

## Aporte de tecnologías limpias y sostenibles, en el desarrollo de las Cooperativas Agropecuarias



### Contribution of clean and sustainable technologies, in the development of the Cooperative Agricultural

*Revista de Cooperativismo y Desarrollo  
Año 2016, Volumen 4, número 1*

**Félix Ponce Ceballos<sup>1</sup>, Felipe Ponce Ceballos<sup>2</sup>, Antero Ramos Galvez<sup>3</sup>, Luis Días Crespos<sup>4</sup>, Virgilio Valles Capote<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Técnicas. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Correo electrónico: [felixpc@upr.edu.cu](mailto:felixpc@upr.edu.cu)

<sup>2</sup>Centro de Estudio y Desarrollo del Cooperativismo. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Correo electrónico: [pdp.pri@cinet.cu](mailto:pdp.pri@cinet.cu)

<sup>3</sup>Máster en Dirección Empresarial, Colaborador del Centro de Estudio y Desarrollo del Cooperativismo y del Grupo Gestor de Cooperativas del Consejo de la Administración de Pinar del Río. Coordinador Grupo Biogás, Gobierno Provincial. Correo electrónico: [forum@gobpr.co.cu](mailto:forum@gobpr.co.cu)

<sup>4</sup>Máster en Ciencias Agrícolas. Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Correo electrónico: [felixpc@upr.edu.cu](mailto:felixpc@upr.edu.cu)

<sup>5</sup>Máster en Ciencias Técnicas. Gobierno del Municipio de Los Palacios. Correo electrónico: [ome0109@pr.onei.cu](mailto:ome0109@pr.onei.cu)

#### RESUMEN

Este estudio se desarrolla en cooperativas del municipio Los Palacios, provincia de Pinar del Río, Cuba y se basa en el incremento de la producción de carne de cerdos del Programa Alimentario, empleando tecnología limpia con el objetivo de disminuir el impacto contaminante al suelo, el agua y la atmósfera del entorno al usar los residuales en sustitución de los combustibles fósiles, la leña, y los efluentes líquidos y sólidos como fertilizantes de alta calidad, sin químicos y regeneradores de los suelos, lo que contribuye con la sostenibilidad de esta zona, apoyada por la implementación de un sistema de educación cooperativa y ambiental que garantice que el objetivo planteado perdure y se fortalezca en el tiempo. Los resultados indican que los cooperativistas producen una media de 270 toneladas por año de carne de

#### ABSTRACT

This study is developed in cooperative of the municipality The Palaces, county of Pinegrove of the River, Cuba and it is based on the increment of the production of meat of pigs of the Alimentary Program, using clean technology with the objective of diminishing the polluting impact to the floor, the water and the atmosphere from the environment when using the residual ones in substitution of the fossil fuels, the firewood, and the liquid efluentes and solids as fertilizers of high quality, without chemical and regenerators of the floors, what contributes with the sostenibilidad of this area, supported by the implementation of a system of cooperative and environmental education that guarantees that the outlined objective lasts and strengthen in the time. The results indicate that the

cerdo para el programa alimentario, 1 013 toneladas por año de excretas descontaminadas; 60 750 m<sup>3</sup> por año de biogás con un poder energético equivalente a 97 200 Kwh por año, empleándose para cocinar en sustitución de la electricidad y 6,5 toneladas de leña empleada en la cocción de alimentos para cerdos. También contribuye a la economía de cada familia en \$1 700 pesos por año y a la economía nacional le reporta un beneficio de \$16 524 USD por no generación de electricidad con combustible fósil. También un efecto ambiental positivo al dejarse de emitir 1 545 t.CO<sub>2eq</sub> por año a la atmósfera. Se organizaron como resultado de esta investigación tres aulas de capacitación y entrenamiento a las comunidades del municipio para trabajar la temática del manejo de recursos renovables y cuidados del medioambiente.

**Palabras clave:** cooperativas, tecnología limpia, medio ambiente.

---

cooperativistas produce a stocking of 270 tons for year of pig meat for the alimentary program, 1 013 tons per year of you excrete descontaminadas; 60 750 m<sup>3</sup> for year of biogás with an equivalent energy power to 97 200 Kwh per year, using stops to cook in substitution of the electricity and 6,5 tons of firewood used in the cooking of foods for pigs. It also contributes to the economy of each family in \$1 700 pesos per year and to the national economy it reports him a benefit of \$16 524 USD for not electricity generation with fossil fuel. Also a positive environmental effect when being stopped to emit 1 545 t.CO<sub>2eq</sub> per year to the atmosphere. They were organized as a result of this investigation three training classrooms and training to the communities of the municipality to work the thematic of the handling of renewable resources and cares of the medio ambiente.

**Key words:** cooperative, clean technology, environment.

---

## INTRODUCCIÓN

La agricultura familiar organizada en cooperativas es la forma más apropiada para el incremento de la producción de alimentos del campo y la protección del medioambiente. Es precisamente en este contexto donde existen mayores posibilidades para aplicar las fuentes renovables de energía, integradas con los principios de la Agricultura Sustentable, ya que de esta forma se cierra el ciclo de las diferentes producciones en una verdadera armonía con la naturaleza.

En las Cooperativas de Créditos y Servicios Fortalecidas (CCSF) «Enrique Troncoso y Niceto Pérez» del municipio de Los Palacios, se desarrolla un fuerte movimiento para producir carne de cerdo para apoyar el Programa Alimentario de la zona. Como los residuales porcinos son altamente contaminantes del agua, suelo y plantas que pueden afectar a personas,

animales, así como las emisiones de metano, dióxido de carbono y otros contaminantes atmosféricos que contribuyen fuertemente al calentamiento global del planeta, es que se introduce paulatinamente el empleo de la tecnología limpia de procesamiento de los residuales empleando biodigestores anaeróbicos para producir biogás y fertilizantes orgánicos de alta calidad biológica. La introducción de dicha tecnología encuentra obstáculos relacionados con el conocimiento de los productores acerca de la explotación de las potencialidades del uso del biogás y sus efluentes, así como del efecto beneficioso sobre el entorno ambiental que sus instalaciones generan.

El problema que sustenta esta investigación radica en: Insuficientes conocimientos en las Cooperativas de Créditos y Servicios Fortalecidas (CCSF)

«Enrique Troncoso y Niceto Pérez» del municipio de Los Palacios, para la explotación, el aprovechamiento y valoración del aporte a la sostenibilidad económica, energética, medio ambiental y social, que resultan del procesamiento de los residuales porcinos de los productores locales en sustitución de combustibles fósiles, para disminuir los impactos contaminantes al suelo, al agua y a la atmósfera, así como integrar todos los efluentes de los biodigestores en un ciclo cerrado e integrado con las tecnologías de la producción agropecuaria sostenible.

El objetivo general radica en: Implementar una estrategia de educación comunitaria, a partir de los resultados de una investigación participativa sobre la situación actual de la introducción de biodigestores de pequeña escala de las familias cooperativistas, empleando los principios de la educación ambiental en el uso de las fuentes de energía renovables y los demás recursos disponibles, que garantice la sostenibilidad económica, ecológica y social de los asociados y los miembros de la comunidad.

Los objetivos específicos son:

1. Diagnosticar el potencial actual y perspectiva de los residuales porcinos generados en la producción de carne de cerdos para el programa alimentario en cooperativas del municipio de Los Palacios, empleando la investigación participativa, en la generalización de tecnología limpia para el procesamiento de las excretas, así como la magnitud de su aporte a la sostenibilidad energética, económica, social y medioambiental de los asociados y los miembros de la comunidad.

2. Implementar una estrategia de educación ambiental en los diferentes niveles de la sociedad comunitaria del municipio de Los Palacios, relacionadas con la producción de alimentos, los servicios y otros, que facilite la adquisición de conocimientos y habilidades que garantice alcanzar valores y una cultura ambiental que

potencie el desarrollo sostenible de estas.

## **DESARROLLO**

### **El Medio ambiente.**

Cruz et al., (2005), define que: «el Medio Ambiente es el conjunto de todas las circunstancias que rodean a los seres vivos y con las cuales se hallan en constante relación». Una definición más autorizada es la de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, celebrada en Estocolmo 1972 que afirma que: «el Medio Ambiente es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos e indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos». Elementos parecidos aporta Rebouças (2010), cuando define que: «es el conjunto de elementos abióticos (energía solar, suelo, agua y aire) y bióticos (organismos vivos) que integran la magra capa de la Tierra llamada biosfera».

El hombre es el único animal capaz de crear tecnologías e introducir alteraciones al medio ambiente en beneficio propio, por lo que en la actualidad la definición del medio ambiente está ajustada a este concepto, por lo que se define «como un sistema complejo y dinámico de interrelaciones ecológicas, socio económicas y culturales, que evoluciona a través del proceso histórico de la sociedad, abarca la naturaleza, la sociedad, el patrimonio histórico-cultural, lo creado por la humanidad, la propia humanidad, las relaciones sociales y culturales, donde una gran importancia se le concede al ser humano en sí y a las relaciones sociales y culturales».

### **Impacto de las actividades humanas sobre el Medio ambiente.**

Las plantas y los animales se desarrollan mejor con la evolución propia establecida por la naturaleza, que con los cambios que genera el hombre sobre toda la vida del planeta, en aras de un desarrollo que está en

constante contradicción con los principios y leyes de esta. «El aumento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, evidentemente, es el resultado no solo de la combustión de diversos combustibles fósiles, sino también de la sustitución de los bosques por agro ecosistemas que provocan variaciones en el ciclo del carbono, los ciclos de los nutrientes y el ciclo hidrológico, todos los cuales son modificados por las actividades humanas, tales como: la deforestación, que en Cuba fue la causa de la extinción de 125 especies de la flora, y que el 90% de los incendios agrícolas y forestales son causadas por las actividades humanas, incluyendo que más del 60% de las ocurrencias se producen en áreas reforestadas», según Bértiz (2014).

Cerqueira (2010) y el Instituto de Carbono de Brasil (ICB, 2012), señalan que: el Panel Intergubernamental del Cambio Climático, considera que: «de los seis gases de efecto invernadero, es el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) el principal responsable del calentamiento global, siendo más del 77% generado por las actividades humanas»

«La agricultura contribuye con un 33% de la emisión de metano, donde el cultivo del arroz y la ganadería, son los que más generan metano y otros contaminantes del aire, suelo y el agua». Kaiser y Póvez (2005).

Cuba, no se ha detenido en su empeño de lograr un desarrollo económico y social sostenible para todo el pueblo, por lo que: «Pese a las dificultades económicas, las organizaciones cubanas desarrollan múltiples proyectos cuyos contenidos tienden a «incorporar y avanzar los principios de la agricultura sostenible, aumentar el empleo de las fuentes de energía renovable, la conservación de la biodiversidad, la reducción del uso de los agroquímicos, el empleo de prácticas agrícolas de bajo costo, la elaboración y aplicación de biofertilizantes y bioplaguicidas, el rescate de las prácticas de la agricultura tradicional, la revalorización de la

economía agrícola familiar, y el desarrollo socio-económico de la comunidad, entre otros». Informe de Cuba a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible Río + 20, 2012.

### **La producción de cerdos y el medio ambiente.**

La producción de las cooperativas agropecuarias del municipio de Los Palacios, al igual que las del resto del país, tienen el encargo de contribuir con el Programa Alimentario bajo el principio de cuidado del medio ambiente y obtener producciones sostenibles e independientes de insumos externos.

Sin embargo, se afirma que: «*el problema consiste en que las pequeñas producciones porcinas aún están contaminando el medio ambiente, ya que no disponen de sistemas de tratamiento de excretas, ni de mecanismos de reciclado eficiente. Esta realidad provoca impactos perdurables tales como la contaminación del agua, el suelo y el aire, con las consecuencias ya conocidas para la salud humana y animal. No contar con sistemas de procesamiento de residuos conlleva potencialmente al brote de más de 100 enfermedades de origen hídrico*». Cruz, 2014.

Si en todas las actividades agropecuarias se realiza «*el manejo adecuado de residuos rurales, estos pueden contribuir significativamente a la producción y conversión de residuos animales y vegetales (biomasa) en distintas formas de energía*». FAO, 2011.

Teniendo en cuenta esta premisa, la ganadería en general y la producción de cerdo en particular, es una excelente oportunidad para la producción familiar y para las cooperativas agropecuarias entre otras, ya que potencializan el Programa Nacional de Seguridad Alimentaria, producen energía limpia para sustituir leña y combustibles fósiles, amplía el uso de la agricultura orgánica, evita las cargas de

contaminantes atmosférico con metanos, dióxido de carbono y otros gases que producen el efecto invernadero, y apoya la sostenibilidad de los pequeños productores. De aquí que el reciclaje de todos los residuales de la biomasa generada por productores locales, en zona, municipio, provincia, permite conjuntamente con el empleo de las demás fuentes renovables de energía (FRE), hacer viable la estrategia de Cuba para transitar hacia una matriz energética que garantice el desarrollo sostenible del país, según Moreno, 2014.

### **La educación ambiental en función del desarrollo sostenible local.**

La única forma de reparar la deuda ambiental del hombre es alcanzar un desarrollo sostenible, considerando que «son los límites del medio ambiente, el que define los límites del desarrollo económico y social sostenible, ya que es el medio el que aporta todos los recursos que consume la humanidad. Müller, 1996.

Para Cuba «es real la posibilidad de convertirse en la primera sociedad sostenible del siglo 21, con un modelo para una supervivencia global con dignidad e integridad», Lane, 1999. «Esto está respaldado por el grado de integración entre todas las organizaciones, desde los componentes de la sociedad civil, y todos los organismos de la administración central del estado, en aras de dar cumplimiento a los objetivos propuestos en las estrategias relacionadas con el medio ambiente y el desarrollo sostenible», (Informe de Cuba a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Río+20, 2012) incluyendo el «desarrollo local no como un ente independiente y aislado, sino, como parte de un todo y en interacción con el desarrollo de la nación en general» (Bérriz, 2014).

Para propiciar que las actividades relacionadas con la producción de carnes de cerdos para contribuir con el Programa Alimentario, comprometido por los cooperativistas del municipio de

Los Palacios, esté enmarcado dentro de los «objetivos de la Estrategia Ambiental Nacional, de alcanzar la seguridad alimentaria del país a partir del desarrollo de la agricultura sostenible» (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, 2015), se precisa que todos los actores de la localidad adquieran conciencia de su medio, los conocimientos, los valores, las destrezas, la experiencia y también la determinación que los capacite para actuar individual y colectivamente en la resolución de los problemas ambientales presentes y futuros, que genera tanto la producción de cerdos, como de todas las actividades que garantizan el desarrollo local sostenible.

La educación ambiental ha sido definida también como la «respuesta educativa a la crisis ambiental». Es decir, la reacción, desde un determinado ámbito del pensamiento y el quehacer humano, a lo que socialmente se reconoce ya como una crisis de dimensiones globales. El reto de la educación ambiental es, por tanto, promover una nueva relación de la sociedad humana con su entorno, a fin de procurar a las generaciones actuales y futuras un desarrollo personal y colectivo más justo, equitativo y sostenible, que pueda garantizar la conservación del soporte físico y biológico sobre el que se sustenta.

Cuba cuenta con una «Estrategia de Educación Ambiental estructurada en todos los territorios en los que se particulariza la acción local como vía idónea para preservar los logros ambientales alcanzados, y conducir las acciones en correspondencia con los Programas Integrados de Medio Ambiente en cada municipio del País.

Corresponde a las organizaciones de la sociedad civil cubana, vinculadas al trabajo ambiental, elaborar estrategias y acciones con vistas a incrementar el sentido de responsabilidad de nuestra ciudadanía respecto al desarrollo sostenible del país; involucrarla de forma creciente en la promoción y desarrollo de un cambio de actitud que garantice un comportamiento ambiental

consecuente con la política establecida en favor del desarrollo sostenible y potenciar el uso de los conocimientos tradicionales y el saber popular» (Informe de Cuba a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Río+20, 2012).

El nuevo Proyecto de Estrategia Ambiental Nacional (EAN) 2016/2020, en el acápite D, del capítulo III «Perfeccionamiento de los Instrumentos de la Política y la Gestión Ambiental» (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, 2015) se plantea objetivos más definidos sobre la protección ambiental y el cambio climático con una mayor participación de la sociedad y el papel de la educación ambiental:

a) Una mayor participación de la sociedad y sus organizaciones en la protección del medio ambiente del país.

b) Prevenir, reducir y controlar las emisiones contaminantes a la atmósfera, minimizando su generación, incrementando el uso de tecnologías limpias.

c) Elevar la percepción del riesgo a partir de procesos de educación, comunicación y sensibilización pública.

d) Fortalecer las investigaciones científicas con resultados que tributen a la solución de los problemas identificados.

e) Fortalecer las acciones para la educación ambiental, la concienciación y participación ciudadana respecto al medio ambiente y los recursos naturales y al enfrentamiento del cambio climático.

Esta investigación desarrollada en las cooperativas agropecuarias «Enrique Troncoso» y «Niceto Pérez» del municipio de Los Palacios, está en completa correspondencia con la estrategia ambiental del país.

La «educación energética, como parte de la educación ambiental, constituye

una de las premisas para el desarrollo sostenible» (Arrastía, M. A., 2006). Este concepto es aplicable a la zona en estudio del Municipio de Los Palacios, ya que por esta vía se puede abordar la conexión existente entre el consumo de energía y los problemas ambientales, provocados por tecnologías y sistemas de energía no renovables que representan un peligro para la subsistencia de toda la humanidad.

El municipio de Los Palacios cuenta con 13 Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS). La presente investigación está centrada en 50 familias de las CCS «Enrique Troncoso» y «Niceto Pérez» que están comprometidas con la producción de cerdos para apoyar el Programa Alimentario empleando tecnologías limpias, que apoyen la sostenibilidad energética, económica, ambiental y social de sus moradores.

Como parte de la metodología empleada en la investigación se aplicaron encuestas a los 50 jefes de familias comprometidos con la producción de cerdo de ambas CCS. La información fundamental a obtener está relacionada con:

- Datos sociales relacionados con los usuarios del biogás.
- Datos sobre el uso de la energía fósil (electricidad, y combustibles fósiles).
- Sobre consumo de leña.
- Sobre el potencial de biomasa que dispone en su predio
- Uso, beneficio y problemas con los residuales de biodigestores (biogás y biofertilizantes).
- Nivel escolar y conocimientos adquiridos sobre medio ambiente e impactos ambientales que generan sus actividades
- Participación y apoyo a la comunidad (vecinos y otros) con la producción de cerdos y la generación del biogás y los fertilizantes residuales del biodigestor

El potencial de residuales, biogás, biofertilizantes y emisiones contaminantes de los productores de las CCS en estudio, se determinó considerando el número promedio de animales en el período de un año, el peso promedio de los cerdos entre 21 y 100 Kg, el índice de excretas de los animales promedio de 50 Kg y el índice de biogás por cada kg de excreta.

Para determinar el potencial de excretas de todos los animales de las familias involucradas durante el período de un año, se consideraron los 3 000 cerdos inventariados en dos ciclos anual y un índice de excretas de 2, 25kg.día<sup>-1</sup> por animal medio de 50 Kg de peso corporal. El biogás fue calculado utilizando el índice 0,06m<sup>3</sup> biogás por Kg<sup>-1</sup> de excretas generada por los cerdos en el año (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2011).

Se empleó el método de Guardado y Cortada, (2010), para determinar la cantidad de Kwh por año<sup>-1</sup> de energía eléctrica equivalente sustituida por el biogás. Se utilizó el índice 1,6 Kwh por m<sup>3</sup> de biogás, como el dato más conservador de todos los reportados. El índice de consumo de gasoil para generar electricidad en las condiciones de Cuba es una media de 0,33 l por Kwh (Arrastía, 2006).

El biogás liberado a la atmósfera produce un impacto medio ambiental de cada molécula de metano, equivalente al producido por 21 moléculas de CO<sub>2</sub> liberadas al medio ambiente a través del uso de combustibles fósiles, por lo que el CH<sub>4</sub> es un gas de efecto invernadero más potente que el CO<sub>2</sub> en un factor de 21 (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2011).

Para determinar el CO<sub>2</sub> dejado de emitir a la atmósfera por concepto de producción y uso del biogás, se asume como índice de emisión del metano 21m<sup>3</sup>CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>.

El CO<sub>2</sub> dejado de emitir a la atmósfera por concepto de producción y uso del biogás en sustitución de la energía eléctrica, se determinó teniendo en cuenta el factor de emisión 2, 61kgCO<sub>2</sub>.l<sup>-1</sup>de gasoil para generarla (Oficina Catalana del Canvi Climàtic, 2012). Además, el uso del biogás en sustitución de la leña permite que no se contamine la atmósfera en 1,47 KgCO<sub>2</sub> por Kg<sup>-1</sup> de leña quemada (2010).

El aporte de fertilizantes líquidos y sólidos de los efluentes entran a biodigestores convertidos en una mezcla de excretas y agua, en una proporción de 1 Kg excretas por 3 Kg de agua. Este volumen de mezcla disminuye en un 20% en los efluentes, debido a la dilución de los sólidos y evaporación del agua.

La encuesta diagnóstica, las observaciones directas y la toma de datos primarios, permitieron determinar que las 50 familias cooperativistas con pequeñas parcelas, aportan en su conjunto 270 toneladas de carne en el ciclo anual, como misión fundamental de su compromiso con el programa alimentario del municipio.

Se destaca el compromiso de procesar todos los residuales en biodigestores, independientemente del número de cerdos, es decir, desde los que poseen unos cuantos cerdos, hasta los que reciclan cientos de ellos. Los resultados concretos se resumen en la Tabla 1.

Índices	Cantidad.
Consumo de energía eléctrica de todas las familias (Kwh por año <sup>-1</sup> ).	170 040
Número de cerdos en dos ciclos anual (unidad).	3 000
Producción de carne en dos ciclos anual (Ton.).	270
Producción de excretas (t.).	1 013
Producción de biogás (m <sup>3</sup> ).	60 750
Potencial energético del biogás (Kwh por año <sup>-1</sup> ).	97 200
Combustible fósil sustituido (litros gasoil /y ton. de gasoil).	32 076/26,8
Emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente no emitidas por uso del biogás (t.).	1 454
Emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente no emitida por sustitución de electricidad por el biogás para cocinar (Ton.).	83,7
Emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente no emitidas por sustitución de la leña por biogás para cocinar (Ton.).	8,8
Biofertilizante sólido (Ton.).	810
Biofertilizante líquido (m <sup>3</sup> ).	2 431

**Fuente.** Elaboración propia.

Entre todos los biodigestores de las familias se genera el 57% de la energía eléctrica que consumen durante el año, empleando el biogás como sustituto para cocinar. Los beneficios que más aprecian las mujeres de las familias está en la disminución del tiempo necesario para preparar los alimentos, comparado con las cocinas eléctricas, independencia energética ante apagones y en situaciones de desastres naturales, la disminución del pago de la cuenta del consumo eléctrico en más de un 50%, la eliminación de malos olores alrededor de las viviendas donde tienen sus crías y la disminución de riesgo de contaminación del agua y suelos, ya que está probado que disminuye, hasta más del 80%, la carga de microorganismos patógenos, tanto para las personas como de los animales. El ambiente de solidaridad se desarrolla entre las familias vecinas, ya que se presentan casos que, empleando medios muy rústicos, almacenan gas en cámaras para ayudar a aquellas que no tienen esta posibilidad.

También estos cooperativistas están gestionando el embasado de biogás con la finalidad de apoyar con esta energía a círculos infantiles, casas de abuelos y policlínicos, tanto en casos de desastres como de otras emergencias.

Hay que considerar entre los beneficios sociales el aporte de producción de carne al Programa Alimentario de la comunidad de cooperativistas involucrados, así como al resto del Municipio de Los Palacios.

El servicio de energía eléctrica a la población en Cuba es altamente subsidiado por el Estado, ya que la generación de un kilowatt-hora (Kwh) es de \$ 0,17 USD (Stolik, 2011), pero la venta a la población es de \$ 0,012 USD (1,2 centavos de USD). De aquí se aprecia que la producción y uso del biogás por estas familias, aportan un beneficio de \$ 16 524 USD por la electricidad dejada de consumir. Se suma el ahorro de más de 26 toneladas de gasoil o petróleo, equivalente a 182 barriles de petróleo, lo que a \$40,00 USD el barril (precio actual) representa otro importante aporte de \$ 7 280 USD a la economía nacional.

Las 270 toneladas de carne de cerdo bruta constituyen la mayor entrada a la economía familiar y comunitaria. Los precios estables contratados con el estado, son de 13 pesos en moneda nacional cada libra (28,6 pesos el Kg en MN), por lo que la economía de la comunidad y del Municipio recibe la entrada de \$7 722 000 pesos (MN)



equivalente a \$ 308 880 USD. El costo de producción de carne es de un 30-40% de las ganancias, dado a los precios subsidiados del 70% de los alimentos e insumos necesarios para obtener producciones de calidad en ciclos de 4 a 6 meses.

Las 810 toneladas de biofertilizantes sólidos y los 2 431 m<sup>3</sup> de fertilizante líquido, pueden sustituir a más de 300 toneladas de fertilizante químico. El aporte de nutriente y micronutrientes regeneradores del suelo le imprimen un alto valor para restituir la fertilidad y protección de estos. No se determinó el aporte económico y ambiental de estos biofertilizantes, ya que la comunidad de cooperativistas no percibe aún la importancia de aprovechar este recurso y no posee los medios para utilizarlo y comercializarlos. En el diagnóstico se encontraron excepciones, de productores que han logrado hacer ciclo

cerrado con todos los efluentes y el biogás con magníficos resultados.

Un importante resultado consistió en la captura y uso de metano lo cual evitó la emisión de 1 454 toneladas de CO<sub>2</sub> que no se incorporaron ni contribuyeron con el calentamiento global. El uso del biogás como fuente de energía limpia, permitió que se dejaran de quemar 26,8 toneladas de combustibles fósiles y se evita la emisión de otras 83,7 toneladas de CO<sub>2</sub>. Las plantas no cortadas y la leña no quemada también minimizan las emisiones en 8,8 toneladas, para disminuir la carga contaminante al entorno atmosférico en 1 546 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. La producción de los fertilizantes sólidos y líquidos hace su aporte beneficioso al medio, dado al elevado costo energético de producción de los fertilizantes químicos y, además, los fertilizantes orgánicos revitalizan la fertilidad del suelo y no son contaminantes.

**Tabla 2.** Resultados alcanzados como parte de la investigación.

Índices evaluados	Sin uso del biogás	Con uso del biogás	Diferencia
Producción de carne	270 ton.	270 ton.	0
Consumo de biogás	0	60 750 m <sup>3</sup>	+ 60 750 m <sup>3</sup>
Consumo de electricidad	170 040 kWh.	72 840	+97 200 kWh
Combustible fósil empleado en la generación de electricidad	47 t.	20 t.	+27 t.
Costo de generación de electricidad. (Costos fijos y variables)	\$28 907 USD	\$12 383 USD	+\$16 524 USD
Costo del combustible fósil	\$13 160 USD	\$5 600 USD	+\$7 560 USD
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente</b>			
Emisiones por sustitución de electricidad biogás	1 454 ton de CO <sub>2</sub>	0	-1 454 ton. CO <sub>2</sub>
Emisiones por generación de electricidad con comb. fósil	146 ton. CO <sub>2</sub>	62	-83,9 ton. CO <sub>2</sub>
Emisiones por uso de la leña	8,8 ton. de CO <sub>2</sub>	0	-8,8 ton. CO <sub>2</sub>
Total de emisiones	Se emiten 1 609 ton. CO <sub>2</sub> equiv.	67,5ton.CO <sub>2</sub>	No se emiten 1 545 ton. CO <sub>2</sub> equiv.

Para determinar el costo del petróleo se consideraron 7 barriles por tonelada y a \$40.00 USD el barril. Además, los

costos fijos más los costos variables de la producción de energía eléctrica en Cuba, equivale a \$0,17 USD cada

Kilowatt-hora generado (Stolik, 2011). También para los cálculos se consideró 277 gramos (0,277 Kg) de petróleo por cada kilowatt generado (Arrastía, 2006).

El informe de la Unión Eléctrica Nacional (UNE, 2014), plantea que los costos fijos y variables de la energía eléctrica en Cuba es de \$0,26 USD/Kwh.

### **Resultados de la Educación Cooperativa y Ambiental.**

Se implementó un programa de Educación Ambiental dentro del programa de Educación Cooperativa donde se aprecian los siguientes resultados:

- Se fundó un aula de capacitación equipada con medios informáticos donde se han capacitado directivos de empresa, socios de CCS, de CPA y otros dirigentes del gobierno y organizaciones del territorio. Todos relacionados con la Gestión Cooperativa y sobre el Medio Ambiente (15 capacitados).
- Se han realizado 4 talleres con 90 participantes relacionados con la producción y uso del biogás.
- Se realizaron 2 encuentros del municipio con usuarios del biogás, con más de 45 participantes.
- Se mantienen organizados 2 círculos de interés sobre el uso de las Fuentes de Energía Renovable (FER) y el cuidado medioambiental, en las escuelas primarias «René Fraga» con 15 niños de la localidad de San Diego de los Baños y en la escuela «Rafael Morales» 10 niños de la localidad cabecera Los Palacios.
- Se creó un grupo municipal de Gestores del Biogás, especializado en construcción, mantenimiento y asesoramiento en el uso del biogás.
- Se creó el grupo de Usuarios Promotores del Biogás. Estos promotores divulgan y muestran sus resultados a través de comunicación personal y de entrenamientos prácticos a vecinos de su comunidad. Estos dos

grupos de gestores y promotores del biogás han creado un ambiente y un movimiento muy favorable en todo el municipio de Los Palacios, donde otros 80 productores, tanto independientes no asociados que crían cerdos y otros animales en pequeñas poblaciones sólo para su autoconsumo, como de diferentes cooperativas y otras entidades que tienen cría con cantidades apreciables de diferentes animales, han solicitado ingresar al movimiento de producción del biogás empleando digestores anaeróbicos.

En la etapa actual se implementa un programa de Educación Ambiental, que refuerza la Educación Energética, cumpliendo el principio de la Estrategia Ambiental Nacional (EAN) 2016/2020 (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente que en el acápite C. proyecta el *Programa nacional de desarrollo sostenible de la energía renovable*», con dos objetivos muy importante: (objetivo e pág.27) «Eleva la percepción del riesgo a partir de procesos de educación, comunicación y sensibilización pública», y del (objetivo d pág.28) «Fortalecer las acciones para la educación ambiental, la concienciación y participación ciudadana respecto al medio ambiente y los recursos naturales y al enfrentamiento del cambio climático».

### **CONCLUSIONES**

Los resultados confirman que con el procesamiento de las excretas de los cerdos por biodigestores y con el uso del biogás para sustituir energía fósil y leña, hace sostenible la producción de cerdo de los cooperativistas. Estas son:

En lo económico el biogás sustituye 97 200 Kwh (57% del total) de electricidad consumida en el año, generando un beneficio económico limpio de \$16 524 USD. Con esta ganancia se puede compensar en 1,3 veces el costo de la energía eléctrica no sustituida en término global. Debe tenerse en cuenta, el beneficio económico que aporta los biofertilizantes (sólidos y líquidos).

El uso del biogás permitió disminuir la emisión de contaminantes en un 96%. Esto equivale a pasar de 6 toneladas de CO<sub>2</sub> por cada tonelada de carne producida, a 0,25 toneladas de CO<sub>2</sub> por cada tonelada de carne, usando el biogás en sustitución de la energía fósil. Debe incluirse el efecto beneficioso que genera la descontaminación de las excretas y el potencial regenerador de los suelos que aporta el biofertilizante orgánico obtenido en los digestores anaeróbicos, propiciando un medio limpio en la atmósfera, el suelo y agua, en el entorno comunitario de las 50 familias.

Los resultados de esta investigación avalan el impacto positivo que propicia a las socios, familias y comunidad de las cooperativas involucradas, la producción de carne de cerdo y el uso del biogás, ya que aumenta la seguridad alimentaria, aumenta significativamente la independencia energética, la seguridad biológica, mejora su economía y aportan soluciones favorables al medio ambiente.

Se aprecia un favorable avance en la implementación del programa de Educación Cooperativa con temas de Educación Ambiental, cuyos resultados permite adaptar este programa actual, al Programa Nacional de Desarrollo Sostenible de la Energía Renovable 2016/2020, como proyecto del CITMA, en los objetivos: «Elevar la percepción del riesgo a partir de procesos de educación, comunicación y sensibilización pública y fortalecer las acciones para la educación ambiental, la concienciación y participación ciudadana respecto al medio ambiente y los recursos naturales y al enfrentamiento del cambio climático».

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrastía, M. A. (2006). Diez preguntas sobre el ahorro de energía eléctrica. Recuperado de: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia33/HTML/articulo03.htm>

- Arrastía, M. A. (2006). Educación energética de respeto ambiental. Energía y Tú, 35, Recuperado de: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia33/HTML/articulo03.htm>
- Bérriz, L. (2014). Soberanía energética, medio ambiente y desarrollo local sostenible. Revista Energía y Tú. 67, 4-7
- Cerqueira, A. (2010). Definición de Medio Ambiente y ecología. Recuperado de: [www.suapesquisa.com/o\\_que\\_e/ecologia.htm](http://www.suapesquisa.com/o_que_e/ecologia.htm)
- CITMA, M., & ACNU, C. (2012). Informe de Cuba a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible Río+ 20.
- Cocina y recursos energéticos (leña y carbón). (2010). Recuperado de: <http://www.atlascocinasolar.com/image/co2cocinagrandegif>
- Cruz, L.; Marrero, L.; Herrera, S.; García, P. (2005). Selección de Textos sobre Ecología. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.
- Del Canvi Climàtic, O. C. (2012). Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Generalitat de Catalunya Comisión Interdepartamental del Cambio Climático.
- FAO, (2011). Manual del Biogás. Editado por: Proyecto CHI/00/G32. «Chile: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables». Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- Guardado, J. A., & Cortada, J. (2010.). Sistema de tratamiento con biogás. Revista Energía y tú, . 66., 57-59.
- Instituto do Carbono de Brasil (ICG).(2012). Gases do Efeito Estufa. Recuperado de: [www.institutocarbonobrasil.org.br/mudancas.../gases\\_do\\_efeito\\_estuf/Em\\_cache](http://www.institutocarbonobrasil.org.br/mudancas.../gases_do_efeito_estuf/Em_cache)
- Informe de Cuba a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Río+20. (2012). La Habana. Recuperado de: <http://www.medioambiente.cu/riomas.pdf>

- Informe de Cuba a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Río+20. (2012). Recuperado de: <http://www.medioambiente.cu/riomas.pdf>
- Livro Electrónico. (2006). O meio ambiente como sistema. Ciência da terra e do Meio Ambiente. Recuperado de: [www.ebah.com.br/content/ABAAe3cMAI/livro-eletronico-tcc](http://www.ebah.com.br/content/ABAAe3cMAI/livro-eletronico-tcc)
- Lane, P. (1999). El modelo cubano: pasado, presente y futuro. Modelo global de desarrollo sostenible, visto por una ecologista. En: Resúmenes Conferencia Medio Ambiente y Sociedad. Palacio de las Convenciones, Ciudad de La Habana, Cuba Manso, R. (2001). Un camino en el bosque o un bosque en el camino. *Revista Energía y Tú*. 16, 8 11.
- Moreno, F. C. (2014). La transición hacia el 100% con fuentes renovables de energía. *Revista Energía y Tú*. 65, 14-17.
- Müller, S. (1996). ¿Cómo medir la sostenibilidad?: una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales. Serie Documentos de Discusión sobre Agricultura Sostenible y Recursos Naturales. IICA. Costa Rica.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Estrategia Ambiental Nacional (EAN) 2016/2020. (2015). La Habana, Cuba.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2011). Manual del Biogás. Editado por: Proyecto CHI/00/G32. Chile: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables». Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- Rebouças, F. (2010). Conceito de Meio Ambiente. Infoescola. MeioAmbiente. Recuperado de: [www.infoescola.com/e-diariodoverde.com/definicao-de-meio-ambiente-e-ecologia/](http://www.infoescola.com/e-diariodoverde.com/definicao-de-meio-ambiente-e-ecologia/)
- Stolik, N. (2011). Necesidad de un programa fotovoltaico para Cuba. Recuperado de: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia53/articulo04N.htm>

---

**Recibido:** 13 de mayo de 2016.

**Aprobado:** 08 de julio de 2016.

*Félix Ponce Ceballos*. Facultad de Ciencias Técnicas. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Correo electrónico: [felixpc@upr.edu.cu](mailto:felixpc@upr.edu.cu)