Aportes para la rehabilitación de la Laguna del Sauce y el ordenamiento territorial de su cuenca

Aportes para la rehabilitación de la Laguna del Sauce y el ordenamiento territorial de su cuenca

Instituto Sudamericano para Estudios sobre Resiliencia y Sostenibilidad (SARAS²) - 2018.

Edición: Paula Bianchi, Germán Taveira, Hugo Inda y Manfred Steffen.
Fotografías: Gabriela Oxilia (2016), Hugo Inda (2015), Néstor Mazzeo y Jorge Hourcade (2013).
Diseño: Paula Bianchi y Germán Taveira.

Índice

Índice de siglas 6

Prefacio 9

Resúmenes de capítulos 10

CAPÍTULO 1. ¿Qué es la eutrofización? 25
- Referencias 31

Sobre el sistema Laguna del Sauce 32

CAPÍTULO 2. ¿Cuál es el estado ecológico de Laguna del Sauce? 35
- Distrubución de peces: 24 especies capturadas con redes 37
- Referencias 42

Sobre la cuenca de drenaje 44

CAPÍTULO 3. ¿Cuáles son los principales usos del suelo actuales y tendenciales en la Cuenca de Laguna del Sauce? 47
- Referencias 59

CAPÍTULO 4. ¿Cuáles son las posibles estrategias de rehabilitación de la Laguna del Sauce? 61
- ¿Cómo controlar el aporte externo de nutrientes? 64
- Plantas de tratamiento para el control de aportes puntuales 64
- Nuevas prácticas de fertilización en los agroecosistemas 64
- Conservación, creación y manejo de áreas de amortiguación o zonas buffer 66
- Zonas de exclusión del ganado sobre los cuerpos de agua 67
- ¿Cómo controlar la carga interna de nutrientes? 68
- Remoción del sedimento 69
- Aislamiento físico del sedimento 69
- Aislamiento químico del sedimento 69
- Lavado del sistema 71
- ¿Qué otras medidas existen para acelerar el proceso de rehabilitación? 71
- Biomanipulación: control de la pesca artesanal y remoción de peces planctívoros 72
- Cultivo de bivalvos 74
- Manejo de la vegetación acuática 74
- Control de cianobacterias por ultrasonido 75
- Referencias 78

CAPÍTULO 5. Ordenamiento y planificación territorial en el contexto de la gestión integrada de cuencas 81
- Proceso de construcción del territorio local 82
- Marco normativo nacional y departamental 85
- Desafíos del marco jurídico - institucional 92
- Estado del arte y caminos a recorrer 93
- Tipología de los procesos de participación 96
- Referencias 97

CAPÍTULO 6. Estrategias de rehabilitación de Laguna del Sauce desde la perspectiva del Ordenamiento Territorial 99
- Certezas, riesgos e incertidumbres 100
- Alternativas optimas vs satisfactorias 101
- Opción nula 101
- Opción de rehabilitación 101
- Control del aporte externo: oportunidades, dificultades y desafíos 102
- Aportes puntuales 104
- Aportes difusos 104
- Control de la carga interna de nutrientes 107
- Medidas adicionales para acelerar el proceso de recuperación 108
- Referencias 108

CAPÍTULO 7. Avances, desafíos y oportunidades en el actual sistema de gobernanza 111
- Transición del comando-control hacia el manejo integrado 116
- Desde el manejo integrado al adaptativo 117
- Mapeo de servicios ecosistémicos y valoración económica 119
- De la administración de crisis a la rehabilitación, prevención y precaución 122
- Referencias 126

Índice de siglas

μg/L – Microgramos/Litro

ANP – Administración Nacional de Puertos

CONEAT - índice estructurado por el Ministerio de Agricultura y Pesca y la Comisión Nacional de Estudio Agro económico de la Tierra (CO.N.E.A.T.)

DICOSE - División Contralor de Semovientes

DIEA - División de Estadística Agropecuarias

DINAGUA – Dirección Nacional de Aguas

DINAMA – Dirección Nacional de Medio Ambiente

DINAMIGE – Dirección Nacional de Minería y Geología

DINARA – Dirección Nacional de Recursos Acuáticos

DINOT – Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial

DNH – Dirección Nacional de Hidrografía

DNI - Dirección Nacional de Industrias

IDM – Intendencia Departamental de Maldonado

IMPO - Dirección Nacional de Impresiones y Publicaciones Oficiales

INE – Instituto Nacional de Estadísticas

LOTDS – Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible

MDN – Ministerio de defensa Nacional

MGAP – Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca

MI – ministerio del interior

MIDES – Ministerio de Desarrollo Social

MIEM – Ministerio de Industria, Energía y Minería

MSP – Ministerio de Salud Pública

MTOP – Ministerio de Transporte y Obras Públicas

MVOTMA – Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

NTU - del inglés Nephelometric Turbidity Unit unidad nefelométrica de turbidez

OPP - Oficina de Planeamiento y Presupuesto

OSE – Obras Sanitarias del Estado

OSE-UGD - Obras Sanitarias del Estado - Unidad de Gestión Desconcentrada de Maldonado

PNN – es el mismo que prefectura nacional naval?

PNN – Prefectura Nacional Naval

RENA – Dirección General de Recursos Naturales

SINAE – Sistema Nacional de Emergencias

SNIG – Sistema nacional de información ganadera

SOHMA – Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada

UDELAR – Universidad de la República

Ursea – Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua

USGS - United States Geological Survey (Servicio Geológico de los Estados Unidos)

UTE - Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas

Resumen de capítulo 3

¿Cuáles son los principales usos del suelo actuales y tendenciales en la cuenca de Laguna del Sauce?

German Taveira, Paula Bianchi, Ismael Díaz & Hugo Inda.

Aportes para la rehabilitación de la Laguna del Sauce y el ordenamiento territorial de su cuenca

Resumen

3

En la cuenca de Laguna del Sauce se desarrollan actividades ganaderas, forestales, agrícolas, turísticas e inmobiliarias.

La actividad que ocupa la mayor parte del territorio de la cuenca es la ganadería de carne, seguida por la forestación y la agricultura.

Todas estas actividades pueden generan impactos en la calidad del agua o contribuir directa o indirectamente al proceso de eutrofización.

Para revertir estos efectos es necesaria la construcción de infraestructura (sistemas de saneamiento urbano) y la incorporación de buenas prácticas tanto en el ámbito rural como urbano, a efectos de compatibilizar los usos del suelo con la conservación del principal servicio ecosistémico de la cuenca: suministro de agua potable.

3 ¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES USOS DEL SUELO ACTUALES Y TENDENCIALES EN LA CUENCA DE LAGUNA DEL SAUCE?

German Taveira, Paula Bianchi, Magdalena Fuentes, Ismael Díaz & Hugo Inda

Mensajes clave

- En la cuenca de Laguna de Sauce se desarrollan distintas actividades productivas y recreativas.
- El desarrollo urbano ocurre cercano a los cuerpos de agua, principalmente con fines residenciales y turísticos.
- La actividad que ocupa la mayor parte del territorio en la cuenca es la ganadería de carne, seguida por la forestación y la agricultura.
- Los usos del suelo con fines productivos o urbanísticos sin un adecuado manejo pueden generar impactos negativos directos o indirectos sobre el cuerpo de agua.

Taveira, G., Bianchi, P., Fuentes, M., Díaz, I. & Inda, H. 2018. ¿Cuáles son los principales usos del suelo actuales y tendenciales en la cuenca de la Laguna del Sauce? En P. Bianchi, G. Taveira, H. Inda, & M. Steffen, eds. Aportes para la rehabilitación de la Laguna del Sauce y el Ordenamiento Territorial de su cuenca. Maldonado: Instituto SARAS: 47–59.

¿Cuáles son los principales usos del suelo actuales y tendenciales en la cuenca de Laguna del Sauce?

El presente capítulo analiza las principales características del uso del suelo en la cuenca de Laguna del Sauce (Fig. 3.1 y 3.2) y las tendencias más relevantes observadas.

A partir de la carta de uso de suelo proporcionada por el SIT-MVOTMA, clasificada según *Land Cover Classification System* (LCCS) del 2015, se observa que la mayor parte de la superficie de la cuenca de Laguna del Sauce corresponde a campo natural (47,6%), seguida por el monte nativo (16,9%) (Fig. 3.3, Tabla 3.1).

La ganadería de carne es la principal actividad dentro de la cuenca. En evaluaciones previas (Rodríguez et al. 2010) se constató que la mayoría de los predios son criadores (42% de vacas de cría/stock) con una baja proporción de ovinos, 0.7 de relación lanar: vacuno (L/V). Esta actividad se realiza en la mayoría de los casos en predios menores a 50ha bajo

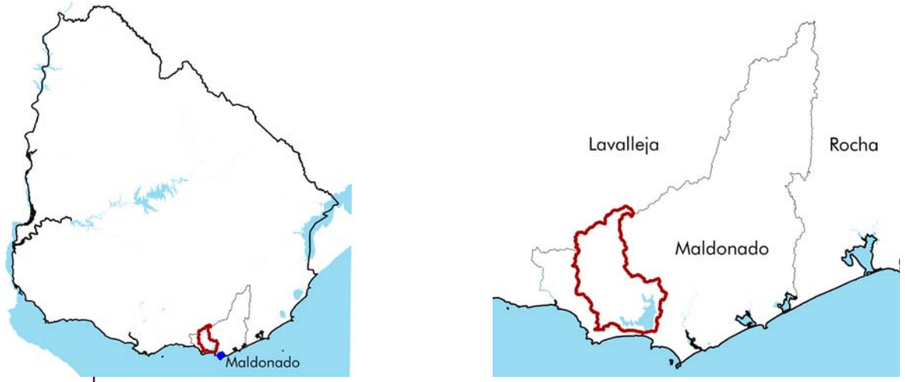

Fig. 3.1 *Localización de la cuenca de Laguna del Sauce con relación al país y al departamento de Maldonado.*

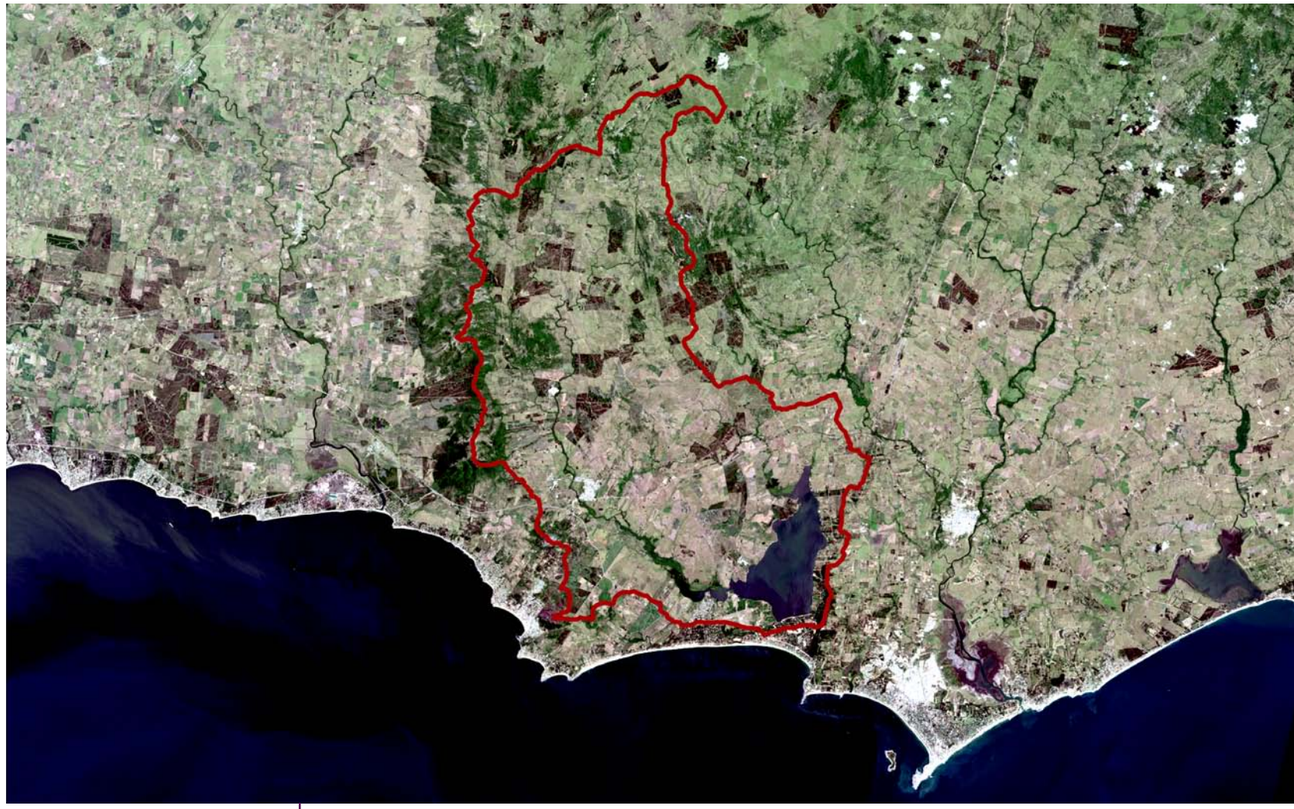

Fig. 3.2 *Imagen satelital Landsat-8 correspondiente al mes de febrero del 2016, la línea roja indica la delimitación de la cuenca de drenaje de Laguna del Sauce.*

Tabla 3.1. Cobertura del suelo en hectáreas de diferentes usos correspondiente al año 2015.

Cobertura de suelo	Hectáreas	%
Herbáceo Natural	33608,8	47,6
Monte Nativo	11901,4	16,9
Plantacion Forestal	9118,8	12,9
Cultivos > 4-5 ha	6467,1	9,2
Aguas Naturales	4154,7	5,9
Cultivos Regados y de Secano < 4-5 ha	1749,8	2,5
Arbustos	1011,1	1,4
Areas Urbanas Dispersas	704,2	1,0
Area Natural inundable	437,9	0,6
Area Urbana	437,8	0,6
Equipamiento Urbano	308,9	0,4
Areas Desnudas	256,8	0,4
Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto	188,9	0,3
Aguas Artificiales	97,9	0,1
Frutales	91,2	0,1
TOTAL	**70535,3**	**100,0**

la modalidad de producción extensiva (MGAP-SNIG 2016). Sin embargo, se registran en de la zona algunos casos de producción intensiva (MGAP-DICOSE 2015). Es de destacar que la producción ganadera se desarrolla mayoritariamente sobre campo natural y pasturas regeneradas. La superficie de esta cobertura de suelo no ha tenido variaciones importantes en los últimos 15 años (Fig. 3.4).

La superficie de pasturas mejoradas, incluidas las praderas artificiales, los campos fertilizados, mejorados y los cultivos forrajeros para ganadería, llega al 2016 a valores similares al del año 2004 –tomado como inicio de la serie–. Sin embargo, en la última década el mejoramiento experimentó un crecimiento sostenido, donde en su año con mayor diferencia supera el 17%, con respecto al año base, lo que representa 55.330ha mejoradas en el año 2008 (Fig. 3.5). Asimismo, esta tendencia de crecimiento es opuesta a lo que sucede en el resto del territorio nacional. A pesar de esto la concentración de ganado por hectárea dentro de la cuenca es similar a la del nivel nacional, que muestra una disminución a partir de 2009 (MGAP-DIEA 2015).

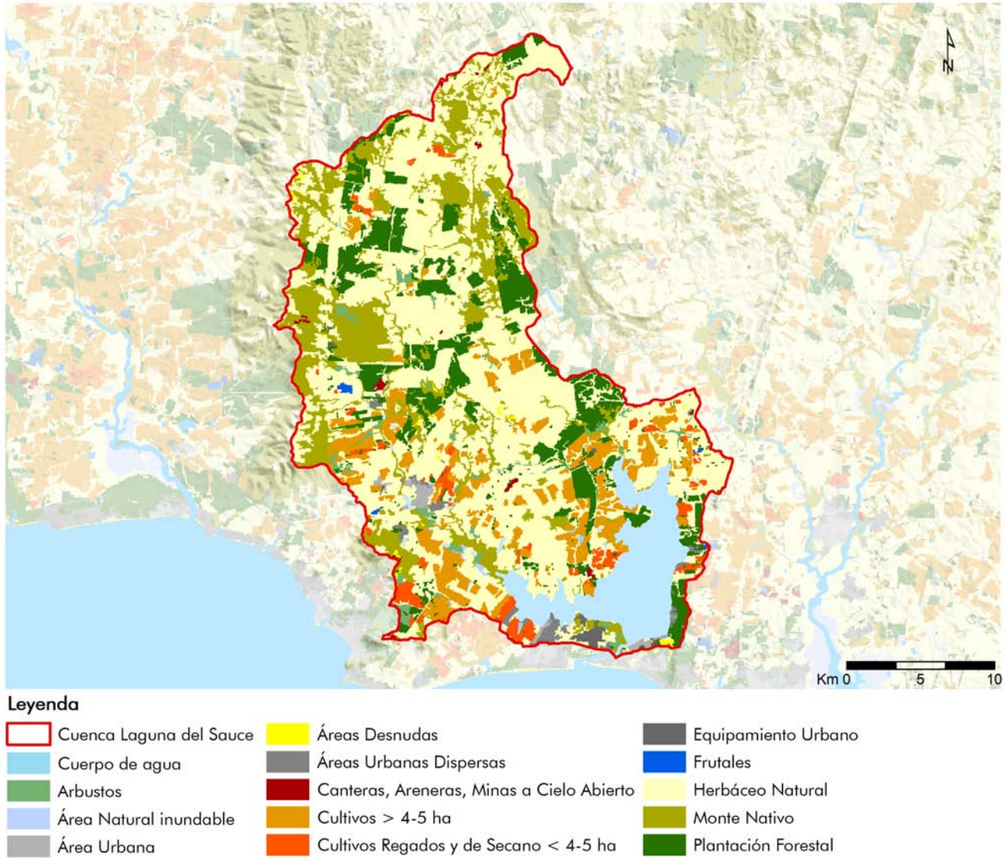

Fig. 3.3 *Mapa de cobertura de suelo en la cuenca de Laguna del Sauce al 2015 (SIT-MVOTMA).*

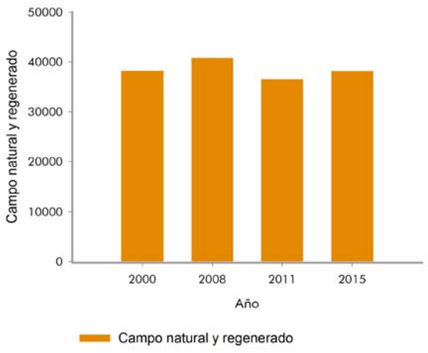

Fig. 3.4 *Cantidad de hectáreas de campo natural y regenerado en el período 2000 – 2015. En base a SIT-MVOTMA.*

En cuanto a la actividad forestal, las plantaciones en la cuenca son principalmente de *Eucalyptus spp* destinado a la industria del papel y como fuente de energía (Achkar et al. 2006). También existen plantaciones de *Pinus* y bosques de menor escala relacionados con la urbanización. A partir de datos obtenidos mediante análisis de imágenes satelitales en el período 1984 al 2015 se observa que la evolución de la superficie forestada ha experimentado un crecimiento sostenido durante los últimos 15 años, llegando a ocupar un 12,9% en 2015 (Fig. 3.6).

Dentro de la cuenca, el área de suelo categorizada como de prioridad forestal ocupa un 48,4%, de la cual un 29,7% está forestado actualmente. A nivel de subcuencas, la del Arroyo Pan de Azúcar tiene un 57,1% del suelo declarado como área de prioridad forestal, de la cual el 12,2% está forestada. En la subcuenca del Arroyo Sauce la forestación actual ocupa un 17,7% sobre un total de 34,3% de suelo con prioridad forestal (Fig 3.7).

La actividad agrícola muestra un proceso de expansión sostenido en el tiempo, y pasó de ocupar 1.171ha en el año 2008 a 8.216ha en el año 2015. Esto representa un 11,6% del área total de la cuenca. Las principales plantaciones corresponden a cultivos de secano, soja, trigo y sorgo fundamentalmente. El crecimiento indicado se observa en el sector sur, muy próximo al cuerpo de agua y sobre suelos con alto riesgo de erosión (Fig. 3.8).

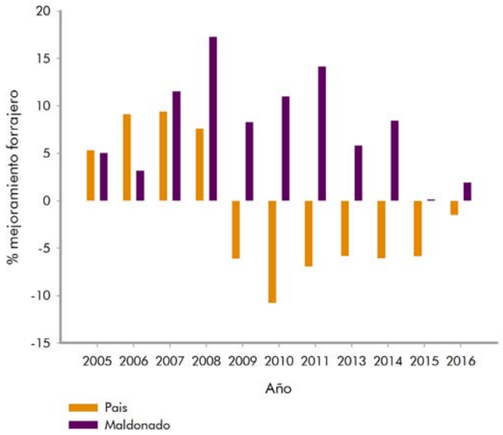

Fig. 3.5 *Evolución de la superficie total de mejoramientos forrajeros, por año agrícola para Maldonado y el total nacional en porcentaje a partir de 2004 = 0% (MGAP-DIEA 2017).*

La actividad lechera se concentra en un par de tambos importantes, uno de los cuales está localizado sobre la Ruta Interbalnearia a la altura del tramo final del arroyo Pan de Azúcar. El otro se ubica fuera de la cuenca de drenaje, pero las fases de descanso y alimentación del ganado lechero se realizan en el sector norte de Laguna del Sauce, en campos distribuidos a ambos lados de la ruta 12. Es interesante destacar que las estaciones de muestreo localizadas en las microcuencas que drenan ambos tambos presentan concentraciones elevadas de nitrógeno y fósforo (ver capítulo 2).

La urbanización dentro de la cuenca ocupa un 4,4% (3.090ha). Se compone de seis localidades (Nueva Carrara, Gerona, Pan de Azúcar, Ruta 37 y 9, La Capuera y Las Cumbres), comprendidas dentro de cuatro municipios y cuenta con un total de 10.346 habitantes (INE 2011). Los centros poblados se ubican en su mayoría al sur de la cuenca (Fig. 3.9).

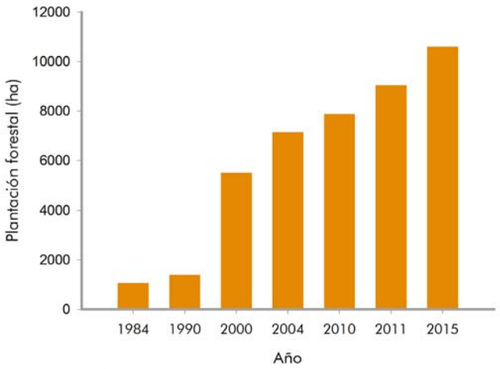

Fig. 3.6 *Evolución de la forestación dentro de la cuenca de Laguna del Sauce entre los años 1984 – 2015.*

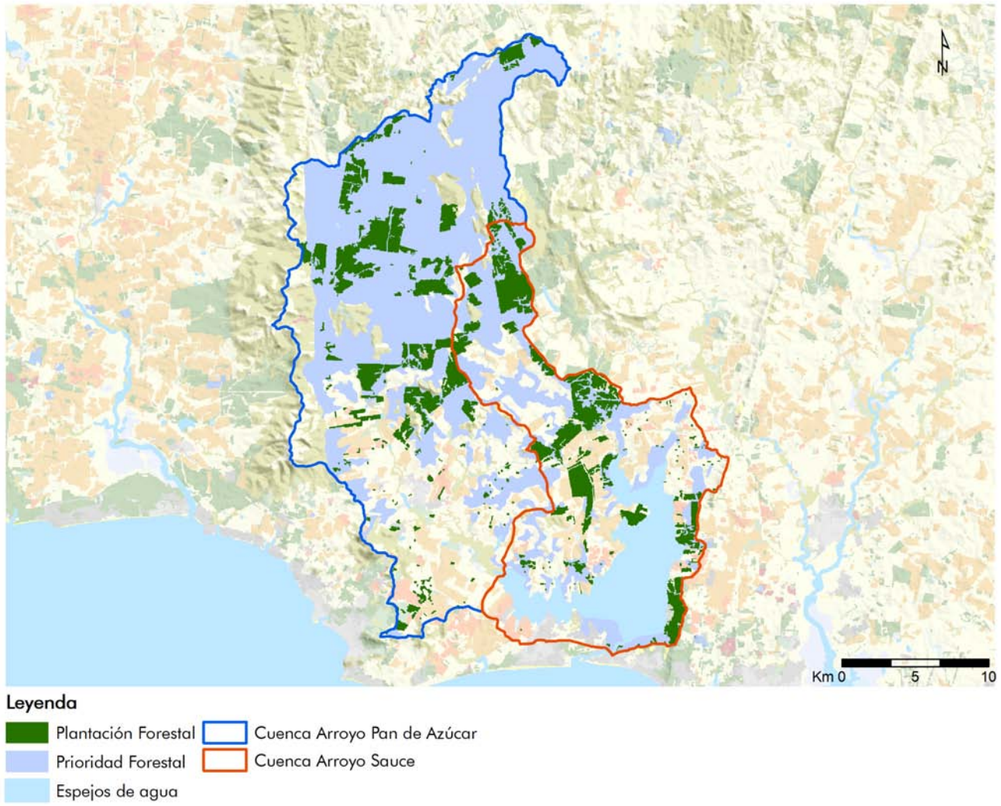

Fig. 3.7 *Mapa de cobertura de suelo destinada a forestación por subcuenca al año 2015 y el área designada como de prioridad forestal.*

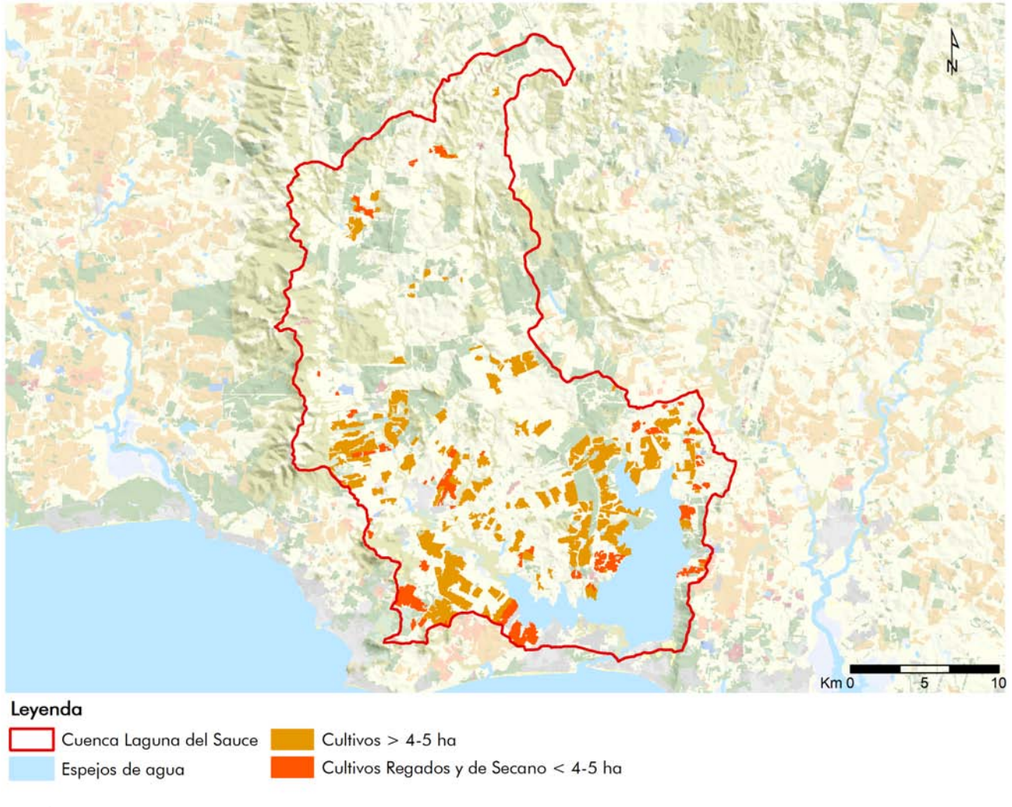

Fig. 3.8 *Distribución espacial de cultivos de secano en la cuenca de Laguna del Sauce al 2015.*

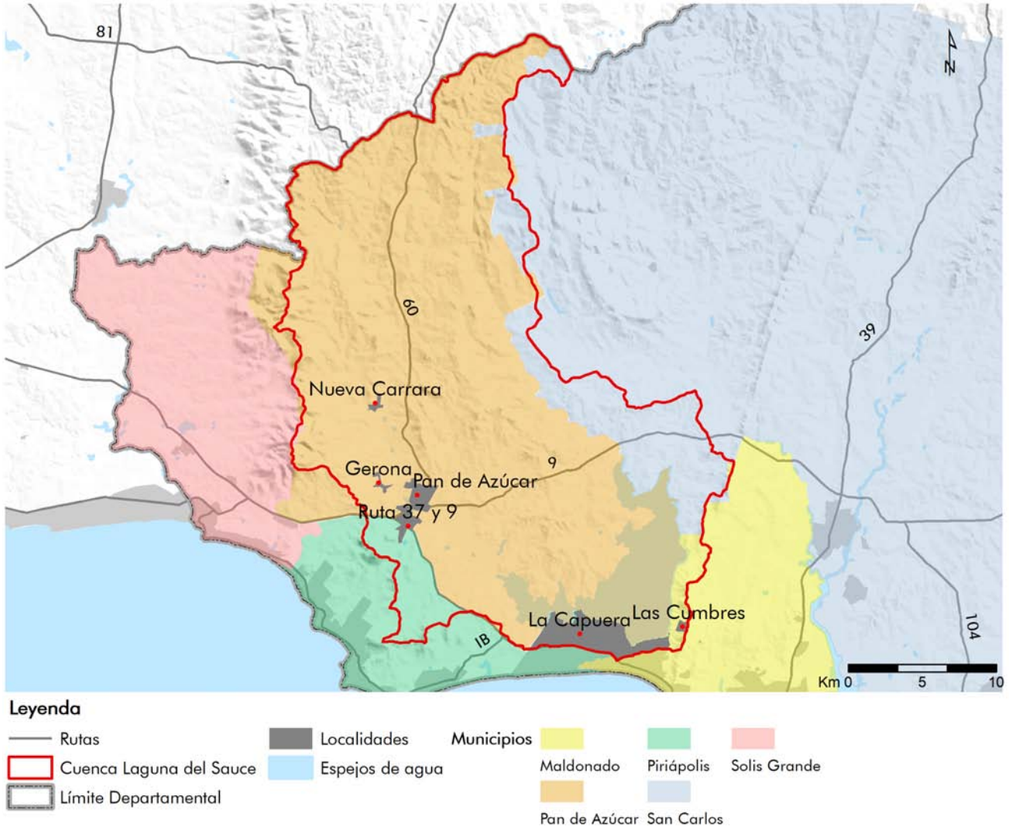

Fig. 3.9 *Localidades de la cuenca de Laguna del Sauce según datos del INE, 2011 y municipios con territorio dentro de la cuenca.*

La localidad de mayor población es Pan de Azúcar con 6.597 habitantes, seguida por La Capuera con 2.838 habitantes. Esta última registró el mayor crecimiento poblacional del país (474%) en el período 2004-2011 (Tabla 3.2). El crecimiento del resto de las localidades que se encuentran dentro de la cuenca de la Laguna del Sauce llega a un 29,5% entre los censos de 2004 y 2011. Esta evolución se enmarca dentro de la tendencia del departamento de Maldonado en los últimos 60 años, que muestra un crecimiento sostenido de su población desde la década de 1950, hasta alcanzar 164.300 habitantes en el último censo realizado en 2011 (Fig. 3.10).

En la Tabla 3.3 se resumen los potenciales impactos sobre el territorio generados por los principales usos del suelo en la cuenca de la Laguna del Sauce (ganadería extensiva e intensiva, agricultura industrial, forestación y urbanización) y los mecanismos por los cuales afectan la calidad del agua.

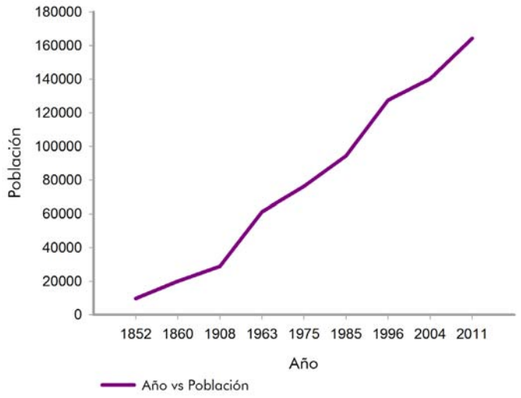

Fig. 3.10 *Evolución de la población del departamento de Maldonado en base a datos INE, 2011.*

Tabla 3.2. Población registrada en los censos 2004 y 2011 de las localidades dentro de la cuenca y tasa de crecimiento*

Localidad	2004	2011	Crecimiento 2004 / 2011
Pan de Azúcar	7.098	6.597	-7,06
La Capuera	494	2.838	474,49
Gerona	506	679	34,19
Nueva Carrara	118	156	32,20
Ruta 37 y 9	140	62	-55,71
Las Cumbres	6	14	133,33
Total	**8.362**	**10.346**	**23,73**

**Datos de Censos 2004 y 2011 (INE).*

Tabla 3.3. Potenciales impactos generados sobre el territorio y los mecanismos por los cuales afectan a los sistemas acuáticos*

Principales usos del suelo	Potenciales impactos	Mecanismos involucrados
Ganadería extensiva (bovinos y ovinos)	Erosión del suelo Eutrofización de los cuerpos de agua	Aporte de nutrientes y patógenos Escorrentía superficial y subsuperficial
Ganadería intensiva: cría de bovinos en corrales permanentemente	Erosión del suelo Proliferación de vectores Malos olores y polvo Eutrofización de los cuerpos de agua	Aporte de nutrientes, disruptores endócrinos Escorrentía superficial y subsuperficial
Agricultura secano (soja, trigo, sorgo)	Pérdida de biodiversidad Pérdida de propiedades físico-químicas del suelo Erosión del suelo Eutrofización de los cuerpos de agua	Aportes de nutrientes y residuos de plaguicidas Escorrentía superficial y subsuperficial
Urbanización	Fragmentación de hábitat y pérdida de biodiversidad Impermeabilización y alteración del ciclo hidrológico Eutrofización de los cuerpos de agua	Aporte de nutrientes y contaminantes Escorrentía superficial y subsuperficial
Forestación de *Eucalyptus* y *Pinus*	Pérdida de biodiversidad Fragmentación de hábitat Modificaciones de propiedades físico-químicas del suelo Modificaciones del régimen hídrico Incremento de la resiliencia de estados eutróficos en cuerpos de agua.	Alteración del rendimiento hidrológico de la cuenca con el consecuente aumento del tiempo de residencia, principalmente en períodos de sequía.

**En base a Carrere & Lohmann 1996; Pérez Arrarte 2007; MVOTMA 2009; Carey et al. 2013; Zia et al. 2013 y entrevistas realizadas por Beder et al. 2013.*

Referencias

Achkar, M., Domínguez, A. & Pesce, F. 2006. Principales transformaciones territoriales en el Uruguay rural contemporáneo. Pampa: Revista interuniversitaria de estudios territoriales (2): 219–242.

Apa, M. & del Campo, M.J. 2009. Relevamiento del desempeño ambiental del sector engorde a corral. Montevideo.

Beder, J., Bianchi, P., Cedrés, F., Fuentes, M., Pittaluga, B. & Taveira, G. 2013. Agua potable en Maldonado: Aportes para la gestión en la cuenca de Laguna del Sauce. 87.

Carey, R.O., Hochmuth, G.J., Martinez, C.J., Boyer, T.H., Dukes, M.D., Toor, G.S. & Cisar, J.L. 2013. Evaluating nutrient impacts in urban watersheds: Challenges and research opportunities. Environmental Pollution 173: 138–149.

Carrere, R. & Lohmann, L. 1996. Pulping the South: Industrial tree plantations and the world paper economy 290.

INE. 2004. Censos 2004 Fase I - Instituto Nacional de Estadística. Uruguay.

INE. 2011. Censos 2011 - Instituto Nacional de Estadística. Uruguay.

MGAP-DICOSE. 2015. Datos generales de la declaración jurada ante DICOSE.

MGAP-DIEA. 2015. Anuario estadístico agropecuario. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. 215.

MGAP-DIEA. 2017. Anuario estadístico agropecuario. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. 215.

MGAP-SNIG. 2016. Mapa distribución de las existencias de ganado ovino y bovino por seccional policial para diferentes años. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca - Sistema Nacional de Inormación Ganadera.

Pérez Arrarte, C. 2007. Plantaciones forestales e impactos sobre el ciclo del agua: un análisis a partir del desarrollo de las plantaciones forestales en Uruguay. Grupo Guayubira. Montevideo.

Rodríguez, A., Méndez, G., Inda, H., Lagomarsino, J.J. & Steffen, M. 2010. Características y problemática de la Laguna del Sauce. En M. Steffen & H. Inda, eds. Bases técnicas para el manejo integrado de Laguna del Sauce y cuenca asociada 15–17.

SIT-MVOTMA. Sistema de Información Territorial - Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. www.sit.mvotma.gub.uy

USGS. 2015. Landsat-8 - U.S. Geological Survey. www.landsat.usgs.gov/landsat8.php

Zia, H., Harris, N.R., Merrett, G. V., Rivers, M. & Coles, N. 2013. The impact of agricultural activities on water quality: A case for collaborative catchment-scale management using integrated wireless sensor networks. Computers and Electronics in Agriculture 96: 126–138.