

MULTICIENCIAS, Vol. 13, N° 4, 2013 (421 - 429)
ISSN 1317-2255 / Dep. legal pp. 200002FA828

Rentabilidad de la energía sustentable de los sistemas de producción bovina

Abelardo López, Arturo Otilio Acevedo, José Roberto Villagómez, Carlos Maycotte y Cesar Abelardo González

Centro de Investigaciones Químicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

abejorro13_lf@hotmail.com; acevedo@uaeh.edu.mx; villagomez@uaeh.edu.mx;
maycotte@uaeh.reduaeh.mx; ccr_gonzalez@yahoo.com;

Resumen

Este trabajo, muestra lo importante que es la metodología del análisis de ciclo de vida y los estudios de impacto ambiental con el fin de apoyar las evaluaciones ambientales no solo para la industria, sino también para otras áreas diferentes como la agricultura o los sistemas pecuarios intensivos. Estas evaluaciones de impacto ambiental, pueden ser capaces de dar algunas alternativas para detener o disminuir la contaminación por medio del uso de tecnologías verdes, como podría ser el reciclamiento de desperdicios inorgánicos y orgánicos como en este caso, que concierne al Sistema Intensivo Pecuario ubicado en el ICAP, donde es posible demostrar por medio de un estudio de evaluación económica financiera, la factibilidad de este proyecto de reciclar sus propios desperdicios para obtener gas metano y utilizarlo como una fuente de energía. Actualmente, los análisis de ciclo de vida, los estudios de impacto ambiental y los estudios de evaluación económicos financieros han originado un nuevo nivel de planeación y ejecución de desarrollo de proyectos bajo el entendimiento que cualquier tipo de proyecto podría dañar irreversiblemente el medio ambiente.

Palabras clave: energía renovable, sustentabilidad, ambiente, reciclamiento.

The Profitability of Sustainable Energy in Bovine Production Systems

Abstract

This research shows how important life cycle assessment methodology and environmental impact studies are for supporting environmental evaluations, not only for industry, but for other, diverse areas, such as agriculture or intensive livestock systems. These environmental impact evaluations can also offer some alternatives for stopping or decreasing pollution by using green technology, such as recycling organic and inorganic waste, which, in this case, concerns intensive livestock systems located at ICAP. Here, it is possible to demonstrate the feasibility of this project for recycling organic waste to obtain methane gas and use it as an energy source, through an economic financial assessment study. Actually, the analyses of life cycles, environmental impact studies and economic financial assessment studies have originated a new level of planning and execution for project development with the understanding that any type of project could irreversibly damage the environment.

Keywords: renewable energy, sustainability, environment, recycling.

Hoy en día, los centros de enseñanza de estudio superior, deben tener líneas de investigación que comiencen a identificar, determinar y estudiar indicadores de generación de contaminación, para así establecer metodologías de impacto ambiental y emplear las tecnologías más viables para su posible mitigación, así como la consecución de posibles fuentes de financiamiento. Solamente de esta manera, estos centros de enseñanza superior podrían respaldar el concepto de desarrollo sostenible.

En agosto de 1976, la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, donó a la Universidad del Estado de Hidalgo el campo de fomento ganadero con una extensión de 73 hectáreas ubicado en la ex hacienda de Aquetzalpa, en los linderos de la ciudad de Tulancingo, Hidalgo. Este lugar, es estratégico para descentralizar los servicios que presta la universidad y hacer llegar la educación superior a diferentes zonas rurales, de esta manera, la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en el año de 1987 crea el Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAP), con la perspectiva de formar egresados comprometidos con su población, capaces de generar la transformación de la producción agropecuaria de la región.

Hoy en día, esa perspectiva con la cual se creó el ICAP se podría complementar con la integración de modelos ecológicos y económicos que permitan analizar los costos ambientales de una incipiente contaminación, para en-

frentar los futuros impactos ambientales del uso variado de la tierra y su desarrollo tecnológico. En este momento, el ICAP cuenta con infraestructura para la enseñanza superior e investigación además, tiene modernas instalaciones de un sistema de producción láctea estabulada.

El buen aprovechamiento de subproductos agrícolas y agroindustriales por parte de los rumiantes, ofrecen buenas alternativas para utilizarlos como cierre de un determinado proceso energético, al considerar el uso del estiércol de ganado como fuente de energía. De este modo, los sistemas de producción pecuaria se convierten en un sistema más eficiente, porque crean una herramienta importante para frenar la contaminación, degradación y deterioro del ambiente. Durante siglos, las actividades económicas del mundo se centraron en la producción agrícola, la explotación de materias primas y en la realización de tareas artesanales y hoy en día, el estiércol de ganado puede ser una materia prima esencial para la obtención de energía sustentable que puede ser utilizada en los diversos procesos que requiere la industria (Viniegra y Pérez, 2007).

Este trabajo, se encausó al Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAP), plantel de enseñanza superior e investigación perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo porque genera una constante contaminación de desperdicios orgánicos, debido a que cuenta con una extensión de 73 hectáreas, posee un hato de 200 vien-

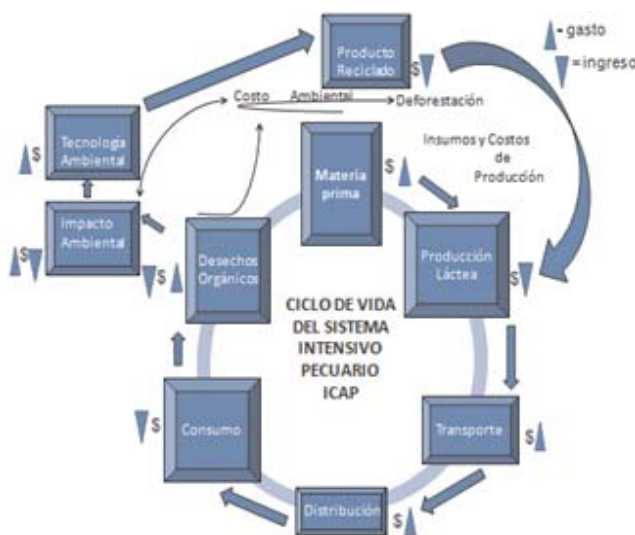
tres, 140 vaquillas de remplazo y maneja un sistema de producción estabulado con instalaciones modernas en donde se producen más de 3,000 litros de leche por día. Además, como casa de estudio de nivel superior, tiene el compromiso de encabezar y fortalecer el concepto de desarrollo sostenible, participando en la construcción de sus metodologías para su aplicación, control y valuación en los diferentes proyectos que se susciten en un futuro inmediato.

Anteriormente, se consideraba que los impactos ambientales solo eran causados durante la etapa de fabricación y uso, ahora se consideran los nexos y después de los procesos productivos, desde la obtención de la materia prima, transporte a mercados, distribución, pasando por el proceso de diseño, elaboración del producto, su uso y concluyendo con su deposición final, esto es cuando su vida útil rescinde o llegue a servir de insumo o materia prima a otro nuevo producto (Mattsson, 1999).

Por lo anterior escrito, en el proyecto encausado al ICAP, se comenzó por determinar el análisis de ciclo de vida (ACV) de los ingredientes principales que se utilizan en la dieta del hato ganadero. Como se muestra en el Esquema 1, en estos sistemas de producción, el ciclo de vida de determinados productos que se utilizan para la alimentación en el hato ganadero, deben tratar de proporcionar la mejor valoración económica y aprovechamiento de los recursos naturales que se vieron sacrificados en un momento dado para poder establecer estos sistemas de producción, aunque son actividades que se originaron hace muchos años, desde inicios provocaron impactos sobre el medio ambiente, comenzando primeramente con una fuerte deforestación, luego una lenta degradación de las tierras laborables, hasta en algunos casos, llegar al empobrecimiento y completa erosión de los suelos; además, de las repercusiones directas que tuvieron estos cambios, sobre la flora y fauna originaria de cada ecosistema afectado.

Por esta razón en el esquema1, en este particular caso, el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), aparte de detectar un posible impacto ambiental negativo, trata de dar un máximo aprovechamiento a esos recursos naturales que se vieron o se ven afectados en un momento dado por implantar estos sistemas de producción pecuaria, originados con la finalidad de satisfacer las necesidades alimentarias de una población demandante y en constante crecimiento.

Actualmente, la verdadera valoración de los recursos naturales, sobre todo, en los actuales sistemas intensivos de producción pecuaria como el del ICAP, deben de comenzar con una maximización de aprovechamiento de los bienes y servicios ambientales en los diferentes procesos de producción, evitando todo tipo de pérdidas. Además,



Fuente: Sistema de Producción Bovina del ICAP.

Esquema 1. Ciclo de vida del Sistema Intensivo de Producción del ICAP.

todo tipo de sistema productivo actual debe ser desarrollado sobre una base de sustentabilidad, este contexto en retribución al daño irreversible que sufrieron los entornos naturales o ecosistemas.

El establo perteneciente al ICAP, con el ganado que mantiene produce alrededor de 700 kilogramos de estiércol por día, por esta razón, en el interior de las instalaciones del ICAP construyeron un drenaje de mampostería que recoge el estiércol del hato y lo saca de sus instalaciones hacia una zanja localizada a un costado de los terrenos del instituto. Esta zanja, atraviesa los terrenos lábrales del Instituto a todo lo largo junto con otros terrenos de particulares, hasta desembocarlos en un río de aguas negras o desagüe lo que origina un gran foco de contaminación para la población cercana a ese municipio. Este escenario, determina que la construcción del drenaje de mampostería dentro de las instalaciones del establo del ICAP, no representa ninguna ventaja y no soluciona absolutamente nada el problema ambiental generado, al contrario, el índice de contaminación se agrava cada vez más, originando un impacto ambiental severo.

De igual manera, y a la par de lo anterior, en este proyecto se aplicó una metodología del impacto ambiental basada en la matriz elaborada por Ignacio Español Echaniz (2001) pero, en este caso, adaptada a las circunstancias de impacto ambiental que provoca el sistema pecuario de producción por la generación de residuos orgánicos provocados por el sistema estabulado de producción pecuaria que estableció el ICAP. Esta matriz, podrá determinar la valoración del costo ambiental que provocan estos residuos en el entorno del ecosistema. La valoración conside-

rada en la matriz sobre dichas variables es la siguiente: Magnitud (unidad de cantidad) o extensión de contaminador con número 1, es leve y puede ir hasta 10 lo que representa que la magnitud del contaminante es fuerte. La otra valoración se refiere a la Intensidad (ocurrencia del impacto) o importancia del impacto donde el número 1 significa que no tiene intensidad y el número 10 muy intensivo. La magnitud, es una unidad de cantidad y el otro valor ocurrencia del impacto.

En la matriz, el elemento de intersección se ha dividido en dos recuadros, en el primero se asignará la cualidad de la magnitud o extensión de contaminador (m), el otro recuadro está referido a la intensidad o importancia del impacto (i). El producto de (i) *(m) da un valor que indica la carga o magnitud del impacto que las actividades del proyecto pueden generar en el ambiente (Coria, 2008).

En los resultados, se observó que existe un impacto ambiental causado por la gran cantidad de desechos orgánicos de los animales y podría agravarse debido a su acumulación. Evidentemente, con estas cantidades de excreta animal se ven comprometidos el medio físico y el medio biológico que de alguna manera se relaciona con el medio humano y el interés humano debido a que el impacto ambiental, se conceptúa como las implicaciones que, sobre la sociedad y la economía poseen las categorías ambientales (Giuffré, 2008).

Metodología para evaluar la rentabilidad del sistema de producción pecuaria estabulada en el ICAP

En este trabajo que se llevó a cabo en el ICAP con la finalidad de analizar la rentabilidad, se obtuvo la siguiente información, la cual proporciona una idea muy clara, precisa y real de la situación económica de este sistema pecuario, de producción estabulada, representativo de muchos otros que existen a lo largo de la República Mexicana. Los datos obtenidos del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo tuvieron con el fin de realizar una metodología que indicará la rentabilidad de este sistema de producción pecuaria. La metodología para evaluar la rentabilidad de este sistema, se basa en principio en aspectos contables los cuales, con base en dicho tema, puedan usar instrumentos financieros para confirmar la situación económica en el corto y largo plazo del sistema intensivo del ICAP.

Una vez que se obtienen los datos de ingresos y egresos del sistema, como primer punto contable se desarrolla los estados de resultados, estado de origen y aplicación de recursos y balance general (Calvo, 2008).

Los flujos netos de efectivo o de operación, es un estado financiero dinámico que arroja información de un año, son llamados también flujo de caja. Éstos revelan la capacidad de pago de la empresa y aunque está ligado al estado de resultados, su objetivo no es mostrar las utilidades, sino dinero disponible o déficit en caja (Nacional Financiera OEA, 1997).

Una vez que se obtienen todos los aspectos contables, se usan las razones financieras las cuales, dependiendo del objetivo que se persiga, dan indicadores para conocer si la entidad sujeta a evaluación es solvente, productiva y tiene liquidez. En forma general, se analizan y evalúan los estados financieros con métodos verticales, horizontales, históricos y proyectados, con razones a corto y largo plazo, con comparaciones y tendencias tanto absolutas como relativas (Hernández *et al.*, 2009). Las razones financieras, son obtenidas directamente de los estados financieros, se seccionan para el análisis y evaluación de sus componentes o cuentas más representativas. Las razones financieras constituyen, un método para conocer hechos relevantes acerca de las operaciones y la situación financiera de una empresa. Para que el método sea efectivo, estas deben de ser evaluadas conjuntamente y no de manera individual, en virtud de que miden la interdependencia entre diferentes partidas del balance y estado de resultados, así mismo deberá tomarse en cuenta la tendencia que han mostrado en el tiempo (Chan, 2013).

Otro indicador usado muy a menudo para evaluar la capacidad de la empresa es la Tasa Interna de Retorno (TIR). La TIR, se puede definir de dos formas: la primera, como la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a 0 y la segunda, como la máxima tasa de interés que puede pagarse o que gana el capital no amortizado en un periodo de tiempo. La TIR, solo se calcula y sirve como criterio para la toma de decisiones cuando hay un único cambio de signo (Coss, 2009).

El VPN, es el ingreso neto que obtendrá la empresa a valores actualizados, el cual puede ser positivo o negativo. Considera el valor del dinero a través del tiempo, al seleccionar los proyectos con mayor VPN se mejora su rentabilidad (Baca, 2010).

Factibilidad económica del sistema de producción pecuaria estabulada en el ICAP con reciclamiento de desechos

La propuesta que el sistema de producción del ICAP genere biogás mediante sus desperdicios, es una manera como este tipo de sistema pecuario pueda contribuir con un beneficio ambiental, atenuando los problemas del cam-

bio climático y los gases contaminantes que provocan el efecto invernadero... pero sobre todo, este sistema puede ayudar a que las explotaciones intensivas pecuarias sean más beneficiosas al tener la oportunidad de obtener otro producto diferente al que producen.

Inicialmente, se estimó el índice de producción de biogás que podría producir el sistema intensivo del ICAP, de acuerdo a su generación de desperdicios. Los resultados se pueden observar en los Cuadros 1 y 2, bajo estos resultados, se podría pensar en ir un poco más allá de construir un biodigestor artesanal, pues la cantidad de biogás que se puede obtener de la metanización de los residuos del establo ganadero, es bastante considerable.

Los kilogramos de metano que se dejan de emitir a la atmósfera, son los kilogramos de biogás que se generarían en el biodigestor. El acuerdo del Protocolo de Kioto aprobado en la convención sobre cambio climático en el año 1992, se establecieron metas cuantificadas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Para cumplir esas metas hoy en día, se están financiando proyectos de captura o abatimiento de estos gases en países en vías de desarrollo. Se conoce que este proyecto es uno de los esfuerzos más grandes a nivel internacional, por disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (Evans, 2003).

Las reducciones de emisiones de Gas Efecto Invernadero (GEI), se miden en toneladas de CO₂ equivalente, y luego se traducen en Certificados de Emisiones Reducidas (CER).

Un CER equivale a una tonelada de CO₂ o CH₄ que deja de emitirse a la atmósfera y puede ser vendido en el mercado de carbono a países del Anexo I, los cuales son los países industrializados de acuerdo a la nomenclatura del Protocolo de Kioto (Cassiello y Villaruel, 2007).

En este contexto, la mayoría de los países desarrollados pueden negociar estos bonos y comprarlos a los países emergentes donde se reduzcan las emisiones. El sistema ofrece incentivos económicos para que las empresas privadas contribuyan a la mejora de la calidad ambiental y se consiga regular la emisión generada por sus procesos productivos, considerando el derecho a emitir CO₂ como un bien canjeable y con un precio establecido en el mercado. Un bono de carbono representa el derecho de emitir una tonelada de dióxido de carbono. Los bonos de carbono, son un mecanismo internacional de descontaminación para reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente propuesto en el Protocolo de Kioto, al cual, México se adhirió el 16 febrero del año 2005 (FOMECA, 2007).

El ICAP, como se muestra en el Cuadro 3 deja de emitir GEI con la reutilización de sus desperdicios por lo que, no solo tendría la oportunidad de entrar al comercio de reducción de emisiones de CO₂, sino de obtener incentivos económicos y un buen financiamiento para desarrollar o mejorar tecnologías que contribuyan a la mejora de la calidad ambiental.

Cuadro 1. Índice de generación biogás por excretas.

Cantidad kg de excreta/día/animal	Rendimiento de biogás m ³ /kg de excreta	Producción de biogás m ³ /animal/día	Relación excreta/agua
20	0.04	0.06	01:01

Fuente: Sistema de Producción Bovina del ICAP.

Cuadro 2. Rendimiento de biogás por excretas.

Cantidad kg total de estiércol/día en 6 contenedores	Rendimiento total en ICAP biogás m ³ /kg estiércol	Kg de metano que dejan de emitirse en la atmosfera/día
27000	1080	2121.12

Fuente: Sistema de Producción Bovina del ICAP.

Cuadro 3. Metano en el mercado de emisiones.

Ton de metano que se dejan de emitir a la atmosfera/día	Precio dólares por ton. de metano que se deja de emitir a la atmósfera	Ingreso dólares por ton de metano que deja de emitirse/mes	Ingreso dólares por ton de metano que deja de emitirse/año	Ingreso pesos por ton de metano que deja de emitirse/año
2.12112	16.00	1018.1	12,217.	152,720

Fuente: Sistema de Producción Bovina del ICAP.

En ese mismo sentido, y considerando la infraestructura y la capacidad de generación de desperdicios orgánicos del sistema de producción pecuario del ICAP, se recomendaría comenzar con seis contenedores con una capacidad de 10,000 litros cada uno, elaborados de placa de acero calibre ¼ de pulgada, los cuales deben estar remachados o soldados de tal manera que sean herméticos e impermeables. Estos contenedores, también son llamados reactores, área en donde se deposita el material orgánico a fermentar en determinada dilución en agua, para lograr su descomposición, produciendo gas metano y fertilizante. Se estima comenzar con una inversión inicial de \$1, 500,000.00M/N por la adquisición de los seis contenedores, mano de obra, tuberías, conexiones y demás accesorios.

Con esta inversión inicial, se determinará la capacidad de producción y comercialización del biogás, para poder manejarlo como un ingreso extra al igual que el ingreso de los Cer's (Certificados de emisión reducida) como se muestra en los Cuadros 4 y 5.

Con el fin de confirmar de una manera más real, si es factible invertir tiempo y dinero en esta tecnología alternativa, con la misma metodología aplicada en el caso anterior, de nueva cuenta se obtuvieron los ingresos y egresos actualizados con los datos anteriores, por lo que fue necesario obtener un nuevo balance, un estado de resultados proforma, un origen y aplicación de recursos, así como los flujos netos de efectivo donde se agregaron los ingresos por la venta del biogás y de Cer's. Los flujos se calcularon para tres años y se hizo la proyección de 5 años más, con el resultado del flujo del año tres, con el fin de observar el comportamiento de la TIR y el VPN a través del tiempo. Las razones financieras que determinan la situación financiera de la empresa se calcularon para los tres años, pues desde un principio se obtuvieron efectos positivos. Los resultados, se resumen de manera general en los Cuadros 6 y 7, donde se confirma la factibilidad del proyecto con reci-

clamiento de desperdicios orgánicos. Se determina, con los nuevos resultados obtenidos que los ingresos del sistema de producción pecuaria del ICAP son mayores que sus egresos, debido a la aportación económica extra que entra por motivo de la producción y venta de gas metano, a causa de la bio-metanización de sus propios desperdicios orgánicos y de la venta de Cer's. Ahora, se puede establecer que el sistema intensivo pecuario del ICAP es rentable y se refleja claramente con cifras positivas, no solo en sus flujos netos de operación, sino en las razones financieras, VPN y TIR; estos dos últimos valores, cumplen con la tasa mínima TREMA que se le requirió al proyecto, disminuyendo así el riesgo de inversión.

Como se observa en el Cuadro 7, la Tasa Interna de Retorno (TIR) que equivale a la tasa de interés producida para aceptar o rechazar el proyecto es de casi 12%. Esta tasa de rentabilidad, es positiva y bastante aceptable, por el riesgo de sacar adelante una empresa intensiva pecuaria ya establecida, y que, al paso del tiempo ha incrementado sus activos hasta llegar a una inversión de \$18, 669,914.71, y el reciclamiento de sus desechos hace favorable este tipo de proyectos. Los proyectos de reciclaje, buscan a futuro ser la fuente de energía alterna que reduzca los costos ambientales con el uso de tecnología barata y rentable. Esta rentabilidad, es suficientemente atractiva para el riesgo que ha tomado esta empresa. La rentabilidad de este sistema pecuario con reciclamiento de desperdicio es de 11.9%, bajo este criterio, en este caso en particular, la TIR sirve para tomar la decisión de aceptar el proyecto.

Ahora, hay que analizar los demás parámetros financieros para determinar la aceptación integral de este proyecto y la posible recuperación del capital invertido que podría representar un excelente costo de oportunidad del capital.

El VPN, que es una herramienta central en el descuento de flujos de caja empleado en el análisis fundamental, y

Cuadro 4. Generación de biogás por contenedor.

Rendimiento de biogás m ³ /kg de excreta	Toneladas de estiércol	5000 litros de agua	Producción m ³ de gas en 1er. contenedor	Producción m ³ de gas en seis contenedor
0.04	4500	5000	180	1080

Fuente: Sistema de Producción Bovina del ICAP.

Cuadro 5. Ingreso por generación de biogás en contenedores.

\$ Ingreso/día venta de biogás producido en kg	\$ Ingreso/mes venta de biogás producido en Kg	\$ Ingreso/año venta de biogás producido en kg
12,744	382,320	4,651,560

Fuente: Sistema de Producción Bovina del ICAP.

Cuadro 6. Flujo Neto de operación.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3
		10%/10%	10%/10%
Inversión Total			
Capital de Trabajo			
Ingreso por ventas	\$ 11,208,280.64	\$ 12,040,800.64	\$ 12,040,800.64
Costo de Producción	\$ 7,461,600.00	\$ 8,208,200.00	\$ 8,208,200.00
Utilidad bruta	\$ 3,746,680.64	\$ 3,832,600.64	\$ 3,832,600.64
Gastos de Administración	\$ 72,000.00	\$ 73,000.00	\$ 75,000.00
Depreciación y amortización	\$ 65,000.00	\$ 67,000.00	\$ 70,000.00
Utilidad de Operación	\$ 3,609,680.64	\$ 3,692,600.64	\$ 3,687,600.64
Gastos financieros			
Utilidad antes de impuestos	\$ 3,609,680.64	\$ 3,692,600.64	\$ 3,687,600.64
ISR (33%)			
P.TU (10%)			
Utilidad Neta	\$ 3,609,680.64	\$ 3,692,600.64	\$ 3,687,600.64
Depreciación y Amortización	\$ 65,000.00	\$ 67,000.00	\$ 70,000.00
Ingresos no operativos			
Ingresos operativos			
Flujos netos de operación	\$ 3,674,680.64	\$ 3,759,600.64	\$ 3,757,600.64

Fuente: Sistema de Producción bovina del ICAp.

Cuadro 7. Razones financiera.

	Año 1	Año 2	Año 3
Liquidez	1.9	2.09	3.25
Acido	1.92	2.09	3.25
Margen Neto Utilidad (%)	2	3	3.12
Capital de trabajo	\$ 258,321.00	\$ 431,964.00	\$ 795,647.00
Utilidad operativa en ventas (%)	2.45	3.17	3.12
Rentabilidad sobre el capital (%)	1	1.5	1.4
VPN	\$ 1,329,193.17		
TIR	11.9%		Tasa del 10%
TREMA	10%		

Fuente: Sistema de Producción Bovina del ICAp.

es un método estándar para el uso del valor temporal del dinero para evaluar los proyectos a largo plazo, ya que considera el valor del dinero a través del tiempo (Keith, 2012). En este caso, se la tasa con un valor actualizado positivo de \$1, 329,193.17 significa que es un buen negocio. Esa cantidad de dinero a futuro del VPN, representa la compensación de todas las inversiones y todos los costos realizados en un momento dado, al igual que el costo del capital. Entre mayor sea la tasa de riesgo y el tiempo de la

inversión, el VPN será bajo, de igual forma entre más altos los flujos de caja mayor será el VPN (Arias, 2009).

La tasa de rendimiento mínimo aceptable (TREMA) puede estar establecida por la tasa de interés interbancaria, por la tasa de interés crediticia u otras variables de interés (Brealey, 2006). En este caso, se tomó en cuenta la tasa de interés bancario de 10% tasa mínima a obtener que se le exigirá al proyecto y que tiene que cubrir. El valor de la TREMA, siempre está basado en el riesgo corregido

por la empresa en forma cotidiana en sus actividades productivas y mercantiles (Cabreja, 2004).

Por otra parte, el comportamiento de las razones financieras es positivo y alentador para la pronta recuperación del capital invertido; en este caso, la razón financiera de liquidez refleja un incremento en cada año y significa el dinero que se tiene en activo circulante por un peso de pasivo a corto plazo es decir, en el año tres se tiene 3.25 pesos en activo circulante por un peso que se tiene en el pasivo a corto plazo. Esto significa que la empresa no está demasiado endeudada. La prueba del ácido es semejante a la prueba de liquidez, pero representa el endeudamiento a largo plazo (Weston *et al.*, 1994), en este sentido el ICAP, para el año tres cuenta con 3.25 pesos en circulante activo por cada peso de pasivo a largo plazo, lo que significa que su nivel de endeudamiento es muy bajo.

El Margen Neto de Utilidad, la facilidad de convertir las ventas en utilidad (Bravo, 2010), la Rentabilidad Sobre el Capital indica la rentabilidad de la inversión de los dueños de la empresa y la Utilidad Operativa que es la relación entre utilidades netas e ingreso por venta (Gava y Ubierna, 2008), en este caso, son positivas para todos los años proyectados con un buen margen de ganancia, si se toma en cuenta el total de activos fijos de la inversión que se tiene en el ICAP (\$18, 643,600.00). En una proyección de mayor tiempo, estos indicadores financieros tienden a incrementarse significativamente, debido al producto que se ofrece y donde la infraestructura difícilmente se deprecia, teniendo un mercado cada vez mayor.

En el comportamiento del VPN del sistema de producción intensivo del ICAP con reciclamiento de desechos orgánicos, se nota claramente que hay una rentabilidad, puede pagar sus deudas en el corto y largo plazo y su nivel de endeudamiento es mínimo, esto es, porque además de lo que produce tiene un beneficio agregado, la producción y venta de gas metano y lo que genera de los Certificados de Reducción de gases de efecto invernadero (Cer's).

Conclusiones

Los actuales sistemas de producción pecuaria, han dejado de ser rentables debido a que los insumos de producción son cada día más costosos en relación a lo que producen. Por otro lado, el incremento del consumo humano ha acelerado su producción, lo que ocasiona un peligroso incremento en la generación de residuos orgánicos. Este trabajo, demuestra la ventaja económica de la metanización de desechos para la obtención de gas metano y utilizarlo como fuente de energía. De esta manera, no solo se consi-

gue el objetivo de hacer más eficientes y rentables estos sistemas productivos, sino frenar la contaminación y degradación del ambiente. Este proyecto, en su fase de factibilidad económica y con el argumento comprobado de reducción de gases efecto invernadero (GEI), puede presentarse como una propuesta para entrar al mercado de carbono debido a la cantidad de Cer's que genera o en su defecto, sugerir un financiamiento debido al desarrollo de tecnología utilizada que contribuye a mejorar la calidad ambiental.

Referencias

- ARIAS, A. (2009). **Análisis e interpretación de los estados financieros**. México: Editorial Trillas. 205 p.
- BACA, U.G. (2010). **Evaluación de Proyectos de Inversión**. México. Edición Mc Graw Hill. 318 p.
- BRAVO, S.M. (2010). **Introducción a las Finanzas**. México: Editorial Pearson.
- BREALEY, M. (2006). **Principios de Finanzas Corporativas**. Mc Graw Hill, Octava edición.
- CABREJA, R.H. (2004). **Análisis e interpretación de estados financieros**. México. pag.132
- CALVO LANGARICA, Cesar (2000). **Análisis e Interpretación de estados financieros**. México: Editorial PAC. 143p.
- CASSIELLO, F.A.; VILLARUEL, J.M. (2007). El desarrollo sustentable desde la perspectiva de las relaciones multimodales. Dpto. de Investigación, Facultad de Química e Ingeniería Fray Bacon, UCA, Año 5 Vol. 5, p.15.
- CHAN S., Park (2013). **Fundamentos de Ingeniería Económica**. México: Editorial Pearson. Sexta Edición.
- CORIA, D.I. (2008). El estudio de Impacto Ambiental: Características y Metodologías. **Invenio**, vol. II número 120, Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. 135 paginas.
- COSS, B.R. (2009). **Análisis y evaluación de proyectos de inversión**. México D.F.: Editorial Limusa S.A de C.V. 361 p.
- ESPAÑOL ECHANIZ, I.M. 2001. **Bases para la evaluación de impacto ambiental**. Servicio y Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid. UPM. Madris, pp. 269.
- EVANS, M. (2003). Emission trading in transition economies: the link between internacional and domestic policy. **Energy policy**, vol. 3, pp. 879-886.
- FOMECAR (2007). Fondo Mexicano del Carbón. México. D.F.
- GAVA, L.; ROPER, E.; UBIERNA, A.G. (2008). **Dirección financiera: decisiones de inversión**. Editorial Delta. 67p.
- GIUFFRÉ, L. (2008). **Agrosistemas. Impacto ambiental y sustentabilidad**. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, UBA. 102p.
- HERNÁNDEZ, A.; HERNÁNDEZ V.A.; HERNÁNDEZ, A. (2009). **Formulación y evaluación de proyectos de inversión**. México, D.F.: Cengage Learning. 425.
- KEITH, Baxter (2012). **Administración del Riesgo**. Editorial Fondo de cultura económica. 248 p.

MATTSSON, B. (1999). Environmental life cycle assessment (LCA) of agricultural food production. Doctoral thesis, Swedish University of Agriculture Sciences Alnarp, pp. 256-356.

Nacional Financiera OEA (1997). **Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión “Un enfoque de Sistemas para Empresarios”**. México. Editorial Nacional Financiera.

VINIEGRA, G.; PÉREZ GALVÁN, P. (2007). **Potencial del uso de estiércol en alimentación de los bovinos**. Laboratorio de biotecnología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma del estado de México. 254p.

WESTON J., Fred; BRIGHAM, Eugene F. (1994). **Fundamentos de Administración Financiera**. México: Editorial McGraw Hill. 326p.
