

Aplicación de un índice de naturalidad para las sierras del sistema de Tandilia

Mara V. DE RITO^{1,2}, Mariana FERNÁNDEZ HONAINÉ^{2,3,4} & Lorena P. HERRERA^{2,5}

¹Grupo de Estudios Sobre Población y Territorio (GESPyT) Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina; ²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); ³Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata-CIC; ⁴Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET; ⁵Grupo de Estudios de Agroecosistemas y Paisajes Rurales (GEAP), Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, Ruta 226 km 73.5, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Mara De Rito: derito.mara@gmail.com; Mariana Fernández Honaine: fhonaine@mdp.edu.ar; Lorena Herrera: lherrera@mdp.edu.ar

Abstract: Application of a naturalness index for the hills of the Tandilia System. The low hills in the Tandilia system are considered important sites for biodiversity conservation. Since they are immersed in the agricultural matrix, the hills depend on farmers' management decisions. A simple tool to assess their degree of intervention could be useful for territorial planning. We developed a naturalness index for these hills that includes the main plant communities and current productive management and applied it to thirteen hills. This index is based on eight variables: dominant native species, dominant endemic species, exotic woody species for commercial purposes, grazing, overgrazing, soil and rock extraction, crops, and intentional fire. The following five degrees of naturalness were established: Natural, Sub-Natural, Semi-intervened, Sub-intervened, and Intervened. More than half of the hills (53.84%) were linked to the Semi-intervened degree, followed by the Sub-natural (38.46%) and the Sub-intervened (7.69%) degrees. The Natural and Intervened degrees were not represented in this sample. The agricultural intensification of the region can lead farmers to intensify their management to maximize their income. Thus, the hills representing the Semi-intervened and Sub-intervened degrees would easily move to the Sub-Intervened and Intervened categories, respectively. This index is a valuable resource to know the hill' state of intervention and guide not only the farmers toward pro-sustainability decision-making but also the social actors involved in comprehensive land management.

Key words: naturalness index, Tandilia hills, grasslands, productive management.

Resumen: Las sierras del sistema de Tandilia representan sitios de importancia para la conservación de la biodiversidad pampeana. Por encontrarse inmersas en la matriz agrícola, su destino depende de las decisiones de manejo de los productores agropecuarios. Contar con una herramienta que indique sus niveles de intervención es de utilidad en la planificación territorial. Este trabajo propone un índice de naturalidad para las sierras de Tandilia en base al estado de sus comunidades vegetales y usos productivos, y se presentan los resultados de su aplicación en 13 áreas serranas. El índice fue construido a partir de ocho variables: especies dominantes nativas, especies dominantes endémicas, especies leñosas exóticas con fines comerciales, pastoreo, sobrepastoreo, extracción de suelo y roca, cultivos, y quemadas intencionales. A partir de estas variables se definieron los cinco grados que conforman el índice: Natural, Sub-Natural, Semi-intervenido, Sub-intervenido e Intervenido. El 53.84% de las áreas presentaron el grado Semi-intervenido, seguido del Sub-natural (38.46%) y del Sub-intervenido (7.69%). Los grados Natural e Intervenido no fueron registrados. La actual intensificación agrícola en la región puede llevar a los productores agropecuarios a intensificar sus manejos para maximizar sus ingresos. Bajo este contexto las áreas con categorías Semi-intervenido y Sub-intervenido podrían pasar fácilmente a los grados Sub-intervenido e Intervenido respectivamente. Este índice representa un recurso valioso para conocer el estado de intervención de las sierras, y para orientar no solo a los productores agropecuarios en la toma de decisiones en pos de su sustentabilidad, sino también a aquellos actores sociales vinculados en la gestión integral del territorio.

Palabras clave: índice naturalidad, sierras de Tandilia, pastizales, manejo productivo.

INTRODUCCIÓN

Las sierras del sistema de Tandilia ubicadas en el centro de la provincia de Buenos Aires (Argentina), representan refugios importantes para la conservación de la biodiversidad pampeana (Herrera & Littera, 2011; Kristensen *et al.*, 2014). Estos ambientes mantienen muchas de las especies endémicas de la región (Alonso *et al.*, 2009; Gilarranz *et al.*, 2015), son una fuente importante de germoplasma (Rosso *et al.*, 2013) y proveen numerosos servicios ecosistémicos (Barral & Maceira, 2012; Herreta *et al.*, 2013; Jaimes *et al.*, 2016). Poseen una gran diversidad de especies vegetales, con casi 400 especies (muchas de ellas nativas, incluso endémicas) pertenecientes a más de 50 familias (Frangi, 1975). A su vez, contienen una fauna única con más de 100 especies de aves, 10 de anfibios, 12 de reptiles y 20 especies de mamíferos (Isacch *et al.*, 2017). Sumado a esto, numerosos cursos de agua nacen en las sierras cumpliendo una importante función en la regulación hídrica de la región (Núñez & Sánchez, 2007). Por otro lado, las sierras de Tandilia representan un importante patrimonio geológico y cultural por ser las más antiguas de Argentina (2200 millones de años) y una de las más antiguas del mundo (Martínez, 2011).

En las últimas décadas la región Pampeana experimentó un proceso de agriculturización asociado al aumento de la superficie agrícola cultivada, en coincidencia con la gran expansión del cultivo de soja, la intensificación ganadera e innovaciones tecnológicas (Paruelo *et al.*, 2005; Reboratti, 2005; Bilencia *et al.*, 2009). Como consecuencia, el paisaje pampeano sufrió una simplificación y homogenización de su estructura afectando los flujos naturales de materia y energía y el suministro de servicios ecosistémicos (Foley *et al.*, 2005; Paruelo *et al.*, 2005; Littera *et al.*, 2012). Dado que las sierras de Tandilia se encuentran inmersas en la matriz agrícola pampeana, suelen estar sujetas a distintas presiones por lo general derivadas de las actividades humanas (e.g. deriva de herbicidas). Además, al encontrarse en tierras privadas, su destino depende de las decisiones de manejo de los productores agropecuarios quienes las utilizan con distintos fines. El pastoreo invernal, los cultivos anuales, la forestación, y la extracción de suelo y roca, son algunos ejemplos (Jaimes *et al.*, 2016; Auer *et al.*, 2017), aunque varias sierras no reciben ningún tipo de manejo, sobre todo las pertenecientes a reservas privadas (Rodríguez, 2017). Ante la diversidad de usos y manejos productivos, la estructura y el

funcionamiento de las comunidades vegetales de las sierras han sufrido sustanciales cambios en los últimos años (e.g. cambios en la diversidad de especies, en la altura del conopeo, en las especies dominantes, y en la productividad) (Herrera & Littera, 2011; Herrera *et al.*, 2013; Seehaus & Requesens, 2014). Conocer el estado actual de las sierras en relación con los principales usos y niveles de intervención de sus comunidades vegetales dominantes es importante para actualizar las propuestas de conservación y manejo sostenible de estos ambientes. En este contexto, surge la necesidad de contar con una herramienta que permita relevar de forma rápida información de estos espacios y simplificarla en índices o medidas que faciliten su incorporación en la planificación territorial.

En el área de la biología de la conservación el término “natural” está asociado a todo aquello que no fue hecho o influenciado por el ser humano, especialmente por su tecnología (Hunter, 1996; Angermeier, 2000). Si aceptamos que natural es el antónimo de artificial podemos decir que la naturalidad expresa el nivel en que algo ocurre sin influencia artificial (Machado, 2004). Cabe destacar que según Demangeot (1989) la influencia artificial del ser humano comenzó con la agricultura hace 12000 años. Sin embargo, en los últimos siglos y sobre todo a partir de la agricultura industrial a gran escala, fuertes cambios modelaron los ecosistemas y paisajes naturales en todo el mundo. Surge así la necesidad de contar con medidas que sinteticen el estado natural de los ecosistemas, y se comienza a hablar del concepto de naturalidad (Argermeir, 2000; Machado, 2004; Mancinelli *et al.*, 2007), el cual no está libre de debate. Algunos autores consideran que el ser humano es parte de los ecosistemas por lo que la totalidad de sus actividades deben ser consideradas como naturales (Comer, 1997). Mientras que otros autores ven a los seres humanos como la integración de la biología y la cultura, con lo cual la condición de naturalidad o artificialidad (tecnología) se debe evaluar en función de cuáles de estos componentes esté liderando una determinada actividad (Argermeir, 2000; Machado, 2004). Actualmente, se considera a la naturalidad de una unidad territorial como un indicador de su grado de intervención por el ser humano (Machado *et al.*, 2004; Gotmark, 1992). Es así que para identificar aquellos ecosistemas que se consideran más “prístinos” de aquellos que presentan cierto nivel de intervención antrópica o que están sumamente intervenidos, se han desarrollado índices de naturalidad (Grant, 1995;

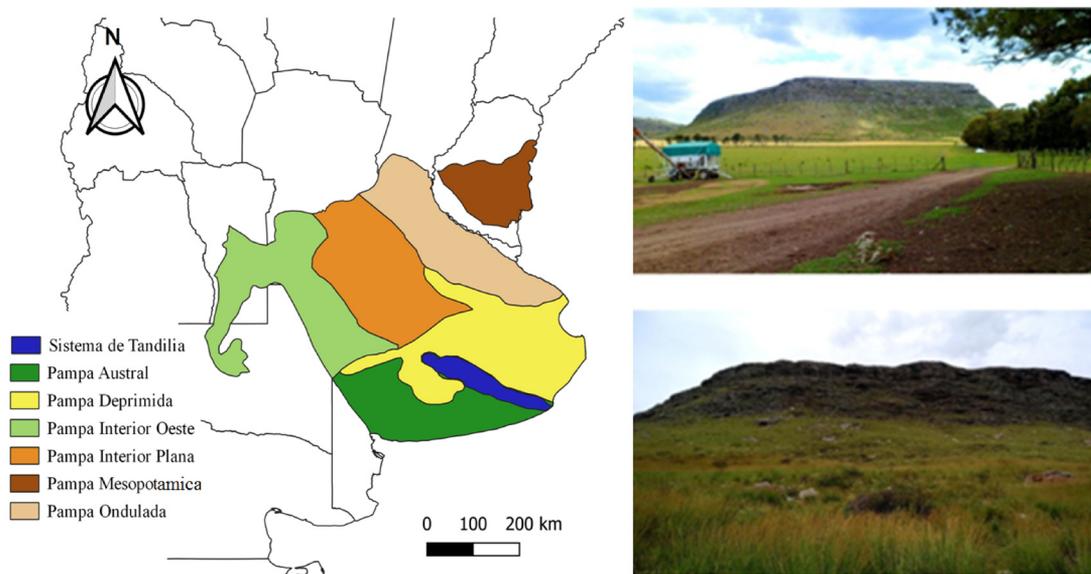


Fig. 1: La imagen de la izquierda muestra las sub-regiones pampeanas y el sistema de Tandilia. Imágenes a la derecha muestran dos zonas de serranías del sistema de Tandilia y su vegetación. Fuente: elaboración personal. Fotografías: archivo personal.

Lesslie & Maslen, 1995; Eddarra, 1997; Machado *et al.*, 2004; Carbone *et al.*, 2011). Estos índices son considerados una herramienta necesaria para realizar un diagnóstico ambiental de una determinada área (Machado, 2004).

El sistema de Tandilia forma un arco de elevación discontinua de aproximadamente 1,400,000 ha caracterizado por diversas formaciones serranas (sierras, cerros y cerrilladas que en este trabajo se incluyen bajo el término de “sierras”) de altura baja y variable, algo redondeadas o bien amesetadas (Martínez, 2001; Sánchez & Núñez, 2004), rodeadas por una llanura periserrana con suelos más desarrollados donde se realiza principalmente la actividad agrícola (Rabassa *et al.*, 1995; Herrera *et al.*, 2017). Las sierras del sistema de Tandilia han sido estudiadas principalmente para conocer su geología, flora y fauna. Sin embargo, dado los sustanciales cambios a los que se encuentran sujetas es importante conocer, de una forma expeditiva, su estado actual de intervención y los factores directos que las modelan. En este trabajo se propuso un índice de naturalidad para las sierras del sistema de Tandilia que contemple el estado general de sus principales comunidades vegetales y sus usos productivos actuales. Se implementó una metodología de muestreo rápido y se aplicó el índice en 13 áreas. El índice aquí propuesto representa un recurso valioso y pretende ser una herramienta útil, de

fácil y rápida aplicación en futuras políticas públicas para la preservación de estos elementos singulares del paisaje pampeano. A su vez, puede orientar a los productores agropecuarios en la toma de decisiones en pos de la sustentabilidad de estos ambientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El sistema de Tandilia (37°19'S 59°15'O y 37°50'S 58°30'O) se encuentra ubicado en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Fig. 1) y pertenece a la región biogeográfica Pampeana (Cabrera & Willink, 1973; Soriano *et al.*, 1991), siendo un límite natural que separa la Pampa Deprimida de la Pampa Austral. Cubre una longitud de 330 km, un ancho máximo de 55 km, y las alturas mayores de las formaciones serranas oscilan entre 400 y 500 metros sobre el nivel del mar (De la Sota, 1967). El cordón serrano no es continuo, sino que sus elevaciones están rodeadas por una llanura periserrana con lomas más o menos pronunciadas (Dalla Salda *et al.*, 2006; Martínez, 2001; Sánchez & Núñez, 2004). El sistema de Tandilia se caracteriza además por la presencia de algunos arroyos de cauce lento y ondulado, y por numerosas lagunas de agua dulce o salobre. En los sectores de sierra dominan los suelos Hapludoles y Argiudoles líticos (INTA,

1991), mientras que en la llanura periserrana dominan los Argiúdoles típicos, los cuales son los más fértiles de la zona por lo que la actividad agrícola caracteriza la región. Existe un predominio de la agricultura y la ganadería la cual está siendo enfocada a sistemas de producción intensiva (feedlots) en detrimento de pasturas y rotaciones agroganaderas (Bilenca & Miñarro, 2004). El clima de la zona posee una temperatura media anual que oscila entre los 13 y 17°C, con las máximas registradas en el mes de enero y las mínimas en el mes de julio, y con una precipitación que varía desde 600 mm hasta 1100 mm (Servicio Meteorológico Nacional Argentino, 2017).

Comunidades vegetales serranas

Las sierras del sistema de Tandilia presentan diferentes comunidades vegetales que responden a la topografía y al tipo de suelo (Frangi, 1975; Oyarzabal *et al.*, 2018). En las laderas con pendiente superior y pendiente media alta (en sierras bajas puede descender a sectores de pendiente media e inferior) se desarrolla el pastizal de “flechillas” caracterizado por una importante diversidad de gramíneas y dicotiledóneas acompañantes (Frangi, 1975). Entre los géneros principales se encuentran *Piptochaetium*, *Nassella*, *Briza*, *Poa*, *Aristida*, *Setaria*, *Oxalis* y *Baccharis* (Cabrera, 1976; Valicenti *et al.*, 2010; Echeverría *et al.*, 2017). En las laderas con pendiente media (raramente superior) se encuentran los cardales de *Eryngium paniculatum* y *E. horridum*, los que pueden ser considerados una variante húmeda del pastizal, debido a que estos se hacen más abundantes con el aumento de la humedad y la profundidad edáfica (Frangi, 1975). A veces se las considera como variantes de engranaje entre pastizal de “flechillas” y de *Paspalum quadrifarium* (“paja colorada”) (Frangi, 1975). Los pajonales de paja colorada son frecuentes en las laderas de pendiente media a baja, vinculadas a suelos profundos y húmedos (Frangi, 1975; Herrera & Laterra, 2011; Herrera *et al.*, 2013). En los bordes de los cursos de agua y vertientes, se desarrollan pajonales dominados por *Cortaderia selloana* (Frangi, 1975; Sabatino *et al.*, 2017). Por otro lado, las posiciones de pendiente alta se caracterizan por la presencia de un estrato arbustivo dominado por *Baccharis tandilensis* (“chilca”) y *Colletia paradoxa* (“curro”), acompañados por ejemplares más bajos de *Baccharis articulata* (“carquejilla”) (Frangi, 1975; Sabatino *et al.*, 2017). A su vez, en las sierras, se pueden encontrar pequeños cursos de agua, muchos de los cuales se secan durante el verano (Frangi, 1975; Valicenti *et al.*, 2010).

Usos productivos serranos

A pesar de la topografía y del tipo de suelo, las sierras suelen ser utilizadas con distintos fines, dentro de los cuales se pueden mencionar: 1) pastoreo invernal, acompañado en algunos casos de quema primaveral para eliminar material muerto y estimular la regeneración del forraje (Laterra *et al.*, 1998). Por cuestiones de manejo el pastoreo que se realiza en las sierras es de tipo continuo y no controlado, es decir, el ganado puede pastorear libremente por los lugares donde la vegetación (en especial de leñosas) lo permite; 2) cultivo agrícola, donde las rocas pueden ser retiradas o el suelo es lo suficientemente profundo, generalmente en las cumbres planas debido a la presencia de depósitos loésicos; 3) siembra de especies forrajeras con aplicación previa de herbicida (glifosato) para eliminar arbustos (principalmente “chilca” y “curro”) y pastizales naturales (“pajonales” y “flechillas”) en algunos casos seguido de quema controlada de la vegetación, dirigida al “mejoramiento” de su composición florística para el pastoreo del ganado doméstico (Laterra *et al.*, 1998; Herrera, 2007); 4) forestaciones, con pinos y/o eucaliptos, con la presencia, en numerosos casos, de *Racosperma melanoxylon*, especie arbórea invasora en el sistema la cual es comercializada por muchos de los productores agropecuarios aunque no hayan sido los responsables de plantarlas (Carranza, 2007); y 5) extracción de suelo y roca (incluyendo a las canteras y a la extracción de material para consumo interno) (Camino, 2014). A su vez, algunas sierras son utilizadas con fines turísticos y/o educativos como aquellas que forman parte de la Red de Reservas Privadas de la provincia de Buenos Aires (Rodríguez, 2017). Por otro lado, antiguamente se podía acceder a las sierras con cierta facilidad con la finalidad de realizar actividades recreativas (e.g. escaladas). Sin embargo, en los últimos años el acceso a las mismas se ha restringido por cuestiones de seguridad.

Elaboración del índice de naturalidad

La selección de las variables (y sus categorías) que conforman el índice de naturalidad propuesto en este trabajo fue realizada teniendo en cuenta las siguientes fuentes de información: 1) antecedentes bibliográficos sobre las comunidades vegetales de las sierras (Carranza, 2007; Nuciari & Guma, 2007; Alonso *et al.*, 2009; Sabatino *et al.*, 2010, 2017; Herrera & Laterra, 2011; Kristensen *et al.*, 2014; Echeverría *et al.*, 2017), 2) entrevistas realizadas a los productores agropecuarios sobre los usos y manejos que le dan a las sierras

Tabla 1: Variables que conforman el índice de naturalidad, sus categorías y el puntaje asociado.

VARIABLES	CATEGORÍAS	PUNTAJE
Especies vegetales nativas dominantes	Mayor al 76%	1
	Entre 51-75%	0.66
	Entre 26-50%	0.33
	Menor al 25%	0
Especies vegetales endémicas dominantes	Presencia	1
	Ausencia	0
Especies leñosas exóticas con fines comerciales	Presencia	0
	Ausencia	1
Extracción de suelo y roca	Presencia	0
	Ausencia	1
Cultivos	Presencia	0
	Ausencia	1
Pastoreo	Sin pastoreo	1
	Sobre pastizal natural	0.66
	Mixto (natural e implantado)	0.33
	Sobre pastura implantada	0
Sobrepastoreo	Presencia	0
	Ausencia	1
Quemas intencionales	Presencia	0
	Ausencia	1

pertenecientes a sus establecimientos, 3) trabajos previos que hayan ensayado o aplicado un índice de naturalidad en ambientes similares de distintas regiones del mundo (Anderson, 1991; Gotmark, 1992; Machado, 2004; Machado *et al.*, 2004; Mancinelli *et al.*, 2007; Ferrari *et al.*, 2008), y 4) experiencia previa de las autoras del trabajo en el área de estudio.

Las variables seleccionadas fueron ocho: 1) especies vegetales nativas dominantes, 2) especies vegetales endémicas dominantes, 3) especies leñosas exóticas con fines comerciales, 4) extracción de suelo y roca, 5) cultivos, 6) pastoreo, 7) sobrepastoreo, y 8) quemadas intencionales. Dada la naturaleza del muestreo utilizado en este trabajo (rápido y expeditivo) la mayoría de las variables fueron identificadas según su presencia/ausencia. Finalmente, a cada categoría se le asignó un puntaje entre 0 y 1 (Tabla 1). El mayor puntaje fue concedido a aquellas categorías más próximas al estado natural (e.g. para la presencia de especies endémicas dominantes el puntaje es 1, para la ausencia de especies endémicas dominantes el puntaje es 0; para la presencia de extracción de suelo y roca el puntaje es 0, y para la ausencia, 1). La sumatoria total de todos los puntajes para cada área serrana indica su grado de naturalidad.

Se propuso medir las ocho variables arriba mencionadas de la siguiente forma:

1) Especies vegetales dominantes: se registra en cada sitio de muestreo las especies incluidas en un radio de un metro para el caso de los sectores con herbáceas y de tres a cuatro metros para los sectores de arbustales y/o con especies arbóreas, y se calcula su cobertura. Se definen como especies dominantes aquellas que presentan un mayor porcentaje de la cobertura total. Por ejemplo, se establece que en las comunidades menos diversas como “el pajonal”, una especie es considerada dominante si su cobertura es superior al 70%. Mientras que en las comunidades más diversas como “el flechillar”, se consideran dominantes aquellas especies con una cobertura mayor al 20%. A su vez, durante estos censos se identifica la vegetación sobre la cual hubo pastoreo: pastizales naturales (i.e. flechillar, pajonal), pasturas mixtas: pastizales naturales con intersembrado de especies forrajeras exóticas (i.e. *Lolium multiflorum*), y pasturas implantadas con especies forrajeras exóticas. Además se identifica el origen geográfico (exótica o nativa) de cada especie y también si son endémicas de la zona. A partir del registro de la información de las especies vegetales dominantes se derivan las siguientes variables con sus respectivas categorías (Tabla 1): especies

vegetales nativas dominantes, especies vegetales endémicas dominantes, especies leñosas exóticas con fines comerciales, y pastoreo.

2) Extracción de suelo y roca: se registra la presencia de canteras y/o de sitios con remoción de material para uso interno del establecimiento, durante el ascenso a las sierras.

3) Cultivos: se registra la presencia de cultivos en el ascenso a las sierras.

4) Pastoreo: para identificar la presencia o ausencia de pastoreo, se registra en cada sitio de muestreo la presencia de bosteo y pisoteo por parte de animales domésticos (vacas y caballos), y el tipo de comunidad sobre la que se pastorea según lo detallado en el punto 1. Dado que los pastizales de la región han evolucionado con bajas presiones de pastoreo (Jacobo & Rodríguez, 2009), consideramos esta actividad un disturbio en sí misma, la cual se potencia por el tipo de pastoreo continuo que se realiza en las sierras, en lugar de uno rotativo o controlado que respete los tiempos de recuperación del pastizal (Obs. personal).

5) Sobrepastoreo: para identificar la presencia o ausencia de sobrepastoreo, se registra en cada sitio de muestreo la presencia de bosteo y pisoteo, la cobertura de suelo desnudo en porcentaje, y la altura de la vegetación. La defoliación intensa y el pisoteo reducen la cobertura del estrato herbáceo e incrementan la proporción de suelo desnudo (de Villalobos, 2013). Para este índice se considera que un porcentaje de suelo desnudo mayor al 40% es un indicador de sobrepastoreo. La altura de la vegetación se mide en cada sitio de muestreo con vegetación herbácea (no cultivada) a partir de tres ejemplares tomados al azar disponiendo una cinta métrica en posición vertical y registrando la altura máxima del ejemplar para luego calcular un promedio. La altura de las plantas es un indicador de uso importante ya que depende de los efectos acumulativos de las perturbaciones locales como el pastoreo y el fuego (Lattera, 2003; Vignolio *et al.*, 2003; Herrera & Lattera, 2011). Por otro lado, los ejemplares de “paja colorada” comidos suelen ser un buen indicador del sobrepastoreo ya que por tratarse de una especie poco palatable en su estado maduro no suele ser preferida por los animales. Cuando la sobrecarga animal es alta y/o hay poco pasto disponible el ganado suele comer plantas de esta especie.

6) Quemadas intencionales: se registra en cada sitio de muestreo la presencia de vegetación quemada por fuego y se coteja su origen (accidental o controlado) con el productor agropecuario. Por

ejemplo, es común ver en las sierras a los pajonales de “paja colorada” quemados, ya que esta es una práctica que se realiza para incrementar su calidad forrajera. Finalmente, el índice de naturalidad propuesto en este trabajo queda conformado por cinco niveles o grados de naturalidad: 1) Natural, 2) Sub-natural, 3) Semi-intervenido, 4) Sub-intervenido e 5) Intervenido (Tabla 2). Cada grado de naturalidad es definido por la combinación de diferentes categorías correspondientes a las ocho variables consideradas para diseñar el índice. Es necesario destacar que los rangos para los grados de naturalidad se calcularon a partir del máximo y mínimo puntaje posible de obtener (8 y 0, respectivamente) (Tabla 1 y 2). A su vez, se propone una escala de colores donde cada grado está asociado a un color diferente, desde el verde (más natural) al rojo (más intervenido). Este índice se lee de arriba hacia abajo y va del máximo al mínimo grado de naturalidad. Los grados de naturalidad obtenidos pueden expresarse de forma numérica (i.e. 1, 2) o empleando los nombres descriptivos aquí propuestos (i.e. Sub-natural).

Aplicación del índice de naturalidad

El índice de naturalidad propuesto en este trabajo fue aplicado a zonas de serranías de 12 establecimientos pertenecientes a los partidos de Balcarce (siete), General Pueyrredón (uno), Tandil (dos) y Lobería (dos). La elección de los establecimientos surgió de un trabajo previo donde se estudió, por medio de entrevistas, la percepción de 40 productores agropecuarios sobre la biodiversidad, los servicios ecosistémicos (De Rito *et al.*, 2020), y los manejos productivos de las sierras dentro de sus campos. Los criterios para la selección de los establecimientos fueron: 1) al menos un 10% de la superficie debía estar cubierta por sierras; 2) presencia de distintos manejos productivos en las zonas de serranías; 3) accesibilidad a los caminos rurales; y 4) consentimiento de los productores agropecuarios para ingresar y ascender a las sierras. Cabe destacar, que si bien se seleccionaron 12 establecimientos se recorrieron 13 áreas serranas, dado que una de las unidades productivas contiene dos zonas serranas con usos contrastantes. Una de ellas pertenece a la Red de Reservas Privadas de la provincia de Buenos Aires y la otra es destinada al pastoreo sobre pastizal natural y a la agricultura en las partes planas de la cumbre donde el desarrollo del suelo lo permite. Las superficies de las sierras bajo estudio oscilaron entre 30 y 1800 ha, sumando un total de 5401 ha.

Tabla 2: Grados de naturalidad para las sierras del sistema de Tandilia. Descripción, rango y escala de colores (EC) asociada a cada nivel. Fuente: elaboración de las autoras.

Grado de naturalidad	Descripción	Rango	EC
1. Natural	Especies nativas dominantes mayor al 76%. Presencia de especies vegetales endémicas dominantes. Ausencia de especies leñosas exóticas con fines comerciales, cultivos, pastoreo, sobrepastoreo, extracción de suelo y roca, y quemas intencionales de la vegetación.	8	
2. Sub-natural	Especies nativas dominantes en mayor proporción (mayor al 51%). Presencia de especies endémicas dominantes. Puede presentar especies leñosas exóticas con fines comerciales. Sin pastoreo (si lo hay es sobre pastizal natural o mixto). Ausencia de sobrepastoreo, cultivos y extracción de suelo y roca. Ausencia de quemas intencionales de la vegetación.	5-7.99	
3. Semi-intervenido	Especies dominantes nativas en mayor, menor o igual proporción que las exóticas. Con o sin especies endémicas. Presencia de especies leñosas exóticas con fines comerciales. Ausencia de extracción de suelo y roca, y cultivos aunque puede haber casos que posean. Pastoreo generalmente sobre pasturas mixtas o implantadas. Puede haber registros de quemas intencionales de la vegetación.	2.67-4.99	
4. Sub-intervenido	Especies dominantes nativas en igual proporción que las exóticas o inclusive menos (entre 26-50%). Ausencia de especies endémicas. Presencia de especies leñosas exóticas con fines comerciales. Con o sin extracción de suelo y roca. Presencia de cultivos. Pastoreo sobre pasturas mixtas o implantadas con presencia, en algunos casos, de sobrepastoreo. Puede haber registros de quemas intencionales de la vegetación.	0.1-2.66	
5. Intervenido	Especies nativas dominantes menor al 25%. Ausencia de especies endémicas dominantes. Presencia de especies leñosas exóticas con fines comerciales. Presencia de extracción de suelo y roca, y cultivos. Pastoreo sobre pasturas implantadas. Presencia de sobrepastoreo. Registros de quemas intencionales de la vegetación.	0	

Para registrar las variables que integran el índice se diseñó una metodología de muestreo rápido a partir de la recorrida de cada uno de los 13 sitios. Cabe mencionar que previo al muestreo realizado se efectuó una búsqueda bibliográfica referida a las distintas comunidades vegetales serranas (Frangi, 1975; Valicenti *et al.*, 2010; Echeverría *et al.*, 2017; Sabatino *et al.*, 2017) con el objetivo de identificar *a priori* las posibles comunidades vegetales presentes en los relevamientos. Las sierras fueron visitadas entre diciembre de 2017 y marzo de 2018, y octubre y diciembre del 2018. En cada una se estableció un número variable de sitios de muestreo en base a tres factores: 1) el tamaño de la sierra: mayor número de puntos de muestreo en sierras de mayor tamaño; 2) la accesibilidad: menor número de puntos de muestreo en sierras muy empinadas o con abundancia de arbustos que impedían el paso, independientemente del tamaño; y 3) la saturación de la muestra: se dio por finalizado el relevamiento cuando la vegetación predominan-

te y las variables relacionadas al uso se repetían en al menos cinco sitios de muestreo, o cuando se llegaba a la cima de la sierra o a la comunidad vegetal serrana ubicada en el límite de la misma, es decir, en la última parte accesible por presencia de roca y/o arbustos. Los sitios de muestreo fueron ubicados al azar a lo largo de una transecta imaginaria que atravesaba los distintos estratos o comunidades vegetales diferenciadas a simple vista. La transecta comenzaba en una zona accesible en la base de la sierra y continuaba hasta la cumbre manteniendo en lo posible una línea recta. La selección de la ladera por la cual se comenzó el muestreo fue en base a la accesibilidad de la sierra. Por lo general, se tiene acceso a las sierras por uno o más caminos internos del establecimiento, y es el productor agropecuario quien orienta el camino a seguir. La distancia entre puntos de muestreo osciló entre 10 y 20 metros, y el número de sitios por sierra varió entre 6 y 22. Ambas decisiones fueron tomadas en base a los tres factores arriba mencionados. Las especies de

plantas que no fueron reconocidas en el campo fueron recolectadas y llevadas al laboratorio para su determinación utilizando la siguiente bibliografía específica para el área de estudio: “Flora de la provincia de Buenos Aires” (Cabrera & Añon Suárez, 1965), “Flora Argentina” (Zuloaga *et al.*, 2012; Barboza, 2013) y “Flores de las sierras de Tandilia” (Sabatino *et al.*, 2017). Una vez obtenidas las variables se procedió al cálculo del índice para cada área serrana.

RESULTADOS

En el 15 % de los sitios de muestreo se encontró un 76% o más de especies vegetales nativas dominantes. En el 46% de los sitios se encontró entre un 51 y un 75%; mientras que en el 38% restante se encontró entre un 26 y un 50% de este grupo de especies. Por otro lado, en el 76.9% de los casos se relevaron especies vegetales dominantes endémicas. El 92.30% de las áreas analizadas posee especies leñosas exóticas con fines comerciales. Se registró la presencia de extracción de suelo y roca, cultivos y quemas intencionales en dos sitios (15.38%). En el 92.30% de los sitios analizados se practica pastoreo, y en el 15% de estos se realiza sobre pastizales naturales, en el 69.23% sobre pasturas mixtas y en el 7.69% sobre pasturas implantadas. Sólo en una de las áreas no se realiza pastoreo (7.69%). Por último, se registró sobrepastoreo en cuatro (30.76%) de los 13 sitios bajo estudio.

El grado de naturalidad mejor representado es el Semi-intervenido (53.84 %), seguido del Sub-natural (38.46%) y el Sub-intervenido (7.69%). Los grados Natural e Intervenido no fueron registrados en esta muestra (Fig. 2).

La Tabla 3 muestra el grado de naturalidad de cada una de las sierras relevadas y la influencia de cada una de las variables consideradas para el diseño.

DISCUSIÓN

En este trabajo proponemos un índice de naturalidad para las sierras del sistema de Tandilia a partir de relevamientos rápidos y variables sencillas de medir que definen el nivel de intervención sobre las mismas. Este tipo de índices han sido propuestos por varios autores (Grant, 1995; Lesslie & Maslen, 1995; Edarra, 1997; Machado *et al.*, 2004), cada uno de ellos para un área de estudio y/o escala particular, donde se consideraron diferentes variables de acuerdo con las realidades heterogéneas de cada zona. En nuestro caso,

las variables que integran el índice son generales y representativas de los manejos actuales que reciben las sierras y del estado de sus comunidades vegetales. A su vez, este índice pretende ser dinámico, es decir, en la medida que se incorporen cambios en las sierras (e.g. nuevos manejos productivos), se pueden actualizar las variables, por ejemplo, incorporando nuevas. Además, se puede ajustar a otros ecosistemas con similares condiciones de manejo y/o formas de producción.

El 53.84% de las áreas incluidas en este trabajo pertenecen al grado Semi-intervenido de la escala propuesta. Si bien en estas sierras se encontró un porcentaje de especies nativas dominantes que ronda entre el 51 y el 75% y entre el 26 y el 50%, y prácticamente no presentan cultivos, la presencia de la especie leñosa invasora, *R. melanoxylon* (Apéndice) (Arcusa & Cicchino, 2015), supone un problema grave y una amenaza actual difícil de controlar, según argumentan productores agropecuarios de la zona. Si a esto se sumara la decisión de estos actores sociales de intensificar el manejo de estos ambientes para maximizar sus ingresos (i.e. incremento en la siembra de pasturas exóticas, cultivos y extracción de suelo y roca), estas sierras podrían pasar al grado Sub-intervenido o Intervenido con facilidad. Por otro lado, un 38.46% de las áreas fueron incluidas en el grado Sub-natural. El pastoreo sobre pasturas mixtas y la presencia de especies leñosas exóticas fueron las principales causas por las que no se encontraron sierras de grado Natural. Incluso, la presencia de especies herbáceas exóticas y de *R. melanoxylon* determinaron que la única sierra perteneciente a la Red de Reservas Privadas de la provincia de Buenos Aires no fuera asociada al grado Natural, a pesar de que en ella no se practica ninguna actividad productiva.

En el 92.30% de las áreas incluidas en este estudio e independientemente del grado de naturalidad asignado, se practica pastoreo sobre distintos recursos forrajeros: pastizal natural (15%), pasturas mixtas (69.23%), y pasturas implantadas (7.69%). Como parte del proceso de “agriculturización” ocurrido en las últimas décadas en la región, las áreas destinadas al pastoreo sobre pasturas implantadas y pastizales naturales fueron reemplazadas por agricultura (SAGPyA, 2002; Vázquez & Zulaica, 2011). Como consecuencia de esto los productores agropecuarios comenzaron a utilizar las sierras con fines ganaderos con mayor frecuencia e intensidad (Di Gerónimo & Videla, 2015). Sumado a esto, el sobrepastoreo se registró en el 30.76% de las áreas pertenecientes al grado Semi-intervenido y Sub-

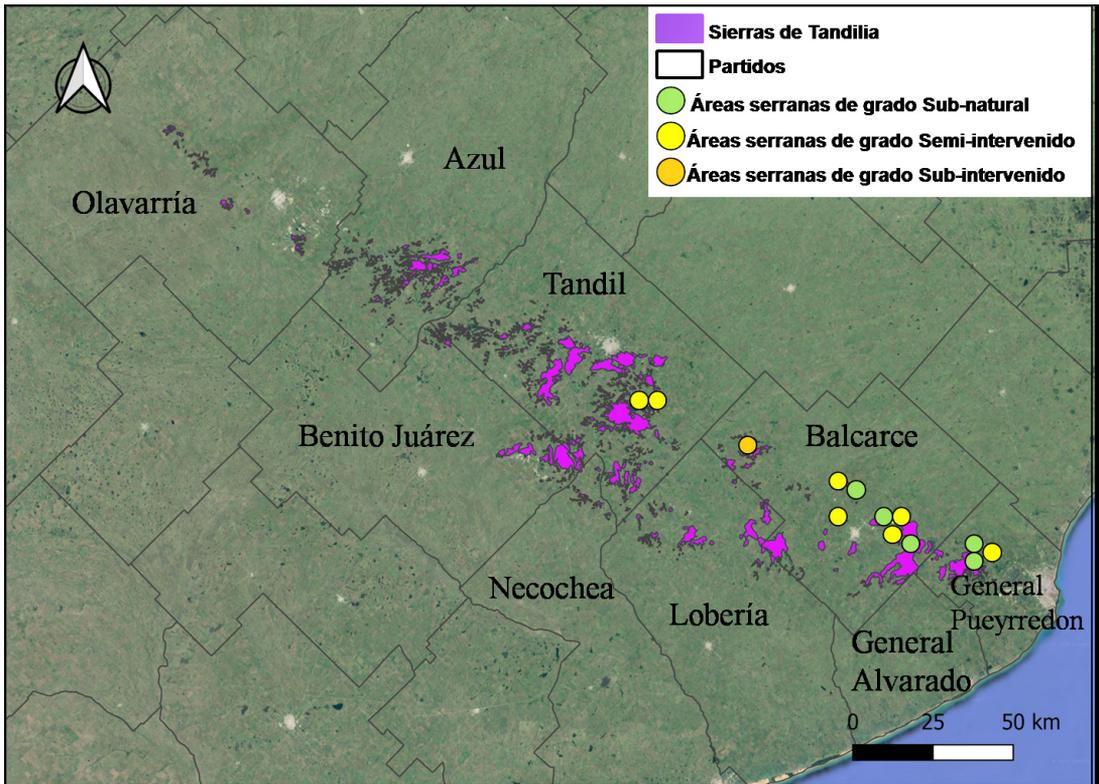


Fig. 2: Ubicación de las 13 áreas serranas bajo estudio en el sistema de Tandilia y sus respectivos grados de naturalidad asignado. Fuente: elaboración personal a partir del shape de sierras Herrera et al., (2017).

intervenido. Esta actividad fue registrada junto con un bajo porcentaje de especies vegetales nativas dominantes y por la ausencia, en la mitad de los casos, de especies endémicas dominantes. Esto es de esperar por los impactos que genera una sobrecarga animal donde el pastoreo excesivo y el pisoteo impiden el rebrote y la floración de muchas especies no adaptadas a este disturbio, como es el caso de muchas de las especies nativas de la región (Gabella, 2015).

Las forestaciones de *Pinus* sp. y *Eucaliptus* sp. son comunes en las zonas de serranía (Di Gerónimo & Videla, 2015; Di Gerónimo et al., 2018). Casi la totalidad de las sierras bajo estudio cuentan con la presencia de especies arbóreas exóticas (92.30%), en su mayoría por una asociación de *Eucaliptus* sp. y *R. melanoxyton* (Apéndice). Este es un tema que requiere atención ya que las forestaciones sobre pastizales naturales generan un impacto sobre su funcionamiento debido al contraste en la utilización de energía, agua y nutrientes (Di Gerónimo & Videla, 2015). Esto se potencia con la pérdida de la biodiversidad

nativa (Jobbagy et al., 2006) y la degradación de los suelos asociados (Di Gerónimo et al., 2018). Sumado a esto, los registros de *R. melanoxyton* indican que en la actualidad crece naturalmente en la zona y, como se mencionó con anterioridad, ha pasado a considerarse una especie invasora (Arcusa & Cicchino, 2015). Esto es debido a una serie de factores, como su capacidad de adaptación a suelos de baja fertilidad, su alta resistencia a diferentes condiciones ambientales, su alta tasa de crecimiento, y su capacidad alelopática que inhibe el establecimiento y desarrollo de otras especies (Lorenzo et al., 2010; Tavares et al., 2014). A su vez, por su madera de alta calidad la mayoría de los productores agropecuarios la comercializan (Martínez Crovetto, 1947; Carranza, 2007) o la destinan para uso personal (e.g. construcción de cercos). Tal es el caso de algunos productores agropecuarios de la zona entrevistados en estudios previos (De Rito et al., 2020), a pesar de que argumentaron no ser los responsables de cultivarla.

Tabla 3: Puntaje total (PT) alcanzado para cada variable y grado de naturalidad obtenido en 13 sitios bajo estudio del sistema de Tandilia. S: áreas serranas; N: especies vegetales nativas dominantes; E: especies vegetales endémicas dominantes; EL: especies leñosas exóticas con fines comerciales; ESR: extracción de suelo y roca; Cu: cultivos; P: pastoreo; SP: sobrepastoreo; Q: quemadas intencionales; EC: escala de colores. *El área serrana número 3 corresponde a una Reserva Natural Privada.

S	N	E	EL	ESR	Cu	P	SP	Q	PT	Grado de naturalidad	EC
1	1	1	1	1	1	0.66	1	1	7.66	Sub-natural	█
2	1	1	0	1	1	0.66	1	1	6.66	Sub-natural	
3	0.66	1	0	1	1	1	1	1	6.66	Sub-natural*	
4	0.66	1	0	1	1	0.33	1	1	5.99	Sub-natural	
5	0.66	1	0	1	1	0.33	1	1	5.66	Sub-natural	
6	0.66	1	0	1	0	0.33	1	1	4.99	Semi-intervenido	█
7	0.66	1	0	0	1	0.33	1	1	4.99	Semi-intervenido	
8	0.33	1	0	1	1	0.33	0	1	4.66	Semi-intervenido	
9	0.33	1	0	1	1	0.33	0	1	4.66	Semi-intervenido	
10	0.66	1	0	0	1	0.33	1	0	3.99	Semi-intervenido	
11	0.33	0	0	1	1	0.33	1	0	3.66	Semi-intervenido	
12	0.33	0	0	1	1	0	0	1	3	Semi-intervenido	
13	0.33	0	0	1	0	0.33	0	1	2.66	Sub-intervenido	

La proporción de especies nativas dominantes estuvieron representadas en un 26-50% (Semi-intervenido y Sub-intervenido), un 51-75% (Sub-natural y Semi-intervenido) y más de 76% (Sub-natural). Si bien no contamos con listados florísticos completos por el tipo de muestro rápido elegido para este trabajo, la proporción de especies nativas dominantes es un indicador valioso para el índice generado, ya que da información de la estructura general de las comunidades vegetales (Perelman *et al.*, 2001). A su vez, en el 76.92% de los casos se registraron especies endémicas dominantes (Sub-natural y Semi-intervenido). Cabe destacar que dos especies de este grupo se encuentran en peligro crítico de extinción, *B. tandilensis* (“chilca”) y *Senecio bravensis* (“senecio”) (Delucchi, 2006), las cuales fueron encontradas en el 38.46% de las áreas serranas. El estatus de conservación asignado a estas especies se debe principalmente a la limitada distribución geográfica por su naturaleza endémica (Delucchi, 2006). En el caso de *B. tandilensis*, su baja presencia se ve potenciada por las quemadas con herbicidas a las que habitualmente son sometidas las plantas para habilitar distintas actividades productivas (Auer *et al.*, 2017). Por otro lado, *S. bravensis* suele estar sometida al pisoteo

y al pastoreo del ganado doméstico, factor que afecta su abundancia y distribución. Estos resultados muestran que en las sierras del sistema de Tandilia aún se registran especies endémicas en peligro de extinción lo que promueve la puesta en valor y el cuidado de estos ambientes.

Alrededor del 38% de las áreas analizadas presentaron alguna (o una combinación) de las siguientes variables: extracción de suelo y roca, cultivos e indicadores de quema intencional. La extracción de suelo y roca relevada en este estudio no presenta actividad en la actualidad; sin embargo, su presencia registra un impacto considerable e irreversible (Villalba *et al.*, 2001). Por otro lado, si bien las quemadas intencionales, con el fin de aumentar la receptividad ganadera, son comunes en pastizales naturales de la región (Laterra, 2003), no lo son en pastizales serranos. Esto se debe a que la vegetación es altamente inflamable y los fuegos difíciles de controlar. Sin embargo, suelen ocurrir incendios accidentales (de origen humano o no), como los que ocurren durante el verano como consecuencia de la acumulación de biomasa seca, altamente pirogénica, de especies como *P. quadrifarium* (Arcusa, 2016). Otros incendios pueden ocurrir por negligencia de los “helecheros” que se instalan en las sierras sin autorización de los propietarios.

En este trabajo, a partir de la generación y aplicación de un índice de naturalidad, se evidencia la heterogeneidad en el uso y manejo de las sierras en la actualidad. En las investigaciones científicas se suele considerar como unidades homogéneas y con un mismo nivel de conservación (Barral & Maceira, 2012; Herrera *et al.*, 2017). Sin embargo, cada entidad es única, particular y posee una realidad diferente dependiendo de las distintas decisiones de manejo a las que son sometidas. Consideramos importante tener en cuenta esta heterogeneidad al momento de diseñar propuestas de conservación para estos elementos tan únicos y singulares de la región.

CONCLUSIONES

El objetivo general de este trabajo fue proponer un índice de naturalidad para las sierras de Tandilia que exprese el grado de intervención humana sobre las comunidades vegetales, y presentar los resultados de su aplicación en 13 sitios de muestreo. Dicho índice quedó conformado por cinco grados definidos a partir de ocho variables basadas en las comunidades vegetales y los usos productivos actuales. Se confeccionó siguiendo una metodología de relevamiento rápido de la vegetación y usos, utilizando mínimos recursos económicos y humanos, siendo aplicable a otros ambientes similares. Por otra parte, si bien se consideran adecuadas las variables incluidas en este índice, se podría considerar incorporar otras en un futuro, como la superficie ocupada por *R. melanoxylon* y la riqueza total de especies.

La mayoría de las áreas incluidas en este estudio se caracterizaron principalmente por pertenecer al grado Semi-intervenido. Se alerta sobre el destino de estas sierras si los productores agropecuarios decidieran intensificar su manejo a través de la siembra de pasturas implantadas, el incremento de forestaciones y cultivos, o la extracción de suelo y roca. De esta manera, estos ambientes podrían pasar fácilmente al grado Sub-intervenido o Intervenido.

Se recomienda en investigaciones futuras orientar esfuerzos para la gestión de especies invasoras de las sierras de Tandilia como *R. melanoxylon*, amenaza inminente para el sistema y ampliar el índice de naturalidad a nivel de establecimiento dado que las sierras no son entidades aisladas y muchos de sus procesos (e.g. invasión de especies exóticas) no son independientes del ambiente circundante.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación forma parte de la tesis doctoral de la primera autora en la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Las autoras agradecen a los 12 productores agropecuarios que gentilmente permitieron el ingreso a las sierras de sus establecimientos; a S. Muñoz y J. Giuliano por su asistencia en las tareas y viajes de campo; a V. Comparatore y J.P. Isacch por la lectura crítica del manuscrito y sugerencias para su mejora. Este trabajo fue desarrollado dentro del proyecto INTA PNNAT112803400 "Soporte y capacitación en los procesos de planificación rural del uso del suelo", y recibió apoyo económico y de equipamiento de The Neotropical Grassland Conservancy y de Idea Wild, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- Alonso, S.I., Guma, I.R., Nuciari, M.C. & A.V. Olphen. 2009. Flora de un área de la Sierra La Barrosa (Balcarce) y fenología de especies con potencial ornamental. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 41:23-44.
- Anderson, J.E. 1991. A conceptual framework for evaluating and quantifying naturalness. *Conservation Biology* 5(3):347-352.
- Angermeier, P.L. 2000. The natural imperative for biological conservation. *Conservation Biology* 14:373-381. doi: 10.1046/j.1523-1739.2000.98362.x.
- Arcusa, J. 2016. Efecto de un incendio sobre el ensamble de hormigas de la Reserva Natural Privada Paititi, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 75:127-134.
- Arcusa, J.M. & A. Cicchino. 2015. Efectos de la planta invasora *Acacia melanoxylon* (R. Br.) sobre las comunidades de Hormigas (*Insecta, Hymenoptera*) y Carábidos (*Insecta, Coleoptera*) en un área valiosa de pastizal. En IV Congreso Nacional de Ecología y Biología de Suelos (Chubut, abril 2015).
- Auer, A., Maceira, N. & L. Nahuelhual. 2017. Agriculturization and trade-offs between commodity production and cultural ecosystem services: A case study in Balcarce County. *Journal of Rural Studies* 53:88-101. doi: 10.1016/j.jrurstud.2017.05.013.
- Barboza, G.E. 2013. Flora Argentina. Flora vascular de la República Argentina. Dicotyledoneae, Solanaceae. Instituto de Botánica Darwinion-Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Córdoba 13:1-349.
- Barral, M.P. & N. Maceira. 2012. Land-use planning based on ecosystem service assessment: A case study in the Southeast Pampas of Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 154:34-43. doi: 10.1016/j.agee.2011.07.010.

- Bilencia, D. & F. Miñarro. 2004. Identificación de áreas valiosas de pastizal en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- Bilencia, D., Codesido, M., Fischer, C.G. & L.P. Carusi. 2009. Impactos de la actividad agropecuaria sobre la biodiversidad en la Ecorregión Pampeana. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Cabrera, A.L. & D. Añón Suárez. 1965. Flora de la provincia de Buenos Aires. Colección Científica del INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Cabrera, A.L. & A. Willink. 1973. Biogeografía de América Latina. Washington DC: Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Editorial ACME, Buenos Aires, Argentina.
- Camino, M. 2014. Impacto ambiental de la minería de áridos en el partido de Balcarce, provincia de Buenos Aires: su efecto sobre la geomorfología y alternativas de mitigación. Tesis de Maestría en Ing. Ambiental. UTN Mar del Plata.
- Carbone, M.E., Piccolo, M.C. & G.M. Perillo. 2011. Zonificación ambiental de la reserva natural Bahía San Antonio, Argentina. Aplicación del índice de calidad ambiental. *Investigaciones Geográficas (Esp)* 56:49-67.
- Carranza, S. 2007. Revisión bibliográfica sobre *Acacia melanoxylon*: su silvicultura y su madera. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 106:145-154.
- Comer, K. 1997. Side stepping environmental justice: "Natural" landscapes and the wilderness plot. *Frontiers* 18:73-101.
- Dalla Salda, L., Spalletti, L., Poiré, D., De Barrio, R., Echeveste, H. & A. Benialgo. 2006. Tandilia. *Serie correlación geológica* 21(1):17-46.
- De Villalobos, A.E. 2013. El sobrepastoreo del ganado doméstico como disparador de la arbustización. *BioScriba* 6(1):51-57
- De la Sota, E.R. 1967. Composición, origen y vinculaciones de la flora pteridológica de las sierras de Buenos Aires (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 11(2-3): 105-128.
- Delucchi, G. 2006. Las especies vegetales amenazadas de la Provincia de Buenos Aires: Una actualización. *Asociación para la Protección de la Naturaleza, Boletín Científico* 39:19-31.
- Demangeot, J. 1989. Los medios "naturales" del globo. Barcelona: Masson SA.
- De Rito, M., Auer, A., Arnaiz Schmitz, C., Maceira, N. & L. Herrera. 2020. Linking farmers' management decision, demographic characteristics and perceptions of ecosystem services in the Southern Pampa of Argentina. *Journal of Rural Studies* 76:202-212. doi: 10.1016/j.jrurstud.2020.03.002.
- Di Gerónimo, P. & C. Videla. 2015. **Sistemas silvopastoriles**. Una opción para conservar el suelo manteniendo la productividad. *Visión Rural* 22:14-17.
- Di Gerónimo, P., Videla, C. & P. Laclau. 2018. Distribución de carbono y nitrógeno orgánico en fracciones granulométricas de suelos bajo pastizales, agricultura y forestaciones. *Ciencia del Suelo* 36:11-22.
- Echeverría, M.L., Alonso, S.I. & V.M. Comparatore. 2017. Survey of the vascular plants of Sierra Chica, the untouched area of the Paititi Natural Reserve (southeastern Tandilia mountain range, Buenos Aires province, Argentina). *CheckList* 13:1003.
- Edarra, I.A. 1997. Botánica ambiental aplicada: las plantas y el equilibrio ecológico de nuestra tierra. Ediciones Universidad de Navarra, Pamplona, España.
- Ferrari, C., Pezzi, G., Diani, L. & M. Corazza. 2008. Evaluating landscape quality with vegetation naturalness maps: an index and some inferences. *Applied Vegetation Science* 11(2):243-250.
- Foley, J.A., De Fries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R. & J.H. Helkowski. 2005. Global consequences of land use. *Science* 309:570-574.
- Frangi, J. 1975. Sinopsis de las comunidades vegetales y el medio de las Sierras de Tandil (Provincia de Buenos Aires). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 16:293-319.
- Gabella, J.I. 2015. Dinámicas territoriales conducentes a la degradación ambiental en áreas rurales del sur de la región Pampeana Argentina. *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña* 4:201-216.
- Gilarranz, L.J., Sabatino, M., Aizen, M. & J. Bascompte. 2015. Hot spots of mutualistic networks. *Journal of Animal Ecology* 84:407-413. doi: 10.1111/1365-2656.12304.
- Gotmark, F. 1992. Naturalness as an evaluation criterion in nature conservation: a response to Anderson. *Conservation Biology* 6(3):455-458.
- Grant, A. 1995. Human impacts on terrestrial ecosystems. *Environmental Science for Environmental Management* 66:79.
- Herrera, L. 2007. Impacto de la fragmentación del paisaje sobre la estructura comunitaria y el valor pastoril de pastizales de la región Pampeana. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. 239 pp.
- Herrera, L. & P. Laterra. 2011. Relative influence of disturbance histories and landscape patterns on floristic structure and diversity of fragmented grasslands. *Applied Vegetation Science* 14:181-188.
- Herrera, L., Texeira, M. & J.M. Paruelo. 2013. Fragment size, vegetation structure and physical environment control grassland functioning: a test based on artificial neural networks. *Applied Vegetation Science* 16:426-437. doi: 10.1111/avsc.12009.
- Herrera, L., Sabatino, M., Gastón, A. & S. Saura. 2017. Grassland connectivity explains entomophilous plant species assemblages in an agricultural landscape of the Pampa Region, Argentina. *Austral Ecology* 42:486-496. doi: 10.1111/aec.12468.
- Hunter, Jr. M. 1996. Benchmarks for managing ecosystems: are human activities natural?. *Conservation Biology* 10:695-697. doi: 10.1046/j.1523-1739.1996.10030695.x.
- INTA, 1991. Cartas de suelo de la República Argentina,

- E 1:50000. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina.
- Isacch, J.P., Bó, M., Vega, L., Favero, M., Baladrón, A., Pretelli, M., Stelletti, O., Cardoni, D., Copello, S., Block, C., Cavalli, M., Comparatore, V.M., Mariano-Jelicich, R., Biondi, L., Garcia, G. & J. Seco Pon. 2017. Diversidad de Tetrápodos en un mosaico de ambientes del sudeste de la Ecorregión Pampeana como herramienta para planificar en conservación. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie* 18:211-233.
- Jacobo, E. & A. Rodríguez. 2009. Valorización de pastizales naturales en ambientes húmedos. In Indicadores de Sustentabilidad, 5º Congreso de la Asociación Argentina para el Manejo de los Pastizales Naturales, Corrientes, Argentina.
- Jaimes, F.R., Milano, G., Bakker, M. & E. Zugasti. 2016. Distribución espacial y uso de comunidades vegetales por bovinos en un ambiente serrano del sistema de Tandilia. VII Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales, Virasoro, Corrientes, Argentina.
- Jobbagy, E.G., Vasallo, M., Farley, K.A., Piñeiro, G., Garbulsky, M., Noretto, M.D. & J.M. Paruelo. 2006. Forestación en pastizales: hacia una visión integral de sus oportunidades y costos ecológicos. *Agrociencia* 10:109-124.
- Kristensen, M.J., Lavornia, J., Leber, V.A., Pose, M.P., Dellapé, P., Salle, A. & M. Higuera. 2014. Estudios para la conservación de la Pampa Austral I. *Revista Estudios Ambientales* 2:106-118.
- Lattera, P., O. Vignolio, L.G. Hidalgo, O.N. Fernández, M.A. Cauhépé & N.O. Maceira. 1998. Dinámica de pajonales de Paja colorada (*Paspalum* sp.) manejados con fuego en la Pampa Deprimida Argentina. *Ecotrópicos* 11:141-149.
- Lattera, P. 2003. Desde el Paspaleto: bases ecológicas para el manejo de pajonales húmedos con quemas prescriptas. Fuego en los ecosistemas Argentinos. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Lattera, P., Orúe, M.E. & G.C. Booman. 2012. Spatial complexity and ecosystem services in rural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 154:56-67. doi: 10.1016/j.agee.2011.05.013.
- Lesslie, R. & M. Maslen. 1995. National Wilderness inventory. Handbook of procedures, content, and usage. Canberra: Australian Heritage Commission.
- Lorenzo, P., González, L. & M.J. Reigosa. 2010. The genus *Acacia* as invader: the characteristic case of *Acacia dealbata* Link in Europe. *Annals of Forest Science* 67:101. doi: 10.1051/forest/2009082.
- Machado, A. 2004. An index of naturalness. *Journal for Nature Conservation* 12:95-110. doi: 10.1016/j.jnc.2003.12.002.
- Machado, A., Redondo, C. & I. Carralero. 2004. Ensayando un índice de naturalidad en Canarias. *Ecología Insular. Asociación Española de Ecología Terrestre* 1:413-438.
- Mancinelli, R., Di Felice, V., Campiglia, E. & F. Caporali. 2007. Naturalness consumption and Biodiversity in an Ecoregion of Central Italy. *Italian Journal of Agronomy* 2:99-104.
- Martínez, G.A. 2001. Geomorfología y geología del Cenozoico superior de las cuencas de los arroyos Los Cueros y Seco, vertientes nororientales de las Sierras Septentrionales, provincia de Buenos Aires. Tesis doctoral inédita, Universidad Nacional del Sur.
- Martínez, G.A. 2011. Geomorfología del paisaje serrano e interserrano de Tandilia oriental en Laguna de Los Padres y La Brava: Un recurso natural y social para cuidar y compartir. Massone, H. (Comp.). 1a Ed. Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Martínez Croveto, R. 1947. La naturalización de *Acacia melanoxylon* en Balcarce (Provincia de Buenos Aires). *Revista de Investigaciones Agrícolas* 1:101-102.
- Nuciari, M.C. & I. Guma. 2007. Inventario preliminar de la flora medicinal de la sierra La Barrosa (Balcarce, Buenos Aires, República Argentina). *Dominguezia* 23(1):13-20.
- Núñez, M.V. & R.O. Sánchez. 2007. Relaciones sociedad-naturaleza en la región de Tandilia. En Actas del Primer Congreso de Geografía de Universidades Nacionales, Argentina.
- Oyarzabal, M., Clavijo, J.R., Oakley, L.J., Biganzoli, F., Tognetti, P.M., Barberis, I.M. & M. Oesterheld. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral* 28:40-63.
- Paruelo, J.M., Guerschman, J.P. & S.R. Verón. 2005. Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia Hoy* 15:14-23.
- Perelman, S.B., León, R.J.C. & M. Oesterheld. 2001. Cross-scale vegetation patterns of Flooding Pampa grasslands. *Journal of Ecology* 89:562-577. doi: 10.1046/j.0022-0477.2001.00579.x.
- Rabassa, J., Zárate, M., Camilión, M.C., Partridge, T. & R. Maud. 1995. Relieves relictuales de Tandilia y Ventania. IV Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, Junín, Buenos Aires, Argentina.
- Reboratti, C. 2005. Efectos sociales de los cambios en la agricultura. *Ciencia Hoy* 15:52-61.
- Rodríguez, E. 2017. Planificación para la implementación de una área natural privada: El caso de Paititi. Universidad Nacional del Centro. Tesis de Grado. 92 pp.
- Rosso, B.S., Castaño, J. Traverso, J. & O. Scheneiter. 2013. Evaluación de germoplasma del género *Bromus* en tres sitios de la región pampeana argentina. *Revista Argentina de Producción Animal* 29:27-35.
- Sabatino, M., Maceira, N. & M.A. Aizen. 2010. Direct effects of habitat area on interaction diversity in pollination webs. *Ecological Applications* 20:1491-1497. doi: 10.1890/09-1626.1.
- Sabatino, M., Farino, J. & N. Maceira. 2017. Flores de las sierras de Tandilia. Guía para el reconocimiento de las plantas y sus visitantes florales. INTA Ediciones. Colección Recursos, Buenos Aires, Argentina.
- SAGyP, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2002. Censo Nacional Agropecuario 2002. Revisado en mayo del 2019. Página web: <http://www.indec>.

- mecon.gov.ar/agropecuario/cna.asp.
- Sánchez, R.O. & M.V. Núñez. 2004. El sistema de Tandilia: una aproximación a la definición de su espacialidad y compartimentación territorial. En Segundo Congreso de la Ciencia Cartográfica y IX Semana Nacional de Cartografía. Pp. 311-322. Buenos Aires.
- Schwerdt, L., Copperi, S., Pompozzi, G. & N. Ferretti. 2016. Diversity and seasonal composition of the scorpion fauna from a mountainous system on Pampean grasslands in central Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 51:169-175. doi: 10.1080/01650521.2016.1215039.
- Servicio Meteorológico Nacional Argentino. Revisado en febrero del 2018. Página web: <https://www.smn.gob.ar/>.
- Seehaus, M. & E. Requesens. 2014. Agriculturización y diversidad productiva en la llanura periserrana del centro-sudeste bonaerense. *Revista de la Facultad de Agronomía* 113.
- Soriano, A., Leon, R.J.C., Sala, O.E., Lavado, R.S., Dereguibus, V.A., Cauhépe, M.A., Scaglia, O.A., Velazquez, C.A. & J.H. Lemcoff. 1991. Río de La Plata grasslands. *Natural grasslands: Introduction and Western Hemisphere. Ecosystems of the world*, 8^a (Coupland, R.T., ed.). Elsevier, Amsterdam.
- Tavares, F., Louzada, J. & H. Pereira. 2014. Variation in wood density and ring width in *Acacia melanoxylon* at four sites in Portugal. *European Journal of Forest Research* 133:31-39. doi: 10.1007/s10342-013-0733-y.
- Valicenti, R., Farina, E., Scaramuzzino, R. & C. D'Alfonso. 2010. Ordenación de la vegetación en el paisaje Boca de la Sierras (Azul, Sistema de Tandilia). *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes (Número Especial de Cambios de Uso del Suelo)* 1:111-122.
- Vázquez, P. & L. Zulaica. 2011. Cambios en el uso de la tierra del partido de Tandil y principales impactos ambientales. *Revista Párrafos Geográficos* 10:242-267.
- Vignolio, O.R., Littera, P., Fernandez, O.N., Linares, M.P., Maceira, N. & A. Giaquinta. 2003. Effects of fire frequency on survival, growth and fecundity of *Paspalum quadrifarium* (Lam.) in a grassland of the Flooding Pampa (Argentina). *Austral Ecology* 28:263-270. doi: 10.1046/j.1442-9993.2003.01286.x.
- Villalba, H., Ulberich, A. & D. Bravo. 2001. Conflictos ambientales. El rol del municipio. El caso de Tandil, Buenos Aires. Argentina. VII Encuentro de Geógrafos de América Latina, Santiago de Chile, Chile.
- Zuloaga, F.O., Rugolo, Z.E., Anton, A.M.R., Al-Shehbaz, I.A. & D.L. Salariato. 2012. Flora Argentina: flora vascular de la República Argentina. Dicotyledoneae: Brassicaceae. Gráficamente Ediciones, Buenos Aires, Argentina.

Doi: 10.22179/REVMACN.22.672

Recibido: 16-I_2019
Aceptado: 10-VI-2020

Apéndice

Listado de especies vegetales dominantes relevadas y su presencia (x) en las 13 áreas serranas bajo estudio, la familia a la que pertenecen y su origen (nativa, exótica, endémica o sin determinar), el número de sitios de muestreo realizados en cada área, y el porcentaje de especies nativas dominantes incluyendo las endémicas. Sobre el número asociado a cada área serrana se indica el grado de naturalidad al que pertenece. Na: nativa, Ex: exótica, En: endémica, SD: sin determinar (dado que no se conoce el nombre completo de la especie, en algunos casos, no se pudo determinar su origen; salvo en aquellos casos donde todas las especies encontradas en las sierras del mismo género tienen el mismo origen).

	Sub-natural					Semi-intervenido							Sub-inter-venido
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Número de sitios de muestreo	22	17	10	10	10	12	10	6	6	8	15	8	9
Porcentaje (%) de especies nativas dominantes	81.8	81.8	57.1	55.5	60.8	62.5	52.6	33.3	33.3	53.8	33.3	28.5	40
<i>Gomphrena perennis</i> L.- Amaranthaceae (Na)								x		x			
<i>Conium maculatum</i> L.-Apiaceae (Ex)				x		x	x						
<i>Eryngium regnellii</i> Malme.- Apiaceae (Na)	x	x						x				x	x
<i>Hedera helix</i> L.-Araliaceae (Ex)					x								
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Comm. ex Lam. -Araliaceae (Na)						x							
<i>Acmella decumbens</i> (Sm.) R.K. Jansen.-Asteraceae (Na)			x					x					
<i>Baccharis tandilensis</i> Speg.- Asteraceae (En)			x	x	x	x	x						
<i>Carduus acanthoides</i> L.- Asteraceae (Ex)	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x
<i>Conyza</i> spp. -Asteraceae (SD)				x			x					x	x
<i>Cynara cardunculus</i> L.-Asteraceae (Ex)	x		x			x	x						
<i>Senecio bravensis</i> Cabrera.- Asteraceae (En)	x	x			x			x					
<i>Xanthium spinosum</i> L.-Asteraceae (Na)													x
<i>Celtis ehrenbergiana</i> Gillies ex Planch.-Cannabaceae (Na)			x	x		x							
<i>Carex</i> spp.-Cyperaceae (Na)					x								
<i>Cyperus</i> spp.-Cyperaceae (Na)					x			x					
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forster) Ching.-Dryopteridaceae (Na)			x		x	x							
<i>Racosperma melanoxylon</i> (R. Br.) C. Mart.-Fabaceae (Ex)			x		x	x		x	x	x	x	x	x
<i>Juncus</i> spp.-Juncaceae (SD)					x								
<i>Mentha</i> spp.-Laminaceae (Ex)					x								
<i>Eucalyptus</i> sp. L'Her.-Myrtaceae (Ex)				x			x	x	x	x	x		x
<i>Pinus</i> spp. L.-Pinaceae (Ex)		x											

Especies – Familias (origen)

Apéndice (Cont.)

	Sub-natural					Semi-intervenido							Sub-inter-venido
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Número de sitios de muestreo	22	17	10	10	10	12	10	6	6	8	15	8	9
Porcentaje (%) de especies nativas dominantes	81.8	81.8	57.1	55.5	60.8	62.5	52.6	33.3	33.3	53.8	33.3	28.5	40
<i>Briza</i> spp.- Poaceae (SD)					x		x	x		x			
<i>Bromus</i> spp.-Poaceae (SD)					x								
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.-Poaceae (Ex)			x					x		x		x	
<i>Dactylis glomerata</i> L.-Poaceae (Ex)				x	x	x	x						
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.-Poaceae (Ex)							x					x	
<i>Lolium perenne</i> L.-Poaceae (Ex)				x					x		x		x
<i>Lolium</i> sp.-Poaceae (Ex)								x		x			
<i>Melica brasiliiana</i> Ard.-Poaceae (En)		x			x								
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.-Poaceae (Na)					x	x	x						x
<i>Paspalum quadrifarium</i> Lamb.-Poaceae (En)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
<i>Phalaris angusta</i> Nees ex Trin.-Poaceae (Ex)					x		x						
<i>Piptochaetium</i> spp.-Poaceae (Na)	x				x		x	x		x			
<i>Nassella</i> spp.-Poaceae (Na)	x		x	x	x	x							x
<i>Schedonorus arundinaceus</i> (Schreb.) Dumont-Poaceae (Ex)					x				x		x		x
<i>Rumex</i> spp.-Polygonaceae (Ex)							x						
<i>Colletia paradoxa</i> (Spreng.) Escal.-Rhamnaceae (En)		x	x	x		x	x		x		x		
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq -Sapindaceae (Na)		x	x		x	x				x			
<i>Cestrum parqui</i> L'Her.-Solanaceae (Na)		x				x				x			
<i>Salpichroa organifolia</i> (Lam.) Baill Solanaceae (Na)	x	x	x		x		x			x		x	
<i>Solanum</i> spp. L.-Solanaceae (Na)	x									x			
<i>Verbena intermedia</i> Gillies & Hook. ex Hook. -Verbenaceae (Na)	x				x	x							

Especies – Familias (origen)