



Frigoríficos

Ficha técnica de residuos  
por sector

## Introducción

El objetivo de las fichas técnicas de residuos por sector es recopilar, sistematizar y disponibilizar la información asociada a los residuos generados en los principales sectores productivos del país. De esta manera, se busca facilitar la toma de decisiones de los productores en la selección de las alternativas de gestión y valorización.

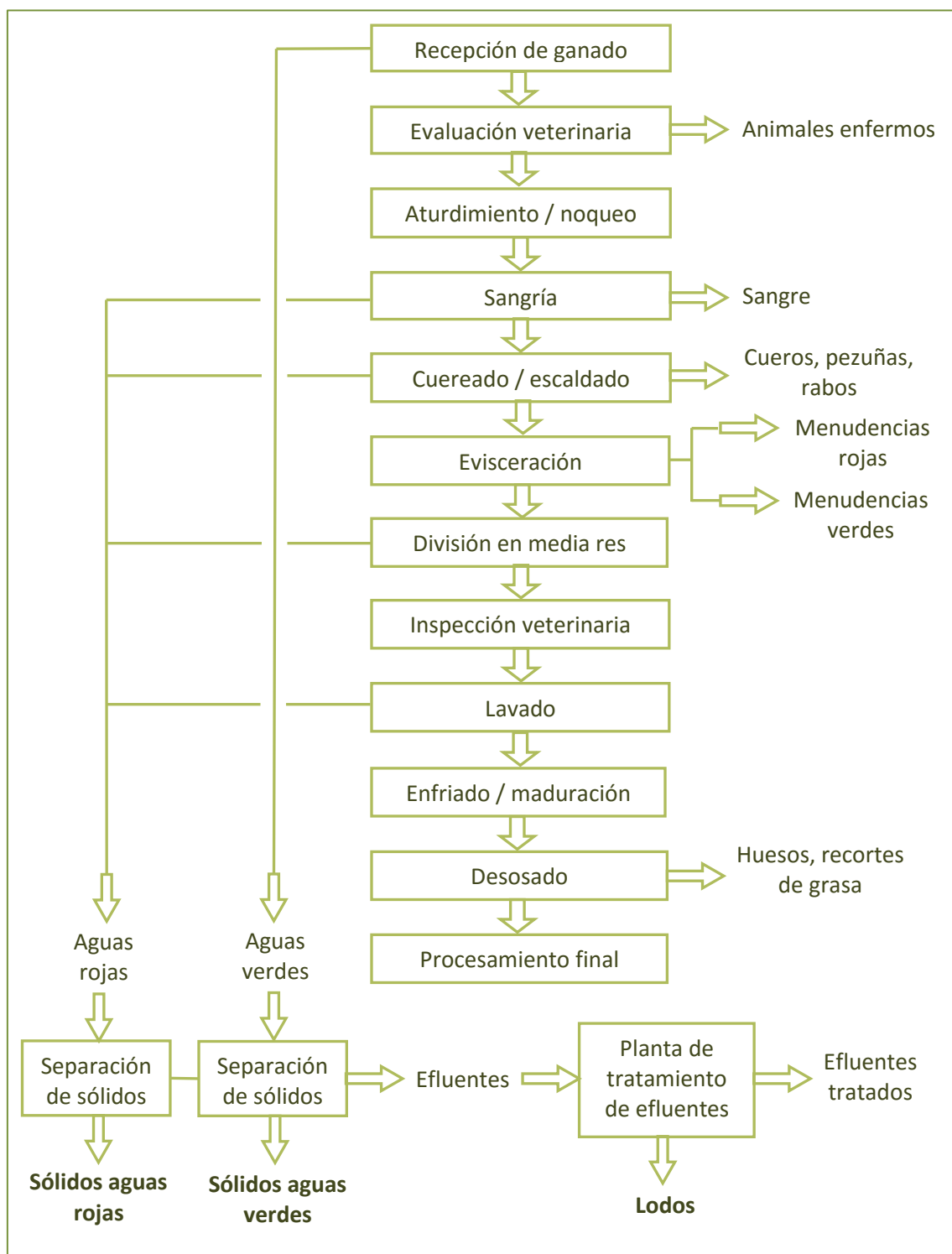
Las fichas técnicas presentan información respecto a los procesos de generación, las características físico-químicas principales y las posibles tecnologías de valorización que pueden ser aplicadas.

La caracterización físico-química de los residuos fue realizada en el marco de correspondientes convenios del Proyecto Biovalor con Facultad de Agronomía (caracterización de residuos para su uso como mejoradores de suelo), con el Parque Científico y Tecnológico de Pando (caracterización de residuos para su uso como combustibles alternativos) y con Facultad de Ingeniería (caracterización de residuos para producción de biogás).

La información presentada tiene un carácter orientativo para la evaluación de las posibles alternativas de gestión y valorización de los residuos. Se recomienda que los generadores de residuos realicen un análisis en detalle de las condiciones de generación de los residuos, sus características, y la disponibilidad de recursos para la implementación de las alternativas.

La información aquí presentada puede ser complementada con las Fichas Técnicas de Tecnologías, según corresponda disponibles en: <http://biovalor.gub.uy/>.

## Proceso productivo



Fuente: Adaptado de Bioproa, 2015.

## Residuos generados

### Sólidos del tratamiento de efluentes de aguas verdes

Corresponde a los sólidos separados en el tratamiento de las aguas verdes generadas en el lavado de los estómagos e intestinos de los animales faenados. Estos se componen del material semi-procesado (contenido ruminal) contenido en el estómago del animal en el momento de la faena. Este posee un alto contenido de material fibroso de origen ligno-celulósico y alto contenido de nitrógeno amoniacal. Dependiendo del establecimiento, este efluente puede contener también el agua de lavado de los corrales y salas de espera del establecimiento. En estos casos se incorpora el estiércol, el cual puede también contener tierra y materiales inertes (arena, piedras, etc.).

Las características del residuo, especialmente el contenido de humedad, depende en gran medida de las prácticas de lavado de los corrales y el método de vaciado de los estómagos, así como de la eficiencia de los sistemas de separación y deshidratación de sólidos en la planta de tratamiento de efluentes.

Nº catálogo de residuos DINAMA	101103	
Categoría de peligrosidad	II	
Proceso de generación	Tratamiento de efluentes de aguas verdes	
Tasa de generación	6,5 kg <sub>bs</sub> /UGM (*)	
Generación total nacional	15.288 ton <sub>bs</sub> /año	
Caracterización	Materia Seca	25 - 40 % b.h.
	pH	5 - 6,5
	Conductividad eléctrica	0,5 - 2,5 dS/m
	Densidad	0,4 - 0,8 ton/m <sup>3</sup>
	C	400 - 500 g/kg b.s.
	Sólidos Volátiles	85 - 97 % b.s.
	P	0,5 - 4,5 g/kg b.s.
	N Kjeldahl	14 - 26 g/kg b.s.
	Ca	3,0 - 9,0 g/kg b.s.
	Mg	0,4 - 1,2 g/kg b.s.
	K	0,4 - 1,4 g/kg b.s.
	Na	0,1 - 2,0 g/kg b.s.
	Fe	100 - 250 mg/kg b.s.
	Mn	50 - 150 mg/kg b.s.
	Cu	3,0 - 10,0 mg/kg b.s.
	Zn	20 - 60 mg/kg b.s.
	As	0,5 - 1,0 mg/kg b.s.
	Cd	< 0,03 mg/kg b.s.
	Cr	1,0 - 3,0 mg/kg b.s.
	Cr VI	< 0,3 mg/kg b.s.
	Hg	< 0,03 mg/kg b.s.
	Ni	1,0 - 2,0 mg/kg b.s.
	Pb	0,5 mg/kg b.s.
	Poder Calorífico Superior	12.500 - 25.500 kJ/kg b.s.
	Poder Calorífico Inferior	11.500 - 24.000 kJ/kg b.s.
	Cenizas	3,0 - 15 % b.s.
	Potencial de metanización	540 L <sub>CH4</sub> /kg <sub>SV</sub>

(\*) UGM: Unidad Ganadera Mayor. Factor de equivalencia para expresar todas las cabezas de ganado en una misma unidad teniendo en cuenta la relación del peso medio de cada categoría. Factores de equivalencia: bovinos: 1; ovinos: 0,15; suinos: 0,25; equinos: 0,9.

## Alternativas de valorización

### **Compostaje:**

Consiste en el tratamiento aerobio de los residuos en pilas mediante el cual se estabiliza el material orgánico por acción microbiológica y se sanitiza por las altas temperaturas alcanzadas. A través de este proceso se produce un material rico en materia orgánica estabilizada y nutrientes, que puede ser usado como fertilizante orgánico o mejorador de suelos. Esta alternativa puede aplicarse tanto a nivel sectorial como empresarial dependiendo del nivel de producción.

Para su implementación se requiere contar con suficiente superficie impermeabilizada donde formar las pilas a compostar, un sistema de captación y gestión de los lixiviados que se generen, y la maquinaria para la formación y volteo de las pilas (tractor con palo u otros). El volteo de las pilas debe ser frecuente, para promover la aireación y mezcla del material. El proceso de compostaje puede demorar entre 90 y 120 días, dependiendo de las condiciones del proceso, la mezcla con otros residuos y si son incorporados microorganismos externos.

La principal ventaja que presenta la elaboración de compost de estos residuos, es la eliminación de las semillas de malezas, y otros agentes patógenos que puedan estar presentes. De esta forma, se evita que estas semillas germinen y los patógenos sean esparcidos cuando este material sea aplicado a campo como mejorador de suelos. Para asegurarse la completa eliminación de semillas, es necesario que el compostaje alcance la fase termófila (entre 60 y 70 °C), por lo que es necesario iniciar el proceso con una relación carbono-nitrógeno, pH y humedad adecuados.

La incorporación de tierra y otros materiales inertes reduce el contenido de materia orgánica en el residuo a compostar, lo que puede retrasar el inicio del proceso, además de reducir la calidad del producto final. Además, dado que los materiales inertes no suponen ningún beneficio en la aplicación del compost, la presencia de estos implica un mayor gasto de recursos en su manejo, ya sea en el transporte, volteo de las pilas y aplicación.

### **Uso como combustible alternativo:**

Debido al relativamente alto poder calorífico de este material, es posible su uso como combustible alternativo en los sistemas de generación de energía térmica, sustituyendo total o parcialmente los combustibles tradicionales. Dependiendo del contenido de humedad que se obtiene del sistema de separación y del equipo de quema existente, puede ser necesario realizar la deshidratación y/o secado del material de forma de obtener un mayor aprovechamiento de la energía disponible. Además, puede realizarse una densificación del material (briqueteado, pelletizado) para facilitar la alimentación y mejorar las condiciones de combustión, aunque en este caso el contenido de humedad debe ser muy bajo.

Esta alternativa es aplicable principalmente a escala empresarial y en aquellos establecimientos que utilicen leña en los generadores de energía térmica, ya que facilita la adaptación del sistema de alimentación y quema.

Dado que estos establecimientos tienen requerimientos de energía térmica, el uso de residuos como combustibles alternativos reduce la dependencia de otros energéticos. Además, en este sector se utiliza normalmente leña como combustible, lo que facilita la adaptación para la quema de este residuo.

En cuanto a los controles necesarios para implementar esta medida, se destaca la necesidad de realizar el monitoreo frecuente de las emisiones atmosféricas y de la humedad del material a quemar.

#### **Digestión anaerobia con recuperación de biogás:**

Consiste en la descomposición de la fracción orgánica del material en condiciones de ausencia de oxígeno (condición anaerobia), generando un gas combustible (biogás), que puede ser aprovechado para generar energía térmica o eléctrica. Además se obtiene un sólido estabilizado rico en materia orgánica y nutrientes que puede ser utilizado como fertilizante orgánico o mejorador de suelos. El efluente que sale del sistema de digestión presenta niveles significativamente menores de materia orgánica y puede continuar su depuración en el sistema de tratamiento de efluentes convencional, ser reutilizado o ser aplicado al campo.

Si bien existen tecnologías de digestión anaerobia de sólidos (digestión seca), para este tipo de establecimiento se recomienda realizar la digestión anaerobia sobre el efluente bruto, o incluso sobre el efluente clarificado luego de la separación de sólidos, que permitan la eliminación de las fibras de mayor tamaño difíciles de degradar que pueden acumularse en el biodigestor, reduciendo su volumen útil.

El biogás generado puede ser aprovechado como combustible en los equipos de generación de vapor o agua caliente del establecimiento, o ser utilizado para la generación de energía eléctrica.

La generación de energía eléctrica debe estar encontrarse en el marco del Decreto 173/010 de Microgeneración, que establece que los suscriptores conectados a la red de distribución de baja tensión a instalar generación de origen renovable, intercambiando energía de forma bidireccional y remunerando la energía entregada al mismo precio del cargo según el Pliego Tarifario de UTE de acuerdo a la tarifa contratada. Para ello, la potencia instalada del equipo generador debe ser menor a 150 kW y la energía generada en el año, debe ser menor al consumo del establecimiento.

## Sólidos del tratamiento de efluentes de aguas rojas

Corresponden a los sólidos separados de los efluentes de aguas rojas, los cuales se generan en las etapas de sangrado hasta el lavado de los cortes. Se compone principalmente de coágulos de sangre, grasas y otros residuos producidos en las operaciones de faenado.

Debido a la alta variabilidad de este residuo, a causa de los distintos procesos que pueden desarrollarse en el establecimiento y los distintos tipos de sistemas de recolección y tratamiento de aguas rojas en donde estos se generan, no es posible definir una tasa de generación de este residuo que pueda ser aplicada de forma general sin caer en grandes errores. Por estas razones, tampoco tiene sentido establecer una caracterización de forma general. A continuación se indican algunas características de estos residuos, donde se observa la gran variabilidad que presentan estos datos.

Nº catálogo de residuos DINAMA	101101	
Categoría de peligrosidad	II	
Proceso de generación	Separación de sólidos en el tratamiento de efluentes de aguas rojas	
Generación total nacional	50 ton <sub>bs</sub> /año	
Caracterización	Densidad	0,6 – 1,0 ton/m <sup>3</sup>
	C	400 - 650 g/kg b.s.
	Sólidos Volátiles	94 - 99 % b.s.
	P	0,5 - 4,0 g/kg b.s.
	N Kjeldahl	30 - 140 g/kg b.s.
	Fe	200 - 2.500 mg/kg b.s.
	Potencial de metanización	490 L <sub>CH4</sub> /kg <sub>SV</sub>

## Alternativas de valorización

### Digestión anaerobia con recuperación de biogás:

Consiste en la descomposición de la fracción orgánica del material en condiciones de ausencia de oxígeno (condición anaerobia), generando un gas combustible (biogás), que puede ser aprovechado para generar energía térmica o eléctrica. Además se obtiene un sólido estabilizado rico en materia orgánica y nutrientes que puede ser utilizado como fertilizante orgánico o mejorador de suelos. El efluente que sale del sistema de digestión presenta niveles significativamente menores de materia orgánica y puede continuar su depuración en el sistema de tratamiento de efluentes convencional, ser reutilizado o ser

aplicado al campo.

Si bien existen tecnologías de digestión anaerobia de sólidos (digestión seca), para este tipo de establecimiento se recomienda realizar la digestión anaerobia sobre el efluente bruto, o incluso sobre el efluente clarificado luego de la separación de sólidos, que permitan la eliminación de materiales de difícil degradabilidad que pueden acumularse en el biodigestor, reduciendo su volumen útil.

Otro aspecto de gran importancia a tener en cuenta, es el elevado contenido de nitrógeno de estos residuos, y principalmente su forma de amonio, que pueden inhibir los procesos de digestión anaerobia.



## Referencias bibliográficas

1. **Bioproa, 2015.** Identificación de residuos en el Uruguay pasibles de ser valorizados por digestión anaerobia y estimación de su potencial de metanización. Disponible en: <http://biovalor.gub.uy/descarga/informe-tecnico-identificacion-residuos-uruguay/>
2. **Biovalor, 2016.** Cuantificación de residuos generados en sectores agroindustriales uruguayos. Disponible en: <http://biovalor.gub.uy/descarga/informe-tecnico-cuantificacion-residuos-generados-sectores-agropecuarios-agroindustriales-uruguayos/>
3. **European Commission, 2005.** Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries.
4. **Facultad de Agronomía, 2018.** Caracterización de residuos agroindustriales.
5. **Parque Científico y Tecnológico de Pando, 2018.** Caracterización de residuos y generación de información técnica para la aplicación de tecnología de pirolisis.