

ARROYOS MIRANDO AL SUDESTE

LOS CURSOS DE AGUA DEL
SUDESTE BONAERENSE DESDE UNA
PERSPECTIVA MULTIDISCIPLINAR

S.G. De Marco y J.E. Marcovecchio (eds.)

ARROYOS MIRANDO AL SUDESTE
LOS CURSOS DE AGUA DEL SUDESTE
BONAERENSE DESDE UNA PERSPECTIVA
MULTIDISCIPLINAR

S.G. de Marco y J.E. Marcovecchio (eds)

AUTORES:

Barral, M. Paula
Bazterrica, María Cielo
Bó, María Juliana
Camino, Mariana
Campins, Macarena
Cionchi, José Luis
De Marco, Silvia G.
Di Bona, Analía
Finocchietti, Cecilia
Gómez, Nora
Hidalgo, Fernando J
Lacerda, Luiz Drude
López, Marcela
Maggiore, Marina Alejandra

Mantecón, Cecilia L.
Marcovecchio, Jorge E.
Marins Valente, Rozane
Markert, Bernd
Oronoz, Sofía
Piccolo, María Cintia
Pozzobon, María Virginia
Prado, Iván
Rezende, Carlos Eduardo
Sabuda, Fernando
Serra, Analía
Sirirmarco, M. Ximena
Sollazzo, Mariano S.
Wünschmann, Simone

Arroyos mirando al sudeste : los cursos de agua del sudeste bonaerense desde una perspectiva multidisciplinar / María Paula Barral... [et al.]. - 1a ed. - Mar del Plata : Universidad FASTA, 2021.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-987-1312-98-6

1. Aguas Fluviales. 2. Ecosistemas. 3. Microbiología. I. Barral, María Paula.
CDD 577.64

Esta publicación es propiedad Universidad FASTA

ISBN 978-987-1312-98-6

Primera edición, Mar del Plata, Buenos Aires

Copyright © by Universidad FASTA

Toda la correspondencia referida a esta publicación debe dirigirse a:

Universidad FASTA – Facultad de Ingeniería

Gascón 3145 – Segundo piso (7600)

Mar del Plata, Buenos Aires – Argentina

E-Mail: ingenieria@ufasta.edu.ar

Sitio web: www.ufasta.edu.ar/ingenieria

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación o cualquier otro sistema de archivo y recuperación de información, sin el previo permiso de sus autores.

CONTENIDO

Índice	i
Prólogo	iii
Palabras de los editores	vi
Intimidades de este libro	viii
Agradecimientos	xi
Presentación de la obra	xiii
Dedicatoria	xiv
<i>In memoriam</i> Adriana López de Armentia	xvi
Listado de autores	xvii
Capítulo 1. EL SUDESTE BONERENSE	1
<i>M.C. Bazterrica, A.V. Di Bona, F.J. Hidalgo, J.E. Marcovecchio, M.V. Pozzobon, I. Prado, S.G. De Marco</i>	
Capítulo 2. LOS SISTEMAS FLUVIALES:UNA MIRADA SOBRE LOS CONCEPTOS Y LAS TEORÍAS ECOLÓGICAS	21
<i>M.V. Pozzobon</i>	
Capítulo 3. GEOMORFOLOGIA DEL SUDESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES	39
<i>J.L. Cionchi</i>	
Capítulo 4. LA DINÁMICA BIOGEOQUÍMICA DE ARROYOS COMO UNA HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE SU CALIDAD AMBIENTAL.	54
<i>J.E. Marcovecchio, S.G. De Marco, M.P. Barral, M.J.Bó, A.V. Serra, J.L. Cionchi</i>	
Capítulo 5. EL ROL DE LOS ARROYOS EN LOS PROCESOS DE TRANSPORTE CONTINENTE-OCÉANO.	93
<i>J.E. Marcovecchio, S.G. De Marco, M.P. Barral, A.V. Serra, L.D. de Lacerda, R. Marins Valente, C.E. Rezende</i>	
Capítulo 6. ARROYOS, AMBIENTES RIBEREÑOS Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.	131
<i>M.P. Barral, S. Oronoz, M.X. Sirimarco, C. Finocchietti, S.G. De Marco</i>	

Capítulo 7. EL USO DE BIOINDICADORES Y BIOMONITORES COMO EVALUADORES AMBIENTALES EN ARROYOS: DEFINICIONES, ESTRATEGIAS Y APLICACIONES.	145
<i>B. Markert, S. Wünschmann, S.G. De Marco, N. Gómez, M.P. Barral, J.E. Marcovecchio</i>	
Capítulo 8. UTILIZACIÓN DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA EN UN ARROYO TRIBUTARIO DE LA LAGUNA MAR CHIQUITA.	175
<i>S.B. Román, I.I. César, S.G. De Marco</i>	
Capítulo 9. ESTUDIO DE APTITUD AMBIENTAL MEDIANTE ÍNDICES DE CALIDAD EN LOS ARROYOS LAS BRUSQUITAS, LA TOTORA, LA CAROLINA Y EL DURAZNO UBICADOS EN EL PARTIDO DE GENERAL ALVARADO.	235
<i>M.A. Maggiore, M. Campins</i>	
Capítulo 10. LAS PERTURBACIONES Y LA RECUPERACIÓN ECOLÓGICA DE LOS ARROYOS PAMPEANOS	273
<i>María Virginia Pozzobon</i>	
Capítulo 11. LOS ARROYOS COMO INDICADORES REGIONALES DE ALGUNOS EFECTOS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA	303
<i>A.V. Di Bona, S.G. De Marco, M.C. Piccolo, J.E. Marcovecchio</i>	
Capítulo 12. URBANIZACIÓN DE HUMEDALES Y PAISAJES HÍDRICOS EN CONFLICTO. EL CASO DE LAS CUENCAS DE LOS ARROYOS CORRIENTES Y LOBERÍA, PARTIDO DE GENERAL PUEYRREDON	330
<i>A.V. Di Bona, S.G. De Marco, M. López, M.C. Piccolo</i>	
Capítulo 13. PERCEPCIÓN SOCIAL DEL RIESGO DE INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE MIRAMAR	376
<i>F. Sabuda, C. Finocchietti, M.J. Bó, M.A. Camino</i>	
Capítulo 14. LA PROTECCIÓN LEGAL DE LOS ARROYOS. MARCO JURÍDICO	417
<i>M.S. Sollazzo, C.L. Mantecón</i>	

PRÓLOGO

Han pasado 10 años de la publicación del libro "Reserva Natural del Puerto de Mar del Plata, un oasis urbano de vida silvestre", para nosotros, "el libro de la reserva". Un libro que surgió como producto de un proyecto de investigación del Grupo de Investigación Ecosistemas de nuestra Facultad de Ingeniería de la Universidad FASTA dirigido por la Dra. Silvia De Marco y que convocó a un gran equipo de editores, autores y colaboradores de diferentes instituciones. Ellos compartieron en ese libro mucho más que su conocimiento específico, volcaron allí todo su amor por la naturaleza y pusieron en valor ese magnífico oasis urbano de nuestra ciudad de Mar del Plata.

Y aquí estamos, celebrando el décimo aniversario del libro de la reserva con la presentación de otro libro, originado en el mismo grupo de investigación. La historia vuelve a repetirse, y no por casualidad. Los principios, los valores, los sueños y algunos de sus protagonistas son los mismos. Es el mismo liderazgo motivador, la misma pasión por la naturaleza, la misma generosidad en el conocimiento, el mismo compromiso ambiental, el mismo el afecto social y la misma vocación de contribuir a una sociedad mejor que valore y cuide nuestra casa común. Todo eso está en estos libros, impregnado en cada párrafo por la pluma de sus autores. Todo eso, que surge de corazones apasionados y comprometidos, hace que estos libros nos lleguen de otra manera, más allá de su texto literal, los disfrutemos y nos llamen a la reflexión.

“Arroyos mirando al sudeste - los cursos de agua del sudeste bonaerense desde una perspectiva multidisciplinar” es una invitación, desde el conocimiento científico multidisciplinar, a la imprescindible y urgente reflexión acerca de los modos mediante los cuales nos vinculamos con el planeta. La obra integra saberes, experiencias y miradas de diferentes disciplinas que nos trasladan a esos arroyos que, como cuentan las intimidades, evocan momentos, sonidos, colores, aromas y llegan a nosotros, según seamos el pescador, el estudiante en el día de la primavera, el niño que junta espuma o el que tira un barquito de papel, para movilizarnos, para inspirarnos. ¡Y nada más lindo que inspirarnos con un libro!

Si con la inspiración no alcanzara, el libro tiene también dos mensajes importantes, sintetizados en nombres y apellidos que nos calan profundamente.

El primer mensaje tiene que ver con la tenacidad, la perseverancia y la fortaleza, con ese valor de mosquetera, que se hace presente a través de nuestra profesora Adriana López de Armentia. Una gran persona, docente de alma, que nos sigue iluminando desde alguna estrella.

El segundo mensaje tiene que ver con la generosidad, la humildad y el valor de predicar desde el ejemplo. Ese hablar pausado, con las palabras justas, con fundamentos contundentes, con una sonrisa, escuchando todas las opiniones con respeto y compartiendo humilde y generosamente su saber y vasta experiencia hacen de su docencia un valor agregado inestimable para estudiantes y colegas, que encontramos en él mucho más que un maestro, un ejemplo de vida. Ese es nuestro Profesor Emérito, José Luis Cionchi. Sus aportes desde la cátedra y desde el grupo de investigación de nuestra Facultad fueron claves; también su contribución desde el Consejo Académico. Valoré y agradezco siempre sus consejos sinceros de profesor y exdecano y me alegra inmensamente que su grupo le dedique este libro. Nada mejor que dedicar conocimiento a un colega que compartió generosamente todo el suyo, toda su vida.

Arroyos, principios, valores, sueños, inspiraciones y mensajes se fusionan y nos llegan a través de este libro para motivarnos a conocer y amar más aún la realidad natural de nuestro sudeste bonaerense. Es complejo conseguir eso con una publicación científica. Se requiere de mucha capacidad técnica, la concurrencia de expertos comprometidos, un liderazgo motivador y, sobre todo, amor infinito por lo que se hace. Y ahí están Silvia De Marco y Jorge Marcovecchio, guardianes de nuestra casa común, ideólogos de la iniciativa, motores de la convocatoria, catalizadores de voluntades y tiempos, artistas compiladores de miradas, editores de estos arroyos que miran al sudeste. Felicitaciones Silvia y Jorge por el trabajo realizado. Enorme agradecimiento por la obra y por la gestión del proceso de co-construcción de la misma. Hoy los sueños se ven concretados en un nuevo libro; esos sueños se transforman en otro legado para la comunidad científica y para la sociedad toda.

A Silvia, a Jorge, a José Luis, a cada autor/a, a cada colaborador/a, a cada evaluador/a, a cada integrante del Grupo de Ecosistemas, a nuestro equipo de gestión, a las instituciones académicas y científicas que se sumaron al proyecto y, por supuesto, a Adriana en aquella estrella, mi reconocimiento y gratitud. Han hecho un gran trabajo, un gran aporte científico y un gran gesto de amor por nuestra casa común. Felicitaciones!!!

Ing. Roberto Giordano Lerena

Decano

Facultad de Ingeniería

Universidad FASTA

PALABRAS DE LOS EDITORES

Los arroyos son ecosistemas complejos que involucran un entramado invisible de procesos delicados y dinámicos, que comprenden sus dimensiones físicas, químicas, biológicas, ecológicas y sociales. Aunque se trate de sistemas ecológicos que en los mapas o las imágenes de *Google Earth* se vean como líneas, son fundamentales en las regiones en las que existen. Su presencia regula el clima a escala local y sostiene tanto la diversidad biológica acuática como la terrestre. Son fuente de agua, lo cual permite el desarrollo de las actividades humanas que se establecen en sus adyacencias, no sólo las agrícolas y ganaderas sino también las industriales, las turísticas, recreativas y contemplativas. Lamentablemente, también son los receptores de todas las sustancias utilizadas en sus entornos, que llegan por vía directa a través de efluentes (cloacales, pluviales, industriales) y por vía indirecta a través del drenaje continental o transporte atmosférico.

Las transformaciones antrópicas hacen que estos ecosistemas se vean drásticamente afectados, cuando sus aguas se ven rectificadas, sus márgenes laceradas por obras hidráulicas, cuando es arrancada su vegetación marginal, o cuando son entubados y quedan confinados bajo las ciudades.

Las actividades antrópicas perturban los ecosistemas. Es una realidad que como humanidad hemos causado. No obstante, la naturaleza humana es la fuente fundamental de búsqueda de soluciones a los problemas que ocasionan los disturbios generados. Está en nosotros cambiar el rumbo.

Por eso, mediante la difusión de los contenidos de este libro hacemos un llamado a la **reflexión**.

Debemos comprender que resulta **imprescindible conocer** las características socio-ecológicas de nuestro entorno. Luego podremos **tomar conciencia** de la importancia de estos temas que nos afectan. El ambiente, **nuestro planeta es uno solo, y todos sus componentes están interrelacionados**. A partir de este conocimiento podremos **valorar** el lugar donde vivimos, que no tiene fronteras con otros lugares más alejados. Sólo así podremos cambiar nuestras **conductas** y **actitudes**, y hacer ejercicio de

ciudadanía ambiental. Debemos cumplir con nuestras obligaciones como ciudadanos, revisando nuestras acciones cotidianas, para luego poder ejercer nuestros derechos. Verifiquemos la certeza de la información que recibimos, convoquemos y escuchemos a los expertos. Ellos, por su parte, deben capacitarse en la comunicación pública del conocimiento científico, y así compartir la información certera, objetiva y probada con todos, en un lenguaje accesible.

Por último, y con este bagaje de conocimiento, de conciencia y de responsabilidad, podremos exigir y reclamar a los tomadores de decisiones, quienes deberán actuar desde la responsabilidad que les compete, en pos del bien común.

Sólo así podremos convivir en un ambiente sano, para nosotros y para nuestras generaciones futuras.

INTIMIDADES DEL LIBRO

El título de este libro (Arroyos mirando al Sudeste) es un juego de adultos, sobre todo de aquellos con muchos años de vida transcurridos. Más allá de la estructura gramatical y/o sintáctica (por la forma de uso del gerundio), evoca una obra de arte. Una bella y reflexiva película argentina, escrita en 1986 por Eliseo Subiela y estrenada en 1987, llamada “Hombre mirando al Sudeste”, aborda mediante una temática intrigante la llegada de un hombre que asegura venir de otro planeta a estudiar la estupidez humana. En estas décadas, ésta (la estupidez) junto con la ignorancia, desde hace tiempo globalizadas, hace estragos por doquier en la casa común: nuestro planeta Tierra. Individualismo, desigualdad, pobreza extrema, hambre, indiferencia, consumismo, corrupción y violencia parecieran ser el factor común de la “sociedad civilizada”. No es casual que algo de esto interpele al lector de este libro. O tal vez sí sea pura casualidad.

Sabemos que el título es provocador. Para quienes profundicemos en la analogía, nos preguntamos qué tiene que ver la estupidez humana con los arroyos. Y es que aún no logramos comprender cómo y por qué el humano como especie biológica comete tantos actos irracionales, inconsultos, unilaterales y desmesuradamente soberbios que le hace creer que toda intervención en lo natural es beneficiosa. ¿Y es que no sabemos o nos damos cuenta de que estamos perturbando en escalas asombrosas la naturaleza, sus ecosistemas, su biodiversidad? ¿Acaso los arroyos miren al sudeste en busca de una respuesta a la estupidez humana? Seamos más moderados, e invitemos al lector a pensar que resulta imprescindible y urgente reflexionar acerca de los modos mediante los cuales nos vinculamos, con el planeta, nuestra casa común.

Vaya a saber por qué, los editores elegimos este título, para posicionarnos frente a un juego de palabras que esperamos, invite al lector a conocer más de cerca componentes del paisaje de esta región, que parecen inadvertidos para muchos, pero que ofrecen mucho más de los que suponemos.

El arte y la ciencia son “compartimientos” para algunos, que no se contactan. Para nosotros sí, arte y ciencia están en permanente interacción. Los arroyos son una de nuestras (tantas) inspiraciones. El sonido de fluir de agua, el brillo de sus aguas cuando el sol los acaricia, la entrega de su vital líquido a las mariposas y golondrinas que en primavera y en verano los besan. Los cambios de colores de sus aguas según haya llovido, o haya habido una descarga inusual en sus cuerpos.

Nuestro querido amigo el escritor Eduardo Britos, con quien compartimos la pasión por diversas artes, entre ellas la literatura, la música y el teatro, volcó en su novela “Cazadores de crímenes” (2017, Ediciones Gogol) la historia de una familia que fue masacrada en la zona del arroyo Las Brusquitas, al sur del partido de General Pueyrredon, a principio del siglo XX. Allí descubrimos que algo más nos une a Eduardo, y es la afinidad geográfica de nuestras pasiones. Él, escribió con acertada e ilustre pluma hechos que tuvieron como punto de localización un arroyo; nosotros, indagamos en la profundidad de sus características físicas, químicas, biológicas y ecológicas de éste y de otros arroyos del sudeste bonaerense.

Repentinamente, nos queda claro: los arroyos son “entes” diferentes de acuerdo a la perspectiva desde la cual se los aborde. Pueden ser agua, cuyos parámetros medimos, los cuales nos permiten caracterizar estos sistemas. Sin embargo tenemos la certeza de que el arroyo es vida, tiempo, flujo, transcurrir, laberinto (como los que están siempre presentes en la obra del genial J.L. Borges), fugacidad, fragilidad, transformación. Al decir de Heráclito, el curso de agua nunca es el mismo en dos instantes sucesivos. Queremos creer, nos posicionamos en el lugar que considera que el arroyo es viviente, dinámico y mutante, que tiene su propio metabolismo.

Si buscamos la definición del término arroyo, nos encontraremos con las más diversas acepciones: “Caudal corto de agua, casi continuo; a diferencia de los ríos, su longitud es menor así como su caudal. Son pequeños y de escasa profundidad”; o “término que junto con riachuelo y río, diferencian, en función del tamaño, las partes del caudal de una cuenca hidrográfica”, o bien “Del latín *arrugia*, es un caudal corto pero casi continuo de agua. Su bajo caudal lo diferencia de un río”. Cuánta arbitrariedad en nuestras palabras.

¿Acaso no hay ríos pequeños y arroyos grandes? Arroyo:¿Continuo o intermitente en el espacio? ¿Permanente o transitorio en el tiempo? Discurre, corre, al aire libre? ¿Deja de ser arroyo cuando un gran tubo lo oculta bajo una ciudad? ¿Tienen algún valor en el paisaje? ¿Las personas lo usan, se benefician directa o indirectamente con su existencia? ¿Sacan provecho de esta agua que corre? Son receptores de nuestros desperdicios y testigos mudos de nuestros crímenes?

Todo es tan relativo. Pregunten cuán importante es un arroyo para el pescador deportivo, para el estudiante que en el día de la primavera descubre su primer amor en su orilla. Para el niño que junta espuma, para quien chapoteó sus pies en su desembocadura. Para quien, melancólico, tira un barquito de papel tal como lo hizo en su niñez.

Los arroyos de la región, “mueren” en el mar, o le dan vida a él, el gran receptor de todo.

Volvemos a pensar cómo estamos todos entramados de manera invisible, somos vida, agua, arroyo, somos naturaleza, somos parte de ella. Y evocamos los sonidos, los colores, los aromas que los arroyos nos entregan toda vez que hemos ido a muestrearlos.

Por todo lo expuesto, este libro es un homenaje a ellos, los arroyos que miran al Sudeste, y mueren, o dan vida (como se quiera ver) al Mar Argentino.

AGRADECIMIENTOS

Los editores de esta obra deseamos expresar nuestro agradecimiento a las autoridades de la Facultad de Ingeniería, Universidad FASTA, por la confianza depositada en nuestro trabajo y en la producción de conocimiento que se plasma en esta producción científica y permitirnos ponerla a disposición de todos.

Nuestro agradecimiento va entonces dirigido en primer lugar al Sr. Decano de la FI UFASTA, Esp. Ing. Roberto Giordano Lerena, por su acompañamiento, su confianza en nuestro quehacer, su respeto académico, por la total libertad concedida, por su estímulo y valoración permanentes, por su visión anticipatoria de los hechos, por sus palabras, siempre oportunas. Por la complicidad en los desafíos académicos, y finalmente, por la predisposición, atención y celeridad de respuesta ante toda consulta planteada. En su figura agradecemos también a la Sra. Vicedecana, Lic. Sandra Cirimelo y al Sr. Secretario Académico Ing. Roberto Sotomayor, por la valoración y el respeto hacia nosotros. A la Secretaria de Investigación Lic. Mónica Pascual, siempre atenta y expeditiva a la hora de acompañarnos en este nuevo emprendimiento que lleva su tiempo y que al fin ve la luz en formato libro. A la secretaria de Proyección Antonela D'Onofrio por su disposición. A la secretaria de la facultad Srta. Virginia Sebastián por su predisposición constante, por hacernos más fácil la vida administrativa y por su dulzura y gentileza de siempre, y a la Srta. Daniela Rodríguez, quien acompaña a Virginia en el camino de facilitarnos las gestiones administrativas.

Un agradecimiento especial va dirigido a la Lic. María Martínez Palacios, quien extralimitó sus horarios de trabajo para estar siempre a disposición sábados, domingos, feriados y trasnoches para que este libro estuviese listo para esta presentación.

Agradecemos profundamente a las autoridades de la Universidad FASTA, al Sr. Rector Dr. Juan Carlos Mena, por la suma de todos los motivos anteriormente expuestos.

Agradecemos también a los autores de los numerosos capítulos, tanto los de la "casa", como los locales de otras instituciones científicas y académicas, los autores de otras geografías argentinas y finalmente, a los autores extranjeros que acompañan y jerarquizan esta obra con sus contribuciones.

Por otra parte, deseamos agradecer a los numerosos evaluadores (nacionales y extranjeros) que permanecen anónimos por su propia decisión, y cuyas críticas mejoraron notablemente la forma y los contenidos de cada capítulo.

Otro agradecimiento especial está dirigido al Lic. y Prof. Mauro Lasso. Sus palabras, pensamientos, sentimientos y opiniones, generosamente compartidos, son siempre el disparador de las búsquedas por saber más de todo lo que sea posible saber. Referencias a Borges y a Heráclito no hubiesen estado volcadas aquí sin la inspiración compartida por Mauro. Por nuestra amistad, eterna como el tiempo.

Finalmente, agradecemos a todos quienes contribuyeron de forma explícita o tácita a alcanzar este resultado: la compilación de información que, volcada en este libro, esperamos constituya una contribución científica a solucionar los problemas manifiestos en nuestra casa común: nuestro planeta.

Con la convicción de que hoy, más que nunca, debemos pensar globalmente y actuar localmente, seremos mejores personas, si tomamos conciencia de la responsabilidad de nuestros actos y trabajamos por el bien común,

Silvia G. De Marco y Jorge E. Marcovecchio.

PRESENTACIÓN DE LA OBRA

El conocimiento científico volcado en el contenido de este libro es el resultado de muchos años de trabajo sistemático, continuo y esforzado. En principio se pretendió volcar los resultados de varios años de trabajo del grupo de investigación Ecosistemas de la FI – UFASTA. Sin embargo, un análisis pronto reveló la necesidad de convocar a colegas especialistas en áreas disciplinares íntimamente ligadas a los ecosistemas acuáticos objeto de estudio. Así es como rápidamente científicos locales, regionales, argentinos y extranjeros se plegaron al desafío. El resultado es esta obra, que esperamos con humildad sirva para dar a conocer aspectos no explorados de los arroyos de la región del sudeste bonaerense, y compartidos con una variedad de público, a la vez que se constituya en una herramienta que contribuya a la toma de decisiones en torno al uso sustentable de los mismos.

Se ha respetado al máximo el estilo de cada autoría. En este sentido es posible que se reiteren algunos conceptos en diferentes contextos. Sin embargo, lejos de ser consideradas repeticiones de información, la presencia de párrafos referidos a aspectos abordados más de una vez a lo largo de diferentes capítulos resulta una contribución a la lectura amena por parte del interesado.

Por otra parte, tampoco resulta redundante la lectura de parámetros en los mismos arroyos objeto de estudio medidos en diferentes momentos. El lector inquieto encontrará la posibilidad de revisar dicha información y construir una imagen mental sobre las fluctuaciones de las características físicoquímicas, biológicas, ecológicas, entre otras, lo que muy probablemente le permitirá reforzar la idea de la variabilidad que se da en los sistemas naturales.

DEDICATORIA

Este libro, principal resultado del trabajo del Grupo de Investigación Ecosistemas (FI-UFASTA), está dedicado a nuestro querido y admirado Prof. Ing. Dr. José Luis Cionchi, Maestro de Maestros.

Quienes fuimos sus alumnos del secundario en la década de los 1970s lo recordamos (por su apariencia exterior) con sus anteojos grandes de marco marrón y sus pantalones Oxford. Sin embargo, si hurgamos en su interior, surge su autoridad benevolente en el marco de sus clases de Física en el otrora Colegio Nacional Mariano Moreno (1976-1980) de Mar del Plata. Pero quienes tuvimos el honor de haberlo tenido muchos más años que durante el periodo del secundario, quienes nos hemos nutrido de sus enseñanzas, por ejemplo en la asignatura Fundamentos de Geología de la carrera de Lic. en Cs. Biológicas (1978 y 1981, FCEyN, UNMdP) lo recordamos como el profesor que manifestaba apasionada pero también mesuradamente que “Las rocas nos hablan, nos cuentan una (su) historia”.

En mi caso particular (SGDM) tuve el honor de recibir de sus manos (las manos del Decano Cionchi) mi diploma de Licenciada, mientras aun no se notaba la llegada de mi (nuestro) primer hijo.

José Luis Cionchi pasó, en mi vida, de ser el profe de Física (de estricta autoridad), a ser el Profesor de Geología (quien me hiciera un llamado de atención hace cuarenta años: “señorita, ¿por qué se torna tan seria al rendir este examen final?”), para luego ser quien honrara con su trabajo el Decanato de la FCEyN (UNMdP), por diversos periodos. Un día, insistió en que no podía seguir tratándolo de “Usted”. Ese día, con su permiso y toda mi admiración y respeto, pasó a ser “José”.

La vida nos reencontró, luego (pero ya hace aproximadamente 20 años), en la comunidad académica de la Facultad de Ingeniería de la UFASTA. No sólo fuimos colegas docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental, sino que también nos encontramos co-construyendo conocimiento científico en el marco del Grupo de Investigación Ecosistemas del que ambos editores formamos parte, desde 2011. Fue una década de constante aprendizaje, a partir de sus sabios consejos, su mirada experta, su robustez científica, su anecdotario nutrido de experiencias generosamente compartidas. Él fue, sigue y seguirá siendo nuestro faro, nuestro referente, el gran (y humilde) consultor, porque juntos hemos recorrido una década de saber (del que él nos dio, del que todos los integrantes de grupo hemos recibido).

El queridísimo José, nuestro “profe”, nuestro profesor, nuestro colega, compañero, pero por sobre todo, el amigo, la dulce y generosa persona que

comparte sus múltiples saberes: de las rocas de superficie y de profundidad, de las ígneas, sedimentarias y metamórficas, de los procesos de transformación de unas en otras. Pero sobre todo, de las historias que ellas cuentan. Porque las rocas cuentan una historia.

Sus anécdotas de décadas de campañas de muestreo y de exploraciones petroleras, su frecuente evocación a Strahler, su sabiduría de docente y de investigador, su experiencia como gestor de recursos hídricos, su adaptación a las nuevas TICs, al gmail y al dropbox, pero sobre todo, su generosidad inconmensurable, lo hacen merecedor del apodo que le hemos dado: El Patriarca de los Pájaros, aquel personaje de la infancia de muchos que compartía sus voluminosos saberes, con infinita humildad, propia de los grandes.

Por tener la fortuna de recibir sus enseñanzas, no sólo de Física, de Geología, sino también de la Vida, José es merecedor (y nos quedamos cortos) de esta dedicatoria, humilde, pero también respetuosísima, por sus aportes a la docencia, a la investigación, y (como ya dijimos) a la Vida.

Silvia y Jorge

PD: Nos atrevemos a decir estas palabras en nombre de todos los integrantes del grupo de investigación Ecosistemas, FI-UFASTA.

Mar del Plata, noviembre de 2021.

IN MEMORIAM

Adriana López de Armentia (20/09/1959 - 17/10/2016)

Hizo honor a su apellido vasco.

Nadó contra la corriente, a veces mansa, otras (muchas) turbulentas.

Nadie como ella para encontrar las nacientes de un arroyo... nadie como ella para desplegarse en las suaves ondulaciones del paisaje pampeano. Amó a sus hijos, sus plantas -especialmente sus orquídeas-, sus gatos.

Su tesis de maestría, paciente, sigue aguardando por sus manos al teclado.

Fue una docente querida, así lo manifestaron sus estudiantes. Dejó mucho por hacer con su partida.

Como una de las cuatro mosqueteras, supo el verdadero significado de "todas para una, una para todas".

Sus amigas (las otras tres mosqueteras) la seguimos extrañando.

Juliana

Mariana

Silvia

EL SUDESTE BONAERENSE

María Cielo Bazterrica, Analía Verónica Di Bona, Fernando José Hidalgo,

Jorge Eduardo Marcovecchio, María Virginia Pozzobon, Iván Prado y

Silvia Graciela De Marco

RESUMEN

En este capítulo se caracteriza brevemente la provincia de Buenos Aires según aspectos geográficos, políticos, físicos, demográficos, orográficos, climáticos, hidrográficos, ecorregionales y económicos. Se destacan la agricultura y la ganadería como las actividades humanas que ha producido los cambios más drásticos en la biodiversidad de especies y de ecosistemas. Finalmente, se profundiza en la región del sudeste de la provincia, en cuyo contexto se enclavan los arroyos objetos de estudio de este libro.

PALABRAS CLAVE

Provincia de Buenos Aires - sudeste bonaerense

INTRODUCCIÓN

La provincia de Buenos Aires posee una superficie de 307.387 Km², limita al N con las provincias de Santa Fe, Entre Ríos y Córdoba, al O con La Pampa y con Río Negro al SO (**Figura 1-1**). Es la provincia más grande y densamente poblada del país, y su superficie representa ~11% del total de Argentina.

Su posición dentro de la llanura pampeana le otorga un relieve llano, sólo interrumpido por la presencia de los sistemas serranos de Tandilia y Ventania, al sur del territorio provincial con una suave pendiente (0,1-1 m/km) hacia el Océano Atlántico (**Figura 1-2**).



Figura 1-1. Mapa político de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Fuente: educ.ar.

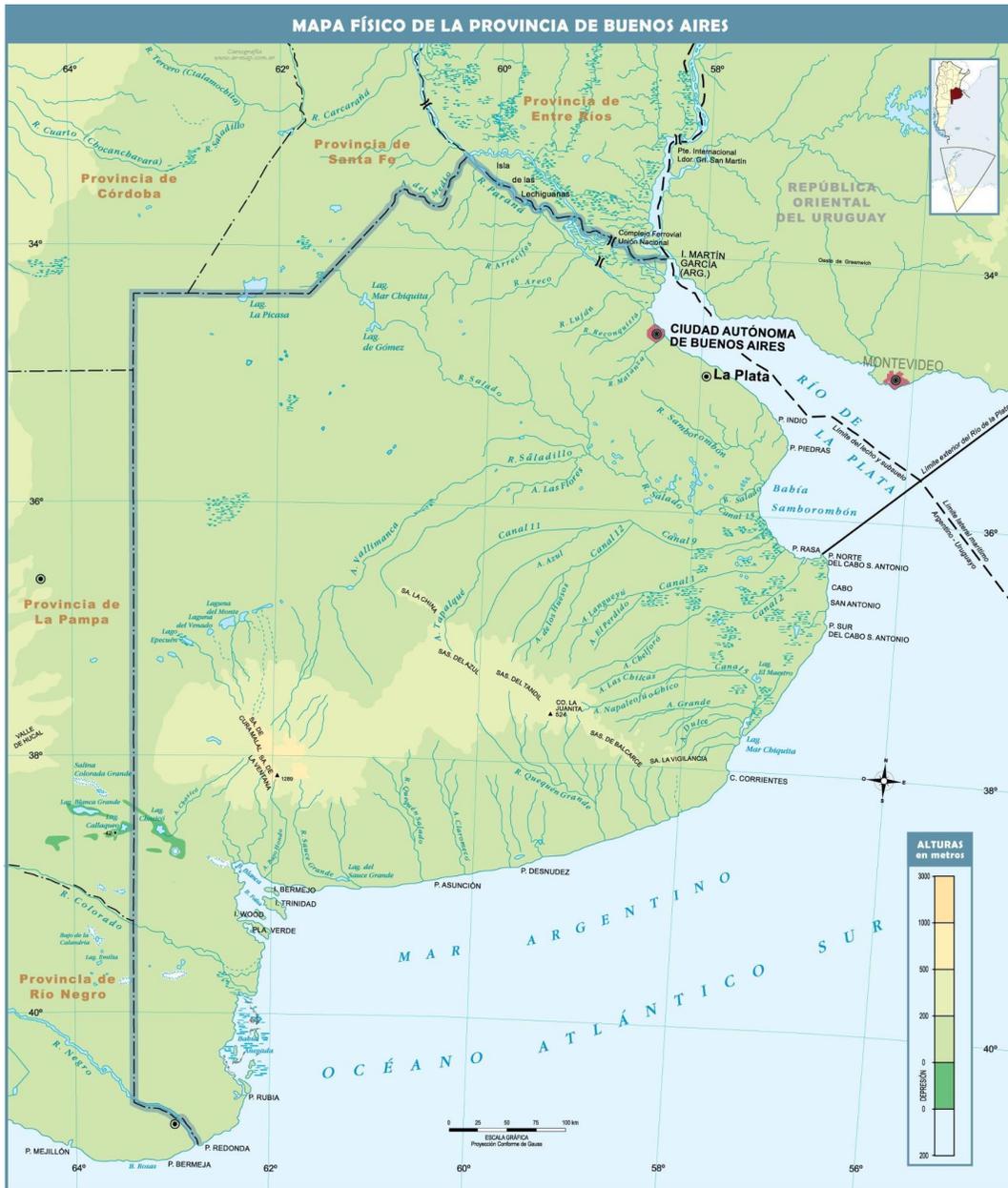


Figura 1-2. Mapa físico de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Fuente: educ.ar.

Al S de la provincia se ubican los cordones orográficos de Tandilia y Ventania (Figura 1-2). Se define la región del Sistema Tandilia como la comprendida por las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires, desde las inmediaciones de la ciudad de Olavarría hasta Mar del Plata, que se

encuentran alineadas en sentido NO-SE, con una longitud superior a los 300 km, un ancho máximo de 70 km, y una superficie total aproximada de 10.000 km² (ver detalle en Capítulo 3 en este libro). El sistema serrano está constituido por sierras, cerros, cerrilladas y lomas de bajas alturas, en general inferiores a los 500 m. Debido a que el cordón serrano de Tandilia no es continuo, y a que sus elevaciones están separadas por valles y abras o por la llanura ondulada, se lo ha dividido en grupos: Sierras de Olavarría, Sierras del Azul, Sierras de Tandil, Sierras de Balcarce, Sierras de Mar del Plata y Sierras de Necochea y Lobería (Teruggi y Kilmurray, 1975). La morfología de la superficie de la región se caracteriza por lomadas suaves de escasa altura, elongadas a sub-redondeadas, que pasan en transición al ambiente de llanura.

El clima es mayoritariamente templado pampeano, y en la zona costera se corresponde con el templado oceánico (**Figura 1-3**).



Figura 1-3. Mapa climático de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Fuente: Adaptado de educ.ar.

Según la clasificación climática de Thornthwaite y Mather (1957), es subhúmedo-húmedo, mesotermal, con un déficit poco significativo de agua en los meses de verano.

Los estudios de Aliaga (2018) sobre variabilidad climática de la región pampeana (y considerando la variabilidad de la precipitación y la temperatura del aire para el periodo 1960-2010) permiten clasificarla como templado húmeda (**Figura 1-4**).



Figura 1-4. Mapa climático de la Región Pampeana según la variabilidad de la precipitación y la temperatura del aire para el período 1960-2010 (tomado de Aliaga, 2018).

En términos generales, una gran extensión de la pradera pampeana presenta balances hidrológicos anuales equilibrados o con ligeros excesos. En meses de alta demanda atmosférica (enero) ocurren deficiencias hídricas entre 20 y 50 mm en 5 de 10 años y entre 30 y 100 mm en 2 de 10 años (Damario y Pascale, 1988). Los vientos prevaecientes son los del E y NE, y la temperatura promedio anual para la región es de ~14°C (Falasca *et al.*, 2000; García, 2009).

La precipitación anual media varía entre 1.100 mm en la parte N a 550 mm en el SO.

La precipitación mensual no responde a una distribución normal. Las lluvias se concentran principalmente en primavera y verano y las temperaturas medias oscilan entre 14 y 20°C (Viglizzo *et al.*, 2006).

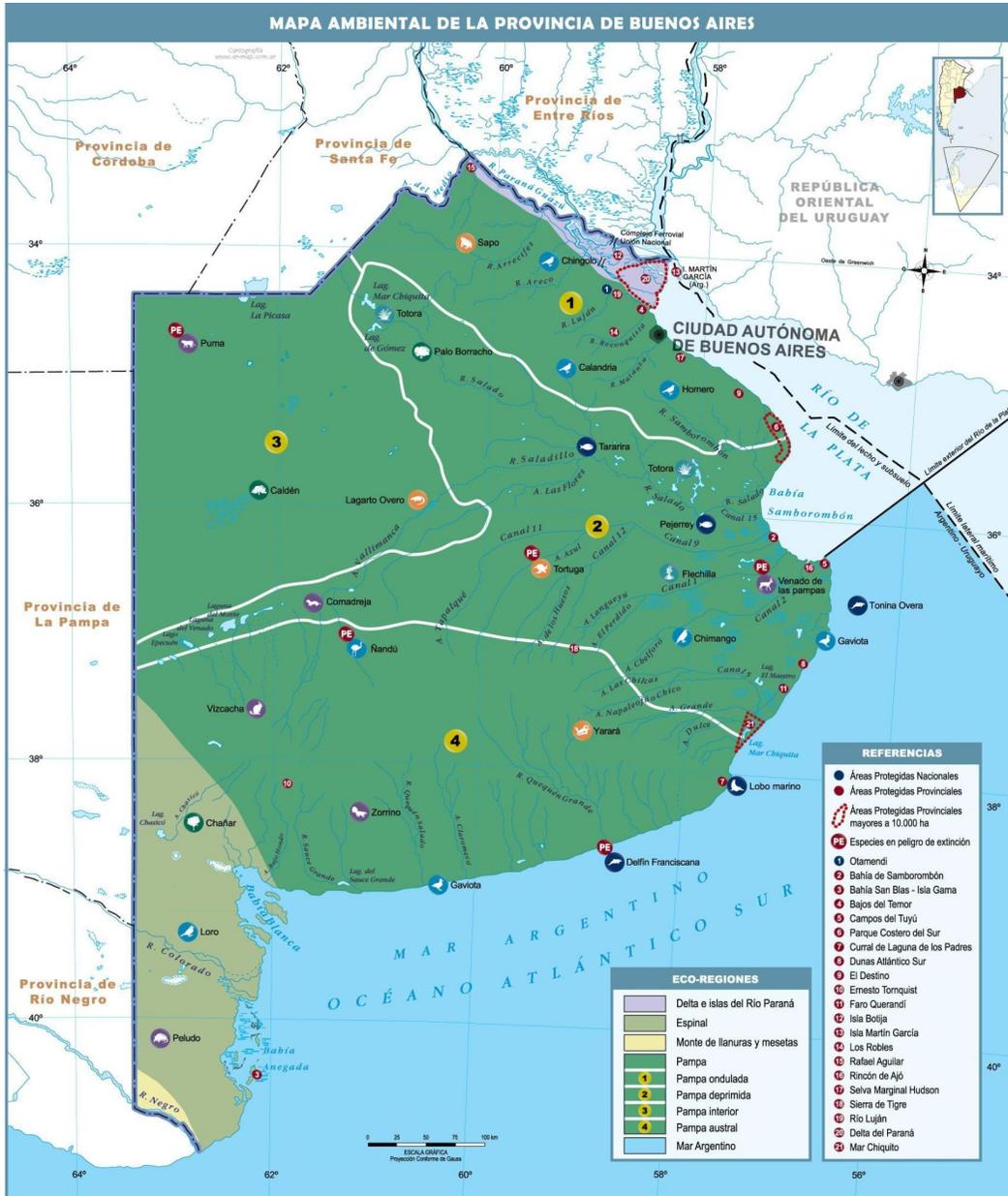


Figura 1-5. Mapa ambiental de la provincia de Buenos Aires que muestra la distribución de la ecorregión pampeana y sus subcorregiones. Fuente: educ.ar.

Desde el punto de vista ecorregional, la provincia pertenece a la **ecorregión Pampeana** (Forte Lay *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2018; Matteucci, 2012.a; b) (**Figura 1-5**). Esta ecorregión se subdivide en cinco subregiones: Pampa Ondulada, Pampa Interior, Pampa Austral, Pampa Deprimida y Pampa

Entrerriana (Viglizzo, 2001). De éstas, las cuatro primeras están en la provincia de Buenos Aires (**Figura 1-5**).

Estudios de diferente escala señalar distintos aspectos de la provincia de Buenos Aires. El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) muestra las variadas regionales naturales de la provincia (**Figura 1-6**).

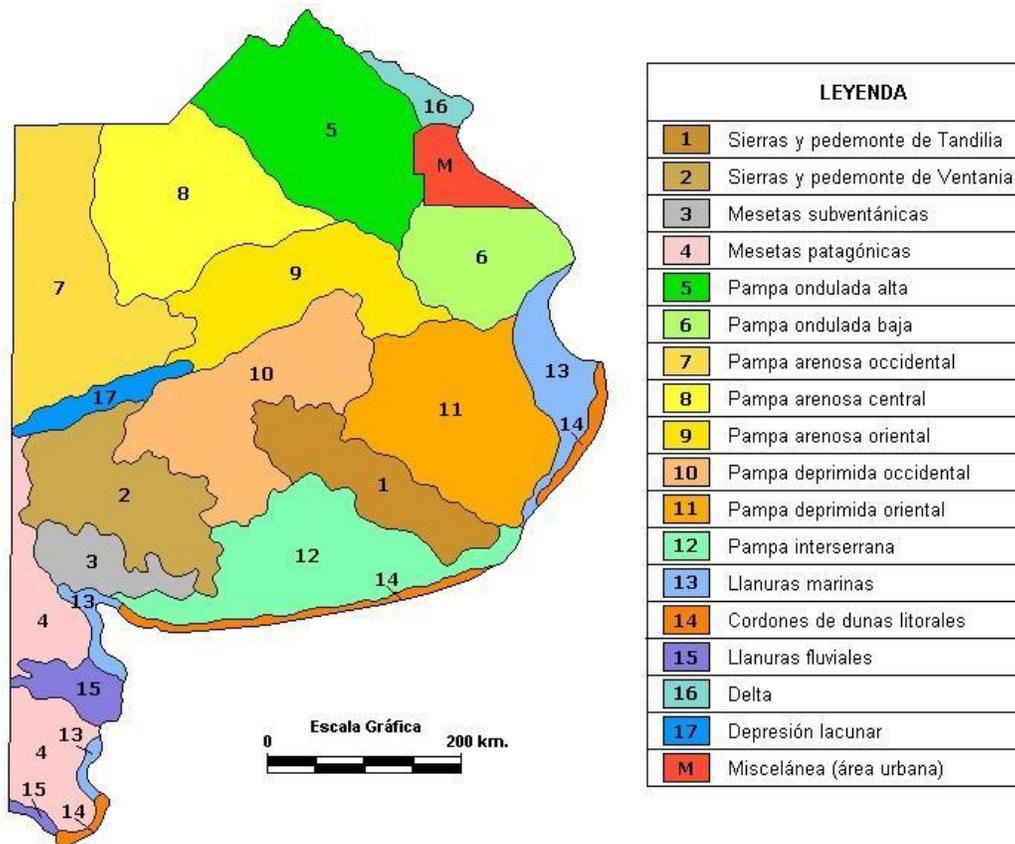


Figura 1-6. Regiones naturales de la provincia de Buenos Aires. Fuente: INTA.

La ecorregión Pampeana constituyó (originalmente) el ecosistema más importante de praderas de Argentina, con un área superior a los 500.000 km²,

que incluyen gran parte de la provincia de Buenos Aires, O de La Pampa y San Luis, SE de Córdoba y S de Santa Fe y Entre Ríos.

La cubierta vegetal de la ecorregión se vio afectada o reemplazada desde tiempos coloniales por las actividades agrícolas y ganaderas (Matteucci, 2012). La flora original comprende unas mil especies de plantas vasculares, que han sido reemplazadas por cultivos o pasturas. El prolongado e intensivo uso ganadero, agrícola y forestal ha causado grandes pérdidas de pastizal natural, tanto a nivel de paisajes, como de ecosistemas y de especies. Los cambios de biodiversidad incluyen la extirpación de especies de mamíferos roedores y carnívoros (puma, yaguararé), aves, anfibios, reptiles, entre otros.

Los pulsos naturales de la región son las inundaciones y los incendios de pastizales. Estos últimos son actualmente provocados por los productores para eliminar arbustos y renovar los pastos (Matteucci, 2012).

El contexto de su relieve general llano o suavemente ondulado expone también planicies deprimidas anegables permanente o cíclicamente, con suave pendiente hacia el océano Atlántico. Comprende también espejos de agua temporales o permanentes. Los cursos del sector austral drenan en el océano Atlántico al Este y Sudeste.

La ecorregión Pampeana es adyacente a la subregión litoral - costera de la ecorregión marina denominada Mar Argentino (de Haro, 2012). Esta subregión abarca la franja de costa hasta los 40 m de profundidad. Éste es el primer ecosistema receptor de los arroyos de la zona. Desde el punto de vista de la biogeografía oceánica, la región del SE bonaerense se encuentra con la Provincia Argentina (distrito bonaerense), con influencia de las aguas cálidas de la Corriente de Brasil. En la región del SE bonaerense, predominan las costas bajas aunque pueden encontrarse costas altas como las barrancas, o acantilados de Mar del Plata. Dichas costas se encuentran, hacia el continente, delimitadas por cadenas de médanos, cordones litorales, acantilados o llanuras bajas (de Haro, 2012). En la zona costera se distinguen los intermareales arenosos, las marismas, restingas y los intermareales rocosos.

Los suelos en esta área de la provincia se formaron en el período cuaternario con depositación de sedimentos eólicos, y se los clasifica como argiudoles típicos, someros, líticos y petrocálcicos (Osterrieth *et al.*, 2008). Poseen reacción moderadamente ácida, bajas concentraciones de sales y de fósforo y alto contenido de materia orgánica que disminuye de este a oeste (Studdert *et al.*, 2005) (**Figura 1-7**).

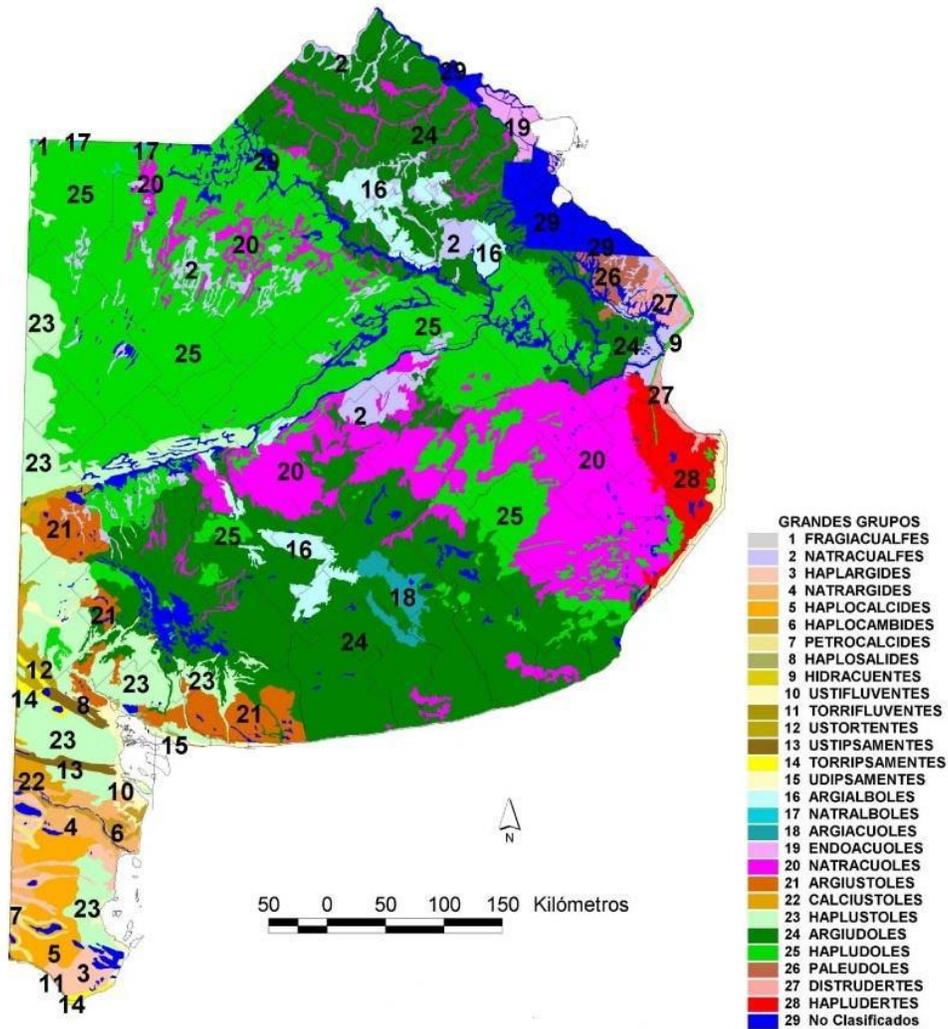


Figura 1-7. Mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires. Fuente: INTA.

La calidad de los mismos permite los cultivos anuales. Por otra parte, el desarrollo de la actividad ganadera se da en zonas marginales.

Los suelos de la provincia de Buenos Aires forman parte de lo que fue una de las praderas más importantes del mundo. Éstos, debido a los cambios económicos sociales suscitados en las últimas décadas especialmente en la de los 90's, sus condiciones agroecológicas se están comprometiendo seriamente (Riviere *et al.*, 2006-2007).

Desde la perspectiva económica, la región se caracteriza por una gran productividad agropecuaria. Del total de su superficie, el 79,3% se utiliza mayormente para la agricultura. A su vez, los porcentajes de suelo con uso agrícola son muy variables (**Figura 1-8**).

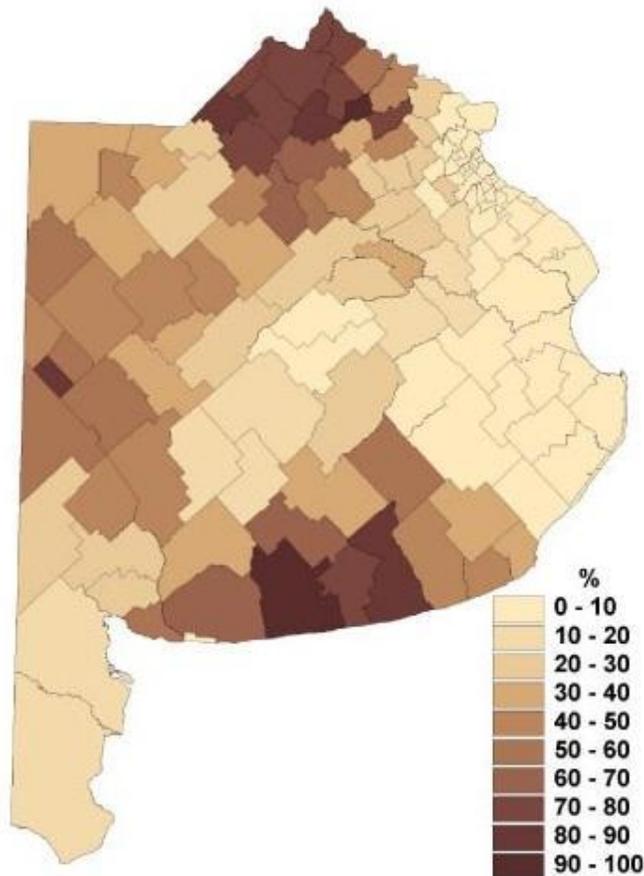


Figura 1-8. Superficie con uso agrícola en la provincia de Buenos Aires. Fuente: INTA.

Esto resulta en una dramática sustitución de los pastizales naturales (la comunidad biológica dominante originariamente en la región) por pasturas, cultivos y/o áreas dedicadas a la ganadería (principalmente vacuna). Los cultivos de trigo, soja, maíz y girasol son los que ocupan el mayor porcentaje de tierras dedicadas a la agricultura. La actividad ganadera cubre un total de 14,4%, y 6,3% se destina a otros usos (cultivo de papa, horticultura y frutales), principalmente por la presencia de basamento cristalino aflorante o la escasa profundidad, que determina un desarrollo muy pobre de los suelos.

El SE de la provincia de Buenos Aires es un área que no puede ser delimitada estrictamente mediante accidentes geográficos notables. Sin embargo, para los objetivos de este libro, arbitrariamente puede extenderse desde el N el partido de Mar Chiquita hasta el extremo S del partido de General Alvarado.

Esta región involucra las regiones naturales denominadas pampa interserrana y los cordones de dunas litorales (**Figura 1-6**). Se trata de una extensión geográfica de usos múltiples, que combina intensas actividades agrícolas y ganaderas, urbanas y turísticas (Rodríguez Capítulo *et al.*, 2010; De Marco *et al.*, 2020). De hecho, es uno de los sectores más relevantes en términos turísticos y productivos. En el área de estudio también se llevan a cabo actividades industriales, principalmente relacionadas con los rubros metalúrgico y agroalimenticio.

Esta área incluye una gran cantidad de cursos de agua superficiales naturales representados básicamente por arroyos (ver en este libro Capítulo 2) y algunos artificiales como canales, que forman una red de drenaje que transporta el agua dulce desde el Sistema de Tandilia (donde se origina) hasta la zona costera. Las cuencas cuyos arroyos nacen en el Sistema de Tandilia se caracterizan por poseer un desarrollo areal que en las cabeceras presenta fuerte gradientes topográficos (con presencia de bloques serranos correspondientes al Sistema de Tandilia) mientras que en la mayor parte de su

extensión se desarrolla una llanura de muy baja pendiente. Los numerosos arroyos que cruzan esta región y sus correspondientes cuencas, fluyen libremente a través de la región. Otros, en cambio, poseen sectores artificialmente encauzados a través ciudades o regiones que deben ser preservadas contra inundaciones o eventos atípicos que puedan generar perjuicios (Feijoó y Lombardo, 2007). Debido al relieve relativamente uniforme de la región, la mayoría de los arroyos pampeanos se originan en pequeños humedales y se alimentan principalmente de aguas subterráneas. Por lo general, carecen de bosques ribereños y tienen un flujo de agua lento (0 - 0,25 cm/s) y conjuntos densos de macrófitas. Los lechos de los arroyos están formados por sustratos duros y homogéneos, con sedimentos finos (principalmente limo y arcilla), alto contenido de carbonato cálcico y ausencia de piedras o cantos rodados. El agua es generalmente alcalina, con alta conductividad y concentraciones elevadas de oxígeno disuelto y nutrientes (Feijoó y Lombardo, 2007; Graziano *et al.*, 2021). Los ríos y arroyos pampeanos son especialmente propensos al impacto de las actividades humanas porque están ubicados en una región que aporta casi la mitad de la producción agrícola de Argentina y reúne a más de la mitad de toda la población del país (Graziano *et al.*, 2021). La urbanización, la agricultura, la ganadería y las obras hidráulicas (principalmente canalizaciones y dragados), son las alteraciones más relevantes que impactan en los recursos hídricos de la región pampeana y afectan cada vez más su integridad ecológica.

Desde el punto de vista hidrológico, el sistema de Tandilia define claramente dos vertientes que drenan una hacia el NE y la otra hacia el SE; esta última contiene las cuencas objeto del presente conjunto de estudios (**Figura 1-9**).

Está ubicada a 404 km al SE de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). Cuenta con una población estable de 616.142 habitantes (INDEC, 2010). Cercana a Mar del Plata, dentro del mismo partido, se encuentra la ciudad de Batán. De unos 9000 habitantes aproximadamente (INDEC, 2010), está ubicada al sudoeste (SO) del partido. Ambas ciudades comprenden el aglomerado urbano Mar del Plata-Batán, que constituye el eje de expansión de la ruta provincial 88. Sobre la ruta nacional 226, un conjunto de parajes rurales y localidades de menor tamaño agrupan población en núcleos cercanos a los 2000 habitantes. En este espacio se encuentra el cinturón frutihortícola, que constituye una franja de aproximadamente 25 km que rodea la ciudad. El mismo representa el segundo cordón frutihortícola a escala nacional, seguido del que se encuentra en las proximidades de la ciudad de La Plata.

En los límites del partido predominan las actividades agrícolas de tipo extensivas.

Hacia el N y S de la ciudad, (Rutas provinciales 2 y 11) se extiende la trama urbana sobre el borde rural-costero marino, que configura un continuo de núcleos urbanos extraejidales de baja densidad de población.

La **Figura 1-10** muestra el partido de General Pueyrredon, que ilustra su configuración espacial actual.

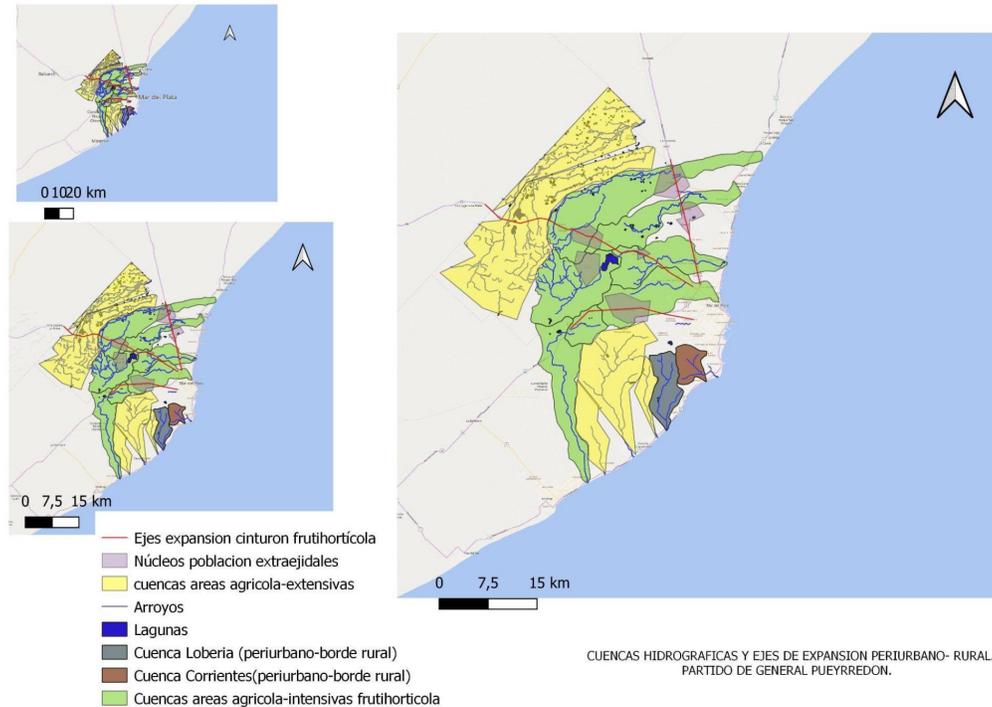


Figura 1-10. Partido de General Pueyrredon, ejes de expansión frutihortícola, núcleos de población extraejidales, áreas agrícola-extensivas e intensivas frutihortícolas y cuencas de arroyos.

La ciudad de Miramar limita al noreste NE con el partido de General Pueyrredon; al NO con el partido de Balcarce; al SO con el partido de Lobería; y al sur (S) con el Mar Argentino. Se encuentra a 45 km al sur de la ciudad de Mar del Plata y posee 35.397 habitantes (INDEC, 2010). Es una ciudad con gran actividad turística durante los meses de verano. Otras localidades en este partido son Mar del Sur, Nicanor Otamendi y Mechongué. Estas últimas son localidades (de 2000 a 10000 habitantes) que agrupan población rural en torno a la actividad agrícola. En el caso de Otamendi, representa junto con Balcarce la zona de producción papera más importante a escala nacional en términos de la superficie implantada, rendimientos y articulación en la cadena agroindustrial. Por su parte, en Mechongué se desarrollan la ganadería y las oleaginosas (**Figura 1-11**).

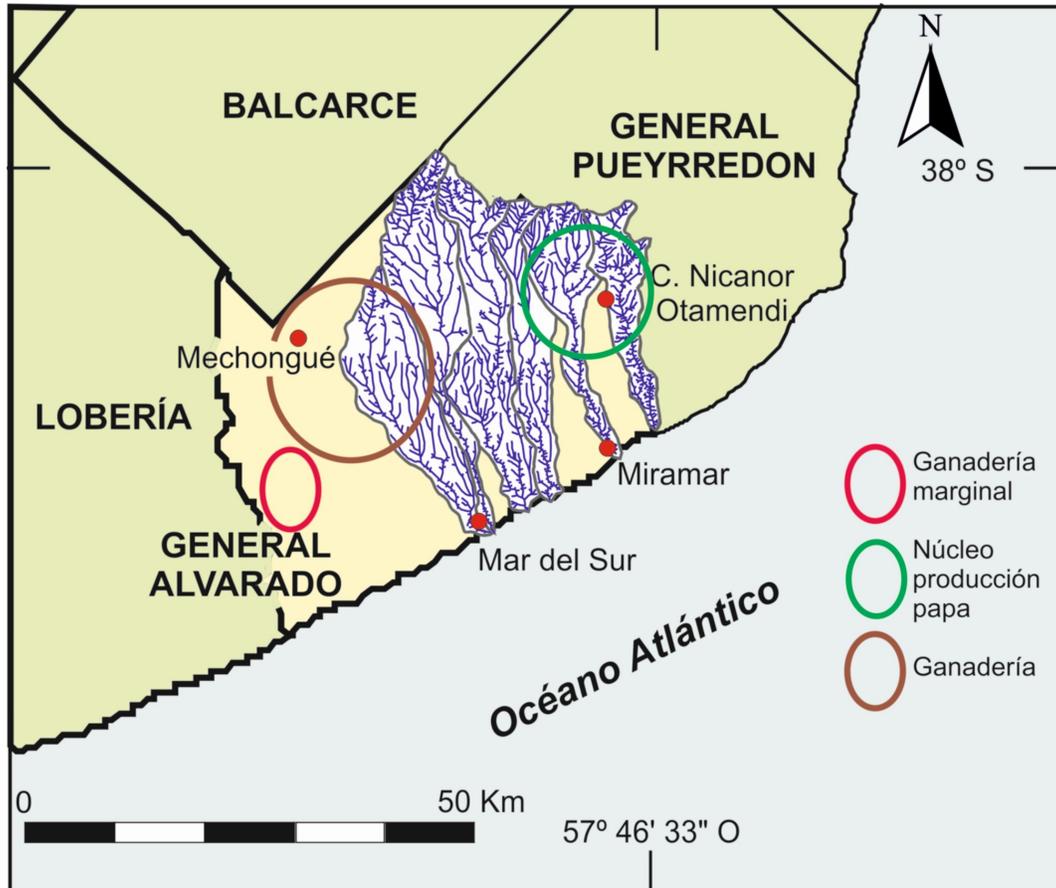


Figura 1-11. Partido de General Alvarado, áreas agrícolas y ganaderas y cuencas de arroyos.

El estado y la calidad ambiental de los ríos y arroyos de la zona ha cambiado en los últimos 150 años, desde la incorporación de la agricultura extensiva e intensiva, que sucedió a la época de la ganadería extractiva de fines del siglo XIX y del emplazamiento de escenarios urbanos de distinta escala y complejidad que intervinieron los cursos de distinto modo y con diferente intensidad (del Río *et al.*, 2017). Estos ecosistemas acuáticos, además de transportar el agua superficial, cumplen otras funciones ecosistémicas como proveer hábitat para distintas especies acuáticas; sus ambientes ribereños contribuyen en procesos tan importantes como la productividad primaria (fijación de CO₂, producción de O₂ y materia orgánica), filtran los contaminantes del escurrimiento superficial y proveen hábitat para diversas especies terrestres, entre otros (ver detalles en el Capítulo 6 de este libro). Estas funciones aportan a la provisión de distintos servicios

ecosistémicos relevantes para el bienestar de la población local (ej. regulación hídrica, provisión de agua limpia, oportunidades de recreación y turismo, entre otras). A su vez, existe una estrecha relación entre estos ecosistemas acuáticos superficiales y los acuíferos subterráneos, que también constituyen la única fuente de recursos hídricos tanto para el riego como para el consumo humano y ganadero, entre otros. En este sentido, vale destacar que una importante particularidad de estas áreas de llanura es la homogeneidad a escala regional que muestran algunos de los parámetros vinculados a las metodologías tradicionales de evaluación de vulnerabilidad de acuíferos, a menudo hecho que se ve agravado por la carencia de datos o por el tiempo y costo que lleva obtenerlos (Massone *et al.*, 2007).

Finalmente, poner en contexto regional los arroyos objeto de estudio de este libro permite acercarnos a la comprensión de su estructura y de su funcionamiento.

AGRADECIMIENTOS

Esta compilación es el resultado del trabajo realizado por los Grupos de Investigación Ecosistemas, FI, UFASTA, y Humedales y Ambientes Costeros (HyAC), FCEyN e IIMyC, UNMdP, a través de los proyectos de investigación desarrollados entre 2011 y el presente.

REFERENCIAS

- Aliaga, V.S. (2018)** Variabilidad climática de la Región Pampeana y su efecto sobre lagunas de la región. Tesis doctoral en Geografía. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. 193 pp.
- Barral, MP. (2015)** ECOSER: Tutorial para el mapeo de funciones ecosistémicas y servicios ecosistémicos. Documento online (www.eco-ser.com.ar).
- Costa, C.H., L.A. Owen, W.R. Ricci, W.J. Johnson, A.D. Halperin (2018)** Holocene activity and seismogenic capability of intraplate thrusts: Insights from the Pampean Ranges, Argentina. *Tectonophysics* **737**, 57-70.
- Costa, J., Massone, H., Martínez, D., Suero, E., Vidal, M., Bedmar, F. (2002)** Nitrate contamination of a rural aquifer and accumulation in the unsaturated zone. *Agric. Water Manag.* **1744**, 1-15.
- Damario, E.A., Pascale, A.J. (1988)** Características agroclimáticas de la región pampeana argentina. *Revista de Facultad de Agronomía* **9**, 41-64.

- De Haro, J.C. (2012)** Ecorregión Mar Argentino. En: *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*, Morello, J., S.D. Matteucci, A. F. Rodríguez y M. Silva (eds). Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires. Cap.6 (773 pp.)
- del Rio J.L., G. Benseny, F. Oyarbide, M.A. Camino, M.J. Bó, N.A. Padilla, S.G. De Marco (2017)** El paisaje fluvial en escenarios urbanos y periurbanos en el sudeste de la provincia de Buenos Aires - Argentina. En: *Água, recurso hídrico: bem social transformado emmercadoriaTupã*, Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista (ANAP), Sao Paulo, Brasil. Cap 9: 192-213.
- De Marco SG, JE Marcovecchio, M Vallina, MP Barral, MJ Bó, M Camino, JL Cionchi, A López de Armentia, CV Spetter (2020)** The influence of human activities on Pampean streams catchment: a biogeochemical approach. *Environmental Earth Sciences* **79 (1)**: 34-50. DOI: 10.1007/s12665-019-8676-3
- Falasca, S., A. Ulberich, M. Bernabé, S. Mordenti (2000)** Principales características agroclimáticas del sudeste bonaerense, República Argentina. *Revista Geográfica*, 91-102.
- Feijoó, C.S., R.J. Lombardo (2007)** Baseline water quality and macrophyte assemblages in Pampean streams: a regional approach. *Water research* **41 (7)**, 1399-1410.
- Forte Lay, J., O. Scarpati, A. Capriolo (2008)** Precipitation variability and soil water content in Pampean Flatlands (Argentina). *Geofísica Internacional* **47 (4)**, 341-354.
- García, M.C. (2009)** El clima urbano costero de la zona atlántica comprendida entre 37°40' - 38°50' S y 57° - 59° W. *Tesis Doctoral. Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur (UNS)*, Bahía Blanca (Argentina).
- Graziano, M., A. Giorgi, C. Feijóo (2021)** Multiple stressors and social-ecological traps in Pampean streams (Argentina): A conceptual model. *Science of Total Environment* (765), 16 pp.
- INDEC (2010)** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, Presidencia de la Nación. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 (www.indec.gov.ar)
- Massone, H., M. Quiroz Londoño, D. Martínez (2010)** Enhanced groundwater vulnerability assessment in geological homogeneous areas: a case study from the Argentine Pampas. *Hydrogeology Journal* **18**, 371-379.
- Matteucci, S.D. (2012.a)** Human-natural system sustainability in Buenos Aires province, Argentina. *Journal of Geography and Geology* **4 (4)**, 76-91.
- Matteucci, S.D. (2012.b)** Ecorregión Pampa. En: *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*, Morello, J., S.D. Matteucci, A.F. Rodríguez y M. Silva (eds). Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires, Argentina. Cap. 12: 391-445 (773 pp.) ISBN: 978-987-1922-00-0
- Morello, J., S.D. Matteucci, A.F. Rodríguez y M. Silva (eds) (2012)** Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires. 773 pp. ISBN: 978-987-1922-00-0
- Osterrieth, M., G. Martínez, M.A. Gutierrez, M.F. Álvarez (2008)** Biomorfos de Sílice en la Secuencia Pedosedimentaria del Sitio Arqueológico Paso Otero 5, Buenos Aires, Argentina. En: *Matices Interdisciplinarios en Estudios Fitolíticos y de Otros Microfósiles*, Korstanje, M.A. y M.P. Babot (eds), British Archaeological Reports, John & Erica Hedges Ltd., Oxford (UK). Cap. 8: 77-90 (246 pp) ISBN 978 1 4073 0237 9
- Riviere, I.M., C.A. Mikkelsen, M. López, E. Ferrante (2006-2007)** Actividades productivas rurales en el sudeste de la provincia de Buenos Aires y su vinculación con la dinámica de la población 1980-2001. *Huellas* **11**, 143-167.

- Rodríguez Capítulo A, N. Gómez, A. Giorgi, C. Feijoó (2010)** Global changes in pampean lowland streams (Argentina): implications for biodiversity and functioning. *Hydrobiologia* **657**, 53-70.
- Studdert, G.A., G.F. Dominguez, M.J. Eiza, C.C. Videla (2005)** Manejo de cambios en el suelo a través de rotaciones de cultivos y labranzas en el sudeste bonaerense: algunos resultados de ensayos de larga duración. En: *Simposio "Impacto de la Intensificación de la agricultura sobre el recurso suelo"*. Colonia del Sacramento, Uruguay, Octubre de 2005.
- Teruggi, M.E. y J. Kilmurray (1975)** Tandilia. En: *Relatorio de la Provincia de Buenos Aires. VI Congr. Geol. Arg.*, Relat.: 55-57. Buenos Aires.
- Thornthwaite, C.W., J.R. Mather (1957)** *Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance* (Rep.NºREP.G1794). Centerton, pp. 206-208 y 230-240.
- Viglizzo, E.F. (2001)** *La trampa de Malthus: agricultura, competitividad y medio ambiente en el siglo XXI*. (No. Sirsi) i9789502310251).
- Viglizzo, E.F., F. Frank, J. Bernardos, D.E. Buschiazzo, S. Cabo (2006)** A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the Pampas of Argentina. *Environmental monitoring and assessment* **117 (1)**, 109-134.
- Viglizzo, E., L. Carreño, H. Pereyra, F. Ricard, J. Clatt, D. Pincén (2010)** Dinámica de la frontera agropecuaria y cambio tecnológico. En: *Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico-ambiental*, Viglizzo, E. y Jobbágy, E.G. (Eds.), Buenos Aires: Ediciones INTA. Cap. 1: 9-16 (106 pp).