



Aquel individuo o comunidad en pobreza energética estará imposibilitado para generar riqueza de manera autónoma

# RELATORÍA: LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL SECTOR AGROPECUARIO

Lemus-Ramírez, M.A.<sup>1</sup>; Acosta-Rojas, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Alzheimer Comunicación, S.A. de C.V. Av. Country Club 92, Col. Country Club, Coyoacán, México, D.F. CP. 04220.

Autor responsable: [lemuspro@yahoo.com.mx](mailto:lemuspro@yahoo.com.mx)

## INTRODUCCIÓN

Al finalizar la segunda semana de enero, abrí mi cuenta de correo y leí con gran preocupación un mensaje enviado por Sandra Luna, integrante de la **Red por la Transición Energética**. Esa nota periodística recoge las declaraciones del presidente del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático de la ONU (IPCC, siglas en inglés) Rajendra Pachauri, quien alerta sobre la inequívoca tendencia mundial hacia un acelerado incremento del Calentamiento Global: **“el mundo está en camino de registrar un aumento en la temperatura de entre 1.1 y 6.4 grados Celsius, en función del crecimiento económico”**. Pachauri participó junto a 250 científicos internacionales en la reunión del IPCC que se celebró en la ciudad australiana de Hobart para preparar el quinto informe sobre cambio climático para la ONU. Todos los satisfactores, en su elaboración y consumo, demandan ciertos niveles de generación energética pero, ante el incremento poblacional, la producción de satisfactores: alimentarios, de vivienda, agua, transporte, escuelas, hospitales, y un largo etcétera, los escenarios son pesimistas. La disyuntiva es si se continúa por el mismo camino utilizando combustibles fósiles, o si se intenta transitar hacia las fuentes de energía renovable, adicionando una eficiencia energética con criterios de sostenibilidad. El IPCC es el principal organismo mundial de valoración del Cambio Climático (CC), y su tarea central es la elaboración de un informe periódico de evaluación con base en las investigaciones científicas, técnicas y socioeconómicas desarrolladas por expertos de todo el mundo. El primer y segundo informe del IPCC se publicó en 1990 y 1992, mientras que el tercero, en 1995, proporcionó información científica clave para la adopción del protocolo de Kioto, dos años más tarde. El cuarto documento, divulgado en 2007, mostró evidencias suficientes para afirmar que el calentamiento global es inequívoco y establece las actividades humanas como causa probable.

## ¿Qué se ha hecho?

En el sector Agropecuario de México, las ideas y estrategias de largo plazo para mitigar el CC inician hace 19 años. Decirlo en la segunda década del siglo XXI suena tal vez fácil, pero imaginemos por un momento el escenario cuando se decide incursionar, a mediados de los años noventa del siglo XX, en el uso de las Energías Renovables (ER) y, sobre todo, considerando que la utilización de recursos fósiles (petróleo, carbón, combustóleo y gas) ha determinado fuertemente el pensamiento, los intereses y las decisiones de las clases política, gubernamental y empresarial a los niveles local y mundial: **es como nadar en un río a contracorriente.**

### La Innovación en el sector agropecuario

En 1994 dio inicio un programa innovador de carácter demostrativo sobre la aplicación de las Energías Renovables en el Campo Mexicano. Estas acciones se realizaron de manera conjunta con la Secretaría de Agricultura (SAGARPA)-FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido) y los Laboratorios Nacionales Sandía de los Estados Unidos de Norte América (EUA). Un elemento distintivo ha sido el diseño metodológico, donde la constante es la capacitación de técnicos y productores, convirtiéndose esta práctica en un elemento habitual, así como la elaboración de manuales y videos (Figura 1). Las primeras acciones se realizaron en los estados de Baja California Sur, Chihuahua, Sonora y Quintana Roo, con la instalación de 195 equipos fotovoltaicos para bombeo de agua en ranchos que carecían del recurso energético convencional; es decir, el fluido eléctrico proporcionado vía cable y generado por una infraestructura



Figura 1. Sistema fotovoltaico, Sierra Norte de Puebla, México.



Figura 2. A: depósito de agua para bombeo mediante energía fotovoltaica. B: abrevadero para ganado en la Sierra norte, Puebla.

remota bajo un esquema centralizado (**algo muy distinto a lo que significan las ER, donde se necesita el recurso energético se coloca la tecnología, se genera y consume**).

Es cierto que una de las características de las ER es su intermitencia, que es el caso del viento y sol, principalmente, y que no se presenta en el aprovechamiento del oleaje y corrientes marinas; sin embargo, la aplicación de las tecnologías en sistemas híbridos es cada vez más diversificada y complementaria.

Con el objetivo de darle continuidad a las acciones demostrativas, para el año 1996 se gestionó un donativo ante el Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF), el cual complementó la inversión del Gobierno Federal y de los propios productores. Los resultados obtenidos y lo exitoso de la aplicación derivó en que para el 2000 iniciara el Programa de Energía Renovable para la Agricultura (PERA). Este programa se desarrolló de 2000 a 2006, periodo durante el cual se instalaron 1,545 sistemas demostrativos de bombeo de agua con energía fotovoltaica, 65 para refrigeración, 20

sistemas de calentamiento de agua con energía solar, y nueve moto-generadores de energía eléctrica para aprovechamiento del biogás recuperado en los bio-digestores, además de implementar actividades adicionales de promoción, difusión, capacitación y desarrollo del mercado. Se estimó que durante la operación del programa se generaron 4,321 MW (un MW equivale a un millón de watts) y se redujeron las emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente en 257 mil toneladas (Figura 3).

La metodología y lo exitoso del programa lo califican como el de mayores índices de efectividad a nivel mundial. Bajo este programa de forma sistemática da inicio la utilización de nuevas tecnologías dentro del sector agropecuario, tales como la fotovoltaica, solar térmica, eólica y bio-digestión. Considerando el sentido de innovación que desde un inicio ha manejado SAGARPA-FIRCO, existe

apertura hacia la adición de tecnologías y de mejores formas de administrar la energía (Figura 4).

Dentro de los principales impactos del Programa de Energía Renovable para la Agricultura (PERA), se pue-

de enunciar la creación de un mercado de productos y servicios en proceso de expansión, y un padrón de proveedores y prestadores de servicios en franco crecimiento, así como un efecto multiplicador del Proyecto; otros productores con

recursos propios hicieron uso de esta tecnología, tendencia de descenso en los precios de los equipos, e interés para incursionar y generar estudios de nuevas aplicaciones productivas de las tecnologías de energías renovables.

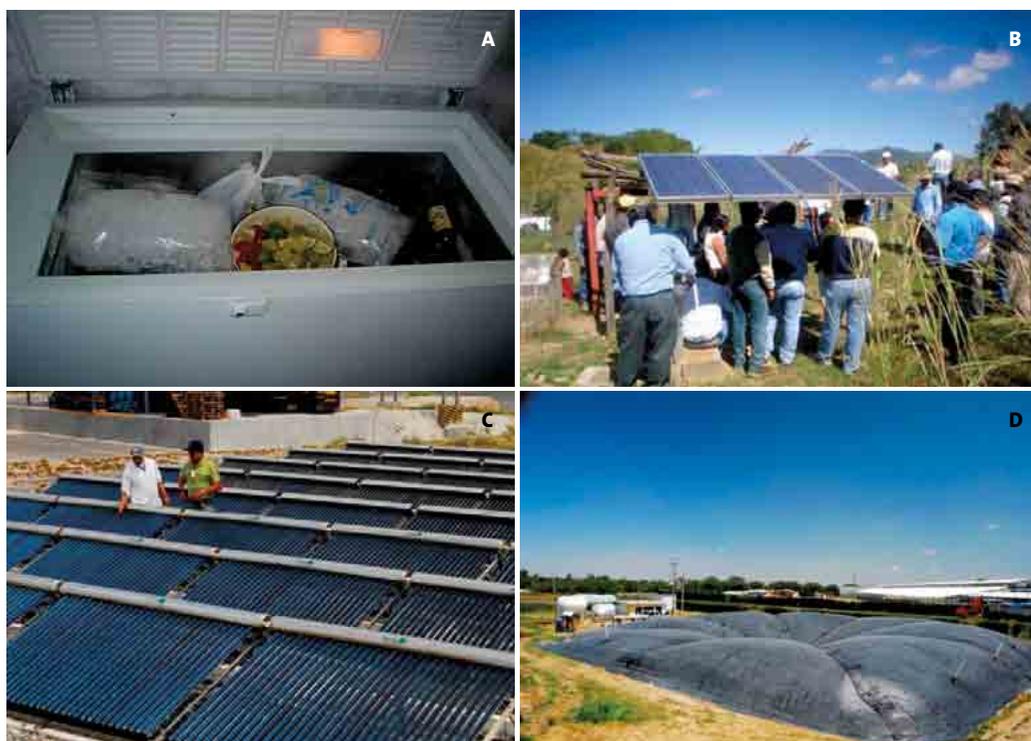


Figura 4. A: Refrigeración, la electricidad se obtiene con sistema fotovoltaico y se almacena en baterías en Tuxtepec, Oaxaca, México. B: Día demostrativo Sistema fotovoltaico en el estado de Hidalgo, México. C: Calentadores solares, Avicarnes Ciénega de Flores, N.L., México. D: Biodigestor, Establo La Estrella en León, Guanajuato, México.



Figura 3. A: Demostración de paneles solares (energía fotovoltaica) a productores en El Fuerte, Sinaloa, México. B: Calentamiento de agua, calentadores solares evacuados en Rastro TIF, Puente Grande, Guadalajara, Jalisco, México.

**Desde un enfoque económico, las ER se pueden definir como amigables con el medio ambiente, ya que entre otros usos, permiten canalizar hacia procesos de transformación energética a los residuos orgánicos líquidos, sólidos y gaseosos, producto de las actividades humanas y disminuir sus efectos contaminantes.**

En la aplicación de estas novedosas tecnologías y manejo de residuos, fundamentalmente se deben establecer los criterios de recuperación de temperaturas, así como de elementos que en algún momento del proceso consideramos como un problema; para el caso particular de los bio-digestores, uno de los productos resultantes son las aguas residuales (lixiviados). Una vez que salen del proceso de reducción, que tiene lugar en el interior del biodigestor, los lixiviados contienen altas concentraciones de fósforo, nitrógeno y potasio, teniendo un gran valor para la agricultura. Estos elementos están presentes en las excretas y residuos orgánicos producidos durante la crianza y sacrificio de animales en granjas porcícolas, establos lecheros y rastros. Otro

elemento a destacar es que se debe considerar a las ER como la palanca tecnológica que permite ahorros, tan sólo en tomar en cuenta que para las tecnologías solares y de viento (eólicas) la utilización de los combustibles (radiación solar-viento) no significa erogación.

Es cierto que en un inicio la inversión es medianamente alta, pero no se debe olvidar que existe el apoyo de SAGARPA-FIRCO (México). Al contar con los recursos agua y energía, elevar los niveles nutricionales de los animales, la productividad y el darle valor agregado a los diversos productos resultado de las actividades pecuarias y pesqueras, es menos complicado, y realmente se establecen las bases de un desarrollo que favorece a la generación de riqueza en los integrantes de las familias de los productores (Figura 5).

Un elemento destacable es la capacitación a través de la impartición de cursos y talleres entre funcionarios, técnicos y productores agropecuarios, con el objetivo de promover el conocimiento de las tecnologías y reducir el temor y desconocimiento de las ERs.

En una ocasión, con la inocencia ante lo desconocido, un ganadero comentó: *"esto es magia"*, no podía entender que con el puro sol se estuviera produciendo energía eléctrica", haciendo referencia a los sistemas fotovoltaicos que se han utilizado para el bombeo de agua en abrevaderos e irrigación de pequeñas parcelas forrajeras. El número de instalaciones muestra un crecimiento acompañado con la complementación de tecnologías: Bio-digestores-moto-generadores-sistemas térmico solares-cogeneración, en una misma instalación. Con esta estrategia se está presentando una continua innovación en el ámbito energético en áreas rurales de México.

En 2004, con la coordinación de la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES) y la Sociedad Internacional de Energía Solar (ISES), la SAGARPA-FIRCO decide organizar el primer Congreso Mundial de Energía Renovable en la ciudad de Guanajuato. Como parte de los trabajos, se proyectó la serie documental *Construyendo el Futuro*, coproducción realizada entre el Banco Mundial y FIRCO. Parte fundamental de los trabajos de difusión y promoción consistió en documentar los testimonios de usuarios de las tecnologías



Figura 5. A: Granja porcícola, "Ana Margarita", en Allende, N. L., México. B: Establo lechero La Estrella, en León, Guanajuato, México.

de ER. En el caso particular de los Sistemas de Biodigestión el objetivo inicial es la producción de biogás para su posterior utilización, como la quema directa o el aprovechamiento para la generación de energía eléctrica (Figura 6).

Una aportación de igual trascendencia que las anteriores es la disminución de los problemas ambientales, derivados de los procesos de producción en granjas porcícolas, establos lecheros y rastros. Actualmente estas son las actividades productivas que mayor número de usuarios registra el padrón del FIRCO.

### Bio-digestión, quema de biogás y generación de energía eléctrica

Uno de los productores con los que inició el programa de biodigestión es el Ingeniero José Luis Tamez, entusiasta porcicultor propietario del Rancho Ana Margarita, ubicado en el municipio de Allende en el estado de Nuevo León, México, de quien se muestra su testimonio (Figura 7).

Originalmente su propiedad se encontraba fuera del municipio, pero con el crecimiento poblacional y de servicios su



Figura 7. Ing. José Luis Tamez, del Rancho porcícola Ana Margarita en Nuevo León, México.

granja quedó rodeada por un campo de golf y un fraccionamiento. José Luis Tamez llevaba años trabajando, junto con sus hermanos, en el negocio de la porcicultura, como herencia de su padre. Durante este tiempo estuvo soportando las quejas constantes de sus vecinos, amonestaciones de la autoridad municipal y de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) por los residuos orgánicos derivados de esta actividad, tales como el agua pestilente con mucha materia orgánica y toneladas de excremento que diariamente dejaba la crianza de 11,200 cerdos.

#### ¿Cuánto tiempo llevas con tu bio-digestor?

**JLT** - En 2005 se inició la construcción del bio-digestor y el 2 de octubre ya estaba en operación el quemador. Ese fue el primer día que se prendió el mechón y a finales de 2006 iniciamos con la generación de energía, dando inicio a la solución de nuestro problema ambiental.

#### ¿Tienes una idea de lo que has ahorrado, qué beneficios has tenido?

**JLT** - Estamos ahorrando alrededor de quince mil pesos mensuales de energía, aproximadamente, pero lo más importante de esto es que como planta de emergencia se justifica el proyecto. En repetidas ocasiones hemos tenido problemas con el servicio de Comisión Federal de Electricidad (CFE). Hace unos días estuvimos casi dos días sin energía por un desperfecto que hubo en la red general; sin embargo, la granja estuvo trabajando perfectamente sin interrupción, y yo creo que con eso se



Figura 6. A: Congreso mundial de energía renovable. B: Quemador de biogás y bio-digestor al fondo. Granja Ana Margarita, Allende, N.L., México.

justifica el proyecto. Lo demás ya son ahorros y utilidad. Dentro de lo más importante es que se tiene la energía cuando se requiere; si existe una falla en el suministro de la CFE, se puede subsanar mediante su producción con el motogenerador y sin costo de diésel que es la forma como anteriormente se realizaba (Figura 8).

Se cava la trinchera con dimensiones de aproximadamente 80x50 m y una profundidad de 6 m, donde se depositan los líquidos cargados de materia orgánica. Se recubre el fondo con una geo-membrana, la cual imposibilitará filtraciones al subsuelo y que también permite a las bacterias trabajar en la generación de metano. Las aguas residuales llegan por gravedad a través de la instalación de tuberías. En el fondo se instala un sistema hidráulico de agitación que previene la sedimentación y acumulación de sólidos, así como el taponamiento de tuberías; además, se garantizan perfiles de

temperatura constantes dentro del biodigestor y una eficiente interacción entre microorganismos y el sustrato. También se utiliza para realizar actividades de mantenimiento, monitoreo y la remoción de lodos. Una vez llena la trinchera, se coloca el cover, que es la continuación de la geo-membrana, la cual es sellada por termo-fusión (Figura 9).

*¿Dónde te encuentras parado, Ingeniero?*



Figura 8. A: Cuarto de máquinas y moto-generador. B: tendido eléctrico para la granja.



Figura 9. A: Excavación de trinchera. B: Instalación de tubos de agitación.

**JLT** - Estoy sobre el “cover” del biodigestor, que es una membrana de alta densidad; esto es, por así decirlo, “el techo” del biodigestor.

*¿Aguanta muy bien, logras subirte, verdad?*

**JLT**- Sí, de hecho las pruebas de resistencia del material soportan un vehículo Jeep o una cuatrimoto; esto no tiene riesgo aunque, por seguridad, no es muy recomendable que la gente camine repetidamente sobre ella, pero sí tiene una muy buena resistencia. Aquí el peligro es que si traes un clavo o algo en los zapatos, podrías romperlo.

*¿José Luis, hace cuánto que estrenaste motor?*

**JLT** - Lo instalamos en agosto de 2009, es una versión nueva electrónica; la ventaja es que ante una demanda superior a los 200 amperes, que equivale a unos 55-60 kilowatts hora, el motor se “protege” (paro automático).

*¿Estás a gusto?*

**JLT** - Muy a gusto; ya hicimos unas interconexiones para las bombas de agua. Las que llenan las pilas para el agua de bebida, están interconectadas también al sistema, y el motor viejito que teníamos antes, lo estoy adaptando para instalarlo en las bombas de riego.

*¿Tecnología nacional?*

**JLT** - Cien por ciento nacional, y algunas adaptaciones hechas en nuestra empresa (Figura 10).

*¿Sigues perfeccionando?*

**JLT** - Pues adecuándolos a las necesidades de las granjas. Por ejemplo, este filtro es una adecuación que le hicimos en la granja, y se usa para los sistemas de riego.

*¿En el exterior también tienes otros filtros?*

**JLT** - Sí, tiene varias trampas de agua, y en algún momento se tuvo el problema de que después del filtro para azufre salía directo al motor y generaba condensación, pero ya con esto logramos quitar esa agua y causarle menos deterioro al motor. Esas son algunas de las cosas que hemos tenido que adaptar aquí y la otra es la de los filtros. Originalmente, el diseño de los filtros era horizontal, por lo que el tubo inferior se quedaba con agua; sin embargo, lo cambiamos para que fuera vertical y eliminamos el problema.

*¿Te encuentras en la autosuficiencia energética?*

**JLT** - Sí, antes teníamos el problema de que trabajábamos con una bomba diésel, y cuando fallaba el suministro



Figura 10. A: Motogenerador a base de biogás de la granja María Ana. B: Filtros colocados verticalmente y trampas de agua.

tro de la CFE la granja entraba en crisis; en la actualidad hemos hecho interconexiones y con este mismo generador las estamos levantando (Cuadro 1).

Actualmente (2013), la granja cuenta con tres moto-generadores con capacidad de 30 kw, 60 kw y 100 kw, todos alimentados con el biogás producido en el biodigestor, cubriendo de esta manera el total de sus requerimientos en energía eléctrica. Siguiendo la tendencia innovadora que caracteriza a este productor, el proyecto incluye la cogeneración al aprovechar los diversos flujos energéticos térmicos de las motos generadoras. En función de las temperaturas producidas se puede generar vapor y/o precalentar agua. Por ejemplo, el radiador cuenta con un fluido a 80 °C promedio; esta temperatura se puede aprovechar mediante un intercambiador de calor (con una pérdida estimada de 10 °C) para calentar agua, la cual se puede utilizar en procesos de limpieza, o elevar la temperatura en las áreas de maternidad de la granja. Algo similar se puede aplicar con el aire caliente de sus escapes; de esta forma, se puede mitigar el efecto de los gases de efecto

Cuadro 1. Datos técnicos del bio-digestor del Rancho Ana Margarita, Allende, Nuevo León, México.

Animales en la granja	Área que ocupa el biodigestor	Cantidad de metano producida por día	Energía producida por el generador	Capacidad de motor (generación eléctrica)	Metano quemado en mechero	Quemador	Metano quemado en moto generador
11,200 y 1200 vientres	6000 m <sup>2</sup>	2500 m <sup>3</sup>	35 Kwh. 130 Amper. Trifásico en 220 En 440 es más eficiente.	-60 Kwh. -Perkins -6 cilindros -60 hp. Efectivos.	15,904 m <sup>3</sup> por semana	Activo simultáneamente con el generador	-19 m <sup>3</sup> por hora. -Trabaja 80 horas por semana. -1596 m <sup>3</sup> por semana de biogás.

invernadero resultantes de la actividad primaria, aplicando tecnologías que los atrapen y conviertan en un subproducto reciclable en la misma área de generación (Figura 11).

La biodigestión en el sector agropecuario está ayudando a disminuir no sólo la generación de metano y las afectaciones al medio ambiente, sino también a dar rentabilidad a la actividad de los poricultores al incursionar en la generación de electricidad a través de la figura jurídica del autoabastecimiento. En la actualidad los excedentes eléctricos generados se mandan al sistema interconectado para que, en su momento, cuando la infraestructura de la granja requiera mantenimiento, o la demanda sea mayor, se retornen los watts produ-

cidos, fungiendo la CFE como banco de energía. En un futuro lo ideal será vender los excedentes a la CFE en un esquema preferencial hacia las energías verdes.

**Es así como la familia de José Luis Tamez ha diversificado su actividad y ahora también es un pequeño productor de energía. De ser su manejo un problema ambiental, ahora los residuos se han convertido en un subproducto (metano-producción de electricidad y la generación de abonos líquidos y sólidos), propiciando un desarrollo rural sostenible.**

Un indicador de la efectividad y del aprecio que los productores rurales

tienen hacia las ER, se observa al momento de tomar la decisión de instalar por cuenta propia diversas tecnologías alternativas. Las 32 gerencias del FIRCO-SAGARPA por ejemplo, son un vínculo para que el productor o las organizaciones rurales puedan acceder al uso de las tecnologías de ER, donde personal altamente capacitado los acompaña en la elaboración del plan de negocios, ficha técnica, análisis de congruencia, y factibilidad técnica, económica y ambiental para asegurar su ejecución. México emite 711.65 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en promedio, que provienen fundamentalmente del sector energía, transporte, generación de desechos, así como de diferentes actividades antropogénicas, y disminuir las emisiones de Gases de Efecto



Figura 11. A: Producción de metano (CH<sub>4</sub>). B: Confinación de desechos en el bio-digestor.

Invernadero (GEI), las cuales incrementan el calentamiento global, es el mayor reto ambiental que se enfrenta como país (Figura 12).

En el caso específico del sector agropecuario, la contribución de estas emisiones fue de alrededor de 45.5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (Mt CO<sub>2</sub> eq) en promedio durante el periodo 1990-2002, lo que representa 6.4% del total emitido en el país.

## CONCLUSIONES

- La mitigación de los GEI demanda una aplicación más amplia y la incursión en el ámbito urbano con algunas de ellas. En México la estrategia de mitigación surgió hace 19 años. Dentro de estas acciones, por su importancia, resalta la enfocada a la incorporación de fuentes de energía renovable en los procesos productivos de diferentes tipos de agro-negocios en el sector agropecuario, lo cual se realiza a través de la promoción y difusión de estas tecnologías mediante apoyos gubernamentales otorgados por la SAGARPA, vía el FIRCO, el cual es un agente promotor de agro-negocios que busca fomentar el valor agregado en el agro mexicano.
- Los sistemas de energía renovable que se están incorporando en distintos agro-negocios para cumplir con los compromisos dentro del Programa Especial de Cambio Climático (PECC) son bio-digestores, moto-generadores accionados con biogás para el autoabastecimiento de energía eléctrica, sistemas térmicos solares, y sistemas fotovoltaicos conectados a la red para bombeo de agua y refrigeración.
- Se puede considerar que las ER cumplen con tres preceptos básicos de la sostenibilidad: son técnicamente apropiadas, económicamente viables, y socialmente aceptables.
- Sólo falta un fuerte impulso en la promoción y uso de las ER y de la Eficiencia Energética.

