
ARTÍCULO CIENTÍFICO

Intensidad innovadora, capacidad tecnológica y nivel de excelencia del equipo técnico de biogás en el proyecto BIOMAS-CUBA

Innovative intensity, technological capacity and excellence level of the biogas technical team in the BIOMAS-CUBA project

Luis Miguel Álvarez-Núñez, Jesús Suárez-Hernández y Julio Ramiro Quevedo-Benki

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Universidad de Matanzas. Ministerio de Educación Superior Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba
E-mail: luis.miguel@ihatuey.cu

RESUMEN: Las tecnologías asociadas al biogás son las más utilizadas actualmente debido a su compatibilidad con el medioambiente, ya que, además de aprovechar el biocombustible, permiten tratar residuales de gran carga orgánica. Este estudio se realizó en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey con el objetivo de evaluar algunos indicadores clave, como la intensidad innovadora (IIE), la capacidad tecnológica (CTE) y el nivel de excelencia (NEE) del equipo técnico vinculado a las tecnologías de construcción y puesta en marcha de biodigestores. Se obtuvo una IIE de 70 %, una CTE de 68%, y un NEE de 78 %. Todas las evaluaciones coincidieron en que los aspectos más limitantes fueron: la generación y la protección de las innovaciones, el sistema de gestión de calidad utilizado y, en menor medida, la formulación de las estrategias de negocio. Se pudo concluir que el equipo técnico debe centrarse en concebir una estrategia de propiedad intelectual que regule los procedimientos para la protección de los resultados, además de crear un sistema de estimulación para los innovadores. Se recomienda implementar un sistema de gestión de la calidad, como lo regula la International Standard Organization (ISO). La evaluación de estos indicadores se considera pertinente, ya que permite detectar las limitaciones y proponer acciones para su solución.

Palabras clave: biocombustible, innovación, tecnología.

ABSTRACT: The technologies associated to biogas are the most widely used at present due to their compatibility with the environment, because, besides utilizing the biofuel, they allow to treat wastes of high organic load. This study was conducted at the Pastures and Forages Research Station Indio Hatuey in order to evaluate some key indicators, such as innovative intensity (IIT), technological capacity (TCT) and excellence level (ELT) of the technical team linked to the biodigester construction and starting up technologies. An IIT of 70 %, a TCT of 68 %, and an ELT of 78 % were obtained. All the evaluations coincided on the fact that the most limiting aspects were: the generation and protection of the innovations, the quality management system used and, to a lesser extent, the formulation of business strategies. It was concluded that the technical team should focus on conceiving an intellectual property strategy that regulates the procedures for the protection of the results, besides creating a stimulation system for innovators. It is recommended to implement a quality management system, as regulated by the International Standard Organization (ISO). The evaluation of these indicators is considered pertinent, because it allows to detect the limitations and to propose actions for their solution.

Keywords: biofuel, innovation, technology

INTRODUCCIÓN

La contaminación indiscriminada del medio ambiente, causa principal del cambio climático, ha despertado un marcado interés por el desarrollo de sistemas de tratamiento de los residuales. Entre los desechos más perjudiciales están los orgánicos, que por la gran carga contaminante que contienen impiden la inocuidad del medio donde son vertidos (Kelleher Environmental, 2013; Persson *et al.*, 2014; Suárez *et al.*, 2014). Es por ello que en la actualidad se trabaja en la búsqueda de sistemas eficientes que logren disminuir esta carga.

Una alternativa ha sido el diseño, la construcción y el asesoramiento en el manejo adecuado de sistemas de digestión anaeróbica (biodigestores de cúpula fija, mangas de polietileno, etc.), con el objetivo de disminuir el contenido de materia orgánica en los residuos (Aremu y Agarry, 2013; Leite *et al.*, 2014; Sosa *et al.*, 2014; Nasir *et al.*, 2015).

Además de las ventajas de tratar los residuales, estos sistemas ofrecen la posibilidad de aprovechar el biogás y los efluentes, productos resultantes del proceso de digestión anaeróbica, lo cual ha propiciado que la tecnología esté en constante desarrollo y, por tanto, que las innovaciones se incrementen. Asimismo, el avance prominente de estas tecnologías hace necesario que los productos y servicios ofrecidos sean competitivos en el mercado.

En este sentido, uno de los procesos de investigación e innovación tecnológica que se desarrollan en el marco del proyecto internacional BIOMAS-CUBA, coordinado por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, está relacionado con la producción de biogás y bioabono en el contexto de las fincas agroenergéticas; en las cuales se produce, de forma integrada, alimentos y energía (Suárez *et al.*, 2014; Suárez, 2015). Este proceso está acompañado y dirigido por un equipo técnico especializado; no obstante, es necesaria la evaluación desde el punto de vista de su intensidad innovadora (Suárez *et al.*, 2014; Suárez, 2015), capacidad tecnológica y nivel de excelencia, lo que permitiría identificar las fortalezas y debilidades de dicho equipo, así como solucionar estas últimas para lograr un producto competitivo.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar al equipo técnico vinculado a las tecnologías de construcción y puesta en marcha de biodigestores, desarrolladas en el proyecto BIOMAS-CUBA.

METODOLOGÍA

Para la evaluación se realizaron adecuaciones a las propuestas metodológicas de Suárez (2003) y Hernández (2010), investigadores cubanos que han trabajado de manera conjunta en el desarrollo de los procedimientos específicos para implementar la valoración de los tres indicadores que se describen a continuación.

Procedimiento para la evaluación de la intensidad innovadora del equipo técnico de biogás (IIE)

Para evaluar la intensidad innovadora¹ del equipo, medida a través del indicador homónimo IIE, se realizó una adecuación del método propuesto por Suárez (2003), que consistió en la modificación de las variables, su valoración y su peso (Wi), así como su escala de puntuación (Pi), debido a que estas fueron desarrolladas para empresas ganaderas.

Se utilizó el método de expertos Delphi para lograr la adecuación de las variables y su peso al nuevo contexto. Una vez procesados los criterios, se le otorgó un peso específico (Wi) a cada variable a partir del triángulo de Fuller, así como una escala de puntuación.

Entre las variables a evaluar y gestionar para que el equipo tenga una alta intensidad innovadora puede incluirse: la generación de innovaciones, patentes y registros; la superación del capital humano; el sistema de gestión de calidad; los vínculos con proveedores y clientes; la vigilancia del entorno; la protección medioambiental; la capacidad financiera; y el papel de la alta dirección en el proceso de I+D+i, entre otras. Todas se integran en el referido indicador IIE en una escala de cinco (5) puntos, y su cálculo se realiza mediante la expresión (1):

$$IIE = \frac{(\sum(P_i \times W_i))}{(5 \sum W_i)} * 100 \quad [\%] \quad (1)$$

Donde:

IIE: intensidad innovadora del equipo técnico de biogás.

P_i : puntuación otorgada a la variable i ; $P_i = 1, 2, 3, 4, 5$.

W_i : peso específico de la variable i según su grado de importancia; $1 > W_i > 0$.

El IIE es integrador e indica cuán lejos o cerca está el equipo de otro que se denomina «altamente innovador» y que posee la puntuación máxima (5 puntos) en todas las variables; o sea, que su IIE alcanza el valor 1,0 o el 100 %. Una vez determinado este indicador, se seleccionan las variables menos

¹Nivel de ejecución de las actividades de innovación que existe en un negocio determinado (Hernández, 2010).

valoradas, sobre las cuales se incide mediante un proceso de mejora.

Procedimiento para la evaluación de la capacidad tecnológica del equipo técnico de biogás (CTE)

Para la evaluación de la capacidad tecnológica del equipo se modificaron las variables del método recomendado por Hernández (2010), las que difieren de las propuestas por Brito (2000) y Suárez (2003), dirigidas a empresas manufactureras y ganaderas, respectivamente. La evaluación se realizó, mediante un panel de expertos, a partir de un método de ponderación, el cual valora un conjunto de ítems a partir de una escala Likert0 de 5 puntos; entre estos ítems se incluye la superación del capital humano, la existencia de tecnologías propias, la propiedad intelectual, la vigilancia del entorno, la existencia de una estrategia tecnológica, los vínculos con el Sistema de Ciencia e Innovación, de Cuba (SCI) y la capacidad de I+D+i.

Dicho método considera las competencias esenciales del equipo, asociadas a sus recursos y capacidades tecnológicas. El valor máximo que alcanza este indicador es de 50 puntos (tabla 1), y su cálculo se realiza mediante la expresión (2):

$$CTEi = \frac{(\sum CTRi)}{(\sum CTP)} * 100 \quad [\%] \quad (2)$$

Donde:

CTEi: capacidad tecnológica del equipo técnico de biogás.

CTRi: capacidad tecnológica real.

CTP: capacidad tecnológica potencial (CTP máx = 50).

Procedimiento para la evaluación del nivel de excelencia del equipo técnico de biogás (NEE)

Para evaluar el nivel de excelencia del equipo se realizaron modificaciones al método recomenda-

do por Hernández (2010) en cuanto a las variables, su valoración y su peso (Wi), a partir de una adecuación de lo propuesto por Suárez Mella (1996) y Suárez (2003) para los sectores industrial y ganadero, respectivamente, y cuyo proceder contiene los pasos siguientes:

Establecimiento de las variables del nivel de excelencia organizativa del equipo (NEE)

Se aplicó el mismo procedimiento empleado en la determinación del IIE. Las variables elegidas incluyeron la utilización de la capacidad de operaciones; la amplitud y diferenciación de la cartera de productos y servicios; la calidad de estos; los costos de producción y precios de venta; la formación del personal; y la generación, adopción y mejora de tecnologías, innovaciones y conocimientos, entre otras.

Determinación del peso específico (Wi) según el grado de importancia de las variables

Se utilizó el grado de importancia otorgado a cada variable por los expertos como información de partida para el empleo del triángulo de Füller, con el propósito de determinar el peso relativo de cada variable (Wi), cuya suma debe totalizar la unidad.

Calificación de las variables en las condiciones reales del equipo

El grupo evaluador, constituido por los implicados principales en su gestión, con toda la información cuantitativa posible y con las correspondientes valoraciones cualitativas, califica el comportamiento que presenta en ese momento cada variable analizada, considerando cinco niveles o estadios de evaluación (tabla 2) con su correspondiente puntuación (Pi), a partir de la propuesta de Suárez Mella (1996).

Tabla 1. Capacidad tecnológica del equipo

Grado	Escala (máximo 50 puntos)
Alta capacidad tecnológica	≥ 40 puntos
Mediana capacidad tecnológica	30-39 puntos
Baja capacidad tecnológica	20-29 puntos
Muy escasa capacidad tecnológica	< 20 puntos

Fuente: Suárez (2003).

Tabla 2. Puntuación para calificar el comportamiento de las variables.

Grado	Muy bien	Bien	Regular	Mal	Pésimo
Puntuación (Pi)	10	8	6	2	1

Fuente: Suárez Mella (1996).

Determinación del NEE

Para su cálculo, se utilizó un medidor ponderado que relaciona la puntuación dada por los expertos a cada variable, según el comportamiento real del equipo respecto a la máxima calificación que se correspondería con el estado de Excelencia; o sea, el valor máximo de cada variable involucrada (10 puntos), con los respectivos pesos según su importancia (expresión 3).

$$NEE = \frac{\sum_{i=1}^n (Pi \times Wi)}{10 \sum_{i=1}^n Wi} * 100 \quad [\%] \quad (3)$$

Donde:

NEE: nivel de excelencia del equipo técnico de biogás.

Wi: peso relativo o ponderación de la variable *i*.

Pi: puntuación otorgada a la variable *i*.

n: cantidad de variables.

El NEE permite, además, identificar la brecha entre el nivel de excelencia a que puede aspirar una organización y el que realmente tiene, así como determinar las limitaciones existentes para trabajar en su solución mediante un proceso de mejora continua o de cambio radical (en los casos necesarios).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la evaluación de la IIE se le otorgó un grado de importancia o peso específico (*Wi*) a cada variable, mediante la utilización del triángulo de Füller, y una escala de puntuación (*Pi*) a cada una de ellas (tabla 3).

Se alcanzó una IIE de 70 % (tabla 4), nivel superior al obtenido por Guevara *et al.* (2008) en 2001 (50,3 %) y 2003 (59,4 %), en una empresa agrope-

cuaria; sin embargo, los resultados coinciden en algunas variables críticas, como son: la generación de innovaciones, patentes o registros por trabajador y el sistema de gestión de la calidad utilizado, aunque en el presente estudio se vio afectada también la estrategia de la organización. Este valor coincide con el alcanzado por Hernández *et al.* (2009) en una evaluación realizada a la organización socialista de base tecnológica (OSBT) CespIH® en los años del 2000 al 2009 (rango entre 68,5 y 96,4 %).

Por otra parte, la capacidad tecnológica (CTE) alcanzó 68 %, que representa un nivel medio (34 puntos); este valor es superior al obtenido por Hernández *et al.* (2009) en la evaluación realizada en el año 2005. En este caso, se detectaron como principales limitantes: la inexistencia de acciones de protección de las tecnologías e innovaciones, así como de otras formas de propiedad intelectual; y, en menor medida, que aún se encuentra en formulación la estrategia tecnológica y el plan de desarrollo tecnológico. En la tabla 5 se aprecia el marcaje de las variables.

En cuanto al nivel de excelencia organizativa (tabla 6) se obtuvo un 78,0 % (muy elevado), superior al alcanzado por Delgado (2011) en un estudio con cinco empresas ganaderas cubanas (entre 28,1 y 52,8 %), aunque está por debajo del referido por Hernández *et al.* (2009), quienes obtuvieron un valor de 92,2 %. Ello indica que aún existen brechas que hay que mejorar, por lo que es necesario continuar atendiendo, con énfasis, la protección de la propiedad intelectual, ya que las restantes variables se evaluaron de Bien y Muy Bien.

Tabla 3. Método para evaluar la intensidad innovadora del equipo técnico de biogás.

Variable	Valoración de la variable	Peso (Wi)	Escala de puntuación (Pi)
Tasa de generación de patentes, innovaciones o registros (PIR)	PIR / Número de trabajadores Donde, PIR: Cantidad de patentes, innovaciones y registros	0,008	PIR > 2; 5 2 ≥ PIR ≥ 1; 4 1 > PIR ≥ 0,5; 3 0,5 > PIR ≥ 0,2; 2 0,2 > PIR > 0; 1
Productos y/o servicios (P+S) con diseños competitivos (IPSDC)	IPSDC / P+S	0,041	IPSDC > 50%; 5 50 % ≥ IPSDC > 40 %; 4 40 % ≥ IPSDC > 30 %; 3 30 % ≥ IPSDC > 20 %; 2 20 % ≥ IPSDC = 0; 1
Posición en el mercado nacional o internacional, según sea el caso	1ra.º	0,075	5
	2da.º		4
	3ra.º		3
	4ta.º		2
	5ta.º		1
	No determinada		0

Tabla 3. (Continuación)

Variable	Valoración de la variable	Peso (Wi)	Escala de puntuación (Pi)
Superación del personal (SP)	SP > 75 %	0,066	5
	75 % ≥ SP ≥ 60 %		4
	60 % > SP ≥ 40 %		3
	40 % > SP > 20 %		2
	20 % > SP > 0		1
Estrategia de la organización	Adecuada, eficaz implementación	0,125	5
	Debe perfeccionarse		4
	Existe, pero su implementación presenta dificultades		3
	En proceso de formulación		2
	Planes a corto plazo		1
Proporción de trabajadores polivalentes (PTP)	PTP > 65 %	0,008	5
	65 % ≥ PTP ≥ 40 %		4
	40 % > PTP ≥ 30 %		3
	30 % > PTP > 20 %		2
	20 % > PTP > 0		1
Sistema de gestión de calidad	• Implantación de más de una de las familias de las Normas ISO.	0,091	5
	• Implantación de una de las familias de las Normas ISO.		4
	• ISO en proceso de introducción.		3
	• Sistema de calidad que la asegure.		2
	• Otro sistema no normalizado.		1
Capacidad de cambio tecnológico	• Elevada generación de tecnologías e innovaciones, al grado de que dispone de más de cinco (5) tecnologías propias. Frecuente asimilación de tecnologías e innovaciones ajenas o desarrolladas en cooperación.	0,041	5
	• Elevada generación de tecnologías e innovaciones, al grado de que posee entre 4-5 tecnologías propias. Frecuente asimilación de tecnologías e innovaciones ajenas o desarrolladas en cooperación.		4
	• Generación media de tecnologías e innovaciones (2-3 tecnologías propias). Grado medio de adopción de tecnologías e innovaciones ajenas.		3
	• Cierta generación de tecnologías e innovaciones, una (1) tecnología propia.		2
	• No posee tecnologías propias. Escasa generación de innovaciones, incipiente adopción de tecnologías e innovaciones ajenas.		1

Tabla 3. (Continuación)

Variable	Valoración de la variable	Peso (Wi)	Escala de puntuación (Pi)
Contratos a largo plazo, y estrecho vínculo con proveedores y clientes	Práctica usual	0,066	5
	Regularmente		4
	Aumentan, pero regularmente		3
	Esporádicamente		2
	Muy escaso		1
Flexibilidad de la organización	Excelente (E)	0,116	5
	Bien (B)		4
	Regular (R)		3
	Insuficiente (I)		2
	Mal (M)		1
Nivel de vigilancia de la organización	Excelente (E)	0,100	5
	Bien (B)		4
	Regular (R)		3
	Insuficiente (I)		2
	Mal (M)		1
Protección medioambiental en la organización	• Se desarrollan y/o utilizan, usualmente, tecnologías limpias de operaciones; solo se emplean insumos orgánicos para la nutrición y sanidad vegetal, y se reciclan residuos. Existencia de una estrategia ambiental. Implantación de Normas ISO 14000.	0,033	5
	• Se desarrollan y/o utilizan, usualmente, tecnologías limpias de operaciones; solo se emplean insumos orgánicos para la nutrición y sanidad vegetal, y se reciclan residuos. No existe una estrategia ambiental explícita.		4
	• Se comienzan a desarrollar y/o utilizar tecnologías limpias de operaciones; de forma general, se emplea una combinación de insumos orgánicos y químicos para la nutrición y sanidad vegetal, con predominio de los segundos, y se reciclan residuos.		3
	• Aunque puede estar desarrollando y/o utilizando tecnologías limpias de operaciones, predominan las soportadas en prácticas convencionales; la utilización de insumos químicos para la nutrición y sanidad vegetal es lo común.		2
	• Sistema de operaciones soportado en prácticas convencionales e insumos químicos, degradantes del medio ambiente.		1
Orientación de la organización	• Centrada en la satisfacción de prioridades socioeconómicas.	0,033	5
	• A segmentos de mercado, pero no se obvia la satisfacción de necesidades de la sociedad.		4
	• A los clientes, pero no se obvia la satisfacción de necesidades de la sociedad.		3
	• Al producto y a la venta.		2
	• A la venta.		1

Tabla 3. (Continuación)

Variable	Valoración de la variable	Peso (W_i)	Escala de puntuación (P_i)
Capacidad financiera de la organización	Valoración de ratios de solvencia y de liquidez, así como rentabilidad en E, B, R, I y M	0,091	E = 5, B = 4, R = 3, I = 2, M = 1
Flujo informativo interno y externo	Valoración de la horizontalidad de la gestión con equipos autónomos, con una comunicación estable interna y externa en E, B, R, M y MM.	0,033	E = 5, B = 4, R = 3, M = 2, MM = 1
Cultura innovadora	• Valoración de si la Dirección asume riesgos e implica e incentiva a todos:	0,050	5
			4
			3
	• Siempre		2
	• Uno de los dos aspectos se cumple siempre, el otro algunas veces		1
	• Uno de los dos aspectos se cumple, el otro nunca		0
	• Uno de los dos aspectos se cumple algunas veces, el otro nunca		
	• No se cumple ninguno de los dos		
	• No se cumple ninguno de los dos; además, la Dirección prohíbe asumir riesgos		

Tabla 4. Intensidad innovadora del equipo técnico de biogás.

Variable	Valoración de la variable	Peso (W_i)	Puntuación (P_i)	$P_i \cdot W_i$
Tasa de generación de patentes, innovaciones o registros (PIR)	0,45	0,008	1	0,008
Productos y/o servicios con diseños competitivos	72 %	0,041	4	0,164
Posición en el mercado nacional o internacional, según el caso	Líder nacional	0,075	4	0,3
Superación del personal	26 %	0,066	5	0,33
Estrategia de la organización	Adecuada, con una implementación eficaz	0,125	2	0,25
Proporción de trabajadores polivalentes	23 %	0,008	5	0,04
Sistema de gestión de calidad	Aunque no existe un sistema de calidad formalizado, esta se asegura mediante inspecciones fitosanitarias y de calidad física	0,091	1	0,091
Capacidad de cambio tecnológico	Generación media de tecnologías e innovaciones, con tres (3) tecnologías propias; grado medio de adopción de tecnologías e innovaciones ajenas	0,041	5	0,205
Contratos a largo plazo y estrecho vínculo con proveedores y clientes	Regularmente	0,066	4	0,264
Flexibilidad de la organización	Buena	0,116	4	0,464

Tabla 4. (Continuación)

Variable	Valoración de la variable	Peso (W_i)	Puntuación (P_i)	$P_i \cdot W_i$
Nivel de vigilancia de la organización	Se realiza cierta vigilancia competitiva, comercial, tecnológica y del entorno, pero sin una estrategia ni estructura formal	0,100	4	0,400
Protección medioambiental en la organización	Sistema de operaciones soportado en prácticas convencionales e insumos químicos, degradantes del medio ambiente	0,033	4	0,132
Orientación de la organización	Al producto y a las ventas	0,033	5	0,165
Capacidad financiera de la organización	Adecuadas solvencia, liquidez y rentabilidad; cierta capacidad de inversión	0,091	4	0,364
Flujo informativo interno y externo	Incipiente gestión con equipos autónomos y comunicación estable interna; crece la comunicación externa con clientes y proveedores	0,033	4	0,132
Cultura innovadora	Permanentemente la Alta Dirección asume riesgos, pero no siempre implica e incentiva a todos los miembros de la organización	0,050	4	0,2
Total		1,000		3,50

Tabla 5. Evaluación de la capacidad tecnológica del equipo técnico de biogás.

Variable	1	2	3	4	5
Atención a la superación continua del personal encargado de desarrollar y/o explotar tecnologías e innovaciones	No se atiende	Eventual atención	Mediana atención	Buena atención (X)	Sistemática y estable atención
Existencia de tecnologías propias, aunque estén aún en un estado incipiente	No poseen	Poseen solo una tecnología propia	Poseen 2-3 tecnologías propias	Poseen 4-5 tecnologías propias	Poseen más de 5 tecnologías propias (X)
Duración del período de aprendizaje del negocio al adoptar nuevas tecnologías e innovaciones	Muy largo	Largo	Medio (X)	Corto	Muy corto
Existencia de un proceso de mejora en las tecnologías e innovaciones adoptadas y generadas internamente	No existe	Es una proyección de la Dirección	Existe solo en la función productiva del negocio	Existe en varias funciones del negocio	Existe en todo el negocio (X)
Protección de las tecnologías e innovaciones, así como de otras formas de propiedad intelectual	No se protegen (X)	Se han realizado las acciones iniciales de protección	Se protegen solo una parte de las innovaciones y tecnologías	La mayor parte de las innovaciones y tecnologías son protegidas	Toda tecnología y conocimientos son protegidos

Tabla 5. (Continuación)

Variable	1	2	3	4	5
Aplicación de un sistema de vigilancia permanente del entorno	No se vigila el entorno tecnológico y competitivo (ETC)	Se vigila de forma esporádica el ETC, pero no se genera información para tomar decisiones	Se vigila de forma esporádica el ETC y se genera información (X)	Se vigila de forma permanente el ETC, pero no siempre se genera información	Se vigila de forma permanente el ETC y se genera información
Existencia de una Estrategia Tecnológica (ET) y de un Plan de Desarrollo Tecnológico (PDT)	No existe	Se formula un PDT (X)	Existe un PDT implantado, pero no una ET	Existe un PDT, la ET está en formulación	Existe una ET con su PDT
Vínculos con centros de investigación, universidades y otras empresas	No existen	Muy esporádicos	Buenos vínculos con algún actor del SNCIT y esporádicos con el resto (X)	Excelentes vínculos con diversos actores del SNCIT	Se han desarrollado alianzas formales con actores del SNCIT
Capacidad del negocio en I+D+i respecto a las principales empresas de los sectores donde se desempeña	Muy inferior	Inferior	Similar	Superior (X)	Muy superior
Participación en ferias, congresos, talleres y otras acciones de formación	Nunca	Esporádicamente	Medianamente	Con cierta frecuencia (X)	A menudo

Tabla 6. Nivel de excelencia del equipo técnico de biogás.

Nº	Indicador	Wi	MB (10)	B (8)	R (6)	M (2)	MM (1)	Pj
1	Utilización de la capacidad de operaciones (%)	0,015		X				0,120
2	Amplitud de la cartera de productos y servicios	0,051	X					0,510
3	Productividad a partir de la mejora del proceso de operaciones	0,030		X				0,240
4	Calidad de los servicios (nivel de satisfacción del cliente)	0,068		X				0,544
5	Amplitud de la cartera de clientes o cuota de mercado	0,019		X				0,152
6	Grado de diferenciación de los servicios; agregación de valor	0,068		X				0,544
7	Consideración de las necesidades y criterios de los clientes	0,070		X				0,560
8	Costo de producción respecto a estándares internacionales	0,015	X					0,150
9	Precio de venta respecto a estándares internacionales	0,010	X					0,100
10	Compatibilidad de los servicios con el medio ambiente	0,063	X					0,630
11	Relación beneficio/costo de la inversión para el productor	0,041		X				0,328
12	Grado de formación del personal	0,102	X					1,020
13	Existencia de un área de I+D+i propia	0,083		X				0,664

Tabla 6. (Continuación)

Nº	Indicador	Wi	MB (10)	B (8)	R (6)	M (2)	MM (1)	Pj
14	Grado de generación, adopción y mejora de tecnologías, innovaciones y conocimientos	0,077		X				0,616
15	Grado de protección de la propiedad intelectual	0,017					X	0,017
16	Cultura de innovación	0,107		X				0,856
17	Grado de interrelación con el entorno (proveedores, clientes, aliados)	0,067			X			0,402
18	Fluctuación laboral	0,069				X		0,138
19	Intensidad de renovación y explotación del equipamiento tecnológico (%)	0,027		X				0,216
Total		1,000	(5)	(11)	(1)	(1)	(1)	7,807

De forma integral, hubo coincidencia en lo referente a que los resultados de la innovación no se estaban protegiendo, lo cual pudiera deberse a deficiencias en la estrategia de la organización y la estrategia tecnológica, así como en el plan de desarrollo tecnológico; además de que no existe un sistema de gestión de la calidad apropiado.

Asimismo, las principales acciones de mejora deben estar encaminadas a la concepción de una estrategia de propiedad intelectual que regule los procedimientos para la protección de los resultados en la innovación, a la creación de un sistema de estimulación para los innovadores y a la capacitación del personal en temas de calidad, con la finalidad de implementar un Sistema de Gestión de la Calidad, tal como lo regula la International Standard Organization (ISO); todas estas acciones se implementarían tanto en el equipo técnico como en el proyecto.

CONCLUSIONES

La intensidad innovadora, la capacidad tecnológica y el nivel de excelencia del equipo técnico de biogás alcanzaron valores favorables, aunque se identificaron algunas variables que constituyen limitaciones, como la protección de las innovaciones y de las tecnologías generadas y la gestión de la calidad. Asimismo, la evaluación de estos indicadores, de acuerdo con las adecuaciones a las metodologías, se considera pertinente, ya que permite detectar las limitaciones y proponer acciones para su solución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aremu, M. O. & Agarry, S. E. Enhanced biogas production from poultry droppings using corn-cob and waste paper as co-substrate. *Int. J. Eng. Sci. Technol.* 5 (2):247-253, 2013.

Brito, Beatriz C. *Modelo conceptual y procedimientos de apoyo a la toma de decisiones para potenciar la función de Gestión Tecnológica y de la Innovación en la empresa manufacturera cubana*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Santa Clara, Cuba: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, 2000.

Delgado, J. C. *Evaluación del nivel de excelencia en empresa ganaderas cubanas*. Tesis presentada en opción al título de Master en Administración de Empresas. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas, 2011.

Guevara, R.; Tamayo, Y. & Suárez, J. La Información, el conocimiento y la adopción de tecnologías en una empresa pecuaria de Camagüey. II. Evaluación de la gestión de información para mejorar la introducción de tecnologías agrícolas. *Revista de Producción Animal*. 20 (1):33-40, 2008.

Hernández, L. A. *Creación y desarrollo de Organizaciones Socialistas de Base Tecnológica para el sector agropecuario incubadas en instituciones de la Educación Superior cubana*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas, 2010.

Hernández, L. A.; Suárez, J.; Hernández, G. & Martín, G. J. CespIH®, una Organización Socialista de Base Tecnológica incubada en la Educación Superior cubana. *Pastos y Forrajes*. 32 (4):1-10, 2009.

Kelleher Environmental. *Canadian biogas study. Benefits to the economy, environment and energy*. Ottawa, Canada: Biogas Association, 2013.

Leite, V. D.; Souza, J. T. de; Lopes, W. S.; Henrique, I. N. & Barros, A. J. M. Bioestabilização anaeróbica de resíduos sólidos orgânicos: aspectos quantitativos. *Tecno-Lógica (Santa Cruz do Sul)*. 18 (2):90-96, 2014.

- Nasir, A.; Bala, Katsina C.; Mohammed, S. N.; Mohammed, A. & Umar, I. Experimental Investigation on the effects of digester size on biogas production from cow dung. *American Journal of Engineering Research*. 4 (1):181-186, 2015.
- Persson, T.; Murphy, J.; Jannasch, Anna-Karin; Ahern, E.; Liebetrau, J.; Trommler, M. *et al. A perspective on the potential role of biogas in smart energy grids*. Paris: IEA Bioenergy, 2014.
- Sosa, R.; Díaz, Y. M.; Cruz, Tamara & Fuente, J. L. Diversification and overviews of anaerobic digestion of Cuban pig breeding. *Cuban J. Agric. Sci.* 48 (1):67-72, 2014.
- Suárez, J. *Modelo y procedimientos de apoyo a la toma de decisiones para desarrollar la Gestión de la Tecnología y la Innovación en la empresa ganadera cubana*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Santa Clara, Cuba: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, 2003.
- Suárez, J. Producción integrada de alimentos y energía a escala local en Cuba: bases para un desarrollo sostenible. *Pastos y Forrajes*. 38 (1):3-10, 2015.
- Suárez, J.; Martín, G. J.; Cepero, L.; Blanco, D.; Sotolongo, J.; Savran, Valentina *et al.* Local innovation processes in Agroenergy directed at the mitigation and adaptation to climate change in Cuba. *Cuban J. Agric. Sci.* 48 (1):17-20, 2014.
- Suárez Mella, R. *Modelo de evaluación del nivel de organización de la producción en empresas de la industria mecánica*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. La Habana: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, 1996.

Recibido el 14 de enero de 2016

Aceptado el 21 de noviembre de 2016