

Patrón de micro distribución de *Ctenomys Talarum*, su rol como bioindicador en un pasivo de explotación de arenas en dunas costeras

Microdistribution pattern of *Ctenomys Talarum*, a bioindicator over operating liabilities on a sand quarry in coastal dunes

Taverna, Bernardo Daniel ^{1,2} ✉ - del Río, Julio Luis ² - Antenucci, Daniel ³

Recibido: 10 de agosto de 2018 • Aceptado: 29 de diciembre de 2018

Resumen

*En la provincia de Buenos Aires los áridos, en particular de arena, representan una de las principales materias primas relacionadas con la construcción y su extracción se da en la zona del delta del río Paraná y en las dunas de la costa atlántica. Asimismo, la explotación de dicho recurso provoca un profundo impacto sobre el ecosistema asociado. La utilización de un bioindicador es una herramienta de preponderancia a la hora de evaluar la sustentabilidad de una actividad. En este sentido *Ctenomys talarum* o tuco tuco representa un excelente modelo para ser utilizado como bioindicador, ya que esta especie de roedor habita naturalmente las dunas de la Costa Atlántica. Es por ello, que se realizó un relevamiento del área para identificar puntos de actividad de *C. talarum* en una arenera situada en las cercanías del Faro Querandí, partido de General Madariaga. Para determinar el patrón de distribución de la especie los puntos de actividad fueron georeferenciados y trasladados a mapas digitales. En todos los casos la distribución del roedor se centró principalmente en los sectores elevados de los pasivos en los límites de los terrenos con excepción del área de conservación, donde la distribución mostró el patrón opuesto. Este hecho podría deberse a la modificación producida por la percolación del agua superficial lo que produce encharcamientos y que limita la ocupación de los sectores más deprimidos del área impactada por un animal excavador como el *C. talarum*.*

Palabras clave: Impacto ambiental, Minería de Áridos, *Ctenomys*, bioindicador, arenas, sustentabilidad.

Abstract

Aggregates represent one of the main raw materials related to the construction activity. Of all the resources that aggregates represent, sand is one of the most important elements. In Buenos Aires province the extraction of this resource is done on Paraná River delta and over dunes of the Atlantic coast.

1. Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires (CIC-PBA)
✉ bdtaverna@hotmail.com
2. Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario - CICPBA, Universidad Nacional de Mar del Plata
3. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - CONICET, Universidad Nacional de Mar del Plata

Nevertheless, this process represents a deep impact on the associated ecosystem. One way to determine the impact level of certain activities is to use a bioindicator. The species *Ctenomys talarum* is a caviomorph rodent distributed on the coastal dunes of the Atlantic coast of Buenos Aires. The work was carried out on a sand quarry located near the Querandí lighthouse. In this study we realized a survey of the area to identify activity points of *Ctenomys talarum*. This sector was georeferenced and then recorded on digital maps, to determine the distribution pattern of the species. In all cases the distribution was mainly centered to the higher places of the exploited areas, corresponding with the borders of the studied sectors. The exception was the conservation area where the distribution showed the opposite pattern. This fact could be due to the effect of percolation of the superficial water which generates ponds, affecting the access of a burrowing animal, like *Ctenomys talarum*, to the impacted area.

Keywords: Environmental impact, Arid Mining, *Ctenomys*, bioindicator, sands.

INTRODUCCIÓN

Los áridos representan uno de los materiales más importantes para el desarrollo del hombre. Entre ellos la arena representa uno de los materiales más explotados debido a su utilización en la construcción, para la fabricación de concreto (Ayala Cacedo et al., 1996). Usualmente, la extracción de arenas se da en regiones costeras ricas en este recurso y cercanas a los asentamientos humanos (Lithgow et al., 2013).

La línea de costa está sufriendo fuertes modificaciones a causa de acciones ambientalmente desfavorables como la eliminación de las dunas costeras. Este efecto se produce a raíz de un conjunto de fenómenos que ejercen una fuerte presión sobre estos ambientes como el alojamiento y la recreación, el uso industrial y comercial, los depósitos de basura, la agricultura y la minería (Ketchum, 1972; Nordstrom, 2008).

La franja costera del océano Atlántico, en Buenos Aires, constituye un enorme recurso de arenas que se extiende en dirección NE-SO por cerca de 600 Km, desde el cabo San Antonio hasta Bahía Blanca, continuando al sur algo más de 250 Km hasta Punta Redonda, en las proximidades de Carmen de Patagones (Caballe et al., 2005). En la provincia de Buenos Aires la extracción de arena se realiza principalmente en dos zonas: el delta del Paraná y el cordón medanoso costero que se extiende por toda la mencionada franja costero-marina de la provincia (Caballe y Bravo Almonacid, 2006).

En la actualidad, se registran fuertes presiones en los ambientes costeros debido a la tendencia de las poblaciones humanas de establecerse cerca de la costa ya sea por turismo o por aumento de la densidad poblacional en el área continental (Roberts y Hawkins, 1999; Brown y McLachlan, 2002). La República Argentina no es una excepción y, particularmente en la provincia de Buenos Aires la franja costera conocida como costa atlántica ha mostrado un elevado desarrollo urbano durante los últimos 40 años (Marcomini y Lopez, 2006). Los principales receptores del recurso extraído de las dunas costeras son aquellas localidades que se encuentran en la costa atlántica. Actualmente se pueden contabilizar alrededor de 40 localidades que van desde ciudades hasta pequeñas villas costeras (del Río et al., 2017).

Sin embargo el proceso de extracción de este recurso genera un profundo impacto sobre el ambiente asociado, teniendo importantes efectos sobre la geomorfología, producto de la modificación de la topografía del área, así como sobre su ecología y biodiversidad, amenazando el desarrollo de especies endémicas propias de estos ambientes (Nordstrom, 2008; Martínez et al., 2013; De Luca et al., 2011; Faggi y Dadon, 2011). Sobre los hábitats de dunas se desarrollan comunidades bióticas complejas con estrechas interacciones, originadas por el desarrollo

de distintas especies vegetales y animales. Estas comunidades se ensamblan de forma característica, asociadas con la geomorfología del ambiente, que propicia y al mismo tiempo limita el desarrollo de las poblaciones. Alteraciones sobre los suelos, la geomorfología y la topografía pueden repercutir ampliamente sobre el normal desarrollo del ecosistema y modificar su dinámica ecológica.

De esta manera, y ante la posible alteración de la zona sometida a la actividad, es que se vuelve primordial establecer un manejo sustentable de la actividad de extracción de modo de poder disponer del recurso de una manera eficiente que contemple la recuperación de los ambientes impactados y la disponibilidad de recursos para generaciones futuras (Acosta Sariego, 2006). Situación que además se adecúa con el espíritu del artículo de la constitución nacional número 41 y el de la constitución provincial número 28.

Se considera que si en un ambiente impactado se detiene la actividad de impacto y se le permite estabilizarse, es factible alcanzar un estado de naturalidad similar al existente en forma previa a la explotación. Cuando esta situación se sucede, se entiende que el área se ha recuperado (Gallego Valcarce y Vaddillo Fernandez, 1992).

Una manera de aportar conocimiento para establecer la sustentabilidad de la minería de áridos es el monitoreo de la actividad y desarrollo de un organismo, de una especie en particular, considerada un bioindicador. Los bioindicadores son organismos que tienen un profundo nivel de asociación con el ambiente en el que se desarrollan y que pueden dar cuenta de las modificaciones que se dan en el ambiente sean naturales o antrópicas (Hawksworth, 1992).

Los caviomorfos del género *Ctenomys*, son los roedores fosoriales más representados en América del Sur. Este género se distribuye extensamente en América del Sur y está representado a lo largo de toda la Argentina, sur de Brasil, y en algunas áreas de Chile, Perú, Bolivia, Paraguay y Uruguay (Woods, 1984). *Ctenomys* habita normalmente en un sistema de galerías cerradas que se desarrollan paralelas a la superficie del suelo (Antinuchi y Busch, 1992). En una escala microespacial, los miembros de este género viven generalmente en suelos porosos y que presentan un buen drenaje (Contreras, 1973). La especie *Ctenomys talarum*, en particular, habita en pastizales costeros (Antinuchi y Busch, 1992) y más precisamente se desarrolla en la zona de médanos costeros de Buenos Aires. A diferencia de otros roedores subterráneos, *C. talarum* forrajea sobre el suelo saliendo de sus túneles por períodos breves de tiempo para acumular vegetación (Busch et al., 2000). Estas especies son consideradas ingenieros ecosistémicos debido a que la arena que excavan se extrae de la cueva siendo depositada en un montículo en la boca

de la cueva. Este efecto reciclador de sedimento favorece la circulación de nutrientes en el suelo y, a su vez, facilita el establecimiento y germinación de semillas y el posterior desarrollo de plantas (Hansell, 1993).

Ctenomys talarum se presenta como un buen bioindicador para la zona de estudio ya que en su hábitat natural se desarrollan sobre sedimento arenoso. De tal manera siendo este elemento el objeto de extracción de la actividad minera considerada, la pérdida de sedimento podría implicar una pérdida potencial de área de desarrollo para los individuos de *C. talarum*. Por lo tanto, debido a la relevancia de la especie en el ambiente y a que el ambiente dunicola representa gran parte de su hábitat, *C. talarum* se establece como un potencial bioindicador de amplia relevancia para el estudio del impacto de la actividad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el patrón de distribución de *C. talarum* sobre un área de pasivos de explotación de extracción de arena de un emprendimiento ubicado en el partido de Gral. Madariaga.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en los alrededores de las canteras de arena de la empresa Querandí, situada sobre la costa atlántica de la Provincia de Buenos Aires, aproximadamente a los $37^{\circ}23'20.06''S$ y $57^{\circ}5'37.13''O$ (Figura 1). El área está caracterizada por un clima templado húmedo/subhúmedo, con un promedio de precipitaciones anuales de 800 mm y una temperatura media anual de $14^{\circ}C$ (Servicio Meteorológico Nacional).

La dirección del viento predomina del norte. Se ubica sobre la provincia geológica Base del Salado (Braccini, 1980). Geológicamente las dunas están formadas por arena de grano fino a medio de la Formación Punta Médanos del Holoceno tardío-actual, que se caracterizan por una elevada permeabilidad, niveles freáticos profundos y ausencia de riesgos de inundación (IUSS-WRB, 2007). Es posible la formación de humedales temporarios y el crecimiento espontáneo de vegetación natural. Desde el punto de vista fitogeográfico, el área se encuentra incluida dentro del Distrito Pampeano Oriental, de la Provincia Fitogeográfica Pampeana, correspondiente al Dominio Chaqueño de la Región Neotropical (sensu Cabrena, 1976) o más ampliamente designada como los pastizales del Río de la Plata (sensu Soriano et al., 1992). La flora característica de la zona esta conformada por una composición típica de pastizales en zonas elevadas con principal representación de especies como *Panicum racemosum*, *Poa lanuginosa*, *Baccharis genistifolia* y *Andesmia incana*. En los sectores bajos de la zona se pueden encontrar *Cortaderia selloana*, *Juncus acutus*, *Imperata brasiliensis* y *Schoenoplectus californicus*. Por otra parte, considerando el área de estudio desde un punto de vista zoogeográfico, pertenece al dominio pampásico incluido en la sub región guayano-brasileña (Ringuélet, 1961). Diferencias palpables (malacofauna, batracofauna, opiliofauna, etc.) permitirían distinguir un sector Tandílico, determinado por el sistema serrano septentrional o Tandilia, y un sector Costero que coincide con la faja litoral de médanos y conchillares en ponderable extensión cubierto por talares.



Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el análisis de impacto de la actividad de extracción de arena sobre la distribución de la especie *Ctenomys talarum*, el área de estudio fue dividida en 4 sectores de la arenera considerando el año en que finalizó la extracción de sedimento en cada uno de ellos. De esta manera, los distintos sectores trabajados se denominaron como 2006, 2007, 2009 y 2011. Se consideró dividir el área de esta manera para establecer si el comportamiento de distribución de la especie se modificaba entre ellos, teniendo en cuenta que la estructura fisonómica de la vegetación se encuentra más estable en el sector considerado 2006, mientras que en el sector 2011 la cobertura vegetal es alta pero su fisonomía no está tan claramente definida.

Tabla 1. Superficie en ha de los sectores relevados.

Sector	Superficie (ha)
2006	3,31
2007	7,75
2009	2,15
2011	2,94
Conservación	4,13

También se relevó un quinto sector denominado “Conservación”, ubicado en el centro del área de estudio y rodeada por los pasivos de explotación analizados, la misma corresponde con un área de interduna caracterizada por pastizales densos de *Cortaderia selloana*, que fue preservada virgen y que no sufrió impacto de la actividad extractiva. Está área se mantuvo intacta, es decir, se la consideró como un área protegida, con la intención de que este sector funcione como fuente de semillas para una posterior repoblación vegetal de las áreas impactadas, de modo que actúe como una especie de remediador o reparador del impacto de explotación de la actividad extractiva (Figura 2). En la tabla 1 se observan las superficies medidas en hectáreas de las áreas analizadas.

Se llevó a cabo un relevamiento in situ de las áreas analizadas. El relevamiento consistió en 16 campañas ocurridas entre la primavera del 2016 y el invierno de 2017, las cuales correspondieron con una campaña por sector para cada estación del año. En cada campaña se realizó un relevamiento exhaustivo de toda el área de cada sector en búsqueda de puntos de actividad de individuos de *C. talarum*. De este modo, se registró la actividad de la especie a lo largo de las distintas estaciones del año. A tal efecto, se consideró la ocurrencia de actividad de *C. talarum* cuando se observaban agrupaciones de montículos de sedimento, los cuales son característicos del modo de

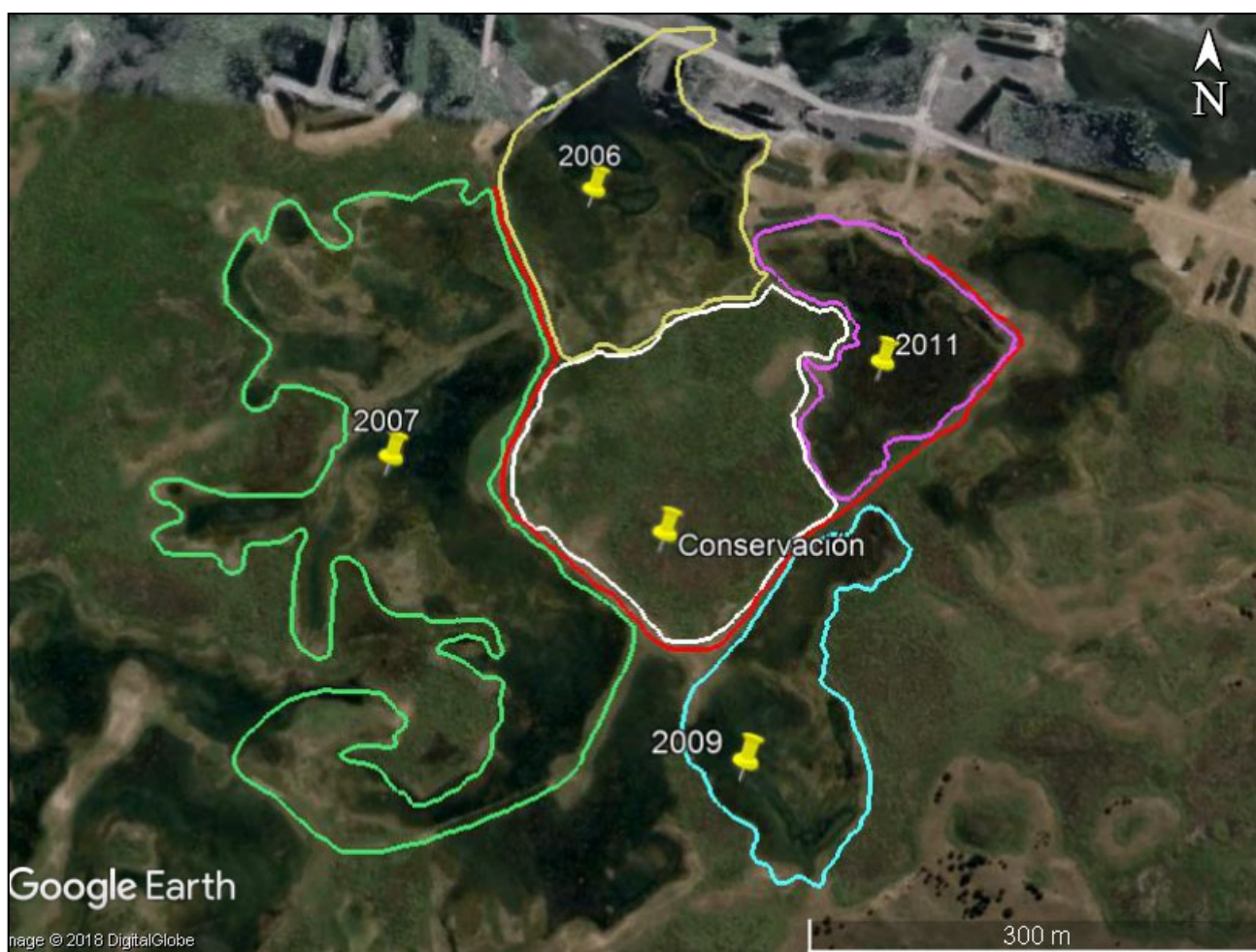


Figura 2. Mapa de los sectores relevados. Se pueden ver los límites de cada área, la línea en rojo representa las viejas pistas de laboreo entre los paños.

excavación de estos organismos. Estos puntos fueron georreferenciados con un GPS modelo Garmin Etrex Vista. Los datos del GPS fueron descargados con un software específico de libre acceso y luego montados en el programa Google Earth para generar los mapas de distribución.

El hábito extractivo de la arena en esta minera fue la utilización de paños para realizar la extracción del sedimento, los cuales estaban limitados por pistas de laboreo para el ingreso de los camiones y las maquinarias ocupadas en la extracción. De tal manera, los límites de cada terreno generan hacia el interior de cada pasivo de explotación unos terraplenes que se encuentran asociados a las pistas de laboreo, en sus límites internos, o bien a los bordes de las explotaciones en los límites exteriores. De tal manera se reconocen dos sectores en cada pasivo de explotación uno contiguo al límite del pasivo, hacia el interior del mismo, y otro en el área central de cada pasivo. Por este motivo, los puntos de actividad fueron identificados como internos y externos, considerando como externos a aquellos ubicados en los terraplenes o zonas elevadas asociadas a los mismos, y como internos aquellos que se encontraron en sectores centrales de los pasivos de explotación.

RESULTADOS

En las figuras 3 a 6 se encuentran representadas los puntos de actividad de los individuos de *Ctenomys talarum* en los distintos pasivos de explotación analizados y en el área de conservación.

Se puede observar que en las áreas correspondientes a los pasivos de explotación la distribución de la actividad de los individuos de la especie *C. talarum* se ubica especialmente en los sectores externos y se encuentra actividad considerablemente menor en los sectores centrales de los mismos. Este hecho puede corroborarse a través del porcentaje de actividad de cada pasivo de explotación donde en todos los casos y en todas las estaciones el porcentaje de actividad nunca fue menor al 70% en el sector externo de los pasivos de explotación. Más allá de que la distribución sea periférica en los sectores explotados, en todas las áreas se ha mantenido una actividad aproximadamente constante durante todo el año, situación que se puede evidenciar por los puntos de actividad contabilizados en cada sector analizado (Tabla 2).

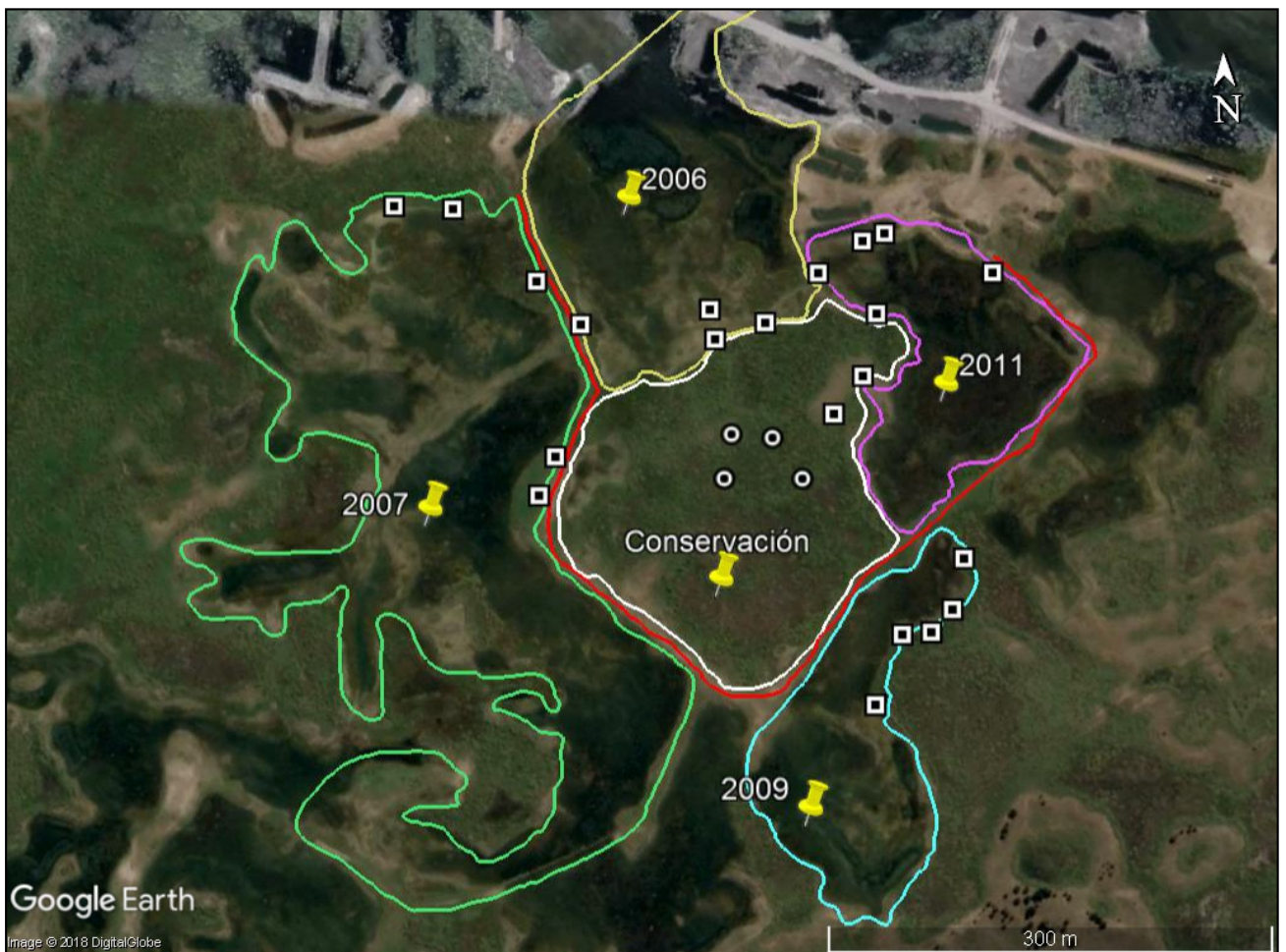


Figura 3. Distribución de actividad de Invierno. Las marcas cuadradas representan puntos de actividad externos, mientras que las marcas redondas representan puntos de actividad interno de cada área analizada.

Tabla 2. Cantidad de puntos de actividad por sector y por estación. Ac. In.: Actividad Interna, Ac. Ex.: Actividad Externa, % Ac. In.: Porcentaje de actividad interna, % Ac. Ex.: Porcentaje de actividad externa.

Sector	Actividad	Invierno	Otoño	Primavera	Verano
2006	Ac. In.	0	1	2	0
	Ac. Ex.	4	6	5	7
	Total	4	7	7	7
	% Ac. In.	0	14	29	0
	% Ac. Ex.	100	86	71	100
2007	Ac. In.	0	2	1	1
	Ac. Ex.	5	5	6	5
	Total	5	7	7	6
	% Ac. In.	0	29	14	17
	% Ac. Ex.	100	71	86	83
2009	Ac. In.	0	0	1	1
	Ac. Ex.	5	4	3	3
	Total	5	4	4	4
	% Ac. In.	0	0	25	25
	% Ac. Ex.	100	100	75	75
2011	Ac. In.	0	0	0	0
	Ac. Ex.	5	5	7	5
	Total	5	5	7	5
	% Ac. In.	0	0	0	0
	% Ac. Ex.	100	100	100	100
Conservación	Ac. In.	4	6	6	5
	Ac. Ex.	2	1	0	1
	Total	6	7	6	6
	% Ac. In.	67	86	100	83
	% Ac. Ex.	33	14	0	17

Estos registros coinciden con las zonas más elevadas de los pasivos de explotación, que corresponden con los límites de los mismos, situados a continuación de las antiguas pistas de laboreo. Siendo estos terrenos altos, se alejan de los sectores deprimidos en las partes centrales.

En la única zona donde se observó el patrón opuesto, es decir, una actividad considerablemente mayor en la parte central, fue en el sector Conservación. Dicho sector fue mantenido como área protegida, sin sufrir impacto. Por otra parte, se encuentra en una cota más elevada con respecto a los demás sectores analizados.

El patrón de distribución de actividad de la especie analizada se mantiene constante en todas las estaciones del año. Esta situación implica que el perfil de actividad de la especie *C. talarum* es indistinta de las condiciones climáticas del área.

DISCUSIÓN

El ambiente que habita *Ctenomys talarum* (tucu-tucu) está constituido por dunas (Mora et al., 2007). Este ambiente posee características complejas donde distintas fuerzas geológicas,

climáticas y vegetales interaccionan para generar un ecosistema dinámico con gran variación (Ehrenfeld 1990; Stallins y Parker, 2003). La topografía de los médanos determina condiciones microclimáticas que delimitan las especies vegetales que se pueden asociar en cada zona de la duna. Representan ecosistemas complejos con una alta variación interna (Van der Maarel, 1997), donde los elementos vegetales y la geomorfología definen los distintos sectores característicos del sistema dunar (Celsi, 2017). De forma natural dentro del área de conservación se observan grandes pastizales de *Cortaderia selloana*, mientras que en los sectores explotados se puede encontrar una mixtura entre las especies descritas *Schoenoplectus californicus*, *Androtrichum tryginum* o *Cyperus eragrostis*, en conjunto con pastos típicos de la zona de los géneros *Poa* o *Panicum* acompañado por hierbas como la marcela *Achyrocline satureioides*, la vara de oro *Solidago chilensis* o la altamisa *Ambrosia tenuifolia*. Considerando el estrato faunístico además de *Ctenomys talarum*, pueden encontrarse zorros grises pampeanos *Lycalopex gymnocercus*, liebre europea *Lepus europaeus*, se han observado también ñandúes *Rhea americana*, teros *Vanellus chilensis* el benteveo *Pitangus sulphuratus*, además de estos animales se han avistado ejemplares de



Figura 4. Distribución de actividad de Otoño. Las marcas cuadradas representan puntos de actividad externos, mientras que las marcas redondas representan puntos de actividad interno de cada área analizada.

sapo común *Rhinella arenarum*, además de animales domésticos que conviven en el área como perros *Canis familiaris*, vacas *Bos taurus*, gallinas *Gallus gallus*, y cerdos *Sus scrofa*.

La actividad minera es una actividad industrial con un carácter de impacto profundo sobre los ambientes en los que se desarrolla (Leopold, 1971; Gallego Valcarce, 1992; Lithgow et al., 2013). La estructura residual que se presenta como pasivo de explotación representa un neoeosistema (Morello et al., 2000) que dependiendo de las características del ambiente primigenio y del hábito de explotación se transformara en una neoforma dinámica con características particulares. De este modo se entiende que a pesar de la conservación de algunos elementos propios del ambiente natural que existía en este sector se desarrolla una neoforma con características propias que posee cualidades nuevas.

La topografía del campo, en el área del presente estudio, ha sufrido una clara modificación y ha experimentado un impacto severo. Como consecuencia de la actividad extractiva, se encuentran depresiones en los pasivos de explotación. Esta situación genera un contexto en donde, las condiciones del terreno, tienen como consecuencia la inundación y la presencia de agua superficial. Estas consideraciones son coherentes con lo observado en el campo, debido a que los sectores explotados presentan una modificación de su estructura donde, debido a

las deflaciones generadas por la actividad extractiva, se producen charcas temporales. Estas secuelas se encuentran generadas por las modificaciones producidas en la capacidad de percolación del suelo, asociada a la extracción de la capa de arena superficial. Este escenario se ve agravado por la presencia de un paleosuelo de características arcillosas en cota 8m (data sin publicar), que disminuye la infiltración del agua. Por este motivo, cabe la posibilidad de que debido a las modificaciones asociadas a la extracción de arena se produzca el desarrollo de una neoforma en el sentido de Morello et al. (2000).

Existe un antecedente de recuperación ambiental en el lugar de estudio que ha demostrado que las áreas están recomponiéndose en el estrato vegetal con un alto porcentaje de especies nativas (Fernandez Montoni et al., 2013). Sin embargo, este hecho, no implica que la fisonomía vegetal de los neoeosistemas representados por los pasivos de explotación, adquieran una naturalidad de pastizal. Las especies encontradas en los pasivos de explotación, son típicas de sectores de bajo de dunas asociadas a sectores inundables, mezcladas con algunos elementos de pastura dunícola. La composición de las comunidades vegetales de los pasivos ambientales analizados, podría indicar la modificación de la fisonomía vegetal de estos sectores de pastizales a neohumedales.

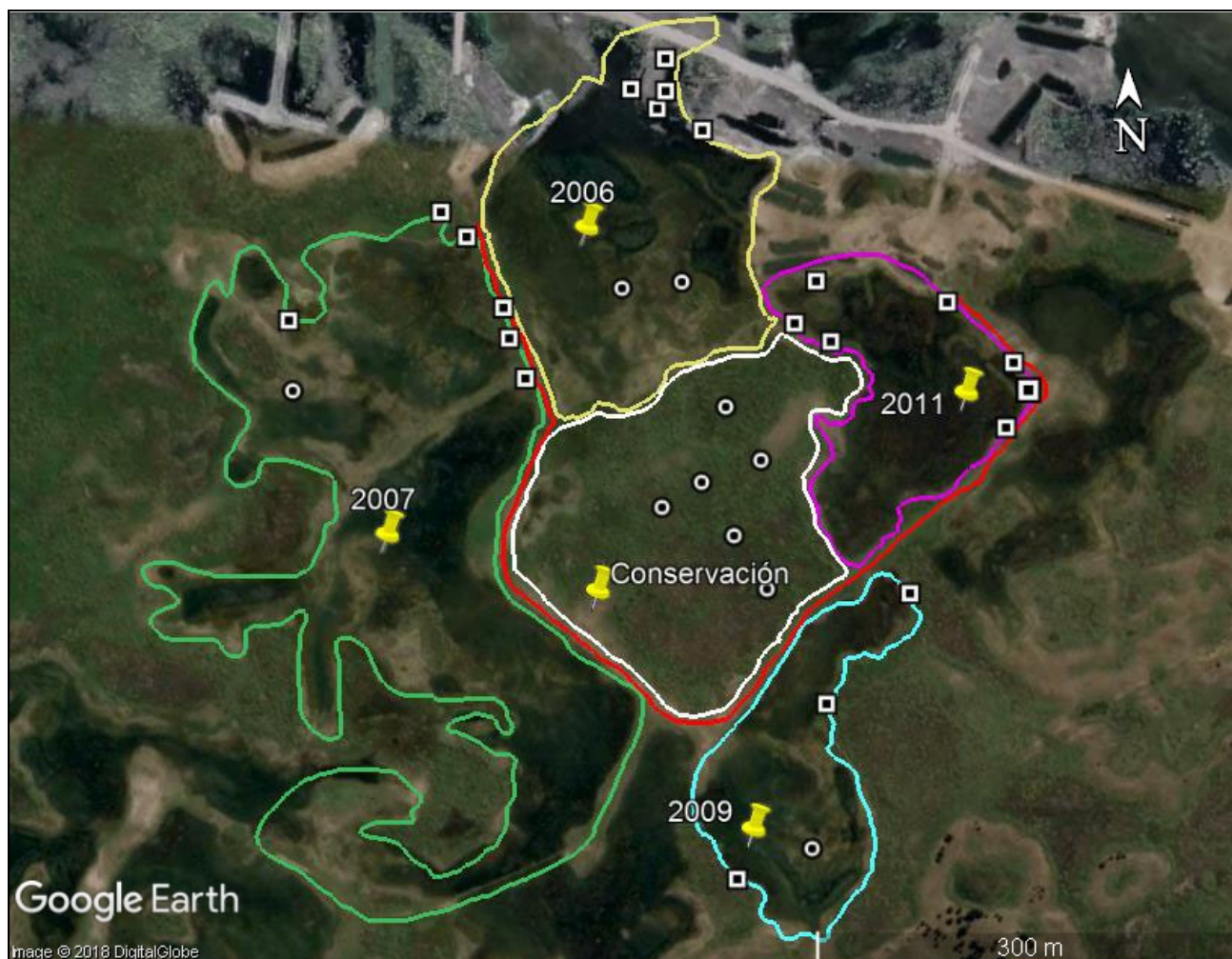


Figura 5. Distribución de Actividad de Primavera. Las marcas cuadradas representan puntos de actividad externos, mientras que las marcas redondas representan puntos de actividad interno de cada área analizada.

De esta manera, la presencia de neohumedales representa una condición continua o semi continua de desarrollo de encharcamientos. Con lo cual, independientemente de que se esté desarrollando una estación húmeda o seca, existe la manifestación de agua superficial. Por lo tanto, esta situación no se modifica entre verano e invierno, manteniéndose este perfil durante todo el año. De mismo modo, el patrón de actividad de la especie en estudio en los sectores explotados es independiente de las condiciones ambientales húmedas o secas del clima anual de la región en la que se encuentra el área de impacto. Un escenario como el descrito representa un evento sin dudas desfavorable para *Ctenomys talarum*. Por ser una especie excavadora, que desarrolla sus cuevas a aproximadamente unos 30 cm (Antinuchi y Busch, 1992) de la superficie del suelo es claro que en lugares que temporalmente se encuentran anegados, no pueda desarrollar su actividad fosorial. Por lo tanto se refugia en sectores elevados del área que le ofrecen las condiciones adecuadas para llevar a cabo sus hábitos de vida.

Los individuos de *Ctenomys talarum* se desarrollan en suelos que poseen una humedad relativa de 4 a 5 % en condiciones normales (Malizia et al., 1991; Antinuchi y Busch, 1992). Por otra parte, se observó que la humedad del suelo puede modelar la distribución de los individuos de otra especie de *Ctenomys*, la especie *Ctenomys minutus*, siendo uno de los elementos

que determinan la presencia o ausencia de representantes de la especie en un área determinada (Galiano et al., 2016). Siendo de este modo, posible que esta situación también tenga relevancia al momento de configurar la distribución de los individuos de *Ctenomys talarum* en los sectores explotados.

Es de destacar como positivo que los individuos de la especie no han quedado completamente excluidos del área a raíz de la actividad, su actividad todavía se puede corroborar en el área (Taverna et al., 2016). Sin embargo, el nivel hasta el cual puedan desarrollarse estos individuos deberá ser evaluado con futuros estudios. Si bien es muy probable que la actividad de *Ctenomys talarum* se encuentre disminuida en las áreas centrales de los sectores explotados, los sectores elevados de los mismos, correspondientes con los límites de los terrenos, podrían funcionar como refugios para el desarrollo de la especie. Estos límites, que además se encuentran a continuación de las pistas de laboreo que conectaban los distintos sectores de la arenera, pueden oficiar de conectores manteniendo el contacto entre los distintos sectores explotados y el resto del cuerpo de dunas fuera del área analizada.

De este modo, y considerando la teoría ecológica de corredores, los límites de las áreas estudiadas podrían funcionar como corredores biológicos a escala, que mantengan la conexión ecológica entre los sectores interrumpidos por los pasivos

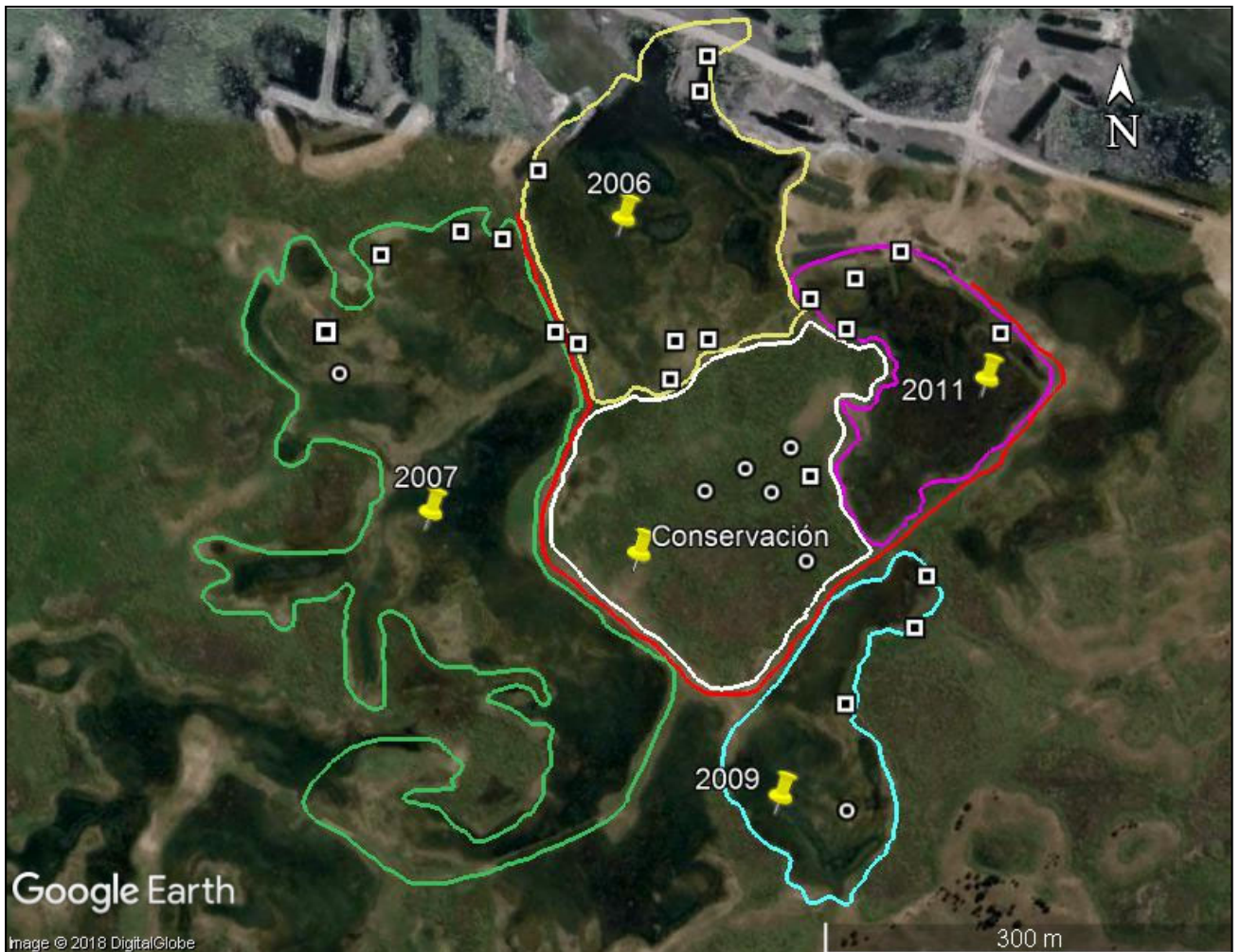


Figura 6. Distribución de Actividad de Verano. Las marcas cuadradas representan puntos de actividad externos, mientras que las marcas redondas representan puntos de actividad interno de cada área analizada.

de explotación. Los corredores biológicos son una herramienta potencial para favorecer la conectividad (Bennett, 2004). El concepto de corredor biológico o ecológico implica la conectividad entre zonas protegidas y áreas con una biodiversidad importante con el fin de contrarrestar la fragmentación del hábitat, causa principal de la extinción de animales y plantas. (Aldekozea y Colin 2004). Por lo tanto, los individuos de *C. talarum* podrían utilizar los sectores laterales de los pasivos de explotación para poder atravesar el área de impacto, utilizando como zona de contención el área de conservación, de modo de mantener la dinámica poblacional en ese sector de la barrera medanosa sin limitar

la vagilidad propia del animal, hecho fundamental para el normal desarrollo de cualquier especie.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Sra. Margarita Arbeiz por su apoyo para el desarrollo de este tipo de estudios, a la Dra. Karen Halpern por la revisión del manuscrito, a la Mg. Sc. María Juliana Bó por su colaboración en la figura 1, al Sr. Miguel Ángel Taverna por la colaboración en el trabajo de campo y a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC-PBA) por el financiamiento para llevar adelante el estudio.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ACOSTA SARIEGO, J. R., 2006.
Bioética Global Sustentable como tendencia en América Latina y el Caribe.
Revista Latinoamericana de Bioética, 6 (11): 88 - 117.
- ALDEKOZEA, I Y F. COLIN, 2004.
Sistematización de la Experiencia de la Conservación de la Biodiversidad en la Península de Nicoya.
PNUD- Costa Rica. 17 p.
- ANTINUCHI, C.D. Y C. BUSCH, 1992.
Burrow structure in the subterranean rodent *Ctenomys talarum*.
Z. Saeugetierkd, 57: 163-168.

- AYALA CAICEDO, F.J., L., VALDILLO FERNÁNDEZ, C., LÓPEZ JIMENO, M. P., ARAMBURU MAQUA, M., ESCRIBANO BOMBIN Y R., ESCRIBANO BOMBIN, 1996.
Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería.
Instituto Tecnológico Geo-Minero de España, Madrid
- BENGTSSON, J., P., ANGELSTAM, T., ELMQVIST, U., EMANUELSSON, C., FOLKE, M. IHSE, F., MOBERG Y M. NYSTRÖM, 2003.
Reserves, resilience and dynamic landscapes.
AMBIO: A Journal of the Human Environment, 32(6): 389-396.
- BENNETT, A.F. 2004.
Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre.
San José, CR, UICN. 278 p.
- BRACACCINI, O.I. 1980.
Cuenca del Salado.
En: Leanza AF (ed) Geología regional Argentina. Edit, Academia Nacional de Ciencias Córdoba, pp 407-417
- BROWN, A. C. Y A. MCLACHLAN, 2002.
Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025.
Environmental Conservation, 29: 62-77.
- BUSCH, C., C. D., ANTINUCHI, J. C., DEL VALLE, M. J., KITTLEIN, A. I., MALIZIA, A.I., VASSALLO, Y R. R. ZENUTO, 2000.
Population ecology of subterranean rodents.
In: Life underground. Edited by E.A. Lacey, J.L. Patton, and G.N. Cameron. University of Chicago Press, Chicago. pp. 183-226.
- CABALLÉ M. Y M. BRAVO ALMONACID. 2006.
Minería Costera.
En: Isla F. I. y C. A. Lasta. Manual de Manejo Costero para la Provincia de Buenos Aires. EUDEM. 281 pp.
- CABALLÉ M., D. GANUZA, N. CORIALE Y M. BRAVO ALMONACID, 2005.
Recursos areneros en el delta del paraná y litoral atlántico.
En: De Barrio R. E., R.O Etcheverry, M. F. Caballé y E. Llambías (Eds.): Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino. La Plata, 2005. Cap. XXVIII: 435-440.
- CABRERA, A.L. 1976.
Regiones fitogeográficas argentinas.
Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. En: Acme SACI (ed), Buenos Aires, Argentina
- CELSI, C.E. 2017.
La vegetación de las dunas costeras pampeanas.
En: Athor, J.; Celsi, C. E. 2017. La costa Atlántica de Buenos Aires. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. 656 pp. ISBN 978-987-3781-30-8.
- CONTRERAS, J.R. 1973.
El tucú-tucú y sus relaciones con los problemas del suelo en la Argentina.
IDIA Suppl., 29: 14-36.
- DE LUCA, E., C., NOVELLI, F., BARBATO, P., MENEGONI, M., IANNETTA Y G., NASCETTI, 2011.
Coastal dune systems and disturbance factors: monitoring and analysis in central Italy.
Environmental Monitoring and Assessment, 183: 437-450.
- DEL RÍO, J. L.; F., PANTANIDA, D., ANTENUCCI, H. D., MOLINA, A., CICCINO, N., DENISIENIA, G. A., MARTÍNEZ, B. D., TAVERNA, M. FARENGA, Y S., LUPO, 2017.
Huella geomorfológica de actividades mineras en las dunas de la barrera oriental de la costa atlántica bonaerense: relación con otras actividades.
III Congreso Argentino de Áridos. 15 al 17 de noviembre de 2017.
- EHRENFELD, J.G. 1990.
Dynamics and processes of barrier-island vegetation.
Rev Aquat Sci, 2: 437-480
- FAGGI, A. Y J., DADON, 2011.
Temporal and spatial changes in plant dune diversity in urban resorts.
Journal of Coastal Conservatism, 15: 585-594.
- FERNÁNDEZ MONTONI, M. V., M. F., HONAINÉ, Y J. L. DEL RÍO, 2014.
An Assessment of Spontaneous Vegetation Recovery in Aggregate Quarries in Coastal Sand Dunes in Buenos Aires Province, Argentina.
Environmental management, 54(2): 180-193.
- GALIANO, D., B. B., KUBIAK, L. S., MENEZES, G. E., OVERBECK Y T. R. O. DE FREITAS, 2016.
Wet soils affect habitat selection of a solitary subterranean rodent (*Ctenomys minutus*) in a Neotropical region.
Journal of Mammalogy, 97(4), 1095-1101.

- GALLEGO VALCARCE, E. Y L., VADILLO FERNÁNDEZ, 1992.
Reclaiming areas degraded by mining operations.
En: Planning the Use of the Earth's Surface. Springer Berlin Heidelberg. pp. 393-408.
- HANSELL, M. H., 1993.
The ecological impact of animal nests and burrows.
Functional Ecology, 7: 5-12.
- HAWKSWORTH, D.L. 1992.
Litmus tests for ecosystem health: the potential of bioindicators in the monitoring of biodiversity.
En: Swaminathan MS, Jana WS (Eds.) Biodiversity: Implications for global food security. Madras, Macmillan India: 184-204.
- HUXMAN, T. E., J. M., CABLE, D. D., IGNACE, J. A., EILTS, N. B., ENGLISH, J., WELTZIN, Y D. G., WILLIAMS, 2004.
Response of net ecosystem gas exchange to a simulated precipitation pulse in a semi-arid grassland: the role of native versus non-native grasses and soil texture.
Oecologia, 141(2): 295-305.
- IUSS GRUPO DE TRABAJO WRB. 2007.
Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007.
Informes Sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma
- KETCHUM, B.H. (Ed.), 1972.
The Water's Edge: Critical Problems of the Coastal Zone.
MIT. Press, Boston.
- LEOPOLD, L. B. 1971.
A procedure for evaluating environmental impact
(Vol. 28, No. 2). US Dept. of the Interior.
- LITHGOW D., M. L., MARTÍNEZ, J. B., GALLEGU-FERNÁNDEZ, P. A., HESP, P., FLORES Y S., GACHUZ, 2013.
Linking restoration ecology with coastal dune restoration.
Geomorphology, 199:214-224
- MALIZIA, A.I., A. I., VASSALLO, Y C., BUSCH, 1991.
Population and habitat characteristics of two sympatric species of *Ctenomys* (Rodentia: Octodontidae).
Acta Theriol. 36: 87-94.
- MARCOMINI, S.C. Y R. LÓPEZ, 2006.
Geomorfología costera y explotación de arena de playa en la provincia de Buenos Aires y sus consecuencias ambientales.
Rev Bras Geomorfol., 7(2): 61-71
- MARTÍNEZ, M.L., P. A., HESP Y J. B., GALLEGU-FERNÁNDEZ, 2013.
Coastal dunes: human impact and need for restoration.
En: Martínez, M.L., Gallego-Fernández, J.B., Hesp, P.A. (Eds.), Coastal Dune Restoration. Springer Verlag, Germany, pp. 1-14 (Chapter 1).
- MORA, M. S., E. P., LESSA, A. P., CUTRERA, M. J., KITTLEIN Y A. I., VASSALLO, 2007.
Phylogeographical structure in the subterranean tuco-tuco *Ctenomys talarum* (Rodentia: Ctenomyidae): contrasting the demographic consequences of regional and habitat-specific histories.
Molecular Ecology, 16(16): 3453-3465.
- MORELLO, J, H., G. D., BUZAI, C., BAXENDALE, A., RODRIGUEZ, S, D., MATTEUCCI, R., E., GODAGNONE, Y R. R., CASAS, 2000.
Urbanización y consumo de tierra fértil.
Ciencia Hoy, 10(55): 50 - 61.
- NORDSTROM, K.F. 2008.
Beach and Dune Restoration.
Cambridge University Press, Cambridge.
- RINGUELET, R. A. 1961.
Rasgos fundamentales de la zoogeografía de la Argentina.
Physis, 22(63): 151-170.
- ROBERTS, C. M. Y J. P., HAWKINS, 1999.
Extinction risk in the sea.
Trends in Ecology and Evolution, 14: 241-246.
- SORIANO A., R. J. C., LEON, O. E., SALA, R. S. LAVADO, V. A., DEREGIBUS Y M. A., CAUHEPE, 1992.
Río de la Plata grasslands.
En: Coupland RT (ed) Natural grasslands: Introduction and Western hemisphere, Ecosystems of the world 8A. Elsevier, Amsterdam, pp 367-407

STALLINS, J. A Y R. J. PARKER, 2003.

The influence of complex systems interactions on barrier island dune vegetation pattern and process.

Ann Assoc Am Geogr 93:13-29

TAVERNA, B. D., D., ANTENUCCI, Y J. L., DEL RÍO, 2016.

Efecto de la minería de áridos sobre la dinámica poblacional de la especie *Ctenomys talarum* en un yacimiento de Gral. Madariaga.

Congreso Biólogos en Red XI. ISBN 1853-3426

VAN DER MAAREL, E., 1997.

Dry coastal ecosystems: scope and historical significance.

En: Goodall, D.W. y Van Der Maarel, E. (eds.), Ecosystems of the world: Dry coastal ecosystems. Elsevier, 2a: 1-6

WOODS, C.A., 1984.

Histricognath rodents.

In: Orders and families of recent mammals of the world. Edited by S. Anderson and J.K. Jones. John Wiley, New York. pp. 389-446.