



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.

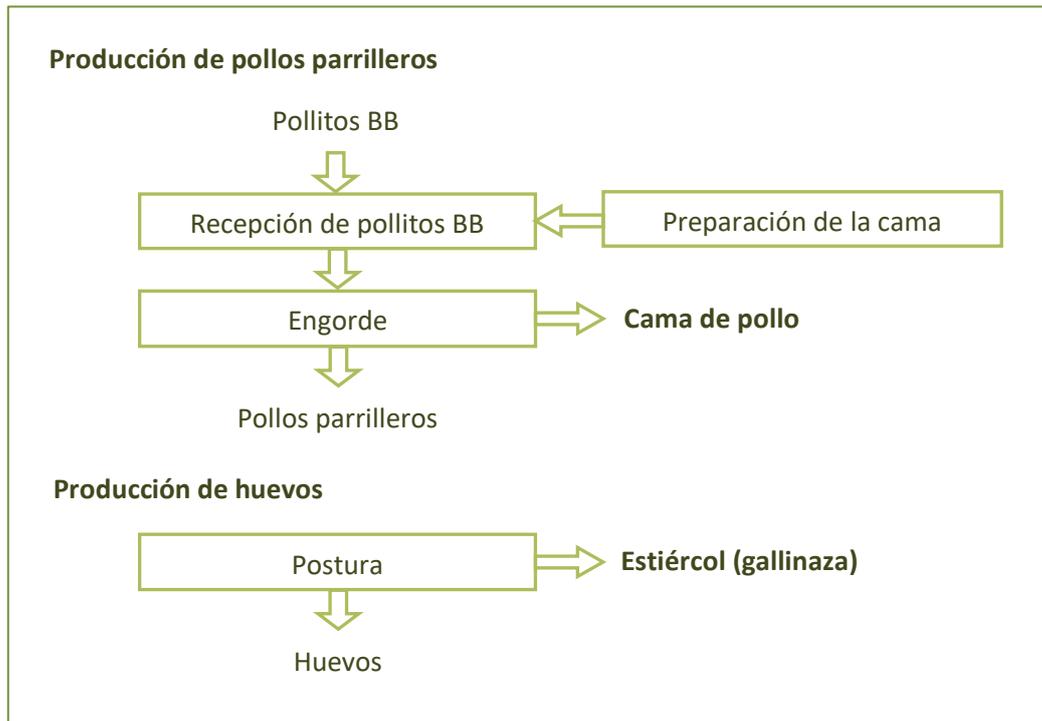
Las fichas técnicas presentan información respecto a los procesos de generación, las características físico-químicas principales y las posibles tecnologías de valorización que pueden ser aplicadas.

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: elaboración propia.

Residuos generados

Cama de pollo

Las camas son utilizadas en la producción de pollos parrilleros en los sistemas de cría en piso. Actualmente, el material que normalmente se utiliza para el armado de las camas es cáscara de arroz, utilizando una profundidad de aproximadamente de 15 cm.

Una vez culminado el ciclo de engorde y retirado el lote de pollos, se realiza el volteo mecánico de la cama y se agregan algunos agentes desinfectantes para poder ser reutilizada y recibir un nuevo lote de aves. La cama se retira luego de 4 o 5 crías, equivalente a un período de aproximadamente un año.

Entre las principales características de la cama de pollo se destaca su alto contenido de nitrógeno, proveniente de las excretas de las aves, a pesar de estar constituida por un material lignocelulósico como es la cáscara de arroz.

Nº catálogo de residuos DINAMA	14601	
Categoría de peligrosidad	II	
Proceso de generación	Engorde de pollos parrilleros	
Tasa de generación	1,08 kg _{bs} /pollo producido	
Generación total nacional	103.652 ton _{bs} /año	
Caracterización	Materia Seca	65 - 85 % b.h.
	pH	8,0 - 9,5
	Conductividad eléctrica	5,0 - 12,5 dS/m
	Densidad	0,20 - 0,50 ton/m ³
	Sólidos Volátiles	65 - 85 % b.s.
	C	320 - 470 g/kg b.s.
	N Kjeldahl	20 - 40 g/kg b.s.
	C/N	10 - 20
	P	12 - 24 g/kg b.s.
	K	3,5 - 35 g/kg b.s.
	Ca	12 - 40 g/kg b.s.
	Mg	3,0 - 8,0 g/kg b.s.
	Na	2,0 - 8,0 g/kg b.s.
	Fe	200 - 1.500 mg/kg b.s.
	Mn	250 - 500 mg/kg b.s.
	Cu	12 - 70 mg/kg b.s.
	Zn	150 - 400 mg/kg b.s.
	As	< 0,3 mg/kg b.s.
	Cd	< 0,2 mg/kg b.s.
	Cr	2,0 - 7,0 mg/kg b.s.
	Cr VI	< 0,7 mg/kg b.s.
	Hg	< 0,3 mg/kg b.s.
	Ni	3,0 - 9,0 mg/kg b.s.
	Pb	1,0 - 4,0 mg/kg b.s.
	Coliformes fecales	< 100 UFC/g b.s.
	Salmonella spp.	Ausencia
	Poder Calorífico Superior	13.100 kJ/kg b.s.
Poder Calorífico Inferior	12.200 kJ/kg b.s.	
Cenizas	30 % b.s.	
Potencial de metanización	140 - 160 L _{CH4} /kg _{SV}	

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.

Este material, al presentar una baja relación carbono/nitrógeno (C/N), requiere que sea mezclado con otros residuos de menor contenido de nitrógeno, para alcanzar una relación C/N cercana a 30.

Debido a la posibilidad de presencia de agentes patógenos en la cama de pollo, es muy importante que sea alcanzada y mantenida por el tiempo suficiente la temperatura necesaria para la completa sanitización del producto a obtener.

Es una alternativa de valorización de residuos que puede ser implementada a nivel predial, en el propio establecimiento que genera el residuo, o enviado a un tercero para su procesamiento junto con otros residuos.

Estiércol (gallinaza)

En los establecimientos de producción de huevos, el confinamiento de las aves normalmente se realiza en jaulas. Los sistemas de recolección del estiércol puede ser mediante fosas que se encuentran debajo de las jaulas que se limpian con una frecuencia aproximadamente bianual, encontrándose el residuo parcialmente degradado. Otro sistema corresponde a la recolección mediante cintas transportadoras que descargan el estiércol fresco directamente a contenedores.

Entre las características principales de este residuo se encuentra su alto contenido de nitrógeno y fósforo.

Para los sistemas de recolección en fosa en los cuales el material permanece varios meses acopiado, este se encuentra parcialmente degradado y estabilizado; mientras que en los sistemas de recolección en cintas transportadoras, el material se encuentra fresco y requiere se estabilizado.

Nº catálogo de residuos DINAMA	14604	
Categoría de peligrosidad	II	
Proceso de generación	Cría de gallinas ponedoras	
Tasa de generación	0,12 kg/día·gallina	
Generación total nacional	2.501 ton _{bs} /año	
Caracterización	Materia Seca	25 - 90 % b.h.
	pH	8,0 - 9,5
	Conductividad eléctrica	5,0 - 25,0 dS/m
	Densidad	0,4 - 1,1
	Sólidos Volátiles	55 - 75 % b.s.
	C	300 - 360 g/kg b.s.
	N Kjeldahl	25 - 70 g/kg b.s.
	C/N	5 - 13
	P	15 - 32 g/kg b.s.
	K	2,0 - 30 g/kg b.s.
	Ca	60 - 95 g/kg b.s.
	Mg	2,0 - 12,5 g/kg b.s.
	Na	0,2 - 0,6 g/kg b.s.
	Fe	850 - 1.350 mg/kg b.s.
	Mn	200 - 500 mg/kg b.s.
	Cu	20 - 40 mg/kg b.s.
Zn	150 - 950 mg/kg b.s.	
As	0,7 - 0,9 mg/kg b.s.	

	Cd	< 0,3 mg/kg b.s.
	Cr	1,5 - 3,5 mg/kg b.s.
	Cr VI	< 0,7 mg/kg b.s.
	Hg	< 0,3 mg/kg b.s.
	Ni	2,5 - 4,0 mg/kg b.s.
	Pb	2,0 - 4,0 mg/kg b.s.
	Salmonella spp.	Ausencia
	Poder Calorífico Superior	11.600 kJ/kg b.s.
	Poder Calorífico Inferior	10.650 kJ/kg b.s.
	Potencial de metanización	220 - 340 L _{CH4} /kg _{SV}

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.

Este material, al presentar una baja relación carbono/nitrógeno (C/N), requiere que sea mezclado con otros residuos de menor contenido de nitrógeno, para alcanzar una relación C/N cercana a 30.

Debido a la posibilidad de presencia de agentes patógenos en el estiércol, es muy importante que sea alcanzada y mantenida por el tiempo suficiente la temperatura necesaria para la completa sanitización del producto a obtener.

Es una alternativa de valorización de residuos que puede ser implementada a nivel predial, en el propio establecimiento que genera el residuo, o enviado a un tercero para su procesamiento junto con otros residuos.

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 residuos se recomienda realizar la digestión anaerobia sobre el residuo diluido en agua de forma de facilitar la agitación y mezcla interna del biodigestor, y evitar la acumulación de sólidos y la formación de espacios muertos. El agua de dilución puede ser agua reutilizada proveniente de las lagunas de acopio del efluente tratado.

Otro aspecto importante a tener en cuenta en los procesos de digestión anaerobia de este residuo es el alto contenido de nitrógeno, el cual puede ser inhibidor de las reacciones microbiológicas, reduciendo el rendimiento de la producción de biogás. Para reducir estos efectos se recomienda la mezcla con otros residuos con menor concentración de nitrógeno.

El biogás producido puede ser utilizado para la generación de energía eléctrica para autoconsumo en el establecimiento o energía térmica para algún proceso que se desarrolle.

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.

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/download/informe-tecnico-identificacion-residuos-uruguay/>
2. **Biovalor, 2016.** Cuantificación de residuos generados en sectores agroindustriales uruguayos. Disponible en: <http://biovalor.gub.uy/download/informe-tecnico-cuantificacion-residuos-generados-sectores-agropecuarios-agroindustriales-uruguayos/>
3. **Facultad de Agronomía, 2018.** Caracterización de residuos agroindustriales.
4. **Lamelas, K., Maisonnave, R., Mair, G., Rodríguez, N. 2018.** Cama de Pollo. Valor Agronómico. Ministerio de Agroindustria, Argentina.

5. **Parque Científico y Tecnológico de Pando, 2018.** Caracterización de residuos y generación de información técnica para la aplicación de tecnología de pirólisis.
6. **Santonja, G.G., Georgitzikis, K., Scalet, B.M., Montobbio, P., Roudier, S., Sancho, L.D. 2017.** Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs. EUR 28674 EN. European IPPC Bureau, European Union.
doi:10.2760/020485.