

# PRODUCCIÓN DE LECHE ECOLÓGICA BAJO UN MODELO SUSTENTABLE EN EL NORTE DE MÉXICO

Espinoza, P. J.R.<sup>1</sup>, Lujan S. E.<sup>2</sup>, Aranda G. H.<sup>2</sup>, Quintana M. R.M., Soto C. R.A.<sup>2</sup>, Holguin<sup>1</sup> y C., Pinedo, A.C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Perif.Fco.R. Almada km.1 Chihuahua, Chih. Mex.

<sup>2</sup>Agrícola Ganadera los Lujan SPR de RL de CV Av. 3a Norte no.205 Altos 13 Cd. Delicias, Chih. Correo electrónico: jespinoza@uach.mx

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación es presentar la viabilidad de un Sistema Producto Leche bajo un Modelo de Sustentabilidad operando de manera exitosa en el Norte de México desde el 2008 en Cd. Delicias, Chih. Donde en un establo lechero con capacidad mayor a 8 mil vacas de la raza Holstein en producción y un Bio Digestor se puede generar gas metano para la producción alternativa de energía eléctrica limpia y que podría tener impacto para la obtención de bonos de carbono, manejo racional del agua con un alto impacto en la huella hídrica para la producción de leche; bajo un esquema de Bio sólidos y reúso del agua tratada para actividades de limpieza y en el riego de las tierras agrícolas, creación de composta, y conservación del medio ambiente, generando utilidades y empleos en su entorno. Con este modelo de negocios actualmente se está participando como finalista al Premio Nacional Agroalimentario 2011.

*Palabras clave: producción, leche, sustentable.*

Recibido: 3 abril de 2012. Aceptado: 26 mayo de 2012.

Publicado como **ARTÍCULO CIENTÍFICO** en Ra Ximhai 8(2): 105-110.

Edición Especial: Contaminación y Medio Ambiente.

## INTRODUCCIÓN

La Empresa Agrícola Ganadera Los Lujan SPR. de RL. de CV. (AGL) desde sus comienzos definió su planeación estratégica basado en un Modelo de Agroindustria Integral y sustentable; por lo que inició en el 2003 la construcción del Establo El Principal en Cd. Delicias, Chih. Haciendo una obra civil semejante a una ciudad en lo que se refiere a un drenaje profundo para la recolección y aprovechamiento del agua proveniente del sistema de limpieza de las instalaciones y corrales para posteriormente llevarlas a un Bio Digestor que se empezó a construir en el 2008 para la producción de Biogás para la generación de energía eléctrica: conociendo que la Actividad Lechera es de las que más agua utiliza dentro de las operaciones agropecuarias, adicionalmente se propuso separar los sólidos del agua, para la fabricación de composta y utilizar el agua reciclada para el riego de sus tierras agrícolas y así inicio el Primer Modelo Sustentable en el Sistema



**Figura 1. Imágenes de la construcción e instalaciones del Bio Digestoren.**

producto leche en México. Hoy en día El Establo El Principal está considerado como uno de los mejores en América y en el Mundo (Figura 1 y 2).

Con una inversión de más de \$ 30 millones de pesos se puso en marcha el Bio Digestor más grande de América Latina, dando paso a un ejemplo de una Agroindustria integral exitosa en nuestro país, lo cual le permite abaratar sus costos de producción y enfrentar eficientemente el comportamiento de los productos básicos en los precios de la leche. Con este modelo de negocios actualmente se está participando como finalista en el Premio Nacional Agroalimentario 2011.

Con la Asesoría de expertos se espera que el Bio Digestor en 7 años produzca:

- a) 250 mil certificados de bonos de carbono.
- b) 26 mil ton. De CO<sub>2</sub>.
- c) 5, 300,000 KWA por año.
- d) 200 m<sup>3</sup> de gas metano por hora.
- e) Menos de 800 lts agua/ litro de leche. (huella hídrica).

Como resultado de más de 8 mil vacas



**Figura 2. Ejemplo de una Agro industria integral exitosa en México bajo el modelo de sustentabilidad y la generación de energía eléctrica limpia.**

lecheras en producción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El Bio digestor fue diseñado por la Empresa RCM Digesters, Inc. a BiothaneCompany de California, con la asesoría de la Compañía ANDGAR de Washington y la supervisión de la Empresa AROTEC Energía Renovable de Cd. De México. Las dimensiones del Bio Digestor son de 2 ha. Con una profundidad de 8 m. el agua entra sin sólidos procedente de las instalaciones de establo a razón de más de 70 lt. Por segundo, en el que después de recircular por más de 68 días dentro del tanque del Bio digestor el agua se lleva a unos estanques de oxidación para posteriormente ser utilizado en el sistema de riego de la tierra agrícola colindante en el establo, en que conjuntamente con la separación de sólidos se produce composta para enriquecer la tierra, ayudando a bajar la contaminación del suelo y de agua con fertilizantes químicos. Esto permite aprovechar más eficientemente el agua para la actividad lechera; donde se sabe que en promedio la huella hídrica para la producción de leche a nivel mundial es de 800 litros de agua por litro de leche (ONU,



**Figura 3. Modelo de Sustentabilidad actual.**

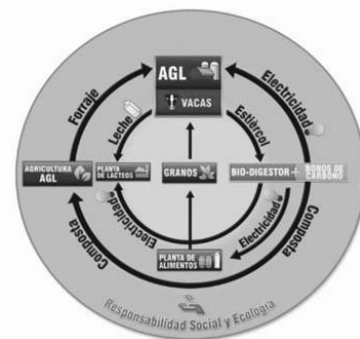
2002Hoekstra) y en el caso de México es de 1000 (Consejo Consultivo de agua A.C. 2010). Se espera que con todo este modelo de sustentabilidad (Figura 3 y 4) operado en AGL esté por debajo de ese promedio, siendo posible validarlo en un futuro con estudios por parte del área de recursos naturales y de socio economía, para así facilitar un plus ambiental a la Empresa.

La Empresa RCM Digesters, Inc., afirma que la producción potencial de energía eléctrica y de Biogás aprovechando el estiércol de las vacas lecheras es: 2.5 – 3.7 kwh/ por animal / día y de Biogás entre 65-80 ft<sup>3</sup>/día, y esto es posible llevarlo a cabo mediante un generador con capacidad de 400 kw.

A continuación se presentan las variables que se monitorearon de manera semanal a partir del 3 de febrero del 2010 hasta el 1 de agosto del 2011 en el Establo El Principal, como del Bio digestor fueron las siguientes:

- 1) Producción de gas (m<sup>3</sup>/h)
- 2) Producción de ELP (h)
- 3) pH
- 4) Composición de CO<sub>2</sub> (%)

### AGROINDUSTRIA INTEGRAL



**Figura 4. Modelo de Sustentabilidad y cadena de valores en AGL.**

- 5) Alimentación de agua al Bio Digestor (lts/seg)
- 6) Producción de Gas metano (m<sup>3</sup>/h) (factor 60 %)
- 7) Producción aproximada de electricidad (KWS/h factor 3.025)
- 8) Número de vacas en producción.
- 9) Número total de vacas.
- 10) Producción de leche promedio por vaca por día. (lt/vaca)

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo de una media de 8,159 vacas lecheras, un promedio de 31.447 lt de leche, generando 183.71 de gas metano M<sup>3</sup>/h, 9340 ELP (h), un 22 % CO<sub>2</sub>, generando una media de 555.7kws/h alimentando el Bio digestor con 60.64 lt/seg. y un pH 6.906, Lo cual permitirá reducir los costos de energía eléctrica en más de un 60 % en el Establo y reducir notablemente la huella hídrica en AGL, como también la producción de bonos de carbono, disminuir la contaminación con fertilizantes químicos de las tierras de cultivo al incorporar agua reciclada procedente del Bio Digestor, como de Bio sólidos y composta; actualmente se

cuenta con una producción anual de más de 15 mil ton. de composta utilizadas para la agricultura.

Mediante modelos regresionales utilizando las variables analizadas se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

$$\text{Kwas PROD/HR} = 0.0334 + 1.82 \text{ NM3/h} - 0.00414 \text{ PH} + 0.000055 \text{ ALIMENTACION (lt/seg)} - 0.000001 \text{ VACAS PROD} + 0.000246 \text{ lt/VACA} - 0.000001 \text{ NO. TOTAL VACAS.}$$

$$\text{NM3/HR} = -758 - 0.00959 \text{ ELP (h)} + 84 \text{ PH} + 0.97 \text{ ALIMENTACION (lt/seg)} + 0.0559 \text{ VACAS PROD} + 22.0 \text{ lt/VACA} - 0.0657 \text{ NO. TOTAL VACAS.}$$

$$\text{Kwas PROD/HR} = -1375 - 0.0174 \text{ ELP (h)} + 152 \text{ PH} + 1.76 \text{ ALIMENTACION (lt/seg)} + 0.102 \text{ VACAS PROD} + 40.0 \text{ lt/VACA} - 0.119 \text{ NO. TOTAL VACAS}$$

En los tres primeros modelos el valor de P fue de 0.00 en el ANOVA, pero al realizar las pruebas de hipótesis para cada uno de los coeficientes de regresión, resulto que únicamente la variable ELP (h) fue significativa con un valor de P 0.013 para la generación de energía eléctrica mediante la producción de gas metano.

Por lo que las ecuaciones se resumieron de la siguiente manera:

$$\text{NM3/h} = 431 - 0.0135 \text{ ELP (h)Kwas}$$

$$\text{PROD/h} = -0.00106 + 1.82 \text{ NM3/h}$$

La variable Gas Metano al trabajarla como variable independiente, el modelo lo eliminó por presentar una correlación muy elevada con las otras variables independientes.

Adicionalmente se hicieron pruebas de correlación de Pearson con las variables obteniendo lo siguiente:

La relación entre Gas metano y NM3 fue

del 1.000 con un valor de P 0.00, lo mismo sucedió con Kwas PRO/h y Gas Metano / h. Mientras que la relación de ELP (h) con NM3 y Kwas PRO/h fue de -0.431 con un valor de P 0.000. Lt/vaca y gas Metano, Kwas PRO/h y NM3/h fue de 0.445 con un valor de P 0.000. Muy similar fue con el no. De Vacas -0.338 con P 0.003.

Fueron positivas las pruebas de normalización para las principales variables analizadas.

Se realizaron pruebas de independencia estadística resultando que no existe dependencia entre las variables para la generación de gas Metano, como de electricidad y las variables de producción animal: Lt/vaca y no. de animales: con un valor P 0.257.

Sin embargo se puede deducir que a mayor número de vacas en producción, mayor cantidad de estiércol, mayor consumo de agua, mayor generación de Biogás, mayor producción de gas Metano y más energía limpia de manera sustentable. Y que la generación de Biogás está más asociada al buen funcionamiento del Bio Digestor que a los parámetros productivos de los animales.

También se determino que se puede acelerar el paso del agua dentro del Biodigestor (Figura 5) a reducirlo a la mitad de tiempo y de esa manera tener la capacidad de incrementar la producción de biogás en la Empresa, para una mayor generación de energía eléctrica limpia, como un mejor aprovechamiento de las aguas procedentes de la actividad lechera propia del Establo.



**Figura 5. Imágenes de la construcción y puesta en marcha del Biodigestor más grande de América latina con un área de 2 ha. Para la generación de más de 5 millones de Kw por año.**

### CONCLUSIONES

En Cd. Delicias, Chih. Agrícola Ganadera los Lujan SPR de RL de CV “AGL” es de los primeros modelos sustentable para la producción de leche, donde es capaz de generar energía eléctrica utilizando el estiércol de más de 8 mil vacas Holstein, mediante un Biodigestor produciendo más de 500 kw/h, procedente de la elaboración de más de 183 M<sup>3</sup>/h de gas metano, del aprovechamiento sustentable del agua derivado de las operaciones del Establo a razón de más de 60 lt/seg. Hasta la fecha van más de 2.4 millones de m<sup>3</sup> de gas metano generados. Siendo amigable con el medio ambiente, abaratando costos, produciendo, de las mejores leches del Grupo ALPURA, con más de 300 empleos directos y 2 500

empleos indirectos; es uno de los primeros modelos exitosos en México de una Agroindustria integral basada como eje de su planeación estratégica la sustentabilidad.

La electricidad que se genere está orientada a la planta procesadora de lácteos, planta de alimentos balanceados, sistemas de ordeña, pozos, etc. Dando origen a la primer empresa del sector en la producción de leche ecológica en el norte de México.

Conjuntamente es el primer Biodigestor de esta naturaleza exitoso en México, que se espera que en un futuro más productores del Grupo ALPURA sigan su ejemplo y el impacto ecológico sea mayor.

Es una Empresa orgullosamente mexicana,

que produce de las mejores leches de México; y además es una Agroindustria integral por:

- a) Productor de Energía eléctrica y Bonos de carbono
- b) Productor de alfalfa y forrajes
- c) Productor de cereales
- d) Productor de ganado para carne
- f) Productor de composta
- g) Centro de vinculación y de capacitación con la Universidad
- h) Valor agregado en leche: descremada y evaporada

sustainable development, FAO Bulletin 95 (Ed).

Hoekstra, A. (2002) Water Foot print , ONU. Declaración del milenio 2000.

Schneider H. Samaniego J.L. (2010) la Huella del carbón en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. CEPAL, Chile

### LITERATURA CITADA

Altieri, M. y C. Nicholls 2000. Agroecología: Teoría y Práctica para una Agricultura Sustentable, Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental, número 4, PNUMA/ORPALC, México.

Danish Institute of Agricultural and Fisheries Economics (DIAFE). Centralised biogas plants—integrated energy production, waste treatment and nutrient redistribution facilities. 1999.

Davis, S. H. y K. Ebbe 1995. Traditional Knowledge and Sustainable Development. Rev. Proceedings of a Conference. The World Bank, Washington, D.C. Gunnerson, Charles G; Stuckey, David C; Greeley, M; Skrinde, RT; Ward, RF. Título: Anaerobic digestion: principles and practices for biogas systems. Fonte: Washington, DC; World Bank; 1986.

M. Breheny, R. Rookwood, “Planning the Sustainable City Region”, in A. Blowers (ed.) Planning for a Sustainable Environment, Earthscan, London, 1996, p. 151.

U. Marchaim (1992), Biogas processes for



**Contaminación**  
Contaminación de arroyos.

