

Capítulo 2

Cambios en el uso de la tierra

Autores coordinadores

Diego Martino, María Methol

Autores principales

Alejandro Oleaga, Humberto Pirelli, Lorena Rodríguez, Leticia Vidal

Autores colaboradores

Patricia Acosta, Fernando García Préchac, Denise Gorfinkiel, Adolfo Kindgard

PRINCIPALES MENSAJES

El principal uso de la tierra es la producción agropecuaria. La misma ocupa más del 90% del territorio nacional, donde predomina la ganadería con un 70% de la superficie explotada. El sector agropecuario es uno de los pilares de la economía del país debido a su participación en las exportaciones y en el producto nacional (12% del PBI).

En las últimas dos décadas se produjeron cambios paulatinos en el uso de la tierra, incrementándose fuertemente el ritmo de cambio en los últimos 5 años. El crecimiento de la forestación artificial se inicia en la década de 1990, simultáneamente se da un sostenido crecimiento del área de praderas sembradas y 'mejoramientos' de campo natural para la ganadería. A partir del año 2002 se suma a esos procesos una fuerte expansión de la agricultura de granos liderada por el cultivo de soja y una creciente intensificación de la producción ganadera.

Esta intensificación productiva tiene consecuencias ambientales. Los mayores impactos y amenazas emergentes son la erosión hídrica del suelo por actividades agrícolas, pérdida de biodiversidad (especies nativas de flora y fauna) y afectación de recursos hídricos. Algunos estudios indican que estos cambios han afectado la diversidad genética de los ecosistemas de campo natural y el ciclo hidrológico del agua, al sustituirse áreas de praderas naturales por grandes masas forestadas con eucaliptos y pinos, así como por la instalación de praderas sembradas y de agricultura de granos en áreas de campo natural dedicadas a la ganadería extensiva.

No existe en funcionamiento un adecuado sistema de monitoreo. El país no utiliza indicadores de estado a nivel nacional que permitan evaluar y cuantificar los impactos del cambio de uso e intensificación del uso del suelo. El monitoreo de los indicadores de estado y socioeconómicos es clave para la planificación y ejecución de políticas orientadas al desarrollo sostenible.

Si bien se cuenta con una base de normas ambientales y territoriales que regulan el medio rural, éstas no han sido totalmente implementadas. Existen regulaciones referentes a tierras forestadas y al manejo y uso de suelos y aguas en todas las actividades agropecuarias. Asimismo, está en proceso el desarrollo de un sistema nacional de áreas protegidas y otras acciones orientadas al manejo sostenible de los recursos naturales, que son implementadas por programas del MGAP y la DINAMA.

Deberían implementarse incentivos positivos y una mayor participación pública. Estos incentivos deberían promover las buenas prácticas agrícolas (BPA), por ejemplo a través de beneficios fiscales. También deberían apoyarse iniciativas que apuntan al reconocimiento por parte de los propios consumidores (certificaciones de procesos, desarrollo de productos con marca con protocolos de producción que cumplen medidas de uso sustentable), que ya se están comenzando a producir en el país y cumplan con los requerimientos de los protocolos de certificaciones internacionales.

1. Introducción

La excelente dotación de recursos naturales para la producción agropecuaria en casi todo el territorio nacional brinda ventajas comparativas que hacen que esta actividad tenga una importancia central en la economía y en la sociedad, tanto por su participación en las exportaciones y en el PBI, como por su extensión territorial, valores culturales y paisajísticos asociados. Ha sido y es uno de los pilares del desarrollo económico de Uruguay (Tablas 2.1 y 2.2).

Desde el punto de vista socioeconómico, el sector agropecuario contribuye al bienestar humano como proveedor de alimentos y de trabajo pero al mismo tiempo ejerce diversas presiones sobre el ambiente y los recursos naturales.

La producción agrícola utiliza recursos naturales, transformando la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, lo que altera su capacidad de proveer servicios ambientales, también llamados servicios ecosistémicos (MA 2005).

El carácter de bien público y de renovable que se le asigna a los recursos naturales ha contribuido a la falta de cuantificación de su valor económico y por tanto a su no consideración dentro de las cuentas nacionales como parte de los insumos utilizados en las funciones de producción (Barzev 2002). Sin embargo, muchos de estos recursos requieren mucho tiempo para su regeneración (caso del suelo) y otros, como los recursos genéticos, pueden llegar a perderse definitivamente si no se emplean métodos específicos para su conservación.

En la evaluación del impacto que produce el uso y cambios de uso de la tierra, es particularmente útil el concepto de servicios ecosistémicos ya que los ecosistemas además de servir de sustento para la producción de bienes tangibles con valor de mercado, proveen servicios intangibles de difícil asignación de valor monetario. Así por ejemplo, a partir de un determinado cambio en el uso de la tierra, la sociedad como un todo, y algunos grupos en particular, pueden dejar de percibir algunos servicios ecosistémicos. Este

Tabla 2.1
Exportaciones agropecuarias (en millones de dólares y en porcentaje)

Fuente: elaborado por OPYPA en base a datos del BCU.

	2004	2005	2005/2004 (%)	2006	2006/2005 (%)
(1) Carnes	651,6	770,2	18,2	783,4	1,7
(1a) Carne Vacuna	601,6	713,0	18,5	725,5	1,8
(1b) Carne ovina	30,3	36,5	20,4	36,5	0,0
(1c) Otras	19,7	20,7	5,0	21,3	3,0
(2) Lanas	126,9	119,3	-6,0	121,7	2,0
(3) Lácteos	188,7	226,4	20,0	249,1	10,0
(4) Pieles, cueros y manufacturas	279,1	307,0	0,0	337,7	10,0
(5) Cebada y malta	78,0	78,1	0,0	78,2	0,2
(6) Oleaginosos	116,0	133,7	15,3	159,8	19,5
(6a) Girasol	33,3	35,0	5,1	25,8	-26,3
(6b) Soja	82,7	98,7	19,4	134,0	35,8
(7) Trigo y harina de trigo	3,1	14,6	375,5	1,3	-91,1
(8) Arroz	180,4	196,0	8,7	192,7	-1,7
(9) Cítricos	56,1	54,0	-3,8	55,0	1,9
(10) Frutas de hoja caduca	5,1	6,0	18,6	7,0	16,9
(11) Hortalizas frescas	1,6	1,0	-38,2	1,4	40,0
(12) Vino	3,2	3,5	10,7	3,0	-14,3
(13) Madera, papel y manufacturas	158,0	179,0	13,3	193,0	7,9
(13a) Cadena papelera	51,2	51,2	0,0	58,9	15,0
(13b) Madera y manufacturas	106,8	127,7	19,6	134,1	5,0
(14) Miel	28,8	30,0	4,3	26,0	-13,3
Total	1 876,5	2 118,7	12,9	2 209,2	4,3

Tabla 2.2
Evolución del PBI total y agropecuario (en millones de dólares y en porcentaje)

Fuente: Elaborado en base a información del BCU y el INE.

(1) Corresponde a la suma del PBI agropecuario y de algunas industrias seleccionadas.

(2) Incluye las industrias de alimentos, fabricación y lavado de tops, madera (excepto muebles) y curtimientos.

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
PBI total (millones de dólares)	22 374	20 916	20 075	18 559	12 329	11 190	13 218	16 798
PBI agroindustrial* (millones de dólares)	2 635	2 126	2 101	1 951	1 734	2 079	2 350	2 485
PBI agropecuario	1 514	1 149	1 210	1 104	1 125	1 407	1 530	1 498
PBI de industrias asociadas al agro**	1 121	977	891	847	609	685	820	987
PBI total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
PBI Agroindustrial*	11,8%	10,2%	10,5%	10,5%	14,1%	18,6%	17,8%	14,8%
PBI agropecuario	6,8%	5,5%	6,0%	5,9%	9,1%	12,6%	11,6%	8,9%
PBI de industrias asociadas al agro**	5,0%	4,7%	4,4%	4,6%	4,9%	6,1%	6,2%	5,9%

puede ser el caso de la disminución total o parcial del aprovechamiento de especies silvestres (animales o vegetales) por parte de comunidades rurales al intensificarse la actividad agrícola o la tala de montes naturales (Pruel et al. 2006). Además del valor intrínseco de toda especie, algunas de ellas pueden tener un valor espiritual o recreacional para grupos de individuos.

En este capítulo se analiza el cambio de uso de la tierra derivado fundamentalmente de las actividades agropecuarias y su impacto sobre el estado del ambiente –estado de los recursos naturales y de los servicios ecosistémicos– y por tanto sobre el bienestar humano. Se analizan además las presiones que han llevado a ese estado y la vulnerabilidad a los cambios de estado, considerando aspectos económicos, sociales y ambientales.

2. Cambios en usos de la tierra

2.1 Estado y tendencias.

Históricamente, el principal impacto antropogénico en el territorio uruguayo se dio con la introducción del ganado, lo que modificó el eco-

sistema preexistente. Sin embargo, la presencia de herbívoros es parte del ecosistema de praderas. La carga animal, la relación vacuno/lanar y el manejo del pastoreo son factores decisivos en la generación de impactos en la composición y calidad de las pasturas naturales (Boggiano 2003). La magnitud de estos impactos varía con la intensidad de carga para el forraje disponible. El sobrepastoreo (mayor carga animal de lo que soporta el forraje disponible en la pastura) ha sido uno de los causantes de la erosión genética de especies nativas. Si bien el impacto en el paisaje no es tan visible como sucede con la deforestación en países con grandes extensiones de selvas o bosques, la erosión genética causada por el sobrepastoreo que se detecta desde las décadas de 1950 a 60 (Rivas, Comunicación Personal) ha afectado a un importante número de especies del ecosistema platense.

Durante la segunda mitad del siglo XX (Tabla 2.3), la distribución del uso del suelo por grandes categorías se mantuvo relativamente estable, de acuerdo a la información recabada en los censos agropecuarios. Sin embargo, a partir del año 2000 (último dato disponible de origen censal) comienzan a consolidarse nuevas tendencias, como un nuevo aumento de la forestación y de tierras dedicadas a la agricultura, que se irán analizando a lo largo de este capítulo.

Tabla 2.3
Evolución del uso de la tierra en Uruguay en base a datos de los Censos Agropecuarios.
Superficies en miles de hectáreas y porcentajes sobre el área total

Fuente: Elaboración propia en base a Censos Agropecuarios.

	1961	1966	1970	1980	1990	2000
Tierras ganaderas (1)	14 457	14 186	13 944	13 862	13 959	13 959
	85,8%	86,0%	85,9%	87,9%	89,8%	86,7%
Campo natural	13 847	13 157	12 800	12 387	12 649	11 668
	82,2%	79,7%	78,9%	78,6%	81,4%	72,5%
Campo natural con mejoramientos extensivos (2)	s/d	226	474	752	323	678
	s/d	1,4%	2,9%	4,8%	2,1%	4,2%
Praderas artificiales	s/d	314	356	494	660	1 196
		1,9%	2,2%	3,1%	4,2%	7,4%
Cultivos forrajeros anuales	610	490	315	229	328	417,0%
	3,6%	1,9%	2,2%	3,1%	4,2%	7,4%
Tierras cultivadas (3)	1 381	1 320	1 134	859	608	598
	8,2%	8,0%	7,0%	5,4%	3,9%	3,7%
Frutales, viñedos y cultivos hortícolas	118	113	110	104	85	77
	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,5%	0,5%
Tierra arada y rastrojos	398	295	293	256	265	323
Bosque nativo	456	420	483	448	496	590
	2,7%	2,5%	3,0%	2,8%	3,2%	3,7%
Tierras forestales (4)	137	148	131	179	186	661
	0,8%	0,9%	0,8%	1,1%	1,2%	4,1%
Tierras improductivas	297	313	423	316	204	212
TOTAL	16 845	16 499	16 225	15 768	15 538	16 097

(1) Incluye el campo natural (*), campo con mejoramientos extensivos, praderas artificiales y cultivos forrajeros anuales.

(2) Campo natural sembrado en cobertura y campo natural fertilizado.

(3) Incluye cultivos de cereales y oleaginosos.

(4) Tierras forestadas: con plantación de bosques en tierras donde antes no existía.

Nota:

TOTAL es la totalidad de la superficie explotada e incluye a todas las explotaciones agropecuarias cuya extensión es igual o mayor a una hectárea.

Explotación agropecuaria: unidad de producción agropecuaria de gerencia única y comprende toda la tierra dedicada total o parcialmente a fines agrícolas, pecuarios y/o forestales, independientemente de la forma de tenencia, condición jurídica y de que las actividades productivas se realicen o no con fines comerciales.

(*) Campo natural. Está constituido por vegetación autóctona principalmente especies herbáceas (gramíneas perennes) y/o subarborescentes. La presencia de árboles y arbustos es mínima (Berretta y Nacimiento 1991).

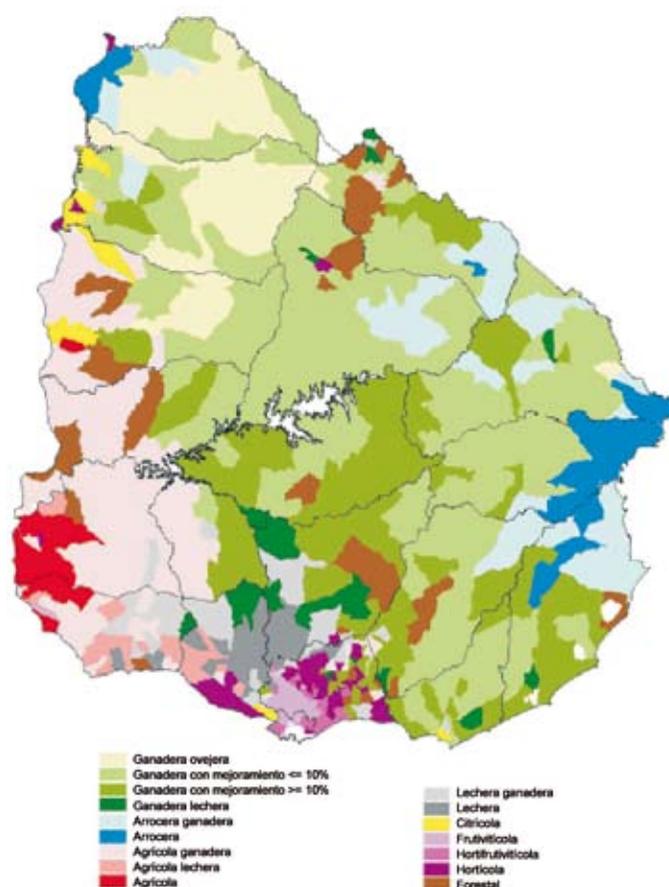
Entre los censos de 1990 y 2000, los cambios más importantes fueron la forestación para la producción de madera (eucaliptus y pinos) –iniciada a fines de la década de 1980 con especies exóticas de rápido crecimiento–, y la progresiva implantación de praderas y cultivos forrajeros anuales en tierras destinadas a la ganadería. La superficie forestada pasó de niveles muy bajos en 1990 (1,2%) a ocupar más de 600 000 ha en el año 2000, lo que representa un aumento de 230% aunque solamente el 4% del total de la superficie explotada (Tabla 2.3).

Entre los años 2003 y 2007 se produce además una creciente expansión de la siembra de cultivos extensivos, que responde básicamente al aumento de la soja, que en más del 90% del área se siembra la variedad transgénica con el evento 40-3-2 resistente al herbicida *glifosato*.¹

En la Figura 2.1 se aprecia la distribución espacial de las regiones agropecuarias según principal actividad económica a partir de la información del último Censo Agropecuario (2000). La ganadería se desarrolla en el área de pasturas (color verde en el mapa), que es el uso dominante del suelo y se caracteriza por tener un alto porcentaje de campo natural. La actividad se clasifica según la proporción de áreas con praderas sembradas y mejoramientos² de campo natural en: ganadera-ovejera, ganadera con áreas de mejoramiento menor al 10% de la superficie explotada, ganadera con más del 10% del área mejorada y ganadera lechera.

La agricultura extensiva (en tonos rosado y rojo: agrícola, agrícola-ganadera y agrícola-lechera,) se desarrolla en los suelos de mayor fertilidad y aptitud agrícola, ubicados en la región litoral al Río Uruguay y suroeste del país. En general

Figura 2.1
Principales zonas agropecuarias en base
al Censo Nacional Agropecuario del año 2000
Fuente: MGAP-DIEA (2004a)



se produce en forma conjunta o asociada con la ganadería en sistemas de rotaciones de cultivos con pasturas. Estos sistemas de producción contribuyen a disminuir los riesgos (climáticos y de mercado), aumentar la productividad física y el resultado económico, a la vez que se reduce la variación entre años de estos resultados (Durán y García Préchac 2007).

La distribución de las actividades agropecuarias que resultan del Censo Agropecuario 2000, coincide bastante bien con la clasificación de suelos por grupos CONEAT³ realizada en 1979. Esa clasificación se basó en el llamado “índice de productividad” estimado según la capacidad del suelo y de la aptitud forrajera del campo natural, para producir carne bovina, carne ovina y lana estimada a partir de la información disponible en ese momento (calidad y distribución estacional del forraje fertilidad de los

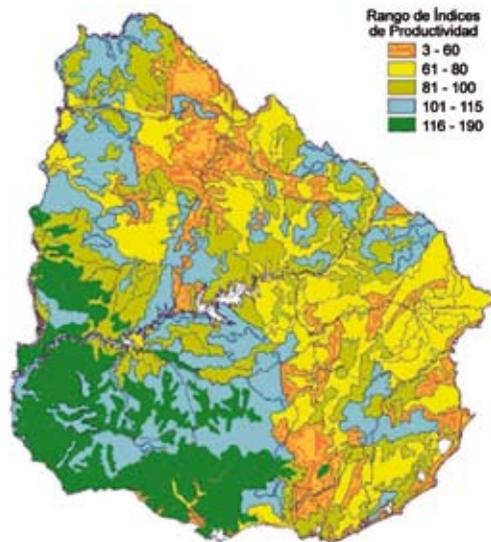
¹ El nombre químico del glifosato (ácido) es N-(fosfonometil) glicina (PM=167,09) y el de la forma técnica más común, la sal de isopropilamina (IPA) es la sal de N-(fosfonometil) glicina isopropilamina (PM=226). La composición del glifosato es importante para determinar su destino en el ambiente. Química y físicamente, se asemeja mucho a sustancias que se encuentran en la naturaleza, no reacciona químicamente, no es móvil en el aire ni en los suelos, no tiene una gran persistencia biológica y tampoco es bioacumulable ni se biomagnifica a lo largo de la cadena alimenticia (Giesy et al. 2000, US EPA 1993, WHO 1994).

² Campo mejorado o mejoramientos de campo, refieren al agregado de semillas sobre la pastura (método de siembra comúnmente llamado “cobertura”) o con máquinas sembradoras que hacen pequeños surcos sobre la pastura donde se vuelca la semilla sin roturar el suelo. El objetivo es aumentar la producción de forraje por hectárea alterando lo menos posible la vegetación nativa. El agregado de fertilizante y de leguminosas que fijan Nitrógeno en el suelo, mejoran el contenido de materia orgánica y promueven el crecimiento de toda la pastura, particularmente de las gramíneas invernales nativas que aumentan su frecuencia en condiciones adecuadas de manejo (Bemhaja y Berretta 1994). Este método no tiende a sustituir el campo natural, base tradicional y principal de la competitividad pecuaria, sino a complementarlo (Risso 2005).

³ Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra.

Figura 2.2
Índice de productividad promedio de las unidades 1:1M

Fuente: RENARE-MGAP
<http://www.mgap.gub.uy/Renare>



suelos) (Figura 2.2). Más allá de tener un objetivo fiscal, la clasificación CONEAT contribuyó al conocimiento del potencial de los suelos y demostró ser un buen indicador de la aptitud pastoril (Petraglia 2003) y de uso de la tierra. Los grupos de suelos de mayor productividad (rango 116-190) por ejemplo, coinciden con las regiones donde más se realiza agricultura y las actividades ganaderas extensivas se localizan

en los suelos de índices de productividad más bajos (Figuras 2.1 y 2.2).

Sin embargo, esta clasificación fue realizada hace 25 años y no se han actualizado estudios de capacidad de uso a nivel nacional que consideren las tecnologías de laboreo de suelos actualmente disponibles (laboreo reducido y siembra directa) así como la vulnerabilidad actual de los distintos ecosistemas a la degradación de suelo y de la diversidad biológica.

A partir del año 2002 comenzó en el país un proceso de expansión e intensificación agrícola que está modificando los ecosistemas. La expansión del cultivo de soja es uno de los cambios más relevantes en Uruguay y es parte de un proceso regional que involucra a Argentina, Brasil, Paraguay y Bolivia (Lapitz et al. 2004, Paruelo et al. 2006, Díaz 2006), haciendo de la región la mayor productora mundial de esta oleaginosa. Por otro lado, en los últimos años se registra una tendencia a la intensificación de la producción ganadera (mayor productividad por hectárea) que contribuye a aumentar la superficie de praderas artificiales en detrimento del campo natural.

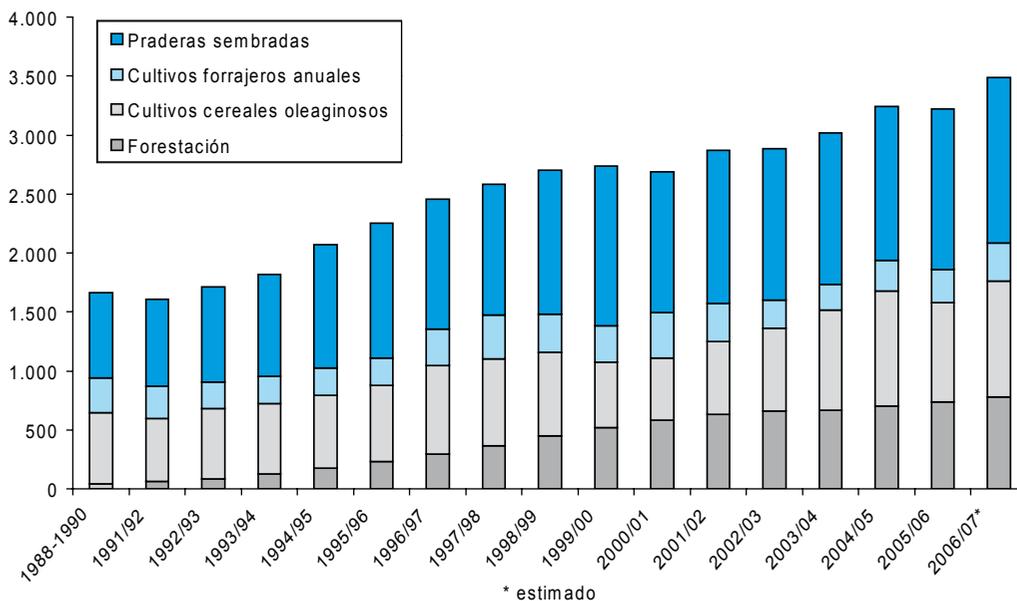
Si se analiza la evolución del uso de la tierra en los últimos 20 años se observa que las áreas intervenidas, –considerando en esta categorización a la suma de cultivos extensivos (cereales y oleaginosos), praderas sembradas (artificiales), cultivos forrajeros y superficie forestada–, han aumentado (Figura 2.3) pasando de 1 660 000

Figura 2.3

Evolución del total de la superficie sembrada (en miles de hectáreas, valores acumulados)

Fuente: elaboración propia en base a datos de DIEA, Dirección Forestal y DICOSE.

Nota: Los cultivos cereales oleaginosos incluyen trigo, cebada, arroz, girasol, soja, maíz y sorgo; cultivos forrajeros anuales: avena, maíz, sorgo, etc.



ha a unas 3 500 000 en el año 2006/07 (en realidad el área es inferior debido a las siembras "de segunda", aspecto que se analiza en el ítem 3.2.1), lo que evidencia un aumento en la intensidad de uso de la tierra.

El monitoreo de la dinámica del uso del suelo y de los indicadores de estado (grado de erosión de los suelos, contaminación de aguas, frecuencia de especies nativas, etc.) es clave para la planificación y ejecución de políticas orientadas al uso sostenible de los recursos naturales (Laterra y Rivas 2005, Paruelo et al. 2006, Evia 2007). Sin embargo, en el país no existe una red nacional de monitoreo que permita conocer la evolución de diferentes indicadores de estado. En la actualidad, varias instituciones estatales (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente –MVOTMA–; Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca –MGAP–; Ministerio de Transporte y Obras Públicas –MOTOP–; Ministerio de Industria, Energía y Minería –MIEM–) se encuentran trabajando hacia ese objetivo, pero no parece existir aún la necesaria coordinación para la creación de sinergias y generación de suficientes recursos como para realizar esta compleja pero necesaria actividad en aras del desarrollo sostenible del país. La Dirección de Recursos Naturales Renovables (RENARE) del MGAP ha propuesto la construcción de una red de monitoreo a los efectos de conocer la condición y evolución de los factores bióticos, edáficos e hídricos y del uso de la tierra en el territorio nacional (ver Tabla 2.5), lo que requerirá esfuerzos interinstitucionales público-privados.

La División de Evaluación Ambiental de la DINAMA (MVOTMA) por su parte, está desarrollando entre otras actividades, una red de monitoreo de aguas superficiales en todas las cuencas del país que se realizará en conjunto con las Intendencias departamentales (Gabriel Yorda, com. per.)

2.2. Impactos

2.2.1 Ambientales

Los cambios en el uso de la tierra descritos en la sección anterior están incrementando los impactos sobre los ecosistemas.

La tendencia hacia la intensificación productiva implica aumentos de la capacidad de carga de los ecosistemas (Evia y Gudynas 2000) por aumentos de la presión de pastoreo; mayor uso de agroquímicos (fertilizantes y herbicidas) y mayor intensidad de uso de los suelos agrícolas al aumentar los períodos con cultivos

Tabla 2.4
Propuesta preliminar de indicadores para instalar una red de monitoreo de estado de los recursos naturales (RENARE-MGAP)

Fuente: Elaboración propia en base a Grupo Trabajo coordinado por la Dirección General de Recursos Renovables del MGAP durante el año 2006

a) Diversidad biológica (biota espontánea o natural)
<ul style="list-style-type: none"> • Fauna • Campo natural • Bosque nativo espontáneo <p>Algunos ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo forestal/área total bosques; - Frecuencia especies representativas de diversos hábitats y rango de distribución. - Frecuencia de especies nativas forrajeras en campo natural - Presencia de especies exógenas; Carga ovina por tipo CN - Área, tipo y diversidad de especies de bosque nativo.
b) Degradación y recuperación del suelo
<ul style="list-style-type: none"> • Erosión hídrica (pérdida de sedimentos de suelo) • Calidad (contenido de C orgánico, materia orgánica, fósforo, etc). • Estructura (estabilidad estructural, densidad, velocidad infiltración, textura, etc) • Contaminación (agroquímicos, residuos industriales, etc.). <p>Algunos ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contenido C orgánico/tipo suelo/uso predominante - Nitrógeno en biomasa total; Profundidad del horizonte A - Capacidad de Intercambio Catiónico; pH - Color de la superficie del suelo en relación a suelos similares vírgenes.
c) Déficit, excesos hídricos (relacionados con usos de la tierra)
<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de agua disponible en el suelo; Relación Precipitaciones/ETP - Nivel reservas de agua y de vías de drenaje; Área forestada por cuenca hidrográfica - Dinámica del agua en áreas de desarrollo forestal: 1) precipitación incidente; 2) precipitación directa; 3) escurrimiento fustal y 4) humedad del suelo.
d) Calidad del agua superficial y subterránea
<ul style="list-style-type: none"> - Sólidos totales (principalmente en cierre de cuencas). - Nutrientes (nitratos, fosfatos); Silicatos; pH, conductividad; cloruros en agua - Indicadores orgánicos; Plantas y fauna indicadoras; Agroquímicos o sus - Metabolitos disueltos en el agua
e) Uso de la tierra
<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura, productividad primaria • Intensidad de uso • Forma/calidad de uso <ul style="list-style-type: none"> - Superficie de áreas cultivadas en relación a áreas naturales - Índice Verde Normalizado (IVN); Productividad Primaria Neta Aérea (PPNA) - Frecuencia de diferentes cultivos; Frecuencia de malas prácticas conservacionistas

Notas: IVN: Es un índice de la radiación fotosintéticamente activa absorbida por la vegetación verde, que se apoya en la información satelital.

PPNA: Mide la cantidad de energía disponible para los niveles tróficos subsiguientes. Puede ser estimada a partir del IVN.

Tabla 2.5
Evolución del número de explotaciones que realizan agricultura de secano como principal rubro, superficie sembrada y tamaño de siembra por explotación.

Fuente: elaboración en base a los Censos Agropecuarios (MGAP, 1980, 1992, 2002).

	1980	1990	2000
Nº explotaciones c/agricultura secano (miles)	43	25	12
Total área sembrada (miles has)	799	557	459
Tamaño medio siembra (has)	19	23	37

(agricultura "continua") frente a la rotación con pasturas.

Los principales impactos y amenazas emergentes en el ambiente pueden resumirse en:

- Erosión y degradación de los suelos,
- Pérdida de especies nativas de la flora y fauna en áreas de ecosistemas naturales (praderas naturales, bañados, monte nativo)
- Contaminación de recursos hídricos.

Cada uno de estos impactos es analizado debajo, en la consideración de los diferentes tipos de actividad agropecuaria.

2.2.2 Socio económicos

Del punto de vista social, el aumento del dinamismo en las regiones de producción mas intensiva genera por un lado riqueza y oportunidades laborales directas a nivel de predios e indirectas en los servicios asociados, generalmente ubicados en las ciudades y pueblos aledaños (fletes, servicios de maquinaria agrícola, servicios de mecánica, secado y almacenaje de granos, actividad en los puertos comercialización e intermediación de productos, etc.), pero por otro lado genera procesos de exclusión de pequeños productores básicamente agrícolas que no pueden acceder a este sistema de producción, por el tamaño de escala.

El número de productores es monitoreado en el país a nivel de los censos agropecuarios y en forma parcial en las encuestas a productores que realiza periódicamente el MGAP a través de DIEA.

De acuerdo a los tres últimos Censos Agropecuarios (Tabla 2.5) el número de explotaciones

Tabla 2.6
Evolución de indicadores estructurales entre Censos Agropecuarios (1961 a 2000)

Fuente: elaboración en base a los Censos Agropecuarios (MGAP 1980, 1992, 2002)

	1961	1970	1980	1990	2000
Total Explotaciones (miles)	87	77	68	55	57
Población rural (miles)	390	318	264	213	190
Trabajadores rurales (miles)	211	191	159	140	157
Trabajadores por 1 000 hectáreas	12	11	10	9	10
Tamaño medio explotaciones (ha)	195	214	234	288	287
Trabajadores por predio	2,4	2,3	2,3	2,6	2,7
Residentes por predio	4,5	4,1	3,9	3,9	3,3
Hectáreas por trabajador	81	91	101	113	105
Total tractores (miles)	25	30	33	34	36
Tractores más 50 HP (miles)	sin inf.	7	14	19	24
Tractores más 50 HP/ total	sin inf.	25	42	56	66

Tabla 2.7
Uruguay: Evolución de la población según tipo de localidad

Fuente: OPYPA-MGAP en base a información de INE.

Nota: a.a. "pap": tasa anual considerando el período de punta a punta.

		1985	1996	1996/1985	
				absoluto	a.a. "pap"
Total del país	Total	2 955 241	3 163 763	7,1%	0,6%
	Urbano	2 581 087	2 872 077	11,3%	1,0%
	Rural	374 154	291 686	-22,0%	-2,2%
Montevideo	Total	1 311 976	1 344 839	2,5%	20,0%
	Urbano	1 255 106	1 307 562	4,2%	40,0%
	Rural	56 870	37 277	-34,5%	-3,8%
Interior	Total	1 643 265	1 818 924	10,7%	0,9%
	Urbano	1 325 981	1 564 515	18,0%	1,5%
	Rural	317 284	254 409	-19,8%	-2,0%
Interior urbano	más 5 000	1 034 472	1 253 766	21,2%	1,8%
	900 a 5 000	199 218	229 091	15,0%	1,3%
	menos 900	92 291	81 658	-11,5%	-1,1%

que realiza agricultura extensiva de secano⁴ para granos se redujo a la mitad entre 1990 y 2000 debido a la reducción del total del área sembrada y al aumento del tamaño medio de siembra (chacras). Esto es consecuencia del cambio en las políticas públicas a partir de la segunda mitad de los años ochenta, que se orientó hacia la desregulación de la actividad agrícola y la apertura de los mercados, aspecto éste que se intensificó a partir de 1991 con la integración del país al MERCOSUR. La apertura comercial aumentó la competencia y estimuló la adopción de tecnologías que aumentarían la eficiencia productiva, asociada al aumento del tamaño de escalas y exclusión de los productores menos competitivos, normalmente de menor tamaño.

Según Díaz (2006) la agricultura de granos es probablemente la actividad agropecuaria que muestra mayor necesidad de economías de escala para alcanzar competitividad en el mercado internacional de las *commodities*. Esto se constata en la clara asociación entre tamaño de siembra y rendimiento por hectárea que surge de la información relevada por MGAP-DIEA. Sin embargo, en la ganadería esta asociación no siempre se cumple ya que el aumento de la productividad no depende tanto de la mecanización y alto uso de insumos como en el caso de la agricultura, sino en un mayor requerimiento de mano de obra para el manejo de los animales (mayor número de animales por hectárea, su-

plementación con forrajes conservados o granos, etc.), así como de una utilización más eficiente del forraje. Los registros de cuatro años realizados por GIPROCAR⁵ (Díaz 2006) muestran que en esos grupos de productores el tamaño de las explotaciones estuvo negativamente asociado a la productividad en términos de producción de carne e ingresos por hectárea.

En los últimos años, se ha acentuado la concentración de las tierras de uso agrícola en grandes empresas, con una alta participación de inversores extranjeros que realizan la actividad tanto bajo la forma de arrendamiento como de compra de la tierra. El atractivo valor que tienen actualmente las rentas de tierras agrícolas para los dueños de las tierras, ha producido una fuerte extranjerización (fundamentalmente por propietarios de nacionalidad argentina) de la producción agrícola. La urgencia por aprovechar la coyuntura favorable de los mercados puede llevar al uso intensivo de la tierra sin atender las recomendaciones de manejo del suelo –situación más factible en el caso de los arrendamientos de tierra–, lo que genera preocupación en relación con la conservación del recurso y de las aguas superficiales.

En la Tabla 2.6 se presenta la evolución del número total de explotaciones agropecuarias, de la población rural y del número de trabajadores durante el período 1961-2000. A diferencia de lo ocurrido en el caso de las explotaciones que se dedican prioritariamente

4 Cultivos realizados sin ningún tipo de riego en todo su ciclo biológico.

5 GIPROCAR = Grupo InterCREA de Producción de Carne).



Foto: Pablo González

a la agricultura extensiva, el total de explotaciones agropecuarias no varió entre los censos de 1990 y 2000, lo que sugiere la ocurrencia de cambios de actividades productivas durante ese período, sustituyendo áreas dedicadas a cultivos de secano extensivos por otro tipo de producción (ganadería, arroz, forestación, horticultra).

Con relación a la población rural, ha continuado disminuyendo pero no así el número de trabajadores por explotación (predio) o por unidad de superficie, que se ha mantenido desde 1980 (Tabla 2.6). Una interpretación de estas cifras es la migración de los trabajadores rurales hacia los centros poblados o al "interior urbano" al que se alude en la Tabla 2.7 y refiere a los centros urbanos sin considerar Montevideo. La población aumentó en los centros urbanos de 900 a 5 000 habitantes y particularmente en los de más de 5 000. Esta evolución estaría evidenciando un desplazamiento de trabajadores rurales hacia las ciudades del interior del país, de las que se trasladarían para trabajar en los predios agropecuarios cercanos, o se estarían dedicando a actividades asociadas con la prestación de servicios (Ilundain et al. 2004).

Sin embargo, el impacto socio económico que generan los cambios de uso de la tierra y los cambios en la estructura de producción, -como la concentración de la agricultura-, es parcialmente evaluado en Uruguay, ya que solamente se considera la fase primaria de las cadenas agroindustriales, tal como se evidencia de la información relevada por los censos y encuestas agrícolas.

Si bien la variación en el número de productores agrícolas es un indicador esencial ya que tiene relación directa con el acervo cultural del medio rural, no existen indicadores cuantitativos del impacto socioeconómico en el resto de la cadena, como el nivel de empleo en la fase industrial, en los servicios relacionados, en el acceso a comunicaciones y transporte, en la mayor o menor disponibilidad de otros servicios públicos e infraestructura que puedan determinar impactos positivos o negativos en la calidad de vida y bienestar de la población en las áreas rurales, incluida la de los pueblos y ciudades insertos en ese medio. Este balance contribuiría a una mayor comprensión de esa dinámica, lo que facilitaría la toma de decisión política en medidas que compensen o generen alternativas

a los sectores que puedan resultar negativamente afectados.

2.3 Cambio climático

El cambio climático puede tener profundas consecuencias en las formas de producción futuras en nuestro país. El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) está desarrollando un proyecto que busca identificar cambios existentes y posibles en Uruguay. Esta actividad es llevada a cabo por medio de su Unidad de Agro-clima y Sistemas de información (GRAS). El GRAS tiene como principales objetivos "la promoción, coordinación y ejecución de proyectos de investigación y otras actividades relacionados con el Cambio Climático y su interacción con los sistemas de producción agropecuarios y forestales" (INIA 2007b).

Como se describe en el Capítulo 1, ya se han determinado algunos cambios en el clima, los más importantes en relación con la producción agropecuaria pueden resumirse en un incremento de lluvia promedio anual, una caída en la temperatura máxima media, un incremento de la mínima media y un periodo más corto de ocurrencia de heladas.

Es de esperar que como consecuencia del cambio climático aumente la vulnerabilidad de los agroecosistemas. Esto incluye extremos climáticos que traen consigo mayores riesgos de erosión por la intensidad de las precipitaciones, aumento de incendios por sequías y olas de calor, etc.

Estudios realizados para Uruguay indican que bajo los escenarios de cambio climático se vería una reducción de entre un 20 y un 30% en la productividad de los cultivos de invierno, y una reducción probable en los cultivos de verano (Baethgen y Martino 2000).

El INIA llevó adelante además experimentos para estudiar los rendimientos de algunos de los cultivos más importantes frente a escenarios de cambio climático, en particular un aumento de la temperatura y de las precipitaciones. En estos estudios se detectó que incrementos en la temperatura en 2 y 4° C llevarían a una disminución promedio del rendimiento del cultivo de maíz de un 15% para un incremento de temperatura de 2° C y una caída en los rendimientos de la cebada de 10% por cada °C de aumento de temperatura. En los escenarios de cambios en las precipitaciones se encontró que en el caso del maíz se incrementaría entre 5 y 10% el rendimiento frente a un escenario de 20% de aumento en las precipitaciones y una caída de entre 10 y 13% frente a una caída del 20% en la

precipitaciones (Sawchik 2001). En el caso de la cebada cervecera, el aumento de un 20% en las precipitaciones llevaría a una caída de un 5% en el rendimiento, mientras que una caída de un 20% en las precipitaciones llevaría a un aumento del 5% en el rendimiento (Romero 1996).

Los modelos utilizados para estudiar los impactos en los cultivos de soja en la región muestran una proyección diferente. Para este cultivo se esperan rendimientos sensiblemente mayores, llegándose incluso a proyecciones de un incremento del 60% si se modifican las fechas de siembra (Travasso et al. 2006). Los autores señalan que estas condiciones favorables pueden "amenazar fuertemente la sostenibilidad del sistema si no se reconsideran las prácticas actuales" (Ibid.: 4, traducción de los autores).

En referencia a las praderas artificiales, estudios realizados bajo distintos escenarios de cambio climático muestran que el impacto en las praderas sería menor al esperado para el maíz y la soja. Los motivos fundamentales se relacionan con el periodo de crecimiento de las pasturas que le daría mayor flexibilidad frente a los cambios (Giménez 2006). Esto lleva a concluir que el mantenimiento del sistema de producción mixto reduce los riesgos derivados de la variabilidad del clima. Esto es importante cuando se considera que, como se describen en este capítulo, existe una creciente tendencia a pasar de sistemas mixtos a agricultura continua, particularmente con soja en siembra directa.

Las medidas de adaptación sugeridas tanto para el maíz como para la cebada son de índole similar: (1) Ante un aumento en las temperaturas se recomiendan siembras más tempranas para el maíz, y el uso de cultivares "con sensibilidad al fotoperiodo" y "la elección correcta de los ciclos de cultivares a sembrar para ambos cultivos. (2) Ante un cambio en las precipitaciones se recomienda el uso de riego para una caída en el caso del maíz, y ajustes en el uso de nitrógeno ante un aumento para ambos cultivos (Sawchik 2001, Romero 1996).

3. Agricultura

3.2 Evolución y estado actual

3.2.1 Agricultura de secano

El área de agricultura extensiva de secano se concentra en la región del litoral del Río Uruguay y en el suroeste del país y se encuentra bien diferenciada territorialmente de los suelos

destinados al cultivo de arroz bajo riego, que se ubica en las regiones Este y Norte del país (Figura 2.1).

La agricultura extensiva (trigo, cebada, maíz, sorgo, girasol, soja) alcanzó un récord durante la década de los años sesenta (Figura 2.3) originada por las políticas imperantes en la época (regulación de la actividad por precios mínimos, compras estatales, aranceles elevados) que promovían la sustitución de importaciones. Precio y mercado garantizados, sumado a la ausencia de medidas de conservación del suelo, llevaron a la agricultura continua que produjo graves erosiones que aún persisten, fundamentalmente en la región sur del país (MGAP-MVOTMA 2005). A mediados de la década de 1960, en respuesta al deterioro producido por los cultivos arados y al conocimiento de que las pasturas de gramíneas y leguminosas contribuyen significativamente a la recuperación de la calidad del suelo, se difunde y promueve la adopción de las rotaciones con pasturas. Este ha sido el sistema de producción predominante en las áreas agrícolas del país (Durán y García Préchac 2007), aunque en los últimos años, de acuerdo a una encuesta realizada por MGAP-DIEA (2004b) parecen estar disminuyendo las rotaciones agrícola-ganaderas con pasturas. Los cambios en las políticas públicas a partir de la década de 1980 mencionados en párrafos anteriores (Item 2.2.2) y la apertura comercial,

produjeron un fuerte aumento de la productividad por hectárea de cereales y oleaginosos que estuvo asociada con una reducción del área que disminuyó más del 50% durante las décadas de 1980 y 1990. La caída del área agrícola fue más que compensada por rendimientos crecientes que mantuvieron e incluso aumentaron los niveles de producción de cereales y oleaginosos (Figura 2.4).

En la zafra agrícola 2006/07 la superficie sembrada fue 855 000 ha, incremento importante respecto a la siembras de mediados de 1990 a inicios de 2000, las que se ubicaban en el entorno de las 500 000 ha. Sin embargo, este aumento no es en realidad de tal magnitud debido a las llamadas siembras “de segunda”⁶, que crecieron fuertemente en los últimos cinco años. Esta modalidad de siembra hace que la suma de la superficie sembrada de cada uno de los cultivos durante el año (tal como se registra

⁶ Siembra o cultivo “de segunda” se le llama a las siembras que se realizan inmediatamente después que se cosecha el cultivo anterior, en la misma chacra y durante la misma zafra agrícola para obtener una mayor rentabilidad por hectárea. Es el caso típico de la siembra de trigo en invierno como primer cultivo y luego que se cosecha en diciembre, se agrega la semilla de soja como cultivo “de segunda”, con mínimo laboreo o sin laboreo. La soja “de primera” es la que se siembra en la fecha normal para los cultivos de verano, es decir en octubre, pero en este caso no puede haber un cultivo de invierno porque no dan los tiempos.

Figura 2.4
Evolución del área de siembra y de la producción de cultivos extensivos anuales de secano (en miles de hectáreas y miles de toneladas)

Fuente: elaboración en base a información de MGAP-DIEA 2004b, 2007a

Notas: Cultivos secano incluye: trigo, cebada, girasol, soja, maíz y sorgo. Superficie de cultivos, considera la suma de todas las siembras de cultivos, incluidas las “de segunda”. Superficie de CHACRAS: considera solamente las áreas cultivadas, las que pueden tener dos cultivos al año.

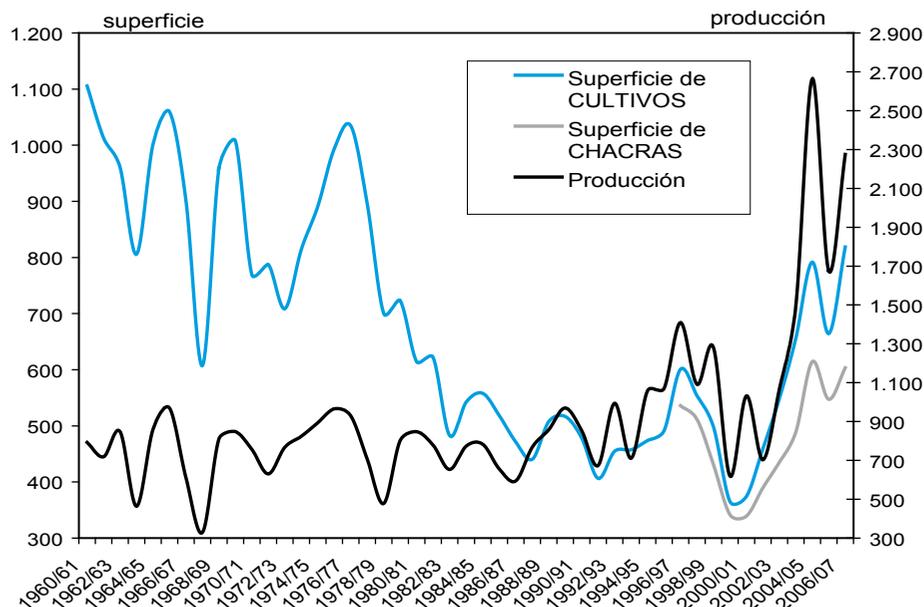


Tabla 2.8

Evolución del área sembrada (en ha) de cultivos de secano para años seleccionados (Período 1956-2007)

Fuente: MGAP-DIEA (2007a)

(1) Base 1956 = 100. (2) El Indicador de Intensificación surge del cociente: (Cultivos de invierno + verano) / Superficie de chacra.

Cultivos agrícolas para grano seco	Censos Generales Agropecuarios					Encuesta "Invierno 2007"
	1956	1970	1980	1990	2000	
1. De invierno						
Trigo	791 522	450 460	319 510	246 717	213 538	193 400
Lino	110 217	144 348	71 993	2 461	129	-
Cebada	25 244	30 294	44 748	80 340	67 014	127 500
Avena	-	-	65 018	52 037	32 251	27 500
2. De verano						
Maíz	323 500	227 048	144 649	56 230	51 177	58 674
Girasol	183 174	123 697	69 294	56 311	51 655	38 495
Sorgo	-	-	41 762	32 854	27 547	42 833
Soja	-	366	40 418	27 708	13 901	366 535
Total sembrado	1 433 657	976 213	797 392	554 658	457 212	854 937
Índice ⁽¹⁾	100,0	68,1	55,6	38,7	31,9	59,6
Siembras de 2ª	39 332	17 624	20 867	30 506	23 703	215 320
Superficie de chacra	1 394 325	958 589	776 525	524 152	433 509	639 617
Intensificación agrícola ⁽²⁾	1,03	1,02	1,03	1,06	1,05	1,34

en las estadísticas: 855 000 ha) sea mayor que el área efectivamente utilizada para realizar cultivos (chacra) ya que en el mismo espacio físico se realizan dos cultivos al año. La diferencia es mayor cuanto mayor sean las "siembras de segunda" (Figura 2.4). De la Tabla 2.8 y de las Encuestas de DIEA (<http://www.mgap.gub.uy/DIEA>) se desprende que hasta el año 1980, la proporción de siembras de segunda respecto al total sembrado era entre 2 y 3%, entre 1990 y 2000 estuvo en el entorno de 5% y desde la zafra 2003/04 representan el 25%, es decir que el área efectivamente agrícola es 25% inferior al total sembrado. Este aspecto es importante porque implica impactos diferentes sobre el ambiente: aumenta la intensidad de uso de las chacras (tierras dedicadas a la agricultura) pero por otro lado implica una menor incorporación de nuevas áreas para la realización de cultivos. El hecho de que un 25% de las tierras (chacras) utilizadas para los cultivos de invierno (trigo) sean utilizadas para hacer los de verano (soja, girasol), podría tener efectos positivos para la diversidad biológica por que se afecta un área menor áreas naturales o menos intervenidas. Sin embargo, las siembras de segunda representan una intensificación, la cual generalmente produce impactos negativos en la biodiversidad (Clergue et al. 2005).

En la última zafra la "superficie de chacra" fue 639 600 ha, menos de la mitad (45%) que la superficie de chacra existente en 1956 (1 394

000 ha), lo que equivale a 750 000 ha menos destinadas a cultivos. Esto explica que muchas áreas consideradas actualmente como campo natural, sean en realidad campo reconstituido o campo "bruto" dado que años atrás fueron tierras cultivadas.

Dentro de los avances tecnológicos adoptados para aumentar la rentabilidad de los cultivos, se destaca la siembra directa (SD)⁷, método de siembra que utilizado en forma adecuada reduce el riesgo de erosión y la pérdida de calidad de los suelos, es de menor costo que el laboreo convencional y otorga mayor flexibilidad y facilidad en el manejo de los cultivos ya que no se rotura el suelo con implementos agrícolas (arados, excéntricas, subsoladores, etc.). Por estas razones ha tenido un progresivo crecimiento desde inicios de 1990 y en el año 2006 representó el 82% del área sembrada con cultivos "de verano" (Tabla 2.9) y el 80% del área con cultivos "de invierno" (trigo, cebada cervicera y avena) (MGAP-DIEA 2007a). La modalidad

⁷ Siembra Directa (SD), es el sistema de preparación del suelo y la vegetación para la siembra en el que el disturbio mecánico realizado para la colocación de las semillas es mínimo, ubicándolas en una muy angosta cama de siembra o surco, que depende del uso de herbicidas para el control de las malezas. El suelo se deja intacto desde la cosecha hasta una nueva siembra. Los elementos tecnológicos que caracterizan a la SD son las máquinas de SD y los herbicidas, en particular los que tienen al glifosato como principio activo (Durán y García Prechac 2007).

Figura 2.5
Expansión del cultivo de soja en la zafra 2004/05
 por áreas de enumeración

Fuente: MGAP-RENARE 2004

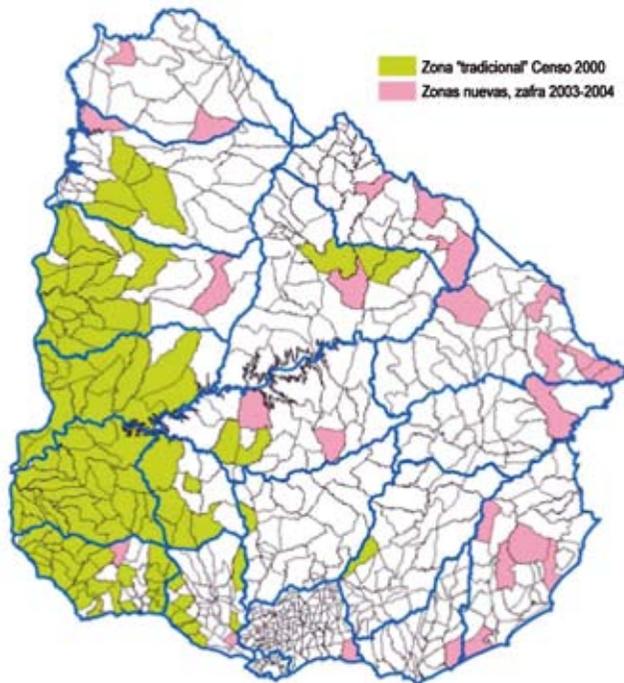
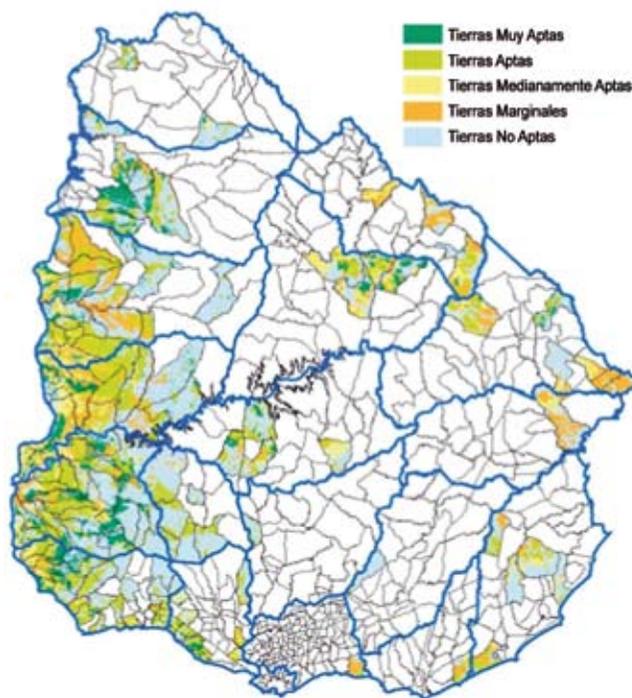


Figura 2.6
Áreas de enumeración con cultivos de soja según
aptitud de los suelos para cultivos de verano

Fuente: MGAP-RENARE 2004



de siembra "de segunda", fue facilitada por la siembra directa y también puede considerarse otro avance tecnológico que aumenta la rentabilidad por hectárea (permite realizar dos cultivos en el año en la misma chacra). Existen sin embargo algunos problemas de erosión en tierras bajo SD, estos están desarrollados bajo la sección 3.3.1.

El crecimiento del cultivo de soja comenzó a registrarse a partir de la zafra agrícola 2002/03 debido a condiciones de mercado muy favorables (crecimiento de la demanda de países emergentes como China e India, y recientemente, el fomento de la producción de biocombustibles), a la tecnología disponible con soja transgénica resistente al herbicida glifosato⁸ y a las medidas tributarias aplicadas en Argentina (gravámenes a las exportaciones). La política fiscal de ese país originó una fuerte demanda de tierras agrícolas por parte de productores argentinos que se instalaron a producir en Uruguay, lo que produjo un fuerte aumento de la renta de la tierra y una tendencia hacia los sistemas de agricultura continua con SD, práctica habitual en algunas regiones argentinas que cuentan con suelos de alta capacidad de uso agrícola dada por su estructura, profundidad y topografía.

En la última zafra 2006/07 el cultivo de soja muestra un incremento de 360% respecto a la siembra de 2002/03 (de 79 vs. 360 000 ha, MGAP-DIEA 2007a) y representa el 44% de la superficie con cultivos extensivos. Este aumento ocurrió a expensas del área dedicada a otros cultivos estivales (girasol, maíz y sorgo) y también, en menor proporción, de tierras de uso ganadero. De acuerdo con (MGAP-RENARE 2004) el 10% de la soja se habría sembrado sobre campos naturales y/o praderas viejas de zonas netamente ganaderas (Figura 2.5), lo que estaría afectando los ecosistemas de campo natural de esas zonas, en particular la diversidad genética de flora y fauna asociadas.

Los altos precios de la soja y la mayor demanda por tierras agrícolas por parte de productores argentinos, aumentaron la demanda de tierra para agricultura. La soja transgénica 40-3-2 se asocia indisolublemente a la práctica de SD y al uso de glifosato, lo que posibilitó la utilización de suelos de menor profundidad o mayor pendiente que los de las áreas tradicio-

8 Al final de la década de los 80, con el vencimiento de la patente del Roundup, que redujo sensiblemente el precio de los herbicidas con glifosato como principio activo, se inició la etapa de mayor difusión y adopción de la SD a escala mundial, aunque el Cono Sur Americano es la zona del mundo que lidera la adopción de esta tecnología (Díaz Roselló 2001 citado por Durán y García 2007).

nalmente agrícolas y por tanto más vulnerables a la erosión (Durán y García 2007). Asimismo, la excelente situación de precios hizo viable del punto de vista económico, la utilización de suelos de buena aptitud agrícola pero insertos en áreas netamente ganaderas, naturalmente “protegidas” por la mayor distancia que existe de la demanda final de granos (puerto de Nueva Palmira o industrias aledañas a Montevideo) respecto a las regiones agrícolas del litoral.

En relación con la utilización de cultivos transgénicos (OGM) en Uruguay, están autorizados para el cultivo un evento de soja 40-3-2 o RR con resistencia a glifosato y dos eventos de maíz Bt (MON 810 y Bt11) con resistencia a insectos plaga del maíz. La legislación vigente, –que exige para la autorización de OGM una evaluación de riesgos evento por evento llevada a cabo por una Comisión de Evaluación de Riesgos de Organismos Vegetales Genéticamente Modificados–, se encuentra actualmente en proceso de revisión, habiéndose establecido desde julio de 2007 la suspensión de las autorizaciones de nuevos eventos hasta que se establezca el nuevo marco regulatorio. Las acciones en este sentido están coordinadas por el MVOTMA en la aplicación de la Ley 17.283.

El nuevo marco legal en análisis, incluirá todos los aspectos relacionados con la seguridad de la biotecnología o bioseguridad, concepto que refiere a la necesidad de proteger la salud humana y el medio ambiente, en particular la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, frente a los posibles efectos adversos de los productos de la biotecnología moderna. Para esto, la normativa debe establecer los procedimientos para garantizar un nivel adecuado de protección mediante al análisis de riesgos caso a caso de estos productos, así como las normas de coexistencia entre los cultivos convencionales (no transgénicos) y los transgénicos, estableciendo distancias mínimas de forma que todos los productores tengan las mismas oportunidades de siembra y las garantías necesarias para producir lo que cada uno entienda más conveniente.

3.2.2 Cultivo de arroz bajo riego

Es una de las actividades agropecuarias más relevantes por su extensión territorial y alta participación en las exportaciones agrícolas. El área sembrada con arroz ha oscilado en el entorno de 170 000 ha y el cultivo se realiza en su totalidad bajo riego. Tradicionalmente se desarrolló en la región este (cuena de la laguna Merín), que representa actualmente más del 67% del área de arroz y desde la



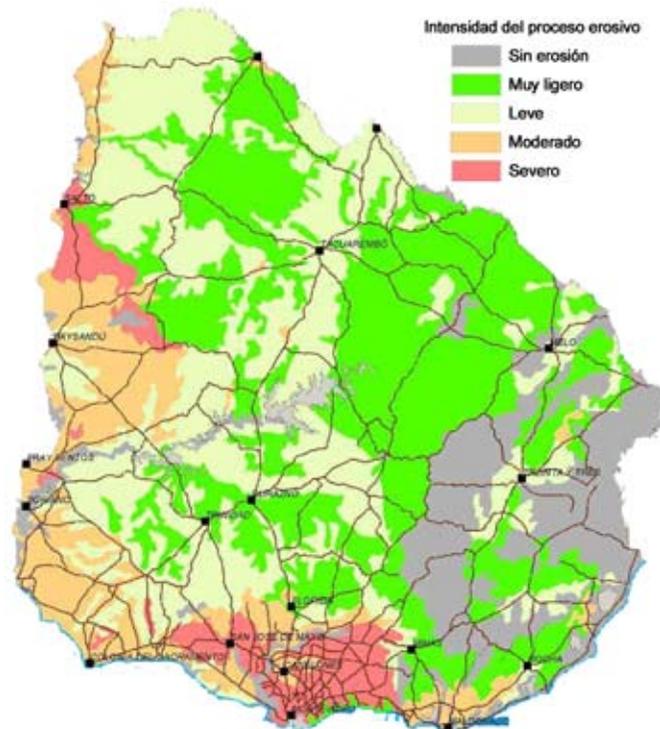
Foto: RAP-AL

Tabla 2.9
Superficie sembrada por cultivo en siembra directa.
Año agrícola 2005/06

Fuente: elaborado en base a MGAP-DIEA (2006a).

Cultivo	Total siembra	En SD	%
Soja	309 089	208 127	91%
Girasol	58 812	33 300	57%
Sorgo	15 838	11 780	74%
Maíz	49 001	28 362	58%
Total	432 740	353 569	82%

Figura 2.7
Carta de erosión antrópica realizada en el año 2000
Fuente: MGAP-MVOTMA 2005.



década del 90 se desarrolla también en el Norte (cuencas altas de los ríos Negro y Uruguay) donde tuvo un crecimiento importante, así como en el centro del país (MGAP-DIEA 2006b) (Figura 2.1).

En las zonas del norte se desarrolla en parte sobre tierras altas (suelos moderadamente profundos y profundos de basalto), en donde el riesgo de erosión que resultan de los sistemas de conducción del agua es importante (MGAP-MVOTMA 2005). No obstante, en las últimas tres zafas ha ido aumentando la siembra de praderas sobre el rastrojo de arroz (70% en 2005/06), manejo que otorga mayor sostenibilidad al sistema de producción tanto del punto de vista de conservación de los recursos como del económico. La producción conjunta de arroz con la ganadera ha sido estimulada en los últimos años por el alto precio de la carne vacuna.

3.2.3 Agricultura orgánica⁹

En Uruguay el área certificada bajo producción orgánica es de 756 877 ha (Tabla 2.10), lo que representa el 4,5% del área explotada (16 500 000 ha). El desarrollo del sector orgánico se

⁹ Producción orgánica: la tecnología aplicada considera muy especialmente la conservación del medio ambiente y la utilización de insumos naturales, estando prohibida la utilización de productos sintéticos (plaguicidas, fertilizantes etc.). Según el Codex Alimentarius (FAO/OMS, 2001) la agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Esto se consigue empleando, siempre que sea posible, métodos culturales, biológicos y mecánicos, en contraposición al uso de materiales sintéticos (<http://www.procisur.org.uy/online/PTRAO/perfil.asp>).

Tabla 2.10
Superficie con certificación de producción orgánica

Fuente: <http://www.procisur.org.uy/online/PTRAO/uruguay.asp>

Rubro de producción	Hectáreas	% total superficie agropecuaria
Ganadería	753 937	4,14%
Lechería	1 093	0,11%
Agricultura extensiva	718	0,14%
Citricultura	500	2,38%
Frutales de hoja caduca y olivos	310	
Horticultura	303	
Aromáticas y medicinales	13	s/d
Total superficie	756 874	4,62%
Apicultura (N° colmenas)	11 400	

inició en el país a partir de la iniciativa de productores y ONG's, aunque entre 1997 y 2003 el MGAP ejecutó un proyecto (Proyecto PREDEG - GTZ) para contribuir al aumento de la competitividad de las pequeñas y medianas empresas granjeras, promoviendo sistemas de producción sustentables (producción integrada¹⁰ y producción orgánica).

En el año 2003 existían más de 500 productores certificados, principalmente ganaderos, apícolas y hortícolas. En estas cifras no se incluyen las explotaciones que aplican los principios de la agricultura orgánica pero que no están certificadas (<http://www.procisur.org.uy/online/PTRAO/uruguay.asp>).

En el año 2004 Uruguay ocupaba el sexto lugar entre los países con mayor área destinada a este sistema productivo, y dentro de América Latina era superado sólo por Argentina y Brasil (Willer y Yussefi 2004). El principal rubro en extensión territorial es la carne vacuna (ver Tabla 2.10), siendo relevante su utilización en la producción de hortalizas y miel, y en menor proporción en la vitivinicultura, arroz, maíz, frutas, hierbas aromáticas y lácteos.

En el caso de la horticultura orgánica, una alta proporción es realizada por productores familiares cuyo destino principal es el mercado interno. Los precios de mercado son, en términos generales, mayores que similares productos obtenidos de forma convencional, para lo cual se exige el sello que garantiza al consumidor la condición de orgánico. La productividad es normalmente inferior a la de la producción convencional.¹¹

Este tipo de producción se caracteriza por ejercer un menor impacto en el ambiente que la producción convencional, lo que se refleja por los buenos indicadores ambientales observados: baja contaminación de suelos y aguas, así como mejoras de la biodiversidad (Asociación de Productores Orgánicos del Uruguay, <http://www.apodu.org.uy>, Núñez y Maeso 2006, Stolton et al. 2000)

3.2.4 Agricultura intensiva (horticultura y fruticultura).

La agricultura intensiva en Uruguay comprende a la producción hortícola y frutícola (incluye

¹⁰ Producción integrada: Se basa en el manejo integrado de plagas racionalizando y minimizando el control químico con plaguicidas, complementándose con otras medidas de manejo.

¹¹ Producción convencional: combinación de tecnologías disponibles que buscan la mayor rentabilidad económica en el corto plazo, lo que generalmente se logra maximizando los rendimientos y ejerciendo una alta presión sobre los recursos naturales.

frutales de hoja caduca, cítricos y viñedos) que ocupan en conjunto unas 50 000 ha (0,3% de la superficie total explotada) y se caracteriza por una alta inversión de capital (equipos de riego, infraestructura de invernaderos, etc.), alto uso de agroquímicos y de mano de obra por unidad de superficie.

La producción hortícola ocupa unas 22 000 ha incluyendo la producción de papa (algo más del 0,1% de la superficie total) y la mayor parte se concentra al sur del país (80%) que abarca una alta proporción del área metropolitana (departamentos de Montevideo, Canelones y San José) (ver Figura 2.1). La superficie dedicada a frutales totaliza unas 30 000 ha: 14 000 de cítricos, 7 500 de frutales de hoja caduca (manzana, durazno, pera, ciruela) y 7 500 de viñedos. Aproximadamente la mitad de la superficie se encuentra bajo riego (MGAP-DIEA 2006c).

La mayor parte de los rubros hortícolas y frutícolas se realiza con producción convencional (solamente un 7% del área dedicada a estos rubros se haría como producción orgánica), la que requiere un alto uso de plaguicidas por unidad de superficie que puede impactar negativamente el ambiente, la salud del productor y trabajador rural (Núñez y Maeso 2006).

Un porcentaje también bajo, aunque no bien cuantificado, se realiza como producción integrada con el objetivo de minimizar el uso de plaguicidas sintéticos, utilizando métodos de control alternativos y mínimo laboreo.

3.3 Impactos

3.3.1 Suelos y aguas (erosión y calidad de agua)

En Uruguay la principal causa de deterioro de los suelos es la erosión hídrica. La pérdida del

suelo por acción de la lluvia (erosión hídrica) y del viento (erosión eólica) es un fenómeno natural pero ha sido acelerado por las actividades humanas (deforestación, laboreo del suelo para actividades agrícolas y sobrepastoreo), hasta el punto de que las pérdidas no pueden ser compensadas por las tasas naturales de formación del suelo.

La cobertura vegetal incide de manera sustantiva en las cantidades de suelo y de nutrientes que se pierden, por lo tanto, toda actividad humana que lo exponga al impacto del agua o del viento, o que aumente el caudal y la velocidad de las aguas de escorrentía, aumenta fuertemente el riesgo de erosión. Cuando el suelo queda desprotegido de la vegetación y es sometido a las lluvias, los torrentes arrastran las partículas superficiales y sedimentos hacia las depresiones del relieve, arroyos y ríos (escorrentía o escurrimiento superficial), lo que, además de perderse las capas más fértiles del suelo, da origen a la contaminación física y química de las aguas superficiales (MGAP-MVOTMA 2005, Vítora et al. 2002). Vítora et al. (2002) advierten sobre los riesgos de eutrofización de los cursos de agua con el fósforo (P) que se encuentran dentro de los sedimentos de suelo movilizados por la erosión. La interacción entre las condiciones climáticas y las prácticas agrícolas son, por tanto, determinantes en la magnitud de las pérdidas de suelos y de nutrientes por erosión hídrica, aspecto que puede cobrar mayor relevancia en la medida que aumente la intensidad de las lluvias por efecto del cambio climático (Vítora et al. 2002.).

Dependiendo de su intensidad, la erosión del suelo origina pérdidas de materia orgánica y nutrientes (N, K, P), que disminuyen su productividad potencial y estabilidad estructural, lo que favorece la erodabilidad del suelo. Cuando la erosión llega a ser muy severa la degradación puede alcanzar tales extremos en que se pierde gran parte del horizonte superficial del

Tabla 2.11
Fuentes de erosión del suelo y participación relativa (en km²)
Fuente: MGAP (2000): Carta de Erosión Antrópica, MGAP, División Suelos y Aguas.
Disponible en: (<http://www.mgap.gub.uy/renare>).

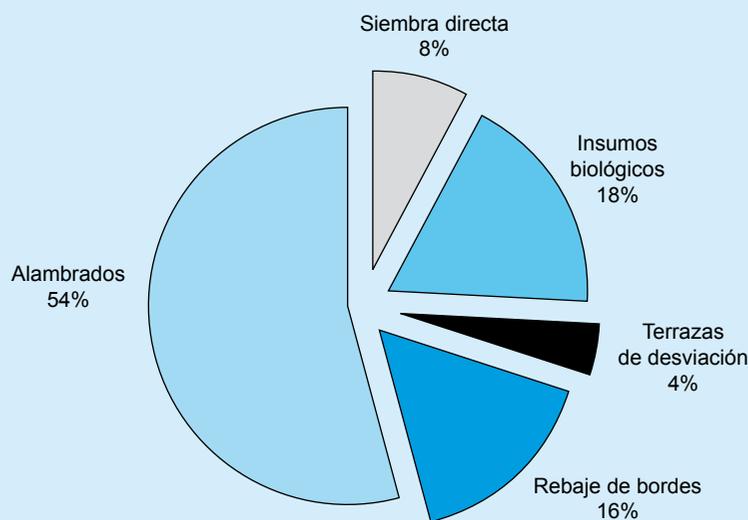
	Cultivos	Pastoreo	Deforestación	Otras	Total
Superficie afectada (km ²)	45 631	6 244	354	133	52 362
Participación por fuente en la superficie afectada (%)	87,1%	11,9%	0,7%	0,3%	100,0%
Participación por fuente en el territorio nacional (%) Total: 174 213 km ²	26%	4%	0%	0%	30%

Recuadro 2.1 Costos económicos de la erosión

La División de Suelos y Aguas (DSA) del MGAP estimó el costo de detener el avance de cárcavas y favorecer la recuperación del suelo mediante la utilización de métodos biológicos y mecánicos. Esto incluye alambrear el área afectada para que no ingrese el ganado (54% del costo), instalar una pastura con siembra directa que insumiría el 26% de los costos (8% combustible para la sembradora y 18% de insumos biológicos, es decir semillas y fertilizantes) y la realización de trabajos mecánicos para favorecer la instalación de la pastura y evitar la escorrentía (4% construcción de terrazas de desviación y 16% rebaje de bordes). Para la siembra deben utilizarse plantas colonizadoras pero en muchos casos es difícil encontrar las especies adecuadas. La ponderación de costos arrojó cifras que serían equivalentes al precio de la tierra (Sganga 2000), que de acuerdo al año en que se realizó este estudio estaría en el entorno de los 500 dólares por hectárea.

Trabajos mecánicos:

Tipo de medida	Características	Costos (U\$S)
Terrazas de desviación	Construidas con arado de discos	
	- En tierras sin microrelieve	0.05 - 0.20/m
	- En tierras con microrelieve	0.18 - 0.40/m
Rebaje de bordes	Cárcavas de menos de 1 m	
	- Con azada manual	0.10/m talud
	- Con motoniveladora	0.16/m talud
	- Con disco + cincel	0.18/m talud
Alambrado de 3 púas	Es efectivo cuando no hay ovinos	1.55/m
Presas de cabecera	Se justifican si el uso del agua paga su costo de construcción	1.00/m ³



Fuente: <http://www.mgap.gub.uy/renare>. Sganga (2000).

suelo (el más rico en nutrientes), formándose canaliculos y cárcavas que provocan una disminución grave de la capacidad de uso (Sganga 2000, MGAP-MVOTMA 2005). Cuando el laboreo y manejo del suelo no son adecuados, el riesgo de erosión es muy alto y constituye una amenaza para la conservación de los recursos y la calidad ambiental. El manejo inadecuado como la permanencia del suelo desnudo o con escasa cobertura vegetal durante varios meses, la falta de rotación con pasturas, el uso generalizado de glifosato sin respetar los desagües naturales y las huellas de implementos agrícolas en el sentido de la pendiente, son prácticas que, ante la ocurrencia de lluvias intensas generan erosión y pueden afectar la calidad de las aguas superficiales (García Préchac 1994, MGAP-DIEA 2007a).

De acuerdo con la Carta Nacional de la Erosión Antrópica el 30% del territorio nacional presenta algún grado de erosión. La principal causa es la realización de cultivos (87% de la superficie erosionada) y la segunda, de menor importancia territorial, el sobrepastoreo del ganado (12%) (Sganga 2000) (Tabla 2.11).

Del total de la superficie afectada (52 362 km²) el 18% presenta un grado de erosión leve, el 10% moderada y un 3% severa a muy severa (Tablas 2.11 y 2.12) (MGAP-MVOTMA 2005, Sganga 2000).

Aunque los niveles de erosión parecen relativamente bajos a nivel global, representan un alto porcentaje del área de mayor aptitud agrícola y particularmente de las tierras agrícolas más cercanas a los principales mercados de consumo y puerto de exportación de granos (puerto de Nueva Palmira). Esto resulta evidente al comparar los mapas de uso actual y de erosión antrópica (Figuras 2.1 y 2.7), respectivamente. La región con mayor grado de afectación (erosión moderada a severa) corresponde a los suelos naturalmente más fértiles del país, ubicados en el litoral de la cuenca del Río Uruguay, parte de la cuenca baja del río Negro y Sur del país (Figura 2.7).

Algunos autores estiman que el 80% de las tierras dedicadas a la agricultura en esta región (zonas sur y litoral oeste del país) estarían afectadas por algún grado de erosión (Chiappe y Piñeiro 1998). Solamente en Montevideo y Canelones la superficie erosionada es del orden del 60% (46% en grados moderados y severos) (Gómez 1998, Victoria 1993, citados por Chiappe y Piñeiro 1998).

El marco regional e internacional, dado por la política tributaria argentina y los altos precios de los granos, están generando una mayor in-

Tabla 2.12
Proporción de área afectada con distintos grados de erosión

Fuente: adaptado de Sganga (2000).

Grado de erosión	Área afectada (total país)	Participación
Leve	18,30%	61%
Moderada	9,86%	33%
Severa	1,32%	4%
Muy severa	0,55%	2%
Eólica	0,001%	0%
Total	30%	100%

tensidad de uso de los suelos agrícolas, evidenciándose una tendencia a realizar soja continua en algunas regiones del país. Esta situación genera preocupación respecto a la sustentabilidad de ese modelo de agricultura (MGAP-DIEA 2004a, Durán y García Prechac 2007). Aunque la SD disminuye el riesgo de erosión y constituye la mejor opción para los sistemas de cultivos continuos, esta práctica puede generar graves

Tabla 2.13
Clasificación del estado de degradación de los suelos inducida por el hombre

Notas: (1) Esta clasificación se realizó utilizando pautas PNUD-FAO para el Proyecto MGAP, ISRIC, UNEP (1989) – “Carta de Degradación de Suelos a escala 1:750.000”. (2) Para este informe se asimiló esta clasificación con la descrita en la Figura 2.7, la que se incluyen en la tabla entre paréntesis.

Intensidad	Detalle descriptivo
Leve (muy ligero)	Fenómeno erosivo predominantemente laminar (o intersurco), que reduce promedialmente al horizonte A original del suelo en menos de 25%. La tierra pierde productividad pero no aptitudes ni capacidad de uso.
Moderada (leve)	Fenómeno erosivo laminar (o intersurco) y con formación de canaliculos, que reduce promedialmente al horizonte A original del suelo entre 25% y 75%. La tierra pierde parte de sus aptitudes y disminuye moderadamente su capacidad de uso.
Severa (moderado)	Fenómeno erosivo laminar (o intersurco) y con formación de canaliculos y cárcavas que reduce promedialmente al solum en un espesor coincidente con el horizonte A original. La tierra pierde gran parte de sus aptitudes y disminuye significativamente su capacidad.
Muy severa (severa)	Fenómeno erosivo en canaliculos y cárcavas que reduce promedialmente al solum en un espesor superior al del horizonte A original e impide el normal pasaje de los equipos agrícolas. La tierra restringe sus aptitudes y capacidad de uso a utilizaciones recuperadoras del suelo.

problemas si se deja el suelo sin cobertura vegetal durante varios meses, cosa que sucede cuando se realiza un solo cultivo al año que deja poco rastrojo, caso de la soja o girasol (MGAP-MVOTMA 2005, Durán y García Prechac 2007, MGAP-DIEA 2007a).

De acuerdo con la información recabada por MGAP- DIEA (2004b) los sistemas de mínimo laboreo y SD representaban el 72% de la superficie sembrada (53% únicamente SD) en 2004, lo que muestra la utilización de prácticas conservacionistas de laboreo. Sin embargo, el uso de la SD no garantiza la ausencia de problemas de erosión en la medida que no se sigan prácticas de manejo adecuadas como la rotación de cultivos con pasturas (31% de los productores la había aplicado); el uso de fajas empastadas para prevenir la escorrentía (se realizó en el 30% del área y 11% de los productores encuestados). La recomendación de no laborear ni aplicar herbicidas en los desagües naturales de las chacras la siguió el 83% de los productores que representaban el 80% del área (MGAP-DIEA 2004b).

Aproximadamente un tercio de los productores con cultivos extensivos que manejan entre el 50% y 70% del área sembrada, manifiestan tener algún problema de erosión y el 21% considera que el problema aumentó en las tres últimas zafas debido a la mayor frecuencia de eventos climáticos adversos y a "desaciertos en la adopción de medidas de conservación". Entre los productores exitosos en el combate a la erosión (los que manifestaron que el problema había disminuido), lo atribuyen al aumento de la duración de la fase de pasturas en el esquema de rotación, a la mayor adopción de medidas de conservación y al incremento de la proporción de barbechos¹² con adecuada cobertura vegetal (MGAP-DIEA 2007a).

La presencia de cárcavas (grado de erosión muy severa) representa aún un bajo porcentaje del territorio nacional (3%) y su incidencia es relevante sólo en las regiones que en décadas pasadas fueron sometidas a muchos años de agricultura continua convencional (laboreo con arado) sin contemplar medidas de conservación. Este fue el caso de los cultivos de trigo y remolacha en los departamentos de Canelones y Paysandú (MGAP-MVOTMA 2005, Durán y García Préchac 2007) (Figura 2.7). Algunos expertos consideran sin embargo, que la erosión en cárcavas estaría presente en algún grado en todo el país y tiende a desarrollarse en paisajes con más de 2.5% de pendiente (desde lomadas hasta sierras, con una

mayor expresión en colinas) y en los sitios frágiles con baja estabilidad estructural, en los cuales una alta presión del pastoreo y las quemadas propician el fenómeno (Sganga 2000).

La dinámica del problema de erosión debería ser monitoreada y en caso de incumplimiento respecto al manejo del suelo apropiado para la conservación, deberían aplicarse las sanciones correspondientes porque los costos de recuperación cuando la erosión es grave son muy altos y algunas veces muy difíciles de realizar.

Por otro lado, el incremento del uso de la SD en general y por la expansión de la soja transgénica que implica la utilización del paquete tecnológico SD+glifosato, produjo una creciente utilización de herbicidas. Para el cultivo de soja RR se realizan 2 a 3 aplicaciones de glifosato (como "laboreo químico"¹³) 30 a 60 días pre-siembra, a veces antes de la siembra y luego para combatir malezas durante el desarrollo del cultivo (Pardo y Martínez 2006).

3.3.2 Uso de agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes)

La utilización de plaguicidas y fertilizantes en la actividad agrícola puede ser una fuente de contaminación de suelos y fundamentalmente del agua, tanto superficial (ríos, lagos) como subterránea (acuíferos).

Los riesgos en el uso de los agroquímicos, particularmente de los plaguicidas (insecticidas, herbicidas y fungicidas), no solo dependen de su toxicidad, sino también de la concentración y circunstancias en que se empleen, del tiempo y la continuidad en que las personas, animales y la fauna estén expuestos a los productos (Ferrando et al. 1992, citados por Sánchez et al. 2005). La permanencia de los plaguicidas en los distintos componentes del ambiente (suelo, agua y atmósfera) depende de las características propias del producto y de las condiciones ambientales, siendo degradados por procesos microbiológicos, químicos y por fotólisis. En función de estos procesos existen plaguicidas muy persistentes, como los organoclorados, y algunos de origen mineral como los cúpricos y los arsenicales. Los organoclorados han sido prohibidos en el país hace más de 20 años, sin embargo se ha detectado la existencia de DDT y sus metabolitos en suelos de montes frutales (Nuñez et al. 2005), así como del organoclo-

¹² Residuo vegetal que persiste en el suelo luego que se realizó la cosecha del grano. A este residuo también se le llama rastrojo.

¹³ Con la SD los herbicidas se utilizan en lugar del laboreo mecánico, lo que según Durán y García (2007) pasan a ser el nuevo "mal necesario" (antes lo era el laboreo) y así deberían ser considerados y manejados.

rado Aldrin en muestras de agua potable de nuestro país analizadas por la URSEA.

A los efectos de poder aplicar medidas de control y mitigación de problemas de contaminación es importante considerar los mecanismos de transporte de los posibles contaminantes desde su lugar de aplicación hacia las fuentes de agua, los que están relacionados con el ciclo hidrológico del agua. Estos mecanismos son básicamente, la infiltración profunda y la escorrentía o escurrimiento (cuando se supera la capacidad de infiltración del suelo). En el caso de la escorrentía, el destino final de los posibles contaminantes son las aguas superficiales y en el de la infiltración es el agua subterránea que actúa en la recarga de acuíferos. La mayoría de los pesticidas se pierden asociados al agua de escurrimiento. Las características y tipos de suelos inciden sobre el movimiento de los contaminantes. Cuanto mayor es el contenido de materia orgánica, mayor es la capacidad de adsorción¹⁴ de productos y menor el riesgo de contaminación (Perdomo 2001).

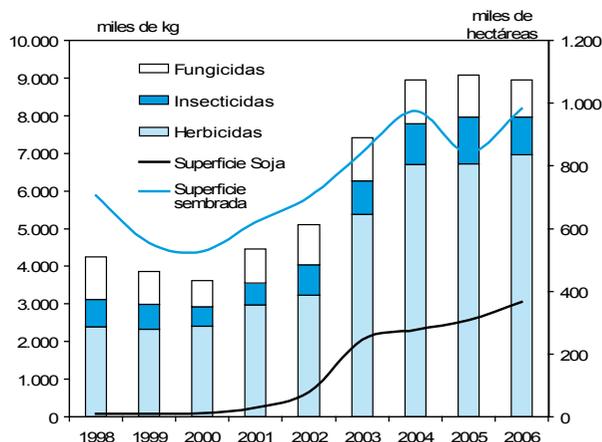
Para evaluar el impacto que el cambio de uso de la tierra pueda tener en el grado de utilización de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas), se analizaron las estadísticas de importación de los productos formulados y de las materias primas dado que en Uruguay prácticamente no existe esta industria, así como de la de superficie sembrada (cultivos y praderas artificiales). Sin embargo, este indicador debe utilizarse con cautela porque la cantidad importada en un año no necesariamente se consume durante el mismo, sino que puede ser utilizada en el siguiente y enmascarar así el uso actual. Por tanto la información presentada debe evaluarse con una perspectiva temporal.

3.3.2.1 Plaguicidas

De forma global las importaciones de plaguicidas (herbicidas, insecticidas y funguicidas) aumentaron 126% en el período 2004-2006 respecto al 1999-2001, siendo los herbicidas los que mostraron mayor aumento (165%), luego los insecticidas (88%) y los funguicidas aumentaron en menor proporción (30%). Las importaciones de herbicidas evolucionaron de forma similar a la superficie sembrada con cultivos extensivos, la que fue pauta a partir de 2002 por el crecimiento del cultivo de soja (Figura 2.8).

Figura 2.8
Importaciones de plaguicidas, superficie total de cultivos y de soja

Fuente: elaborado en base Estadísticas de Importación de Productos Fitosanitarios, Dirección General de Servicios Agrícolas del MGAP. Disponible en: <http://chasque.apc.org/dgsa/> y en base a MGAP-DIEA (2006a)



El análisis por unidad de superficie cultivada muestra un aumento de 60% en el caso de los herbicidas (de 4,5 a 7,3 lt/ha), 15% en los insecticidas y una disminución de 19% en los funguicidas. Estos datos evidencian la asociación existente entre el uso de herbicida y el cultivo de soja, que deriva del paquete tecnológico predominante: SD y soja transgénica resistente al herbicida Roundup (Roundup Ready, RR) cuyo principio activo es el glifosato.

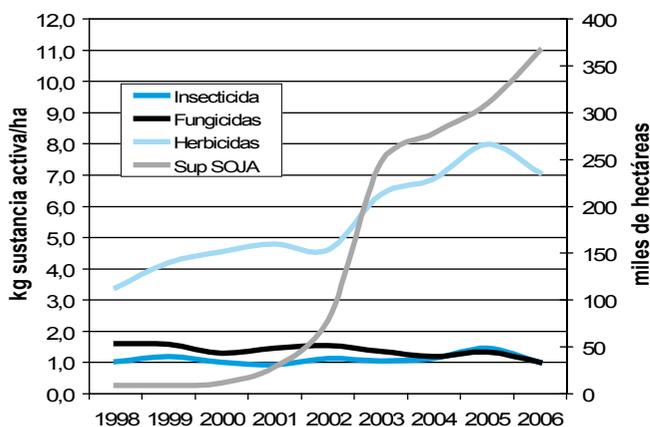
Del total de las importaciones de herbicidas, el glifosato representa el 58% en el período 2004-2006 y responde al crecimiento de la soja que se realiza básicamente con SD (90% del área) y casi la totalidad con la variedad transgénica RR. Esta variedad demanda mayor cantidad de glifosato que el resto de los cultivos sembrados con SD debido a las aplicaciones adicionales que se realizan durante el desarrollo del cultivo para combatir malezas (Figuras 2.8 y 2.9). Esta situación, sumada al manejo inadecuado del suelo, genera mucha preocupación respecto a la sostenibilidad del sistema de producción en relación con el posible impacto del uso reiterado de glifosato y al riesgo de erosión del suelo si queda descubierto de un año a otro.

Los riesgos ambientales y para la salud humana del glifosato han sido objeto de extensas revisiones en la literatura (Giesy et al. 2000, Solomon y Thompson 2003 citados por Solomon et al. 2005) y por parte de agencias reguladoras (US-EPA 1993, 1999, WHO 1994). De acuerdo con éstas, el riesgo de contaminación de aguas superficiales por lixiviación es reducido debido a

¹⁴ Adsorción: expresa la relación entre la concentración de un producto en el suelo y en la solución (ppm en suelos/ppm en solución). Cuanto mayor esta relación, mayor es la capacidad del suelo de fijar (adsorber) un producto.

Figura 2.9
Plaguicida importado por hectárea cultivada
y superficie sembrada con soja

Fuente: elaborado en base Estadísticas de Importación de Productos Fito-sanitarios, Dirección General de Servicios Agrícolas del MGAP. Disponible en: <http://chasque.apc.org/dgsa/> y en base a MGAP-DIEA (2006a)



la baja movilidad de este herbicida en el suelo (presenta una alta adsorción). El metabolito del glifosato, el ácido aminometil fosfórico es algo más móvil pero también se descompone. La fuerte unión del glifosato con el suelo produce la pérdida de la actividad biológica y los residuos de la unión se descomponen lo suficientemente rápido como para que no se produzca acumulación con el uso normal a nivel agrícola. Sin embargo, su toxicidad varía según las formulaciones del producto, por ejemplo el surfactante (compuesto orgánico para incrementar la adsorción del glifosato en las hojas) POEA (polioxietilamina) incrementa la toxicidad del formulado (Burger y Fernández 2004). La existencia de cierta incertidumbre debido también al crecimiento explosivo del uso de glifosato lleva a algunos analistas a recomendar una investigación sobre los efectos de dicho producto (Bruno 2007). De hecho, investigaciones realizadas en EEUU en las que se agregó glifosato a tanques con agua se produjo la muerte de anfibios (renacuajos) e insectos (Relyea 2005).

Por otro lado, es muy importante tener presente que la adopción de paquetes tecnológicos dependientes exclusivamente de un sólo herbicida aplicado durante mucho tiempo, genera una alta presión de selección que induce al desarrollo de resistencias espontáneas y la posibilidad de que aparezcan malezas tolerantes a las dosis normales. De hecho, luego de más de 20 años de uso extensivo en todo el mundo se detectaron casos de desarrollo de resistencia espontánea en vegetales que no son objeto de control (Altieri 2004). En la región pampeana de Argentina, algunas especies de malezas (*Verbena*, *Ipomoea*) ya presentarían tolerancia al glifosato (Pengue 2005). Con la SD los her-

bicidas se utilizan en lugar del laboreo, lo que según Durán y García (2007) pasan a ser el nuevo "mal necesario" (antes lo era el laboreo) y así deberían ser considerados y manejados. Ríos (2005) menciona ejemplos de desarrollo de resistencia en países de la región, como dos variantes de raigrás en Chile y en Rio Grande do Sul (Brasil). El desarrollo de resistencia ha sido consecuencia además de la falta de diversidad de prácticas en el manejo de malezas.

Durán y García (2007) recomiendan, igual que en el caso de la conservación de suelos, la utilización de rotaciones de cultivos y pasturas para disminuir el riesgo de aparición de resistencia, ya que se diluyen en tiempo y espacio las aplicaciones de herbicidas. Asimismo, recomiendan informar más y crear conciencia en los productores y técnicos para que se utilicen los herbicidas lo menos posible y de forma que cada aplicación que se realice tenga la máxima efectividad para evitar el desarrollo de resistencia.

En la producción convencional de frutas y verduras el uso de agroquímicos por unidad productiva es muy alto comparado con otras producciones agropecuarias, particularmente en el caso de los cultivos de manzano y tomate, por la cantidad de plagas y enfermedades que los afectan. En el caso de manzanos, se realizan en promedio 10 aplicaciones de insecticidas y 14 de fungicidas y un cultivo de tomate a campo recibe en promedio 13 aplicaciones de fungicidas, 14 de insecticidas y 13 de compuestos a base de cobre (Núñez y Maeso 2006). En evaluaciones realizadas durante 2004 y 2005 en la estación experimental INIA-Las Brujas se estimó el impacto ambiental del uso de plaguicidas en frutales (manzano, duraznero y peral) y hortalizas (tomate y zanahoria), bajo sistemas de producción integrada y convencional. En el caso de la horticultura, se encontró que en la producción integrada los índices de impacto ambiental evaluados eran muy inferiores a los de la producción convencional, lo que se explica no solo por el menor número de aplicaciones de plaguicidas realizadas sino también por el tipo de productos empleados, que son más selectivos y de menor impacto ambiental que en la producción convencional. Los análisis químicos realizados en muestras de los cursos de agua cercanos (cañadas) a estos cultivos, no detectaron residuos de plaguicidas, aunque en los análisis biológicos sí se detectó cierto nivel de toxicidad crónica por clorpirifos (usado para zanahoria) para organismos acuáticos (*Daphnia* sp). En el caso de los suelos, los análisis químicos detectaron residuos de esos mismos plaguicidas, cuyos niveles superan valores críticos para lombrices de tierra, según datos encontrados en algunas referencias (Núñez y Maeso 2006).

Este incentivo uso de agroquímicos también tiene impactos negativos en la salud. El 20% de las al menos 8000 consultas anuales por intoxicación están relacionadas con el uso de agroquímicos (Bruno 2007). Se ha registrado un aumento sostenido en las consultas por intoxicación (laboral, accidental o intencional) por glifosato (Burger y Fernández 2004) y organofosforados (Pose et al. 2000). Además, investigaciones llevadas a cabo en Canelones muestran que más del 90% de los aplicadores o bien no usan protección o usan protección inadecuada (Bruno 2007). Este mismo estudio revela un preocupante tratamiento de los recipientes (61% de los establecimientos estudiados los quema), e inadecuados procesos de lavado de la maquinaria.

En el caso del cultivo de arroz, durante las zafas agrícolas 1993/94 y 1994/95 se realizó un monitoreo preliminar para evaluar la existencia de residuos de los plaguicidas utilizados en ese cultivo en muestras de suelos, agua y granos, detectándose en algunos casos residuos de plaguicidas en períodos inmediatos a su aplicación, pero en el monitoreo posterior luego de 2-3 meses se pudo comprobar su disminución o desaparición (Deambrosis et al. 1996). En el año 2007 el sector arrocero (Asociación de Cultivadores de Arroz y Gremial de Molinos Arroceros) retomó el tema e inició un proyecto con el apoyo del INIA, la Universidad de la República –UDELAR– y el Laboratorio Tecnológico del Uruguay –LATU–, cuyos objetivos incluyen conocer el estado actual de la producción de arroz en relación con posibles residuos de agroquímicos en suelo, agua (incluyendo el río Cebollatí, que involucra un área de arroz aproximada a 10 000 ha en su cuenca) y grano; desarrollar indicadores; elaborar un protocolo para el estudio de residuos en suelo, agua y grano; generar antecedentes para la elaboración de un manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo. (http://www.aca.com.uy/publicaciones/revista_46_arroz_y_medio_ambiente.htm). El proyecto se está ejecutando pero algunos resultados preliminares indican la presencia de fósforo total en el agua de salida de una chacra y fuentes de agua para riego por encima de límites mínimos para eutrofización según las pautas de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). Se detectaron niveles de cadmio por encima de límites tolerables estadounidenses y canadienses en ríos, fuente de agua para riego así como en el agua de alguna chacra. No se detectó plomo en agua, suelo ni grano, por encima de límites tolerables en ningún caso. En cuanto a los fitosanitarios estudiados, estos resultados preliminares no estarían indicando problemas de presencia de residuos en suelos y agua, para la mayoría de los casos, aunque



Foto: RAP-AL

aún falta realizar la totalidad de los análisis. Tampoco se han detectado residuos en grano blanco (Hill 2007).

En otros cultivos extensivos no existe información tan exhaustiva sobre el estado del ambiente en cuanto a residuos de agroquímicos en suelos, agua o granos, por lo que los organismos estatales con responsabilidad en el tema deberían implementar una red de monitoreo a nivel nacional sobre la residualidad de agroquímicos, entre otros aspectos.

Respecto al impacto de los plaguicidas en el consumidor, los residuos en frutas u hortalizas son una de las vías de exposición a los mismos, aunque en la medida que se cumplan con los tiempos de espera (período desde aplicación a cosecha) de los plaguicidas utilizados generalmente estas exposiciones no significan riesgos para la salud. Si bien se considera que la mayoría de las frutas y hortalizas que se consumen en el país cumplen con los Límites Máximos de Residuos (LMR)¹⁵ establecidos por el Codex Alimentarius (http://www.codexalimentarius.net/mrls/pestdes/jsp/pest_q-e.jsp), deben realizarse controles periódicos de estos alimentos. En este sentido, desde hace algunos años la Comisión Administradora del Mercado Modelo ha encarado un plan de monitoreo de residuos de plaguicidas, que es realizado por ahora en pequeña escala. En casi 3 años de evaluaciones se encontró en promedio que el 7% de las frutas y verduras analizadas estaban por encima del LMR del Reglamento

¹⁵ El LMR es la máxima concentración (expresada en mg/kg) recomendada por el Codex Alimentarius para asegurar la inocuidad de los alimentos y por tanto es el límite legalmente permitido en alimentos frescos o procesados. Es considerado a nivel mundial como un excelente Indicador de exposición a plaguicidas para la población general (Núñez y Maeso 2006).

Figura 2.10
Fertilizantes importados por hectárea fertilizada y superficie total fertilizada

Fuente: elaboración propia en base Departamento de Control de Fertilizantes y Enmiendas (MGAP). <http://www.mgap.gub.uy/Renare>

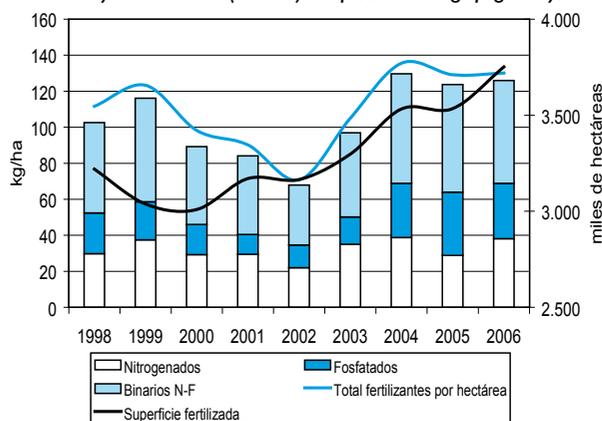


Figura 2.11
Fertilizante importado por hectárea fertilizada, participación por tipo

Fuente: elaboración propia en base Departamento de Control de Fertilizantes y Enmiendas (MGAP). <http://www.mgap.gub.uy/Renare/>

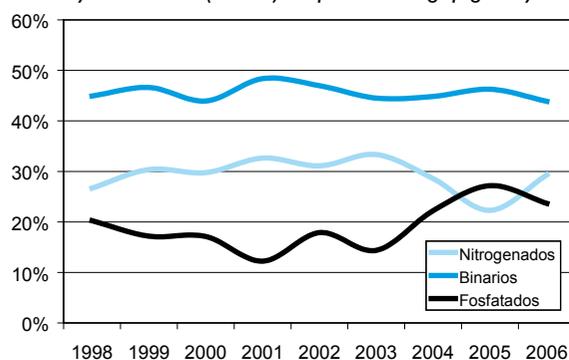


Tabla 2.14

Importaciones de fertilizantes y superficie afectada por uso de fertilizantes (en toneladas)

Fuente: elaborado en base a información relevada por el Departamento de Control de Fertilizantes y Enmiendas del MGAP. (1) En hectáreas. Incluye: cultivos extensivos e intensivos, praderas sembradas, cultivos forrajeros, mejoramientos de campo natural.

Año	Nitrogenados	Binarios NP-NK-NPK	Fosfatados	Otros	Total	Superficie fertilizada (1)
1998	95 914	161 463	72 785	29 123	359 285	3 219 161
1999	113 709	174 608	64 311	21 939	374 567	3 037 450
2000	87 969	129 886	50 550	27 213	295 619	3 009 142
2001	93 376	138 421	34 984	19 315	286 096	3 170 773
2002	69 644	105 132	40 001	9 117	223 894	3 165 659
2003	115 491	154 245	49 796	26 862	346 395	3 297 696
2004	136 838	214 814	106 417	20 984	479 053	3 533 133
2005	101 776	211 257	124 105	19 547	456 685	3 534 602
2006	143 049	214 205	115 446	15 435	488 135	3 752 102

Bromatológico Nacional basado en el Codex Alimentarius.

La producción integrada y la orgánica son alternativas para evitar la contaminación con plaguicidas, aunque deberían tener un precio mayor en el mercado que los productos tradicionales debido a la menor productividad que supone el no uso de fertilizantes químicos y plaguicidas.

3.3.2.2 Fertilizantes

El uso de fertilizantes nitrogenados y fosfatados de forma excesiva o en lugares con mucha pendiente, puede producir eutrofización (Ver ítem 6.2 en este mismo capítulo) de aguas superficiales (particularmente de lagunas) debido al enriquecimiento con nitratos (NO₃) y fosfatos, lo que puede generar efectos muy adversos en los sistemas acuáticos.

Los nitratos pueden provenir de diversas fuentes, tanto localizadas (cámaras sépticas, depósitos de estiércol animal) como no localizadas (difusas) cuando no existe un punto fijo de entrada de los contaminantes al sistema como es el caso de la actividad agropecuaria. El aporte en los suelos bajo agricultura puede provenir de la mineralización del N orgánico del suelo (humus, estiércol) como del agregado de fertilizantes nitrogenados. En los países en desarrollo en los que el uso de fertilizantes no es intenso, como es el caso de Uruguay, debería priorizarse el monitoreo de las fuentes localizadas frente a las difusas (Ongley 1997).

La contaminación del agua con nitratos provoca toxicidad aguda en seres humanos, por lo



Foto: Oscar Blumetto (Vida Silvestre Uruguay)

que la Organización Mundial de la Salud fijó como valor máximo un contenido de nitratos de 50 mg/Lt de agua de bebida, por encima del cual no es aceptable para el consumo humano (OMS 2004).

De acuerdo a los informes realizados por la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA 2007) en algunas localidades de las regiones agrícolas del país como Cardona, Dolores y Palmitas del departamento de Soriano; Ombúes de Lavalle y Tarairas de Colonia y Tala de Canelones, se encontraron niveles de nitratos en el agua de OSE por encima del límite máximo de 45 mg/Lt que estableció este organismo regulador en el agua de bebida. Los escasos estudios académicos a nivel nacional sobre el estado de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas realizados en el lugar (no en tanques de OSE), no permiten inferir como causa principal a las actividades agropecuarias dado que éstas son fuentes difusas y se asocian más a fuentes localizadas como cámaras sépticas .

A continuación se presenta la evolución de los volúmenes importados de fertilizantes por tipo y se relaciona con el uso de la tierra donde se aplica, es decir: cultivos extensivos e intensivos (horticultura y fruticultura), praderas sembradas, cultivos forrajeros anuales, mejoramientos de campo con agregado de semillas y fertilizantes (Tabla 2.14).

La disminución observada en 2000-2002 (ver Figura 2.10) se asocia con la devaluación ocurrida a principios del 2001 que deterioró los precios relativos (insumo/producto) y también con la aparición del brote de aftosa en 2002 que produjo una caída del precio del ganado. A partir del año 2003 se recuperan y comienzan a aumentar los volúmenes importados por unidad de superficie, siendo el promedio 2004-2006 un 12% superior que el consumo en 1998-1999.

El aumento por hectárea ocurre solamente en el caso de los fertilizantes fosfatados (Figura 2.10), lo que se explica por el cambio del pa-

trón de cultivos con diferentes requerimientos de fertilizantes nitrogenados y fosfatados. El aumento de la soja –cultivo con bajas necesidades de nitrógeno porque lo fija de la atmósfera ya que es una leguminosa– y la disminución relativa del área de cereales, cuya fertilización predominante son los binarios (nitrógeno y fósforo) y nitrogenados, explica esta evolución. Asimismo, la mayor producción de carne en respuesta al crecimiento de la demanda externa produjo un aumento de los mejoramientos de campo natural y de praderas sembradas, que requieren mayor dosis de fósforo que de nitrógeno.

La menor fertilización nitrogenada por hectárea evidenciada en los últimos años genera menores riesgos de contaminación con nitratos.

3.3.3 Diversidad biológica¹⁶

El incremento de la forestación ha sustituido parte de pasturas naturales y está generando además una mayor presión de pastoreo sobre ese tipo de pasturas, ya que el stock de ganado no ha variado sustancialmente. Las praderas naturales son el principal ecosistema natural del país y de reconocimiento internacional por su riqueza específica en recursos fitogenéticos (Rivas com. per.).

Las regiones del litoral y sur oeste del país son regiones muy antropizadas por la alta proporción de cultivos y de la producción lechera, presentando un alto grado de sustitución y degradación de las pasturas naturales. Es un sistema ecológico susceptible al deterioro de las pasturas ya que se sustituyen especies nativas valiosas para la ganadería por especies invasoras como la gramilla (*Cynodon dactylon*), cardos (*Cardus*, *Cirsium* *Cynara*) y otras especies arbustivas (Boggiano 2003).

Asimismo, se han reportado procesos de erosión genética en el caso de las variedades locales, especialmente de hortícolas, cuyas causas se asocian con la migración del campo a la ciudad, la sustitución por variedades modernas y el debilitamiento de los programas de mejoramiento nacionales. Si bien en los últimos años se comenzaron varios proyectos, producto de la inquietud de organizaciones no gubernamentales e instituciones de investigación y docencia, es necesario incorporar esta temática en los programas de desarrollo. Preocupa el riego de contaminación de variedades locales con OGM, como en el caso del maíz en lugares

donde conviven ambos tipos de cultivos (Berrera et al. 2007).

En relación con los impactos que la intensificación de la producción pueda ejercer sobre la flora y fauna nativa del hábitat de campo natural, la realización de cultivos en áreas netamente ganaderas constituye una presión para la avifauna que lo habita (MGAP-MVOT-MA 2005) y para la flora nativa, como ocurre en la región de Chapicuí y Guaviyú donde se concentran los palmares de *Butia yatay* únicos en el país. Dado que estos palmares se desarrollan en suelos de aptitud agrícola para cultivos de verano, se ven sometidos a la agresión de las prácticas agrícolas y de los herbicidas que se utilizan (Boggiano 2003). Una situación similar al área de palmares de *Butia yatay* puede observarse en los campos naturales de parque con algarrobales (*Prosopis nigra* y *P. affinis*) y de espinillos (*Acacia caven*) que forman verdaderas asociaciones con la pradera natural donde predominan especies finas invernales, utilizados en sistemas silvopastoriles naturales. En estas áreas la producción ganadera invernal es naturalmente buena debido a la combinación de la excelente producción de las pasturas naturales, con el abrigo que ofrecen los árboles. Dada la aptitud agrícola de estos campos para cultivos de invierno y verano, estas áreas deberían ser consideradas dentro de una propuesta de conservación de la biodiversidad florística del campo natural ya que mantienen aún buenos niveles de conservación de la biodiversidad florística de los campos (Boggiano 2003).

En el caso del cultivo de arroz en la cuenca de la laguna Merín, región muy rica en biodiversidad asociada a los bañados, provocó la pérdida de parte de los humedales originales por secado directo (Scarlato 1993) y cambios en el régimen hidrológico de la región debido a los sistemas de irrigación por bombeo, la construcción de represas en las partes altas de la cuenca, y obras de drenaje efectuadas en las tierras bajas, naturalmente ocupadas por bañados. Estos cambios seguramente afectaron la diversidad biológica y las funciones reguladoras del ambiente que cumplen los ecosistemas de humedales.

Las áreas de palmares de *Butia capitata* del norte del departamento de Rocha (San Luis) también se han visto afectadas por este cultivo ya que las palmas adultas se encuentran sometidas a períodos importantes de inundación y probablemente, su floración o fructificación pueden ser afectadas por los agroquímicos que se aplican de forma aérea (Rivas y Barilani 2004). Asimismo, existen impactos sobre la biodiversidad como consecuencia de la cons-

¹⁶ Los impactos sobre la biodiversidad son analizados en detalle en el Capítulo 4.

trucción de represas en zona cuyos embalses cubrieron regiones con bosque nativo de tipo galería, parte de los cuales fueron eliminados, lo que afecta también el hábitat de especies nativas (MGAP-MVOTMA 2005).

En términos generales, el aumento de la intensidad de uso del suelo es un factor determinante de las características y dinámica de las comunidades básicas de todas las tramas tróficas terrestres (bacterias, hongos patógenos, nemátodos y macrofauna) así como de las propiedades abióticas del suelo, tal como lo muestran resultados preliminares llevados a cabo en el INIA en diferentes sistemas de producción (Zerbino y Morón 2003, Zerbino 2005).

4. Producción ganadera

4.1 Uso del suelo y características de la ganadería de carne y leche.

La producción ganadera para carne es el uso del suelo predominante en Uruguay, ocupa más del 80 % del total de la superficie explotada y la carne es el principal rubro de exportación agropecuaria. De acuerdo con el grado de intervención y la intensidad de uso del suelo –que depende de la aptitud de los suelos y topografía- los sistemas ganaderos se clasifican tradicionalmente en tres grandes grupos: ganadero extensivo, agrícola-ganadero y lechero (Tabla 2.15). Cabe considerar además, la producción a corral (*feed lot*), que ha aumentado en los últimos años, por ahora representa solamente el 10% de la faena (90 000 cabezas por año, aproximadamente) y se realiza inserta en los sistemas pastoriles ya que el encierro se realiza exclusivamente para terminar el engorde durante los últimos 2 a 3 meses antes de la faena.

En términos globales, en los últimos 20 años la superficie con pasturas mejoradas (praderas, mejoramientos extensivos y cultivos forrajeros)

aumentó de 10 a 15,5% (70%), destacándose la difusión de la “*inter siembra*” para el mejoramiento (en calidad y cantidad) de las pasturas del campo natural que ha contribuido a mitigar el grado de intervención permitiendo mantener un alto porcentaje del tapiz natural, al tiempo que aumenta la producción de forraje por hectárea (Risso 2005).

La producción ganadera extensiva (ovinos y bovinos) se desarrolla predominantemente sobre campo natural casi sin alteraciones ya que en promedio sólo el 11,8% del área presenta mejoramientos de pasturas (praderas, cultivos forrajeros y mejoramientos extensivos). Los sistemas agrícola-ganaderos representan el 20% de la tierra explotada y hacen un uso algo más intensivo del suelo, combinando la producción ganadera (con una superficie de pasturas mejoradas promedio de 24%) con la de cultivos (Tabla 2.15). Predomina en la región del litoral del Río Uruguay (Figura 2.1).

La producción lechera es la más intensiva en el uso del suelo, presenta 56% del área “mejorada” que incluyen una alta proporción de praderas sembradas y cultivos forrajeros anuales (sorgo, maíz). Se desarrolla en la región sur, en un área que representa el 6% del total aprovechable (Figura 2.1). De acuerdo con la Asociación Nacional de Productores de Leche, la falta de tierra disponible esta actuando como limitante para el desarrollo de la lechería y ha resultado en un creciente proceso de intensificación. Este proceso de intensificación permitió aumentar la productividad de forma significativa (Tabla 2.15) sobre la base de praderas en rotación con cultivos forrajeros para pastoreo y producción de ensilajes, lo que ha derivado en una mayor presión por el uso del suelo y por lo tanto un mayor riesgo de degradación y erosión (MGAP-MVOTMA 2005).

En años recientes se evidencia una intensificación de los sistemas de producción de carne estimulada por la creciente demanda externa y precios atractivos para los productores, por

Tabla 2.15
Características de los sistemas de producción Ganaderos, Agrícola Ganadero y Lechero

Fuente: elaboración propia en base a MGAP-DIEA 2007b

Sistema	Nº de explotaciones	Superficie total miles de ha	Área mejorada %
Ganadero	36 726	71%	11,8
Agrícola-Ganadero	7 373	20%	24,4
Lechero	4 877	6%	55,8
TOTAL	48 976	16 030 (100%)	15,5

Tabla 2.16
Indicadores de la producción lechera

Fuente: Elaborado en base a MGAP-DIEA (2007b), en base a información de DICOSE correspondiente al cierre de cada ejercicio (30 de junio). Notas: (1) Praderas artificiales, campo natural mejorado, fertilizado y forrajeras anuales. (2) Vacas masa = vacas ordeñe + vacas secas + vaquillonas entoradas. (*) Estimado.

Indicadores	1997/8	1998/9	1999/0	2000/1	2001/2	2002/3	2003/4	2004/5
Producción de leche comercial (millones)	1 245	1 348	1 278	1 329	1 301	1 343	1 494	1 619
Superficie total de tambos (miles de ha)	1 060	1 116	993	1 000	1 000	980	960	891
Número de tambos totales (miles)	5,5	5,3	5,0	5,1	5,1	4,9	4,6	4,6
Pasturas mejoradas/total (%) *	48,4	47,8	47,3	55,0	55,0	51	49,2	55,6
Total de vacunas lecheras (miles de)	702	727	720	760	763	734	708	724
Litros anuales por vaca masa **	3 160	3 283	3 195	3 220	2 980(*)	3 215(*)	3 830(*)	4 073(*)

lo que ha aumentando la productividad (kg carne/ha) en base a una mayor proporción de praderas artificiales, cultivos forrajeros y uso de concentrados. El crecimiento de las exportaciones de carne ha sido posible por la mejora del status sanitario de la ganadería uruguaya que facilitó el acceso a mercados exigentes. Algunos expertos opinan que el *feed lot* inserto en los sistemas pastoriles de producción de carne, puede ser una estrategia de intensificación que permitiría reducir o mantener la capacidad de carga de todo el sistema y contribuir al manejo racional del recurso forrajero sin resentir

la productividad y alcanzar los altos pesos de faena demandados actualmente por la industria cárnica (Simeone y Beretta 2007). Pero por otro lado, el crecimiento de esta tecnología está generando preocupación por el impacto que la concentración de desechos animales y barro puede generar en la calidad de las aguas superficiales de regiones adyacentes. Cabe destacar que en el país aún no existe normativa que regule la deposición de desechos en los *feed lots* (sí existe en el caso de la producción láctea), lo que constituye una carencia del sistema regulatorio ambiental.

Foto: Diego Martino



4.2 El ecosistema de campo natural

El campo natural, está constituido por una cobertura vegetal en la que predominan las gramíneas perennes y se desarrolla ininterrumpidamente sobre un mosaico de suelos y topografías diferentes. Esto determina que existan variaciones importantes en cortas distancias en la fertilidad, regímenes hídricos y temperaturas, favoreciendo la diversidad de especies (Berretta 1991, Del Puerto 1987) que cambian sus frecuencias, hábitos fisiológicos y ecológicos, adaptándose a las condiciones de suelo y topografía bajo el efecto del manejo del pastoreo (Millot et al. 1987). Según Rosengurt (1943) citado por Boggiano (2003), bajo la aparente homogeneidad de las pasturas naturales existe una serie de comunidades vegetales

Tabla 2.17

Estado del campo natural de los predios que integran planes de gestión del Programa Ganadero del MGAP

Fuente: adaptado de Acosta, P. (2007).

Sup. Campo Bruto	Sup. Campo Natural degradado	Superficie Campo Natural buena condición	Total Campo natural	Otros predios	Superficietotal de los planes de gestión aprobados
4 601 ha	9 240 ha	62 000 ha	75 952 ha	12 648 ha	88 600 ha
5%	10%	71%	85%	14%	100%

heterogéneas en composición y estructura. Las praderas naturales son, por tanto, una fuente de recursos fitogenéticos de especies forrajeras, algunas de las cuales dieron origen a variedades comerciales de gramíneas forrajeras de difusión mundial (*Bromus auleticus*, *B. unioloides*, *P. dilatatum*, *P. notatum*, *P. pauciciliatum*, *P. plicatulum*, *P. urvillei*), y también de otro tipo de especies, como plantas medicinales ejemplarizadas por la marcela (*Achyrocline satureoides*) y las carquejas (*Baccharis articulata*, *Baccharis trimera*). Se han relevado más de 350 especies y variedades botánicas de gramíneas nativas (Boggiano 2003).

La heterogeneidad de ambientes y ecosistemas de praderas naturales asociadas a las condiciones del paisaje, han permitido la existencia de una amplia variabilidad de especies en la flora y fauna uruguaya (Boggiano 2003, Bemhaja y Berretta 1994). El conjunto de especies de tapiz bajo con plantas subarbustivas herbáceas y pajizas, integran un complejo ecosistema con macro, micro y meso organismos cuyo importante rol es aún poco conocido (Millot et al. 1987).

La cobertura vegetal de los campos brinda, además, otros beneficios de difícil valoración en

términos monetarios pero de gran importancia para el ser humano y el resto de los seres vivos. Estos son los servicios ambientales derivados de la reducción del escurrimiento superficial de la lluvia, lo cual protege al suelo de la erosión y pérdida de fertilidad, asegura la existencia de cursos de agua limpios al evitar la contaminación de ríos y arroyos con sedimentos de suelo, favoreciendo asimismo el drenaje interno del agua que alimenta los acuíferos (Boggiano 2003).

4.3 Impactos

Los impactos en el ambiente se analizan considerando el grado de intensificación del uso de los recursos naturales, lo que determina diferentes grados de intervención, analizándose por un lado los sistemas a producción extensiva y por otro los sistemas intensivos (engorde y producción de leche).

El principal impacto en el ambiente que genera la ganadería extensiva es la disminución de especies nativas de la flora en áreas de pasturas naturales. Los animales en pastoreo actúan sobre la pastura a través de la defoliación se-



Si bien se ha dado una "naturalización" cultural de las praderas con pastos cortos producto de la ganadería, el "campo natural" difiere mucho en cuanto a diversidad y estructura del ecosistema original. Esta fotografía (ca 1960) muestra como incluso luego de siglos de ganadería, en aquellos potreros muy extensos en la década del 60 la pradera adquiere una estructura muy diferente al paisaje usual de la ganadería extensiva uruguaya. Fuente: foto: Campal 1969: 35

lectiva de las plantas, el pisoteo, la deposición de heces y orina y la dispersión de semillas. De estas actividades la defoliación es la que ejerce mayor poder modificador actuando a través de la frecuencia, intensidad y distribución espacial y temporal en relación al estado fenológico de las plantas (Harris 1978, Watkin y Clements 1978, citados por Boggiano 2003). Este impacto en la diversidad y estructura vegetal tiene un impacto directo en el resto de la biodiversidad nativa del ecosistema natural de praderas.

Los sistemas ganaderos intensivos, *feed lots* y en particular la lechería por su mayor importancia territorial, tienen como principales impactos y amenazas emergentes la contaminación de recursos hídricos, la erosión de los suelos por el uso intensivo para los cultivos forrajeros y la pérdida de especies de la flora y fauna nativas en áreas de pasturas naturales.

4.3.1 Suelos y aguas (erosión y calidad de agua)

En las áreas de ganadería extensiva los problemas de degradación de suelos (erosión y pérdida de fertilidad) son bajos y prácticamente se circunscriben a la erosión hídrica en áreas localizadas debido a problemas climáticos (sequías) y al sobrepastoreo que dejan el suelo por algún período con nula o baja cobertura vegetal y por tanto muy vulnerable a la a la erosión hídrica por la ocurrencia de lluvias torrenciales. De acuerdo con Sganga (2000) la superficie erosionada debido al pastoreo es el 4% del territorio nacional y el 12% de la superficie afectada por erosión (ver Tablas 2.12 y 2.13). No existen en el país relevamientos sistematizados sobre la calidad de las aguas superficiales o subterráneas en las regiones de ganadería extensiva, pero no parece ser una amenaza en el estado actual de ese tipo de producción.

En las regiones predominantemente lecheras (ver Figura 2.1) y en los *feed lots* de las regiones ganaderas-agrícolas del litoral del país, existe la amenaza de contaminación de aguas subterráneas con bacterias coliformes.¹⁷ Dadas las características de la explotación lechera en el Uruguay, que supone una alta concentración de animales en los corrales y sala de ordeño,

¹⁷ Las bacterias coliformes son un parámetro de calidad de aguas para el consumo ya que si bien no son patógenas de por sí, son indicadoras de la presencia de microbios potencialmente patógenos y por tanto indican deficiencias sanitarias en las fuentes de agua. Generalmente está indicando la contaminación reciente por efluentes barométricos o estiércol animal, además de deficiencias de construcción de pozos (Perdomo et al. 2001).

se genera un considerable volumen de residuos sólidos y líquidos (estiércol, orina, restos de alimentos). A estos deben agregarse los productos utilizados para la higiene diaria de las instalaciones y maquinaria, que son vertidos directamente al terreno o a un curso de agua, con el potencial riesgo de la contaminación de las aguas subterráneas fundamentalmente (<http://www.iica.org.uy/p2-17-pon6.htm>). Otros sitios donde se acumula estiércol son las pasturas bajo pastoreo intensivo y zonas de bebedero animal.

Dado que no se dispone de información sistematizada sobre el impacto de estas actividades agropecuarias en la calidad de las aguas, se realizó un convenio de cooperación entre el MVOTMA, CONAPROLE –Cooperativa de Productores de Leche– y la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República, con el apoyo del MGAP y LATU para estudiar esta problemática en la producción lechera y desarrollar guías para el manejo de efluentes. En este marco se realizó un diagnóstico de la gestión del manejo de residuos en 16 predios de los departamentos de Florida y San José con algún tipo de sistema de tratamiento de efluentes. El más utilizado fue el sistema de lagunas (68,8%), luego el de la fosa séptica (12,5%) y solamente se relevó un biodigestor (6%). La eficacia de estos tratamientos no resultó muy buena ya que solamente el 19% de los predios tenía abastecimiento de agua de calidad aceptable y el 81% restante presentaba valores de coliformes que indican contaminación (Apa et al. 1998).

En general los suelos de la principal cuenca lechera (cuenca del Río Santa Lucía y oeste del río de la Plata) presentan un alto grado de fragilidad debido a la erosión moderada a severa que existe en muchas zonas, lo que se atribuye a historias de agricultura continua. Los campos naturales de los sistemas lecheros presentan grados variables de degradación por sobrecargas periódicas que tienden a evolucionar hacia pasturas muy poco productivas con malezas difíciles de combatir (MGAP-MVTOMA 2005, Boggiano 2003).

4.3.2 Diversidad biológica (especies nativas del ecosistema de campo natural)

El grado de degradación genética no es homogéneo a través de las diferentes regiones ganaderas, siendo el menor en la región de basalto (21% del territorio nacional) donde se desarrolla la ganadería extensiva, y aumenta con la intensidad de la intervención agrícola y ganadera (Boggiano 2003). En términos generales, puede afirmarse que el estado general de conservación de la región biogeográfica uruguaya es vulnerable, presentando síntomas de

degradación genética por pérdida de especies y/o ecotipos e invasión de especies foráneas (cardos, gramilla) (adaptado de Millot et al. 1987).

La reducción de la biodiversidad por la intervención antrópica es difícil de valorar debido a la ausencia de estudios que la cuantifiquen. Sin embargo, esta se evidencia al observar la composición florística de lugares en que el impacto del pastoreo o la agricultura fue reducido, como en costados de vías férreas, bordes de caminos y carreteras donde abundan muchas de las especies que están ausentes en los campos linderos.

No obstante ello, determinados manejos del pastoreo y los cierres de primavera para permitir la producción de semillas, promueven la recuperación de algunas de especies valiosas (Boggiano 2003) evidenciando su capacidad de resiliencia ante ciertos manejos. Esta capacidad se ha ido desarrollando desde la introducción de la ganadería en el siglo XVII, en gran medida promovida por los cambios a través del tiempo en el manejo del pastoreo en términos de carga animal y relación lanar / vacuno, que de alguna forma generan el establecimiento de nuevos equilibrios entre las distintas especies que componen el tapiz natural (equilibrios dinámicos), que permiten adaptarse a esas variaciones. Esta capacidad de reacción frente a la presión del pastoreo depende en gran medida de la diversidad de especies que integran esas comunidades vegetales (adaptado de Boggiano 2003).

La superficie de campos que nunca fueron alterados por el laboreo o con la aplicación de herbicidas se estima inferior al 60%, ya que las tierras de rastrojo con más de tres años sin laboreo son denominadas comúnmente "campos brutos" y son censados como campos naturales. Si bien esta limitante existe en todo el territorio nacional, es más importante en las regiones de mayor actividad agrícola. En el Programa Ganadero del MGAP, el campo natural genérico de los planes de gestión de predios criadores (88 600 ha) es el 85% del área en tres categorías en base a las características de las especies vegetales predominantes: campo en "buena condición" o estado de conservación (70%), campo bruto (6%) y campo natural degradado (12%) (Tabla 2.17). Esta clasificación fue hecha por los productores beneficiarios y sus técnicos asesores, como parte del diagnóstico de sus agroecosistemas para identificar oportunidades para mejorar la eficiencia en la cría (Acosta 2007).

La mejora en el manejo del pastoreo (dotación ganadera y relación lanar/vacuno), la fertiliza-

ción con fósforo e introducción de leguminosas productivas naturalizadas (géneros *Lotus* y *Trifolium*), constituye un paso fundamental hacia un nuevo equilibrio de mayor potencial mejorando la productividad sin destruir el tapiz, de manera sostenible, con baja alteración de los recursos naturales y con un uso controlado de insumos (Boggiano 2003).

5. Forestación industrial

5.1 Uso del suelo y características de la forestación industrial

El cultivo forestal como nuevo rubro de producción con especies exóticas, fue promovido fuertemente por la ley N° 15.939 de 1987. El objetivo de esa política fue cubrir el déficit de productos forestales, diversificar la producción y al mismo tiempo favorecer la conservación de los recursos naturales (suelos, agua, flora, fauna) a través de la protección del bosque nativo (San Román 2000). En esta ley se establecieron importantes beneficios tributarios para los bosques implantados en las zonas declaradas de prioridad forestal por un plazo de doce años a partir de la implantación de los bosques (MGAP-DGF- Ley 15.939), lo que contribuyó a una fuerte expansión del sector forestal. En consecuencia, se produjo la sustitución de campo natural, primordialmente destinado a la ganadería, por plantaciones industriales, en general de *Eucalyptus* y *Pinus*. El incremento registrado entre 1990 y diciembre de 2004 fue de tal magnitud, que se pasó de 45 000 ha a 740 000 ha

Figura 2.12
Evolución del área forestada y de las plantaciones por año

Fuente: elaborado en base a datos de MGAP-DGF (2005).

Nota: incluye la superficie efectivamente forestada y zonas afectadas a forestación (caminería y zonas buffer).

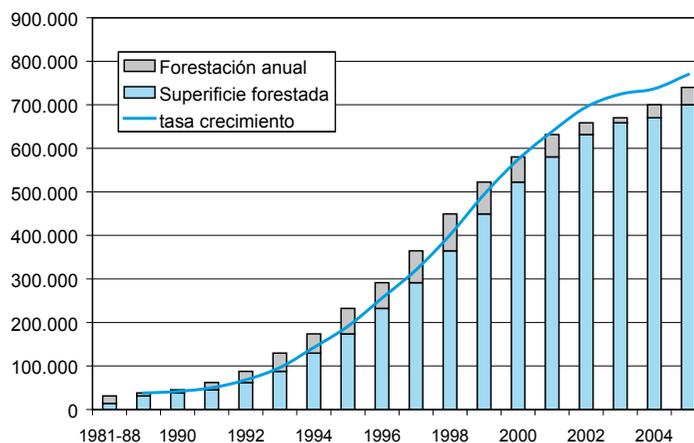
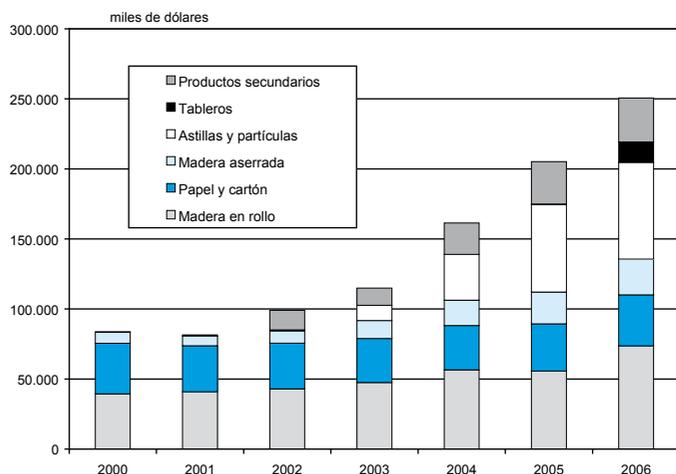


Figura 2.13
Evolución de las exportaciones de madera y productos derivados

Fuente: elaboración propia en base a base a datos de MGAP-DGF (2005).
Nota: Productos secundarios incluye: material madera para embalaje, cajas de cartón, papel de calidad, carpintería para construcción, muebles, etc.

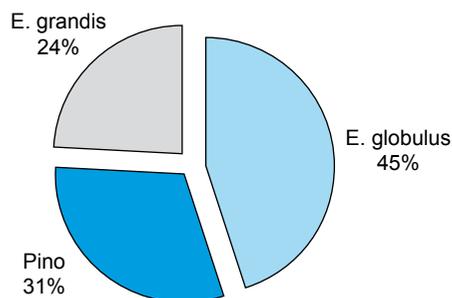


forestadas. En octubre de 2005 (Ley 17.905) se eliminan los subsidios establecidos en la misma, pero sigue su vigencia en el resto de las disposiciones que la misma establece.

Las especies promovidas por la legislación son pinos (*Pinus ellottii*, *P. Taeda*, *P. Pinaster*), eucaliptos (*Eucalyptus grandis*, *E. Saligna*, *E. Globulus* y *E. Globulus ssp. maidenii*), álamos (*Populus deltoides* e híbridos) y sauces (*Salix alba var. coerulea* e híbridos) seleccionadas en base a estudios realizados por la Facultad de Agronomía y la Dirección Forestal (DF)¹⁸ del MGAP sobre especies maderables que mejor se adaptaran al clima y suelos del país y que tuvieran un rápido crecimiento y diversidad de usos de su madera (San Román 2000).

¹⁸ Órgano ejecutor de la política forestal del MGAP.

Figura 2.14
Forestación industrial:
Distribución por especies en el año 2004
Fuente: Petraglia y Dell'Acqua 2006.



Para la consideración del carácter de suelo de "prioridad forestal" por parte la (DF) se tiene en cuenta que tengan una baja aptitud para otras producciones agropecuarias (agrícolas y ganaderas) y al mismo tiempo tengan aptitud para el desarrollo forestal. Se definieron con tal carácter a determinados grupos de suelos CONEAT (Decretos 452/1988, 333/1990 y 26/1993), pero en el año 2006 se establecen cambios con respecto al criterio de regiones de prioridad forestal (Decretos 191/06, 154/05 y 220/06 191/06) por lo cual algunos grupos de suelos CONEAT pierden esa categoría y otros se incorporan, quedando el área involucrada en valores similares a la situación anterior, la que totaliza 4 millones de hectáreas (22% del territorio nacional). Esta superficie marcaría el límite máximo que tendrían las plantaciones forestales de acuerdo a este criterio.

El área total forestada alcanzaría a 740 000 ha (4,5% de la superficie explotada) en el año 2005 según las últimas estimaciones disponibles. La tasa de forestación fue muy alta durante el período 1993 a 2001 (24% anual), luego se reduce hasta el 2003, volviendo a aumentar en los dos últimos años a un ritmo de 30-40 000 ha, de acuerdo a las estimaciones de la DF-MGAP (MGAP-DF 2005) (Figura 2.12).

Esta alta tasa de forestación estaría asociada a grandes empresas forestales que actualmente exportan madera rolliza y que luego aportarían gran parte de esa madera a la planta de celulosa "Botnia" instalada en el departamento de Río Negro.

Las exportaciones de madera y productos madereros han aumentado sustancialmente (Figura 2.13) desde que comenzó a intensificarse la cosecha de la superficie plantada en los últimos 7 a 10 años y seguirán aumentando en la medida que continúe la cosecha y su posterior procesamiento.

Debido al rápido crecimiento del sector forestal, el MGAP actualizó recientemente la carta digital forestal del año 1999, basándose en imágenes satelitales del año 2004. Se estimaron las áreas con bosques tanto forestadas por especies como las de bosques nativos (Petraglia y Dell'Acqua 2006) según grupos de suelos CONEAT y la distribución territorial por cuencas hidrográficas. Las especies forestadas para rendimiento muestran en el año 2004 una predominancia de *E. globulus* (Figuras 2.14 y 2.15).

Las especies de pinos y el *E. globulus* son las que han presentando el mayor aumento desde 1999 (Figura 2.15).

Aproximadamente el 80% de las plantaciones se encuentran en suelos de prioridad forestal (Petraglia y Dell'Acqua 2006), siendo el Índice de Productividad (IP) promedio ponderado del conjunto de esos suelos de 68, con un mínimo de 3 y un máximo de 78. Si se tienen en cuenta todos los suelos forestados incluyendo los que no son de prioridad forestal, el índice promedio asciende a 76 para todo el país.

Los departamentos que tienen una alta proporción de suelos de buena aptitud agrícola como el caso de Soriano y Colonia (Tabla 2.19), presentan los mayores índices promedio del conjunto de los suelos forestados, debido a que en muchos casos no eran de prioridad forestal. Esta es una de las razones

Tabla 2.18

Índice de productividad de todos los suelos plantados según especies

Fuente: Petraglia y Dell'Acqua 2006.

Clase	IP
Globulus	76
Pino	72
Grandis	82
Salicáceas	13

Tabla 2.19

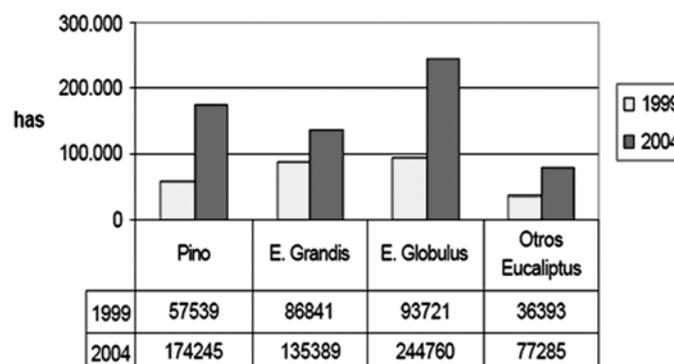
Índice de Productividad de todos los suelos con plantaciones forestales por Departamento

* Departamentos con un área plantada mayor al 1%.
Fuente: Petraglia y Dell'Acqua 2006.

Departamento*	IP
Soriano	93
Colonia	92
Paysandú	90
Río Negro	88
Durazno	85
Canelones	78
Florida	77
Tacuarembó	75
Rivera	72
Maldonado	66
Cerro Largo	66
Lavalleja	64
Treinta y Tres	64
Rocha	54

Figura 2.15
Superficie forestada por tipo de especie de acuerdo a las dos últimas Cartas Forestales digitales (años 1999 y 2004)

Fuente: Petraglia y Dell'Acqua 2006.



por las cuales se modificó la legislación y se cambiaron los criterios de clasificación de los suelos de prioridad forestal, eliminándose los que se consideran aptos para un mejor y más provechoso uso del recurso en otras actividades agrícolas o ganaderas, o por no reunir condiciones para un buen crecimiento de los bosques.

Asimismo se comienza a exigir para la plantación en los grupos de suelos declarados de prioridad forestal la autorización de la DGF según revistan o no interés nacional, pudiéndose prohibir las plantaciones en suelos frágiles. Los cambios introducidos se muestran gráficamente en la Figura 2.16. El área total de grupos de suelos de prioridad forestal se mantiene respecto a la reglamentación anterior en el entorno de las 4 000 000 ha (Figura 2.17).

En la última Carta Forestal con datos del año 2004 se evaluó la superficie de plantaciones a nivel de las subcuencas hidrográficas a los efectos de brindar elementos preliminares en el estudio de la relación entre la forestación y el ciclo hidrológico (Petraglia y Dell'Acqua 2006), dada la preocupación existente por el impacto que puede tener esta actividad en los ecosistemas.

A nivel de subcuenca la mayor superficie forestada que se encontró fue de un 21%, sin tomar en cuenta el bosque nativo, que corresponde a la subcuenca alta del río Tacuarembó (Figura 2.18 y Tabla 2.18).

Las cuencas consideradas son las que presentan más de un 20% del área con suelos de prioridad forestal y en ninguna de ellas la forestación artificial había superado aún el 22% del área

Tabla 2.20
Superficie forestada por subcuencas hidrográficas (al año 2004)

Fuente: Petraglia y Dell'Acqua 2006.

Macrocuenca	Subcuenca (1)	Área (5) ha	Forestación categorías	Área efectiva ha	% de la S Cuenca Forest. Artificial
Laguna Merín	Cebollatí	886 072	Plant. Ind. (2)	32 369	3,65%
			OTE-P-BC (3)	4 409	0,46%
			STOTAL (2+3)	36 778	4,12%
			Nativo (4)	66 992	
Laguna Merín	Olimar	493 856	Plant. Ind. (2)	4 305	0,87%
			OTE-P-BC	3 348	0,63%
			STOTAL		1,50%
			Nativo	37 446	
Laguna Merín	Parao	217 439	Plant	4 261	1,96%
			OTE-P-BC	955	0,42%
			STOTAL		2,38%
			Nativo	11 251	
Laguna Merín	Tacuarí	448 571	Plant	995	0,22%
			OTE-P-BC	1 876	0,40%
			STOTAL		0,62%
			Nativo	18 655	
Laguna Merín	Yaguarón	188 354	OTE-P-BC	234	0,12%
			STOTAL	234	0,12%
			Nativo	8 823	
Rio de la Plata	Pan de Azúcar, L. Sauce	86 537	Plant	8 440	9,77%
			OTE-P-BC	3 085	3,40%
			STOTAL		13,17%
			Nativo	4 487	
Rio de la Plata	Solís Chico	80 144	Plant	9 352	11,67%
			OTE-P-BC	1 574	1,96%
			STOTAL		13,63%
			Nativo	540	
Rio de la Plata	Solís Grande	132 093	Plant	10 128	7,67%
			OTE-P-BC	3 190	2,36%
			STOTAL		10,03%
			Nativo	3 058	
Rio Negro	Alta Rio Tacuarembó	608 409	Plant	122 978	20,21%
			OTE-P-BC	2 713	0,40%
			STOTAL		20,61%
			Nativo	73 225	
Rio Negro	Alta Rio Negro, aguas abajo R26	602 768	Plant	28 200	4,69%
			OTE-P-BC	2 727	0,43%
			STOTAL		5,11%
			Nativo	34 709	
Rio Negro	Bajo Rio Negro	826 407	Plant	54 107	6,55%
			OTE-P-BC	4 001	0,46%
			STOTAL		7,01%
			Nativo	41 550	
Rio Negro	Bajo Tacuarembó	133 787	Plant	8 683	6,49%
			OTE-P-BC	682	0,45%
			STOTAL		6,94%
			Nativo	16,615	

Macrocuenca	Subcuenca (1)	Área (5) ha	Forestación categorías	Área efectiva ha	% de la S Cuenca Forest. Artificial
Rio Negro	Rio Negro Medio	869 285	Plant	30 165	3,47%
			OTE-P-BC	3 310	0,37%
			STOTAL		3,84%
			Nativo	15 842	
Rio Negro	Rio Yi Medio	647 873	Plant	32 565	5,03%
			OTE-P-BC	2 735	0,41%
			STOTAL		5,44%
			Nativo	16 385	
Rio Negro	Rio Yi Superior	228 311	Plant	3 715	1,63%
			OTE-P-BC	858	0,37%
			STOTAL		1,99%
			Nativo	5 556	
Rio Negro	Tacuarembó Chico	306 448	Plant	40 227	13,13%
			OTE-P-BC	3 347	0,96%
			STOTAL		14,09%
			Nativo	42 337	
Rio Negro	Yaguari - Caraguata	434 997	Plant	2 260	0,52%
			OTE-P-BC	1 405	0,31%
			STOTAL		0,83%
			Nativo	14 767	
Rio Santa Lucía	Alto Santa Lucía Grande	483 733	Plant	17 052	3,53%
			OTE-P-BC	3 014	0,61%
			STOTAL		4,14%
			Nativo	8 465	
Rio Uruguay	Chapicuy Guaviyú	162 516	Plant	11 839	7,28%
			OTE-P-BC	1 710	1,00%
			STOTAL		8,28%
			Nativo	9 222	
Vertiente al océano Atlántico	Ao. Maldonado	141 751	Plant	4 758	3,36%
			OTE-P-BC	601	0,40%
			STOTAL		3,76%
			Nativo	8 018	
Vertiente al océano Atlántico	José Ignacio, Garzón, Rocha	244 167	Plant	13 677	5,60%
			OTE-P-BC	1 623	0,64%
			STOTAL		6,24%
			Nativo	11 262	
Vertiente al océano Atlántico	Lag. Castillos	146 520	Plant	5 881	4,01%
			OTE-P-BC	1 825	1,20%
			STOTAL		5,22%
			Nativo	4 967	

(1) Subcuencas donde el área de prioridad forestal (decreto 10-07-06) supera el 20% de la misma

(2) Plantaciones industriales: Pino, Grandis, Globulus, Salicáceas

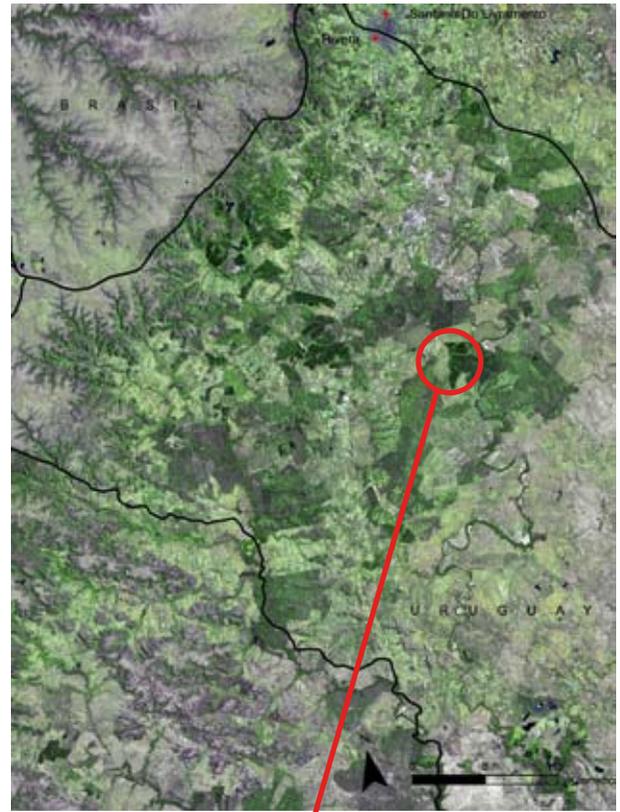
(3) Otros eucaliptus y montes de abrigo, parque, bosque costero

(4) Bosque nativo

(5) Área de la subcuenca libre de bosque nativo



Tacuarembó, 1987.



Tacuarembó, 2000.



Imágenes superiores:
 Mosaico de imagen izquierda: Landsat TM de 25 de junio de 1987 path 224 row 81. Landsat TM de 9 de enero de 1989 path 224 row 82. Imagen Landsat + TM de 25 de enero de 2000. Todas estas imágenes tienen combinadas las bandas 5, 4, 3.
 Mosaico de imagen derecha: 4 imágenes Aster de la misma zona, siendo dos del 7 de octubre de 2007 y dos hacia el oeste del 12 de enero de 2004, bandas utilizadas fueron 1, 3, 2. Todas fueron mejoradas mediante la técnica de ensanchamiento de bandas con los software ERDAS 9.1 y ENVI 4.2.
 Imagen inferior: Google Earth 2008.

total, sin embargo deben ser monitoreadas por el impacto adverso que puede originar este nivel de forestación.

5.2 Impactos

5.2.1 Suelos y aguas (erosión y calidad de agua)

La sustitución del tapiz herbáceo del ecosistema de pradera por plantaciones forestales genera necesariamente impactos en el ciclo hidrológico del agua debido, en primera instancia, a la mayor extracción de agua para el crecimiento de los árboles en relación con los requerimientos de las pasturas.

Varios autores nacionales basados en estudios realizados en Australia y uno realizado en Uruguay opinan que las plantaciones forestales en grandes masas boscosas, y en particular las de eucaliptos, reducen la escorrentía superficial y el drenaje profundo, los cuales son responsables de la recarga de acuíferos y la alimentación de arroyos (Pérez Arrarte 2007, UDELAR 2006, Delgado et al. 2006, Jobbágy et al. 2006). Sin embargo, respecto al efecto que puedan ejercer sobre el drenaje profundo, no existen aún evidencias claras en el país debido al escaso periodo de recolección de datos. Silvera et al. (2006) opinan que debido a la menor retención de agua en el suelo y menor escurrimiento superficial en las áreas forestadas con *Eucalyptus*, debería existir un mayor drenaje profundo y recarga de acuíferos en el periodo invernal.

Por otro lado, sí parece haber mayores evidencias a nivel local del efecto adverso que las grandes áreas forestadas con plantaciones industriales ejercen sobre la escorrentía superficial. Esto concluye un estudio encomendado por la Dirección Forestal del MGAP a la Universidad de la República para evaluar el impacto ambiental y monitoreo de programas de forestación. El mismo se realizó en una subcuenca del río Tacuarembó con un área forestada con eucaliptos y pinos que representa el 25,75% de la superficie total de la misma (2 000 m²) y se comparó la situación actual con forestación con datos del periodo 1975-1993 considerado como pre-forestación (y por tanto con pasturas, lo que equivalente al testigo), encontrándose una tendencia a disminuir el escurrimiento entre 22 y 31%, dependiendo de la precipitación anual. Si se evalúa esta tendencia por semestre (octubre-marzo, temporada estival y abril-setiembre, temporada otoño-invernal) se observa que respecto al escurrimiento anual, la reducción es mayor

Figura 2.16
Cambios en los suelos de prioridad forestal a partir de la reglamentación de 2006

Fuente: Petraglia y Dell'Acqua (2006).

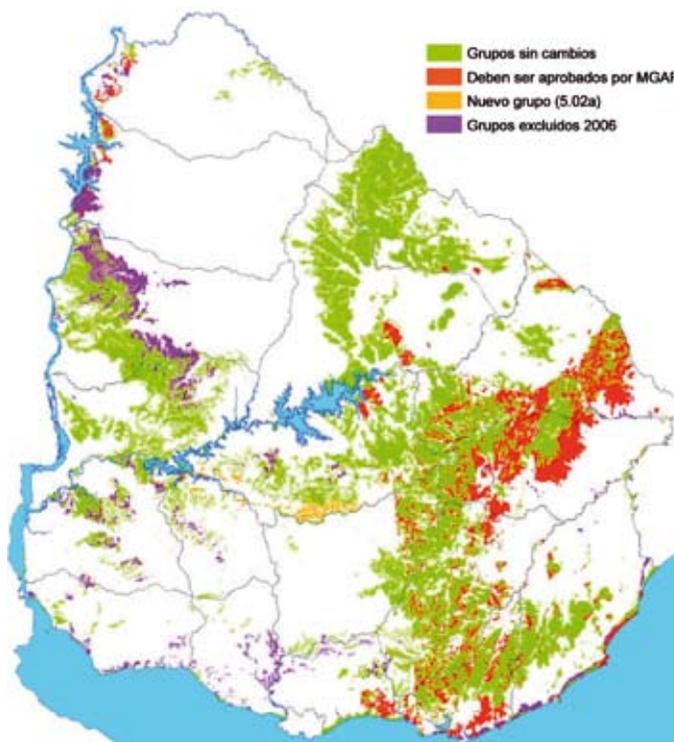
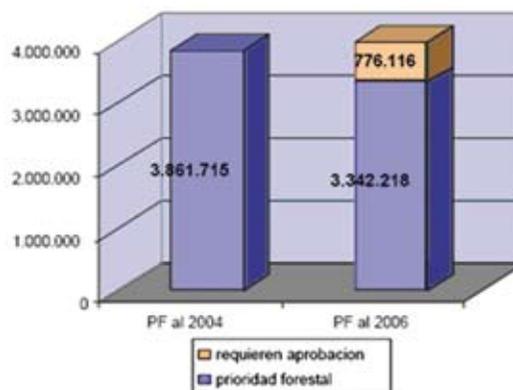


Figura 2.17
Áreas de prioridad forestal al 2004 y al 2006 (cambio reglamentación)

Fuente: Petraglia y Dell'Acqua 2006.



en la temporada estival (33 a 40%) y menor en el periodo invernal (13 a 20%). La menor reducción en el periodo invernal, cuando la escorrentía tiende a ser mayor por la baja evaporación que produce la gradual saturación del suelo, amortigua el efecto sobre los escurrimientos anuales (Silveira et al. 2006).

Recuadro 2.2 Debate sobre la Forestación en Uruguay

La temática forestal ha sido motivo de profundas discusiones en Uruguay. Debido a ello se decidió invitar a dos reconocidos expertos a debatir sobre el tema.

Daniel Martino (CARBOSUR)

El reciente desarrollo del sector forestal ha contribuido significativamente al desarrollo sostenible del país, a través de sus efectos positivos en lo económico, social y ambiental. Dicha contribución se multiplicará en el futuro gracias a la consolidación del incipiente proceso de inversiones en industrias de la madera y aprovechamiento de la biomasa, y a la expansión de las áreas forestadas y de los servicios asociados a las mismas. Como toda actividad humana, la forestación genera algunos impactos no deseados, aunque los mismos se relacionan más con decisiones individuales de gestión que con la naturaleza de la actividad. Para cada uno de los posibles impactos negativos existen medidas aplicables de mitigación o de prevención, y el análisis de la realidad revela una dominancia de efectos positivos.

En materia socio-económica, la actividad forestal en Uruguay ha logrado éxitos remarcables:

- importantísimas inversiones en plantaciones, industrias, infraestructura, equipamiento y capacitación, incluyendo a los más importantes emprendimientos privados de la historia nacional;
- significativa captación de inversión extranjera de radicación duradera, realizada por empresas de productos forestales de primera línea;
- proliferación de PyMEs nacionales, incluyendo decenas de viveros, un centenar de industrias madereras, 200 empresas contratistas, y numerosas empresas de transporte y logística, entre otras;
- generación de un valor de producción por unidad de superficie, en suelos pobres, que cuadruplica al promedio nacional de la ganadería extensiva;
- creación de 14 000 nuevos puestos de trabajo con altos estándares de calidad, conforme a la legislación vigente para la actividad forestal, legitimada por todos los actores relevantes;
- creación de oportunidades laborales para la mujer, con beneficios para la estabilidad de la familia rural y la reversión de la emigración rural;
- creación de un rubro de exportación que próximamente se convertirá en el principal del país, además de sustituir importaciones;

Ricardo Carrere (WRM)

Este año se cumplen 20 años de la aprobación de la ley de promoción de la forestación y se constata que la misma ha resultado en una serie de graves impactos:

Concentración de la tierra. Solo 15 empresas forestales son propietarias de 640 000 ha.

Extranjerización de la tierra. Al menos 483 500 ha pertenecen a empresas forestales extranjeras y 370 000 de éstas son propiedad de apenas tres: la norteamericana Weyerhaeuser, la finlandesa Botnia y la española Ence.

Canalización de recursos. Los incentivos aportados desde el Estado al sector forestal han sido estimados en U\$S 414 000 000 entre 1989 y 2001.

La amenaza celulósica. La forestación ha atraído proyectos celulósicos (Botnia, Ence, Stora Enso y otros). Los empleos que se generan durante su construcción se reducen a apenas 300 una vez que empiezan a funcionar. Su instalación en zonas francas implica el no pago de impuestos. Sus impactos ambientales resultan en menos empleos en otras actividades como el turismo. Sus necesidades de madera resultan en la expansión del área forestada, con los consiguientes impactos sobre la gente y el ambiente.

La expulsión de población rural. La ocupación de enormes áreas de tierra por monocultivos de árboles ha resultado en un despoblamiento aún mayor de la campaña y la pérdida de empleos en las actividades agropecuarias sustituidas por la forestación.

El empleo forestal. Los puestos de trabajo creados por la forestación no compensan los perdidos por la sustitución de otras actividades rurales y la creciente mecanización implica una necesidad decreciente de mano de obra. A ello se suma la tercerización, que ha significado la violación de los derechos laborales de numerosos trabajadores forestales.

Exportaciones con escaso valor agregado. Las cifras del 2005 muestran que el 84% de las exportaciones del sector consistieron en madera en rollo (troncos), astillas y partículas, en tanto que apenas

- alta rentabilidad de la inversión realizada por el Estado para la promoción del sector forestal, a través de exoneraciones impositivas, infraestructura y subsidios.

En materia ambiental, también ha habido importantes impactos positivos:

- área de bosque nativo en aumento (+20%), siendo Uruguay el único país latinoamericano sin deforestación;
- significativa contribución a la reducción de emisiones netas de gases con efecto invernadero del país de 61% con respecto a 1990;
- contribución a la conservación y recuperación de especies en áreas asociadas a bosques;
- creación de biomasa como un nuevo recurso energético autóctono y renovable, que hoy suministra un quinto del consumo total energético nacional;
- más de 50% de los bosques certificados bajo estándares FSC o ISO 14.001, facilitando el acceso de las maderas uruguayas a mercados exigentes en cuanto a la sanidad ambiental y social de los productos.

La importancia del sector forestal para el país amerita realizar nuevos esfuerzos para mitigar los escasos impactos negativos observados. Dos asuntos que demandan particular atención son la mejor integración entre la forestación y demás actividades agropecuarias; y la promoción de sistemas forestales con turnos de cosecha prolongados y manejo, los cuales conllevan menores impactos ambientales y mayor generación de valor económico.

el 16% se exportó como madera aserrada. En consecuencia, se generaron muy escasos puestos de trabajo en la industria.

Impactos sobre el agua. A los numerosos testimonios sobre los impactos constatados por pobladores locales sobre aguadas, humedales y pozos, se suma la reciente investigación documental llevada a cabo por el Ing. Agr. Carlos Perez Arrarte, quien concluye que "La información analizada de todos los orígenes muestra modificaciones sustantivas en el ciclo hidrológico, cuando se realizan plantaciones forestales monoespecíficas en praderas nativas." (1)

Impactos sobre los suelos. Estudios llevados a cabo por investigadores de la Facultad de Ciencias advierten que "muchos de los cambios químicos (acidificación, salinización, pérdida de nutrientes) son irreversibles y comprometen seriamente la fertilidad y, por lo tanto, el potencial productivo de los suelos." (2)

Impactos sobre flora y fauna. Investigadores de la Facultad de Ciencias señalan que "los pastizales naturales albergan el 80% de la diversidad de especies vegetales del Uruguay y una alta riqueza de fauna asociada. La sustitución de la cobertura vegetal por una única especie [forestal], conlleva una severa modificación de las tramas tróficas y pérdida de información ecosistémica y genética ..." (2)

En resumen, el balance de 20 años de forestación resulta ser esencialmente negativo.

RESPUESTAS

Carrere responde a Martino

En su argumentación, Martino señala la necesidad de una "mejor integración entre la forestación y demás actividades agropecuarias" y promueve "sistemas forestales con turnos de cosecha prolongados y manejo" que "conllevan menores impactos ambientales y mayor generación de valor económico". Es decir, que está criticando al modelo forestal vigente, que no está integrado a las demás actividades agropecuarias y donde la mayoría de las plantaciones no reciben manejo alguno y son cosechadas en el menor plazo de tiempo posible. En consecuencia, está aceptando que el actual modelo (orientado fundamentalmente a la producción de madera para celulosa), conlleva impactos ambientales mayores y con menor generación de valor económico que el modelo que considera deseable.

Martino responde a Carrere

El Sr. Carrere parece no encontrar ni uno solo de los múltiples aspectos positivos que el desarrollo forestal conlleva. Por el contrario, en su visión todo es "gravemente" negativo. Pienso que su razonamiento se basa en general en premisas erróneas y en un análisis carente de objetividad.

Es inexacta la afirmación referida a extranjerización, ya que en casi todos los casos, las tierras forestadas en el país son propiedad de empresas uruguayas, con amplia participación de uruguayos en su gestión y con un capital si bien predominantemente extranjero (bienvenido, por cierto), fuertemente comprometido en inversiones duraderas en el país. Dichas empresas se rigen por la Constitución y las leyes uruguayas, incluyendo a las muchas que regulan el uso y manejo de la tierra en

Dice que "Para cada uno de los posibles impactos negativos existen medidas aplicables de mitigación o de prevención". Sin embargo, el propio modelo hace que ello no sea posible. Por ejemplo, en el caso del agua, la única medida de prevención posible consiste en no hacer plantaciones a gran escala y de rápido crecimiento (eucaliptos y pinos).

Destaca la importancia de las inversiones, pero no sus consecuencias, tales como la compra de cientos de miles de hectáreas de tierras, que resultan en su concentración en manos de grandes empresas, que desplazan a los productores rurales, y la instalación de grandes fábricas de celulosa.

En cuanto a empleos, las cifras oficiales muestran que el sector forestal genera 1 empleo cada 222 ha, lo que significa que es la peor actividad agropecuaria en materia de empleo (la segunda peor, la ganadería de carne, genera un poco más: 1 empleo cada 171 ha). A eso se agrega que el trabajo se caracteriza por la subcontratación, la informalidad, la sazonalidad y la violación a derechos laborales. Muchas de la PyMES que destaca son precisamente empresas subcontratistas que han violado la legislación laboral. Así lo atestiguan los dos actores más relevantes en el tema (la Asociación de Inspectores de Trabajo y el Sindicato de la Madera – SOIMA).

En cuanto a la "creación de oportunidades laborales para la mujer" y el vínculo de ello con "la reversión de la emigración rural", cabe señalar que dichas oportunidades se limitan casi exclusivamente a algunos empleos en los viveros y en la aplicación de agroquímicos. En la mayoría de las actividades el trabajo es esencialmente masculino. Por otro lado, la forestación no solo no ha revertido sino que ha acelerado la emigración rural, como lo muestran las taperas dentro de los latifundios forestales.

Llama la atención que relacione la expansión del monte indígena con la forestación, cuando no hay relación alguna entre la expansión del uno y de la otra. Es igualmente curioso que vincule la conservación y recuperación de especies con la forestación, cuando en la mayoría de los casos impacta negativamente sobre la flora y fauna nativas.

En relación con la certificación de las plantaciones, en un estudio realizado sobre el tema concluimos que "los grandes monocultivos de árboles implantados en Uruguay nunca debieron ser certificados por el FSC, precisamente porque son 'ambientalmente inapropiados, socialmente perjudiciales y económicamente inviables'".(3)

defensa de la preservación del recurso y del interés supremo de la sociedad. La concentración de la propiedad favorece el desarrollo de inversiones industriales la eficiencia productiva, y no es un fenómeno exclusivo de la actividad forestal.

La cifra manejada con respecto a los recursos del Estado vertidos al desarrollo del sector forestal (US\$ 414 000 000) parece desmedida. Los subsidios a las plantaciones y las exoneraciones impositivas totalizan apenas un tercio de esa cifra. Las inversiones en infraestructura, cuyo uso es compartido por varios sectores, no pueden ser imputables exclusivamente al sector forestal. De todas maneras, estos aportes deben ser vistos como una inversión del Estado el cual, en cumplimiento de su función de promover el desarrollo, se asoció al sector privado. Dicha inversión, además del logro de sus objetivos sociales, ha tenido una elevada renta medida a través de la recaudación de impuestos generados por la actividad forestal (45% anual (4)).

Las afirmaciones con relación a los temas del empleo, la migración rural y el valor agregado son falsas. La realidad indica que la actividad forestal cuadruplica el número de puestos de trabajo y el valor generado por hectárea con respecto a la actividad ganadera que sustituye. Los predios forestales tienen el doble de residentes que el promedio nacional (5), y es además notorio que la mayoría de los trabajadores forestales, a diferencia de otras actividades agropecuarias, reside en centros poblados con sus familias, lo cual no se refleja en dicha estadística. Las condiciones del trabajo forestal están reguladas por el Decreto 372/99, el cual impone requisitos con un nivel de exigencia en materia de confort para el trabajador que supera la práctica habitual en otros sectores de la economía. La creciente mecanización que Carrere critica, además de necesaria para la competitividad del sector y para el bienestar de los trabajadores, es la única manera de cosechar los volúmenes de madera que fluyen de los bosques uruguayos, ya que simplemente no habría trabajadores suficientes para realizar esa tarea en forma manual.

Las consideraciones efectuadas con relación a impactos ambientales están basadas en informes carentes de objetividad, con abundancia de argumentos que no serían aceptables por un tribunal científico propiamente constituido. Me limito a reiterar que los impactos que pudiere causar la actividad forestal deben ser gestionados adecuadamente, pero ninguno de ellos es de una significación tal como para invalidar su continuación y expansión.

CONCLUSIONES FINALES

Daniel Martino

El Sr. Carrere recurre a extremos simplificadores, y eso inevitablemente conduce a apreciaciones disparatadas de la realidad. Mi aceptación de la existencia de espacios para mejoras no implica una condena a la situación actual, sino un juicio objetivo sobre una actividad que en su balance es sumamente positiva.

En respuesta al comentario sobre el área del bosque nativo, destaco que la Ley 15.939, en la cual se ha centrado la política forestal uruguaya, establece que se prohíbe “la corta y cualquier operación que atente contra la supervivencia del monte indígena”. Este artículo ha sido un elemento central en la política de promoción forestal en Uruguay, y el crecimiento observado en el área de bosque nativo no es ajeno a ello.

No podemos hablar de un “modelo forestal celulósico”, cuando la realidad muestra una convivencia de bosques para producción de celulosa con otros orientados a la madera sólida; y de plantas de celulosa con fábricas de tableros, centrales eléctricas a biomasa y cientos de aserraderos. Si tuviera que encasillar a la forestación uruguaya en un modelo, yo emplearía adjetivos como moderno, eficiente, competitivo, diversificado, descentralizador, humanitario y limpio.

Ricardo Carrere

Efectivamente, no encuentro ningún aspecto positivo en el modelo de monocultivos forestales implementado en Uruguay. Sin embargo, ello no se debe ni a “premisas erróneas” ni a “un análisis carente de objetividad”. Por el contrario, se basa en más de una década de estudios llevados a cabo tanto en Uruguay como en muchos otros países con similares plantaciones forestales (Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, India, Indonesia, Sudáfrica, Swazilandia, Tailandia, entre otros). (6)

En todos los casos, quienes promueven la forestación utilizan los mismos falsos argumentos que utiliza Martino: que genera empleo, que sus impactos ambientales no son de importancia, que ayuda al desarrollo del país. (7)

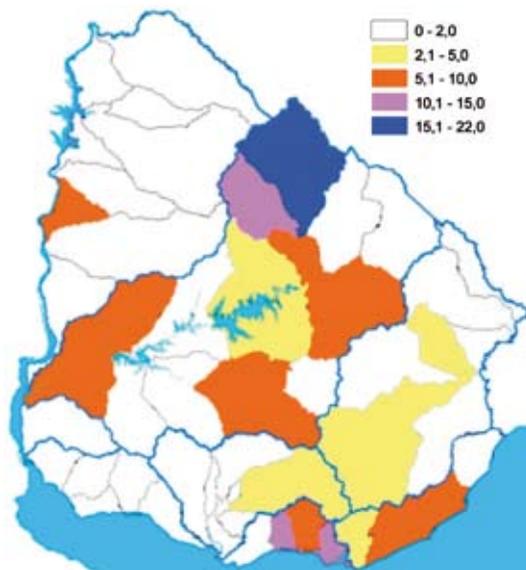
Tanto en Uruguay como en otros países, quienes se benefician son las grandes empresas (de forestación, celulósicas) y un puñado de actores nacionales (técnicos y contratistas) aliados a dichas empresas. Quienes sufren los impactos son la gente, el agua, los suelos, la flora, la fauna y el paisaje.

Citas

- (1) Perez Arrarte, Carlos (2007).- Plantaciones forestales e impactos sobre el ciclo del agua. Un análisis a partir del desarrollo de las plantaciones forestales en Uruguay. <http://www.guayubira.org.uy/plantaciones/cicloagua.html>
- (2) Universidad de la República. Facultad de Ciencias (2006).- Síntesis de los efectos ambientales de las plantas de celulosa y del modelo forestal en Uruguay (Informe solicitado por el Consejo de la Facultad de Ciencias (Resolución N° 78 del 13/03/06) al siguiente grupo de docentes: Daniel Panario, Nestor Mazzeo y Gabriela Eguren (Maestría en Ciencias Ambientales), Claudia Rodríguez y Alice Altesor (Departamento de Ecología), Ricardo Cayssials y Marcel Achkar (Departamento de Geografía). <http://www.guayubira.org.uy/celulosa/informeCiencias.pdf>
- (3) Carrere, R. (2006). Maquillaje Verde. Análisis crítico de la certificación de monocultivos de árboles en Uruguay por el FSC, Montevideo, WRM
- (4) Ramos, A. y Cabrera, R. 2001. El impacto del desarrollo forestal en Uruguay. Sociedad de Productores Forestales, Montevideo. 98p. y anexos.
- (5) MGAP, 2003. La actividad forestal a través del censo agropecuario. DIEA, junio 2003. http://www.mgap.gub.uy/Diea/Rubros/Forestacion/Forestación_junio2003.pdf
- (6) Ver información sobre impactos de las plantaciones en esos y otros países en: <http://www.wrm.org.uy/plantaciones/papel.html>
Ver también investigaciones sobre impactos de las plantaciones en Brasil, Camboya, Chile, Ecuador, Indonesia, Laos, Sudáfrica, Swazilandia, Uganda y Uruguay en: <http://www.wrm.org.uy/publicaciones/inicio.html>
- (7) Ver publicación “Diez respuestas a diez mentiras”: <http://www.wrm.org.uy/plantaciones/material/mentiras.html>

Figura 2.18
Porcentaje de área forestada en las
sub-cuencas hidrográficas

Fuente: Petraglia y Dell'Acqua (2006).



Con respecto al suelo, Delgado et al. encontraron que sistemáticamente “los suelos plantados con *Eucalyptus Sp.* presentan menor pH, más acidez intercambiable y menor saturación” que aquellos que permanecen bajo la vegetación previa a la forestación (2006: 96). Jobbágy et al. (2006) llegan a conclusiones similares con respecto a la acidificación, reportando un descenso del pH de entre 0,5 y 1 punto en todos los predios estudiados en Lavalleja. Agregan que se reportan menores caídas de pH en las plantaciones de pinos, los cuales tienen menores requisitos de calcio.

5.2.2 Diversidad biológica

La plantación de grandes extensiones de bosques artificiales con una o dos especies en áreas que anteriormente eran pasturas, afectan fuertemente los ecosistemas de pastizales naturales y los servicios que brindan (servicios ecosistémicos) como son el mantenimiento de la biodiversidad de pasturas y fauna asociada, la regulación de los ciclos de nutrientes y del agua (UDELAR 2006).

Asimismo generan impactos negativos sobre otras actividades preexistentes como la apicultura, ya que las especies plantadas no florecen durante varios años (algunas florecen recién al séptimo año) y ocupan el lugar donde antes existía campo natural o praderas, por lo que han tenido que concentrarse en algunas regiones, lo que afecta la productividad de las colmenas. (<http://www.guayubira.org.uy/index.html>).

El impacto de la forestación en la biodiversidad es analizado en mayor detalle en el Capítulo 4 de este reporte.

5.2.3 Socio-económico

El auge de la forestación tiene importantes consecuencias económicas para el país, las principales se han desarrollado en el Capítulo 1. Ha sido también la base para el establecimiento de la fábrica de pasta de celulosa Botnia (ver recuadro 5.18), la mayor inversión extranjera en la historia del Uruguay, localizada en una zona franca a orillas del río Uruguay en el departamento de río Negro.

Estudios realizados para analizar el impacto de la forestación en su área de influencia cercana, muestran que la forestación ha llevado a un aumento de la población en algunos pequeños poblados. También se reporta un aumento en el empleo, pero con una relación laboral más precaria. Se concluye también que el modelo forestal para la producción de pasta está más relacionado con esta precarización, mientras que el orientado a la transformación de la madera produce un desarrollo más equilibrado (Carámbula y Piñeiro 2006).

6. Aguas subterráneas y eutrofización

Si bien a lo largo de este capítulo se hace referencia a algunos impactos directos en las fuentes de agua, en esta sección se analizan en más detalle el estado de las aguas subterráneas y la creciente problemática de la eutrofización.

6.1 Aguas subterráneas

En Uruguay la utilización de agua está basada mayormente en fuentes superficiales. No obstante, los acuíferos tienen un valor estratégico muy significativo. Éstos suministran el 28% del agua distribuida por el servicio público de agua potable (OSE), mientras que la mayor parte de los emprendimientos rurales se abastecen de agua subterránea, al igual que un alto porcentaje de las industrias, incluso en áreas donde hay servicio de OSE. Esto se debe a que puede obtenerse a un bajo costo, la inversión inicial es muy baja y usualmente presenta adecuada calidad para su uso directo. Actualmente los acuíferos son la única fuente de agua para el 73% de los servicios de OSE, mientras que un 12% disponen conjuntamente de agua subterránea y superficial (http://www.ose.com.uy/a_aguasubterranea.htm).

La disponibilidad y calidad del agua subterránea está asociada a las características de las rocas que componen el subsuelo. En nuestro país, el agua se extrae casi exclusivamente de dos tipos de acuíferos, fisurados y granulares. Los primeros se desarrollan en rocas cristalinas –ígneas o metamórficas–, donde el agua circula por sus fallas o fisuras, mientras que los restantes, en rocas sedimentarias, el flujo es a través de espacios intergranulares.

Las rocas cristalinas, con capacidad de contener acuíferos de tipo fisurados, cubren el 59% del área del país. En estas usualmente se desarrollan acuíferos locales, de poca productividad, mayores velocidad de flujo, más vulnerables a la contaminación y de gran sensibilidad a las variaciones de las precipitaciones. En cambio, los acuíferos sedimentarios presentan continuidad lateral, de flujo más lento, poco sensibles a períodos de seca y usualmente de mayor productividad. A modo de ejemplo se puede indicar que el 35% de las perforaciones de OSE se encuentran en rocas cristalinas, las cuales aportan solamente el 19% del agua extraída (http://www.ose.com.uy/a_aguasubterranea.htm).

Los principales acuíferos o sistemas acuíferos del Uruguay se muestran en la Figura 2.19, mientras que sus principales características se presentan en la Tabla 2.21.

Figura 2.19
Distribución superficial de los mayores acuíferos en Uruguay.
Obs. El acuífero Guaraní continúa debajo de los acuíferos Arapey y Salto

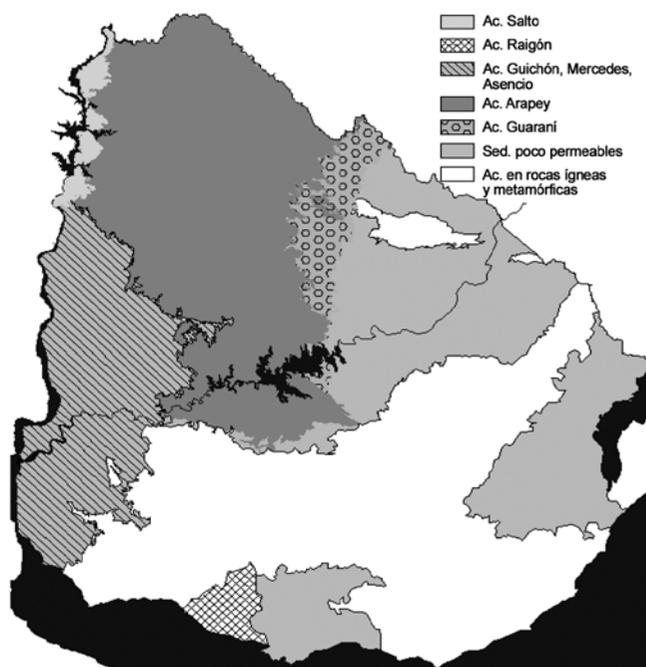


Tabla 2.21
Conocimiento actual de los acuíferos

Acuífero	Tipo	Área (km ²)	Mayores usos	Grado de conocimiento
Basaltos – Arapey	Fisurado	45 000	Abastecimiento rural	Bajo
Salto	Granular sedimentario	1 560	Riego - Abastecimiento rural	Medio
S.A. Guaraní	Granular sedimentario	5 500 (aflorente) 50 000 en total	Abastecimiento público - Termal	Medio
S.A. Mercedes-Asencio-Guichón (Litoral – SAL)	Granular sedimentario	23 000	Riego - Abastecimiento público	Bajo
Raigón	Granular sedimentario	2 300	Abastecimiento público - Industrial - Riego	Alto
Chuy	Granular sedimentario	210	Abastecimiento público - rural	Medio – Alto
En rocas ígneas o metamórficas (exceptuando Arapey)	Fisurado	57 000	Abastecimiento rural - riego	Bajo
Acuíferos en rocas poco permeables	Granular sedimentario	39 500	Abastecimiento rural	Bajo

6.1.1 Principales acuíferos

El mayor de nuestro país es el sistema acuífero Guaraní, el cual se extiende por 50 000 km² (casi 1/3 del área de Uruguay), continuando hacia Argentina, Brasil y Paraguay. En la zona este es fuente de agua para muchas ciudades (Rivera, Artigas, Tranqueras, etc.) y predios rurales, mientras que en el litoral actualmente su uso es exclusivamente turístico termal. El agua ingresa en la zona este (Rivera, Tacuarembó) donde las areniscas que contienen el acuífero se encuentran en superficie, circulando hacia el oeste. En el litoral, las areniscas se ubican debajo de derrames basálticos, a una profundidad de entre 400 a 1 400 m. El flujo es muy lento, estimándose que desde que precipitó, el agua toma más de 10 000 años en alcanzar las cercanías del río Uruguay. Los complejos turísticos obtienen de este el agua termal (hasta 50° C), cuya temperatura es función directa de la profundidad de extracción. Bajo estas areniscas se presentan sedimentos más finos, de inferior permeabilidad, que en ocasiones son fuente de agua salada (ej. pozo profundo de Termas de Almirón).

El acuífero Raigón, ubicado al sur del departamento San José, uno de los más importantes para el país, es sin embargo uno de los de menor extensión, 2 300 Km². Con una profundidad de menos de 40 m, presenta agua de excelente calidad físico-química y bacteriológica. Es única fuente de abastecimiento a más de 15 000 personas (incluyendo centros poblados tales como Libertad y Villa Rodríguez), gran cantidad de industrias y establecimientos rurales (muchos de ellos de producción intensiva). En general el agua ingresa en las zonas topográficamente más elevadas y escurre hacia los ríos San José, Santa Lucía y de la Plata, así como a algunos arroyos existentes en el área. Actualmente es el acuífero más estudiado, contando con importante cantidad de registros históricos (Ej. Mediciones de nivel desde 1986) (Carballo e INYPSA 1995). Se ha desarrollado un acabado modelo conceptual del flujo existente, se conoce su evolución hidroquímica e inclusive se lo ha modelado matemáticamente (IMFIA 94, OIEA 2004), elementos básicos para la gestión de los recursos hídricos subterráneos. Es importante destacar, que es el único acuífero que en toda su extensión cuenta con una carta

Foto: Lorena Rodríguez (Vida Silvestre Uruguay)



de vulnerabilidad, herramienta fundamental para el ordenamiento territorial (DINAMA e IMFIA 2000).

El sistema acuífero Guichón Mercedes Asencio (sistema acuífero Litoral - SAL), segundo en extensión del país, se ubica al Este del río Uruguay y abarca aproximadamente 20 000 Km² en los departamentos Río Negro, Soriano, Colonia y Salto. Es fuente de agua de muy buena calidad a algunas poblaciones y establecimientos rurales, presenta una profundidad de hasta 100 m existiendo pozos que pueden aportar más de 100 m³/h. Actualmente es el que presenta menores estudios, desconociéndose su dinámica, y especialmente el impacto que sobre el podrá generar el desarrollo forestal actual, el cual mayormente se asienta sobre él.

Existen otros acuíferos sedimentarios en Uruguay, pero de menor extensión o uso, siendo: el acuífero Chuy (sureste del país), el acuífero Salto (oeste de Salto y Artigas), así como los acuíferos en la faja costera del río de Plata y océano Atlántico.

En los departamentos Artigas, Salto, y parte de Paysandú, Río Negro y Durazno se presenta el acuífero Arapey (Figura 2.19). De fisuras y sectores alterados de los derrames basálticos, en ocasiones se puede extraer más 30 m³/h de agua, pero en general su rendimiento es heterogéneo y pobre, existiendo muchos pozos de pobres resultados.

Al sur del río Negro, especialmente en la zona central, se encuentran en superficie rocas ígneas y metamórficas. Al igual que el acuífero Arapey, la disponibilidad de agua está asociada a la extracción de agua sectores fisurados o alterados. Aunque los pozos usualmente son de bajo rendimiento, el agua obtenida generalmente es de buena calidad, siendo utilizada para consumo humano y animal.

6.1.2 Gestión del agua subterránea

El conocimiento de cada uno de los acuíferos del país resulta dispar, donde alguno cuenta con mediciones históricas, estudios académicos (tesis de maestría o doctorado), acabado modelo conceptual e inclusive modelaciones matemáticas de flujo (ej. acuífero Raigón), en otros la información disponible es sumamente escasa. Esta marcada disparidad permite en algún caso conocimiento suficiente como plantear una red de monitoreo e inclusive desarrollar un plan de gestión, mientras que en otros casos primero es necesario incrementar el grado de conocimiento.

En la Tabla 2.21 se presenta un resumen del estado del conocimiento actual de cada acuífero.

En Uruguay la gestión del agua subterránea está supeditada a dos organismos, la Dirección Nacional de Hidrografía (DNH) y la Dirección Nacional de Medio Ambiente, responsable de cantidad y calidad respectivamente. La última ley de presupuesto creó un nuevo organismo (Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento - DINASA), generado en la necesidad de alcanzar un manejo integrado de los recursos hídricos, con el objetivo de formular las Políticas Nacionales de Aguas y Saneamiento.

Actualmente se deben inscribir todas las perforaciones en DNH, y gestionar su permiso de extracción, pero el alto número de empresas perforistas trabajando a diario no se refleja en las inscripciones. Asimismo, la información de los organismos estatales no conforman bases de datos hidrogeológicas (BDH), que permitan un uso eficiente de la información y sirvan como base para el desarrollo de una red de monitoreo eficaz, y a futuro un plan de gestión. En el mejor de los casos se incorporan a bases de datos genéricas, las cuales no constituyen herramientas hidrogeológicas adecuadas, mientras que en la mayoría de los casos el total de la información solo está en papel. En muchos países las BDH están disponibles en Internet (Ej. Argentina, Brasil, España (<http://siagas.cprm.gov.br>, www.ihlla.com.ar, www.igme.es)), desarrollándose inclusive servidores de mapas asociados que permiten interactivamente vía la web obtener y analizar información hidrogeológica.

Hoy solamente el acuífero Raigón cuenta con mapas de vulnerabilidad (DINAMA e INFIA 2000, Carballo e INYPSA 2005) uno de los cuales fue adoptado y publicado oficialmente, siendo herramienta fundamental para la gestión del territorio. Asimismo, los perímetros de protección de pozos son rara vez definidos, a pesar de su enorme importancia, inclusive para la distribución de agua potable.

6.1.3 Principales amenazas

A pesar de que la extracción actual de agua subterránea representa un porcentaje muy bajo de la recarga (Montaño et al. 2006) y que en el país no existe un desarrollo industrial importante, ya se han detectado problemas locales o se plantean otros a futuro, tanto referentes a la alta extracción como a no aptitud para ciertos usos (contaminación antrópica o características naturales), destacándose:

Tabla 2.22
Registro de las especies potencialmente tóxicas que desarrollaron floraciones en Uruguay

Especie potencialmente tóxica	Sistema registrado	Datos de toxicidad	Referencias
<i>Anabaena circinalis/spiroides</i>	Río Uruguay. Embalse de Salto Grande	no analizado	O'Farrell y Izaguirre 1994
	Río Negro: Embalses Palmar, Bonete, Baygorria	no analizado	Bonilla 1997, Conde et al. 2002
	Lago Ton-Ton	no analizado	Bonilla et al. 1995
<i>Anabaena planctonica</i>	Río Uruguay. Embalse de Salto Grande		De León y Chalar 2003
<i>Anabaena solitaria</i>	Ton-Ton	no analizado	Bonilla et al. 1995
<i>Anabaena bergii</i>	Laguna del Sauce	no analizado	Vidal y Kruk 2005
<i>Aphanizomenom gracile</i>	Laguna Blanca	no analizado	Mazzeo et al. 2003
<i>Aphanizomenom issatchenkoi</i>	Laguna del Sauce	no analizado	Vidal y Kruk 2005
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	Lago Rodó	no analizado	Kruk et al. 2002
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	Laguna Blanca, Laguna del Sauce, Laguna Chica, Lago Javier (arenas del Parque Miramar)	no analizado	Vidal y Kruk 2005
<i>Merismopedia tenuissima</i>	Lago Rivera:	no analizado	Kruk et al. 2003
<i>Microcystis cf. aeruginosa</i>	Río Uruguay: Embalse Salto Grande	237 y 2020 mg g ⁻¹ ps (microcystina)	De León y Yunes 2001, Chalar et al. 2002
	Río de la Plata		De León y Yunes 2001
	Río Negro: Embalses Palmar, Bonete, Baygorria	1035 g g ⁻¹ ps (microcystina) (Bonete)	Conde et al. 2002
	Río Yí	2879 g g ⁻¹ ps (microcystina)	Conde et al. 2002
	Laguna Blanca	no analizado	Mazzeo et al., 2003
	Lago Rodó	no analizado	Scasso et al. 2001, Kruk et al. 2002
<i>M. flos-aquae</i>	Río de la Plata	no analizado	De León y Yunes 2001
	Río Negro	no analizado	Conde et al. 2002
<i>M. novacekii</i>	Río Negro	no analizado	Conde et al. 2002
<i>Nodularia baltica-spumigena</i>	Laguna de Castillos	no analizado	Pérez et al. 1999
<i>Planktothrix agardhii</i>	Lago Rodó	no analizado	Sommaruga 1995, Scasso et al. 2001, Kruk et al. 2002
<i>Pseudoanabaena sp</i>	Laguna de Rocha	no analizado	Conde et al. 2003
<i>Raphidiopsis mediterránea</i>	Lago Rodó	no analizado	Scasso et al. 2001, Kruk et al. 2002
	Río Uruguay. Embalse de Salto Grande	no analizado	De León y Chalar 2003

1. Gran descenso del nivel freático en una zona de alta extracción para cultivos hortifrutícolas (Ej. Punta Espinillo, Montevideo).
2. Contaminación antrópica por carencia de saneamiento en ciudades donde el subsuelo es fuente de agua para abastecimiento público (Ej. Dolores, Soriano; litoral sudoeste –Perdomo et al. 2001–; Rivera).
3. Altos contenidos naturales de hierro y manganeso, o flúor, que exceden las normas de potabilidad (Ej. acuíferos costeros, o Arapey).
4. Alta extracción de agua con fines termales en un área reducida, donde ya se indican descensos de niveles hidráulicos, sin un plan de gestión que asegure su sustentabilidad (Ej. SAG en la zona de Salto-Concordia).
5. Impacto de la forestación sobre los acuíferos (Ej. SAL y SAG).

De los indicados, actualmente ninguno se encuentra solucionado o en vías de ello, encontrándose en el mejor de los casos estudios de diagnóstico de la problemática (Ej. puntos 1, 2 y 3).

Un elemento destacable es el referente a la forestación. La producción primaria forestal supera la de las praderas, por lo cual, su sustitución trae aparejado una mayor evapotranspiración, y por tanto consumo de agua. Mucho se ha indicado del impacto negativo que ésta provoca sobre los recursos hídricos (superficiales y subterráneos), pero los estudios científicos realizados se enfocan exclusivamente sobre el agua superficial. Los resultados preliminares indican que el impacto es significativo y negativo sobre la escorrentía (Silveira et al. 2003, 2004, Silveira y Alonso 2004), mientras que Antón (2005) indica que a nivel de agua subterránea ya se detectan sectores afectados. El estado del conocimiento en referencia al impacto sobre los acuíferos no es del todo claro (Pérez Arrarte 2007).

Es de destacar que, los impactos sobre los acuíferos son muy lentos, por lo cual, contar con información histórica es fundamental para un análisis científico de la problemática. Lamentablemente, no se cuenta con red de monitoreo tanto regional como local en los dos principales acuíferos sobre los cuales se implantan los principales desarrollos forestales, SAL y SAG. Se entiende imprescindible desarrollar a corto plazo un monitoreo a nivel local y regional, valorando especialmente que hoy solamente se ha forestado un pequeño porcentaje del área de prioridad forestal, previéndose un significativo incremento.

Recuadro 2.3 El caso de Laguna del Diario

Características: pequeña (7,4 ha), somera (1,4 m), costera.

Problemática: proliferación masiva de plantas sumergidas, pérdida de valor paisajístico, vecinos realizan numerosas denuncias.

Indicadores cuantitativos de eutrofización: más del 40% del volumen de la laguna se encuentra ocupado por plantas sumergidas (Kruk et al. 2006). Durante el verano de 2003 se registraron valores de fósforo total (PT) y nitrógeno total (NT) de 75,8 y 825 $\mu\text{g/l}$ respectivamente lo que corresponde a sistemas hipereutróficos (Kruk et al. 2006), estos valores se mantuvieron en el mismo rango durante 2005 y 2006 (Rodríguez-Gallego datos sin pub.). El sedimento presentó durante 2005 y 2006 un contenido de materia orgánica en torno al 11,8% con valores de PT y NT (en el sedimento) de 535,2 y 1623 $\mu\text{g/gPS}$ (Rodríguez-Gallego datos sin pub.), indicando una carga interna asociada al sedimento muy considerable.

Causas directas: enriquecimiento de nutrientes.

Causas indirectas: obstrucción de la comunicación natural con el mar, a través de la apertura de una barra de arena luego de la construcción de la Ruta 10. La apertura periódica de la barra permitía descargar el agua de la laguna al mar, eliminando contaminantes, mientras que era parcialmente remplazada por agua marina pobre en nutrientes.

Fuente de nutrientes: difusa por la contaminación de la napa freática por pozos negros en la cuenca y fertilización de jardines, puntual: no tenemos conocimiento.

Otros impactos: urbanización descontrolada, relleno de humedales para nueva urbanización.

Riesgo principal: que la dominancia de las plantas acuáticas sea reemplazada por una dominancia de fitoplancton con especies potencialmente tóxicas.

Solución a corto plazo: minimizar el uso de fertilizantes de jardines, conectar todas las casas al sistema de saneamiento, cortar periódicamente las plantas, en parches o hasta cierta profundidad. Evitar erradicar las plantas.

Solución utópica: recuperar la dinámica de apertura natural de la barra de arena, construyendo un puente y restituyendo el sistema dunar.



Foto: Lorena Rodríguez

Desde décadas atrás, el turismo termal ha tenido un sostenido e importante crecimiento. Esto se ha reflejado en el significativo desarrollo de emprendimientos turísticos termales a ambos lados del río Uruguay, con el consiguiente incremento de las perforaciones y extracción de agua, cuya sustentabilidad se desconoce. Existe relación directa entre el número de turistas y la extracción de agua – pozos en operación (Figura 2.21), por lo cual, a pesar del alto costo de las perforaciones (500 000 a 1 000 000 de dólares) es de esperarse un incremento de éstas y de la extracción, aumentando las presiones sobre el acuífero. El proyecto SAG posiblemente aporte información de base como para su gestión, (conjunta con Argentina), permitiendo direccionar el desarrollo, ya sea hacia la extensión de los centros existentes o la generación de otros, de modo de hacer sustentables los actuales. Aunque actualmente el uso es exclusivamente para baños, se evalúan otros usos potenciales del agua termal, en los cuales los usos en cascada son los que presentan mayor potencial. En vista de ello, es posible que a corto plazo cercano a los emprendimientos termales se comiencen a desarrollar centros de producción que reutilicen

el agua de las piscinas (usos en cascada - Ej. secaderos, invernaderos, acuicultura, etc.)

En vista de la mayor dependencia del agua subterránea, es de esperarse una mayor presión sobre los acuíferos y potenciales conflictos.

6.2. Eutrofización

La eutrofización es el enriquecimiento de nutrientes de los sistemas acuáticos, principalmente el aumento del nitrógeno (N) y fósforo (P) en las aguas y sedimentos. Este es un proceso natural que ocurre en todos los cuerpos de agua debido al permanente aporte desde la cuenca, por erosión de suelos y meteorización de rocas. Sin embargo, este proceso puede ser drásticamente acelerado por actividades humanas, principalmente por el aporte desde campos bajo agricultura (fuentes difusas) y por desechos industriales y urbanos (fuentes puntuales) (Mazzeo et al. 2002). Las fuentes puntuales son potencialmente más fáciles de tratar, para lo cual se requieren procesos de tratamiento de efluentes con tecnologías ya existentes. Las

fuentes difusas son más difíciles de controlar e implica llegar a un ordenamiento de los usos del suelo. Esto implica evaluar cuáles actividades productivas se realizan dónde. Algunos ejemplos claros de necesidad de ordenamiento son señalados por la realización de agricultura de papa (cultivo con altos requerimientos de fertilización y plaguicidas) hasta la orilla misma de la laguna del Cisne (Canelones) o del Sauce (Maldonado), las cuales son fuentes de agua potable.

Estos nutrientes son verdaderos fertilizantes en los cuerpos de agua, aumentando la producción de microalgas (fitoplancton) y plantas acuáticas. Si los nutrientes favorecen a las plantas una laguna somera se puede literalmente “tapar” de totoras o de camalotes, o incluso de plantas sumergidas (laguna del Diario en Maldonado). O peor aún, si quienes se favorecen con el N y P son las microalgas (o fitoplancton) el sistema se puede volver muy turbio y verde (lago del Parque Rodó).

El aumento de plantas y microalgas genera desbalances en el funcionamiento natural de los sistemas acuáticos, porque aumenta la materia orgánica en descomposición, lo que puede provocar la disminución del oxígeno del agua. La anoxia resultante provoca mortandad de peces e invertebrados, disminuyendo el número de especies de estas comunidades y a su vez de las aves que se alimentan de los mismos, generando una pérdida de la biodiversidad del sistema.

Por otra parte, la materia orgánica acumulada constituye un creciente “banco” o reservorio interno de nutrientes. Esto último, tiene consecuencias graves cuando se procuran recuperar estos ambientes, ya que la sola remoción de los aportes externos (fuentes puntuales y difusas) de nutrientes no alcanza para retornar el sistema a su funcionamiento natural (Mazzeo et al. 2002).

Generalmente, con el aumento de los nutrientes se favorecen las microalgas a tal punto que pueden formar floraciones o blooms, es decir una superpoblación. En estas condiciones se favorecen las cianobacterias (también conocidas como cianofíceas o algas verde azules), grupo que contiene muchas especies que pueden desarrollar toxicidad. Dicha toxicidad puede ser grave tanto para animales como para humanos, siendo hepatotóxicas y/o neurotóxicas y en algunos casos bioacumulables, es decir que la ingestión continuada de la sustancia aumenta su concentración progresivamente en el organismo u órgano (De León 2002).

En la Tabla 2.22 se muestran los registros de las especies potencialmente tóxicas que desarrollaron floraciones en Uruguay.

Los análisis de toxicidad para detectar la toxina (*microcystina*) del género que con mayor frecuencia desarrolla floraciones (*Microcystis* sp.) en Uruguay indicaron altas concentraciones de la misma en el río de la Plata (101,7 y 1074,3 $\mu\text{g g}^{-1}$ de peso seco (ps); De León y Yunes 2001), en el embalse del Rincón del Bonete (1035 $\mu\text{g g}^{-1}$ ps ; Conde et al. 2002) y en el embalse de Salto Grande (237 y 2 020 $\mu\text{g g}^{-1}$ ps; Chalar et al. 2002). En la mayoría de los casos en Uruguay, los valores de toxicidad se encontraron por encima del nivel recomendado para el uso de las aguas para recreación (Chorus y Bartram 1999). Estudios realizados en el agua potable de la central de los embalses del río Negro (Palmar, Rincón del Bonete y Baygorria) indicaron la presencia de microcystina (0,10 a 0,40 $\mu\text{g l}^{-1}$) (Conde et al. 2002). En estos análisis las concentraciones de microcystina se encontraron por debajo del límite establecido para el uso del sistema para potabilización (1 $\mu\text{g l}^{-1}$) (Chorus y Bartram 1999). Sin embargo, en el lugar donde se encuentra la toma de agua del embalse del Rincón del Bonete se encontró una concentración de microcystina de 1 260 $\mu\text{g g}^{-1}$ ps (Conde et al. 2002).

Tabla 2.23

Extensión de los distintos usos del suelo en la cuenca de la laguna de Rocha

Evaluado a partir del análisis de imágenes satelitales Landsat. Entre paréntesis se indica el porcentaje del área total sin considerar la extensión de laguna y humedal correspondiente a 1974, año de mayor inundación.

Clases		1974 (ha)	1997 (ha)	2005 (ha)
Extensión de las categorías de uso (ha)	Urbano (Ciudad de Rocha, La Rivera, Puerto de los Botes)	835 (0,8)	1 176 (1,1)	1 176 (1,1)
	Monte nativo	6 219 (5,6)	5 387 (4,9)	6 308 (5,7)
	Forestación	15 (0)	273 (0,2)	8 578 (7,8)
	Agricultura	6 486 (5,9)	7 462 (6,8)	10 922 (9,9)
	Campo	96 191 (87,3)	96 846 (87,9)	83 912 (76,2)

Sin embargo, en la mayoría de los sistemas donde se registraron floraciones de estas especies el análisis de las toxinas no se realizó. Muchos de estos sistemas son utilizados con fines recreativos y para potabilización para consumo humano, lo que constituye una amenaza para la salud de los usuarios. Floraciones de especies consideradas gravemente tóxicas para la salud humana han sido registradas en sistemas que son fuente de agua potable (*Aphanizomenon issatchenkoi*, y otras en laguna del Sauce y *Cylindrospermopsis raciborskii* en laguna Blanca) (Vidal y Kruk 2005). Estas toxinas no son eliminadas por los sistemas de tratamientos tradicionales de las plantas potabilizadoras, si bien las microalgas son destruidas la toxina

queda en el agua, por lo que se necesitan sistemas más caros como los filtros de carbono activado u otros para ser eliminadas.

La dominancia de las plantas acuáticas es excluyente de la dominancia del fitoplancton, es por eso que en programas de recuperación se busca llevar un ambiente dominado por algas a uno dominado por plantas, para evitar a las algas tóxicas.

La problemática de la eutrofización no parece haber sido asumida en su total dimensión por parte de las autoridades y permanece desconocida por el colectivo de la sociedad. Sin embargo existen claros indicios de que su extensión

Recuadro 2.4 Disposición a pagar por laguna de Rocha

Frente a la necesidad de conocer la demanda de los individuos de una mejora en la calidad ambiental del área de la laguna a través de la implementación de un plan de manejo, Gorfinkiel (2006) aplicó la técnica de la valoración contingente. A través de la aplicación de esta metodología se buscó determinar la disposición a pagar (DAP) por parte de la población de referencia, para contribuir a la implementación de un plan de manejo del área protegida de la laguna de Rocha, con el fin de evitar su sobreexplotación y la posible destrucción del ecosistema.

Se tomó una muestra de 220 viviendas en las localidades de Rocha, La Paloma, La Aguada, Costa Azul, Puerto de los Botes y algunas zonas rurales. La investigación en campo se efectuó en febrero de 2005 con la participación de integrantes del equipo de todas las áreas, como instancia de trabajo interdisciplinario en el abordaje del proyecto (descripción metodológica en Gorfinkiel 2006).

Del total de encuestados el mayor porcentaje (32,7%) pertenece al tramo etario comprendido entre los 30 y los 49 años y de ellos, las mujeres tienen una mayor participación (19,1%). En cuanto al nivel educativo de los encuestados, se puede apreciar un bajo nivel educativo ya que casi dos terceras partes de los encuestados tienen primaria y secundaria como máximo nivel, un 30,5% en los primeros y un 43,6% para el caso de los segundos.

De los resultados de la encuesta se desprende que el 54,5% visitó alguna de las lagunas costeras, mientras un 45,5% no lo hizo durante el 2005. Las lagunas de mayor concurrencia durante el 2005 fueron laguna de Rocha (75,8%), y en segundo lugar laguna Negra (9,2%). Además, la mayoría de los entrevistados (60%) señaló tener conocimiento de que la laguna de Rocha constituye un área natural protegida, un 84% conoce de la actividad de pesca artesanal, el 64% afirma conocer de usos turísticos de la laguna; un 46,4% señala el uso de la actividad ganadera, un 31,8% de la caza furtiva, un 23,6% menciona la forestación, un 20% la actividad agrícola, entre las actividades más mencionadas.

Al aplicar el método de valoración contingente para calcular la disponibilidad a pagar (DAP) por la implementación de un plan de manejo en el área de la laguna de Rocha, concluimos que, para la muestra encuestada, la DAP es de \$ 190 (pesos uruguayos). Este monto es la disposición que tienen los individuos de aportar a la implementación de un plan de manejo por parte de una comisión mixta formada por representantes del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura y Pesca, organizaciones no gubernamentales y representantes de vecinos. Dicha cifra, según los supuestos planteados, a su vez, constituye un indicador del valor que representa, en promedio, la implementación de un plan de manejo de la laguna.

Las tablas adjuntas muestran la disposición a pagar según género, localidad, e institución encargada del plan de manejo.

y gravedad son importantes y están en crecimiento, acompañando la intensificación del uso del suelo. La agricultura y el reemplazo de las praderas naturales por praderas artificiales, en crecimiento como veíamos mas arriba en este capítulo, constituyen un riesgo creciente y no evaluado adecuadamente en todo el país.

El caso de la laguna de Rocha sirve como ilustración de los profundos cambios en el uso del territorio, y de cómo esos cambios pueden afectar las fuentes de agua disponibles.

La laguna de Rocha tiene una extensión de 72 km², es una laguna somera (0,6 m), costera, salobre debido a que se conecta periódicamente

con el mar por la apertura de un canal en la barra arenosa. En la misma se advierte un reciente incremento del proceso de eutrofización. La concentración media anual de PT aumentó en la última década, siendo la media anual en 1987 de 52,6 $\mu\text{g l}^{-1}$ mientras que en el período 1998-2000 fue de 88,0 $\mu\text{g l}^{-1}$, al tiempo que la concentración media anual de clorofila (estimador de la abundancia de microalgas) registró un aumento menor de 5,1 a 6,5 $\mu\text{g l}^{-1}$. El PT y clorofila- a son de los indicadores de eutrofización más utilizados a nivel mundial y su incremento implica siempre un riesgo de deterioro de la calidad del agua. En el verano de 2003 se registró la primer floración de cianobacterias potencialmente tóxicas (*Pseudanabaena sp. y*

Disposición a pagar según género

Disposición a Pagar				
	Si	No	NS/NC	Total
Hombres	22,9	16,2	2,8	41,9
Mujeres	28,5	29,6		58,1
	51,4	45,8	2,8	100

Disposición a pagar según localidad

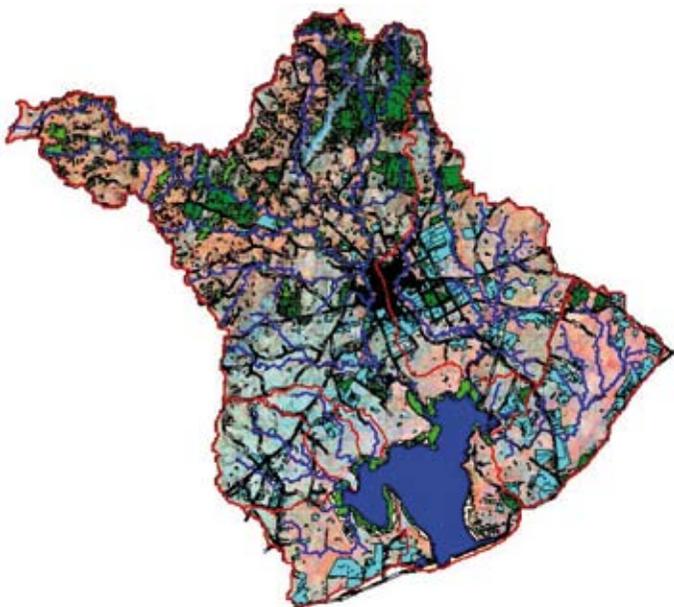
Disposición a Pagar				
Localidad	Si	No	NS/NC	Total
Rocha	17,3	25,7	0,6	43,6
La Paloma	21,8	15,1	1,7	38,5
Área Rural	12,3	3,9	0,6	16,8
Los Botes		1,1		1,1
Total	51,4	45,8	2,8	100

Disposición a pagar según quién implementa plan de manejo

Disposición a Pagar				
Quien implementa plan de manejo	Si	No	NS/NC	Total
MVOTMA/DINAMA/DINOT	3,9	7,8	0,6	12,3
IMR	5,0	5,0	0,6	10,6
ONGs y Comisiones Vecinos	1,1	1,7		2,8
Privados	2,2	2,2		4,5
Comisión mixta (Ministerio, IMR, ONGs)	35,8	27,9	1,7	65,4
Otros	1,1	0,6		1,7
NS/NC	2,2	0,6		2,8
Total	51,4	45,8	2,8	100

Figura 2.20
Imagen Landsat de 2005 de la
cuenca de la laguna de Rocha

Sobre la imagen se indica: espejo de agua y principales tributarios (azul), subcuencas (rojo), caminería principal (negro), monte nativo y humedal (verde claro), forestación (verde oscuro), agricultura (turquesa), pradera inundable (amarillo claro) y suelo urbano (negro). En amarillo se indican los sitios de muestreo (W: bolsón de los Noques, E: bolsón E, C: centro, S: sur, 1: A° Los Noques, 2: A° La Paloma, 3: A° Las Conchas, 4: A° Rocha norte y 5: A° Rocha sur).



Microcystis sp.) y en 2005 se observó una alta abundancia de cianobacterias muy pequeñas y difíciles de identificar (picocianobacterias) entre las cuales se encuentran especies potencialmente nocivas (ver Bonilla et al. 2006 o Vidal et al. 2007).

Las causas directas de este enriquecimiento de nutrientes están probablemente relacionadas a un cambio del uso del suelo en la cuenca con aumento de actividades agrícolas más intensivas y cercanas a la laguna, posible efecto acumulativo del aporte del saneamiento de la ciudad de Rocha con tratamiento insuficiente

La fuente de nutrientes es difusa, fundamentalmente por aporte desde agricultura, praderas artificiales y forestación. También existe una fuente puntual, el aporte del sistema de saneamiento de la ciudad de Rocha (aparentemente poco importante de acuerdo con Arocena et al. 2000). Otros impactos detectados son la amenaza de urbanización en la barra arenosa, alteraciones en la dinámica natural de apertura de la barra arenosa.

El riesgo principal proviene del aumento de la extensión agrícola, en especial en áreas cercanas a la laguna (ver Tabla 2.23) que aumenta el riesgo de eutrofización y nuevas floraciones

de cianobacterias; la urbanización de la barra arenosa y contaminación de la napa freática, y alteraciones ecológicas por cambio en la dinámica de apertura de la barra arenosa.

La solución ideal sería implementar un área protegida efectiva, tal como se propuso al Sistema Nacional de Áreas Protegidas con un plan de manejo que incorpore objetivos de conservación de calidad del agua. Sin embargo, en el corto plazo se sugiere la planificación del uso del suelo al menos en la cuenca baja de la laguna aplicando restricciones a ciertas actividades agrícolas y urbanísticas, especialmente considerando la importancia del área para la pesca y la conservación de la biodiversidad.

7. Minería

A pesar que las diversas características geológicas presentes en el territorio nacional dan perspectivas de desarrollo del sector minero, la incidencia del PBI minero en el PBI nacional es relativamente baja (entre el 0,21 y el 0,34% en los últimos 12 años).

Existen a la fecha 880 explotaciones administrativamente activas registradas en DINAMIGE. Esto no incluye las explotaciones por obra pública y subacuáticas. En el año 2006 se registraron 78 solicitudes para la actividad minera en DINAMA.

Dentro de la producción minera nacional los áridos son preponderantes, seguidos por los calcáreos y los metalíferos en volumen extraído (áridos 72%, calcáreos 15%, metalíferos 12,81%, ornamentales 0,14% y piedras semipreciosas 0,05%).

La presión de la minería sobre el medio ambiente depende directamente del mercado consumidor de sus materias primas y muchas veces es de carácter local o restringido a zonas de influencia de ciudades o industrias o a situaciones sociales.

Nuestras explotaciones mineras pueden considerarse de pequeño porte a excepción de la única mina de oro en producción (mina San Gregorio y Arenal) ubicada en Rivera y dos que extraen caliza para fabricación de cemento Portland en Lavalleja. También existen zonas donde se sitúan muchas pequeñas labores que terminan por abarcar un área considerable, como el caso de los áridos en áreas periurbanas o urbanas degradando ambientes de dunas, de ríos y arroyos así como el paisaje presente. Un ejemplo claro de esto son las extracciones de

materiales para la construcción (arena, balasto, piedra para cimentación) que deben localizarse, por razones de costos, lo mas próximo posible a la zona de consumo, por lo que muchas veces aparecen conviviendo o intercaladas con urbanizaciones de diversa índole como es el caso de la ciudad de La Paz (Canelones), Rincón de la Bolsa (hoy Ciudad del Plata, San José) o como lo fue y en cierta medida lo sigue siendo, la Ciudad de la Costa (Canelones).

Estas explotaciones tienen periodos de expansión de su producción y del área afectada (aumento de presión) coincidentes con los denominados “picos” de construcción sobre todo en Montevideo.

Otro caso similar es el que se presenta con las explotaciones mineras de áridos en la zona periurbana de Maldonado – Punta del Este.

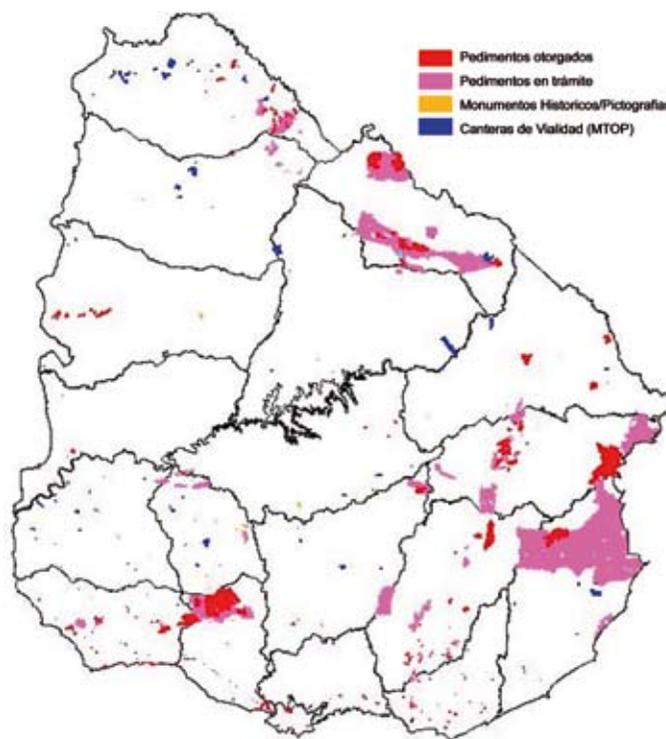
El caso de La Paz tiene la particularidad de que las explotaciones de áridos existían mucho antes que la urbanización y los problemas generados se deben a la falta de ordenamiento territorial a nivel nacional o departamental.

Las explotaciones a cielo abierto, si no poseen y siguen un plan de extracción racional conjuntamente con un plan de gestión ambiental que permita la recuperación ambiental así como un uso final adecuado a las necesidades de la comunidad, pueden propiciar procesos erosivos o de contaminación de aguas subterráneas en algunos casos. En las canteras municipales de Treinta y Tres y Melo, una parte se usa para extraer balasto y otra como vertedero de residuos (Cuerpo inspectivo de DIMAMIGE).

Existe una zona de concentración de explotaciones en las inmediaciones de los arroyos Catalán Grande y Chico, “Los Catalanes”, departamento de Artigas, en este caso para ágatas y amatistas, las que se explotan a cielo abierto y en galerías ubicadas en el medio rural con presión preponderante sobre arroyos, cañadas, paisaje y patrimonio arqueológico que ha sido destruido en ciertos sectores. También existe invasión de cauces fluviales por escombreras

Figura 2.21
Explotaciones mineras otorgadas o en curso

Fuente: www.dinamige.gub.uy



o directamente por las labores de extracción; afectación del paisaje por el método de explotación por cavas donde al final queda un terreno lleno de huecos y montículos con afectación de la escorrentía y regímenes fluviales con contaminación por sólidos en suspensión

8. Respuestas

A lo largo de este capítulo se han señalado algunas respuestas puntuales a temas ambientales. También se ha referido al lector a otras secciones de este reporte en que las respuestas a determinados temas se tratan en mayor profundidad. En esta sección se tratan respuestas

Tabla 2.24
Resumen de producción en toneladas

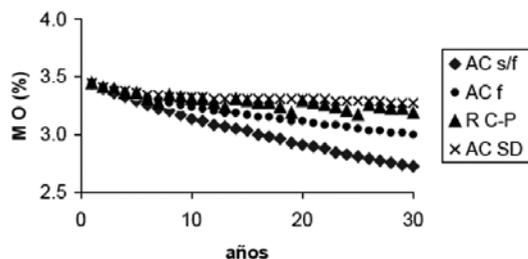
Fuente www.dinamige.gub.uy

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Totales
Piedras semi-preciosas	221	135	318	421	616	596	1 144	5 751	15 082	10 747	35 031
Ornamentales	11 600	14 900	15 400	11 600	10 600	8 100	6 900	6 800	9 500	12 200	107 600
Aridos Construcción	5 040 700	5 408 000	7 790 200	8 536 700	6 849 600	6 463 300	3 219 800	3 310 500	3 483 107	4 369 891	54 471 798
Calcáreos	810 500	1 262 200	1 540 800	1 479 800	1 266 800	1 132 500	758 500	842 200	1 061 850	1 195 900	11 351 050
Metalíferos	840	948 300	1 129 600	1 053 600	1 081 500	1 102 100	1 109 800	1 025 000	1 029 200	1 224 500	9 704 440

Figura 2.22
Evolución el contenido de materia orgánica (%) en los primeros 30 cm de suelo, para diferentes sistemas de manejo en base al modelo de predicción EPIC

Fuente: MGAP-MVOTMA (2005)

Nota: Agricultura Continua con laboreo convencional sin fertilizar (AC s/f), Agricultura continua con laboreo convencional fertilizada (AC f), Rotación Cultivo Pastura fertilizada (R C-P) y Agricultura Continua con Siembra Directa fertilizada (AC SD).



de carácter más general y se destacan algunas respuestas a temas de particular importancia como la forestación, cambio climático, etc.

Desde marzo de 2003 y hasta febrero de 2009 se encuentra en ejecución el "Proyecto para la protección ambiental y desarrollo sostenible del sistema acuífero Guaraní", el cual es apoyado por los cuatro países que lo comparten y por la Organización de los Estados Americanos (OEA), el Banco Mundial y el Fondo Mundial para el Medioambiente (GEF). Dicho proyecto tiene una fuerte impronta de generación de conocimiento técnico-científico, debido a que la información existente en función de la extensión del acuífero es muy escasa, y a su vez, concentrada en ciertos sectores. En particular, en nuestro país se presenta un sector central de 30 000 Km² donde no hay perforaciones. Se indica que el propósito del proyecto consiste en "apoyar a los cuatro países en elaborar conjuntamente e implementar un marco común institucional, legal y técnico para manejar y preservar el SAG para las generaciones actuales y futuras"¹⁹. A nivel de generación de conocimiento y herramientas de gestión, se entiende necesario desarrollar redes de monitoreo local y regional en todos los acuíferos. En particular, por las características de la amenaza que representa la forestación, es imprescindible la generación de conocimiento del SAL, y el desarrollo de programas específicos de evaluación del impacto de ésta sobre dicho acuífero y el SAG en las áreas aflorantes.

El problema del enriquecimiento de los sistemas acuáticos con nutrientes (eutrofización)

no tiene una solución única y sencilla, sino que debe ser abarcado desde múltiples áreas. La principal herramienta para el control de la eutrofización antrópica es la prevención, planificando los usos. En segundo lugar se procura minimizar la llegada de nutrientes a los cuerpos de agua y para eso se recomienda dejar la vegetación natural (pajonales, monte ripario, praderas naturales, etc.) que rodea los cuerpos de agua como interfase entre cultivos y el cuerpo de agua, o incluso se construyen humedales artificiales. Pero en casos en que el proceso de eutrofización está muy avanzado existen tecnologías para recuperar o rehabilitar dichos ambientes. Algunas de dichas técnicas son: remoción de sedimentos, inmovilización química de los nutrientes del sedimento, remoción de plantas acuáticas, manipulación de las comunidades biológicas como introducción de peces piscívoros y remoción de peces planctívoros, plantación de plantas sumergidas, entre otras (Mazzeo et al. 2002). Sin embargo, todos los manuales recomiendan evitar el proceso de eutrofización ante todo en lugar de remediarlo.

El INIA está tratando de ajustar una metodología para el monitoreo de la calidad de agua mediante técnicas de espectrofotometría (infrarrojo cercano NIRS) para evaluar la posible contaminación de fuentes de agua en áreas con altas cargas de ganado bovino y definir alternativas que permitan reducir los posibles efectos negativos sobre la calidad del recurso agua (INIA s/f).

La investigación nacional ha generado valiosa información sobre el uso y manejo de los suelos bajo diferentes sistemas que consideran tanto la rotación de cultivos con praderas como el tipo de laboreo (convencional, SD). Los sistemas agrícolas de rotaciones de cultivos con SD y pasturas serían los menos negativos para la conservación de los suelos y de la calidad de las aguas superficiales (ver Figura 2.23).

La mitigación o prevención de la erosión de los suelos puede lograrse mediante la aplicación rigurosa de la normativa existente (Ley 15.239 de 1981 sobre la Conservación de los Suelos y Aguas destinadas a fines agropecuarios, y los decretos reglamentarios: Ley General de Protección del Ambiente; etc.). Asimismo, se considera de suma importancia la instrumentación de campañas de difusión a productores de forma que estén mejor informados respecto a las normas técnicas básicas para el uso sostenible del recurso y dispongan además de elementos concretos cuando deban negociar las condiciones en que podrían dar sus tierras en arrendamiento.

¹⁹ Proyecto para la protección ambiental y desarrollo sostenible del Sistema Acuífero Guaraní (<http://www.sg-guarani.org>).

Existen otros instrumentos de política como son los incentivos positivos para la conservación de los recursos naturales que podrían aplicarse de forma complementaria a los controles e inspecciones que deben realizar las autoridades competentes. Los incentivos positivos parecen ser instrumentos más efectivos para el logro del uso sostenible de los recursos naturales, contribuyendo a una mayor participación e involucramiento de los propios usuarios.

Se está trabajando a nivel nacional con la activa colaboración de instituciones de investigación y docencia, así como de organizaciones no gubernamentales en el desarrollo de un Sistema Nacional de Recursos Genéticos que promueva la preservación y conservación sostenible de la biodiversidad mediante la conservación *ex situ*, e *in situ*. Asimismo se está ejecutando un proyecto para la adecuada gestión y fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (por más información sobre conservación de diversidad genética ver el Capítulo 4).

El país está ejecutando (2005 a 2011) a través del MGAP con el apoyo del BIRF y GEF el Proyecto de "Manejo Integrado de los Recursos Naturales y la Diversidad Biológica". Este proyecto, denominado Producción Responsable busca apoyar activamente un mejor manejo de los recursos naturales de uso agropecuario y la diversidad biológica a través de una serie de estímulos a los productores agropecuarios, especialmente a los de pequeña y mediana escala, para que en distintas zonas del país se adopten sistemas de producción económica y ambientalmente sostenibles, que incorporen mejoras tecnológicas en el manejo de los suelos, el agua y la diversidad biológica, contribuyendo así a la sostenibilidad de largo plazo del desarrollo agropecuario del país.

Se han apoyado actividades para la adopción de prácticas adecuadas de 1) Manejo del suelo; 2) Manejo del agua: sistemas para mejorar la eficiencia en el riego; controlar los efectos perjudiciales de los excesos de agua; medidas para reducir la contaminación y mejorar la calidad del agua; 3) Manejo de los recursos genéticos: manejo del pastoreo y de las pasturas naturales para la recuperación de especies y ecotipos nativos; sistemas silvo-pastoriles; uso de poblaciones locales; utilización de variedades adaptadas a nuestras condiciones de producción; 4) Conservación de la biodiversidad: mantenimiento de hábitat claves para la conservación de la biodiversidad; manejo sostenible del monte nativo; manejo del ganado integrado a la conservación de los montes nativos; manejo productivo compatible con el mantenimiento de la flora y fauna autóctona; 5) Preservación del ambiente y salud humana: minimización de la

aplicación de plaguicidas; protección durante las aplicaciones; manejo y gestión de envases vacíos de agroquímicos; prácticas no contaminantes de las napas y cursos de agua (tratamiento de efluentes de tambos, etc.).

8.1 Respuestas al cambio climático

Con respecto al cambio climático y las respuestas adaptativas en el Capítulo 1 ya se mencionó el papel del GRAS. El INIA además posee un proyecto de evaluación del impacto del cambio climático sobre los sistemas mixtos agrícola-ganaderos. El objetivo es "desarrollar e implementar un sistema que permita estimar el impacto de la variabilidad climática y del cambio climático sobre los sistemas de producción mixtos agrícola-ganaderos de la región Pampeana... y explorar posibles medidas adaptativas a nivel de empresa agropecuaria" (INIA et al. s/f: s/p). Entre las medidas adaptativas se intenta identificar formas de manejo y sistemas de producción más adaptables a la variabilidad climática y a escenarios de cambio climático.

Oyhantçabal (2007: 365-366) identifica ciertas medidas de adaptación generales que deberían tenerse en cuenta en el sector agropecuario:

Tabla 2.25
Estimación de tasas de erosión para distintos usos y manejos en suelos seleccionados como representativos de uso agrícola

Fuente: MGAP-MVOTMA, 2005).

Notas: (1) Rotaciones: 3 años cultivos-3 años pasturas (RCP) con Laboreo Reducido (LR) o Siembra Directa; Rotación de diferentes cultivos sin pasturas, o un solo cultivo continuo (CC) con Laboreo Convencional (LC), LR y SD, con dos tipos de tecnología (baja y media).

Uso y manejo	Tasas de erosión promedio (Mg/ha/año)		
	Brunosol et (Young)	Brunosol et (CñNieto)	Vertisol rl (La Carolina)
RCP, LR (C=0,06)	4.7	14.25	3.5
RCP, SD (C=0,02)	1.2	3.75	1.0
CC, LC, Baja tec. (C=0,3)	23.2	75.6	17.1
CC, LR, Tec. Media (C=0,25)	19.35	60.0	14.3
CC, LR, Tec. Media (C=0,12)	9.3	28.25	6.8
CC, SD, Tec. Media (C=0,04)	3.1	9.4	2.3

- Mejoramiento genético e identificación de genotipos de mayor resistencia
- Diversificación de sistemas productivos (ej. Silvopastoreo)
- Evitar fragmentación de ecosistemas por medio de corredores biológicos
- Promoción de prácticas de manejo que aumenten la resiliencia de los ecosistemas
- Reservas forrajeras para épocas de crisis

El ordenamiento territorial y la coordinación de políticas nacionales con las departamentales permitirían diseñar transiciones a paisajes mixtos en donde se combinen parches de vegetación nativa, agricultura y forestación, de forma de maximizar la sostenibilidad ecológica, ambiental y social.

8.2 Respuestas forestación

Para reducir los impactos que la forestación industrial pueda ejercer en el ambiente, la legislación forestal (ley 15.939 de 1989 y decretos reglamentarios) exige un plan de manejo integral que procure una gestión sostenible de los recursos forestales y de los recursos naturales asociados, el que es monitoreado por la DF-MGAP. Este plan debe incluir el manejo adecuado de los suelos, mantener los desagües naturales empastados para favorecer el escurrimiento y evitar la erosión, mantener los corredores biológicos que aseguren la conectividad de los ecosistemas a nivel regional y el despla-

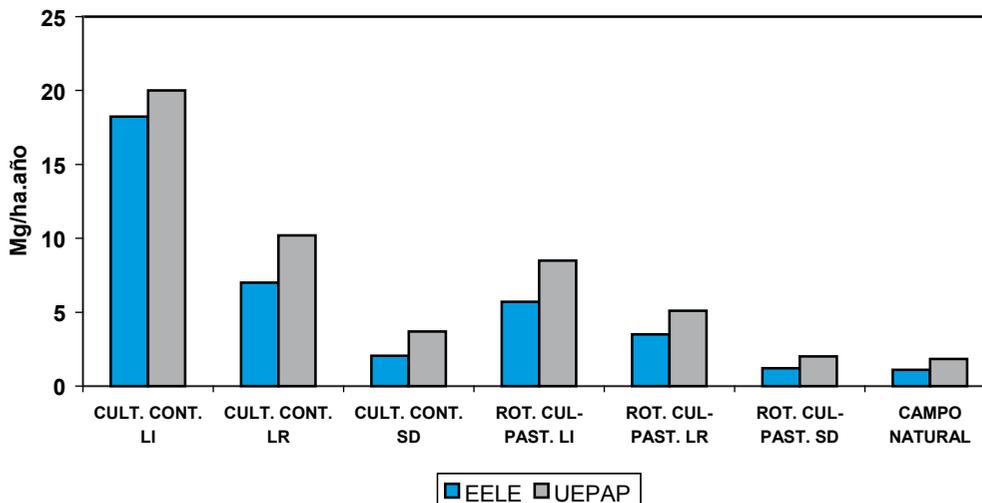
zamiento de especies entre cuencas, considerar en la caminería aspectos ambientales y de seguridad (protección contra incendios, mantener áreas de protección, amortiguación o de interés paisajístico), manejo de residuos y productos químicos, así como la consideración de aspectos sociales y culturales de los trabajadores y comunidad local (MGAP 2004).

El control del cumplimiento de los planes de manejo ha contribuido a contar con abundante información estadística del sector forestal así como de sus caracteres cualitativos. Actualmente, existen en el país aproximadamente 100 000 ha de bosque certificadas y se encuentra disponible el Código Nacional de Buenas Prácticas Forestales (MGAP 2004) que fuera elaborado con la participación de los diferentes actores, públicos y privados. Asimismo, el país adhirió al Proceso de Montreal sobre Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal Sostenible por lo que el desarrollo forestal se enmarca dentro de ese concepto. San Román (2000: 23) afirma que para la forestación "se hace necesario combinar criterios de planificación a nivel nacional con criterios de planificación a nivel de unidad de producción que tengan en cuenta valores como el régimen hídrico, aspectos socioeconómicos, ecosistemas locales, interacción y comparación con otras producciones, aspectos paisajísticos".

El INIA, a través del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria, ha decidido apoyar una iniciativa de una empresa forestal uruguayaya que efectuará "un estudio de los efectos de las plantaciones forestales sobre los diversos componentes del ciclo hidrológico" (INIA 2007a: s/p).

Figura 2.23
Erosión promedio en parcelas (de escurrimiento) en diferentes sistemas de producción con Laboreo Intensivo (LI), Laboreo Reducido (LR) y Siembra Directa (SD).

Fuente: tomado de Durán y García Préchac (2007) en base a Estación Experimental La Estanzuela: 1984-1990.



8.3 Respuestas en la minería

A fines de los años 80 e inicio de los 90 se comienzan a delinear por parte del estado normativas diversas tendientes a la protección del medio ambiente y a su uso compatible con el desarrollo sustentable. Dentro de este marco, el desarrollo sustentable de la minería debe entenderse como la capacidad de una sociedad de usar esta como herramienta para satisfacer sus necesidades y aspiraciones sociales, culturales, políticas, ambientales y económicas actuales de sus integrantes y de venideras generaciones.

La Ley que rige la minería nacional es la 15.242 de 8 de enero de 1982 – Código de Minería, a la que se agregan el Decreto 110/82 de 26 de marzo de 1982 – Reglamento del Código de Minería y la Ley 17.930 de 19 de diciembre de 2005 – Modificativa del Código de Minería. Ninguna de estas normas contiene referencias de protección ambiental mínimas, lo que en un futuro se espera sea revisado.

Esta carencia es cubierta en parte por la Ley 16.466 de 19 de enero de 1994 –Evaluación de Impacto Ambiental– y sobre todo por el Decreto 349/05 de 21 de setiembre de 2005 –Reglamento de la ley de Evaluación de Impacto Ambiental– el que exige una autorización ambiental previa para apertura, reapertura o ampliación de minas a cielo abierto, subterráneas o subacuáticas, así como a algunos trabajos de exploración o perforación de pozos otorgada por el órgano competente. También se enumeran las sanciones administrativas o pecuniarias correspondientes a quien incumpla lo prescripto y se da participación a los ciudadanos por medio de audiencias públicas durante la tramitación de un proyecto.

A esto se agregan las leyes 17.234 de 23 de febrero de 2000 – Creación y gestión de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, 17.283 de 28 de noviembre de 2000 – Ley general de protección del ambiente, 14.859 de 15 de diciembre de 1970 – Código de Aguas, Decreto 253/79 de 9 de mayo de 1979 y modificativos: 232/88, 698/89 y 195/91 – Reglamentario del Código de Aguas, aprueba normas para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas y Decreto 89/95 de 21 de febrero de 1995 – Reglamentación sobre seguridad, higiene y salud ocupacional.

Estas normativas muchas veces carecen de los seguimientos, controles y fiscalización correspondiente que permitan verificar su cumplimiento, ya que los órganos del estado que deben realizarlos generalmente no cuentan con un número de funcionarios adecuado o de presupuesto para tales fines.

Art. 250 de Ley 16.320 de 1 de noviembre de 1992 (Canteras de Obras Públicas), a partir de la vigencia de esta Ley estas explotaciones fueron quitadas de la órbita de DINAMIGE, donde anteriormente debían realizar los trámites técnicos y administrativos como cualquier otra explotación minera, pasando al MTOP.

Bibliografía

- Acosta, P. (2007). El programa ganadero como herramienta de desarrollo. Acciones y generación de información para la toma de decisiones. MGAP-BID. www.mgap.gub.uy/progan/prog%20ganadero%20com%20herramienta%20de%20desarrollo.pdf
- Altieri, M. (2004). Genetic engineering in agriculture: the myths, environmental risks and alternatives. Food First Books, Oakland.
- Antón, D. (2005). El sistema acuífero Litoral y las plantaciones forestales. Informe Final. UNESCO Contrato N° 22111206-8
- Apa, M., Aguerre, A., Etcheverry, M., Marcuori, E., Anchieri, D., y De Torres E. (1998). Manejo de Efluentes en Predios Lecheros. <http://www.iica.org.uy/p2-17-pon6.htm>
- Arocena, R., Fabián, D., y Clemente, J. (2000). Las causas naturales versus la contaminación orgánica como factores estructuradores del zoobentos en tres afluentes de una laguna costera. *Limnetica* 18: 99-113.
- Baerson, S., Rodríguez, D., Minhien Tran, Yongmei Feng, Biest, N., y Dill, G. (2002). Glyphosate-resistant goosegrass. Identification of a mutation in the target enzyme 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase. *Plant physiology* 129(3): 1265-1275.
- Baethgen, W., y Martino, D. (2000). Cambio climático, gases de efecto invernadero e implicancias en los sectores agropecuario y forestal del Uruguay. <http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/pol/2002/informe-7.pdf>. Consultado el 14 de noviembre de 2007.
- Barsev, R. (Ed.) (2002). Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales. Un aporte para la gestión de ecosistemas y recursos naturales en el Corredor Biológico Mesoamericano. Serie Técnica 04. Proyecto para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano.
- Bemhaja, M., y Berretta, E. (1994). Respuesta a la siembra de leguminosas en Basalto profundo. En Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Serie Técnica 13 (pp. 103-114). INIA, Montevideo.
- Berreta, A., Rivas, M., y Condón, F. (2007). Segundo Informe Nacional sobre los Recursos Filogenéticos, FAO.
- Berretta, E. (1991). Producción de pasturas naturales en el basalto. En Pasturas y Producción Animal en áreas de ganadería extensiva. Serie Técnica 13 (pp.12). INIA, Montevideo.
- Berretta, E., y do Nascimento, D. (1991). Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal, español-portugués. Series Diálogo N° 32. IICA/PROCISUR.
- Boggiano, P. (2003). Informe para el Manejo Integrado de la Pradera. Pre-proyecto GEF/IBRD, Manejo Integrado de Ecosistemas y Recursos Naturales en Uruguay, Componente Manejo y Conservación de la Diversidad Biológica, Subcomponente Manejo Integrado de Pradera. Montevideo, Uruguay.

- Bonilla, S. (1997). Composición y abundancia fitoplanctónica de tres embalses en cadena sobre el Río Negro, Uruguay. *IHERINGHIA. Sér. Bot* 49: 47-61.
- Bonilla, S., Conde, D., Aubriot, L., Rodríguez, L., Piccini, C., Meerhoff, E., Rodríguez, L., Gómez, P., y Machado, I. (2006). Escalas de variabilidad ecológica y evolución ambiental de las lagunas costeras de Uruguay. En Menafra, R., Rodríguez-Gallego, L., Scarabino, F., y Conde, D. (Eds.). *Bases para la conservación y manejo de la costa uruguaya* (pp. 61-63). Vida Silvestre Uruguay, GRAPHIS Ltda., Montevideo.
- Bonilla, S., Pérez, M., y De León, L. (1995). Cyanophyceae planctónicas del lago Ton-Ton. *Hoehnea* 22: 183-190.
- Bruno, A. (2005). Coyuntura Agropecuaria: Estimación de los efectos ambientales y socioeconómicos del uso de plaguicidas. IICA, Montevideo. <http://www.iica.org.uy/online/coyuntura.asp>. Obtenido en diciembre 2007.
- Burger, M., y Fernández, S. (2004). Exposición al herbicida glifosato: aspectos clínicos toxicológicos. *Revista Médica del Uruguay* 20: 202-207. <http://www.rmu.org.uy/revista/2004v3/art6.pdf>
- Campal, E. (1969). *La Pradera*. Editorial Nuestra Tierra, Montevideo.
- Carámbula, M. y Piñeiro, D. (2006). La forestación en Uruguay: cambio demográfico y empleo en tres localidades. *Agrociencia* 10(2): 63-73.
- Carballo, E., INYPSA (2005). Estudio acuífero Raigón. Informe Final. PRENADER. Uruguay.
- Casal J., y Kouyoumdjian K. (2000). Evaluación de diferentes equipos agrícolas de laboreo y su eficiencia en prácticas de conservación de suelos. Proyecto N° 44.
- Chalar, G., De León, L., Clemente, J., Paradiso, M., y Brugnoli, E. (2002). Dinámica de la eutrofización del Embalse de Salto Grande. Informe final del período Setiembre 2000 - Marzo 2002. Sección Limnología, Facultad de Ciencias. UDELAR.
- Chiappe, M., y Piñeiro, D. (1998). La agricultura uruguaya en el marco de la integración regional y su impacto sobre la sustentabilidad. Ponencia presentada en el V Congreso Latinoamericano de Sociología Rural-Alasru. Universidad Autónoma de Chapingo (México). 13 al 18 de octubre de 1998. www.rau.edu.uy/agro/ccss/publicaciones.htm
- Chorus, I., y Bartram, J. (1999). *Toxic Cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management*. WHO. E&FN Spon. London-New York.
- Clergue, B., Amiaud, B., Pervanchon, F., Lasserre-Joulin, F., y Plantureux, S. (2005). Biodiversity: function and assessment in agricultural areas. A review. *Agronomy for sustainable development* 25: 1-15.
- Clérci, C., y Del Pino, A. (2000). Estimación del modelo EPIC de la evolución del contenido de materia orgánica de un suelo del Uruguay bajo distintos sistemas de producción. División Suelos y Aguas DGRNR MGAP. En Proyecto N° 43 Ajuste y aplicación de modelos matemáticos a la degradación y productividad de los suelos, DGRNR-MGAP/PRENADER-MGAP-MTOP-BM.
- Conde, D., Paradiso, M., Gorga, J., Brugnoli, E., De León, L., y Mandiá, M. (2002). Problemática de la calidad de agua en los sistemas de grandes embalses del Río Negro (Uruguay). *CIER* 39: 61-68.
- Conde, D., Rodríguez, L., y Rodríguez, L. (2003). Análisis conceptual de las interacciones abióticas y biológicas entre el océano y las lagunas de la costa Atlántica de Uruguay. Facultad de Ciencias, UDELAR.
- Daily, G. (1997). *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington, DC.
- De León, L. (2002). Floraciones de cianobacterias en aguas continentales de Uruguay: causas y consecuencias. En Domínguez, A., y Prieto, R. (Eds.). *Perfil Ambiental 2002* (pp. 27-39). NORDAN, Montevideo.
- De León, L., y Chalar, G. (2003). Abundancia y diversidad del fitoplancton en el Embalse de Salto Grande (Argentina-Uruguay). *Ciclo estacional y distribución espacial. Limnética* 22: 103-113.
- De León, L., y Yunes, J. (2001). First report of a Microcystin-Containing Bloom of the Cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* in the La Plata River, South America. *Environ. Toxicol.* 16: 110-112.
- Deambrosis, E., Lavecchia, A., Méndez, J., Umpierre, M., Torres, M., y Dorio, S. (1996). La residualidad de los plaguicidas utilizados en el cultivo de arroz. *Convenio INIA - LATU. Revista El País Agropecuario Mayo 1996*. Uruguay.
- Del Puerto, O. (1987). La extensión de las comunidades arbóreas primitivas en el Uruguay. *Notas Técnicas 1. Facultad de Agronomía, UDELAR*.
- Delgado, S., Alliaume, F., García Préchac, F., Hernández, J. (2006). Efecto de las plantaciones de eucalyptus sp. sobre el recurso suelo en Uruguay. *Agrociencia X(2): 95-107*. Montevideo, Uruguay.
- Díaz, R. (2006). La expansión productiva por delante. *Revista INIA Diciembre 2006: 37-39*.
- DINAMA, INFIA (2000). Carta de vulnerabilidad del acuífero Raigón. http://www.dinama.gub.uy/descargas/doc_tecnicos/Memoria_Carta_Vulnerabilidad.pdf. Obtenido en diciembre 2007.
- Durán, A., y García Préchac, F. (2007). *Suelos del Uruguay. Hemisferio Sur*, Montevideo.
- Ernst, O., y Siri, G. (1997). Total nitrogen, organic carbon content and C/N relation after five crops with No-Till and Conventional Tillage in Uruguay. En 14th. International Soil and Tillage Research Organization Congress, Poland.
- Evía, G. (2007). Dinámica de las amenazas y consecuencias sobre las políticas de la conservación. Inédito.
- Evía, G., y Gudynas, E. (2000). *Agropecuaria y Ambiente en Uruguay. Valor agregado ambiental y desarrollo agropecuario sostenible*. Coscoroba, Montevideo.
- Ferrando, M., Alarcón, A., Fernández, A., Gamon, M., y Moliner-Andreu, E. (1992). Persistence of some pesticides on the aquatic environment. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 48: 747-755.
- García Préchac, F. (1994). Erosión del suelo: predicción y control. En *Manejo y Fertilidad de Suelos. Serie Técnica 42*.
- Giménez, A. (2006). *Climate Change and Variability in the Mixed Crop/Livestock Production Systems of the Argentinean, Brazilian and Uruguayan Pampas. A Final Report Submitted to Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change (AIACC), Project No. LA 27*.
- Gipsy, J., Dobson, S., y Solomon, K. (2000). Ecotoxicological risk assessment for Roundup herbicide. *Rev. Contam. Toxicol.* 167: 35-120.
- Gómez, A. (1998). *Desarrollo de la agricultura ecológica en Uruguay. Trabajo presentado al Curso de Agricultura Orgánica PREDEG/GTZ. Setiembre-Octubre*.
- Gorfinkiel, D. (2006). *Costos y Beneficios socioeconómicos y ambientales del uso actual de La laguna de Rocha y su cuenca: insumos para la gestión integrada de un área protegida costera. Proyecto PDT 3609, Facultad de Ciencias, Ciencias Sociales*

- y Veterinaria, Universidad de la República Oriental del Uruguay.
- Harris, W. (1978). Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. En Wilson, J. (Ed.). *Plant relation in pastures* (pp. 67-85). CSIRO, Melbourne.
- Hill, M. (2007). Determinación de residuos de agroquímicos en grano, agua y suelo en distintos sistemas de producción de Arroz. Departamento de Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía. Octubre de 2007. <http://www.mgap.gub.uy/eventos/ResumenHill.pdf>.
- Ilundain, M., Levin, M., Methol, M., y Picerno, A. (2004). Foro "espacios rural y núcleo urbano menores". Ciclo nacional de reflexión prospectiva "Uruguay 2025: economía, población y territorio". DINOT, MVOTMA.
- IMFIA (1994). Modelación numérica del sector este del sistema acuífero Raigón. IMFIA Facultad de Ingeniería. Proyecto Conicyt-BID 71/94.
- INIA (2007a). Estudio del Ciclo Hidrológico en Plantaciones Forestales. En www.inia.gub.uy/online/site/5480611.php. Accedido el 14 de noviembre de 2007.
- INIA (2007b). Unidad de Agro-clima y Sistemas de información. En www.inia.gub.uy/online/site/35376i1.php. Accedido el 14 de noviembre de 2007.
- INIA (s/f). Monitoreo de Aguadas en Sistemas Ganaderos Intensivos mediante Espectrofotometría de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS). Documentos Online N° 028. En <http://www.inia.org.uy/online/site/publicacion-ver.php?id=690>. Obtenido en octubre 2007.
- INIA, INTA, EMBRAPA, APSRU, IFDC (s/f). Evaluación del Impacto de la Variabilidad Climática y del Cambio Climático y Respuestas Adaptativas en los Sistemas Mixtos Agrícola- Ganaderos de la Región Pampeana de Argentina, Brasil y Uruguay (Proyecto AIACC: LA 27). En http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/proyectos/ambiente/AIACC_LA27.pdf. Obtenido en diciembre 2007.
- Jobbágy, E., Vasallo, M., Farley, K., Piñeiro, G., Garbulsky, M., Noretto, M., Jackson, R., y Paruelo, J. (2006). Forestación en pastizales: Hacia una visión integral de sus oportunidades y costos ecológicos. *Agrociencia* 10: 109-134
- Kruk, C., Mazzeo, N., Lacerot, G., y Reynolds, C. (2002). Classification schemes for phytoplankton: a local validation of a functional approach to the analysis of species temporal replacement. *J. Plankton Res.* 24: 1191-1216.
- Kruk, C., Quintans, F., Rodríguez, L., Lacerot, G., y Scasso, F. (2006). Calidad de agua y biodiversidad de 18 pequeñas lagunas costeras naturales de Uruguay. En Menafra, R., Rodríguez-Gallego, L., Scarabino, F., y Conde, D. (Eds.). *Bases para la conservación y manejo de la costa uruguaya* (pp. 599-610). Vida Silvestre Uruguay, GRAPHIS Ltda., Montevideo.
- Kruk, C., Vidal, L., y Hein, V. (2003). Floraciones de microalgas en aguas continentales del Uruguay. Publicaciones del I Encuentro de Ecología del Uruguay. Facultad de Ciencias. Montevideo.
- Lapitz, R., Evia, G. y Gudynas, E. (2004). Soja y Carne en el MERCOSUR. Comercio, ambiente y desarrollo agropecuario. CLAES-D3E-FFLA. Editorial Coscoroba, Montevideo.
- Laterra, P., y Rivas, M. (2005). Bases y herramientas para la conservación in situ y el manejo integrado de los recursos naturales en los Campos y Pampas del Cono Sur. *Agrociencia* 9(1-2): 169-178. Montevideo.
- MA (2005). *Ecosystems and Human Well-Being. Síntesis Report. Millennium Ecosystem Assessment*, Island Press, Washington, DC.
- Mazzeo, N., Clemente, J., García, F., Gorga, J., Kruk, C., Larrea, D., Meerhoff, M., Quintans, F., Rodríguez-Gallego, L., y Scasso, F. (2002). Eutrofización: causas, consecuencias y manejo. En Domínguez, A., Prieto, R. (Eds.). *Perfil Ambiental 2002* (pp. 149-166). NOR-DAN, Montevideo.
- Mazzeo, N., Rodríguez-Gallego, L., Kruk, C., Meerhoff, M., Gorga, J., Lacerot, G., Quintans, F., Loureiro, M., Larrea, D., y García, F. (2003). Effects of Egeria densa Planch. beds on a shallow lake without piscivorous fish. *Hidrobiología* 506-509: 591-602.
- MGAP (1968). Censo General Agropecuario 1966. Dirección de Economía Agraria, Departamento de Estadística, División Censos y Encuestas. Montevideo.
- MGAP (1973). Censo General Agropecuario 1970. Dirección de Economía Agraria, Departamento de Estadística, División Censos y Encuestas. Montevideo.
- MGAP (1980). Censo General Agropecuario 1980. Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA), MGAP, Montevideo.
- MGAP (1992). Censo General Agropecuario 1990. Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA), MGAP, Montevideo.
- MGAP (1998). Características físicas de los principales suelos agrícolas de Canelones, su interpretación agronómica. Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables (RENARE), División Suelos y Aguas (DSA), Boletín Técnico N° 8, 2da. Edición. Montevideo.
- MGAP (1999). Contribución al conocimiento de las características y génesis del proceso erosivo en cárcavas en el Uruguay. Estrategia para su control. Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables (RENARE), División Suelos y Aguas (DSA). Proyecto 41-DSA/PRENADER
- MGAP (2000). Carta Nacional de la Erosión Antrópica. Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables (RENARE), División Suelos y Aguas (DSA). <http://www.mgap.gub.uy/renare/>.
- MGAP (2002). Censo General Agropecuario 2000. Resultados definitivos. Volumen 2. Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA), MGAP, Montevideo.
- MGAP (2004). Análisis de la información sobre el cultivo de soja y el recurso suelo. Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables (RENARE), Sistema de Información Geográfico (SIG). Montevideo.
- MGAP (2004). Código Nacional de buenas prácticas forestales. MGAP.
- MGAP-BID (2007). Información de los Planes del Primer Llamado, 2006. Programa Ganadero. Una mirada desde la perspectiva de desarrollo. MGAP/BID
- MGAP-DGF (2005). Dirección General Forestal del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Boletín Estadístico 2005. En <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm>
- MGAP-DIEA (2004a). Regiones de Especialización Productiva. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. Montevideo.
- MGAP-DIEA (2004b). Encuesta Agrícola "Otoño 2004". Serie Encuestas N° 223. Agosto 2004. Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA), MGAP, Montevideo.
- MGAP-DIEA (2006a). Encuesta Agrícola "Otoño-Invierno 2006". Serie Encuestas N° 237. Setiembre 2006. Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA), MGAP, Montevideo.
- MGAP-DIEA (2006b). Encuesta de Arroz. Zafra 2005/06. Serie Encuestas N° 238. Setiembre 2006. Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA), MGAP, Montevideo.

- MGAP-DIEA (2006c). Encuesta Frutícola. Zafra 2005/06. Serie Encuestas N° 240. Octubre 2006. Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA), MGAP, Montevideo.
- MGAP-DIEA (2007a). Encuesta Agrícola "Primavera 2006". Serie Encuestas N° 245. Febrero 2007. Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA), MGAP, Montevideo.
- MGAP-DIEA. (2007b). Anuario Estadístico Agropecuario 2007. En http://www.mgap.gub.uy/diea/Anuario2007/pages/DIEA-Anuario-2007-cd_000.html
- MGAP-MVOTMA (2005). Plan de Acción Nacional de lucha contra la Desertificación y la Sequía. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente Proyecto GM2 / 020 / CCD. Montevideo. <http://www.mgap.gub.uy/renare>
- MGAP-RENARE (2004). Análisis de la información sobre el cultivo de soja y el recurso suelo. Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables (RENARE), Sistema de Información Geográfico (SIG). Montevideo.
- Millot, J., Risso, D., y Methol, R. (1987). Relevamiento de Pasturas Naturales y Mejoramientos Extensivos en Áreas Ganaderas del Uruguay (pp. 199). Informe Técnico para la Comisión Honoraria del Plan Agropecuario. FUCREA, Montevideo.
- Montaño, J., Gagliardi, S., y Montaño, M. (2006). Recursos hídricos subterráneos del Uruguay. Boletín Geológico y Minero 117(1): 201-222.
- Morón, A., y Baethgen, W. (1994). Mineralización de la materia orgánica del suelo en cuatro sistemas agrícolas. Materia Orgánica en la Rotación Cultivo-Pastura. Serie Técnica 41. INIA La Estanzuela.
- Núñez, S., Scatoni, I., Leoni, C., Mondino, P., Telis, V., y Carrega, E. (2005). Evaluación del impacto ambiental de los sistemas de producción integrada y convencional en cultivos frutícolas en el área sur de Uruguay. Informe final. Proyecto No 7 "Desarrollo de la producción integrada en rubros hortifrutícolas exportables. INIA-BID.
- Núñez, S., y Maeso, D. (2006). Evaluación del Impacto Ambiental de los Sistemas de Producción Integrada y Convencional en Cultivos Hortícolas en el Área Sur de Uruguay. INIA-Las Brujas. Trabajo presentado en la Jornada Técnica de la Sociedad Uruguaya de Fitopatología, Junio 2006. Proyecto Desarrollo de la Producción Integrada en Rubros Hortifrutícolas Exportables. INIA/BID.
- O'Farrell, I., e Izaguirre, I. (1994). Phytoplankton ecology and limnology of a River Uruguay Lower Basin (Argentina). Arch. Hydrobiol./Suppl. 99 (Monographische Beiträge):155-179.
- OIEA (2004). Gestión Sustentable del Acuífero Raigón. Proyecto RLA/8/031.
- Olmos, (1990). En II Seminario Nacional de Campo Natural (pp.291-298). Tacuarembó, Uruguay.
- Ongley, E. (1997). Lucha de la contaminación agrícola de los recursos hídricos. Estudio FAO Riego y Drenaje 55: 41-58. Roma.
- Oyhantçabal, W. (2007). El cambio climático y los necesarios procesos de adaptación en el sector agropecuario uruguayo. En MGAP-OPYPA, Anuario 2007. MGAP, Montevideo.
- Pardo, F., y Martínez, G. (2006). Soja transgénica en el Uruguay: Caracterización del cultivo y elementos para una Evaluación de Riesgos Ambientales. Proyecto Desarrollo de Marco Nacional de Bioseguridad. DINAMA – PNUMA – GEF.
- Paruelo, J., Guerschman, J., Piñeiro, G., Jobbágy, E., Verón, S., Baldi, G. y Baeza, S. (2006). Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: marcos conceptuales para su análisis. Agrociencia X(2): 47-61. Montevideo.
- Pengue, W. (2005). Transgenic crops in Argentina: The ecological and social debt. Bulletin of Science, Technology and Society 24: 314-332.
- Perdomo, C. (2001). Calidad del agua y su relación con la agricultura. Agrociencia V(1): 92-103.
- Perdomo, C., Casanova, O., y Ciganda, V. (2001). Contaminación de aguas subterráneas con nitratos y coliformes en el litoral sudoeste del país. Agrociencia V(1): 10-22.
- Pérez Arrarte, C. (2007). Plantaciones forestales e impactos sobre el ciclo del agua. Editorial Hersilia Fonseca, Montevideo.
- Pérez, M., Bonilla, S., De León, L., Smarda, J., y Komárek, J. (1999). A bloom of Nodularia baltica-spumigena group (Cyanobacteria) in a shallow coastal lagoon of Uruguay, South America. Algolog. Stud. 93: 91-101.
- Petraglia, C. (2003). Aportes a la caracterización de aptitud pastoril de los suelos del Uruguay. RENARE-MGAP. <http://www.mgap.gub.uy/renare>.
- Petraglia, C., y Dell'Acqua, M. (2006). Actualización de la Carta Forestal del Uruguay con imágenes del año 2004. Sistema de Información Geográfico. RENARE-MGAP. Montevideo.
- Pose, D., De Ben, S., Delfino, N., y Burger, M. (2000). Intoxicación aguda por organofosforados. Factores de riesgo. Revista Médica del Uruguay 16: 5-13.
- Pryme, I., Lembcke, R. (2003). En Vivo studies on possible health consequences of genetically modified food and feed - with particular regard to ingredients consisting of genetically modified plant materials. Nutrition and Health 17: 1-8.
- Relyea, R. (2005). The lethal impacts of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. Ecological Applications 15: 1118-1124.
- Ríos, A. (2005). Resistencia de malezas a herbicidas. Editorial INIA. Montevideo.
- Risso, D. (2005). Mejoramientos de campo: Asegurando una instalación exitosa. Revista INIA 2(2-5).
- Rivas, M., y Barilani, A. (2004). Diversidad, potencial productivo y reproductivo de los palmares de Butia capitata (Mart.) Becc. de Uruguay. Agrociencia VIII(1): 11-20.
- Rodríguez, E., López, P., Camacho, A., y Arballo, E. (1998). Manejo de aves plaga en el cultivo de arroz. Serie Técnica 96. INIA, Treinta y Tres. Montevideo.
- Romero, R. (1996). Vulnerabilidad y adaptación de la cebada cervcera al cambio climático en el Uruguay. En <http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/pol/2002/informe-8.pdf>. Consultado el 15 de noviembre de 2007.
- Rosengurt, B. (1943). Estudios sobre praderas naturales del Uruguay. Editorial Barreiro y Ramos, Montevideo.
- Rulleau, B., y Salles, J. (2003). Incentive Policies for Biodiversity Conservation and Protection in France: current practices and trends. INRA, Montpellier, France.
- San Román, D. (2000). Forestación: balance y propuesta. El País Agropecuario 60: 22-24.
- Sánchez J., Ettiene, G., y Rivas, Z. (2005). Determinación de glifosato en muestras de agua en la Cuenca del Río Catatumbo. CIEN. 13(2): 211-217.
- Sawchik, J. (2001). Vulnerabilidad y adaptación del maíz al cambio climático en el Uruguay. En <http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/pol/2002/informe-8.pdf>. Consultado el 15 de noviembre de 2007.

- Scarlato, G. (1993). Gestión ambiental de los humedales de la cuenca de la Laguna Merin: Un panorama sobre los conflictos y las respuestas. Serie Documentos de Trabajo 84. CIEDUR, Montevideo.
- Scasso, F., Mazzeo, N., Gorga, J., Kruk, C., Lacerot, G., Clemente, J., Fabián, D., y Bonilla, S. (2001). Limnological changes in a sub-tropical shallow hypertrophic lake during its restoration: two years of a whole-lake experiment. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 11: 31-44.
- Sganga, J. (2000). Evaluación de erosión en cárcavas y métodos de control. Proyecto N° 41.
- Shine, C. (2004). Using tax incentives to conserve and enhance biological and landscape diversity in Europe. Committee of experts for the development of the Pan-European Ecological Network. STRA-REP (2004) 10. 8th. Meeting, Krakow, 5-6 October 2004. Report prepared by Clare Shine.
- Silveira, L., Alonso, J., y Martínez, L. (2004). Efecto de las plantaciones forestales sobre los recursos hídricos. Comparación de estudios en microcuencas y macrocuencas del Uruguay. XXI Congreso Lat. De Hidráulica. Sao Pedro, E. Sao Paulo, Brazil.
- Silveira, L., Alonso, J., y Martínez, L. (2006). Efecto de las plantaciones forestales sobre el recurso agua en el Uruguay. *Agrociencia X(2)*: 75-93.
- Silveira, L., Martínez, L., y Alonso, J. (2003). Efecto de la sustitución de campo natural por plantaciones forestales, sobre los recursos hídricos en el Uruguay. III Congreso Lat. De Manejo de Cuencas Hidrográficas. Arequipa, Perú.
- Silveira, L., y Alonso, J. (2004). Modificación de los coeficientes de escorrentía, producto del desarrollo forestal en una macrocuenca del Uruguay. XXI Congreso Lat. De Hidráulica. Sao Pedro, E. Sao Paulo, Brazil
- Simeone, A., y Beretta, V. (2007). La invernada en los tiempos de la soja: ¿la hora del feed lot? Conexión Tecnológica. Blasina y Tardágila. 24 de agosto de 2007. Edición N° 208.
- Smith, J. (2007). Genetic roulette: the documented health risks of genetically engineered foods. Chelsea Green Publishing, Vermont, USA.
- Solomon, K., Anadón, A., Cerdeira, A., Marshall, J., y Sanín, L. (2005). Estudio de los efectos del "Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la aspersión aérea con el herbicida Glifosato" (PECIG) y de los cultivos ilícitos en la salud humana y en el medio ambiente. Informe preparado para la Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD), División de la Organización de los Estados Americanos (OEA) Washington, D.C. http://www.cultivosilicitoscolombia.gov.co/documentos/cicad/Informe_Cicad.htm.
- Solomon, K., y Thompson, D. (2003). Ecological risk assessment for aquatic organisms from over-water uses of glyphosate. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 6: 289-324.
- Sommaruga, R. (1995). Microbial and classical food webs: A visit to a hypertrophic lake. *FEMS Microbiol. Ecol.* 17: 257-270.
- Stewart, C., Good, L., Halfhill, M., y Rao Murali, R. (2006). Potential molecular mechanisms of glyphosate resistance in *Coryza Canadensis*. *North Central Weed Science Society Proceedings* 61: 99. <http://www.weeds.iastate.edu/ncwss2006/abstracts/99.pdf>
- Stolton, S., Geier, B., y McNeely, J. (Eds.) (2000). The relationship between nature conservation, biodiversity and organic agriculture. IFOAM, IUCN, AIAB.
- Travasso, M., Magrin, G., Baethgen, W., Castaño, J., Rodríguez, G., Pires, J., Jiménez, A., Cunha, G., y Fernández, M. (2006). Adaptation Measures for Maize and Soybean in Southeastern South America. AIAACC. Documento de Trabajo 28.
- Universidad de la República del Uruguay. (2006). Síntesis de los efectos ambientales de las plantas de celulosa y del modelo forestal en Uruguay. Informe solicitado por el Consejo de la Facultad de Ciencias (Resolución N° 78 del 13/03/06).
- URSEA. (2007). Resultados de la tercera fase del Convenio con la Facultad de Química, correspondiente al período enero 2006-febrero 2007. Análisis Inorgánico. www.ursea.gub.uy/carga.php?l=53yp=http://www.ursea.gub.uy:8080/web/docs.nsf/Informes_Web_A?OpenView.
- US EPA (1993). Re-registration Eligibility Decision (RED), Glyphosate. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. 738-F-93-011. (738-R-93-014)
- US EPA. (1999). Glyphosate; Pesticide Tolerance. Final rule. Fed. Reg. 64(226): 66108-66114. <http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-PEST/1999/November/Day-24/p30408>
- Victoria, C. (1993). Erosión de suelos, medio ambiente y agricultura sostenible en Uruguay. En Alternativas para un desarrollo agrario sostenible (pp. 31-41). Fundación Prudencio Vázquez y Vega, Montevideo.
- Victoria, C., Kacevas, A., Fiori, H. (2002). Pérdidas de suelo y nutrientes por erosión hídrica en suelos de Uruguay. <http://www.mgap.gub.uy/renare>
- Vidal, L., Rodríguez, L., Conde, D., Martínez, W., y Bonilla, S. (2007). Biomass of autotrophic picoplankton in subtropical coastal lagoons: is it relevant? *Limnetica* 26(2): 233-244.
- Vidal, L., y Kruk, C. (2005). Primer registro de *Cylindropermopsis* sp. en lagos subtropicales del Uruguay: características taxonómicas y ecológicas. Publicaciones del III Congreso Argentino de Limnología. Chascomús, Argentina.
- Watkin, B., Clements, R. (1978). The effects of grazing animals on pastures. En Wilson, J. (Ed.). Plant relation in pastures (pp. 273-289). CSIRO, Melbourne.
- WHO (1994). Environmental Health Criteria 159, Glyphosate. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc159.htm>
- Willer, H., y Yussefi, M. (Eds.) (2004). The world of organic agriculture 2004, statistics and emerging trends. 6th revised edition. IFOAM.
- Yu, Q., Cairns, A., Powles, S. (2006). A *Lolium rigidum* biotype multiple resistant to glyphosate, paraquat and AC Case herbicides. Western Australian Herbicide Resistance Initiative (WAHRI) Research Programs 2006.
- Zerbino, M. (2005). Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción (pp. 93). Tesis para obtener el título de Magister en Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias, Universidad de la República Oriental del Uruguay, Montevideo.
- Zerbino, M., y Morón, A. (2003). Macrofauna del suelo y su relación con propiedades físicas y químicas en rotaciones cultivo-pastura. In Morón A. y R. Diaz, Simposio 40 años de rotaciones agrícolas-ganaderas, INIA-La Estancuela, Ser. Téc. 134: 45-53.