

**SISTEMA INTEGRAL TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE GRANJA LECHERA MEDIANTE  
LA BIODIGESTION ANAEROBIA EN EL PERU**

**“La obtención de biogás no solo es producción de energía sino también de  
Biofertilizantes”**

Ing. PhD (e) Oliver Campero Rivero<sup>1</sup>  
[oliver.campero@gmail.com](mailto:oliver.campero@gmail.com)

**RESUMEN**

Tecnologías en Desarrollo, en su constante crecimiento tecnológico en Biodigestión anaerobia y la obtención de biogás, está generando su nueva línea de biodigestores de gran capacidad para poder solventar la problemática ambiental en el manejo de residuos en mataderos y granjas de escala mayor, en ese sentido se viene realizando el diseño, aplicación y seguimiento de sistemas de gran capacidad.

Palabras clave: Biodigestión anaerobia. Biogás. Contaminación.

**INTRODUCCIÓN**

Las granjas porcinas, avícolas, bovinas y mataderos generan una gran cantidad de desechos o residuos que son fuentes de alta contaminación, estos están en fase sólida, líquida y gaseosa, generando una gran contaminación al medio ambiente. La prevención y contención de los desechos en estas iniciativas económicas y de los subproductos es una necesidad económica ambiental y de salud pública.

La principal fuente de contaminación se encuentra en las aguas residuales de las granjas, en el caso de análisis la granja lechera, ubicada en la ciudad de Pisco, a 290 km al sud este de Lima, a orillas del mar Peruano.

El manejo adecuado de los residuos sólidos/líquidos de la granja lechera en Pisco, generado por 600 cabezas de ganado vacuno de la raza Hostein (lechero), por medio de acciones sostenibles y acordes al equilibrio ecológico tienen la ventaja de no deteriorar la calidad de vida de la población en la zona circundante, y mas bien el fin ultimo de la implementación de este sistema integral es el de producir Biofertilizantes o bioestimulantes naturales fruto del proceso de biodegradación anaerobia de los estiércoles en cuestión.

Los sistemas de Biodigestión anaerobia semicontinuos tipo flujo piston, contribuyen de manera considerable a mejorar las explotaciones de gran escala, facilitando el control de la

---

<sup>1</sup> Director de Tecnologías en Desarrollo. Tecnologías Alternativas y Medio Ambiente. Bolivia.  
[www.tecnologiasendesarrollo.org](http://www.tecnologiasendesarrollo.org)

contaminación y añadiendo el mismo tiempo valor agregado a los residuos sólidos y líquidos del ganado bovino, mediante la producción de Biogás, y la mejora del valor como nutriente del efluente utilizado como biofertilizante, este último será comercializado en volúmenes de 10 a 20 m<sup>3</sup>/día.

## **CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA**

El sistema integral consta de un sistema de predigestión y separación de sólidos de 30m<sup>3</sup>, este sistema pretende, generar un proceso de separación de sólidos y líquidos, realizando un sistema de distribución hacia por un lado los biodigestores y otro hacia el tratamiento de aguas.

Consta de dos biodigestores con una capacidad de 100m<sup>3</sup>, el biodigestor 1 y de 100m<sup>3</sup> el biodigestor 2, fabricados de Geomembranas de PVC de 1.00 mm de espesor, el tipo HDPE. (ver diseño esquemático)

El sistema usado en esta oportunidad es el tipo flexible, en base a material polietileno PVC que la empresa Peruana a proveído e instalado en los predios de la granja en Pisco. Este tipo de biodigestores en Bolivia han sido difundidos ampliamente, estos sistemas van desde familiares (18m<sup>3</sup>) a industriales (300m<sup>3</sup>), el uso de este tipo de biodigestores esta en base a polietileno tubular vale decir en manga, de manera que los biodigestores son herméticamente sellados (de fabrica); El caso de la Granja en Pisco la empresa que realiza la venta del material ha preferido realizar este trabajo en base al plegado de 2 piezas una superior y una inferior, vale decir en forma de manta una arriba y otra abajo en base a un termosellado, que deberá cumplir con el principio de hermeticidad de un biodigestor, dando las condiciones de temperatura interna y aislamiento con relación al exterior.

Este tipo de biodigestor se produce a partir de la fabricación de laminados flexibles de PVC, con estructura de poliéster. Es de color interior negra con aditivos para proporcionar una mayor resistencia al ataque de las bacterias y una cara exterior, de color gris, que tiene aditivos que le aportan mayor resistencia a los rayos U.V.

El tipo de flujo de los biodigestores permite que cada porción del residuo que ingresa por un extremo cumpla el tiempo de residencia necesario dentro del biodigestor antes de salir por el otro extremo, bien alejado del inicio. Así se proporciona una mayor eficiencia de conversión de la materia orgánica por las bacterias.

La tecnología del BIOGAS se esta aplicando con una lógica de difusión masiva de sistemas que mitigen los efectos negativos al medio ambiente, de la producción agropecuaria con sus inconvenientes en:

- a) Malos Olores y las consecuencias con molestias a los vecinos.
- b) Contaminación de Gases de efecto Invernadero (metano)
- c) Sanidad Animal
- d) Disminución en la productividad
- e) Aumento de las potenciales enfermedades zoonoticas
- f) Aumento de la contaminación hídrica y de embalses de agua
  - Incorporando conceptos de eficiencia energética y en consumo de agua
  - Diseminando una tecnología acorde a las necesidades actuales, de fuentes de energía limpia y barata.
  - Generando una matriz energética diversificada dentro la unidad productiva, por un lado energía tradicional de red, pero por otro la incorporación de la energía renovable como fuente que coadyuve a la solventar la necesidad energética.

Con la implementación de este tipo de sistemas estamos logrando consolidar aun mas nuestra meta, de incorporar la tecnología de la Biodigestión anaerobia en todos los ámbitos donde se genere residuos orgánicos.

Como resultado de la fermentación de los residuos se obtiene un lodo con alta calidad fertilizante, este es separado en dos componentes BIOL (90%) y BIOSOL (10%).

El biol es la fracción líquida con las siguientes características:

Componente	Dato bibliográfico	Rango Obtenido Granja Lechera Pisco	Observaciones
pH	6,5 a 7,2	6,93	Optimo
Materia Seca	4,18 g/l	5,16	Optimo
Nitrógeno Total	2,63 a 2,7 g/l	4,93	Excelente
Fósforo	0,43 a 1 g/l	0,83	Excelente
Potasio	2,3 a 2,8 g/l	4,36	Excelente
Calcio	1,05 g/l	0,944	Optimo
Magnesio	0,38 g/l	0,78	Optimo
Sodio	0,404 g/l	0,36	Ligeramente bajo
Azufre	0,3mg/l	No se tiene dato	No es necesario
Aluminio	0,04mg/l	No se tiene dato	No es necesario
Boro	0,56mg/l	0,714	Optimo
Zinc	0,05 mg/l	0,124	Ligeramente alto

Fuente: Tecaltema, 2010

Es importante recalcar que la composición del biol depende mucho del tipo de residuos que entran al biodigestor, se puede afirmar que el biol es único para cada caso pero que puede estar en un rango de diferencia del 20%. Es también importante el tipo de alimentación que se da al ganado y del tipo de agua que se introduzca en la mezcla de la carga diaria, de manera que los sistemas de biodigestión tienen a tener una variación en los componentes de biol, mas sin embargo es importante recalcar que la validación de la biofertilización se debe hacer en campo mediante la validación en diferentes cultivos, para poder validar la calidad de biofertilización, como es el caso en Bolivia que para que un determinado biofertilizante se pueda comercializar es necesario realizar pruebas de campo en diferentes rotaciones de cultivos, para validar su potencial de fertilización y bioestimulación.

Los parámetros obtenidos en la muestra de la granja Pisco, están en adecuadas condiciones, desde el punto de vista de las experiencias obtenidas en Bolivia.

El uso de biol es principalmente como promotor y fortalecedor del crecimiento de la planta, raíces y frutos, gracias a la producción de hormonas vegetales de crecimiento, las cuales son desechos del metabolismo de las bacterias típicas de este tipo de fermentación anaeróbica (que no presentan en el proceso de compostaje), estos beneficios hacen que se requiera menor cantidad de fertilizante mineral u otro que se emplee en el cultivo.

En el biol están presentes las giberelinas, el Acido indol acético, las purinas y las citoquininas, en especial son estas hormonas vegetales que se definen como fitoreguladores del desarrollo producidas por las plantas, es importante mencionar que el BIOL cualquiera sea su procedencia u origen genera estas fitohormonas, generando un potencial grande para la agricultura Orgánica, abaratando costos y mejorando la productividad y calidad de los cultivos.

Componentes	Cantidad
Acido Indol Acetico (ng/g)	9,2
Giberelinas (ng/g)	8,1
Purinas (ng/g)	9,8
Tiamina (Vitamina B1 en ng/g)	228,0
Acido Folico (ng/g)	7,1
Acido Pantotenico (ng/g)	140,0
Triptofano (ng/g)	28,7
Cianocobalamina (Vit B12 en ng/g)	4,6
Piridoxina (vitamina B6 en ng/g)	8,0

La aplicación del Biol depende de la especie o variedad del cultivo, pero en general su aplicación puede ser por riego de gravedad, riego tecnificado (es mejor el uso por esta vía), o por aspersión a la parte foliar 2 a 5 veces durante el ciclo del cultivo.

Hay cinco grupos hormonales principales; adeninas, Purinas, Auxinas, Giberelinas y Citoquininas, Todas estas estimulan la formación de nuevas raíces y su fortalecimiento. También inducen la floración, tienen acción fructificante, estimulando el crecimiento de tallos, hojas y otros.

Es también importante mencionar que el biol al contar con fitohormonas genera procesos de mejora en la preparación de la semilla, ya sea de tubérculos, gramíneas, tallos u otros a los cuales se quiera inducir a una más rápida y mejor generación radicular, del cultivo.

## MEJORAS DEL CULTIVO CON EL USO DE BIOL

1. Permite un mejor intercambio catiónico en el suelo, ampliando la disponibilidad de nutrientes, ayudando a mantener la humedad del suelo y la creación de un microclima para las plantas.
2. Se puede usar como fertilizante líquido para la aspersión o rociado directo al cultivo, (evitando la aspersión en época de floración y de cosecha final).
3. Aplicación en el riego por gravedad, y mejor por riego tecnificado
4. El Biol es una fuente orgánica de fitoreguladores en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas, estimulando el desarrollo de las plantas, generando mayor enraizamiento, acción sobre el follaje, mejora la floración, activando el vigor y poder germinativo de las semillas.
5. Pruebas en campo muestran que el uso de biol genera una mejora cuantitativa del 15 a 25% mejor en el rendimiento del cultivo, a otros utilizando solo fertilizantes de origen químico.

### Variación en el poder fertilizante del biol y de estiércol de ganado sin tratamiento

Sustrato	Materia seca	Materia seca Orgánica	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
Estiércol	6,6	80	6,2	2,7	4,3	0,9
Biol/Biosol	4 a 5	55 a 65	8,6	4,1	7,3	0,4

(Valores expresados en % en peso de materia seca)

## CONCLUSIONES

- La calidad del biol obtenido en la granja de Pisco esta en adecuadas condiciones de acuerdo a lo obtenido a nivel de bibliografía y de resultados obtenidos en Bolivia, es importante la validación del poder fertilizante a través de pruebas de campo, como sugiere la legislación Boliviana.
- La calidad del Biol depende de las materias a ser fermentadas en nuestro caso el estiércol de ganado vacuno, permite valores adecuado de producción de bioestimulantes y biofertilizantes, sería ideal en el caso de Perú incluir en los procesos de degradación residuos de cosecha molidos o triturados de manera que la co-digestión de productos es la ideal en los procesos de biodigestión anaerobia, o el suero de leche (La leche es fuente de proteínas y ácidos lácticos que crea las condiciones iniciales para que los microorganismos empiecen a descomponer todos los elementos).
- Gracias al proceso bioquímico de las bacterias se forman las hormonas vegetales de crecimiento que son muy útiles para el crecimiento de los cultivos.
- En general el biol de la granja lechera en Perú muestra excelentes cualidades como abonos, importante recalcar que independientemente de su origen, todos los bioles tienen mejor disponibilidad de los nutrientes, retención de humedad del suelo, mayor poder de absorción por la planta.

- El biol cualquiera sea su origen (materia prima en descomposición) cuenta con fitohormonas por lo que encuentra un lugar importante dentro la práctica agronómica, y que abarata costos mejorando la productividad y la calidad de los cultivos.
- Se incrementa el nitrógeno total, mejorando de esta manera la calidad del fertilizante del nitrógeno, mejor disponibilidad y absorción por parte del sistema radicular; importante al momento de compararlo con el estiércol fresco o compost.
- En relación al fósforo calcio, potasio, magnesio; las variaciones de las cantidades entrantes y las salientes (BIOL) son bajas, siendo el Nitrógeno y el fósforo aumentan la disponibilidad del mismo, el calcio, potasio y magnesio los cambios son mínimos, en relación al azufre este se reduce bastante pues este se elimina a través del biogás.
- Otra importante variable es la eliminación de patógenos en el proceso de fermentación anaerobia a altas temperaturas, dato que en el caso de pisco es irrelevante pues no se está utilizando desechos humanos como parte del sustrato a descomponer, es solo de origen animal.

**Cantidades de Dosificación:**

Papa: 300 lt de biol/ha en 3 aplicaciones foliares en una dilución de 50%

Algodón; 160 lt de biol/ha 4 aplicaciones foliares a una dilución de 20%.

Uva; 320 lt de biol/ha en 4 aplicaciones en una dilución de 20%.

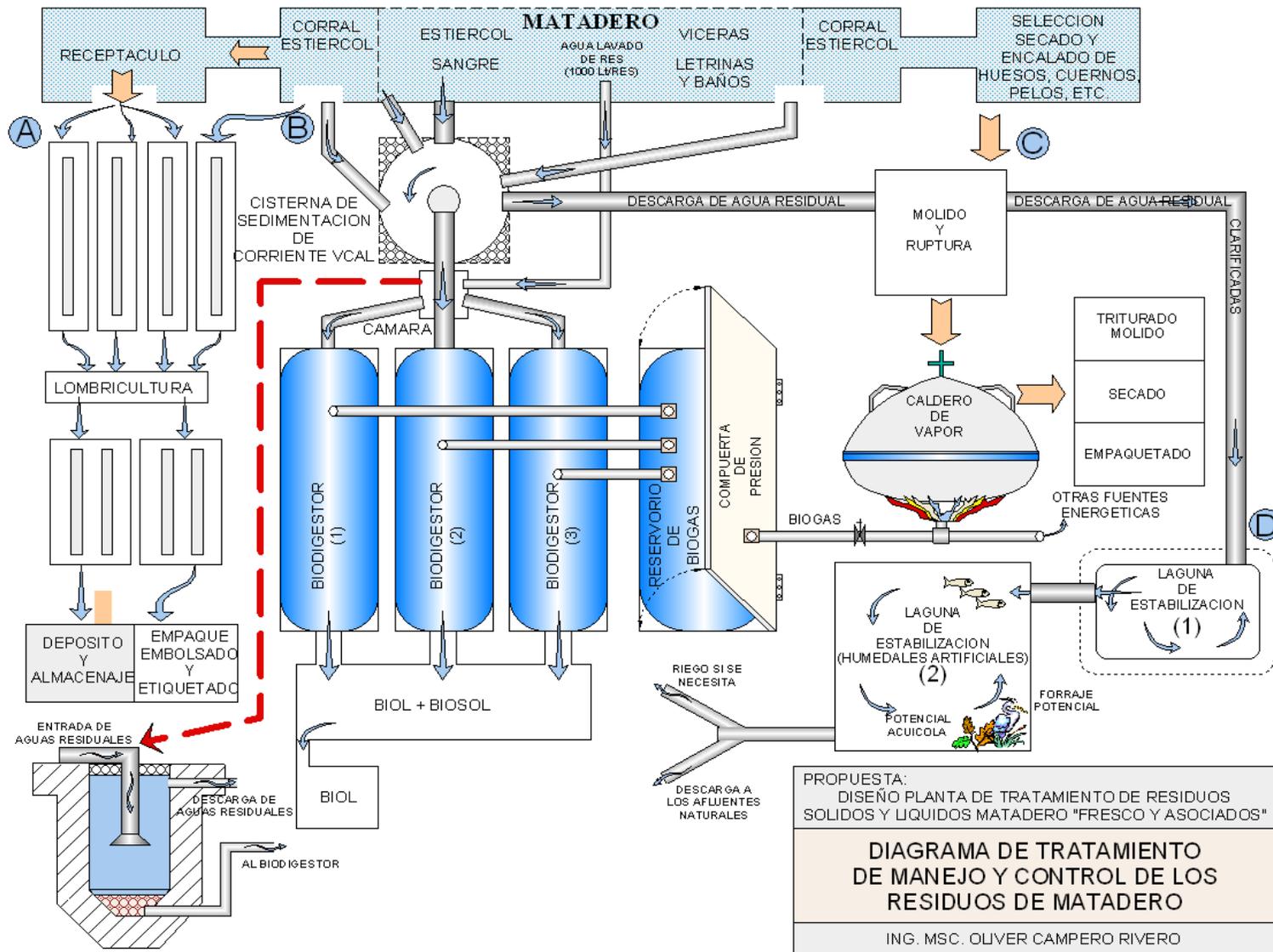
Maíz; 160 lt de biol/ha en 4 aplicaciones en dilución de 20%.

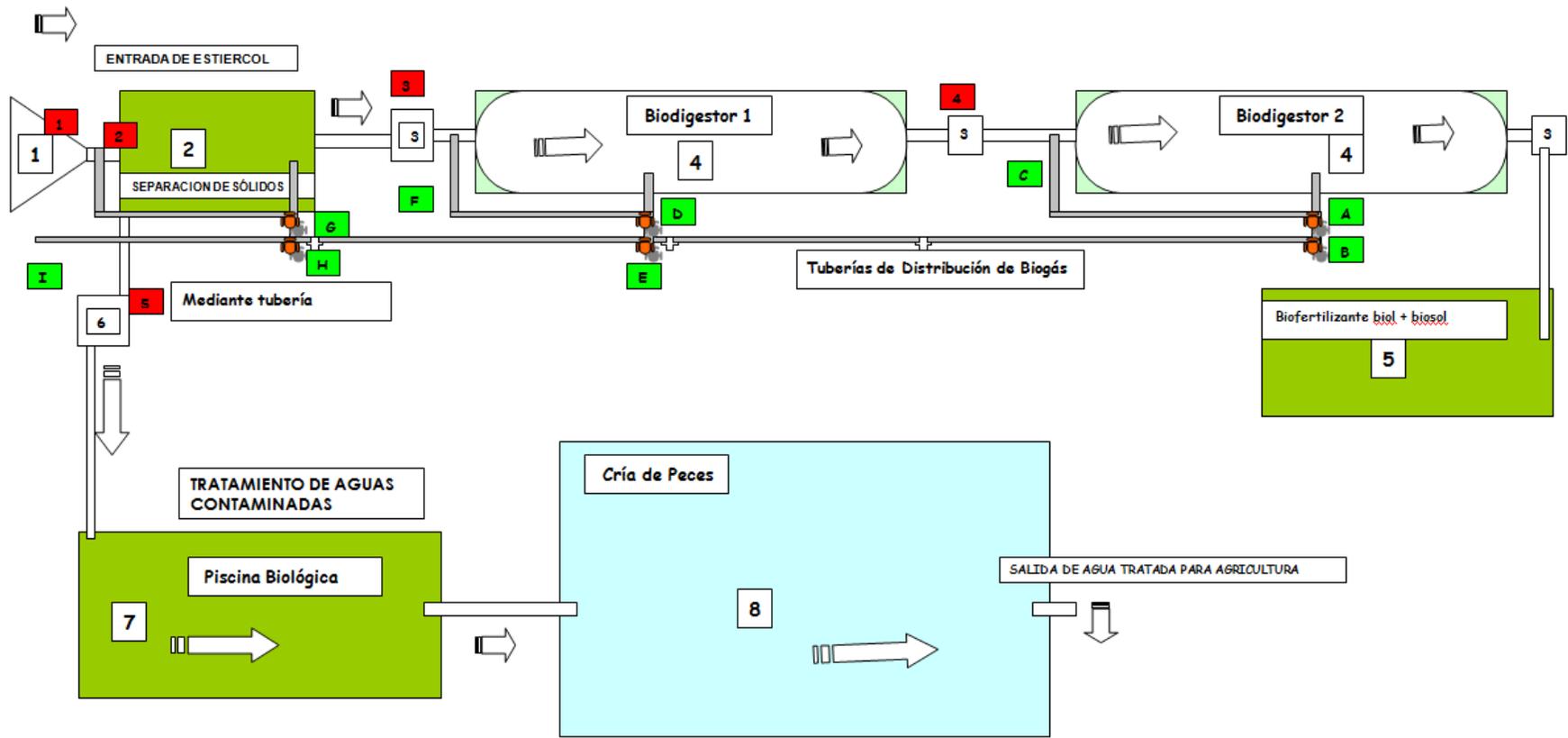
Espárrago: 320 lt de biol/ha en 4 aplicaciones, en una dilución de 20%.

Fresa: 480 lt de Biol/ha en 12 diluciones (cada una durante los 3 primeros meses) en dilución de 20%.



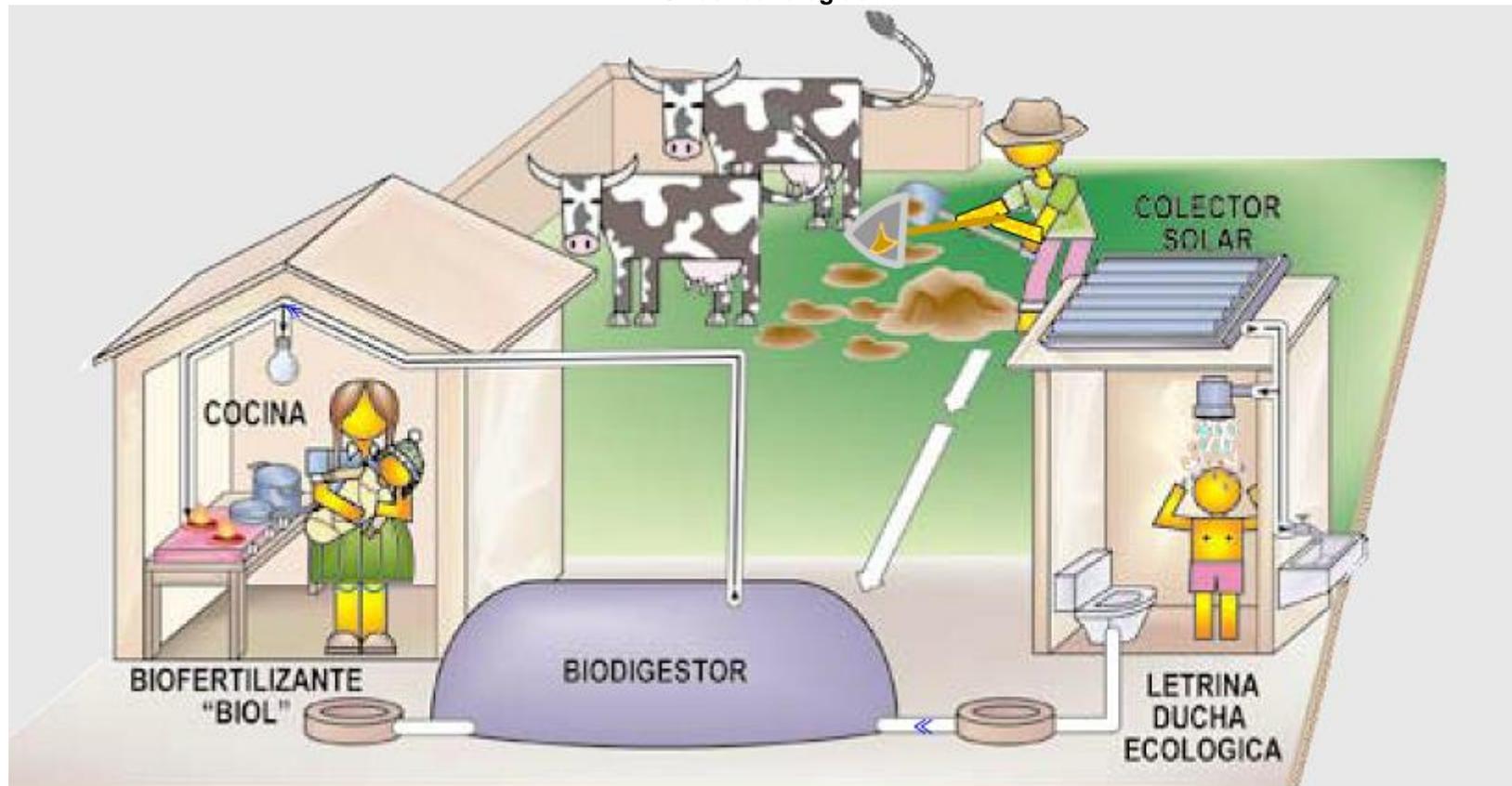






DISEÑO ESQUEMATICO GRANJA "Pisco, Perú" Ing. PhD.(e) Oliver Campero

### Otras tecnologías



Fuente: <http://www.tecnologiasendesarrollo.org/>