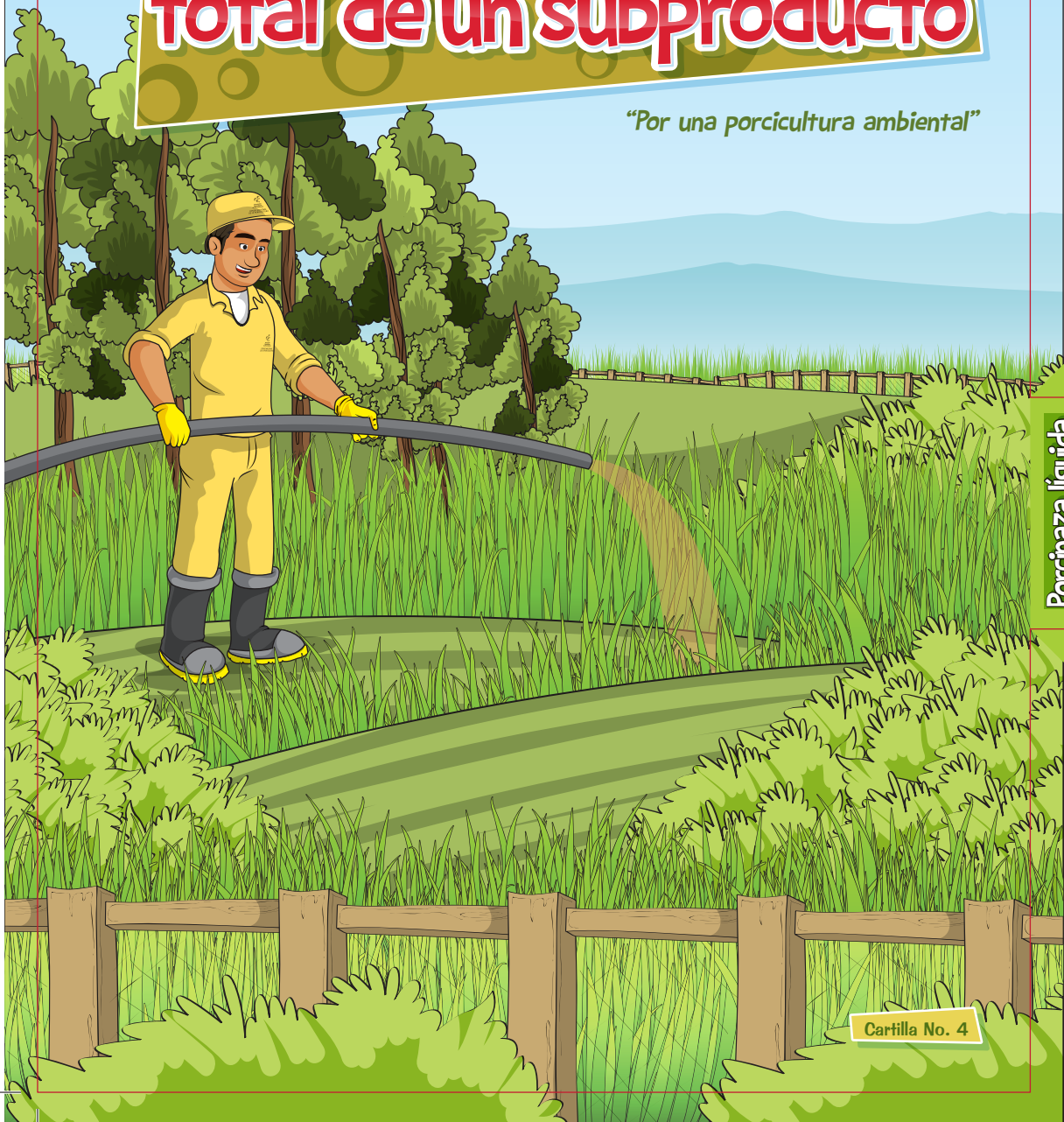


# Porcinaza líquida, el aprovechamiento total de un subproducto

*“Por una porcicultura ambiental”*



Porcinaza líquida

Cartilla No. 4

## **Cartilla No. 4**

### **Porcinaza líquida, el aprovechamiento total de un subproducto**

Asociación Colombiana de Porcicultores  
Fondo Nacional de la Porcicultura.  
Área Técnica.

#### **Validación**

**Carlos Alberto Maya Calle**

Presidente Ejecutivo

**Patricia Martínez**

Vicepresidenta Ejecutiva

**Lorena Castañeda Macchi**

Jefe de Comunicaciones

#### **Dirección y Guión**

**José Fernando Naranjo Rativa MVZ, M.Sc.**

Director Área Técnica

**Luis Alberto González Santamaría**

Consultor I.C.

#### **Ilustración, Diseño e Impresión**

**Formainedita E.U.**

2013©

**ISBN. 978-958-57433-6-6**



Asociación  
Colombiana  
de Porcicultores

FONDO NACIONAL  
DE LA PORCICULTURA

# Introducción

La utilización de la porcinaza como biofertilización y como fuente para producir biogás, transforma la porcinaza en un biofertilizante de gran valor, que le permite al poricultor obtener unos beneficios y además ayuda a reducir el impacto ambiental que se puede ocasionar al hacer un manejo inadecuado de ésta, ya sea en vertimientos directos a cuerpos de agua o disponiéndola en el suelo sin control.

El buen aprovechamiento de la porcinaza inicia desde la buena producción del cerdo, mientras más eficiente y sana sea la producción, se producirán excretas con menos contenido de nutrientes y más fáciles de aplicar al campo.

En la **cartilla # 4** del programa de divulgación ambiental de la **Asociación Colombiana de Porcicultores - Fondo Nacional de la Porcicultura**, se enseña cómo aprovechar integralmente la porcinaza en otras labores agropecuarias, mostrando las cualidades que tiene como subproducto y a la vez los impactos ambientales que se dejan de producir al usarla correctamente.



Asociación  
Colombiana  
de Porcicultores

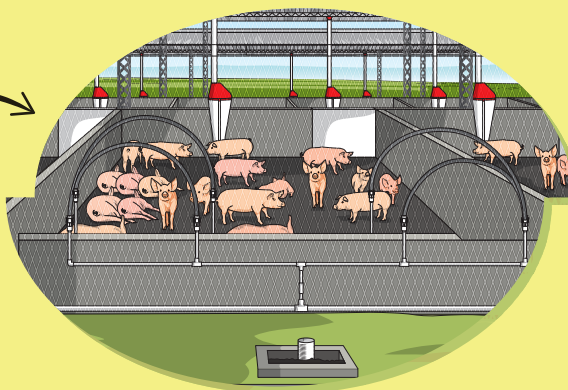
FONDO NACIONAL  
DE LA PORCICULTURA

# 1. Porcinaza cruda

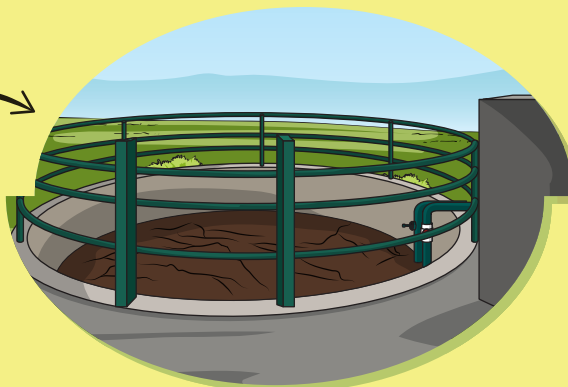
A la mezcla de las heces y orina de los cerdos, con algo de descamaciones, pelo, comida no digerida y cantidades variables de agua, para efectos de las explicaciones que se darán en esta cartilla la vamos a denominar porcinaza cruda.

La porcinaza cruda es el principal residuo que se genera en una granja porcícola en cuanto al volumen se refiere, cada día se produce el equivalente al 5,7% del peso de los animales alojados en la granja; sin embargo este residuo se convierte en un insumo, que debido al alto contenido de nutrientes y de materias orgánicas se pueden usar en otras actividades agropecuarias, como fertilizante y acondicionador de suelos y como generador de energía por medio de la digestión anaerobia. De esta manera se reducen los impactos ambientales al evitar que la porcinaza sea vertida a los cuerpos de agua o se haga una incorrecta disposición al suelo.

Sitio de  
producción de  
porcinaza cruda



Sitio de  
almacenamiento



2

Porcinaza líquida, el aprovechamiento total de un subproducto

**1.1. Características de la porcínaza cruda:** La mezcla de las heces y la orina de los cerdos contienen en promedio un 12% de sólidos y un 88% de agua, esta condición inicial y su condición físico química depende del estado etario de los animales, del peso de los animales, el tipo de alimentación, la calidad y cantidad de agua de bebida y del estado de salud de los animales; estas excretas son el principal componente de lo que hemos denominado porcínaza cruda; sin embargo difícilmente se logra tener siempre la porcínaza en estas condiciones, pues ésta se mezcla con pelos, descamaciones y saliva de los cerdos y también se diluye con el agua que se desperdicia en los chupos y el agua de lavado, haciendo que su volumen total se aumente considerablemente.

La cantidad de agua que se mezcla con la porcínaza, hace que varíen las concentraciones de los nutrientes, de sólidos y de materia orgánica y por lo tanto varían la fluidez, la respuesta a los tratamientos y el potencial de aprovechamiento en otras actividades.

*A mayor volumen de agua desperdiciada en los bebederos o usada en las labores de aseo, mayor será el tamaño de los sistemas para el manejo de la porcínaza.*

En la **tabla 1** se muestran las cantidades promedio de nutrientes que producen los cerdos en los distintos estados fisiológicos; estos datos pueden ser usados para hacer las proyecciones de los planes de fertilización, sin embargo se recomienda hacer caracterizaciones de nutrientes de la porcínaza producida en la granja para ajustar la fertilización.

**Tabla 1. Producción diaria de nutrientes según el estado fisiológico**

Estado	Peso X	Nitrógeno		P <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		K <sub>2</sub> O	
	K	gms /animal	gms /100k	gms /animal	gms /100k	gms /animal	gms /100k
Hembra lactante**		133		69		79	
Pie de cría no lactante		52		31		34	
Precebo	16		54,3		36,8		36,7
Levante	35		45,1		31,1		34,4
Finalización	80		44,5		34,9		34,9

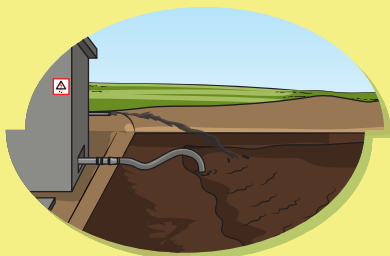
\* Gramos por cada 100 kilos de peso vivo.

\*\* Incluye la camada.

*Guía Ambiental del Subsector Porcícola, 2002.*

Más del 50% del nitrógeno contenido en la porcínaza se puede perder por volatilización desde su producción en el galpón hasta su aplicación en el campo.

**1.2. Características de la porcínaza líquida cruda:** La porcínaza líquida cruda, se denomina a la porcínaza cruda mezclada con agua, sin estar sometida a ningún tratamiento y que se comporta como un fluido, alcanzando humedades superiores al 97%. Las porcínazas sometidas a solo separación de sólidos se siguen considerando porcínaza líquida cruda.



En la **tabla 2** se muestra los resultados de caracterizaciones realizadas a porcínazas líquidas crudas en trece granjas localizadas a diferentes alturas sobre el nivel del mar.





**Tabla 2. Concentraciones mínimas y máximas en porcínaza líquidas crudas**

Parámetro		Concentración mínima	Concentración máxima
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/l	758	12.234
Demanda Química Oxígeno (DQO)	mg O2/l	1.433	29.753
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	400	16.400
Sólidos Totales (ST)	mg/l	1.490	21.478
Grasas y Aceites	mg/l	81	2.324
Nitrógeno amoniacal	mg/l	181	1.463
Nitrógeno Kjeldah	mg/l	206	1.937
Fósforo total	mg/l	8	700

*Asoporcicultores - FNP, 2012.*

*- Estos valores pueden variar entre granjas.*

**Con los resultados de las caracterizaciones realizadas y las observaciones en campo se hacen las siguientes conclusiones:**

-  La cantidad de agua usada en la labores de lavado y la que se desperdicia en los chupos es la variable más relevante en la concentración de nutrientes en la porcínaza líquida cruda.
-  Cuando la porcínaza cruda se somete a separación, el mayor porcentaje de nitrógeno queda en la fracción líquida.
-  Al separar la porcínaza cruda se reduce considerablemente el fósforo en la fracción líquida.
-  La recolección en seco de la fracción sólida de la porcínaza directamente en los galpones incide directamente en la reducción de nutrientes de la fracción líquida.

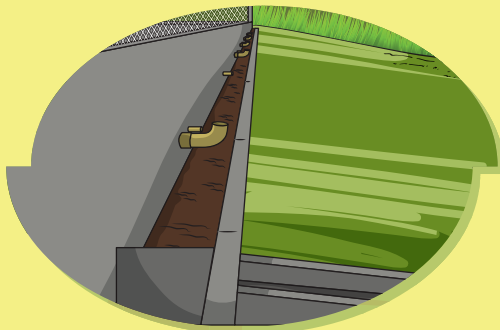
## 2. Impactos ambientales de la porcinaza cruda

En la cartilla 3 “Aprovechamiento de la porcinaza sólida” se muestran los impactos ambientales que la mala disposición de ésta puede ocasionar; ahora revisaremos el impacto que causa la porcinaza al ser vertida a un cuerpo de agua superficial y el impacto ambiental por infiltración de nitratos a cuerpos de aguas subterráneas.

**2.1. Impacto por vertimientos a cuerpos de agua superficial:** Los impactos ocasionados por el vertimiento de porcinazas crudas a los cuerpos está relacionado con la calidad del agua para el consumo humano y la afectación de la biótica, también aunque en menor medida está el aporte de sedimentos a los lechos.

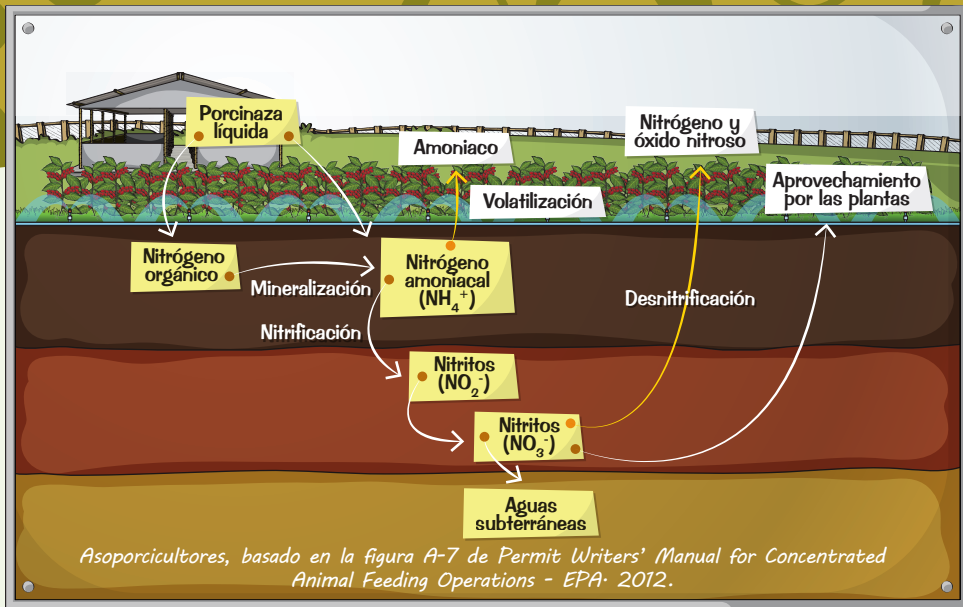
El exceso de nitrógeno y/o fósforo pueden causar problemas de eutrofización en los cuerpos de agua o saturación excesiva de nutrientes que permiten una mayor proliferación de algas y otras plantas acuáticas y restringiendo el oxígeno a las especies que viven dentro del agua; de igual manera la materia orgánica de la porcinaza, al descomponerse consume el oxígeno disuelto reduciendo la disponibilidad de éste para la fauna que viven en el agua.

Es por esto que se debe evitar el vertimiento de porcinazas crudas a cuerpos de agua (*río, quebrada, etc*) y si no hay alternativas en la granja para su aprovechamiento se tiene que tratar para reducir las cargas de materia orgánica y de nutrientes especialmente el fósforo y el nitrógeno.



**2.2. Impacto por infiltración de nitratos a cuerpos de agua subterráneas:**

El principal riesgo ambiental que se presenta cuando se hace aprovechamiento de la porcinaza líquida como biofertilizante, es la posibilidad de la infiltración de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) a cuerpos de agua subterráneos, donde los nitratos se pueden acumular y pasar la concentración máxima de 10 mg/l según la normatividad Colombiana (*resolución 2115 de 2007*).



La lixiviación de nitratos se debe a la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados, como lo es la porcínaza líquida; el nitrógeno en forma amoniacal se oxida hasta nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) que es soluble y se infiltra en el suelo hasta alcanzar cuerpos de agua subterráneas; al ser muy baja la velocidad del agua en los cuerpos de agua subterráneos, el recambio es menor y por lo tanto hay un mayor potencial de acumulación.

*Una buena biofertilización está basada en los análisis de suelo, los requerimientos nutricionales del cultivo y las características de la porcínaza.*

*Recuperar un acuífero con altas concentraciones de nitrato es muy costoso y requiere mucho tiempo.*

### 3. Usos de la porcínaza líquida








La porcínaza líquida por su contenido de nutrientes y de materia orgánica, permite que sean un muy buen subproducto para usarla como fertilizante, acondicionador de suelos y para la producción de biogás.

Para hacer un correcto aprovechamiento de la porcínaza, se requiere hacer un buen manejo desde el galpón hasta el sitio o el sistema de aprovechamiento, realizado las siguientes labores.



6 Porcínaza líquida, el aprovechamiento total de un subproducto



-  Mantener las instalaciones en buen estado, y correctamente ventiladas.
-  Alimentar los cerdos con las raciones recomendadas para cada etapa, con productos en buen estado y evitando desperdicios.
-  Evitar la acumulación de porcinaza sólida en los galpones.
-  Mantener los chupos en buen estado.
-  Hacer buen uso del agua de lavado para evitar altas diluciones de la porcinaza.
-  Las conducciones de aguas lluvias no pueden estar conectadas a la red de la porcinaza líquida, ya que se contaminan innecesariamente aguas limpias y se reduce la calidad de la porcinaza, además el volumen a manejar se sube considerablemente. Teniendo una buena colección de las aguas lluvias, estas pueden ser utilizadas ya sea para lavado como para consumo, según su calidad.
-  Realice mantenimientos a la red de conducción de la porcinaza, evitando que se obstruya o que tenga fugas.

**3.1. Aprovechamiento como fertilizante:** La porcinaza líquida cruda o como efluente de tratamientos, se puede usar como fertilizante en cultivos de pastos, caña, café, maíz, entre otros, siempre que se haga bajo un plan de biofertilización técnico, que debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

**3.1.1. Almacenamiento:** El almacenamiento de la porcinaza en los tanques estercoleros se determina por el volumen generado, por los tiempos de aplicación del fertilizante a los cultivos y la precipitación en la zona.

La fórmula para calcular el volumen de tanque es:

$$V_t = (P_p + A_l) \times D.$$

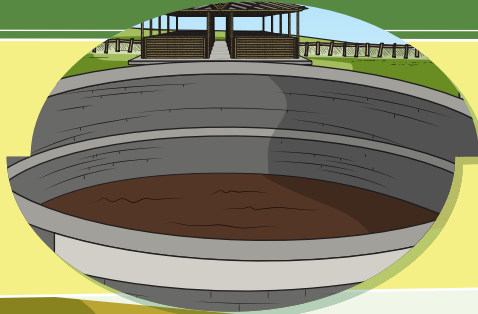
**V<sub>t</sub>:** Volumen del tanque estercolero.

**P<sub>p</sub>:** Producción de excretas al día. (usar la **tabla 2** de la **cartilla 3**)

**A<sub>l</sub>:** Agua de lavado y desperdicio de bebederos al día (se recomienda usar mínimo el doble de la producción de excretas al día)

**D:** Cantidad de días de almacenamiento.

*Si la granja está establecida puede calcular la cantidad de excretas y agua de lavado y desperdicio de bebederos (Pp+Al) midiendo directamente la cantidad de porcinaza producida al día.*



Para calcular los días de almacenamiento se usa la siguiente fórmula:

$$D = (T_a / L) + N_c$$

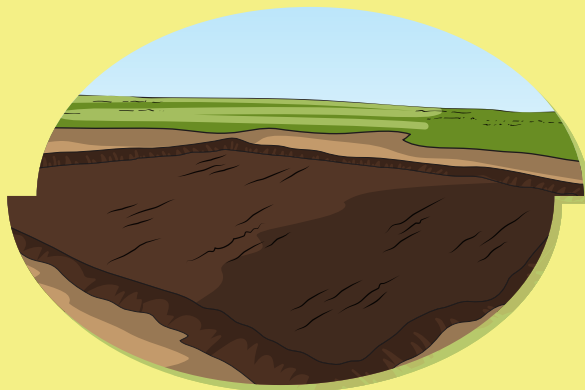
$T_a$ : Tiempo de rotación

$L$ : Número de lotes





$N_c$ : Número de días para sortear contingencias (*mínimo 2 días para riegos por gravedad y 4 días para riegos por bombeo*)

**Por ejemplo:** Se fertiliza por bombeo un pasto en rotación de 32 días, dividido en 16 potreros, los días de almacenamiento son:

$$D = (T_a / L) + 2 = (32/16) + 4 = 6 \text{ días}$$



Los tanques estercoleros se pueden hacer de distintas formas geométricas, pero tenga en cuenta lo siguiente:

-  Haga el tanque con una forma regular ya sea cilíndrica, cubica o en tronco de pirámide que permita correlacionar la altura de agua con el volumen almacenado.
-  El tanque debe ser impermeable para evitar la lixiviación de nutrientes a cuerpos de agua subterráneos.
-  El tanque debe tener un borde libre por encima del nivel del suelo para evitar el ingreso de aguas lluvias por escorrentías.
-  Cada que haga una aplicación de porcínaza en los cultivos, procure vaciar totalmente el tanque, para evitar la acumulación de sólidos.

**3.1.2. Plan de biofertilización:** La biofertilización con porcínaza es nitrogenada, ya que es el nutriente más abundante y es el que mayores riesgos ambientales tiene por la posibilidad de infiltrarse hasta cuerpos de aguas subterráneas.



Porcínaza líquida, el aprovechamiento total de un subproducto

Para diseñar el plan de biofertilización técnica se siguen los siguientes pasos:

### Paso 1

Se calcula la cantidad de nitrógeno producido en la granja, usando la **tabla 1** y con el número promedio de animales alojados; si la granja ya está establecida se recomienda hacer una caracterización de la porcínaza. La producción diaria se multiplica por 365 días, para calcular la cantidad producida al año.



### Paso 2

Determinar la cantidad de nitrógeno al año requerido por el cultivo a fertilizar, utilizando la **tabla 3** y el tiempo de rotación o el recomendado por un ingeniero agrónomo o por un profesional competente, que evalúe los requerimientos del cultivo.

**Tabla 3. Requerimiento de nitrógeno por cultivo**

Nombre común	Fertilización Kg de N/HA/corte
Gramíneas clima cálido	
Buffel	25 – 50
Pasto estrella	25 – 50
Pangola	25 – 50
Gordura – Chopin	25
Para	25 – 50
Pasto elefante	< 100
Guatemala	100
Caña de azúcar	120 - 150
Pastos de clima medio y frío	
Micay	50
Pasto azul orchoro	75 – 100
Festuca alta	50 – 75
Festuca media	75
Kikuyo	50 <
Brachiarias	25 - 50
Forrajes temporales	
Avena forrajera	50
Sudan	25 – 50
Sorgo forrajero	50

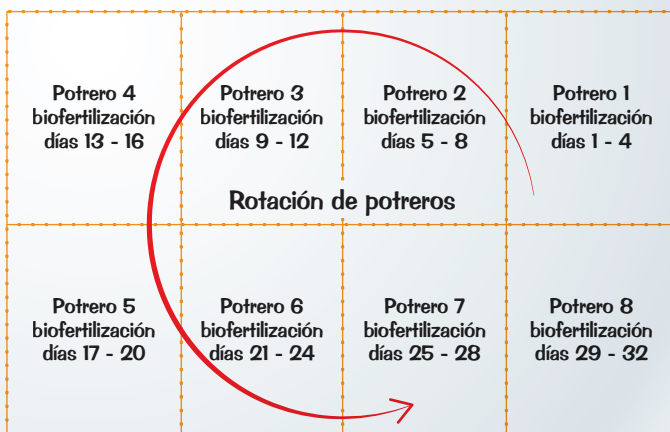
### Paso 3

Se hace el balance de la cantidad de nitrógeno al año producido sobre el requerido al año por área del cultivo; el resultado da el área mínima a fertilizar.

## Paso 4

La cantidad de porcínaza se reparte proporcional al área de cada lote.

### Ejemplo de biofertilización de potreros para pastos con 32 días de rotación



*Se requiere una (1) hectárea en pasto estrella o similar para absorber el nitrógeno producido por 80 cerdos en ceba.*

*Recuerde que la biofertilización con porcínaza no se debe usar como hidratación de las plantas, en promedio en cada aplicación de porcínaza como fertilizante solo se aplican 5 litros por m<sup>2</sup>, que solo suplir el 4% del requerimiento de agua de un pasto estrella o similar.*

**3.1.3. Sistemas de aplicación:** La porcínaza se puede aplicar por medio de una red de tuberías que alcance a toda el área de siembra, con el fin de lograr que la biofertilización sea lo más homogénea posible; dependiendo de la topografía, de la dirección de los vientos y la cercanía de los vecinos se pueden usar aspersores o aplicación manual.















● Aplicación manual

● Aplicación por aspersión



El sistema de biofertilización se diseña igual a un sistema de riego por tubería convencional, pero se debe tener en cuenta la acumulación de sólidos.

**Para realizar una biofertilización técnica adecuada se recomienda acatar las siguientes acciones:**

-  La porcina se debe homogenizar en el tanque estercolero antes de la aplicación, esto se puede hacer con motobomba, por medio de un retorno, o con un agitador manual o mecánico.
-  Se recomienda no dejar por más de 3 días la porcina en los tanques estercoleros, o después de este tiempo realizar agitaciones diarias con el fin de reducir los olores que se generan por procesos anaerobios.
-  Se debe regar toda el área de cultivos lo más homogéneamente posible; el operario debe aplicar la cantidad de porcina por unidad de área en toda la extensión calcula en el plan de biofertilización, evitando concentraciones de porcina en un solo lugar.
-  **El líquido fertilizante se aplicará a una distancia mínima de 6 metros de las franjas forestales protectoras o a 30 m de las fuentes de agua.**
-  No regar porcina en las áreas con probabilidad de inundación. Con el fin de evitar los encharcamientos, pues esto permite la acumulación de sólidos y por la tanto habrá proliferación de moscas y contaminación de aguas.
-  La tasa de administración de la porcina debe ser consistente con la tasa de infiltración del suelo, con el fin de evitar escorrentías. En el caso de suelos arenosos una alta tasa de aplicación aumenta la lixiviación, perdiéndose los nutrientes y contaminado fuentes de aguas subterráneas.
-  Se recomienda fertilizar cuando hay bajas precipitaciones, para evitar escorrentías; si se presentan aguaceros, se debe esperar que el suelo recupere la capacidad de absorber líquidos.
-  La biofertilización de pastos se debe hacer cinco (5) días después de la salida del ganado del potrero.
-  Para evitar los olores, tenga en cuenta la dirección de los vientos, tiempo y hora de aplicación, lo anterior con el fin de prevenir molestias a los vecinos.
-  Se debe lleva en registro de la biofertilización de cada potrero para controlar las aplicaciones y poder hacer seguimiento a los resultados.
-  Cada vez que haga una aplicación vacíe totalmente el tanque estercolero y aplique agua limpia hasta que salga por el punto de riego, con el fin de mantener la red limpia de sólidos.
-  Tenga un plan de contingencia para los derrames accidentales.

**3.2. Utilización para la producción de biogás:** La porcinaza líquida cruda se puede digerir anaerobiamente, ya que su contenido de materia orgánica y de nitrógeno facilita este tipo de proceso.

En la digestión anaerobia se reduce los carbohidratos, las proteínas y las grasas contenidas en la porcinaza hasta gas metano y dióxido de carbono, pasando por tres etapas básicas, hidrólisis, fermentación acida y fermentación metanogénica.

Para lograr esto la porcinaza u otras materias orgánicas se introducen en un recipiente sellado donde no ingrese el oxígeno; este recipiente es conocido como bioreactor anaerobio o biodigestor.

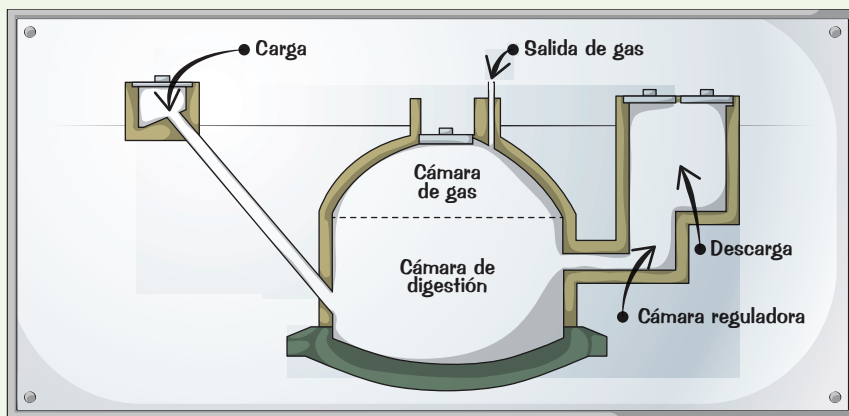
**3.2.1. Tipos de biodigestores:** En la industria porcícola se han usado varios tipos de biodigestores, sin embargo los que han logrado mejores resultados son los de flujo continuo tipo chorizo o taiwanés. La construcción de este tipo de biodigestores suele ser mas económica.

Últimamente se están construyendo biodigestores tipo canadiense, que funcionan parecidos al tipo chorizo, pero pueden ser de mayores volúmenes, en realidad pueden tener más de 10 millones de litros. Igualmente existen otros tipos de biodigestores que varían según construcción y funcionamiento, entre estos tenemos: de **cúpula fija** y **cúpula móvil**.

**A continuación se muestra los distintos tipos de biodigestores.**

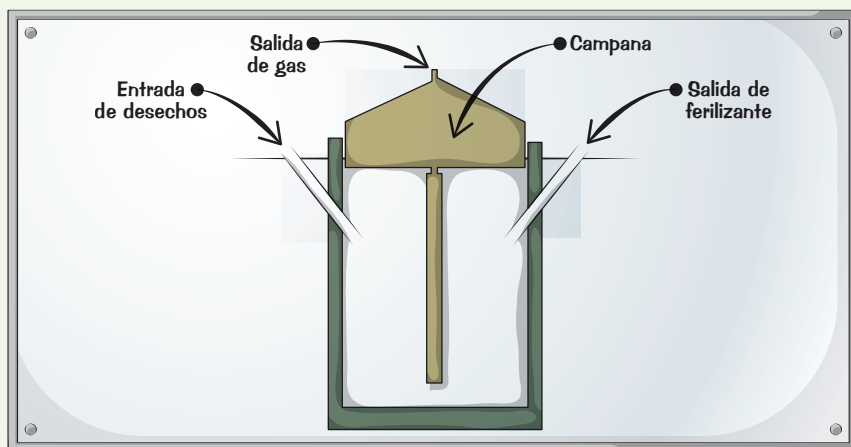
### Biodigestor de cúpula fija

Este tipo de biodigestor está construido en concreto o ladrillo incluyendo la cámara de gas, la cual se debe construir herméticamente para evitar el escape del biogás.



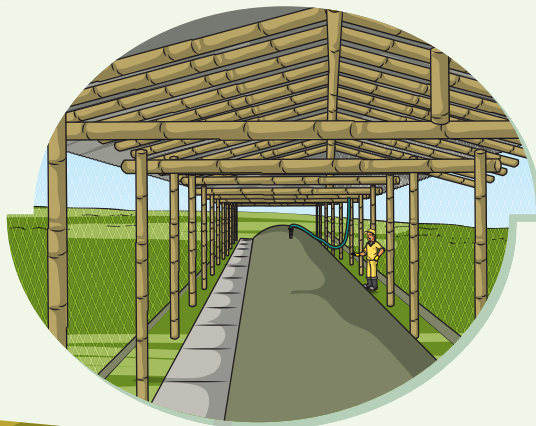
## Biodigestor de cúpula móvil

El biodigestor de cúpula móvil, es de construcción similar al de cúpula fija, pero se diferencia en que la cúpula flota sobre el foso y se mantiene por medio de unas guías; tiene la ventaja que trabaja siempre a presión constante, la desventaja es que al ser metálica la cúpula se corroe y su mantenimiento es más exigente.



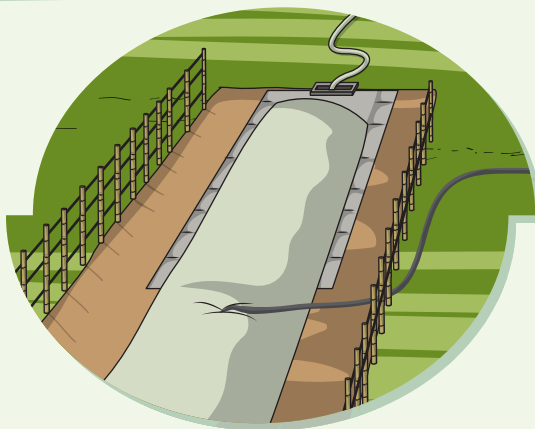
## Biodigestor tipo taiwanés tradicional

Este biodigestor consiste en una bolsa doble de polietileno calibre 8, introducido en una fosa; es de bajo costo y fácil construcción pero requiere una cubierta para proteger el plástico de los rayos solares que deterioran la bolsa y de una malla de cerramiento para evitar el ingreso de animales.



### Biodigestor tipo taiwanés en geomembrana

Su construcción y operación es igual al biodigestor taiwanés tradicional, pero la bolsa está hecha en geomembranas de PVC o de polietileno de alta densidad que no requieren cubierta para su protección; la eficiencia de este tipo de biodigestor es mayor a la del tradicional, ya que permite que la biomasa este a una mayor temperatura.




### Biodigestor tipo canadiense


La construcción de los biodigestores tipo canadiense consiste en una fosa en forma de tronco de pirámide invertido, recubierto con geomembrana y una cúpula también en geomembrana independiente, que es anclada al suelo. Estos biodigestores se prestan para realizar diseños de volúmenes grandes con bajos costos.






**3.2.1. Diseño de biodigestores:** Para hacer un buen diseño de los biodigestores para producir biogás con las porcínazas líquidas se deben de seguir los siguientes pasos:

 Se calcula el volumen diario de producción de excretas en la granja, esto se puede hacer con la **tabla 2** de la cartilla y el número de animales alojados y se le suma la cantidad de agua de lavado y de desperdicio de chupos.

 Si la granja está funcionando, se recomienda medir directamente el volumen de porcínaza generado; la medición se hace durante tres días y se divide entre 3 para obtener el promedio de producción diaria.

 El volumen del biodigestor se calcula mediante la siguiente formula.

$$V_b = (P_p + A_l) \times TRH,$$

**V<sub>b</sub>:** Volumen del biodigestor.

**P<sub>p</sub>:** Producción de excretas al día. (usar la **tabla 2** de la **cartilla 3**)


**A<sub>l</sub>:** Agua de lavado y desperdicio de bebederos al día (se recomienda usar mínimo el doble de la producción de excretas al día)

**TRH:** Tiempo de retención hidráulica.

El **TRH**, depende básicamente de la temperatura de operación, en la **tabla 4** se muestra esta relación.

**Tabla 4. Tiempos de retención hidraulico según la temperatura**

Temperatura de operación, °C	TRH, sugerido para el diseño en días
35	10
30	15
24	20
18	28

 Con el volumen se diseñan las medidas de biodigestor, es importante recalcar que el volumen calculado es el volumen que ocupa la porcínaza, no incluye el volumen del biogás.

Se presenta los planos y las especificaciones para un biodigestor tipo taiwanés de bolsa de **2,5m** de diámetro, también se consiguen comercialmente diámetros de bolsa de **1,25m**, **1,9m** y **3,1m** y en la **tabla 5** se relaciona el volumen de agua del biodigestor con el diámetro y la longitud.

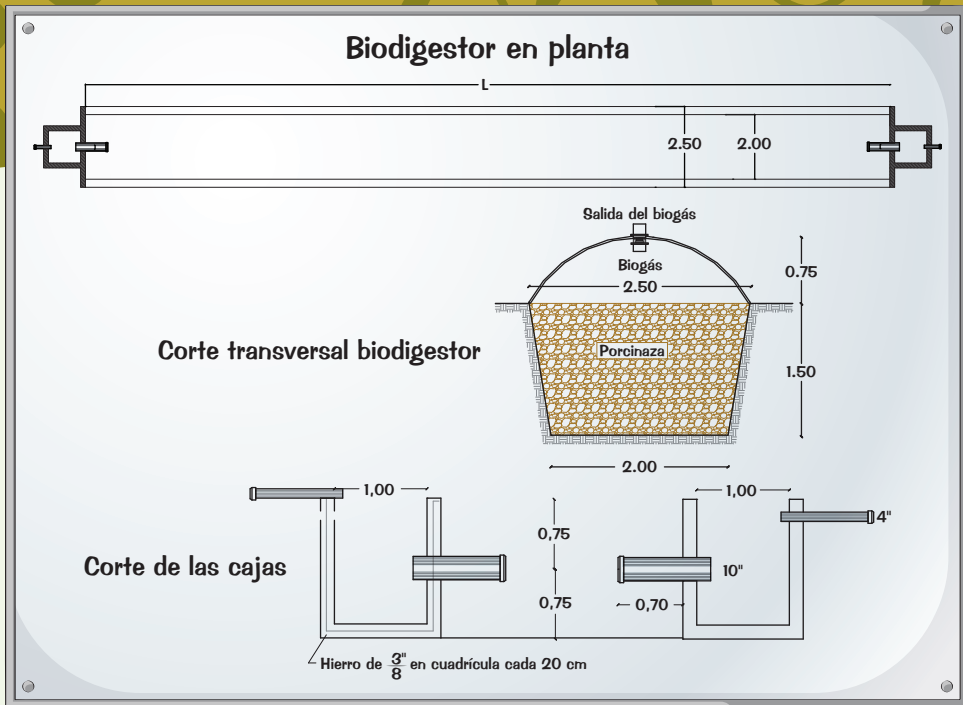


Tabla 5. Volumen de un biodigestor tipo Taiwanes según el ancho de la bolsas y la longitud

Diámetro de la bolsa (m)	Sección (m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
1,25	1,125	2	2,25
1,25	1,125	4	4,50
1,25	1,125	6	6,75
1,25	1,125	8	9,00
1,25	1,125	10	11,25
1,9	1,881	6	11,29
1,9	1,881	10	18,81
1,9	1,881	14	26,33
1,9	1,881	18	33,86
1,9	1,881	22	41,38
2,5	3,375	12	40,50
2,5	3,375	20	67,50
2,5	3,375	30	101,25
2,5	3,375	35	118,13
2,5	3,375	40	135,00
3,1	5,320	15	79,80
3,1	5,320	25	133,00
3,1	5,320	35	186,20
3,1	5,320	45	239,40
3,1	5,320	50	266,00

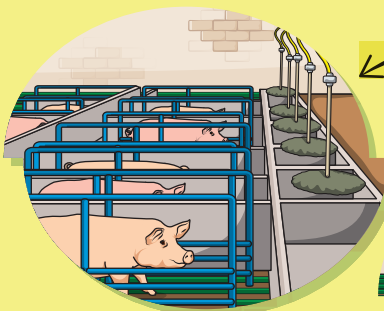
**3.2.2. Usos del biogás:** El biogás se puede usar como combustible para la preparación de alimentos en la finca, la instalación es sencilla y solo se requiere cambiar el quemador de la estufa por una salida de ½" galvanizada.

Preparación de alimentos

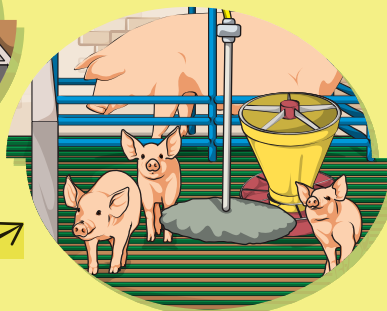


Con el biogás también se pueden calentar los lechones lactantes y los lechones destetos.

Calefacción de lechones

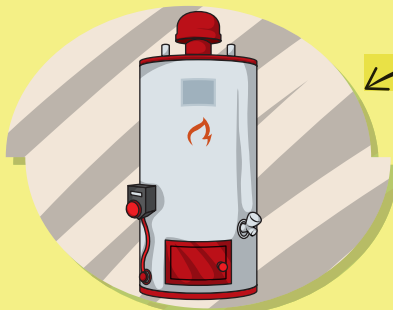


Calefacción de destetos



También se puede calentar agua para las duchas o para calentar placas de calefacción.

Calentador de agua





# Bibliografía

**Asociación Colombiana de Porcicultores (Asoporcicultores – FNP). 2008.**  
**Manejo Ambiental en Granjas Porcícolas.**

---

**Asociación Colombiana de Porcicultores (Asoporcicultores – FNP). 2007.**  
**Manual Básico de Porcicultura.**

---

**Asociación Colombiana de Porcicultores (Asoporcicultores – FNP). 2003.**  
**Valorización del estiércol de cerdo a través de la producción de biogás**

---

**Crites, Tchobanoglous. 2000.**  
**Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Mc Graw-Hill.**

---

**Ministerio del Medio Ambiente, Asociación Colombiana de Porcicultores  
(Asoporcicultores – FNP), SAC. 2002.**  
**Guía Ambiental del Subsector Porcícola.**

---

**Londoño A. , Osorio W. 2007.**  
**Efecto de la Aplicación de Porcinaza en la Fertilidad de Andisoles  
de la Zona Central Cafetera Cultivados Con Café y Plátano.**

---

**Villamil C.M., Duque C.O, Caicedo L.A. 2000.**  
**Sistema de tratamiento para los residuos de la industria porcícola.**  
**Asoporcicultores - FNP, Universidad Nacional de Colombia, Corpoica.**

---

**Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, Asociación Colombiana de Porcicultores - FNP.**  
**Guía Ambiental del Subsector Porcícola. Segunda Edición (en construcción).**

# Porcinaza líquida, el aprovechamiento total de un subproducto

*"Por una porcicultura ambiental"*

Porcinaza líquida



FONDO NACIONAL  
DE LA PORCICULTURA