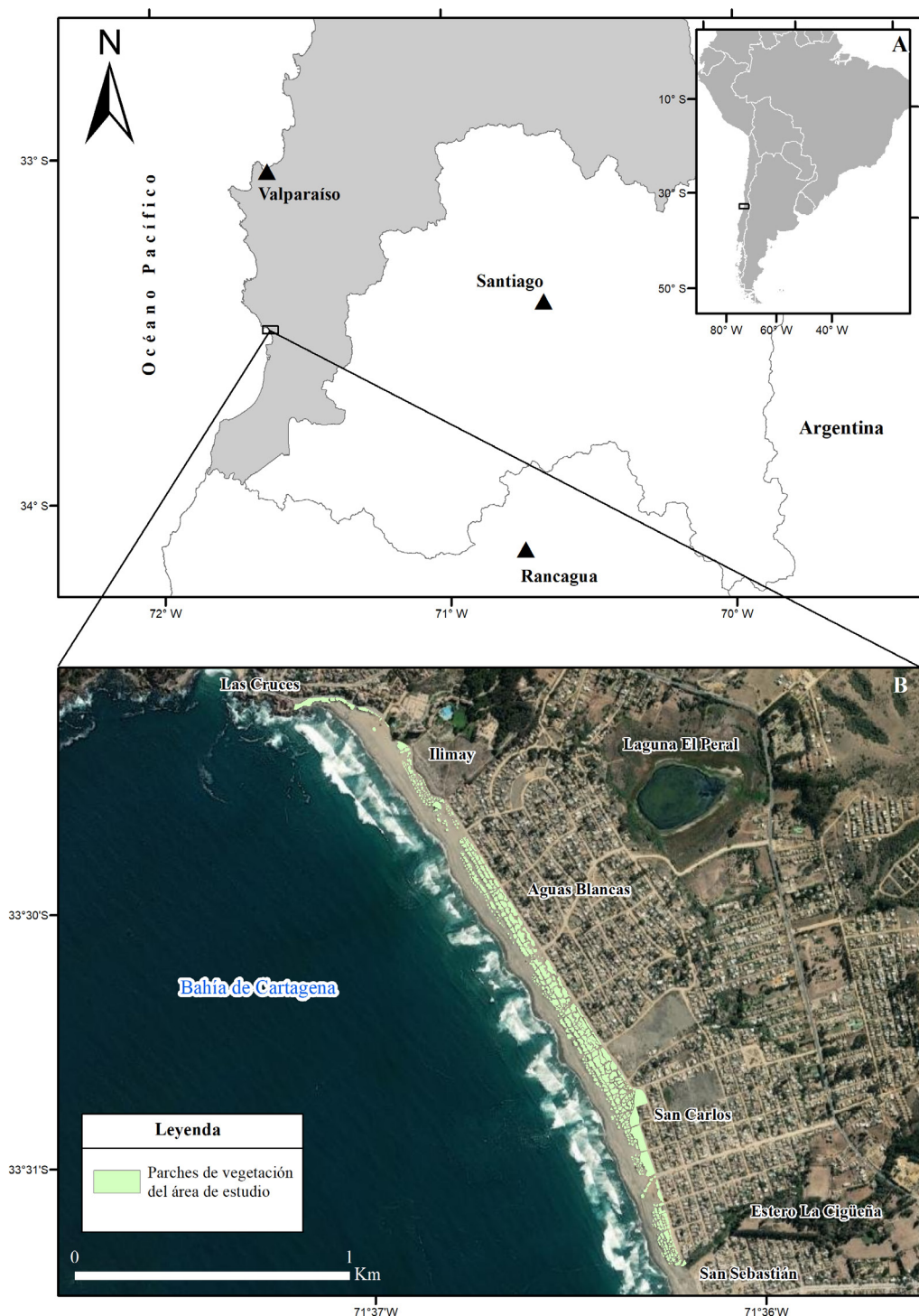


Fig. 1. Ubicación del área de estudio. **A.** Región de Valparaíso, Chile. **B.** Playa Grande de Cartagena, tramo norte, comuna de El Tabo, provincia de San Antonio. Fuente de la imagen satelital: Esri, DigitalGlobe, Geoeye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, GIS User Community. Figura en color en la versión en línea <http://www.ojs.darwin.edu.ar/index.php/darwiniana/article/view/959/1238>

Métodos de flora

El catálogo de la flora vascular se obtuvo mediante recorridos exhaustivos en el área de estudio, incorporando a él la información de 26 inventarios levantados en los diferentes tipos de vegetación. La información se obtuvo en cuatro campañas llevadas a cabo durante los meses de julio, octubre, noviembre y diciembre de 2016. La nomenclatura y origen geográfico de las especies sigue a Rodríguez et al. (2018). A cada especie se le asignó una forma de vida de Raunkiaer (1934) y la distribución geográfica original según Fuentes et al. (2020). Se recolectaron y herborizaron plantas de la mayor parte de las especies. Las plantas se determinaron en el campo o en gabinete utilizando la bibliografía taxonómica pertinente. El material recolectado en este trabajo está depositado en el herbario de CONC (siglas según Thiers, 2021). En el Apéndice 1 se detalla la lista completa de especies con sus autores.

Métodos de vegetación

Para clasificar y caracterizar las comunidades de vegetación se utilizó la metodología propuesta por la escuela fitosociológica de Zurich-Montpellier (o de Braun-Blanquet), la que se basa en levantar información en terreno mediante relevamientos fitosociológicos (censos) cuyo requisito fundamental es que cada uno se localice en sitios que posean condiciones de homogeneidad florística, fisonómica y ecológica (Müller-Dombois & Ellenberg, 1974). Para sistematizar el muestreo, el área de estudio se clasificó en gabinete mediante la interpretación a diferentes escalas de la imagen satelital de *Google Earth Image™* ©2016 *Maxar Technologies*, con base en la que se establecieron las unidades homogéneas sensu Braun Blanquet (1979). La superficie de los inventarios en dichas áreas homogéneas se determinó con base en el área mínima para cada tipo de vegetación y en su mayoría alcanzó a valores en torno a 100 m². Las parcelas de inventario (censos) se dispusieron de modo que se cubriera toda el área de estudio, levantándose finalmente 26 parcelas (tres sin registros de flora), correspondientes a una superficie de 0,26 ha, en las que estaban representadas todos los tipos de homogeneidad.

Tabla 1. Índice de Abundancia - Dominancia (Braun-Blanquet, 1979).

Índice	Porcentaje de cobertura-abundancia
5	Cualquier número de individuos, cubre más del 75 % de la superficie
4	Cualquier número de individuos, cubre entre el 50 y 75 % de la superficie
3	Cualquier número de individuos, cubre entre el 25 y 50 % de la superficie
2	Cualquier número de individuos, cubre entre el 5 y 25 % de la superficie
1	Abundante, cubre entre el 1 y 5 % de la superficie
+	Poco abundante, cubre < 1 %
r	Individuos aislados

Los inventarios son posteriormente clasificados mediante metodologías particulares que ponen en evidencia a las especies consideradas como características o indicadoras de cada tipo de vegetación (Braun-Blanquet, 1979; Knapp, 1984). El relevamiento en campo consistió en anotar las especies y luego, asignarles una cobertura mediante una estimación visual directa utilizando la escala de frecuencia/abundancia según se muestra en la Tabla 1 (Braun-Blanquet, 1979); las especies que se observaron fuera de los límites de las parcelas, pero en la misma unidad, fueron indicadas como “(+)”. Las 26 parcelas relevadas se clasificaron agrupando los censos según las especies dominantes y las características locales, definiéndolas como las especies más frecuentes en una comunidad, ausentes o con baja abundancia o frecuencia en las demás.

RESULTADOS

Flora

La riqueza de la flora alcanzó a 98 especies de plantas vasculares. La lista de ellas indicando la familia, el nombre científico, la forma de vida de Raunkiaer, el origen geográfico y su distribución original se muestra en el Apéndice 1. Las 98 especies se incluyen en 81 géneros y 29 familias. Las familias con mayor número de especies fueron Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae y Fabaceae s.l. (Tabla 2), las que en conjunto alcanzaron a un 48 % de la riqueza (Tabla 2), con entre cinco y

Tabla 2. Familias con tres o más especies.

Familia	Especies autóctonas	Especies alóctonas	Total
Asteraceae	3	15	18
Poaceae	7	5	12
Brassicaceae	1	9	10
Fabaceae	1	6	7
Polygonaceae	2	3	5
Cyperaceae	4	0	4
Malvaceae	1	3	4
Amaryllidaceae	2	1	3
Convolvulaceae	1	2	3
Papaveraceae	0	3	3
Plantaginaceae	0	3	3
Solanaceae	3	0	3

tres especies aparecen Polygonaceae, Cyperaceae, Malvaceae, Amaryllidaceae, Convolvulaceae, Papaveraceae, Plantaginaceae y Solanaceae, estas doce familias reúnen un 77 % de la riqueza de especies (véase Tabla 2); entre las demás familias, cuatro contienen dos especies, y 16, solo una. Desde el punto de vista de los géneros, *Bromus* y *Malva* contienen tres especies cada uno mientras que los géneros *Apium*, *Brassica*, *Distichlis*, *Fumaria*, *Nolana*, *Oxalis*, *Plantago*, *Polygonum*, *Rumex*, *Schoenoplectus*, *Senecio*, *Sonchus* y *Vicia* tienen dos especies en los relevamientos.

Origen geográfico. De las 98 especies registradas, 35 son nativas (36 %), 11 de las cuales son endémicas de Chile; las especies alóctonas asilvestradas alcanzaron a 60, correspondiendo al 61 % de la riqueza del área de estudio; para tres especies clasificada a nivel de género no se pudo determinar el origen geográfico. Entre las familias con mayor número de especies nativas están Poaceae y Cyperaceae, mientras que las familias con mayor riqueza de alóctonas son Asteraceae y Brassicaceae (Tabla 2).

En cuanto al origen de las especies alóctonas asilvestradas, sus distribuciones originales más frecuentes fueron, Europa (31,7 %), Eurasia (25 %) y el sur de África (8,3 %), estando los demás orígenes representados por menos de un 7 % de las especies (Tabla 3); si se consideran todos los orígenes relacionados con Europa (Europa+Eurasia), a dicha región corresponde el 78 % de ellas (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución del origen de la flora alóctona.

Distribución original	Número de especies	%
Europa	19	31,7
Eurasia	15	25,0
África del Sur	5	8,3
Eurasia y América del Norte	4	6,7
Europa mediterránea y norte de África	4	6,7
América del Norte	3	5,0
Sur de Europa	2	3,3
Nueva Zelandia	2	3,3
Cosmopolita	1	1,7
Europa y norte de África	1	1,7
Sur de Europa, norte de África e India	1	1,7
Indeterminado	3	5,0
Total	60	100

Tabla 4. Formas de vida de la playa Grande de Las Cruces, Chile. Entre () se incluye el total de especies, considerando que no se pudo determinar el origen de tres especies.

Forma de vida	Total de especies	Alóctonas asilvestradas	Nativas y Endémicas
Terófito	39 (41)	32	7
Hemicriptófito	38 (39)	20	18
Nanofanerófito	9	5	4
Geófito	3	1	2
Caméfito	5	1	4
Fanerófito	1	1	0
Sin determinar	3	-	-
Total	95 (98)	60	35

Formas de vida. La flora del área de estudio está formada por 41 terófitos (42 %), incluyendo hierbas anuales y bienales, 39 hemicriptófitos (40 %), nueve nanofanerófitos (9 %) entre las que se encuentran arbustos siempreverdes y caducifolios en verano, cinco caméfitos (5 %) que son principalmente arbustos bajos, tres geófitos (3 %) o hierbas perennes con órganos de reserva subterráneos y apenas un 1 % de fanerófitos (*Myoporum laetum*). Entre las especies exóticas (alóctonas asilvestradas) predominan en riqueza las terófitas; entre las nativas, las caméfitas y las geófitas (Tabla 4).

Vegetación

La vegetación se clasificó en cinco unidades (Tabla 5):

Tabla 5. Riqueza y abundancia de flora vascular por unidad de vegetación.

Nº de Inventario	6	7	8	10	11	12	13	15	16	17	22	2	4	5	9	14	21	1	3	18	19	20	23
Altitud (m s.m.)	5	10	10	10	5	10	10	5	10	10	10	15	15	15	10	10	10	0	0	-5	-5	-5	0
Exposición	-	-	-	-	W	-	-	W	-	-	-	S	S	S	-	-	-	S	S	-	-	-	S
Pendiente (%)	0	0	0	10	5	10	10	5	0	10	0	30	30	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cobertura (%)	10	90	40	50	20	50	30	30	60	60	50	100	100	100	90	50	70	80	80	90	90	80	80
Especie / Formación	Matorral de <i>Ambrosia chamissonis</i> y <i>Poa cumingii</i>																						
<i>Ambrosia chamissonis</i>		2	3	3	2	3	3	2	3	3	3							1					
<i>Poa cumingii</i>				+		2	2		2	2	2	1											
<i>Cuscuta micrantha</i>				1		2	2		2	2	2	1											
<i>Nolana paradoxa</i>	+		+		1		+	1										2					
<i>Brassica tournefortii</i>				1		2	1																
<i>Camissonia dentata</i>				1			1		1														
<i>Astragalus amatus</i>											2	1											
<i>Bromus lithobius</i>		2	1																				
<i>Oenothera picensis</i>									2	1													
<i>Baccharis vernalis</i>					+					+		+											
<i>Margyricarpus pinnatus</i>										+													
<i>Tetragonia tetragonoides</i>	+																						
<i>Chorizanthe vaginata</i>	+																						
<i>Sisymbrium</i> sp.	+																						
<i>Carpobrotus chilensis</i>		3		2		1	1	+	2	2	1	4	4	4	4			2	3				
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	+				1					+	+	3	2	1		1	3						1
<i>Malva dendromorpha</i>				+						1		3	3	2		1	2						
<i>Raphanus sativus</i>												2	2	1		1	1						2
<i>Hirschfeldia incana</i>												3	2	1		1							
<i>Oxalis pes-caprae</i>												1	+	1		2							
<i>Medicago polymorpha</i>				+			+					1				2	2			2		1	
<i>Chamaenelum mixtum</i>			+	+		+				1		1				1	2						
<i>Sonchus oleraceus</i>												1				1	2	1					
<i>Malva parviflora</i>	+													1		1	1						
<i>Plantago coronopus</i>			+											1		1	1						
<i>Hedypnois rhagadioloides</i>											+			1		1	1						
<i>Spergularia</i> sp.	+											1	1	1					+				
<i>Erodium moschatum</i>												1	1	1									
<i>Brassica rapa</i>												1	1	1									

Tabla 5. (Continuación.). Riqueza y abundancia de flora vascular por unidad de vegetación.

Nº de Inventario	6	7	8	10	11	12	13	15	16	17	22	2	4	5	9	14	21	1	3	18	19	20	23
<i>Leontodon saxatilis</i>		+	+								+				1	+	1				1		
<i>Anagallis arvensis</i>												2	1										
<i>Avena barbata</i>												2	1										
<i>Cynara cardunculus</i>												1	1			1	1						
<i>Rapistrum rugosum</i>											1	1	1										
<i>Rostraria cristata</i>											1	1	1										
<i>Tropaeolum majus</i>											1	1	+										
<i>Calendula officinalis</i>											1	1	+										
<i>Trifolium angustifolium</i>																	2						
<i>Senecio angulatus</i>												2											
<i>Fumaria officinalis</i>											1												
<i>Fumaria capreolata</i>												1											
<i>Gazania rigens</i>																	1						
<i>Polygonum arviculare</i>												1				1							
<i>Eschscholzia californica</i>																							
<i>Vicia benghalensis</i>												1											
<i>Capsella bursa-pastoris</i>																+							
<i>Apium nodiflorum</i>													+				+						
<i>Nothoscordum gramineum</i>																							
<i>Allium sativum</i>																	+						
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>															+								
<i>Beta vulgaris</i>															+								
<i>Stellaria</i> sp.															+								
<i>Nolana crassulifolia</i>																		4	4				
<i>Oxalis megalorrhiza</i>																	2	1					
<i>Leptochloa fusca</i> ssp. <i>uninervia</i>																		1					
<i>Apium panul</i>																			+				
<i>Haplopappus chrysanthemifolius</i>																			+				
<i>Pteris echioides</i>																			+				
<i>Lycium chilense</i>													(+)						+				
<i>Schoenoplectus pungens</i>																				4	5	2	
<i>Cotula coronopifolia</i>	2	+	2							1		1				1				4	4	3	3
<i>Distichlis scoparia</i>					1	1				2		2			2					1	2	3	
<i>Polygonum maritimum</i>										1										2	3	1	2
<i>Sarcocornia neei</i>																	1			1	2	3	2
<i>Rumex maricola</i>										1										2	1	3	1

Tabla 5. (Continuación.). Riqueza y abundancia de flora vascular por unidad de vegetación.

Nº de Inventario	6	7	8	10	11	12	13	15	16	17	22	2	4	5	9	14	21	1	3	18	19	20	23
<i>Carex bracteosa</i>																				2	3		
<i>Triglochin striata</i>																			1	2	2		
<i>Distichlis spicata</i>																		2		1	2	2	
<i>Juncus balticus</i>																				1	2		
<i>Cyperus eragrostis</i>			+																	1	1		
<i>Polypogon interruptus</i>																				1	1		
<i>Schoenoplectus californicus</i>																				1	1		
<i>Phyla nodiflora</i>																				1	1		
<i>Calystegia sepium</i>																					+		
<i>Sphaeralcea obtusiloba</i>																					+		
<i>Typha domingensis</i>																				1	2		4
<i>Symphoricarum squamatum</i>																				1	2		3
<i>Hordeum murinum</i>			+	1	2		1	1			+	2	1				3	+		1	1	1	2
<i>Bromus rigidus</i>						2	3						2		1		1		1	1		1	2
<i>Rumex crispus</i>														1						1		2	1
<i>Lolium multiflorum</i>									1	2	2	2						1		2		2	1
<i>Bromus berterianus</i>																1		1		1			
<i>Melilotus officinalis</i>			+		1											2	1			1			
<i>Senecio vulgaris</i>	1																					1	
<i>Lobularia maritima</i>											+					1							
<i>Plantago lanceolata</i>														1							1		
<i>Sonchus asper</i>	+																						
<i>Tristagma bivalve</i>																	+		+				
<i>Matthiola incana</i>			(+)														1						
<i>Malva nicaeensis</i>			(+)													1							
<i>Dimorphotheca ecklonis</i>			(+)														+						
<i>Myoporum laetum</i>													(+)										
<i>Lepidium</i> sp.		(+)																					
<i>Phormium tenax</i>					(+)																		
<i>Convolvulus arvensis</i>												(+)											
<i>Galega officinalis</i>																	(+)						
<i>Vicia sativa</i>																	(+)						
<i>Agave</i> sp.																							
Riqueza por inventario	8	11	9	13	2	12	12	3	9	13	12	24	21	16	11	17	25	10	12	17	20	13	12
Riqueza total de especies	59																			19	27	12	12

Según escala de Braun-Blanquet: r: individuos aislados, +: <1 %, 1: 1-5 %, 2: 5-25 %, 3: 25-50 %, 4: 50-75 %, 5: >75 %, (+): Fuera de parcela.

Unidad del matorral de *Ambrosia chamissonis* y *Poa cumingii* (Fig. 2A1 y A2).

Ocupa los sustratos altamente móviles de la duna holocénica libre, la que incluye tanto las dunas primarias como las secundarias. En la composición de especies figuran, entre otras, las nativas, *Carpobrotus chilensis*, *Poa cumingii*, *Cuscuta micrantha*, *Nolana paradoxa*, *Bromus lithobius*, *Camissonia dentata*, *Astragalus amatus*, *Oenothera picensis*, *Baccharis vernalis* y *Margyricarpus pinnatus* y las alóctonas asilvestradas, *Ambrosia chamissonis* y *Brassica tournefortii*. En relación con la exclusividad de su flora o de la fidelidad de las especies, un 33,3 % de ellas se registraron solo en esta unidad (14 especies). En esta unidad crecían 42 especies de las que 16 (38 %) eran autóctonas y 24 (57 %), alóctonas asilvestradas. La unidad ocupa 6,5 ha, un 76,6 % de la superficie donde crecía algún tipo de vegetación.

Unidad del herbazal de *Carpobrotus chilensis* y *Chrysanthemum coronarium* (Fig. 2B).

Comunidad pratense, ruderal, heliófila, localizada en los bordes de las calles que rodean al campo de dunas. Se caracteriza por la presencia y la dominancia de la suculenta nativa *Carpobrotus chilensis*, acompañada por las especies alóctonas asilvestradas, *Chrysanthemum coronarium*, *Malva dendromorpha*, *Raphanus sativus*, *Hirschfeldia incana* y *Oxalis pes-caprae*. Alcanza la mayor riqueza y proporción de exóticas asilvestradas en el área de estudio y en su composición destacan varias alóctonas ornamentales, algunas de ellas en proceso de volverse silvestres tales como *Calendula officinalis*, *Gazania rigens*, *Lobularia maritima*, *Myoporum laetum*, *Senecio angulatus* y *Tropaeolum majus*. En relación con la exclusividad de su flora o de la fidelidad de las especies, un 50,8 % de ellas se registraron solo en esta unidad (30 especies). En la unidad crecían 59 especies, de ellas 6 (10 %) eran autóctonas y 51 (86 %), alóctonas asilvestradas. La unidad ocupa 1,3 ha, un 15,6 % de la superficie donde crecía algún tipo de vegetación.

Unidad del matorral de *Nolana crassulifolia* (Fig. 2C).

Es la comunidad de vegetación

que crece más cerca del mar, en los roqueríos litorales de Las Cruces. La especie dominante es la solanácea nativa *Nolana crassulifolia*, un arbusto con hojas suculentas y tolerante a la salinidad, el que, además, es diferencial respecto de las otras unidades; entre sus acompañantes destacan las también nativas, *Oxalis megalorriza*, *Haplopappus chrysanthemifolius*, *Lycium chilense* y *Apium panul*; salvo *O. megalorriza*, la mayoría de ellas alcanza una cobertura baja o un número escaso de ejemplares. En relación con la exclusividad de su flora o de la fidelidad de las especies, un 31,6 % de ellas se registró solo en esta unidad (seis especies). La riqueza alcanzó a 19 especies, de las que 13 (68 %) eran autóctonas y 5 (26 %) alóctonas asilvestradas. La unidad ocupa apenas 0,06 ha, menos de un 1 % de la superficie con vegetación. El herbazal de *Carpobrotus chilensis* y *Chrysanthemum coronarium*, también tolerante a la salinidad y con el que a menudo viene en contacto, ha reducido sensiblemente su superficie.

Unidad del herbazal de *Schoenoplectus pungens* y *Cotula coronopifolia* (Fig. 2D).

Es una de las comunidades que ocupa las dunas húmedas. Se encontró en la depresión del curso de agua de la quebrada Los Helechos (desagüe de laguna El Peral, santuario de la naturaleza, localizado a menos de 1 km aguas arriba) en su desembocadura en el mar, lo que le confiere condiciones de vegetación de marisma. El área ocupada es un pantano con anegamiento temporal, donde son características las higrófilas (helófitas) nativas, *Schoenoplectus pungens*, *S. californicus*, *Juncus balticus*, *Carex bracteosa* y *Cyperus eragrostis*, a los que las acompañan nativas como *Sarcocornia neei*, un indicador de vegetación de marisma, *Rumex maricola* y *Distichlis scoparia*; entre las alóctonas crecen, *Cotula coronopifolia* y *Medicago polymorpha*. En relación con la exclusividad de su flora o de la fidelidad de las especies, un 29,6 % de ellas se registraron solo en esta unidad (ocho especies). La riqueza alcanzó a 27 especies, de las que 15 (55 %) eran autóctonas y 12 (45 %), alóctonas asilvestradas. La unidad ocupa 0,58 ha, un 6,8 % de la superficie donde crecía algún tipo de vegetación.

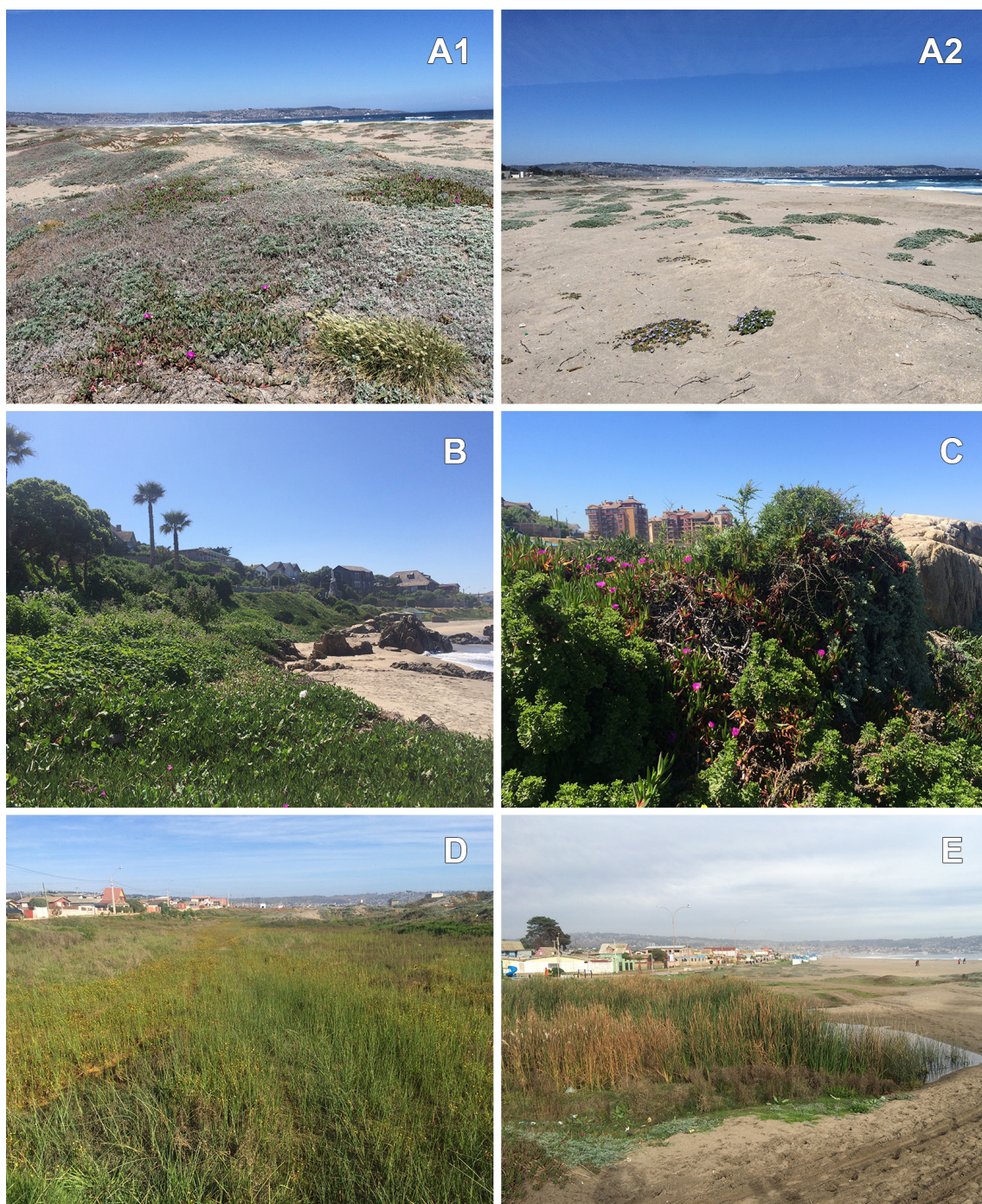


Fig. 2. Fotografías de las unidades de vegetación del área de estudio. **A1 y A2**, matorral de *Ambrosia chamissonis* y *Poa cumingii*. **B**, herbazal de *Carpobrotus chilensis* y *Chrysanthemum coronarium*. **C**, matorral de *Nolana crassulifolia*. **D**, herbazal de *Schoenoplectus pungens* y *Cotula coronopifolia*. **E**, herbazal de *Typha dominguensis*. Figura en color en la versión en línea <http://www.ojs.darwin.edu.ar/index.php/darwiniana/article/view/959/1238>

Tabla 6. Origen geográfico de las especies en las unidades de vegetación. RT: riqueza total. RN: riqueza de nativas. RE: riqueza de endémicas. RAS: riqueza de aloctonas asilvestradas. SD: sin determinar. S: superficie.

Unidad de vegetación	RT	RN	RE	RAS	SD	S (ha)	S (%)
<i>Ambrosia chamissonis</i> y <i>Poa cumingii</i>	42	10	6	24	2	6,52	76,8
<i>Carpobrotus chilensis</i> y <i>Chrysanthemum coronarium</i>	59	5	1	51	2	1,33	15,4
<i>Nolana crassulifolia</i>	19	9	4	5	1	0,06	0,7
<i>Schoenoplectus pungens</i> y <i>Cotula coronopifolia</i>	27	12	3	12	0	0,58	6,9
<i>Typha dominguensis</i>	12	2	1	9	0	0,02	0,2

Unidad del herbazal de *Typha dominguensis* (Fig. 2E). Este tipo de vegetación, llamado localmente “totoral”, se encontró solamente en la ribera del estero La Cigüeña y se extiende aguas arriba del estero por ambas riberas. Se diferencia del resto de formaciones por la presencia exclusiva y dominante de *Typha dominguensis*, hierba perenne rizomatosa, palustre, también son importantes *Symphyotrichum squamatum* y *Cotula coronopifolia* junto a otras especies aloctonas asilvestradas, lo que la transforma en la segunda unidad con mayor proporción de especies aloctonas. En relación con la exclusividad de su flora o de la fidelidad de las especies, un 8,3 % de ellas se registró solo en esta unidad (*Typha dominguensis*). La riqueza de especies alcanzó a 12, de las que 3 (25 %) eran autóctonas y 9 (75 %), aloctonas asilvestradas. La unidad ocupa 0,02 ha, menos de un 1 % de la superficie donde crecía algún tipo de vegetación.

Riqueza de especies en las unidades de vegetación. En la Tabla 6 se muestran los datos de riqueza total, de las especies endémicas, nativas, aloctonas asilvestradas y la superficie de cada unidad de vegetación. La mayor riqueza de especies fue registrada en el herbazal de *Carpobrotus chilensis* y *Chrysanthemum coronarium*, el que con solo un 15 % de la superficie del área de estudio, es la unidad que alberga la mayor riqueza de especies totales (59), seguida de la unidad de *Ambrosia chamissonis* y *Poa cumingii* con 42 especies, la que ocupa la mayor superficie (77 %). Por el contrario, las unidades de *Typha dominguensis* y *Nolana crassulifolia* registraron las menores riqueza, con

12 y 19 especies respectivamente, considerando que también corresponden a las unidades representadas por una menor superficie vegetada, la que alcanza 0,2 y 0,7 % en cada caso.

Origen geográfico de las especies en las unidades de vegetación. El análisis de las nativas, incluidas las endémicas de Chile, muestra que la mayor riqueza se encuentra el matorral de *Ambrosia chamissonis* y *Poa cumingii* con 16 especies, seguido por el herbazal de *Schoenoplectus pungens* y *Cotula coronopifolia* con 15 especies y la unidad de *Nolana crassulifolia* con 13. En relación con las especies endémicas de Chile, seis fueron registradas en el matorral de *Ambrosia chamissonis* y *Poa cumingii*, cuatro en el de *Nolana crassulifolia* y tres en el de *Schoenoplectus pungens* y *Cotula coronopifolia*.

En relación con la riqueza de las especies aloctonas asilvestradas, en el herbazal de *Carpobrotus chilensis* y *Chrysanthemum coronarium*, se registran 59 especies, con un 86 %, del total, en tanto que en el otro extremo se encuentra el matorral de *Nolana crassulifolia* con 19 especies y un 26 % del total (Tabla 6).

Formas de vida en las unidades de vegetación. En dos de las cinco unidades de vegetación las terófitas son la forma de vida con mayor número de especies, sin embargo, en el herbazal de *Schoenoplectus pungens* y *Cotula coronopifolia* por crecer en sitios más húmedos, predominan las hemicriptófitas, en las otras dos, la riqueza de terófitas y hemicriptófitas es similar (Tabla 7).

Tabla 7. Comparación de la riqueza por forma de vida en las diferentes unidades de vegetación.

Forma de vida	Matorral de <i>Ambrosia chamissonis</i> y <i>Poa cumingii</i>	Herbazal de <i>Carpobrotus chilensis</i> y <i>Chrysanthemum coronarium</i>	Matorral de <i>Nolana crassulifolia</i>	Herbazal de <i>Schoenoplectus pungens</i> y <i>Cotula coronopifolia</i>	Herbazal de <i>Typha domingensis</i>
Terófito	19	29	7	7	5
Hemicriptófito	16	21	7	17	6
Geófito	0	3	1	0	0
Nanofanerófito	3	5	2	2	0
Caméfito	3	1	2	1	1
Fanerófito	1	1	0	0	0

DISCUSIÓN

Riqueza de especies

Para las dunas del litoral de Chile, entre Valparaíso (33°03' S) y Puerto Montt (41°46' S), San Martín et al. (1992a) han reportado unas 124 especies nativas, las 35 encontradas en este estudio representan cerca de un tercio de ellas, una riqueza que aparece como alta en comparación con la pequeña superficie levantada. Por otro lado, si se comparan al nivel nacional los resultados respecto de las familias, Asteraceae y Poaceae, las más ricas en especies en este estudio lo son también al nivel del país (Marticorena, 1990). Se destacan localmente por su riqueza las Brassicaceae, esto debido a que dicha familia alberga un número alto de alóctonas asilvestradas: 9 de 10 especies. En términos regionales, la riqueza de las familias coincide, en lo general, con la registrada por Teillier et al. (2010) y García et al. (2019). Lo mismo sucede en términos de la comparación con la flora de las dunas litorales entre Valparaíso y Puerto Montt (San Martín et al., 1992a), donde Poaceae y Asteraceae son las familias que predominan.

Origen geográfico

El porcentaje de especies alóctonas registradas en el área (61 %) es considerablemente mayor que el reportado por San Martín et al. (1992a) para las dunas chilenas (33,3 %) y por Rodríguez et al. (2018) para la flora de Chile (15 %). En gran parte de las dunas litorales del centro de Chile, la flora contiene una alta proporción de especies alóctonas asilvestradas, la que está en relación directa con la intensidad de la alteración antrópica. Comparando la proporción de alóctonas del sitio estudiado con las de otros sitios en la misma región administrativa (Tabla 8) se observa que, por ejemplo, en las desembocaduras del río Aconcagua (Arancibia, 2006) y del estero Reñaca (San Martín et al., 2001), la proporción de especies alóctonas también es alta y alcanza a un 64 % en ambos casos. Al respecto resulta preocupante que, de acuerdo con lo reportado por Jehlík et al. (2019) para los puertos fluviales europeos, la proximidad de la playa Grande de Cartagena con el puerto de San Antonio, el más importante del país (Directemar, 2020), predice un posible incremento de las especies exóticas asilvestradas.

Tabla 8. Comparación del área analizada con otros estudios costeros en Chile central.

Trabajo	Ubicación	Área	Total	Autóctonas	%	Exóticas	%
San Martín et al., 1992a	32°41'S	Dunas chilenas	186	124	66,7	62	33,3
Flores & Araya, 2015	32°51'S	Dunas de Ritoque	121	95	78,5	20	16,5
Luebert & Muñoz, 2005	32°56'S	Dunas de Concón	159	137	86,0	22	14,0
Arancibia, 2006	32°54'S	Desembocadura río Aconcagua	101	36	36,0	65	64,0
San Martín et al., 2001	33°01'S	Esterio Reñaca	73	26	36,0	47	64,0
Este estudio	33°30'S	Tramo norte playa Grande bahía Cartagena	98	35	35,7	60	61,0

Tabla 9. Características espaciales de las unidades de vegetación.

	Matorral de <i>Ambrosia chamissonis</i> y <i>Poa cumingii</i>	Herbazal de <i>Carpobrotus chilensis</i> y <i>Chrysanthemum coronarium</i>	Matorral de <i>Nolana crassulifolia</i>	Herbazal de <i>Schoenoplectus pungens</i> y <i>Cotula coronopifolia</i>	Herbazal de <i>Typha dominguensis</i>
Superficie en hectáreas (total = 8,51 ha)	6,52	1,33	0,06	0,58	0,02
Superficie de la unidad como porcentaje (%) del área con vegetación	76,8	15,4	0,7	6,9	0,2
Número de parches (n total = 527)	496	25	2	3	1
Promedio en hectáreas (ha) de los parches	0,01	0,05	0,03	0,19	0,02

Resulta importante señalar también que de las 60 especies alóctonas asilvestradas, al menos once (18 %) se utilizan en paisajismo. Este aspecto fue estudiado en las dunas costeras del sur de España, donde se encontró que más del 60 % de las especies exóticas silvestres de los ecosistemas costeros psamófilos, correspondían a plantas de jardinería (Asensi et al., 2014). Esta situación también se repetía en el norte de España donde un 35 % de la flora correspondía a especies utilizadas en jardinería (Campos et al., 2004). En ambos casos las familias más importantes eran Asteraceae (25 %) y Poaceae (18 %), las que tienen efectivos mecanismos de dispersión por viento y agua por lo que resultan muy competitivas en ambientes bajo la influencia marina (Campos et al., 2004).

Formas de vida

En el espectro biológico de Raunkiaer predominan las terófitas (hierbas anuales) con un 41 %, seguidas muy cerca por las hemicriptófitas, con un 40 % y luego las nanofanerófitas, con un 11 % de las especies. Este resultado es similar al registrado por San Martín et al. (1992a) para la flora de las dunas de Chile central y sur. Comparativamente, Spanou et al. (2006) reportan que en las dunas mediterráneas de Grecia las terófitas también son las dominantes con un 52 % de las especies. En un ambiente de clima con tendencia mediterránea, el predominio de las terófitas es un resultado esperable cuando se trata de la vegetación de un ambiente árido e inestable como lo son las dunas.

Distribución y grado de fragmentación de las unidades de vegetación. Para las 22,2 ha del área de estudio se reconocieron 527 parches de vegetación de diferente tamaño (Tabla 9) sumando entre todos 8,51 ha. Un 94 % de ellos, con un tamaño promedio de 0,01 ha, se asignó al matorral de *Ambrosia chamissonis* y *Poa cumingii*. Este gran número de parches con una superficie tan pequeña da cuenta del alto grado de fragmentación de la vegetación que probablemente se ha producido tanto de manera natural, como debido a la intervención antrópica mediante el pisoteo o el desplazamiento de vehículos por las dunas. De acuerdo con Šilc et al. (2017) el pisoteo es una de las actividades humanas más dañinas para este tipo de ecosistemas, y se ha demostrado que durante acciones de restauración ambiental la eliminación del pisoteo incrementa la riqueza de la flora y amplía la cobertura de la vegetación (Acosta et al., 2013).

Relaciones fitosociológicas. La unidad de vegetación de *Ambrosia chamissonis* y *Poa cumingii* se incluye en la asociación ***Poo-Ambrosietum chamissonis*** (Kohler, 1970; Eskuche, 1992), donde posiblemente se determinó a *Poa cumingii*, como *P. aff. lanuginosa*. De acuerdo con Kohler (1970), esta asociación se distribuye desde las dunas del sur de Quintero hasta Constitución (Región del Maule). *Ambrosia chamissonis*, en particular, es uno de

los ejemplos más impresionantes de neófitos en Chile, ya que esta planta ha logrado alterar el aspecto de la vegetación de las dunas y playas en más de 1500 km (Kohler & Weisser, 1966), ya que aparentemente ha logrado desplazar a *Carpobrotus chilensis* que, como describe Albert (1900), hasta fines del siglo XIX era la principal colonizadora de las dunas costeras. La cobertura de *A. chamissonis* en California, Estados Unidos, ha sido reportada como mayor en las playas con alto nivel de impacto por lo que, al parecer, ocupa un nicho ambiental en el que otras especies tienen dificultades para sobrevivir (Tobias, 2013). Además, *Ambrosia chamissonis* es capaz de mantenerse sobre sustratos móviles debido a que puede resistir cierto grado de cubrimiento por la arena (Kohler & Weisser, 1966).

Desde el punto de vista sintaxonómico la unidad se clasifica como:

Clase: Ambrosietea chamissonis Kohler, 1970

Orden: Ambrosietalia chamissonis Kohler, 1970

Alianza: Polygonion sanguinae Kohler, 1970

Asociación: Poo-Ambrosietum chamissonis Kohler, 1970

El herbazal de *Schoenoplectus pungens*-*Cotula coronopifolia* podría tratarse como una variante de la asociación propuesta por San Martín et al. (1992b) como **Scirpo-Cotuletum coronopifolia**, los que señalan que tiene un carácter ecotonal entre duna y marisma. A nivel local, la diferencia entre ambas unidades es que la dominante es *Schoenoplectus pungens* en lugar de *Scirpus americanus* (= *Schoenoplectus americanus*), aunque esto puede deberse incluso a algún error en las determinaciones de las especies de este género complejo.

Desde el punto de vista sintaxonómico esta unidad se clasifica en:

Clase: *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika & Novák, 1941

Orden: *Scirpetalia californici* San Martín, Medina, Ojeda & Ramírez, 1993

Alianza: *Scirpion californici* San Martín, Medina, Ojeda & Ramírez, 1993

Asociación: *Scirpo-Cotuletum coronopifoliae* San Martín et al., 1992

El matorral rupícola de *Nolana crassulifolia*, podría tratarse de una variante empobrecida de lo propuesto por Luebert (2005) como **Bahio ambrosiodis-Nolanetum crassulifolia**, pero con un menor número de especies y la ausencia local de *Bahia ambrosioides*, y que continúa manifestándose por los roqueríos costeros hacia el noroeste del área de estudio.

Desde el punto de vista sintaxonómico esta unidad se clasifica como:

Clase: *Gutierrezio-Trichocereetea* Oberdorfer, 1960

Orden: *Saturejo-Puyetalia chilensis* Balduzzi, Serey, Tomaselli & Villaseñor, 1981

Alianza: *Carpobroto aequilateri-Baccharidion macraei* Luebert, 2005

Asociación: *Bahio ambrosioidis-Nolanetum crassulifoliae* Luebert, 2005.

Respecto de los herbazales de *Carpobrotus chilensis*-*Chrysanthemum coronarium* y de *Typha dominguensis*, como no han sido formalmente reconocidas, no se incluyen en los esquemas de clasificación. Cabe destacar que el herbazal de *T. dominguensis* forma parte de una unidad mayor que se extiende hacia el este por ambas riberas de la quebrada La Cigüeña, pero que en el área de estudio solo está representada por un parche.

A modo de conclusión, los resultados concuerdan con la idea de Melzi et al. (2020), respecto de la importancia que tiene conocer y manejar los neoecosistemas (sensu Hobbs et al., 2006). En el país, las especies nativas y las alóctonas asilvestradas a lo largo de 500 años de convivencia han ido creando nuevas combinaciones, generando equilibrios dinámicos que varían con los cambios en la intensidad de la actividad humana. Al igual que lo reportado por Morello (2000), en muchos casos se establecen estos ecosistemas mixtos donde las especies exóticas invasoras terminan siendo las dominantes o más frecuentes en desmedro de las nativas. Sin embargo, aun así, resulta relevante conocer la composición y la riqueza de estos neoecosistemas puesto que las comunidades vegetales de los sistemas de dunas de Chile central, a pesar del intenso uso antrópico a que han estado sujetos, aun albergan especies endémicas críticamente amenazadas.

AGRADECIMIENTOS

A Federico Luebert por sus comentarios y contribuciones en la mejora del manuscrito, a Diego Urzúa por la elaboración de la figura 1 y a los revisores anónimos por sus comentarios que lo enriquecieron.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A.; T. Jucker, I. Prisco & R. Santoro. 2013. Passive recovery of Mediterranean coastal dunes following limitations to human trampling. In: Martínez L. M.; J. B. Gallego & P. A. Hesp (eds.). *Restoration of coastal dunes*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 187-198.
- Albert, F. 1900. Las dunas, o sea, las arenas volantes, voladeros, arenas muertas, invasión de las arenas, playas y médanos del centro de Chile. Imprenta Cervantes. 148 pp.
- Arancibia, J. 2006. Flora vascular de la desembocadura del río Aconcagua. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso* 25: 34-46.
- Asensi, A.; B. Diez-Garretas & J. Perena. 2014. Alien plants of coastal dune habitats in southern Spain. *Plant Biosystems* 150(3): 477-483. DOI: <https://doi.org/10.1080/11263504.2014.973463>
- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología, bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume Ediciones, Madrid. 820 pp.
- Brito, B. 2017. Primeros antecedentes para la conservación de la flora vascular de la quebrada La Hoyada, Las Cruces, Región de Valparaíso, Chile. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso* 29: 67-71.
- Caldichoury, R. 2000. Análisis de la Vegetación en Cronosecuencias Dunares Campo de Dunas Santo Domingo - El Yali. *Investigaciones geográficas* 34: 17-28.
- Campos, J. A.; M. Herrera, I. Biurrun & J. Loidi. 2004. The role of alien plants in the natural coastal vegetation in central-northern Spain. *Biodiversity and Conservation* 13: 2275-2293. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000047902.27442.92>
- Castillo, S. & P. Moreno. 1996. Coastal sand dune vegetation: an extreme case of species invasion. *Journal of Coastal Conservation* 2: 13-22. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02743033>
- Castro, C. & R. Hidalgo. 2002. Del pueblo balneario a la gran conurbación: la expansión urbana en el litoral central de la V Región de Valparaíso, Provincia de San Antonio, 1954-2000. *Revista Geográfica de Valparaíso* 32-33: 91-103.
- Calvã, O.; M. Pessoa & F. Lidon. 2017. Impact of human activities on coastal vegetation - A review. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 25(12): 926-944. DOI: <https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i12.16730>
- Clemants, S. & G. Moore. 2003. Patterns of species richness in eight northeastern United States cities. *Urban Habitats* 1: 4-16.
- Cowling, R.; C. Logie, J. Brady, M. Middleton & B. Grobler. 2019. Taxonomic, biological and geographical traits of species in a coastal dune flora in the southeastern Cape Floristic Region: regional and global comparisons. *PeerJ* 7: e7336. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.7336>
- Dietrich, W. 1977. The South American species of *Oenothera* Sect. *Oenothera* (*Raimannia*, *Renneria*; Onagraceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 64(3): 425-626.
- Directemar. 2020. Boletín Estadístico Portuario. Armada de Chile, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante. 102 pp.
- Donoso, T. G. 1974. Observaciones preliminares sobre la vegetación de las dunas en Llico. (34°46' S; 72°05' W) Provincia de Curicó. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 212 y 213: 11-13.
- Eskuche, U. 1992. La vegetación de las dunas marítimas de América Latina. *Bosque* 13(1): 23-28.
- Figuerola, J.; S. Teillier, N. Guerrero, C. Ray, S. Rivano, D. Saavedra & S. Castro. 2016. Vascular flora in public spaces of Santiago, Chile. *Gayana Botanica* 73(1): 85-103. DOI: <http://doi.org/10.4067/S0717-66432016000100011>
- Flores, L. & M. Araya. 2015. Línea Base Flora. pp. 27-57. *Informe Final. Diagnóstico de sitios de alto valor para la conservación en la Región de Valparaíso*. Portafolio sitio Dunas de Ritoque. Universidad Católica de Valparaíso y Universidad de Playa Ancha.
- Flores, M. & J. Arancibia. 2017. Informe Diagnóstico de Línea Base de Flora y Avifauna en Campo Dunar de la Playa de Santo Domingo, Chile Central. Fundación Cosmos. 41 pp.
- Fuentes, N.; A. Marticorena, A. Saldaña, V. Jerez, J. Ortiz, P. Victoriano, R. Moreno, J. Larrain, C. Villaseñor, G. Palfner, P. Sánchez & A. Pauchard. 2020. Multi-taxa inventory of naturalized species in Chile. *NeoBiota* 60: 25-41. DOI: <https://doi.org/10.3897/neobiota.60.55366>
- García, R.; A. Pauchard, E. Fuentes, J. Esquivel, P. Sánchez & A. Jiménez. 2019. Plantas exóticas en la zona de transición mediterráneo-templada de la Cordillera de la Costa: patrones a escala regional y local. En *Biodiversidad y Ecología de los Bosques Costeros de Chile* (C. Smith & F.A. Squeo, eds). Editorial Universidad de Los Lagos. 445-470.
- Heyligers, P. C. 2008. Flora of the Stockton and Port Hunter sandy foreshores with comments on fifteen notable introduced species. *Cunninghamia* 10(3): 493-511.

- Hobbs, R. J.; S. Arico, J. Aronson, J. S. Baron, P. Bridgewater, V. A. Cramer, P. R. Epstein, J. J. Ewel, C. A. Klink, A.E. Lugo, D. Norton, D. Ojima, D. M. Richardson, E. W. Sanderson, F. Valladares, M. Vilà, R. Zamora & M. Zobel. 2006. Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecology and Biogeography* 15(1): 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1466-822X.2006.00212.x>
- Iturriaga, L. 2004. Informe técnico humedal de Tunquén, V Región. Octubre. 41 pp.
- Jehlík, V.; J. Dostálék & T. Frantík. 2019. Alien plants in Central European river ports. *NeoBiota* 45: 93-115. DOI: <https://doi.org/10.3897/neobiota.45.33866>
- Knapp, R. 1984. Considerations on quantitative parameters and qualitative attributes in vegetation analysis and in phytosociological relevés. En: Knapp, R. (ed.) *Sampling methods and taxon analysis in vegetation science*. Junk Publishers, La Haya. 77-119.
- Kohler, A. & P. Weisser. 1966. Contribución al problema de los neófitos: *Ambrosia chamissonis* (Less.) Greene en Chile. *Separata Boletín de la Universidad de Chile* 69-70: 61-68.
- Kohler, A. 1970. Geobotanische Untersuchungen an Küstendünen Chiles zwischen 27 und 42 Grad südl. Breite. *Notasches Jahrbuch* 9 (1/2): 55-200.
- Kohler, A. 1971. La vegetation des dunes maritimes du Chili. *Colloques Phytosociologiques* 1: 17-23.
- Luebert, F. 2005. Comunidades vegetales. En: Dunas de Concón: *El desafío de los espacios silvestres urbanos* (Elórtogui, S. ed.). pp. 22-27. Taller La Era, Viña del Mar.
- Luebert, F. & M. Muñoz. 2005. Contribución al conocimiento de la flora y vegetación de las dunas de Concón. *Boletín del Museo de Historia Natural* 54: 11-35.
- Luebert, F. & P. Plischoff. 2017. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago. 2ª edición. 384 pp.
- Marticorena, C. 1990. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 47(3-4): 85-113.
- Martínez, M. & N. Psuty (eds.). 2004. Coastal Dunes: Ecology and Conservation. *Ecological Studies*. Vol. 171. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 391 pp.
- Melzi Fiorenza, R.; H. Sirolli & P. Picca. 2020. Vegetación de un área polderizada del Río de la Plata en la Ciudad de Buenos Aires: la Reserva Ecológica Ciudad Universitaria - Costanera Norte. *Darwiniana, nueva serie* 8(2): 460-478. DOI: <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2020.82.908>
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente). 2018. Decreto Supremo N° 79/2018 del Ministerio del Medio Ambiente.
- Morello, J. H.; G. D. Buzai, C. Baxendale, A. Rodríguez, S. D. Matteucci, R. E. Godagnone & R. R. Casas. 2000. Urbanización y consumo de tierra fértil. *Ciencia Hoy* 10(55): 50-61.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley & Sons, New York, USA. 547 pp.
- Paskoff, R. 1970. Recherches geomorphologiques dans le Chili semi-áride. Bordeaux, Biscaye Frères, 18 pp.
- Pérez, C. & C. Villagrán. 1985. Distribución de abundancias de especies en bosques relictos de la zona mediterránea de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 58: 157-170.
- Pyšek, P. 1998. Alien and native species in Central European urban floras: a quantitative comparison. *Journal of Biogeography* 25: 155-163. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1998.251177.x>
- Ramírez, C.; J. San Martín, C. San Martín & D. Contreras. 1987. Estudio florístico y vegetacional de la laguna El Peral, Quinta Región de Chile. *Revista Geográfica de Valparaíso* 18: 105-120.
- Ramírez, C.; C. San Martín & J. San Martín. 1992. Vegetación y dinámica vegetacional en las dunas litorales chilenas. *Bosque* 13(1): 41-48. DOI: <https://doi.org/10.4206/bosque.1992.v13n1-05>
- Ramírez, C. & M. Álvarez. 2012. Flora y vegetación hidrófila de los humedales costeros de Chile. En: J.M. Fariña y A. Camaño (eds.). *Humedales costeros de Chile: Aportes científicos a su gestión sustentable*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago. pp. 101-145.
- Raunkiaer, C. 1934. The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Oxford University Press, London. 631 pp.
- Rodríguez, R.; C. Marticorena, D. Alarcón, C. Baeza, L. Cavieres, V. L. Finot, N. Fuentes, A. Kiessling, M. Mihoc, A. Pauchard, E. Ruiz, P. Sánchez & A. Marticorena. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Botánica* 75(1): 1-430. DOI: <http://doi.org/10.4067/S0717-66432018000100001>
- San Martín, J.; C. Ramírez & C. San Martín. 1992a. La flora de las dunas chilenas y sus adaptaciones morfológicas. *Bosque* 13(1): 29-39. DOI: <https://doi.org/10.4206/bosque.1992.v13n1-04>
- San Martín, C.; D. Contreras, J. San Martín & C. Ramírez. 1992b. Vegetación de las marismas del centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 65(3): 327-342.
- San Martín, C.; C. Ramírez, J. San Martín & R. Villaseñor. 2001. Flora y vegetación del estero Reñaca (V Región, Chile). *Gayana Botánica* 58(1): 327-342. DOI: <http://doi.org/10.4067/S0717-66432001000100004>

- Šile, U.; D. Caković, F. Kuzmič & D. Stešević. 2017. Trampling impact on vegetation of embryonic and stabilised sand dunes in Montenegro. *Journal of Coastal Conservation* 21: 15-21. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11852-016-0468-2>
- Spanou, S.; G. Verroios, G. Dimitrellos, A. Tiniakou & T. Georgiadis. 2006. Notes on flora and vegetation of the sand dunes of western Greece. *Willdenowia* 36: 235-246. DOI: <https://doi.org/10.3372/wi.36.36119>
- Teillier, S.; J. Figueroa & S. Castro. 2010. Especies exóticas de la vertiente occidental de la cordillera de la Costa, Provincia de Valparaíso, Chile central. *Gayana Botánica* 67(1): 27-43. DOI: <http://doi.org/10.4067/S0717-66432010000100004>
- Teillier, S. & F. Zuloaga. 2016. Restauración de la especie *Astragalus trifolius* (Fabaceae). *Darwiniana, nueva serie* 4: 88-90. DOI: <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2016.41.709>
- Teillier, S.; R. Villaseñor, A. Marticorena, P. Novoa & H. Niemeyer. 2018. Flora del litoral de la Región de Valparaíso. 680 pp.
- Thiers, B. 2021 [permanentemente actualizado] Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium, <http://sweetgum.nybg.org/ih>
- Tobias, M. 2013. Effect of trampling on *Ambrosia chamissonis* and *Cakile maritima* cover on California beaches. *Madroño* 60(1): 4-10. DOI: <https://doi.org/10.3120/0024-9637-60.1.4>
- Ugalde, D. 2018. Efecto de la expansión urbana sobre el estado de conservación de las dunas costeras de la bahía de Cartagena, Región de Valparaíso. *BeGEO* 6: 37-50.
- Urrutia, N. 2016. Biodiversidad florística y vegetacional del humedal costero Putú, Región del Maule, Chile. Universidad Austral de Chile. Tesis de Ingeniería en Conservación de Recursos Naturales. Valdivia. 96 pp.
- Zhao, J.; Z. Ouyang, H. Zheng, W. Zhou, X. Wang, W. Xu & Y. Ni. 2010. Plant species composition in green spaces within the built-up areas of Beijing, China. *Plant Ecology* 209: 189-204. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11258-009-9675-3>

Apéndice 1. Catálogo taxonómico de la flora vascular del sector norte de la playa Grande de la bahía de Cartagena, incluyendo especies, familia, forma de crecimiento, colector, origen biogeográfica, usos y distribución mundial. Se sigue a Rodríguez et al. (2018) para las columnas de especie, familia y origen, y a Fuentes et al. (2020) para distribución.

Especie	Familia	Forma de crecimiento	Colector	Origen	Usos	Distribución
<i>Carpobrotus chilensis</i> (Molina) N.E. Br.	Aizoaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 309 (CONC)	Nativa	Silvestre y Cultivada	América del Sur
<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) Kuntze	Aizoaceae	Terófito	A. Madrid 304 (CONC)	Nativa	Silvestre	Oceanía y América del Sur
<i>Allium sativum</i> L.	Amaryllidaceae	Geófito	A. Madrid 362 (CONC)	Alóctona	Cultivada	Eurasia
<i>Nothoscordum gramineum</i> (Sims) Beauverd	Amaryllidaceae	Geófito	A. Madrid 361 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Tristagma bivalve</i> (Hook. ex Lindl.) Traub	Amaryllidaceae	Geófito	A. Madrid 295 (CONC)	Endémica	Silvestre	Chile
<i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag.	Apiaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 291 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Apium panul</i> (Bertero ex DC.) Reiche	Apiaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 296 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Agave</i> sp.	Asparagaceae	Nanofanerófito	A. Madrid 336 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada y Cultivada	América del Norte
<i>Phormium tenax</i> J.R. Forst. & G. Forst.	Asphodelaceae	Nanofanerófito	Sin colecta	Alóctona	Cultivada	Nueva Zelanda
<i>Ambrosia chamissonis</i> (Less.) Greene	Asteraceae	Hemicriptófito	A. Madrid 332 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	América del Norte
<i>Baccharis vernalis</i> F.H. Hellwig	Asteraceae	Nanofanerófito	A. Madrid 351 (CONC)	Endémica	Silvestre	Chile
<i>Calendula officinalis</i> L.	Asteraceae	Terófito	A. Madrid 284 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada y Cultivada	Europa Mediterránea y Norte de África
<i>Cladanthus mixtus</i> (L.) Chevall.	Asteraceae	Terófito	A. Madrid 359 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Asteraceae	Terófito	A. Madrid 285 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Cotula coronopifolia</i> L.	Asteraceae	Hemicriptófito	A. Madrid 300 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	África del Sur
<i>Cynara cardunculus</i> L.	Asteraceae	Hemicriptófito	A. Madrid 345 (CONC)	Alóctona	Alóctona	Europa Mediterránea y Norte de África
<i>Dimorphotheca ecklonis</i> DC.	Asteraceae	Caméfito	A. Madrid 307 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada y Cultivada	África del Sur
<i>Gazania rigens</i> (L.) Gaertn	Asteraceae	Hemicriptófito	A. Madrid 313 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada y Cultivada	África del Sur
<i>Haplopappus chrysanthemifolius</i> (Less.) DC.	Asteraceae	Nanofanerófito	A. Madrid 293 (CONC)	Endémica	Silvestre	Chile
<i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) F.W. Schmidt	Asteraceae	Terófito	A. Madrid 339 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Leontodon saxatilis</i> Lam.	Asteraceae	Hemicriptófito	A. Madrid 347 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Picris echioides</i> L.	Asteraceae	Terófito	A. Madrid 333 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Senecio angulatus</i> L.f.	Asteraceae	Nanofanerófito	A. Madrid 292 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada y Cultivada	África del Sur

Apéndice 1. (Continuación.). Catálogo taxonómico de la flora vascular del sector norte de la playa Grande de la bahía de Cartagena, incluyendo especies, familia, forma de crecimiento, colector, origen biogeográfica, usos y distribución mundial. Se sigue a Rodríguez et al. (2018) para las columnas de especie, familia y origen, y a Fuentes et al. (2020) para distribución.

Especie	Familia	Forma de crecimiento	Colector	Origen	Usos	Distribución
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Asteraceae	Terófito	A. Madrid 341 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Asteraceae	Terófito	A. Madrid 344 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	Terófito	A. Madrid 324 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Symphoricarum squamatum</i> (Spreng.) G.L. Nesom	Asteraceae	Hemicriptófito	A. Madrid 315 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Brassica rapa</i> L.	Brassicaceae	Terófito	A. Madrid 317 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Brassica tournefortii</i> Gouan	Brassicaceae	Terófito	A. Madrid 352 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Brassicaceae	Terófito	A. Madrid 342 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Fossat	Brassicaceae	Terófito	A. Madrid 330 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia y América del Norte
<i>Lepidium</i> sp.	Brassicaceae	Terófito	A. Madrid 353 (CONC)	Sin datos	Sin datos	Sin datos
<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	Brassicaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 337 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada y Cultivada	Europa
<i>Matthiola incana</i> (L.) R.Br.	Brassicaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 312 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada y Cultivada	Europa
<i>Raphanus sativus</i> L.	Brassicaceae	Terófito	A. Madrid 323 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.	Brassicaceae	Terófito	A. Madrid 328 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Sur de Europa y Norte de África
<i>Sisymbrium</i> sp.	Brassicaceae	Terófito	A. Madrid 340 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Sin datos
<i>Spergularia</i> sp.	Caryophyllaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 294 (CONC)	Sin datos	Sin datos	Sin datos
<i>Stellaria</i> aff. <i>media</i> (L.) Vill.	Caryophyllaceae	Terófito	Sin colecta	Sin datos	Sin datos	Sin datos
<i>Beta vulgaris</i> L. subsp. <i>maritima</i> (L.) Arcang.	Chenopodiaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 373 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Sur de Europa
<i>Sarcocornia neei</i> (Lag.) M.A. Alonso & M.B. Crespo	Chenopodiaceae	Caméfito	A. Madrid 299 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R.Br.	Convolvulaceae	Nanofanerófito	A. Madrid 365 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia y América del Norte
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 377 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Cuscuta micrantha</i> Choisy var. <i>micrantha</i>	Convolvulaceae	Terófito	A. Madrid 375 (CONC)	Endémica	Silvestre	Chile
<i>Carex bracteosa</i> Kunze ex Kunth	Cyperaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 298 (CONC)	Endémica	Silvestre	Chile
<i>Cyperus eragrostis</i> Lam. var. <i>eragrostis</i>	Cyperaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 305 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A. Mey.) Soják var. <i>californicus</i>	Cyperaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 367 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur

Apéndice 1. (Continuación.). Catálogo taxonómico de la flora vascular del sector norte de la bahía de Cartagena, incluyendo especies, familia, forma de crecimiento, colector, origen biogeográfica, usos y distribución mundial. Se sigue a Rodríguez et al. (2018) para las columnas de especie, familia y origen, y a Fuentes et al. (2020) para distribución.

Especie	Familia	Forma de crecimiento	Colector	Origen	Usos	Distribución
<i>Schoenoplectus pungens</i> (Vahl) Palla	Cyperaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 311 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Astragalus amatus</i> Clos	Fabaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 354 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Galega officinalis</i> L.	Fabaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 360 (CONC)	Exótica	Asilvestrada	Europa
<i>Medicago polymorpha</i> L.	Fabaceae	Terófito	A. Madrid 289 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Sin datos
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Lam.	Fabaceae	Terófito	A. Madrid 297 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Trifolium angustifolium</i> L.	Fabaceae	Terófito	A. Madrid 364 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Vicia benghalensis</i> L.	Fabaceae	Terófito	A. Madrid 371 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Vicia sativa</i> L.	Fabaceae	Terófito	A. Madrid 374 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L' Hér. ex Aiton	Geraniaceae	Terófito	A. Madrid 331 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Juncus balticus</i> Willd. subsp. <i>mexicanus</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Kirschner	Juncaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 376 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Triglochin striata</i> Ruiz & Pav.	Juncaginaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 301 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Malva dendromorpha</i> M.F. Ray	Malvaceae	Nanofanerófito	A. Madrid 322 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Sur de Europa
<i>Malva nicaeensis</i> All.	Malvaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 288 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Malva parviflora</i> L.	Malvaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 303 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Sphaeralcea obtusiloba</i> (Hook.) G. Don	Malvaceae	Nanofanerófito	A. Madrid 369 (CONC)	Endémica	Silvestre	Chile
<i>Camissonia dentata</i> (Cav.) Reiche	Onagraceae	Terófito	A. Madrid 343 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Oenothera picensis</i> Phil.	Onagraceae	Terófito	A. Madrid 358 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Oxalis megalorrhiza</i> Jacq.	Oxalidaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 320 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	Oxalidaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 310 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	África del Sur
<i>Eschscholzia californica</i> Cham.	Papaveraceae	Hemicriptófito	A. Madrid 327 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Sur de América del Norte
<i>Fumaria capreolata</i> L.	Papaveraceae	Terófito	A. Madrid 370 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Fumaria officinalis</i> L.	Papaveraceae	Terófito	A. Madrid 325 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Plantago coronopus</i> L.	Plantaginaceae	Terófito	A. Madrid 302 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa y Norte de África
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 348 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	Plantaginaceae	Terófito	A. Madrid 372 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	Poaceae	Terófito	A. Madrid 316 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Sur de Europa, Norte de África e India
<i>Bromus berterianus</i> Colla	Poaceae	Terófito	A. Madrid 318 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur

Apéndice 1. (Continuación.). Catálogo taxonómico de la flora vascular del sector norte de la playa Grande de la bahía de Cartagena, incluyendo especies, familia, forma de crecimiento, colector, origen biogeográfica, usos y distribución mundial. Se sigue a Rodríguez et al. (2018) para las columnas de especie, familia y origen, y a Fuentes et al. (2020) para distribución.

Especie	Familia	Forma de crecimiento	Colector	Origen	Usos	Distribución
<i>Bromus lithobius</i> Trin.	Poaceae	Hemicriptófito	Sin colecta	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Bromus rigidus</i> Roth	Poaceae	Terófito	A. Madrid 329 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa Mediterránea y Norte de África
<i>Distichlis scoparia</i> (Nees ex Kunth) Arechav.	Poaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 356 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene	Poaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 321 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Diplachne fusca</i> (L.) Kunth subsp. <i>uninervis</i> (J. Presl) P.M. Peterson & N. Snow	Poaceae	Terófito	A. Madrid 338 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Hordeum murinum</i> L.	Poaceae	Terófito	A. Madrid 326 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Poaceae	Terófito	A. Madrid 349 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Poa cumingii</i> Trin.	Poaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 306 (CONC)	Endémica	Silvestre	Chile
<i>Polypogon interruptus</i> Kunth	Poaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 366 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Rostraria cristata</i> (L.) Tzvelev	Poaceae	Terófito	A. Madrid 287 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Chorizanthe vaginata</i> Benth.	Polygonaceae	Caméfito	Sin colecta	Endémica	Silvestre	Chile
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae	Terófito	A. Madrid 363 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia
<i>Polygonum maritimum</i> L.	Polygonaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 350 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Europa
<i>Rumex crispus</i> L.	Polygonaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 346 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia y América del Norte
<i>Rumex maricola</i> J. Remy	Polygonaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 357 (CONC)	Endémica	Silvestre	Chile
<i>Anagallis arvensis</i> L.	Primulaceae	Terófito	A. Madrid 290 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Eurasia y América del Norte
<i>Margyricarpus pinnatus</i> (Lam.) Kuntze	Rosaceae	Caméfito	A. Madrid 355 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Myoporum laetum</i> G. Forst.	Scrophulariaceae	Fanerófito	A. Madrid 335 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada y Cultivada	Nueva Zelanda
<i>Lycium chilense</i> Miers ex Bertero	Solanaceae	Nanofanerófito	A. Madrid 286 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur
<i>Nolana crassifolia</i> Poepp.	Solanaceae	Caméfito	A. Madrid 319 (CONC)	Endémica	Silvestre	Chile
<i>Nolana paradoxa</i> Lindl.	Solanaceae	Terófito	A. Madrid 308 (CONC)	Endémica	Silvestre	Chile
<i>Tropaeolum majus</i> L.	Tropaeolaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 334 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada y Cultivada	América del Sur
<i>Typha domingensis</i> Pers.	Typhaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 314 (CONC)	Alóctona	Asilvestrada	Cosmopolita
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene var. <i>minor</i> (Gillies & Hook.) N. O'Leary & P. Peralta	Verbenaceae	Hemicriptófito	A. Madrid 368 (CONC)	Nativa	Silvestre	América del Sur