

# HISTORIA NATURAL

Tercera Serie | Volumen 3 (1) | 2013/31-46

## CAMBIOS ESTACIONALES EN LA VEGETACIÓN NATIVA DE DUNAS COSTERAS EN LA PAMPA AÚSTRAL (CORONEL DORREGO, BUENOS AIRES)

*Seasonal changes in the native vegetation of coastal dunes in southern pampas  
(Coronel Dorrego, Buenos Aires)*

Cintia E. Celsi

Proyecto Costas Bonaerenses. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Universidad  
Maimónides. Hidalgo 775 piso 7 (C1405BDB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.  
cintiacelsi@gmail.com



**Resumen.** Los cambios en la cobertura vegetal de playas arenosas y dunas costeras, inciden directamente sobre los procesos geológicos, sedimentarios y bióticos de la costa. Una posible fuente de variación temporal sobre la vegetación es la estacionalidad. Como una primera aproximación al análisis de la dinámica temporal en las comunidades de dunas y playas, se estudió un sector representativo del distrito Pampeano Austral, durante un período anual. Se analizaron los cambios estacionales en composición florística, cobertura, riqueza y altura de la vegetación, importancia relativa de las especies en función de un índice de valor de importancia y representatividad de formas de vida en cuatro unidades ambientales: playa distal, dunas activas, dunas vegetadas y bajos interdunales. La riqueza específica aumentó de invierno a verano, en relación al incremento de geófitas y hemicriptófitas. Gran parte de las especies de mayor importancia incrementaron su porcentaje de cobertura hacia el verano. La composición florística varió entre temporadas, mayormente dentro del grupo de especies acompañantes. La dominancia se mantuvo relativamente estable, ocurriendo alternancias en la posición jerárquica de las principales especies. No se detectaron cambios significativos en la cobertura total ni en la altura de la vegetación. Las unidades ambientales estudiadas mostraron un patrón similar de variación estacional, a excepción de las dunas activas donde no se registró presencia de vegetación. Se concluye que los ambientes estudiados presentaron una considerable estabilidad entre temporadas. Los resultados coinciden en líneas generales con lo reportado para dunas de climas templados en otras partes del mundo.

**Palabras clave.** Dinámica temporal, Variación estacional, Vegetación costera, Sistema de dunas, Distrito Pampeano Austral.

**Abstract.** Changes in vegetation cover of beaches and coastal sand dunes, directly affect the geological, sedimentary and biotic processes of the coast. One possible source of temporal variation on vegetation is seasonality. As a first approach to the analysis of temporal dynamics in vegetation communities of dunes and beaches, a representative sector of the Southern Pampean District, was studied during a year. Seasonal changes in species composition, cover, richness and vegetation height, relative importance of species according to an importance value index and representativeness of life forms in four environmental units: distal beach, active dunes, vegetated dunes and slacks were analyzed. Species richness increased from winter to summer, specially geophytes and hemicryptophytes. Many of the most important species increased their cover percentage in summer. The floristic composition varied between seasons, mostly within the group of accompanying species. The dominance was relatively stable, though shifts occurred in the hierarchical position of the main species. No significant changes were detected in total cover or in the height of the vegetation. Environmental units studied showed similar pattern of seasonal variation, with the exception of active dunes where there was no presence of vegetation, so that the units investigated showed considerable stability between seasons. The results are broadly in line with those reported for temperate dunes elsewhere in the world.

**Key words.** Temporal dynamics, Seasonal variation, Coastal vegetation, Dune system, Southern Pampean District.

## INTRODUCCIÓN

Las dunas costeras son reconocidas como sistemas ambientales particularmente dinámicos y variables (Müller-Hohenstein, 1992; Carter, 1993) en los cuales la vegetación desempeña un rol estructural y funcional clave (Seeliger, 1997a; Hesp, 2004).

Las variaciones en la cobertura vegetal de dunas y playas tienen implicancias sobre la dinámica sedimentaria, el desarrollo y la estabilidad de las geoformas costeras (Marcomini *et al.*, 2009; Luna *et al.*, 2010), así como también inciden sobre la estructura de los ensambles faunísticos asociados (Wouters *et al.*, 2012).

Los cambios en las características de la vegetación pueden manifestarse tanto en el espacio como en el tiempo (van der Maarel, 2005). Diversos estudios en dunas de distintas partes del mundo coinciden en señalar la marcada variabilidad espacial que experimenta la vegetación de dunas en relación a las características geomórficas y edáficas (Doing, 1985; Pfadenhauer 1993; Acosta *et al.*, 2007). Por otro lado, la dinámica temporal asociada a la vegetación de dunas costeras, se encuentra frecuentemente documentada en relación a los patrones de sucesión ecológica (Moreno-Casasola y Vázquez, 1999; Martínez *et al.*, 2001; Lubke, 2004), eventos de disturbio naturales (Lonard *et al.*, 2004; Miller *et al.*, 2009) y a los cambios ambientales inducidos por la acción antrópica (Seeliger, 2003; Faggi y Dadon, 2010). Sin embargo, una menor atención se ha prestado a la variabilidad estacional en los parámetros que describen la vegetación en los sistemas de dunas costeras (e.g. Judd *et al.*, 2007).

En Argentina, las costas arenosas de dunas y playas se encuentran ampliamente representadas en el litoral atlántico de la provincia de Buenos Aires. En esta zona,

los estudios sobre la vegetación de dunas se concentraron mayormente sobre la costa pampeana oriental (desde Punta Rasa hasta Mar Chiquita, *sensu* Cabrera, 1971), enfocándose en distintos aspectos relativos a la composición y zonación de las comunidades vegetales (Faggi y Cagnoni, 1991; Faggi *et al.*, 1997) y la relación con los suelos (Holz, 1995). Para la costa pampeana austral (entre Miramar y Pehuen-có), es menor el volumen de información disponible respecto de los aspectos bióticos y ecológicos de los sistemas de dunas, contándose como antecedentes más recientes, distintos trabajos abocados a la caracterización espacial de las comunidades vegetales de dunas en Monte Hermoso, Pehuen-có, Coronel Dorrego y Arenas Verdes (Fontana, 2005; Celsi y Monserrat, 2008a; Celsi y Monserrat, 2008b; Celsi, 2009a; Monserrat *et al.*, 2012), y sobre las formas de vida en la vegetación de dunas de Coronel Dorrego (Celsi, 2009b). El estudio de la dinámica estacional de la vegetación de dunas y playas, no cuenta con antecedentes para nuestro país.

Este trabajo es un primer aporte al conocimiento de los cambios estacionales que ocurren sobre la composición florística, riqueza y estructura de la vegetación nativa en un sistema de dunas de la costa atlántica de la Pampa Austral.

La vegetación de dunas está principalmente regulada por la combinación de factores climáticos, micro-climáticos y edáficos que dominan cada sector del paisaje, dando lugar a un mosaico de ambientes estrechamente vinculado a la geomorfología y con un fuerte eje de variación en el sentido mar-continente (Monserrat *et al.*, 2012). Para este estudio, se tuvo en cuenta dicha fuente de heterogeneidad, con el fin de obtener información comparativa sobre la respuesta estacional de distintos tipos de vegetación presentes en dunas y playas.

Por otra parte, los ecosistemas de dunas en la costa de Buenos Aires están sujetos a un intenso proceso de modificación antrópica que afecta grandes superficies, produciendo fragmentación de hábitats, pérdida de espacios naturales y cambios en la biodiversidad (Matteucci y Dadon, 2002; Celsi, 2013). Por ello, resulta de interés el estudio de aquellos sectores donde aún los efectos de la acción humana sobre la costa son escasos, ya que permiten conocer la dinámica de la vegetación nativa de dunas y playas.

Este trabajo forma parte de un programa de estudio y conservación en el sistema de dunas costeras del distrito de Coronel Dorrego. Especialmente cuando se plantean estudios descriptivos o monitoreos a largo plazo, es esencial considerar la estacionalidad como fuente de cambios en la composición florística y la estructura vegetal. La información recolectada pretende servir como herramienta para asistir en una futura planificación del manejo costero basada en estudios metodológicos, tratándose de un sector donde recientemente se ha establecido una nueva área protegida (Celsi y Monserrat, 2008c).

## MÉTODOS

### Área de estudio

Se estudió la zona costero-marina del Partido de Coronel Dorrego (referencia: 38° 56' 40''S, 60° 42' 38''O), situada en el sudeste de la provincia de Buenos Aires entre los Partidos de Monte Hermoso y Tres Arroyos. Es un tramo costero de aproximadamente 50 km de longitud, naturalmente delimitado por los ríos Quequén Salado al este y Sauce Grande al oeste. El único balneario del distrito es Marisol, asentado sobre el límite este del área investigada.

En cuanto a la geomorfología, se trata

de una costa de dunas y playa. La playa es arenosa, disipativa, amplia, de escasa pendiente y sin discontinuidades, excepto por la desembocadura de arroyos temporarios y el arroyo Los Gauchos, de carácter permanente. La playa está asociada a un extenso sistema de dunas cuyo ancho perpendicular al mar varía entre 5 y 8 km, limitando al norte con la zona agro-ganadera (Figura 1). Se reconocen dunas activas, fijas y semi-fijas, bajos interdunales, arroyos y lagunas temporarias y permanentes, y planicies inundables.

El área corresponde a los tipos climáticos subhúmedo-seco y mesotermal (Burgos y Vidal, 1951). Para el período 2001-2010, se registró una temperatura media anual de 14,4 °C y precipitación media anual de 815 mm (datos registrados para la estación meteorológica Tres Arroyos, Servicio Meteorológico Nacional). La figura 2 muestra la variación mensual de los principales factores climáticos durante el desarrollo del estudio. Agosto, si bien fue uno de los meses más fríos, registró un pico de temperatura, asociado a la mínima precipitación anual. Hacia el verano, se produjo un aumento en las lluvias, relacionado con un ascenso constante de la temperatura. La precipitación acumulada por mes fue irregular durante el año.

El área pertenece a la Provincia fitogeográfica Pampeana, Distrito Pampeano Austral (Cabrera, 1971) y representa florísticamente a las asociaciones de la costa austral *sensu* Cabrera (1941). Desde un enfoque geológico, se sitúa en a la barrera medano-sa austral (Isla *et al.*, 2001).

La vegetación local está siendo estudiada desde el año 2006 en el marco del Proyecto Costas Bonaerenses y se encuentra ampliamente descrita en Celsi y Monserrat, 2008a y Celsi, 2011.

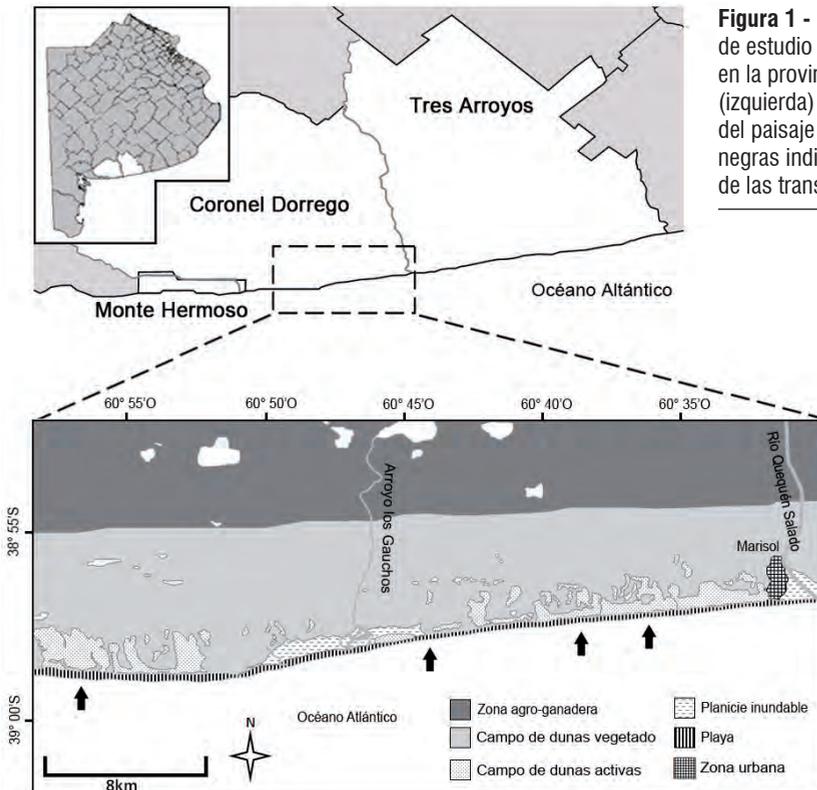
La estructura, dinámica y composición

biótica del área reflejan una escasa influencia de la acción antrópica. El tránsito de vehículos por playa se concentra en el sector intermareal, y dada la gran amplitud de las playas, la incidencia sobre la playa distal –donde aparecen las primeras plantas terrestres– es baja o nula. La actividad del ganado es esporádica y mayormente sectorizada sobre las dunas fijas más alejadas del mar, que para este estudio no fueron consideradas. Los núcleos forestados con árboles exóticos (*Pinus* spp., *Eucalyptus* sp., *Acacia longifolia*, *Populus* sp.) son reducidos y escasos. La forestación con *Tamarix gallica* se restringe a las dunas frontales desde Marisol hasta 3 km hacia el oeste. Para este trabajo se evitó incorporar cualquier tipo de parche con forestación exótica en el muestreo. El alto valor de conservación

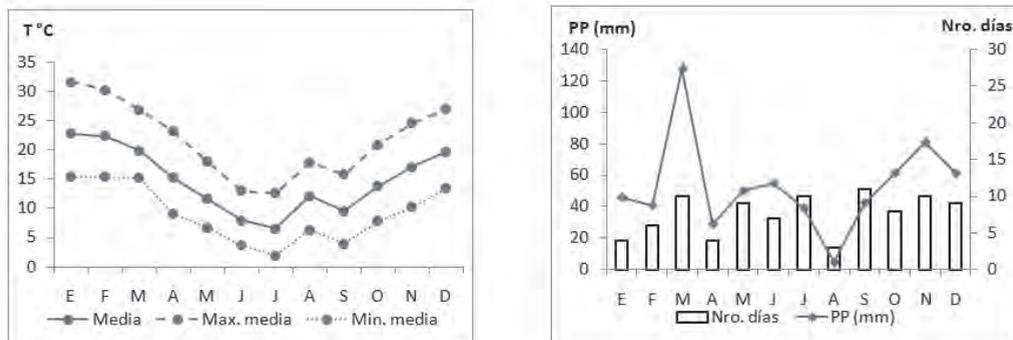
de la zona justificó que 700 hectáreas del área de estudio fueran declaradas como Área Natural Protegida, bajo la denominación de Reserva Natural de Usos Múltiples “Arroyo Los Gauchos” (Decreto 469/11 de la provincia de Buenos Aires, 10 de mayo de 2011), aún sin implementación.

**Muestreo**

El muestreo abarcó el frente costero, desde la línea de aparición de las primeras plantas en la playa distal, hasta un máximo de 2 km tierra adentro. Con el fin de obtener representatividad de los distintos tipos de vegetación asociados a las diferentes unidades geomorfológicas que se suceden en el gradiente mar-continente, se establecieron 4 transectas lineales perpendiculares al mar. Las transectas se distribu-



**Figura 1** - Localización del área de estudio (recuadro punteado) en la provincia de Buenos Aires (izquierda) y principales unidades del paisaje (abajo). Las flechas negras indican la posición relativa de las transectas de muestreo.



**Figura 2** - Variación de los principales factores climáticos durante el año 2009: temperatura (T°C), precipitación total (PP) y número de días con precipitación.

yeron espaciadamente a lo largo de 30 km dentro del área de estudio. Fueron recorridas a pie, y en cada unidad de vegetación visualmente uniforme interceptada, se dispuso un cuadrante de muestreo de 10 x 10 m<sup>2</sup>. Se establecieron en total 33 cuadrantes de muestreo permanentes, que fueron relevados en dos temporadas durante el año 2009: la primera en agosto y la segunda en diciembre, representando el estadio invernal y estival de la vegetación respectivamente. Los cuadrantes fueron georeferenciados en la primer visita y relocalizados en la segunda con GPS. En ambas temporadas se realizó un censo florístico en cada cuadrante, considerando todas las especies de plantas vasculares presentes y se registraron variables estructurales de la vegetación: cobertura total (%), coberturas específicas (%) y altura máxima en metros (m). La riqueza específica fue computada como el número de especies presentes. Los porcentajes de cobertura fueron estimados visualmente. Para la cobertura total se empleó la escala de Daubenmire (Müller-Dombois y Ellenberg, 1974, Tabla 1) y para las coberturas específicas se consideró una escala con rangos de 5%, excepto para aquellas estimaciones <5% que fueron computadas como 1%. Cada especie vegetal fue carac-

terizada según su forma de vida, siguiendo la clasificación propuesta por Raunkiaer (1934). Adicionalmente, cada cuadrante fue asociado a una categoría geomorfológica (o “ambiente”) a partir de lo propuesto por Celsi y Monserrat (2008a): dunas activas, dunas vegetadas, bajos interdunales y playa distal. La localización de las transectas y el reconocimiento de las unidades de vegetación se basaron en la experiencia de la autora obtenida en estudios previos en el área y en la accesibilidad del terreno en el mes de agosto.

**Tabla 1** - Escala de Daubenmire (Müller-Dombois & Ellenberg 1974) utilizada para estimar las coberturas totales de vegetación por cuadrante, y marcas de clase consideradas para cada rango.

| Rango      | Marca de clase |
|------------|----------------|
| (0-5] %    | 2,5 %          |
| (5-25] %   | 15 %           |
| (25-50] %  | 37,5 %         |
| (50-75] %  | 62,5 %         |
| (75-95] %  | 85 %           |
| (95-100] % | 97,5 %         |

### Análisis de datos

Los cuadrantes se clasificaron en función de las categorías geomorfológicas consideradas. La similitud en la composición florística entre verano e invierno para cada cuadrante fue calculada mediante el coeficiente de Sørensen (Matteucci y Colma, 1982):  $S = [2c/(A+B)] \cdot 100$ , donde  $c$  = número de especies en común entre ambas muestras,  $A$  = número de especies en la muestra A, y  $B$  = número de especies en la muestra B.

Para las variables cobertura total, riqueza y altura de la vegetación, se calculó la media y el desvío standard para cada ambiente, en cada temporada de muestreo y se compararon estacionalmente con la prueba estadística de Wilcoxon para muestras pareadas.

Para cada especie, se obtuvo la cobertura relativa (CR), la frecuencia relativa (FR) y un índice de valor de importancia (IVI), por ambiente y por temporada. La cobertura relativa se calculó como:  $CR_i = \Sigma C_i / \Sigma C_{ij} \cdot 100$ , donde  $C_i$  representa el valor total de cobertura de la especie  $i$  en un dado ambiente y  $\Sigma C_{ij}$  representa la suma de los valores de cobertura de todas las especies de la muestra en dicho ambiente.

La frecuencia relativa fue calculada como:  $FR_i = F_i / \Sigma F_{ij} \cdot 100$ , donde  $F_i$  es la frecuencia absoluta de la especie  $i$  en un dado ambiente y  $\Sigma F_{ij}$  es la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies de la muestra en dicho ambiente.

Para detectar y evaluar cambios estacionales en la contribución de cada especie a la estructura de la vegetación, se calculó el Índice de Valor de Importancia (Matteucci y Colma, 1982) como:  $IVI_i = CR_i + FR_i$ . Este índice puede oscilar entre un valor mínimo de 0 (especie ausente) y un máximo de 200 (única especie en la muestra).

Las especies con  $IVI > 10$  en cada ambiente (i.e.  $> 5\%$  de la suma total del IVI) fueron analizadas en función de los cambios esta-

cionales en cobertura específica, a través del test de Wilcoxon para muestras pareadas, considerando sólo aquellos cuadrantes con presencia de la especie en alguna de las dos temporadas.

## RESULTADOS

Se reconocieron cuatro categorías geomorfológicas: dunas vegetadas ( $n=14$ ), bajos interdunales ( $n=13$ ), dunas activas ( $n=3$ ) y playa distal ( $n=3$ ). Ninguno de los cuadrantes ( $n=33$ ) cambió de categoría entre las dos temporadas de muestreo.

Se registraron en total 45 especies de plantas vasculares, 40 (89%) de ellas en verano y 31 (69%) en invierno. Dieciséis especies se encontraron en las dunas vegetadas en invierno y 29 en verano. En los bajos el número de especies ascendió de 26 en invierno a 33 en verano y en la playa distal sólo se registró una especie en invierno y dos en verano. Cabe destacar el registro de *Poa schizantha*, taxón colectado entre los años 1940-41 por Parodi considerado extinto en décadas subsiguientes, y vuelto a colectar en 2002 por Deginani y Zuloaga (IMBIV-IBODA, com. pública). La especie reúne importancia de conservación por ser aparentemente un raro endemismo local, con distribución acotada a las dunas costeras de Monte Hermoso y Coronel Dorrego (Celsi y Giussani, en revisión). La ausencia de estructuras florales en *Panicum urvilleanum*, *Poa lanuginosa* y *Poa schizantha* durante el invierno, no permitió diferenciar estas tres gramíneas, por lo cual se las unificó como "Panicum+Poa" en el muestreo de agosto.

Los cuadrantes muestreados en el ambiente de dunas activas no presentaron vegetación en ninguna de las dos temporadas, por lo cual no serán considerados en los análisis cuantitativos siguientes.

El coeficiente de Sørensen mostró el mayor valor de similitud estacional en la composición florística para la playa distal ( $S=88,9\pm 19,2$ ). Para los bajos interdunales se obtuvo el menor valor del coeficiente ( $S=59,7\pm 14,8$ ), indicando que en este ambiente ocurrió el mayor recambio de especies por cuadrante entre temporadas; para las dunas vegetadas fue de  $S=62,0\pm 19,9$ .

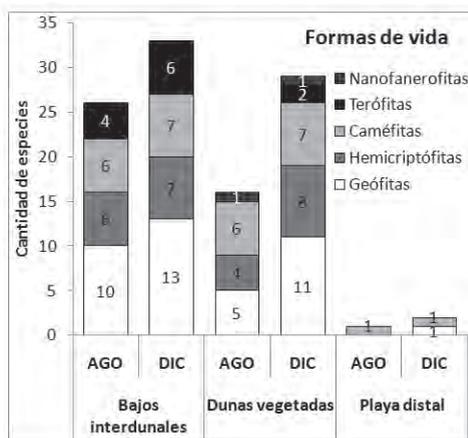
### Estructura vegetal y riqueza

Los bajos interdunales presentaron los mayores valores para las tres variables registradas a nivel de comunidad (cobertura total, altura y riqueza) en ambas temporadas.

El promedio de la cobertura vegetal total por cuadrante aumentó de agosto a diciembre en la playa distal y bajos interdunales, mientras que en las dunas vegetadas tuvo un leve descenso. No obstante, la comparación estadística entre estaciones, no reveló diferencias significativas en la cobertura para ninguno de los ambientes. La altura máxima de la vegetación tampoco mostró diferencias estacionales significativas en los distintos ambientes (Tabla 2). Por el contrario, la riqueza específica por cuadrante resultó significativamente mayor en verano para las dunas vegetadas ( $p<0,005$ ) y los bajos interdunales ( $p<0,05$ ; Tabla 2). El análisis estadístico no fue aplicable para las variables cobertura total y riqueza específica para la playa distal.

### Formas de vida

El incremento en la cantidad de geófitas y hemicriptófitas, explica mayormente el aumento en la riqueza de invierno a verano (Figura 3). Ambas formas de vida mostraron el mayor aumento en el número de especies en las dunas vegetadas (6 y 4 especies respectivamente). Las terófitas aparecieron en las dunas vegetadas en verano y aumentaron en número en los bajos, en ambos casos, representadas por especies exóticas oportunistas, entre ellas *Melilotus albus*, *M. indicus*, *Briza* sp., *Blackstonia per-*



**Figura 3** - Distribución de las formas de vida en las unidades ambientales con presencia de vegetación en ambas temporadas (AGO: Agosto, DIC: Diciembre). Los números dentro de las columnas indican cantidad de especies.

**Tabla 2** - Comparación estacional de la cobertura vegetal total (%), altura máxima de la vegetación (m) y riqueza florística, para los ambientes analizados. Se expresan los valores promedio para cada variable en cada temporada; [desvío standard]. Diferencias significativas según la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras pareadas; \*:  $p<0,05$ ; \*\*:  $p<0,005$ . n/a: análisis estadístico no aplicable. BI: bajos interdunales; DV: dunas vegetadas; PD: playa distal; DA: dunas activas.

|           | Cobertura total (%) |             |       | Altura (m) |           |       | Riqueza (#spp.) |           |         |
|-----------|---------------------|-------------|-------|------------|-----------|-------|-----------------|-----------|---------|
|           | Agosto              | Diciembre   | P     | Agosto     | Diciembre | P     | Agosto          | Diciembre | P       |
| BI (n=13) | 73,3 [21,7]         | 77,9 [19,7] | 0,742 | 1,0 [0,3]  | 0,9 [0,2] | 0,175 | 7,8 [1,9]       | 9,9 [2,6] | 0,027*  |
| DV (n=14) | 29,6 [19,3]         | 26,1 [14,3] | 0,576 | 0,7 [0,3]  | 0,7 [0,3] | 1,305 | 3,5 [2,0]       | 5,9 [3,5] | 0,001** |
| PD (n=3)  | 4,0 [5,2]           | 12,0 [15,7] | n/a   | 0,9 [0,1]  | 0,8 [0,1] | 0,250 | 1,0 [0,0]       | 1,3 [0,6] | n/a     |
| DA (n=3)  | 0,0                 | 0,0         | n/a   | 0,0        | 0,0       | n/a   | 0,0             | 0,0       | n/a     |

*foliata*. Caméfitas y nanofanerófitas no presentaron cambios sustanciales en el número de especies.

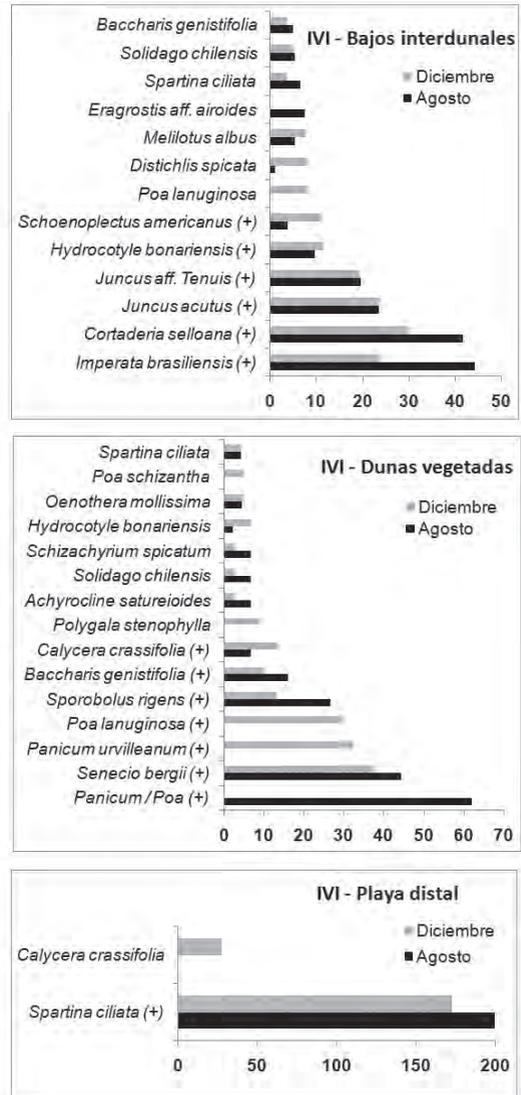
### Índice de Valor de Importancia

Se mencionan principalmente aquellas especies con IVI > 10 (i.e. aquellas que contribuyeron con más del 5% del IVI en alguna temporada).

En los bajos interdunales, se observó una alternancia entre las dos primeras especies del ranking entre temporadas. *Imperata brasiliensis* ocupó el primer lugar en importancia en invierno (IVI=44,2), seguida por *Cortaderia selloana* (IVI=41,6). En verano *C. selloana* pasó a ser la especie más importante (IVI=29,9), seguida por *I. brasiliensis* (IVI=23,8), que experimentó una disminución en frecuencia y cobertura. Ambas especies en conjunto con *Juncus acutus* y *J. aff. tenuis* contribuyeron con el 64,5% del IVI en invierno y el 48,4% en verano (Figura 4). *Schoenoplectus americanus* e *Hydrocotyle bonariensis* aumentaron sustancialmente su representatividad hacia el verano; esta última fue la especie más frecuente en los bajos en diciembre.

En las dunas vegetadas el grupo Panicum+Poa (IVI=62,1), junto con *Senecio bergii* (IVI=44,4) fueron las especies que más aportaron a la estructura de la vegetación durante el invierno (Figura 4), sumando el 53% del IVI y mostrando los mayores valores de FR y CR. En diciembre, al diferenciarse las especies que componen el grupo Panicum+Poa, se observa que las mayores contribuciones estuvieron dadas por *Panicum urvilleanum* (IVI=32,6) y *Poa lanuginosa* (IVI=29,7) -que junto con *S. bergii* (IVI=37,6), sumaron el 50% del IVI en dicha temporada-, mientras que *Poa schizantha* mostró bajos valores de FR y CR (Apéndice). *Sporobolus rigens* y *Baccharis genistifolia* también presentaron altos valores de IVI en ambas temporadas, y en diciembre se destacó *Calycera*

*crassifolia* en relación a un aumento en frecuencia y cobertura. *B. genistifolia* ocurrió en un sólo cuadrante pero con elevada CR.



**Figura 4** - Ranking del índice de valor de importancia de especies para las tres unidades ambientales donde se halló vegetación. Se grafican las 10 especies con mayor IVI en cada temporada. Especies con IVI > 10 en alguna temporada se indican con (+). *Panicum urvilleanum*, *Poa lanuginosa* y *P. schizantha* se agruparon en la categoría "Panicum+Poa" en invierno, por lo tanto no figuran discriminadas en dicha temporada.

En la playa distal, *Spartina ciliata* fue la única especie registrada en invierno, sumándose *Calycera crassifolia* como la única acompañante -de escasa cobertura- en verano (Figura 4).

### Coberturas específicas

El aumento en cobertura media para *Juncus aff. tenuis*, *Hydrocotyle bonariensis* y *Schoenoplectus americanus* en los bajos interdunales fue significativo hacia el verano, y marginalmente significativo para *Juncus acutus*. Por el contrario, para *Imperata brasiliensis*, se registró un descenso significativo de cobertura. *Calycera crassifolia* y *Senecio bergii* también experimentaron un aumento significativo (y marginalmente significativo respectivamente) en cobertura hacia el verano en las dunas vegetadas. *Cortaderia selloana* y *Sporobolus rigens* no mostraron cambios estacionales significativos en cobertura. En la playa distal, *Spartina ciliata* tuvo un aumento sustancial en cobertura hacia el verano aunque su significancia estadística no se pudo comprobar por escasez de datos (Tabla 3). Se descartó del análisis al grupo de especies *Panicum+Poa* ya que

se desconoce el aporte individual de cada una en invierno.

## DISCUSIÓN

En términos de variabilidad estacional durante un período anual, la vegetación de dunas y playa en la costa de Coronel Durrero no muestra cambios significativos en dos de las variables estructurales examinadas a nivel de comunidad (cobertura total y altura), aunque estos sí se manifiestan en relación a la riqueza específica, composición florística y cobertura de especies dominantes. En la playa distal, dunas vegetadas y bajos interdunales se observa en líneas generales, el mismo patrón estacional, exceptuando las dunas activas donde no se registró presencia de vegetación.

La composición florística cambia en las tres unidades ambientales, en relación al grupo de especies acompañantes, mientras que las dominantes se mantienen relativamente estables en ambas temporadas. El análisis del IVI, refleja que en las dunas vegetadas y bajos interdunales, ocurre una

**Tabla 3** - Cobertura media de las especies con IVI > 10 en cada ambiente; [desvío standard]. Comparación estacional según el test de Wilcoxon para muestras pareadas. Diferencias estacionales significativas: \*, p<0,05 y marginalmente significativas: ‡, p<0,1. No se aplica al grupo *Panicum+Poa*, ver texto. n/a: análisis estadístico no aplicable.

|                    |                                  | Cobertura específica (%) |             |        |
|--------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------|--------|
|                    |                                  | Agosto                   | Diciembre   | P      |
| Bajos interdunales | <i>Imperata brasiliensis</i>     | 47,6 [34,7]              | 33,5 [35,1] | 0,023* |
|                    | <i>Cortaderia selloana</i>       | 35,5 [32,9]              | 32,5 [28,6] | 0,65   |
|                    | <i>Juncus acutus</i>             | 17,1 [22,8]              | 26,5 [27,0] | 0,064‡ |
|                    | <i>Juncus aff. tenuis</i>        | 11,1 [16,7]              | 20,5 [20,9] | 0,049* |
|                    | <i>Hydrocotyle bonariensis</i>   | 0,8 [0,4]                | 3,6 [5,5]   | 0,031* |
|                    | <i>Schoenoplectus americanus</i> | 1,4 [2,3]                | 10,9 [10,9] | 0,031* |
| Dunas vegetadas    | <i>Senecio bergii</i>            | 7,8 [9,8]                | 10,8 [11,6] | 0,062‡ |
|                    | <i>Sporobolus rigens</i>         | 6,6 [8,5]                | 5,1 [5,9]   | 0,95   |
|                    | <i>Baccharis genistifolia</i>    | 60                       | 50          | n/a    |
|                    | <i>Calycera crassifolia</i>      | 0,4 [0,5]                | 2,8 [4,9]   | 0,031* |
| Playa distal       | <i>Spartina ciliata</i>          | 4,0 [5,2]                | 12,0 [15,7] | n/a    |
|                    | <i>Calycera crassifolia</i>      | 0                        | 1           | n/a    |

alternancia en el ranking de importancia entre las especies de mayor jerarquía. Sin embargo, esta alternancia de valores no implica cambios rotundos en el carácter de dominancia.

Ello se observa en los pastizales de los bajos interdunales, donde la geófito *Imperata brasiliensis* y la gramínea caméfito *Cortaderia selloana* experimentan alternancia estacional en el orden de importancia. No obstante, ambas se mantienen como las dos especies más importantes dentro de la unidad ambiental en ambas temporadas (junto con *J. acutus* y *J. aff. tenuis*), motivo por el cual puede considerarse que la dominancia se mantiene relativamente estable entre temporadas. Lo mismo se observa en las dunas vegetadas, donde la caméfito *Senecio bergii* y las gramíneas geófitas del grupo *Panicum+Poa* son codominantes en invierno y en verano, conformando una vegetación de tipo estepa mixta.

Por otro lado, en la playa distal –ambiente que reúne las condiciones más adversas para la vegetación– el establecimiento de plantas está fuertemente limitado y *Spartina ciliata* –especialmente tolerante a la inundación con agua salada (Seeliger, 1997b)–, se mantiene estacionalmente constante como la única especie dominante.

La ausencia de cambios en la fisonomía (reflejada en la altura y cobertura de la vegetación), el mantenimiento de las mismas especies en posición de dominancia y la ausencia de cambios en la asignación de categorías geomorfológicas en los cuadrantes muestreados, denota una considerable estabilidad en las comunidades vegetales entre una temporada y la siguiente.

Resultados similares han sido reportados para las dunas costeras en la isla South Padre (Texas), donde estudios de las variaciones estacionales en la vegetación de dunas y playa distal no permitieron detectar

cambios significativos en el porcentaje de cobertura y se concluyó que la composición de especies fue similar entre estaciones en las distintas ubicaciones topográficas, con alternancia estacional en cuanto a las jerarquías de importancia entre las especies dominantes (Judd *et al.*, 2007).

Asimismo, Boorman (The Institute of Terrestrial Ecology, com. pública) en su estudio sobre el efecto del pastoreo sobre las comunidades de pastizal de las dunas británicas, no detectó cambios estacionales significativos en el término de un año, en la riqueza media por cuadrante, ni en la altura de la vegetación en los pastizales y dunas activas (“yellow dunes”) de una de las localidades investigadas (Aberlady). Tampoco halló cambios en la vegetación de pastizal de dunas de una segunda localidad (Winterton), aunque sí obtuvo en este sitio, diferencias en la altura de la vegetación de dunas activas. Además, señala que si bien la riqueza florística se mantuvo estable, sí hubo variaciones en la composición, en relación a la desaparición de anuales de invierno y aparición de geófitas de floración estival. En líneas generales, dichos resultados coinciden con el patrón observado para las dunas de Coronel Dorrego, con la salvedad de que en el presente estudio, justamente no se halló vegetación en el ambiente de dunas activas y los cambios en la riqueza fueron significativos.

El incremento en la riqueza de especies durante la temporada estival está relacionado principalmente a un aumento en el número de geófitas (tipos vegetales que transcurren la temporada desfavorable en forma de estructuras subterráneas, con posible pérdida de partes aéreas) y hemicriptófitas (aquellas que poseen las yemas de renuevo a nivel de la superficie). Ambas formas de vida reflejan la respuesta de la vegetación frente a las condiciones adversas

en los niveles de temperatura y/o precipitaciones durante el invierno, ya que implican una cierta protección de las estructuras de renuevo frente a la desecación y cambios abruptos en la temperatura (Raunkiaer, 1934). Considerando que el censo florístico se efectuó sólo en función de las estructuras vegetales aéreas, se podría sugerir que el aumento en la riqueza en verano responde principalmente a una reactivación de las estructuras de renuevo desde órganos de reserva subterráneos o superficiales, de especies ya instaladas en la comunidad (que no son visibles en invierno), y en menor medida, a un establecimiento de nuevas especies.

Coincidentemente, especies como *Hydrocotyle bonariensis*, *Calycera crassifolia*, *Schoenoplectus americanus*, *Polygala stenophylla* que mostraron un aumento notable de frecuencia y/o cobertura en verano, son geófitas. Si bien poco se conoce sobre la respuesta fisiológica a las variaciones ambientales en estas especies, su comportamiento de tipo geófita parece estar relacionado con los cambios estacionales en las lluvias y la temperatura, aumentando o apareciendo en verano, cuando las condiciones climáticas son más favorables para el desarrollo, y disminuyendo su presencia sobre la superficie durante el invierno en respuesta al descenso en las precipitaciones y las bajas temperaturas. Tal como señala Seeliger (1997b) para las plantas del sistema de dunas del sur de Brasil, las especies perennes reducen drásticamente el vigor de crecimiento durante el invierno, debido tanto a condiciones ambientales sub-óptimas como a períodos de reposo inducidos en forma endógena. En este sentido, por ejemplo, estudios fenológicos sobre *Hydrocotyle bonariensis* en las dunas y bajos interdunales de Río Grande do Sul, donde aparece como dominante, relacionan el crecimiento y desarrollo de esta

planta con el balance hídrico del suelo y el anegamiento estacional (Costa y Seeliger, 1990). Por el contrario, *Imperata brasiliensis* tuvo su óptimo desarrollo asociado a los meses más fríos, exhibiendo un descenso en frecuencia y cobertura hacia la temporada cálida y sugiriendo que otros mecanismos, quizás asociados a la competencia o disponibilidad de recursos estén operando en la respuesta de esta especie frente a la estacionalidad.

El análisis de otros tipos de ambientes, la ocurrencia de disturbios naturales y la extensión de los plazos de estudio, permitirán complementar el entendimiento de los cambios temporales sobre la vegetación de dunas pampeanas. Al respecto, el seguimiento de una laguna interdunal temporaria formada por inundación, 3 km al este de la localidad de Pehuen-có (punto relativamente cercano al área de estudio y coincidente en el distrito fitogeográfico Pampeano Austral) mostró una drástica variación en la cobertura y composición de la vegetación en el término de 27 meses. En dicho sitio, se registró para enero 2005 una cobertura menor al 50% de *Schoenoplectus californicus* y matas flotantes de *Azolla filliculoides*, en un amplio espejo de agua (Celsi, datos no publicados). En diciembre del mismo año, la cobertura rondaba el 90%, con un notable incremento de *S. californicus*, aparición de un estrato bajo de gramíneas y *Polygonum* sp., en asociación a una clara reducción en la superficie de agua libre. Para el año 2007, la laguna se transformó en un denso pastizal alto de *Typha* spp., *S. californicus* y *Phragmites* sp., con una cobertura del 100%. Esto sugiere que el grado de estabilidad del ambiente y los factores de disturbio son fuentes de cambios sobre la vegetación, a considerar en futuros estudios.

Los resultados de este trabajo representan una primera aproximación al conoci-

miento de los cambios estacionales que ocurren en la vegetación y contribuyen al entendimiento de la dinámica temporal de las comunidades de dunas costeras de la región pampeana.

Para profundizar en esta línea de investigación resultará necesario examinar tendencias de cambio a largo plazo en la vegetación, considerando asimismo, la ocurrencia de disturbios como inundaciones, incendios o el soterramiento por avance de dunas activas, como fuentes de variabilidad. Para ello, este trabajo constituye un antecedente cuantitativo que permitirá sentar las bases de nuevas investigaciones.

## CONCLUSIONES

Los cambios estacionales en la vegetación de dunas en Coronel Dorrego, en la transición invierno-verano, están reflejados en un aumento de la riqueza específica (mayormente atribuido al incremento de geófitas y hemicriptófitas) y en cambios en el porcentaje de cobertura de especies dominantes o con alto índice de importancia. Sin embargo, estos cambios no se reflejan en variaciones significativas ni en la cobertura ni en la altura de la vegetación, a nivel de comunidad. Las tres unidades ambientales estudiadas con desarrollo de vegetación (playa distal, dunas vegetadas y bajos interdunales) muestran un patrón estacional similar, lo cual coincide en líneas generales con lo reportado en estudios previos sobre dunas de climas templados en otras partes del mundo.

## AGRADECIMIENTOS

A Daniel Mac-Lean, Alejandra Yezzi y Magdalena Triches por la colaboración

durante las tareas de campo. Al Dr. Carlos Villamil por confirmar la determinación de *Poa schizantha*. Y al revisor por los valiosos aportes que permitieron mejorar el manuscrito. Este trabajo contó con fondos de The Rufford Small Grants Foundation.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A., Ercole, S., Stanisci, A., de P. Pillar, V. y Blasi, C. 2007. Coastal vegetation zonation and dune morphology in some mediterranean ecosystems. *Journal of Coastal Research*, 23(6): 1518-1524.
- Burgos, J. y Vidal, A.L. 1951. Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. *Meteoros*, (1):1-32.
- Cabrera, A.L. 1941. Las comunidades vegetales de las dunas costaneras de la Provincia de Buenos Aires. *D.A.G.I. Publicaciones técnicas*, 1(2):5-44.
- Cabrera, A.L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 14(1-2):1-42.
- Carter, R.W.G. 1993. *Coastal environments. An introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines*. Academic press, London, 617 pp.
- Celsi, C.E. y Monserrat, A.L. 2008a. La vegetación dunicola en el frente costero de la Pampa Austral (Partido de Coronel Dorrego, Buenos Aires). *Multequina*, 17:73-92.
- Celsi, C.E. y Monserrat, A.L. 2008b. Vascular plants, coastal dunes between Pehuén-có and Monte Hermoso, Buenos Aires, Argentina. *Check List*, 4(1): 37-46.
- Celsi, C.E. y Monserrat, A.L. 2008c. *Propuesta de una nueva área natural protegida costero-marina en la Pampa Austral: Reserva natural mixta de objetivos definidos mixtos "Arroyo Los Gauchos"*. III Congreso Nacional de Conservación de la Biodiversidad. Buenos Aires.
- Celsi, C.E. 2009a. *Estructura vegetal y composición florística en el sistema de dunas costeras aledaño al balneario Arenas Verdes (Lobería, Buenos Aires)*. VII Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar. Bahía Blanca, Buenos Aires.
- Celsi, C.E. 2009b. *Vegetación estival y formas de vida en ambientes de dunas del frente costero-marino de la Pampa austral (Partido de Coronel*

- Dorrego, Buenos Aires). VII Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar. Bahía Blanca, Buenos Aires.
- Celsi, C.E. 2011. Dune ecosystems of the southern pampean coast (Argentina): an insight into floristic diversity, ecology and conservation. En: Galvin, C.D. (Ed.), *Sand Dunes: Ecology, Geology and Conservation*. Nova Publishers, pp. 1-22.
- Celsi, C.E. 2013. Las dunas costeras pampeanas: Perspectivas de un ecosistema clave pero vulnerable. *Azara*, 1.
- Celsi, C.E. y Giussani, L.M. En revisión. *Presencia de Poa schizantha, una especie endémica en las dunas costeras de Coronel Dorrego (Buenos Aires)*. XXXIV Jornadas Argentinas de Botánica. La Plata.
- Costa, C. y Seeliger, U. 1990. Quantitative phenology and horizontal distribution of the rhizomatous perennial herb *Hydrocotyle bonariensis* Lam. in coastal sand dunes. *Vida Silvestre Neotropical*, 2(2): 36-42.
- Doing, H. 1985. Coastal fore-dune zonation and succession in various parts of the world. *Vegetatio*, 61: 65-75.
- Faggi, A.M. y Cagnoni, M. 1991. La vegetación de Punta Rasa (Pcia. de Buenos Aires. Argentina). *Parodiana* 6(2): 363-374
- Faggi, A.M.; Cagnoni, M. y Otero, P. 1997. *Mar Chiquita: nueva reserva de la biosfera*. VI Encuentro de geógrafos de América Latina. Buenos Aires.
- Faggi, A.M. y Dadon, J. 2010. Vegetation changes associated to coastal tourist urbanizations. *Multequina*, 19:53-76.
- Fontana, S.L. 2005. Coastal dune vegetation and pollen representation in south Buenos Aires Province, Argentina. *Journal of Biogeography*, 32:719-735.
- Hesp, P.A. 2004. Coastal dunes in the tropics and temperate regions: location, formation, morphology and vegetation processes. En: Martínez, M.L. y Psuty, N.P. (Eds.), *Coastal dunes: ecology and conservation*. Ecological studies, vol. 171. Springer, pp. 29-49.
- Holz, S. 1995. *Relación entre la geomorfología, la vegetación y los suelos en las dunas costeras de Mar Chiquita*. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.
- Isla, F.I., Cortizo, L.C. y Turno Orellano, H.A. 2001. Dinámica y evolución de las barreras medanas, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 2(1):73-83.
- Judd, F.W., Lonard, R.I., Sunny, K.R. y Mazariegos, R.A. 2007. Seasonal variation in dune vegetation at South Padre Island, Texas. *The Texas Journal of Science*, 59(2): 113-126.
- Lonard, R.I., Judd, F.W., Smith, E.H. y Yang, C. 2004. Recovery of vegetation following a wildfire in a barrier island grassland, Padre Island National seashore, Texas. *The Southwestern Naturalist*, 49(2): 173-188.
- Lubke, R.A. 2004. Vegetation dynamics and succession on sand dunes of the eastern coasts of Africa. En: Martínez, M.L. y Psuty, N.P. (Eds.), *Coastal dunes: ecology and conservation*. Ecological studies, vol. 171. Springer, pp. 67-84.
- Luna, M.C., Parteli, E.J., Durán, O. y Herrmann, H. 2010. Model for the genesis of coastal dune fields with vegetation. *Geomorphology*, 129(3-4): 215-224.
- van der Maarel, E. 2005. Vegetation ecology, an overview. En: van der Maarel, E. (Ed.), *Vegetation Ecology*. Blackwell Science, Oxford, pp. 1-51.
- Marcomini, S., López, R., Picca, P., Madanes, N. y Bertolin, L. 2009. Cambios en la vegetación en costas de dunas y su influencia en el balance sedimentario. En: López, R. y Marcomini, S. (Eds.), *Problemática de los ambientes costeros. Sur de Brasil, Uruguay y Argentina*. 1era edn. Ed. Croquis, Buenos Aires, pp. 193-205.
- Martínez, M.L., Vázquez, G. y Sánchez Colón, S. 2001. Spatial and temporal variability during primary succession on tropical coastal sand dunes. *Journal of Vegetation Science*, 12(3): 361-372.
- Matteucci, S.D. y Colma, A. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaría gral. de la OEA, Washington, 169 pp.
- Matteucci, S.D. y Dadón, J.R. 2002. Las zonas costeras y sus recursos naturales: prioridades y perspectivas en Argentina y en el mundo. En: Dadón, J.R. y Matteucci, S.D. (Eds.), *Zona costera de la Pampa argentina. Recursos naturales, sustentabilidad, turismo, gestión y derecho ambiental*. Lugar Ed., Buenos Aires, pp. 11-31.
- Miller, T.E., Gornish, E.S. y Buckley, H.L. 2009. Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery and succession. *Plant Ecology*, 206:97-104.

- Monserrat, A.L., Celsi, C.E. y Fontana, S.L. 2012. Coastal dune vegetation of the southern pampas (Buenos Aires, Argentina) and its value for conservation. *Journal of Coastal Research*, 28(1): 23-35.
- Moreno-Casasola, P. y Vázquez, G. 1999. The relationship between vegetation dynamics and water table in tropic dune slacks. *Journal of Vegetation Science*, 10:515-524.
- Müller-Dombois, D. y Ellenberg H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York, 547 pp.
- Müller-Hohenstein, K. 1992. Las dunas como ecosistemas: experiencias en Europa, Arabia y Africa. *Bosque*, 13(1): 9-21
- Pfadenhauer, J. 1993. Dry coastal ecosystems of temperate atlantic South America. En: van der Maarel, E. (Ed.), *Dry coastal ecosystems. Part B. Ecosystems of the world*. Elsevier, pp. 495-500.
- Raunkiaer, C. 1934. *Life forms of plants and statistical plant geography*. Clarendon Press, Oxford, 632 pp.
- Seeliger, U. 1997a. Relationships and function of coastal and marine environments. En: Seeliger, U.; Odebrecht, C. y Castello, J.P. (Eds.), *Subtropical convergence environments: the coast and sea in the southwestern Atlantic*. Springer-Verlag, pp. 161-166.
- Seeliger, U. 1997b. Coastal foredune flora. En: Seeliger, U., Odebrecht, C. y Castello, J.P. (Eds.), *Subtropical convergence environments: the coast and sea in the southwestern Atlantic*. Springer-Verlag, pp. 98-102.
- Seeliger, U. 2003. Response of southern brazilian coastal foredunes to natural and human-induced disturbance. *Journal of Coastal Research*, 35: 51-55.
- Wouters, B., Nijssen, M., Geerling, G., van Kleef, H., Remke, E. y Verberk, W. 2012. The effects of shifting vegetation mosaics on habitat suitability for coastal dune fauna - a case study on sand lizards (*Lacerta agilis*). *Journal of Coastal Conservation*, 16: 89-99.

Recibido: 7/3/2013 - Aceptado: 10/5/2013

## Apéndice

Frecuencia relativa (FR), cobertura relativa (CR) e índice de valor de importancia (IVI) para el total de especies registradas, por ambiente. AGO: agosto; DIC: diciembre. Los rectángulos negros indican taxa/grupo no considerados en el muestreo. Especies con  $IVI > 10$  se marcan con negrita. fv: forma de vida; G: geófito, H: hemicriptófito, C: caméfito, N: nanofanerofita, T: terófito.

| Especies                          | fv | Playa distal (n = 3) |      |        |      |              |              | Dunas vegetadas (n = 14) |      |        |             |             |             | Bajos interdunales (n = 13) |      |        |             |             |             |
|-----------------------------------|----|----------------------|------|--------|------|--------------|--------------|--------------------------|------|--------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|------|--------|-------------|-------------|-------------|
|                                   |    | FR (%)               |      | CR (%) |      | IVI          |              | FR (%)                   |      | CR (%) |             | IVI         |             | FR (%)                      |      | CR (%) |             | IVI         |             |
|                                   |    | AGO                  | DIC  | AGO    | DIC  | AGO          | DIC          | AGO                      | DIC  | AGO    | DIC         | AGO         | DIC         | AGO                         | DIC  | AGO    | DIC         | AGO         | DIC         |
| <i>Spartina ciliata</i>           | H  | 100,0                | 75,0 | 100,0  | 97,3 | <b>200,0</b> | <b>172,3</b> | 2,0                      | 2,4  | 2,3    | 2,0         | 4,4         | 4,4         | 3,0                         | 0,8  | 3,6    | 2,7         | 6,6         | 3,5         |
| <i>Calycera crassifolia</i>       | G  | 25,0                 |      |        | 2,7  |              | <b>27,7</b>  | 6,1                      | 9,8  | 0,7    | 3,9         | 6,8         | <b>13,7</b> |                             | 0,8  |        | 0,1         |             | 0,8         |
| <i>Panicum + Poa</i>              | G  |                      |      |        |      |              | 18,4         |                          |      |        | 43,7        |             | <b>62,1</b> | 1,0                         |      | 0,1    |             | <b>1,1</b>  |             |
| <i>Senecio bergii</i>             | C  |                      |      |        |      |              | 22,4         | 14,6                     | 22,0 | 23,0   | <b>44,4</b> | <b>37,6</b> | 3,0         | 1,6                         | 0,2  | 1,2    | 3,2         | 2,7         |             |
| <i>Panicum urvilleanum</i>        | G  |                      |      |        |      |              |              | 14,6                     |      |        | 18,0        |             | <b>32,6</b> |                             | 1,6  |        | 0,6         |             | 2,2         |
| <i>Poa lanuginosa</i>             | G  |                      |      |        |      |              |              | 9,8                      |      |        | 19,9        |             | <b>29,7</b> |                             | 6,2  |        | 2,0         |             | 8,2         |
| <i>Sporobolus rigens</i>          | C  |                      |      |        |      |              | 14,3         | 6,1                      | 12,4 | 7,3    | <b>26,7</b> | <b>13,4</b> |             |                             |      |        |             |             |             |
| <i>Baccharis genistifolia</i>     | C  |                      |      |        |      |              | 2,0          | 1,2                      | 14,0 | 8,9    | <b>16,1</b> | <b>10,1</b> | 2,0         | 0,8                         | 3,0  | 2,7    | 4,9         | 3,5         |             |
| <i>Polygala stenophylla</i>       | G  |                      |      |        |      |              |              | 3,7                      |      |        | 5,3         |             |             | 0,8                         |      | 0,3    |             | 1,0         |             |
| <i>Achyrocline satureioides</i>   | C  |                      |      |        |      |              | 5,1          | 2,4                      | 0,7  | 0,4    | 6,8         | 2,8         | 4,0         | 3,1                         | 0,6  | 1,3    | 4,5         | 4,4         |             |
| <i>Solidago chilensis</i>         | G  |                      |      |        |      |              | 6,1          | 2,4                      | 0,7  | 0,4    | 6,8         | 2,8         | 5,0         | 3,9                         | 0,4  | 1,0    | 5,3         | 4,9         |             |
| <i>Schizachyrium spicatum</i>     | H  |                      |      |        |      |              | 6,1          | 2,4                      | 0,7  | 0,4    | 6,8         | 2,8         |             |                             |      |        |             |             |             |
| <i>Oenothera mollissima</i>       | H  |                      |      |        |      |              | 4,1          | 3,7                      | 0,5  | 1,2    | 4,5         | 4,9         | 1,0         | 1,6                         | 0,1  | 0,1    | 1,1         | 1,7         |             |
| <i>Poa schizantha</i>             | G  |                      |      |        |      |              |              | 3,7                      |      |        | 1,2         |             | 4,9         |                             |      |        |             |             |             |
| <i>Hyalis argentea</i>            | C  |                      |      |        |      |              | 2,0          | 1,2                      | 1,2  | 1,8    | 3,2         | 3,0         |             | 0,8                         |      | 0,1    |             | 0,8         |             |
| <i>Senecio subulatus</i>          | N  |                      |      |        |      |              | 2,0          | 1,2                      | 0,2  | 0,9    | 2,3         | 2,1         |             |                             |      |        |             |             |             |
| <i>Aristida spegazzinii</i>       | H  |                      |      |        |      |              |              | 1,2                      |      |        | 0,2         |             | 1,4         |                             |      |        |             |             |             |
| <i>Chaetotropis imbarbis</i>      | H  |                      |      |        |      |              |              | 1,2                      |      |        | 0,2         |             | 1,4         |                             |      |        |             |             |             |
| <i>Margyricarpus pinnatus</i>     | C  |                      |      |        |      |              |              | 1,2                      |      |        | 0,2         |             | 1,4         | 1,0                         |      | 0,1    |             | 1,1         |             |
| <i>Imperata brasiliensis</i>      | G  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             |             | 9,9                         | 5,4  | 34,3   | 18,4        | <b>44,2</b> | <b>23,8</b> |
| <i>Cortaderia selliana</i>        | C  |                      |      |        |      |              | 2,0          |                          | 0,2  |        | 2,3         |             | 10,9        | 8,5                         | 30,7 | 21,4   | 41,6        | 29,9        |             |
| <i>Juncus acutus</i>              | H  |                      |      |        |      |              |              | 1,2                      |      | 0,2    |             | 1,4         | 9,9         | 7,8                         | 13,6 | 16,0   | <b>23,5</b> | <b>23,8</b> |             |
| <i>Juncus aff. tenuis</i>         | H  |                      |      |        |      |              |              | 1,2                      |      | 0,2    |             | 1,4         | 10,9        | 7,0                         | 8,8  | 12,4   | <b>19,7</b> | <b>19,4</b> |             |
| <i>Hydrocotyle bonariensis</i>    | G  |                      |      |        |      |              | 2,0          | 3,7                      | 0,2  | 3,0    | 2,3         | 6,7         | 8,9         | 9,3                         | 0,6  | 2,4    | 9,6         | <b>11,7</b> |             |
| <i>Schoenoplectus americanus</i>  | G  |                      |      |        |      |              |              | 1,2                      |      | 0,2    |             | 1,4         | 3,0         | 6,2                         | 0,8  | 4,8    | 3,8         | <b>11,0</b> |             |
| <i>Distichlis spicata</i>         | G  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             | 1,0         | 1,6                         | 0,1  | 6,6    | 1,1         | 8,1         |             |
| <i>Melilotus albus</i>            | T  |                      |      |        |      |              |              | 2,4                      |      | 0,4    |             | 2,8         | 5,0         | 7,0                         | 0,4  | 0,7    | 5,3         | 7,7         |             |
| <i>Eragrostis aff. airoides</i>   | H  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             | 6,9         |                             | 0,6  |        | 7,4         |             |             |
| <i>Gnaphalium spp.</i>            | H  |                      |      |        |      |              | 2,0          | 1,2                      | 0,2  | 0,2    | 2,3         | 1,4         | 3,0         | 3,9                         | 0,2  | 0,3    | 3,2         | 4,1         |             |
| <i>Tessaria absinthioides</i>     | G  |                      |      |        |      |              | 2,0          | 1,2                      | 0,2  | 0,2    | 2,3         | 1,4         | 2,0         | 1,6                         | 0,4  | 3,0    | 2,4         | 4,6         |             |
| <i>Ambrosia tenuifolia</i>        | G  |                      |      |        |      |              |              | 1,2                      |      | 0,2    |             | 1,4         | 2,0         | 3,1                         | 0,1  | 0,4    | 2,1         | 3,6         |             |
| <i>Baccharis juncea</i>           | G  |                      |      |        |      |              |              | 1,2                      |      | 0,2    |             | 1,4         | 2,0         | 3,1                         | 0,8  | 0,2    | 2,8         | 3,3         |             |
| <i>Carex sp.</i>                  | G  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             |             | 3,1                         |      | 0,2    | 3,3         |             |             |
| <i>Polygonum maritimum</i>        | H  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             |             | 1,8                         |      | 0,6    | 2,2         |             |             |
| <i>Melilotus indicus</i>          | T  |                      |      |        |      |              |              | 1,2                      |      | 0,2    |             | 1,4         |             | 1,6                         |      | 0,1    | 1,7         |             |             |
| <i>Senecio madagascariensis</i>   | C  |                      |      |        |      |              |              | 1,2                      |      | 0,2    |             | 1,4         |             | 1,6                         |      | 0,1    | 1,7         |             |             |
| <i>Blackstonia perfoliata</i>     | T  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             |             | 1,6                         |      | 0,1    | 1,7         |             |             |
| <i>Picrosia longifolia</i>        | H  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             |             | 1,6                         |      | 0,1    | 1,7         |             |             |
| <i>Gonyza sp.</i>                 | T  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             |             | 1,0                         |      | 0,4    | 1,4         |             |             |
| <i>Sarcocornia perennis</i>       | C  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             |             | 1,0                         | 0,8  | 0,1    | 0,1         | 1,1         | 0,8         |
| <i>Agalinis communis</i>          | T  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             |             | 1,0                         |      | 0,1    | 1,1         |             |             |
| Asteraceae 2                      | T  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             |             | 1,0                         |      | 0,1    | 1,1         |             |             |
| <i>Typha sp.</i>                  | G  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             |             | 1,0                         |      | 0,1    | 1,1         |             |             |
| Asteraceae 1                      | T  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             |             | 0,8                         |      | 0,1    | 0,8         |             |             |
| <i>Briza sp.</i>                  | T  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             |             |                             | 0,8  |        | 0,1         | 0,8         |             |
| <i>Hypochoeris chondrilloides</i> | H  |                      |      |        |      |              |              |                          |      |        |             |             |             |                             | 0,8  |        | 0,1         | 0,8         |             |