



## Transferencia de un sistema de biodigestión anaerobia en la comunidad Kichwa de Galte, Chimborazo

### Anaerobic digestion technology at Galte, a Kichwa community of Chimborazo

Rommel Valdez <sup>(\*)</sup>, Petronio Gavilanes <sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup>Carrera de Ingeniería en Biotecnología - Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador.

<sup>(\*)</sup> ravaldez@espe.edu.ec

#### Resumen

En la comunidad Kichwa de Galte, cantón Guamote, provincia de Chimborazo se diseñó, construyó e implementó un biorreactor tubular anaerobio continuo, a escala industrial, a fin de obtener biol y biogás para uso de la comunidad. Una vez que concluyeron los primeros encuentros con la comunidad, donde además de construir más de 20 biorreactores piloto con los diferentes actores, se levantó la información necesaria para diseñar un biodigestor de un volumen de 11m<sup>3</sup>, con un tiempo de retención de 75 días – a 10 °C promedio – alimentado con una carga hidráulica diaria de 23 kg de materia orgánica disuelto en 88 litros de agua, que producirá, por cada día de funcionamiento, 100 litros de biol – fertilizante orgánico multipotente, con mejores características que otros abonos orgánicos y sintéticos – y 3 horas de biogás – combustible eficiente alternativa a la energía fósil; el cual fue construido en conjunto con los diversos actores comunales, a fin de acoplar todos los elementos necesarios para su funcionamiento. Por último, se implementó la tecnología en la comunidad, con la intervención de la Unidad Educativa “Nación Puruhá”. Además, se entregó manuales de uso y un análisis químico del fertilizante, a fin de dinamizar, adecuadamente, las formas de dar mantenimiento y correcto funcionamiento al biorreactor, dando prioridad a la meta general del proyecto: el apoderamiento por parte de la comunidad. Esto permitió dotar a los beneficiarios de una herramienta que ayude a contrarrestar, preliminarmente, los efectos negativos que aparecieron a partir de la revolución verde, en los 70s y que continúen hasta la actualidad.

**Palabras clave:** biorreactor, anaerobio, biol, biogás, revolución verde.

#### Abstract

Inside the Kichwa community of Galte, which lies in the province of Chimborazo, Ecuador, an industrial-scale tubular anaerobic continuous bioreactor was designed, built, and implemented. This bioreactor creates the end products biol and biogas, which are then available for use by the community. The design was carried out after preliminary meetings, in which community members participated in workshops in order to gain a basic understanding of biotechnology through the building of more than 20 pilot bioreactors. These workshops provided the information necessary in order for community members to participate in the construction of a bioreactor. The bioreactor has a volume of 11m<sup>3</sup>, a retention time of 75 days – with an average 10°C – fed by a hydraulic loading per day of 23 kg of organic matter dissolved in 88 liters of water. It generates 100 liters of high-potential biological organic fertilizer, biol, that presents better characteristics than other organic and synthetic fertilizers and 3 hours of fuel-efficient biogas—an alternative to fossil energy—for each day of operation. Finally, the technology was implemented inside the community assisted by Education Unit “Nación Puruhá”, which distributed through manuals and a fertilizer’s chemical analysis which helped in the maintenance and operation of the bioreactor, fortifying the overarching goal of the project: the empowerment of the community. This provided a tool for the community members that helped them preliminarily counteract the negative effects that appeared after the green revolution in the 70’s and continue on in the present.

**Key words:** bioreactor, anaerobic, biol, biogas, green revolution.

Recibido 15-04-2016  
Aceptado 18-10-2016



## 1 Introducción

La realidad actual, plagada de problemas por resolver, invita a participar en la construcción social, llamado que involucra a diversos actores; los mismos que puedan generar mecanismos que ayudan a enfrentar los problemas del sistema capitalista que se acarrean desde la revolución industrial, pasando por la revolución verde de los años 60's y que han derivado en el cambio climático (Shiva, 2014). Es así, que han surgido iniciativas tecnológicas alternativas en el campo agrícola, apoyadas por campesinos agroecológicos y desde otros sectores que han logrado dotar de autonomía en esta actividad (Altieri, 1999).

Para el caso específico de este estudio el beneficiario es la comunidad Kichwa de Galte, la misma que se ubica en el cantón Guamote, de la provincia de Chimborazo, sobre los 3000 msnm., en una zona de páramo, conocido como el desierto de Palmira. Es una comunidad agrícola, productora de maíz, papa, chocho, haba, lenteja, y una decena más de especies, y en menor media pecuaria, con animales pequeños como: cuyes, chanchos, ovejas, y también ganado bovino. Los residuos generados de la actividad agropecuaria serán los que se tratarán mediante la biodigestión.

Debido a esto se propuso, inicialmente por medio del mecanismo de proyectos de vinculación con la sociedad, oportunidades que estimulen el desarrollo agrícola, de las comunidades fronterizas (Guerrero, 2010), mediante la transferencia de biotecnologías como lo son los sistemas de biodigestión anaerobia para el tratamiento de los residuos orgánicos. Esta herramienta fue diseñada para la producción de dos elementos resultado de la reacción biológica en ausencia de oxígeno: en la fase líquida un fertilizante y/o pesticida orgánico, que presenta varios macro y micro elementos así como fitoreguladores, más conocido como biol; y en la fase gaseosa un combustible eficiente y renovable, compuesto especialmente por metano y anhídrido carbónico, denominado biogás.

## 2 Materiales y métodos

Alrededor de 18 meses tomó transferir, durante 4 fases distintas de trabajo, esta tecnología hacia la comunidad de Galte.

En principio el pilotaje consistió en primeros encuentros con la comunidad, con varios talleres sobre biodigestión anaerobia y energías renovables. En esta

fase se construyeron también más de 20 biorreactores a escala piloto, con la participación de alrededor de 50 personas, entre comuneros, estudiantes y docentes de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Nación Puruhá”. Los beneficiarios además proporcionaron de ciertas plantas y elementos orgánicos de la localidad, con cualidades y propiedades agrícolas, como el marco (*Ambrosia arborescens*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), suero de leche, entre otros elementos, lo que evidenció la factibilidad de acoplar diferentes sistemas de conocimientos agrícolas en uno solo.

Para la segunda etapa, se diseñó el sistema de biodigestión, se levantó la información necesaria mediante entrevistas y encuestas, para el dimensionamiento de la biotecnología, la cual está en función de la disponibilidad de agua y de materia orgánica, así como también de las condiciones meteorológicas y geográficas.

La siguiente fase fue la construcción donde se requirieron de ciertos elementos, como la zanja o el biodigestor, *per se*. Los materiales necesarios para esta fase fueron el rollo de polietileno tubular, los distintos tubos de PVC, para la entrada y salida de la fase líquida, y otros elementos para el control de la presión y la eliminación de malos olores en el sistema de gas. Para este fin intervino la comunidad de Galte, con su fuerza de trabajo así como también con ciertos materiales, y la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, con la dirección técnica, y otros elementos faltantes.

Finalmente, y luego de 30 días de haber empezado el proceso, se acopló el sistema de combustión y almacenamiento del gas debido a que la cinética bacteriana otorga de un tiempo hasta que empieza la producción del metano, el gas combustible. Así también se proporcionaron 2 manuales, uno para el uso del sistema de biodigestión y otro para la aplicación del biol producido sobre los cultivos, a fin de que los resultados esperados puedan convalidarse de mejor manera. Posterior a esto se llevó a cabo un análisis químico del fertilizante producido, a fin de tener una evidencia técnica de las potencialidades de este producto.

## 3 Resultados

Como resultado del diseño efectuado con la información pertinente recopilada se planteó un biodigestor anaerobio, tubular y continuo, de 11 m<sup>3</sup> de volumen, con un tiempo de retención (lapso necesario para convertir la materia orgánica en los productos deseados) de 75 días, a 10 °C promedio de operación,

alimentado con una carga hidráulica diaria de 23 kg de materia orgánica disuelto en 88 litros de agua.

Desde su construcción en noviembre de 2015, el sistema ha producido diariamente 100 litros de biol, fertilizante orgánico multipotente, y 3 horas de biogás, combustible eficiente, alternativa a la energía fósil. Este sistema diseñado funciona como se puede observar en la figura 1.

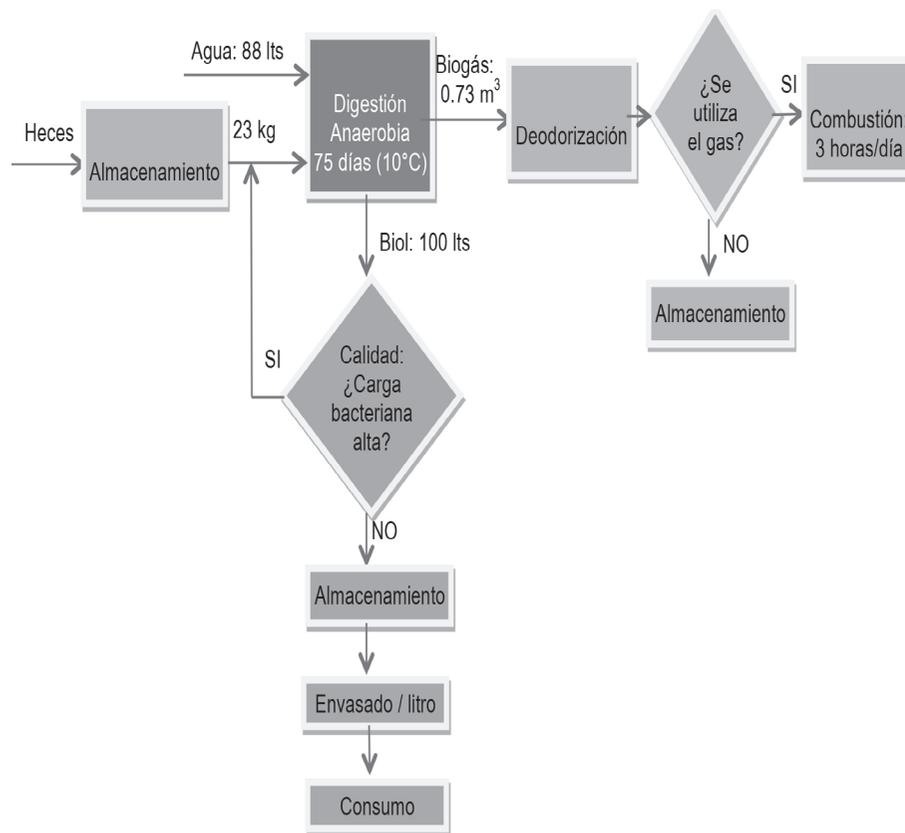


Figura 1. Diagrama de Flujo del sistema de biodigestión instalado en la comunidad de Galte. Valdez y Gavilanes (2016)

En el análisis químico del biol (Tabla 1), se evidenció de las mayores concentraciones de macronutrientes: nitrógeno y fósforo, así como de altas concentraciones de otros microelementos como magnesio en comparación a otro tipos de fertilizantes químicos y orgánicos demostrando tener un mejor efecto en el fortalecimiento vegetal (López et al., 2001). Incluso muestra ventajas sobre los fertilizantes sintéticos, ya que estos no aportan con una gama amplia de macro o micronutrientes. A más de esto el biol posee fitoreguladores que potencian inmunológicamente a las plantas, aún en condiciones meteorológicas desfavorables como heladas en zonas andinas (Marti, 2008).

Tabla 1

Composición química del biol y composición típica de otros abonos orgánicos y sintéticos, por (adaptación de varias fuentes), Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación – México (SAGARPA)\*.

Internacional Plat Nutrition Institute (IPNI)\*\* (2016)

Parámetro analizado	%p/p	Abonos orgánicos				Abonos sintéticos		
		Biol	Compost*	Gallinaza*	Bocashi *	Fosfo-sulfato amonio**	Urea**	Fosfato diamónico DAP**
Nitrógeno	NT	6	2.1	3.7	1	16	46	16
Potasio	K <sub>2</sub> O	1	1.6	1.9	0.4	--	--	--
Fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5	1.1	1.8	0.3	20	--	46
Calcio	CaO	2	6.5	5.6	2.2	--	--	--
Magnesio	MgO	2	0.6	0.7	0.2	--	--	--
Zinc (ppm)	Zn	3	2	5	s/d	--	--	--

### Conclusiones

Bajo esta premisa se logró transferir, por medio de la biotecnología en mención, en la fase de pilotaje con más de 20 biorreactores y en la industrial, con



un biodigestor anaeróbico tubular continuo, dos productos a la comunidad de Galte: *biol* – 100 litros/día de un excelente fertilizante orgánico, superior a otros abonos orgánicos y sintéticos – y *biogás* – 3 horas/día de un combustible renovable – que buscan potenciar la actividad agrícola, mediante el uso de residuos orgánicos, vegetales o animales, que desde la revolución verde fueron separados de este proceso.

Esto ha permitido estimular procesos eficientes de soberanía agrícola, alimentaria y energética para la comunidad de Galte, guardando el enfoque de la meta general del proyecto: el *empoderamiento* del uso y manejo la biotecnología, en este caso el sistema de biodigestión anaerobia

A más de esto se hace preciso mencionar la potencialidad que brindan los proyectos de vinculación con la colectividad, los cuales permitan devolver a la sociedad todo lo que la academia crea e innova para el bienestar social, siempre y cuando este se lo realice mediante un diálogo de las partes involucradas a fin que sean todos los actores beneficiarios de este proceso.

## Referencias

- Altieri, M. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*, Montevideo.: Nordan, Comunidad.
- Guerrero, P. (2010). *Corazonar desde las sabidurías insurgentes, para combatir la colonialidad del poder, del saber y del ser. Corazonar* (pp. 21-69), Quito.: Abya Yala,

Marti Herrero, J. (2008). *Biodigestores Familiares: Guía de diseño y manual de Instalación*, GTZ-Energía. Bolivia.

López, M. Díaz, E. Martínez, R. Valdez, C. (2001). *Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz*, Terra, 19 (4): (pp. 239-299), México.

Shiva, V. (16/04/2014). *La revolución verde, con sus transgénicos y pesticidas, “es un modelo productivo basado en la guerra”, denuncia la activista Vandana Shiva*. México: La Jornada de Oriente. Recuperado el 16 de marzo de 2016 en <http://www.lajornadadeorientemexico.com.mx/2014/04/16/la-revolucion-verde-con-sus-transgenicos-y-pesticidas-es-un-modelo-productivo-basado-en-la-guerra-denuncia-la-activista-vandana-shiva/>

Trinidad, A. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación – SAGARPA, *Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA): Abonos Orgánicos*, México. Recuperado el 5 de abril de 2016 en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>

Internacional Plant Nutrition Institute – IPNI, Principales productos fertilizantes comerciales y su concentración de nutrientes. Recuperado el 15 de junio de 2016 en: [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/5A8E976F711F943806256B8400636B23/\\$file/PRINCIPALES+PRODUCTOS+FERTILIZANTES+COMERCIALES+Y+SU+CONCENTRACION+DE+NUTRIENTES.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/5A8E976F711F943806256B8400636B23/$file/PRINCIPALES+PRODUCTOS+FERTILIZANTES+COMERCIALES+Y+SU+CONCENTRACION+DE+NUTRIENTES.pdf)