

**Proyecto de Desarrollo de Capacidades para el Uso Seguro de Aguas  
Servidas en Agricultura  
(FAO, WHO, UNEP, UNU-INWEH, UNW-DPC, IWMI e ICID)**

**Producción de Aguas Servidas, Tratamiento y Uso en Uruguay**

Lizet De León <sup>1</sup>, Silvana Delgado <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dirección Nacional de Medio Ambiente (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente). Galicia 1133. Montevideo, Uruguay. [lizet.deleon@dinama.gub.uy](mailto:lizet.deleon@dinama.gub.uy)

<sup>2</sup> Dirección de Recursos Naturales Renovables – Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Regional Sur Oeste, Uruguay. [sdelgado@mgap.gub.uy](mailto:sdelgado@mgap.gub.uy)

**Resumen:**

La República Oriental del Uruguay tiene 3.286.314 habitantes y una superficie de 176.215 Km<sup>2</sup>. El 93% de la población vive en ciudades, y el 70% en áreas costeras. La disponibilidad de agua total es de 44000 m<sup>3</sup>/hab/año, y de agua potable de 10000 m<sup>3</sup>/hab/año. Las fuentes principales son sistemas superficiales y subterráneos. Se destinan al riego el 86% del volumen de extracción autorizado, 9% al suministro de agua potable, 3% a industrias y 2% a recreación, abrevadero y otros usos. Las aguas residuales urbanas representan el mayor volumen con una carga de DBO<sub>5,20</sub> de 106962 Kg DBO<sub>5,20</sub>/día, mientras que la carga industrial es de 33068 Kg DBO<sub>5,20</sub>/día, incluyendo la agrícola de 60 Kg DBO<sub>5,20</sub>/día. Las aguas residuales tratadas alcanzan al 78% promedio en todo el país. En promedio 59,3% de las familias urbanas tiene conexión a la red de alcantarillado. Desde noviembre 2011 la Ley 18840 obliga a construir redes de alcantarillado para el saneamiento de todas las ciudades. La empresa estatal OSE<sup>1</sup> gestiona la distribución de agua potable y saneamiento en todo el país, excepto en la capital. El MVOTMA<sup>2</sup> es el organismo responsable políticamente. También tiene fuerte relación con la producción y gestión del agua con fines agrícolas el MGAP<sup>3</sup>. Debido a que la reutilización de aguas servidas no es una práctica difundida ni identificada como necesaria, los estudios sobre el tema son escasos y se remiten a convenios entre Ministerios y la Universidad de la República, principalmente.

---

<sup>1</sup> Obras Sanitarias del Estado

<sup>2</sup> Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

<sup>3</sup> Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca

## **0- Disponibilidad y uso de agua:**

La República Oriental del Uruguay, cuenta con una densa red hídrica superficial y subterránea en todo el territorio; además de una precipitación promedio de 1200 mm/año relativamente homogénea durante el año en todo el territorio (DINAMA, 2009). Se estima el volumen de agua en 139.000 millones de m<sup>3</sup>, y una disponibilidad de 44000 m<sup>3</sup>/hab/año debido a la relativamente baja densidad poblacional (Figura 1) (Comisión de Agua para la Vida- [http://www.aguayvida.org/recursoshidricos\\_disponibilidad\\_agua\\_mundo.html](http://www.aguayvida.org/recursoshidricos_disponibilidad_agua_mundo.html)). La tabla 1 muestra el volumen de agua extraída por año para abastecimiento humano, agricultura (89 % destinada a riego), industria y otros usos como recreación, reservas para incendios o abrevadero de ganado. La disponibilidad de agua potable es de unos 10000 m<sup>3</sup>/persona/año. El 92 % de la población accede a agua de red de buena calidad. La empresa estatal Obras Sanitarias del Estado (OSE) atiende aproximadamente 3.000.000 habitantes a través de 756.282 conexiones, cubriendo más del 98% de la población urbana. Los poblados con menos de 300 habitantes o zonas rurales, se abastecen de pozos (perforaciones), con o sin protección, de agua subterránea o de lluvia (aljibes); también de arroyos o cursos de agua próximos. La alta cobertura de agua potable en Uruguay ha permitido evitar brotes de enfermedades como el cólera, siendo el único país latinoamericano que no registró casos en la pandemia de 1991-2000 ([www.ose.com.uy](http://www.ose.com.uy)). El mayor volumen de agua extraída (86%) es utilizado para riego. El agua superficial es la principal fuente. El agua subterránea es utilizada para el riego hortofrutícola, principalmente (76,6% de los permisos solicitados), y para abastecimiento de agua para la industria, excepto las de gran producción que se abastecen de ríos de gran caudal (DINAMA 2009).

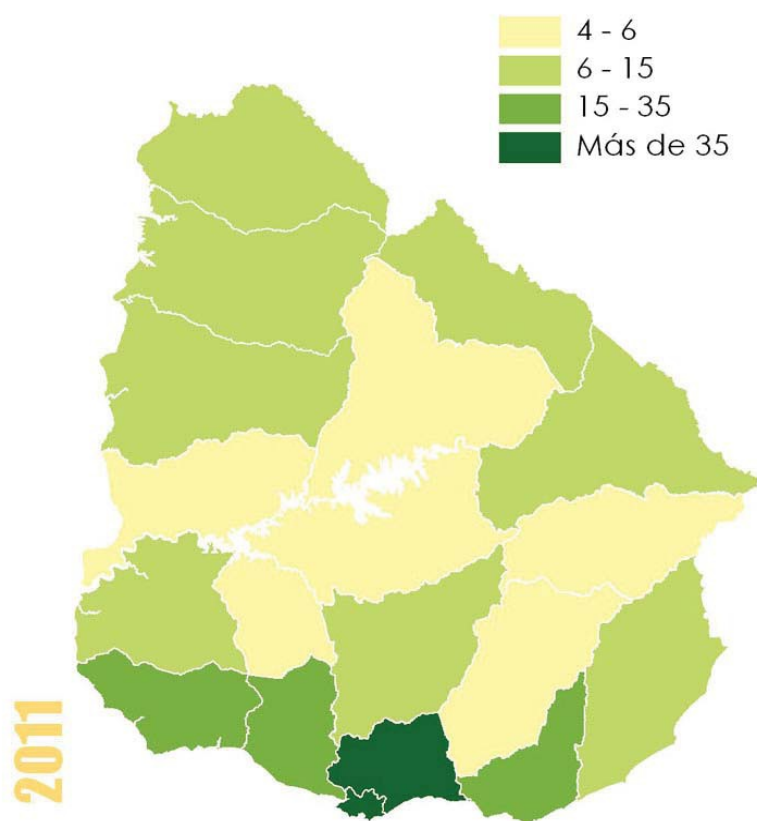


Figura 1. Mapa político de Uruguay mostrando la densidad poblacional (hab/km<sup>2</sup>) de los 19 Departamentos que forman el país.  
Fuente: INE (2012).

Tabla 1- Volumen de extracción autorizado de agua superficial y subterránea según los usos (DINAGUA 2010, DINAMA 2009)

	<b>Agua potable</b>	<b>Riego</b>	<b>Industria</b>	<b>otros</b>
Extracciones por uso	9 %	86 %	3 %	2 %
Volumen autorizado de extracción superficial y subterránea (m <sup>3</sup> /año)	331.000.000	1.670.000.000	111.000.000	65.000.000

### 1- Producción de aguas servidas y su tratamiento:

La cantidad promedio de agua potable consumida en Uruguay es de 750 m<sup>3</sup>/persona/año (Domínguez, 2003) lo que permite estimar una producción de aguas servidas de 2475 millones de m<sup>3</sup>/año. Las aguas residuales de origen urbano representan una carga de 106.962 Kg DBO<sub>5,20</sub>/día y corresponden al 93 % de la población del país (DINAMA, 2009). Las aguas residuales tratadas alcanzan al 78 % promedio en todo el país, siendo del 81 % en las ciudades (tabla 2). Según de Albuquerque (2012), el 59,3% promedio de los hogares

tiene conexión al alcantarillado en ciudades (46% en ciudades mayores a 5000 habitantes y 85,7 % en la capital del país). En noviembre 2011 se promulgó la Ley 18840 que obliga a construir redes de alcantarillado para coleccionar aguas de saneamiento urbano en todas las ciudades, y a todos los hogares a conectarse a dicha red. En cumplimiento de este objetivo se incrementa la extensión de la red de alcantarillado anualmente (figura 2).

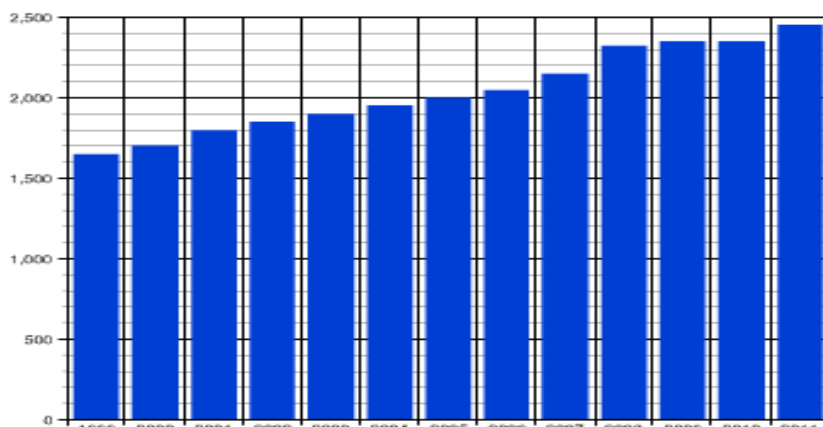


Figura 2. Incremento de la extensión de la red de alcantarillado (en km) en todo el país. Fuente [www.ose.com.uy](http://www.ose.com.uy)

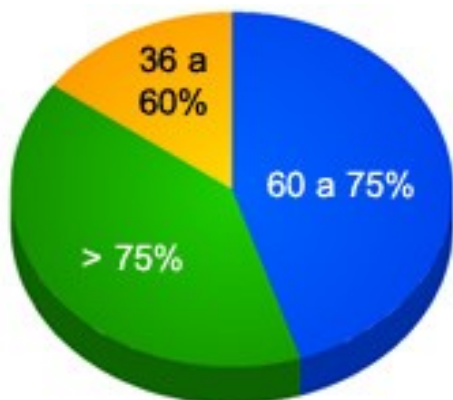
Los servicios de saneamiento en todo el país, excepto en la capital, son prestados por la empresa OSE. En la capital, Montevideo, dicho servicio lo brinda la Intendencia capitalina, cubriendo el 91% de las viviendas y proyectando el 98 % para 2014. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales se mencionan en la tabla 3 y la cantidad por tipo de tratamientos operativos en el país en la tabla 4. El porcentaje de cobertura sanitaria en las capitales departamentales se muestra en la figura 3.

Tabla 2- Cobertura de agua y saneamiento en Uruguay. Fuente: Programa de Monitoreo Conjunto OMS/UNICEF(JMP/2006). Datos de [agua](#) y [saneamiento](#) basados en la Encuesta Mundial de la Salud (OMS 2003).

		<b>Urbano (93% de la población)</b>	<b>Rural (7% de la población)</b>	<b>Total (promedio)</b>
Agua	Definición amplia	100%	100%	100%
	Conexiones domiciliarias	97%	84%	96%
Saneamiento	Definición amplia	100%	99%	100%
	Alcantarillado	81%	42%	78%

Tabla 3 Tipos de tratamiento aplicados en las principales ciudades del interior del país:

Vertido directo	Pretratamiento	Tratamiento
6 ciudades	3 ciudades	27 ciudades
La red de alcantarillado sanitario vierte directamente a través de emisarios, en puntos alejados de los cursos de agua, con corrientes apropiadas que aseguran su autodepuración. También se ubican lejos de zonas costeras de uso recreativo, urbanísticos y sociales diversos (paisajes, playas, zonas de esparcimiento y recreo).	Son procesos físicos de acondicionamiento del líquido residual, para no afectar y facilitar los demás procesos de depuración. Se compone de: reja para retener elementos mayores; desarenador que recolecta la arena y materiales similares, evitando que sedimenten en las unidades siguientes; otras unidades como un desengrasador y tanques de homogenización.	Remueve materia en suspensión y flotante. El sistema más común es un sedimentador que puede remover hasta el 60% de los sólidos en suspensión y el 30% de la DBO. La sedimentación primaria también dispone de digestores para el barro sedimentado (Tanques "Imhoff"). Se complementan con un lecho de secado del barro digerido, que una vez solidificado se extrae de la Planta acondicionado para su disposición en el destino final.



Trinidad, Salto, Maldonado y Florida superan el 75% de cobertura

Fray Bentos, Durazno, Paysandú, Canelones, San José, Mercedes, Melo y Treinta y Tres están en un rango de cobertura entre 60 y 75%

Tacuarembó, Minas, Artigas, Colonia, Rivera y Rocha aún no alcanzan el 60%

Figura 3. Rangos actuales de cobertura de saneamiento para Capitales Departamentales, excepto la capital del país (Montevideo).

Fuente: [www.ose.com.uy/s\\_indicadores\\_cobertura.html](http://www.ose.com.uy/s_indicadores_cobertura.html)

Tabla 4. Tratamientos de aguas servidas aplicados en Uruguay. Fuente DINAGUA (2012).

TIPO DE SISTEMA	NÚMERO
Pretratamiento y vertido	3
Tanque Imhoff	1
Lodos activados con aireación extendida-Remoción de Nitrógeno-Desinfección UV	3
Retiro con Barométrica	53
Tratamiento por Lagunas	229
Tratamiento mediante Reactores UASB	2
Parcela de escurrimiento	2
Tanque Imhoff, Lecho Percolador	1
Lodos activados con aireación convencional	2
Lodos Activados con Aireación Extendida	11
Zanjas de Oxidación-Desinfección UV	1
Zanjas de Oxidación	5
Vierten a otro sistema cercano	38
Sin datos	69
<b>TOTAL</b>	<b>420</b>

En el país existen casi 200 servicios de saneamiento, de los cuales 36 corresponden a localidades de más de 10.000 habitantes y son operados principalmente por OSE. El resto de los servicios se presta en localidades menores a través de OSE y otros programas de viviendas debidamente supervisados, como MEVIR, PIAI, MVOTMA. El número de conexiones a la red de alcantarillado a julio 2012 es del orden de 263.000. La cobertura global de saneamiento colectivo de la población urbana en el interior del país es del orden del 46% (figura 5A), siendo del 38% en las ciudades capitales (figura 5B).

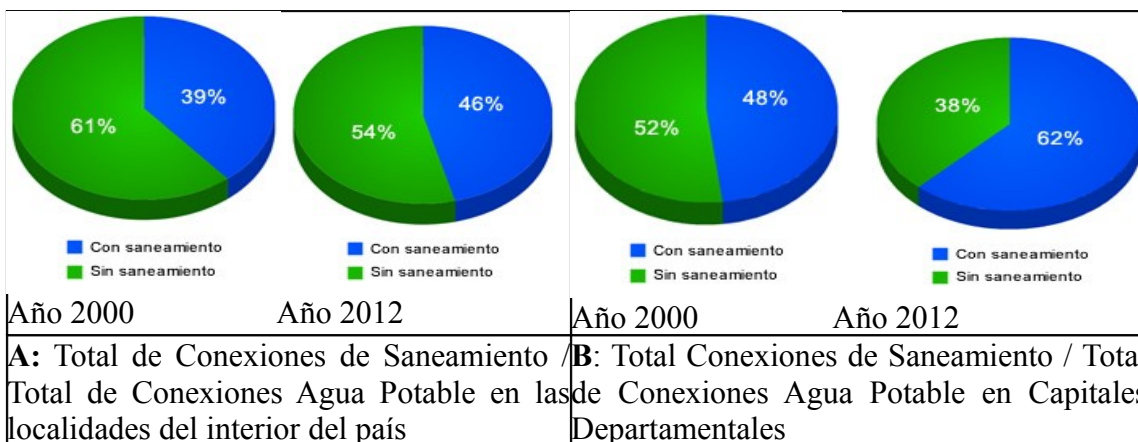


Figura 5. Evolución de la relación entre conexiones de saneamiento y agua potable en las ciudades del interior del país y en las capitales departamentales.

Fuente: [http://www.ose.com.uy/s\\_indicadores\\_cobertura.html](http://www.ose.com.uy/s_indicadores_cobertura.html)

Uruguay cuenta con una superficie agropecuaria de 16,4 millones de hectáreas, con un total de 57000 explotaciones. El sector lechero (5 % de la superficie agropecuaria, y 7,9 % de las explotaciones) es el que presenta generación de aguas residuales (efluentes). El denominado efluente de tambo está formado por heces, orina, barro, restos de leche y aguas pluviales, que se suman al agua de lavado. Se estima que en Uruguay se generan 4 litros de efluentes por cada litro de leche producida (MGAP-PPR, 2008). Por lo tanto, si en 2008 se estima una producción total del orden de 1694 millones de litros de leche, la misma generaría unos 6776 millones de litros de efluente. (DIEA, 2011).

## **2- Uso/vertido de aguas servidas:**

A pesar de la búsqueda exhaustiva no se encontró información en cifras sobre la cantidad de aguas servidas (tratadas o sin tratar) usadas directamente en agricultura, en otros usos o vertidas a masas de agua para el país. Según González et al., (2008), la experiencia de Uruguay en reuso de aguas residuales como efluentes de tambo, es escasa y en algunos casos, con deficiencias. La tendencia actual a mejorar la gestión de efluentes en tambos y predios agrícolas hace pensar en la posibilidad de alcanzar condiciones satisfactorias para la práctica de reuso de aguas servidas. No obstante en la actualidad dicha práctica no es frecuente y mucho menos, segura. Por otra parte, no existe la reglamentación ni controles necesarios para asegurar buenas condiciones.

Haciendo foco en el sector lechero, en los últimos años la lechería de Uruguay presenta un crecimiento anual promedio de un 5 %. Por lo tanto es de esperar que tal volumen de efluentes generado presente la misma tendencia y con ella, los riesgos de contaminación de cursos de agua superficiales y aguas subterráneas para consumo humano y animal (DIEA, 2011).

En la medida que los Sistemas de Producción se van intensificando a través del uso de una mayor dotación de animales por hectárea (Carga Animal), incrementos en la productividad individual (litros por vaca-día), mayores consumos de alimentos, generan una mayor densidad de efluentes en pisos de alimentación y ordeño. Ello genera incrementos en los riesgos de contaminación ambiental.

Dicha amenaza es tomada como una oportunidad a los efectos de poder re-utilizar dichos nutrientes para cubrir, al menos parcialmente, las necesidades nutricionales de las pasturas de la rotación forrajera de los Sistemas Lecheros, y además lograr ahorros parciales en el uso de fertilizantes inorgánicos, de alto costo relativo.

De acuerdo a cómo es realizada la limpieza de la sala de ordeño y corral de espera en el establecimiento, se puede establecer una primera clasificación en el manejo de los efluentes.

a. Separación de sólidos previo al lavado de los pisos. De esta forma se maneja una corriente sólida y otra líquida.

b. Limpieza de las instalaciones por arrastre con agua. Manejo de una única corriente, es la opción encontrada más frecuentemente. Dentro de la misma podemos diferenciar dos sistemas:

**1) Sistemas de aplicación al terreno:**

1.1 Recolección y aplicación frecuente (riego directo). Involucra la recolección del efluente fresco en un pozo de bombeo de pequeño volumen (3-10 m<sup>3</sup>) y la aplicación diaria a terreno.

1.2 Almacenamiento y distribución en terreno. Implica la construcción de una laguna de almacenamiento y de un sistema de distribución a terreno. Pueden haber diferentes configuraciones: Laguna de almacenamiento y bombeo del contenido de ésta con una frecuencia de algunos meses (mínimo 3 o 4) o más hasta años, distribuyendo el efluente a terreno con criterios que dependen de la realidad del establecimiento.

**2) Sistemas de tratamiento parcial:**

2.1 Sistema de lagunas en serie con separación primaria de sólidos persigue dos funciones: reducir el volumen de lagunas posteriores por la remoción efectiva previa de sólidos, o recuperar en parte los nutrientes que se retienen en los sólidos y puedan colectarse y devolverse al campo como suplemento de fertilización.

2.2 Sistema de una o dos lagunas en serie. La primera, más profunda cuya función principal es biodegradación anaeróbica, reduciéndose considerablemente la carga orgánica. El efluente que proviene de esta laguna pasa a una segunda laguna, menos profunda donde el mecanismo de degradación es por vía facultativa. Se logra degradar un poco más la carga orgánica y la remoción parcial de Nitrógeno, así como una reducción parcial del contenido de patógenos.

2.3 Sistema de lagunas en serie con distribución a terreno de la salida. Corresponde a un sistema similar al descrito en el punto anterior, pero a la salida de éste, se coloca un sistema de distribución que permita el tratamiento último del efluente por infiltración a terreno.

2.4 Sistema de lagunas y humedales en serie. Los humedales, naturales o artificiales, se utilizan para remover nitrógeno y patógenos del efluente de salida de un sistema de lagunas en serie.

Referencias al tema en: MGAP-PPR (2008); La Manna (1995); La Manna, et. al. (2008); Casanova, et. al. (2007 y 2008); del Pino, et. al. (2008); González, et. al. (2008) y Gutierrez, et al. (2010).

Cuando se tratan temas relativos al riego y posibles fuentes, la primer alternativa que se maneja es la construcción de reservorios, represas, tajamares o perforaciones.



### **3- Políticas y organización institucional para la gestión de las aguas servidas:**

Uruguay se encuentra abocado a la resolución del tratamiento ambiental de los efluentes y los posibles reciclados de nutrientes dentro del Sistema de Producción. El manejo ambiental de dichos efluentes, se considera relevante en la cadena láctea, en la medida de su creciente participación en el mercado internacional. Instituciones públicas y privadas se encuentran en pleno proceso de concertación de esfuerzos a los efectos de lograr consolidar el manejo ambiental y productivo de dichos recursos generados durante el proceso productivo (DINAMA – MVOTMA, RENARE – MGAP, DGDR- MGAP).

La Ley N° 18.610 (año 2009), establece los principios rectores de la Política Nacional de Aguas, complementando el CÓDIGO DE AGUAS (Decreto-Ley N° 14.859, año 1978), la Ley de Riego con Destino Agrario (Ley N° 16.858, año 1997); y a la que se agregó en 2011 la Ley N° 18840 de Saneamiento.

**Ley General de Protección del Ambiente** (Ley 17.283, año 2000) que provee el marco general para todos los aspectos ambientales en Uruguay, reglamentando el artículo 47 de la Constitución de la República donde se declara de interés general la protección del ambiente y establece el deber genérico de las personas de abstenerse de cualquier acto que cause depredación, destrucción o contaminación ilícitas al ambiente. En el marco de esta Ley se crean diversas leyes y sus reglamentaciones. Entre ellas se destaca, y de relevancia para este informe la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley 16.466, comúnmente llamada Ley de EIA) de enero de 1994.

Uruguay ratificó la **Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)** por Ley 16.517 del 22 de julio de 1994.

El grupo de trabajo en medio ambiente produjo el **Acuerdo Interpartidario de Medio Ambiente**, el cual presenta cuatro ejes estratégicos: Gestión Ambiental, Cambio Climático, Participación Pública e Institucionalidad Ambiental, e identifica líneas de acción acordadas en cada uno de estos ejes. Dentro del eje estratégico de gestión ambiental se incluye el análisis de factibilidad de distintas alternativas de reutilización de los residuos sólidos urbanos atendiendo las distintas escalas de generación de los mismos; a la vez de generar mecanismos de incentivos para su valorización. En el área estratégica de gestión ambiental de la producción se acordó la necesidad de buscar mecanismos de promoción institucional donde se considere el concepto de Producción mas Limpia como un aspecto importante de los mecanismos de promoción de inversiones. En el área de cambio climático, se acordó la importancia de las acciones de mitigación de las emisiones de GEI, así como el apoyo al Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y la implementación de su Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático. En el área de institucionalidad ambiental, se identificó como necesidad, avanzar en la búsqueda de mecanismos de promoción como instrumentos de gestión ambiental (i.e. seguros, créditos diferenciales, exoneraciones a la importación de equipos poco contaminantes, autorizaciones diferenciales en el territorio para equipamientos de baja contaminación, etc).

**El Plan Nacional de Producción y Consumo Sostenible**, que tiene por objetivo general identificar, coordinar, integrar y potenciar un conjunto de acciones, programas y proyectos tendientes a prevenir y minimizar los impactos al ambiente derivados de la producción y del consumo. Pretende constituirse en una herramienta de apoyo a la coordinación y planificación de acciones para avanzar en la incorporación efectiva de la dimensión ambiental en el proceso de desarrollo nacional y fue elaborado en un amplio proceso de consulta donde participaron miembros del sector público, privado, instituciones académicas y de investigación, y sociedad civil. El Plan plantea una serie de líneas estratégicas transversales a todos los sectores productivos, entre ellas se encuentra la protección de las fuentes de agua (estrategia T1), la diversificación de la matriz energética (Estrategia T2), fortalecimiento de las capacidades nacionales y de los instrumentos para promover la eficiencia y la mejora en el desempeño ambiental de los sectores productivos (Estrategia T3), gestión ambientalmente adecuada de residuos y efluentes (Estrategia T5). Además plantea líneas de acción estratégicas para sectores prioritarios, incluyendo la promoción de prácticas y producción más limpia en la cadena láctea y cadena cárnica, entre otras. Dentro de las medidas identificadas para cada uno de estos sectores se encuentra la promoción de prácticas de prevención de la contaminación y de la gestión sostenible de los recursos naturales, el mapeo de riesgos y la gestión ambientalmente adecuada de los residuos. En varios de estos sectores se identificó como necesaria la generación de guías y manuales para orientar a los productores en una producción más limpia y sostenible, así como la generación de indicadores del desempeño ambiental de estos sectores.

Entre las iniciativas que buscan apoyar a la pequeña y mediana empresa (PYMES), y a los emprendimientos locales, se destacan: (i) Programa de Pequeñas Donaciones (PPD/GEF/PNUD); (ii) Proyecto Competitividad y Medio Ambiente (MERCOSUR y GTZ) desarrollo sustentable de sector productivo en el MERCOSUR atendiendo a la reducción de la contaminación ambiental. Su meta es apoyar PYMES en mejorar su desempeño ambiental, así como a incrementar su competitividad mediante una gestión ambiental adecuada, con métodos de producción más limpios y eficientes.

El MGAP a través de financiamiento Banco Mundial desde PRENADER (1996), PPR (2004) y actualmente DACC (2012) promueve prácticas de manejo para levantar restricciones en el manejo y conservación de los recursos naturales. A modo de ejemplo se presentan algunas concernientes al sector lechero:

Agua: Cantidad y calidad (sistemas de distribución en los potreros, nuevas fuentes como pozos y tajamares).

Manejo de efluentes: Colecta y distribución a campo (fosa o laguna), planchada en el corral de espera, trampa de sólidos y desvío de pluviales, sistema de doble laguna, separación manual de sólidos.

Entre otras concernientes al buen uso del agua, al manejo del suelo con riego y al potencial de la aplicación de efluentes al suelo como forma de reciclado y aprovechamiento de nutrientes y al establecimiento de humedales artificiales para proteger cursos de agua receptores de efluentes (MGAP, 2010).

#### 4- Investigación/prácticas sobre diferentes aspectos de las aguas servidas:

La empresa OSE ha desarrollado estudios desde 1996, para evaluar la calidad de los lodos sanitarios resultantes de diferentes sistemas de tratamiento en 31 plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales separativas (Cuadro 1). Dellepere et al.,(1996) presentaron resultados primarios luego de un año de estudios, estableciendo que son necesarios más estudios para asegurar la calidad del material a reutilizar. Si bien la concentración de metales pesados fue inferior a la establecida por los estándares de la Unión Europea (tomados de referencia a falta de valores nacionales), el tipo de metales encontrados en algunas estaciones (Cu, Pb) compromete la seguridad de su aplicación y reuso. Respecto a los organismos patógenos, se recomienda que no se utilicen estos lodos en agricultura sin un seguro tratamiento ya que persisten organismos patógenos para el ser humano. Los resultados también mostraron que lodos resultantes de tratamientos aeróbicos son los de mejor calidad y probabilidad de aplicación agrícola.

CUADRO N°1. Ubicación , tratamiento de los líquidos y tratamiento de los lodos de las estaciones de depuración analizadas. Fuente: Dellepere et al. (1996).

NOMBRE	UBICACIÓN	TRAT. LIQUIDOS	TRAT. LODOS(*)
PAN DE AZUCAR	MALDONADO	LODOS ACTIVADOS	DIGESTION AEROBIA
PTA. DEL CHILENO	MALDONADO	SED. PRIMARIA	DIGESTION
EST. RIVERA	RIVERA	T. IMHOFF	"
EST. FRAYBENTOS	FRAYBENTOS	T. IMHOFF	"
EST. DURAZNO	DURAZNO	T. IMHOFF	"
EST. LAS PIEDRAS	CANELONES	T. IMHOFF + LECHO	"
EST. FLORIDA	FLORIDA	T. IMHOFF	"

(\*) En todos los casos, el tratamiento de los lodos se complementa con una deshidratación, empleando lechos de secado, con excepción de la Estación Punta del Chileno (Compactadora).

Proyectos de Investigación	Investigadores	Organismo financiador	Año Ejec.
Productividad y sustentabilidad de una rotación forrajera intensiva bajo pastoreo, con incorporación de riego estratégico y nutriente de efluentes de tambos.	R. Mello (responsable), J. Alvarez, M. García, O. Casanova, A. del Pino, R. Zanoniani	CSIC I + Sector Productivo	2009-2011
Desarrollo y validación de tecnología anaerobia para obtener mejoradores de suelo a partir de residuos agroindustriales de Canelones	L. Borzacconi (responsable) , O. Casanova, I. López, M. Passeggi, S. Gutierrez, M. Barbazán, A. del Pino	FPTA	2009-2011
Paquete tecnológico para la valorización de efluentes lácteos	L. BORZACCONI, (Responsable), I.	Agencia Nacional de	2010 - Actual

	LÓPEZ (Integrante); M. PASSEGGI (Integrante); FERNÁNDEZ A (Integrante)	Investigación e Innovación	
Dinámica de nutrientes en suelos con aportes de materiales orgánicos.	Integrantes: M. Barbazan (Responsable); A. DEL PINO; J. HERNÁNDEZ; C. MOLTINI.	PDT.	2006 2008.
Manual de asistencia para la toma de decisiones de manejo de efluentes de tambos Descripción: se validaron parámetros nacionales en tambos diversos y se desarrolló un software para la estimación de volúmenes de sistemas de tratamiento de efluentes. Se elaboró un libro con recomendaciones y asistencia a los usuarios del programa	Gutierrez, S. (Responsable) ALEJANDRA BENÍTEZ (Integrante); ÁLVARO GUTIÉRREZ (Integrante); MARÍA NOEL CABRERA (Integrante)	Ministerio Ganadería Agricultura y Pesca	2006 2008
Enmiendas orgánicas: mejores prácticas de manejo.	Integrantes: M. Barbazan (Responsable); C. MOLTINI (Co- Responsable); J. HERNÁNDEZ; A. DEL PINO.	FPTA-INIA.	2006 - 2009
Alternativas para el manejo integral de residuos líquidos y sólidos domésticos (PDT 32/01)	Liliana Borzacconi (Responsable); Iván López (Integrante); Mauricio Passeggi (Integrante); Noel Cabrera (Integrante); Rodrigo Barcia (Integrante); E. CASTELLÓ (Integrante)	DINACYT/ DICYT/CO NICYT	2005 - 2008

## **5- Estado y requerimientos de conocimiento y prácticas sobre el uso seguro de aguas servidas:**

No hay experiencia pero hay inicio de estudios y de experiencias en las instituciones responsables de la gestión del agua (OSE) y del ambiente (DINAMA), como el referido al desarrollado mediante convenio entre CONAPROLE y UDELAR-IMFIA (González *et al.*, 2008). Hay información referente al reuso de aguas servidas o efluentes de tambos en González *et al.* (2008) y Gutierrez *et al.* (2010). También existen estudios UDELAR-FACULTAD DE AGRONOMÍA e INIA. Según el diagnóstico realizado por Uhlig *et al.* (2008), en Uruguay se requiere mayor capacidad técnica y profesional para la gestión del ambiente, principalmente considerando el crecimiento de la actividad agroindustrial. Ello determina la necesidad de realizar mayor investigación, por ejemplo, enfocada en la reutilización de la biomasa excedente y de los residuos producidos en la actividad agrícola-ganadera. De este modo, sería posible bajar el costo ambiental actual debido a la carga (contaminante) que representa su eliminación sin tratamiento.

## **6- Conclusiones y/o información importante sobre el tema no tratada anteriormente:**

En Uruguay existe una importante disponibilidad de agua de fácil acceso para muchos usos. El 92 % de la población del país (urbana y rural) accede a agua de red de buena calidad, con procedimientos de potabilización controlados. Agregado a ello, el 78% de la población tiene acceso a algún sistema de tratamiento de aguas servidas, siendo todos (o casi) gestionados por la empresa estatal Obras Sanitarias del Estado.

El 86 % de los volúmenes de agua (superficial o subterránea) extraídos se destinan al riego de cultivos, siendo el cultivo de arroz el mayor demandante. El uso del agua no representa costo alguno para los productores, ya que no se cobra canon por consumo. En la mayoría de los sistemas acuáticos utilizados, el agua es de relativamente buena calidad y la aplicación no representa riesgos sanitarios para los cultivos. Por otra parte, la distribución anual y territorial de las lluvias también facilitan el riego natural de los cultivos, excepto en períodos de anomalía asociados a los eventos de La Niña (sequía). En estos casos, la preocupación para el abastecimiento de agua se enfoca en la construcción de represas o tajamares (reservorios) de agua superficial o subterránea. Por lo cual, la reutilización de aguas servidas para riego no es una alternativa presente entre los productores agropecuarios ni las autoridades vinculadas a esta matriz productiva.

Uruguay se encuentra abocada a la resolución del tratamiento ambiental de los efluentes y los posibles reciclados de nutrientes dentro del Sistema de Producción. Pero principalmente como fuente de energía más que de riego. No se identifica como una oportunidad a corto plazo el desarrollo de estrategias de utilización de aguas servidas en agricultura.

## Referencias bibliográficas:

- Casanova, O., Durán A., Mello, R y del Pino, A. 2007 Manejo de efluentes de tambo. Revista Cangüé, EEMAC, Paysandú, Uruguay N° 29 pp 94-96
- Casanova, O y del Pino A. Anexo 2- Estiércol en la producción lechera 2008. pp 181-189. En: Guía de gestión integral de aguas en establecimientos lecheros. Eds. Dinama, Conaprole, Fundación J. Ricaldoni, Imfia. Montevideo.
- de Albuquerque, C. 2012. Informe de la Relatora Especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento. Adición. Misión al Uruguay (13 a 17 de febrero de 2012). Naciones Unidas. Asamblea General. A/HRC/21/42/Add.2. Disponible en [http://www.ursea.gub.uy/wps/wcm/connect/b74dd8004d0aade4808adc49de4877b2/Informe+Relatora+Esp+derecho+humano+al+agua+c+respuesta+de+uruguay.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT\\_TO=url&CACHEID=b74dd8004d0aade4808adc49de4877b2](http://www.ursea.gub.uy/wps/wcm/connect/b74dd8004d0aade4808adc49de4877b2/Informe+Relatora+Esp+derecho+humano+al+agua+c+respuesta+de+uruguay.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=b74dd8004d0aade4808adc49de4877b2) Consultado el 02/12/2012
- Dellepere Vita, A.; Liard Ventura, W; Guarnieri Maver, M. Blanco Rodríguez; Kalaydjian Hagobian, R.; Cagliao Soto, A.; Odino Moure, R.; Zanetta D'Angelo, E.; Acuña Zúñiga, A. 1996. Caracterización y disposición final de lodos provenientes de las estaciones de depuración de líquidos residuales. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/mexico/01275e20.pdf> . Consultado el 28/11/2012
- del Pino, A., Repetto, C., Mori, C., Perdomo, C. 2008. Patrones de descomposición de estiércoles en el suelo. Terra Latinoamericana 26:43-52
- DIEA. 2011. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Anuario Estadístico Agropecuario 2011. Versión digital.
- DINAGUA-MVOTMA. 2012. Sistemas de saneamiento en Uruguay; Estudio en proceso. Informe interno del Área de Agua Potable y Saneamiento.
- DINAGUA-MVOTMA. 2010. Hacia un Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Agenda para la Acción. Montevideo, Uruguay.
- DINAMA-MVOTMA. 2009. Informe Nacional de Estado del Ambiente. Montevideo, Uruguay. Disponible en <http://www.mvotma.gub.uy/index.php/estado-del-ambiente/item/10003812> . Consultado el 20/11/2012.
- Domínguez, A. 2003. La gestión sustentable del agua en Uruguay. Redes-Uruguay Sustentable. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd16/dominguez.pdf> . Consultado el 02/12/2012.
- FAO/UNW-DPC/UNU-INWEH. 2011. Capacity Development Project on Safe Use of Wastewater in Agricultura Stage I. Concept Note. Disponible en <http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/62/course/section/30/ConceptNote.pdf> . Consultado el 18/11/2012.

- González, A.; Rezzano Tizze, N.; Indarte Bonifacino, E. 2008. Guía de gestión integral de aguas en establecimientos lecheros. Diseño, operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento de efluentes. Convenio CONAPROLE-IMFIA-DINAMA-MVOTMA. Montevideo, Uruguay.
- Gutiérrez, S.; Cabrera, N. 2010. Estimación de los parámetros nacionales y básicos para el manejo de efluentes de tambos. Parte 1: caracterización de la descarga. Ingeniería Química. Montevideo; ISSN: 07974930.
- INE 2012. Instituto Nacional de Estadísticas. Uruguay en Cifras 2012- Población. Disponible en: <http://www.ine.gub.uy/biblioteca/uruguayencifras2012/cap%C3%ADtulos/Poblaci%C3%B3n.pdf> Consultado el 30/11/2012.
- La Manna, A. 1995. Manejo de residuos orgánicos en tambos. Número de volúmenes: 1, Nro. de páginas: 42, Edición: 2, Editorial: Unidad de difusión e información tecnológica del INIA , Montevideo. Medio de divulgación: Papel; ISSN/ISBN: 9974380421
- La Manna, A. ; E. MALCUORI. 2008. Anexo 6. Matrices de riesgo aplicadas a establecimientos lecheros. Guía de Gestión integral de aguas en establecimientos lecheros. Diseño, operación, mantenimiento de sistemas de tratamientos de Efluentes . p.: 213 - 215, Organizadores: DINAMA, CONAPROLE, IMFIA. ISSN/ISBN: 9789974005327
- Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca - PPR y Fundación Julio Ricaldoni-Facultad de Ingeniería-UDELAR. 2008. Manual para el manejo de Efluentes de Tambo. Primera Edición. 128p.
- UNDP (1998). Capacity assessment and development in a systems and strategic management context. Technical Advisory Paper N°3. January 1998. United Nations Development Programme (UNDP). New York (Disponible en: <http://magnet.undp.org/docs/cap/CAPTECH3.htm> )
- Uhlig Robert E.; Ferenczi, A.; Picasso, V.; Failde, A.. 2008. Área Medio Ambiente. Informe final de la consultoría sobre Medio Ambiente en el marco del Plan Estratégico Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación. PENCTI-Gabinete Ministerial de Innovación. Presidencia del Uruguay.