

**Figura 3:** Esquema de reacciones de la digestión anaerobia de materiales poliméricos<sup>1</sup>.

La selección de la configuración del reactor a utilizar depende de diferentes factores, como son:

- Tiempo de residencia Hidráulica (TRH): Volumen del reactor/caudal de efluente
- Tiempo de retención celular: tiempo medio de permanencia de los sólidos biológicos en el sistema (edad del lodo)
- Masa sólidos sistema / masa sólidos retirada por unidad de tiempo
- Carga orgánica: (kg. DQO/día. m<sup>3</sup>)
- Factores ambientales (temperaturas)
- Disponibilidad de área

**En cuanto al TRH, se puede tomar como referencia que para procesos de digestión de baja carga, sin calefaccionar, ni mezclar, los TRH que se suelen utilizar oscilan entre 30 – 60 días; mientras que para procesos de digestión de alta carga, donde el contenido del digestor se calienta y mezcla el TRH suele ser de 15 días o menos<sup>2</sup>.**

En todos los casos es importante favorecer el contacto del efluente a tratar con la biomasa activa en el reactor (para promover una degradación más eficiente)

*Parámetros operativos:*

- *Rango de temperatura:*
  - Psicofílico (0 – 20°C) aquí la tasa de reproducción de microorganismos es muy baja.
  - Mesofílico (20 – 38 °C)
  - Termofílicos (38 – 75 °C)

<sup>1</sup> Pavlostathis & Giraldo-Gómez, 1991

<sup>2</sup> Metcalf & Eddy, 1998

- *pH: 6.8 – 7.4*
- *Relación Carbono/nitrógeno: 25/1*
- *Desarrollo del cultivo microbiano*

Los reactores anaeróbicos, pueden dividirse en dos grandes grupos dependiendo de cómo se desarrolla el cultivo microbiano,

A - De lecho fijo

B - De crecimiento libre o suspendido.

*A- De lecho Fijo:* Son los llamados filtros anaeróbicos, en éstos la biomasa (bacterias) están formando una película sobre un soporte inerte. El efluente a tratar fluye, entrando en contacto con el medio sobre el que se desarrollan y fijan las bacterias. Este tipo de filtros es utilizado para el tratamiento de residuos de baja concentración a temperatura ambiente.

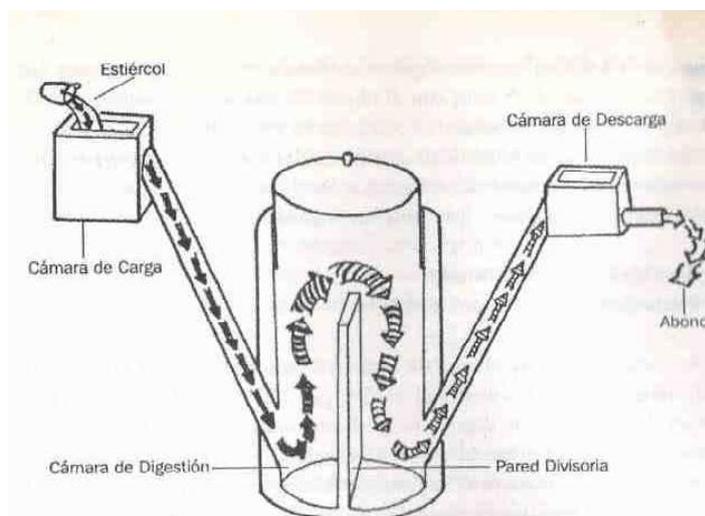
*B - De crecimiento libre o suspendido:* En éstos los microorganismos se encuentran libre. Dentro de estos últimos, se pueden mencionar los reactores de mezcla completa y los reactores de contacto.

*Reactores de mezcla completa:* Son reactores relativamente simples, calentados, de mezcla completa y sin recirculación del efluente digerido. Para un tratamiento efectivo del efluente a tratar, en este tipo de reactores requiere largos TRH, ya que carecen de medios específicos de retención de la biomasa activa. Con la reducción del TRH en un digestor de mezcla completa, la cantidad de microorganismos dentro del digestor también disminuye, ya que son lavados con el efluente tratado.

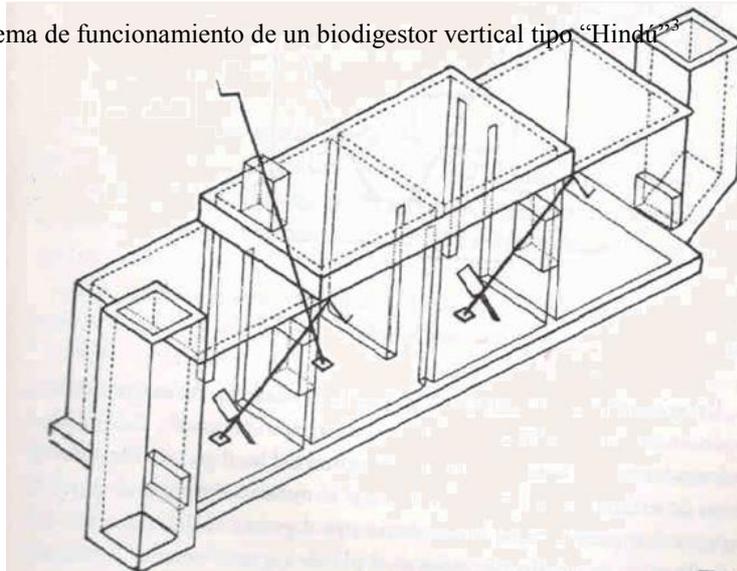
*Reactores de contacto:* Es indicado para efluentes con alto contenido de  $DBO_5$ . Se trata de un reactor de mezcla completa, en donde el efluente a tratar se mezcla con los sólidos del fango recirculado y se digieren a continuación en un reactor cerrado.

• *Diseños:* Dentro de los reactores más usados, se pueden mencionar principalmente dos tipos diferentes:

Tipo verticales y los tipo horizontal o flujo pistón



**Figura 4:** Esquema de funcionamiento de un biodigestor vertical tipo “Hindú”<sup>3</sup>



**Figura 5:** Esquema de reactor vertical<sup>4</sup>



**Foto15:** Reactores anaeróbicos para el tratamiento de efluentes líquidos (INTA Castelar – IMyZA)



<sup>3</sup> Gropelli & Giampaoli, 2001

<sup>4</sup> Gropelli & Giampaoli, 2001

**Foto 16:** Reactores anaeróbicos para el tratamiento de residuos sólidos (Tipo vertical) (INTA Castelar – IMyZA)

*Componentes de un reactor anaerobio:*

- *Cámara de carga:* Es por donde se realiza el ingreso del efluente a tratar.
- *Reactor:* Es el estanque hermético. El mismo debe garantizar la hermeticidad del sistema, como así también la aislación térmica, para evitar cambios bruscos de temperatura en el proceso.
- *Cámara de descarga:* Es por donde se retira el efluente ya digerido.
- *Purga de fangos*
- *Gasómetro:* Donde se realiza la acumulación del biogás generado durante el proceso. El modelo más utilizado es la campana invertida.
- *Quemador de gases:* Para realizar la combustión del gas que se genere (sino es utilizado para otros fines energéticos)

*Ventajas de la digestión anaerobia*

- Transformación de desechos orgánicos (purín) en biogás y un efluente estabilizado, con menor olor que el purín.
- Mejoramiento de las condiciones higiénicas a través de la reducción de patógenos, huevos de gusanos y moscas (el nivel de destrucción de patógeno variará de acuerdo a factores como temperatura y tiempo de retención).
- Captación del metano, producido durante la degradación natural del estiércol.
- Menor producción de lodos que degradación aerobia.

*Desventajas de la digestión anaerobia*

- Lento crecimiento de las bacterias formadoras de metano
- Altos costos de inversión y mantenimiento (en caso de requerir ser calefaccionado, etc.
- Si el biogás producido durante el proceso degradativo, no es utilizado como fuente energética, ni quemado, la emisión del gas metano contribuye al efecto invernadero.
- En algunos casos, es necesario realizarle un tratamiento posterior al efluente digerido, para poder ser volcado a un cuerpo de agua o utilizado como riego.

**3.1.2.1.3. Compostaje (tratamiento de la fracción sólida del efluente)**

Se define Compostaje como “la descomposición y estabilización biológica de substratos orgánicos, bajo condiciones que permiten el desarrollo de temperaturas termófilas como resultado del calor producido biológicamente, para producir un producto final estable, libre de patógenos y semillas, y que puede ser aplicado de forma beneficiosa al suelo”<sup>5</sup>.



**Foto 17:** Pilas de compostaje (INTA Castelar- IMyZA)

En este proceso los responsables de la degradación de la materia orgánica son los microorganismos nativos, bacterias y hongos.<sup>6</sup>

### ***Etapas del proceso de compostaje***

En este tratamiento se pueden diferenciar dos etapas: *descomposición* y *maduración*

#### ***1) Etapa descomposición***

La descomposición es un proceso de simplificación donde las moléculas complejas se degradan a moléculas orgánicas e inorgánicas más sencillas. Esta etapa se compone de dos fases, una mesófila con temperaturas hasta los 45°C, y una termófila con temperaturas que pueden llegar a los 70 °C, originado por un proceso exotérmico debido a la actividad biológica<sup>7</sup>. Este periodo es muy importante, ya que al alcanzarse temperaturas tan elevadas, se consigue uno de los objetivos principales del compostaje: eliminar los microorganismos patógenos (coliformes, *Salmonella* spp, *Streptococcus* spp, *Aspergillus* spp.) y las semillas de malezas con lo que se asegura la inocuidad del producto final.

#### ***2) Etapa de maduración***

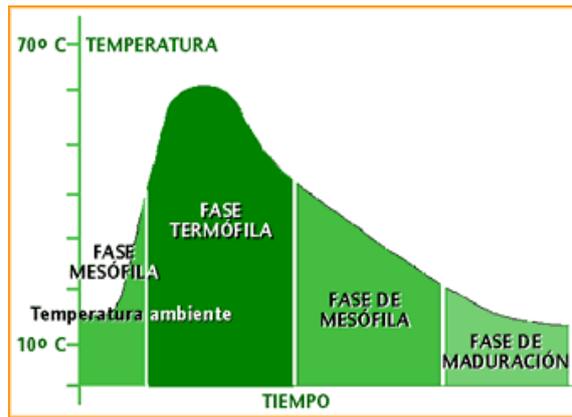
En la etapa de maduración se pueden diferenciar dos etapas una de enfriamiento y otra de estabilización.

---

<sup>5</sup> Huag, 1993

<sup>6</sup> Barrena Gómez, 2006

<sup>7</sup> Frioni, 1999



**Figura 6:** Fases del proceso de compostaje y su perfil térmico

La primera etapa se desarrolla con temperaturas menos elevadas (menores a 40°C). La etapa de la estabilización se desarrolla a temperatura ambiente y se caracteriza por una baja actividad microbiana debido a la aparición de organismos superiores<sup>8</sup>.



**Foto 18:** Inicio del proceso de compostaje



**Foto 19:** Compost maduro (finalizado)

Durante esta etapa no es necesario un sistema de aireación, ni una elevada frecuencia de volteo, ya que la actividad biológica es mucho más estable y los requerimientos de

<sup>8</sup> Frioni, 1999

oxígeno son inferiores a los de la etapa de descomposición. El espacio también es mucho menor debido a la reducción de peso y volumen que se da en la fase de descomposición (50 % aproximadamente)<sup>9</sup>.

### *Parámetros del proceso*

- *Temperatura:* es la primera información de que el proceso de descomposición se ha iniciado, y por lo tanto es un indicador de su funcionamiento. Por lo cual, los cambios de temperatura durante la evolución del proceso proporcionan información directa del correcto funcionamiento del mismo<sup>10</sup>. Se considera que la mayor diversidad microbiana se consigue entre 35 y 40° C, la máxima biodegradación entre 45 y 55° C y la higienización cuando se superan los 55° C.
- *Aireación:* La presencia de oxígeno es imprescindible para que se desarrolle el proceso en condiciones aerobias. Durante todo el proceso de descomposición de la materia orgánica, el oxígeno debe ser repuesto, para favorecer la degradación de la misma. La provisión de oxígeno se puede producir por diferentes sistemas de aireación, los más comunes se producen de forma natural por ventilación pasiva cuando la mezcla tiene una porosidad y una estructura que favorece el intercambio gaseoso. También puede inducirse a través de volteos manuales o mecánicos, en donde se favorezca la homogenización del material, la incorporación de oxígeno a la mezcla. Por último existen métodos de ventilación forzada a través de redes de aireación que inyectan aire a las unidades de compostaje produciendo el intercambio gaseoso.
- *pH:* es un parámetro que condiciona la presencia de microorganismos, ya que los valores extremos son perjudiciales para determinados grupos. Para conseguir que al inicio del compostaje la población microbiana sea la más variada posible hay que trabajar a pH cercanos a 7. El pH es indicador de la evolución del proceso. Así, en el inicio el pH puede disminuir debido a la formación de ácidos libres, pero a lo largo del proceso aumenta por el amoníaco desprendido en la descomposición de las proteínas<sup>11</sup>.
- *Relación carbono-nitrógeno*

Para que el proceso de compostaje se desarrolle correctamente es importante conseguir un equilibrio entre los diferentes nutrientes, especialmente entre el nitrógeno (N) y el carbono (C).<sup>12</sup>

El nitrógeno es el elemento más difícil de conservar ya que se pierde por lavado en forma de nitratos, desnitrificación como nitrógeno gaseoso y por volatilización en forma de amoníaco<sup>13</sup>.



<sup>9</sup> Barrena Gómez, 2006

<sup>10</sup> Barrena Gómez, 2006

<sup>11</sup> Costa *et al.*, 1991

<sup>12</sup> Soliva, 2001

<sup>13</sup> Costa, 1991

**Foto 20:** Emisión de amoníaco, durante el volteo de las pilas de compostaje

Estos dos elementos deben encontrarse en una proporción adecuada, para evitar que el proceso sea más lento en el caso de relación carbono/nitrógeno alta, o para evitar la pérdida de nitrógeno cuando la relación es baja. Se estima como relación C/N óptima valores entre 25 y 35 al inicio, pues se considera que los microorganismos utilizan de 15 a 30 partes de carbono por una de nitrógeno<sup>14</sup>.

La relación C/N de un residuo se puede ajustar mezclando éste con otro residuo de características complementarias. Es importante tener en cuenta la relación C/N realmente disponible para los microorganismos.

#### *Humedad y porosidad*

La descomposición aeróbica puede producirse con contenidos de humedad variable siempre que se airee adecuadamente. Si la humedad es máxima habrá menos oxígeno y serán necesarias remociones más frecuentes. Si los residuos están muy secos los microorganismos no pueden metabolizar adecuadamente y los procesos de descomposición se interrumpen<sup>15</sup>. El contenido de agua del material a compostar es muy importante ya que los microorganismos solo pueden utilizar las moléculas orgánicas si están disueltas en agua. Además, el agua favorece la migración y colonización microbiana. El rango óptimo de humedad se encuentra entre un 40-60%, aunque puede variar en función de la naturaleza del material.

Si el residuo carece de porosidad debe ser acondicionado con material estructurante, ya que es importante operar en condiciones de trabajo que faciliten la existencia de poros (con diferentes tamaños) y que estos estén equilibradamente por aire y agua<sup>16</sup>.

#### *Estabilidad y madurez de compost*

Un compost inmaduro y sin estabilizar puede provocar muchos problemas durante su almacenaje, distribución y uso. En la práctica se le llama compost maduro a un material térmicamente estabilizado, lo cual no implica necesariamente una estabilización biológica.

El concepto de estabilidad biológica del compost se entiende como la tasa o grado de descomposición de la materia orgánica, lo cual se puede considerar en función de la actividad microbiológica. Se puede definir el grado de madurez como sinónimo

---

<sup>14</sup> Frioni, 1999

<sup>15</sup> Soliva, 2001

<sup>16</sup> Barrena Gómez, 2006

únicamente de ausencia de fitotoxicidad en el producto final, producidos por determinados compuestos orgánicos fitóxicos (amoníaco, ácidos orgánicos, compuestos fenólicos hidrosolubles), que se forman durante la etapa activa del compostaje.

*Ventajas:*

Es un método económico (sólo la utilización de mano de escaza mano de obra para el mantenimiento)

Requiere de poca a nula instalación

Se obtiene una enmienda que puede ser utilizada para mejoramiento de suelos

Se logra una pasterización del material

*Desventajas:*

Si el material es utilizado en el suelo sin que aun se encuentre estable y maduro, se corre el riesgo de contaminación (física –química y biológica).

### 3.1.2.2. Tratamientos Químicos

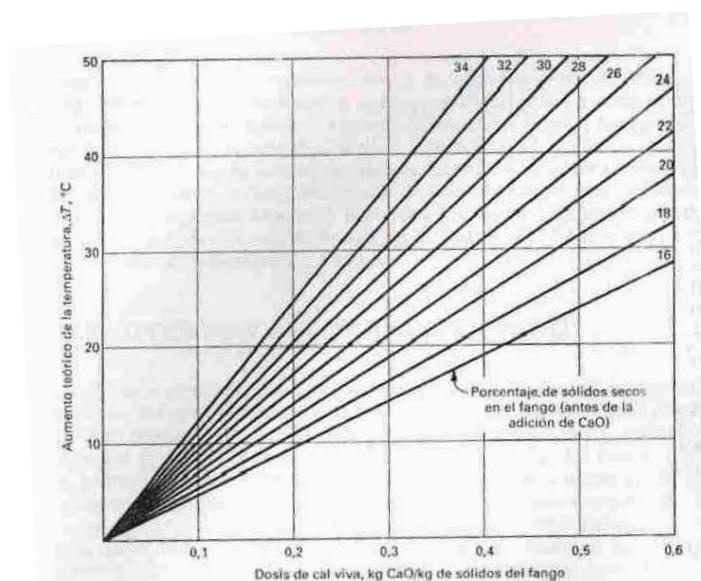
#### **3.1.2.2.1. Estabilización con Cal**

El objetivo de esta práctica es la reducción de la presencia de patógenos, la eliminación de olores desagradables y la inhibición de su putrefacción; además de lograr una precipitación de los lodos (logrando separar gran cantidad de los sólidos y así obtener un efluente líquido con menor carga orgánica). La estabilización alcalina ha mostrado alta eficiencia en la remoción de huevos de helmintos

Se basa en la creación de condiciones físico químicas capaces de inhibir el proceso de degradación biológico de la materia orgánica contenida en el efluente. Este procedimiento, no reduce volúmenes, ni el contenido de materia orgánica, solamente afecta la proliferación microbiana.

El procedimiento consta en el agregado de cal viva ( $\text{CaO}$ ) o cal hidratada ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) (material alcalino utilizado) para lograr mantener el pH por encima de 11.5, pH (22 horas como mínimo) el cual crea el ambiente propicio para evitar la proliferación de microorganismo.

Para evaluar la dosis a colocar, se recomienda realizar ensayos previos a escala laboratorio. A continuación, se coloca un cuadro con las dosis orientativas de cal viva indicadas para lograr la estabilización de los lodos.



**Figura 7:** Aumento teórico de temperatura en fangos post – estabilización con cal viva <sup>17</sup>

El procedimiento, deberá realizarse en bateas con agitación, a fin de asegurar el contacto de todo el efluente con la cal. Una vez lograda la precipitación de los barros, el efluente líquido, deberá ser enviado a un segundo sistema de tratamiento (pudiendo ser una laguna de estabilización, un biodigestor o cualquier otro sistema que se elija) y los barros pueden ser utilizados como materia prima para realizar compostaje, y obtener enmiendas o ser utilizados para encalados de suelos.

*Ventajas:*

- Requiere poca inversión
- Se obtiene un lodo que puede ser utilizado para encalar suelos
- Se logra obtener un efluente líquido con menor contenido de sólidos y materia orgánica.
- Se eliminan la proliferación de olores y plagas

*Desventajas:*

- Si no es asegurado el mantenimiento del pH, puede no lograrse la estabilización biológica, provocando la putrefacción de los barros, y llevar a la utilización de barros no estabilizados biológicamente en suelos agrícolas.

### **3.1.3 Reutilización del efluente tratado para riego**

El riego puede ser definido como la aplicación de agua al suelo con el propósito de proporcionar la humedad necesaria para el crecimiento de las plantas.

Para realizar la reutilización de los efluentes de cerdos previamente tratados, es importante tener en cuenta las propiedades del suelo (grado de dispersión de las partículas, la estabilidad de los agregados, su estructura y su permeabilidad), las características físico –químicas, microbiológicas y parasitológicas del agua y las características del cultivo utilizado.

Por lo tanto, hay que prestar principal atención sobre cuatro parámetros:

- La salinidad del agua
- La velocidad de infiltración del suelo
- La calidad microbiológicos del agua
- El balance de nutrientes

*La salinidad del agua:* ésta se determina mediante un parámetro llamado conductividad eléctrica (CE), y es uno de las características más importantes en el momento de determinar la aptitud de un agua para riego. La CE se expresa en mmho/cm o

---

<sup>17</sup> Metcalf & Eddy, 1998

decisiemens por metro (dS/m). La CE, también se utiliza como medida indirecta de la concentración de sólidos disueltos totales (TDS). Los TDS, se expresan como mg/l.

La presencia de sales afecta el crecimiento vegetal de las plantas por tres mecanismos:

- Efectos osmóticos: provocados por la concentración de sales en el agua del suelo.
- Toxicidad de iones específicos: causada por la concentración de un determinado ión. Dentro de los principales causantes de este fenómeno se puede mencionar al sodio, el cloro, el cobre, el hierro y el boro entre otros.
- La dispersión de las partículas del suelo: provocada por la presencia importante de sodio y por una baja salinidad. Cuanto mayor es la salinidad del suelo en la zona radicular, mayor es la cantidad de energía que deben consumir las plantas para ajustar la concentración de sales en el interior del tejido vegetal (ajuste osmótico) para conseguir el agua necesaria del suelo. Por lo tanto, hay menos energía disponible para el crecimiento de la planta.

*Velocidad de infiltración del suelo:* el deterioro de las condiciones físicas del suelo (incrustaciones, acumulación de agua, reducción de la permeabilidad), es otro efecto indirecto de una alta concentración de sodio en el agua utilizada para riego. Debido al deterioro de las condiciones físicas del suelo, este puede disminuir la velocidad de infiltración, dicha situación provoca que no sea posible suministrar a la vegetación las cantidades de agua necesarias para un crecimiento adecuado.

El problema de la infiltración de agua se desarrolla en los primeros centímetros del suelo, y suele estar relacionado con la estabilidad estructural de la capa superficial de aquél. Para poder determinar posibles problemas de infiltración, se puede utilizar la tasa de absorción de sodio (RAS)

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)}/2}$$

Donde la concentración de cationes se expresa en meq/l.

A continuación, se muestra en la tabla 5 valores guía de CE, TDS y la relación RAS – CE.

Potencial problema	Unidad	Grado de restricción en el uso		
		Ninguno	Leve a moderado	Severo
Salinidad				
CE	dS/m	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
TDS	mg/l	< 450	450 – 2000	> 2000
Infiltración				
RAS = 0 - 3 y CE		> 0.7	0.7 – 0.2	< 0.2
3 – 6		> 1.2	1.2 – 0.3	< 0.3
6 - 12		> 1.9	1.9 – 0.5	< 0.5
12 - 20		> 2.9	2.9 – 1.3	< 1.3
20 - 40		>5.0	5.0 – 2.9	< 2.9
pH	Rango normal 6.5 - 8			

**Tabla 5:** Guía para interpretar la calidad de agua para riego<sup>18</sup>.

*Calidad microbiológica del agua:* en la tabla 6, se muestran valores guías de aguas residuales tratadas, para la utilización en riego para agricultura.

Categoría	Condiciones de reuso	Grupo expuesto	Nematodos <sup>b</sup> intestinales (número promedio de huevos/l)	Coliformes fecales (número promedio/ml)	Tratamiento del agua esperado para mejorar la calidad microbiológica
A	Riego de vegetales que pueden ser consumidos sin cocinar, parques públicos, campos de deporte <sup>d</sup>	Trabajadores, consumidores, y público	£ 1	£ 1000 <sup>f</sup>	Un tratamiento de estabilización, diseñado para mejorar la calidad microbiológica o un tratamiento equivalente
B	Riego de cultivos, cultivos industriales, cultivos forrajeros, pasturas y árbol <sup>e</sup>	trabajadores	£ 1	No hay estándares recomendados	Una retención en un tratamiento de estabilización de 8 – 10 días o un equivalente para remover helmintos y coliformes.
C	Riego localizado en cultivos de la categoría , si no ocurre la exposición de trabajadores ni publico.	Ninguno	No aplica	No aplica	El pre tratamiento requerido para la tecnología de riego, pero no menos que una sedimentación primaria

**Tabla 6:** Guía de calidad microbiológica recomendada para el agua residual para usar en agricultura<sup>a</sup>.

a: En casos específicos en donde factores epidemiológicos, socio – culturales y ambientales deben ser tenidos en cuenta y las guías modificadas como corresponde.

b: áscaris, trichuris y parásitos intestinales

c: durante el periodo de riego

e: En el caso de arboles frutales, el riego debe cesar dos semanas antes de la recolección de frutas, y no deben ser recogidas frutas del suelo. Riego por aspersión no debe ser utilizada.

*Balance de nutrientes:* Los nutrientes en las aguas residuales recuperadas actúan como fertilizante en la producción de cultivos y espacios verdes. Sin embargo, en algunos casos en los que su contenido excede la demanda de las plantas puede provocar problemas. Por ejemplo, para el caso del nitrógeno un exceso de nitrógeno durante la última etapa de crecimiento de los cultivos, puede resultar negativo para muchos cultivos, provocando un excesivo crecimiento vegetativo, madurez retrasada o no

<sup>18</sup> FAO irrigation and drainage paper 47-1992

uniforme o un descenso en la calidad del cultivo. También, el exceso de nitrógeno, puede provocar la lixiviación de este compuesto a las napas de agua subterráneas.

#### **4. Manejo de animales muertos y desechos veterinarios**

Esta información se encuentra desarrollada en el capítulo “Manejo Sanitario en granjas Porcícolas”.

#### **5. Marco Legal**

##### **Normativa Vigente**

A continuación, se describe brevemente la legislación existente en materia de protección de ambiental.

*Nacional:*

<b><i>Nacional</i></b>	Constitución Nacional: Art. 41	
	Ley 25675: “Ley General del Ambiente” (Presupuestos mínimos).	
	Ley 25688: “Régimen de Gestión Ambiental de Aguas” (Presupuestos mínimos).	
	Ley 24051 “Régimen de Desechos Peligrosos” y Decreto reglamentario 831/93	
<b><i>Provinciales</i></b>	Buenos Aires	Ley N° 11723 del Ambiente Ley N° 10510 Regula el funcionamiento de los establecimientos dedicados a la cría, acopio y/o comercialización de porcinos y decreto reglamentario N° 4933/89 Ley N° 5965 Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera y su resolución N° 236/03 límites de descarga admisibles.
	Chaco	Ley N° 3964 Principios rectores para la preservación, recuperación, conservación, defensa y mejoramiento ambiental.
	Chubut	Ley N° 4032 Evaluación de impacto ambiental a todos los proyectos consistentes en realización de obras, instalaciones o cualquier otra actividad.
	Córdoba	Ley N° 7343 Ley General del Ambiente. Y sus decretos N° 3290 y N° 2131/00 Decreto N° 2068. Resolución N° 259. Programa de Producción agropecuaria Sustentable. Ley N° 9306/06 regulación de los sistemas intensivos y concentrados de producción animal (SICPA). Decreto N° 415/99 Normas para la protección de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la Provincia.
	Corrientes	Ley N° 4731 Medio Ambiente. Preservación, conservación y defensa. Ley N° 5067 De Evaluación del Impacto Ambiental.
	Entre Ríos	Ley N° 6260 y Decreto N° 5837/91.

		Ley N° 9092
	Formosa	Ley N° 1060 Ecología. Política ecológica y ambiental.
	La Pampa	Ley N° 1914 Ley Ambiental Provincial
	Mendoza	Ley N° 5961 Medio Ambiente. Preservación del ambiente.
	Misiones	Ley N° 3079 Medio Ambiente. Impacto Ambiental. Evaluación
	Neuquén	Ley N° 1875 Ley sobre preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente.
		Decreto N° 2109 Preservación, conservación, defensa y mejoramiento del Ambiente. Reglamentación, reglamenta la Ley N° 1875.
		Decreto N° 1131 Crea el Comité Provincial del Medio Ambiente
	Río Negro	Constitución: Art. 84, inc. 4
		Ley N° 2342 Medio Ambiente. Efectos degradativos del medio ambiente.
	Salta	Ley N° 6986 Ley de Medio Ambiente
		Título III: Disposiciones Orgánicas, Capítulo VI: Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.
	San Juan	Ley N° 6571 Medio Ambiente. Evaluación de Impacto Ambiental.
		Ley N° 6634 Ley general del ambiente.
	Santa Fe	Ley N° 11717 Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (Art. 18 a 21)
	Santiago del Estero	Ley N° 6321 Ambiente y recursos naturales Normas generales y metodología de aplicación para la defensa, conservación y mejoramiento.
	Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur	Ley N° 55 Medio Ambiente. Preservación, conservación, mejoramiento y defensa.
	Tucumán	Ley N° 6253 Medio Ambiente. Defensa, conservación y mejoramiento del ambiente. Régimen. Capítulo II: Del Impacto Ambiental
		Decreto N° 2204 Medio ambiente. Evaluación del impacto ambiental. Régimen. Reglamentación

Se recomienda, siempre recurrir a la autoridad municipal o provincial para consultar sobre legislación específica y otros requerimientos legales, que podrían no estar contemplados en este manual.

## 6. Bibliografía

Barrena Gómez, R. 2006. Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso.

Burton C.H & Turner C. 2003. Manure management. Treatment strategies for sustainable agriculture. 2<sup>nd</sup> Ed. Silsoe Research Institute. Silsoe Bedford. Pp 451.

Campagna Daniel Aldo; Jorge Brunori Naum Spiner; Raúl Franco; Alfredo Ausilio; Luciana Dichio; Diego Somenzini; Pablo Besson. Evaluación De Un Sistema De Producción Porcina Al Aire Libre. Desempeño Productivo Y Reproductivo Y Efectos De La Carga Animal Sobre El Tapiz Vegetal y El Recurso Suelo.

Campos Pozuelo, A. E. 2001. Optimización de la digestión anaerobia de purines de cerdos mediante codigestión con residuos orgánicos de la industria alimentaria. Tesis doctoral, presentada en la Universitat de Lleida. Departament de medi Ambient i ciències del sòl.

Costa, F., Garcia, C, Hernandez, T y polo,A. 1991 Residuos orgánicos urbanos .manejo y utilización .centro de edafología y biología aplicada del segura.ed.CSIC.

El Impacto Medioambiental De Las Explotaciones Porcinas En Catalunya Desde Una Perspectiva De *Filière* Victòria Soldevila Lafon Universitat Rovira I Virgili (Urv).Eco Cri.Bilbao.Marzo 2008

Expósito Vélez G. A. 2004. Modelización de procesos biológicos para la eliminación de residuos ganaderos, teniendo en cuenta sus condicionantes especiales. Tesis de Doctorado presentado en la Universidad Politécnica de Madrid.

FAO irrigation and drainage paper 47-1992.

Freitas R.J & Burr M.D. 1996. Animal waste. Pp. 237-251 en Pepper, IL, CG Gerb & ML Brusseau (eds). Pollution Science. Academic Press, New York. USA.

Frioni Lillian. 1999. Procesos microbianos. Editorial de la Fundacion Universidad Nacional de Rio Cuarto.

Gropelli, S. & Giampaoli, O. A. 2001. El camino de la biodigestión. Ambiente y tecnología socialmente apropiada. UNL.

Haug, R.T. 1993. The Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishers, Boca raton, FL.

Herrero M.A. & Gil S. B. 2008. Consideraciones ambientales de la intensificación en la producción animal. Ecol. austral, vol.18, N°3. Pp. 273-289

Hidalgo M.D.; Del Alamo J.; Granado I.; Nuñez Y.; Irusta R. 2001. Reducción del contenido amoniacal del purín porcino mediante la técnica de stripping. Tecnología del Agua. N° 208. Pp. 22 – 27

Manual De Buenas Prácticas En La Producción Primaria De Cerdosheredia, Costa Rica. 2005

Manual De Buenas Prácticas De Producción En Granjas Porcícolas. Elaborado Por Encargo Del Senasica En El:Centro De Investigación En Alimentación Y Desarrollo, A.C. Ciad, A.C. Unidad De Hermosillo.Mexico.

Manual de Buenas Practicas en Produccion Porcina. Version 1.Chile 2003

Martinez Pereda J.A. & Carbonell G. 1996. Riesgo medioambiental en la utilización agraria de purines. Porci N°31. Pp 27 - 33.

Metcalf & Eddie, 1998. "Waste wáter engineering: treatment, disposal and reuse". 3 ed., McGraw Hill inc., New York.

Muñoz Valero, J.A., Ortiz Cañavate, J., Vázquez Minguela, J. 1987. Técnica y aplicaciones agrícolas de la biometanización. Serie Técnica- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid.

Pavlostathis, S.G., Giraldo-Gómez, E. (1991). Kinetics of anaerobic treatment: a critical review. Critical reviews in environmental control. Vol. 21 (5,6), pag. 411-490.

Plaza C; García Gil J. C.; Soler Rovira P.; Polo A. 1999. Problemática de los purines en España: Su aprovechamiento Agrícola como solución. Residuos N° 49. Pp. 83 - 86.

Santos A.; Irañeta I.; Abaigar A. 2002. Purín Porcino ¿Fertilizante o contaminante?. Navarra Agraria. Pp.9 - 24.

Soliva, M .2001. compcelona. Barcostatge i gestio de residues organics. Compostatge i gestio de residuos organics. Diputacio de Barcelona. Barcelona.