

Potencial energético de biodigestor instalado en la finca Santa Bárbara, provincia de Sumapaz, Colombia



Energy Potential of the biodigestor Installed in the Santa Barbara Farm, Sumapaz Province, Colombia

CU-ID: 2177/v31n3e01

✉ Yanoy Morejón-Mesa^{I,*}, ✉ Vilma Moreno-Melo^{II}, ✉ Diego Andrés Abril-Herrera^{II}

^IUniversidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

^{II}Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sede Fusagasugá, Colombia.

RESUMEN: La presente investigación se orienta en la determinación del potencial energético de un biodigestor instalado en la finca Santa Bárbara, la cual se localiza en la provincia Sumapaz, Colombia. Para ello se determina la especie animal existente en el escenario, dado que aportará los residuos orgánicos hacia el biodigestor, también se determina la cantidad de animales, considerándose el movimiento de rebaño, lo cual posibilitaría determinar la biomasa generada diariamente con el propósito de establecer el dimensionamiento de la tecnología de biodigestor adecuada y conocer el comportamiento de los parámetros energéticos. Entre los principales resultados obtenidos, se evidenció que el biodigestor instalado por el productor, no es capaz de asimilar la biomasa generada diariamente, debido a la cantidad de animales existentes; observándose que a pesar de que solo se aprovecha aproximadamente el 35% del potencial energético, debido al dimensionamiento de la tecnología de digestión anaerobia (biodigestor tubular de polietileno) instalada en la finca Santa Bárbara, a pesar de ello se demuestra que se contribuye al ahorro energético y a la conservación y preservación del medioambiente. Sin embargo, si fuese instalado el biodigestor diseñado en la investigación, el potencial energético se aprovecharía en un 100%, validándose que el dimensionamiento adecuado de la tecnología de digestión anaerobia es proporcional al ahorro energético a obtener en unidades agropecuarias.

Palabras clave: energía renovable, producción porcina, digestión anaerobia, factibilidad energética, impacto ambiental.

ABSTRACT: This research is oriented towards determining the energy potential of a biodigester installed on the Santa Bárbara farm, which is located in the Sumapaz province, Colombia. For this, the existing animal species in the scenario is determined, which will contribute organic waste to the biodigester, the number of animals is also determined, considering the herd movement, which would make it possible to determine the biomass generated daily, with the purpose of establishing the sizing of the appropriate biodigester technology and knowing the behavior of the energy parameters. Among the main results obtained, it was evidenced that the biodigester installed by the producer is not capable of assimilating the biomass generated daily, due to the number of existing animals; noting that despite the fact that only approximately 35% of the energy potential is used, due to the dimensioning of the anaerobic digestion technology (tubular polyethylene biodigester) installed in the Santa Bárbara farm, despite this it is shown that it contributes to saving energy and the conservation and preservation of the environment. However, if the biodigester designed in the research were installed, the energy potential would be used 100%, validating that the adequate dimensioning of the anaerobic digestion technology is proportional to the energy savings to be obtained in agricultural units.

Keywords: renewable energy, pig production, anaerobic digestion, energy feasibility, environmental impact.

*Autor para correspondencia: Yanoy Morejón Mesa, e-mail: yomorejon83@gmail.com, yymm@unah.edu.cu

Recibido: 10/01/2022

Aceptado: 24/06/2022

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se conoce que el alto índice de consumo de recursos no renovable es un tema preocupante a nivel mundial, debido a la explotación y consumo de los combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural, gas licuado del petróleo y uranio) y el alto nivel de contaminación e impacto ambiental que estos generan. El mundo actual enfrenta dos problemas básicos para la existencia y el progreso futuro de la humanidad: La detención de la creciente contaminación ambiental y la búsqueda y obtención de nuevas fuentes de energía (Guardado, 2006; Varnero, 2011). La única forma de contar con un futuro energético seguro es hallar una vía ambientalmente sostenible para producir y utilizar la energía. Si no se da respuesta a las preocupaciones de la sociedad sobre la energía y el medio ambiente natural, peligrará el suministro energético constante y seguro del que dependen las economías (Priddle, 1999). Resulta necesario aprovechar las fuentes renovables de energía basadas en la mejor utilización de los recursos locales que, mediante la mejor utilización de las tecnologías apropiadas contribuyan al ahorro de combustible convencional y sirvan para devolver al suelo los nutrientes que este necesita y preserven el medio ambiente de la contaminación (Santos et al., 2012).

Un claro ejemplo de las fuentes de energía renovable es la biomasa, término que se refiere a toda la materia orgánica generada a partir de la fotosíntesis o bien producida por la cadena trófica. Y como materia prima para procesos de reciclaje: tiene como origen las heces y orines recién expulsados (excremento animal), los cuales están constituidos por el sobrante del alimento ya digerido, pero no utilizado por el organismo, aparte se le suman desperdicios como camas, residuos de comida o material añadido (Grundey & Juanos, 1982).

El empleo de la biomasa en diferentes formas alternativas, para brindar respuesta a las demandas energéticas es una opción satisfactoria. La biomasa para su empleo como material energético, requiere de una adecuación que facilite la aplicación del proceso seleccionado, para la obtención del combustible requerido. Según Fonte (2004); Arauzo et al. (2014); Singh et al. (2016). Los procesos para convertir la biomasa en combustible son: mecánico (aserrín, briquetas), termoquímico (pirólisis, gasificación e incineración) y biotecnológico (fermentación alcohólica, digestión anaerobia).

La digestión anaerobia constituye una alternativa para tratar residuos con elevada materia orgánica biodegradable (Flotats et al., 2001; Sosa, 2017). Por lo tanto, según plantea y cita Suárez et al. (2018) este tratamiento está indicado para aguas residuales agroindustriales, con alta carga de materia orgánica biodegradable: vertidos procedentes de la producción de azúcar, alcohol, cárnicos, papel, conservas y

destilerías según Rahayu et al. (2015); residuos agropecuarios, como purines, estiércol según Bansal et al. (2017); y residuos urbanos que comprenden tanto la fracción orgánica de los residuos sólidos de acuerdo con Biogas Association Ottawa (2015) como los lodos de depuradora de aguas residuales urbanas (Frankiewicz, 2015).

Precisamente el biodigestor es antropogénicamente (producido por actividad humana) la tecnología a destacar en el proceso biotecnológico de digestión anaeróbica de biomasa para obtener biogás. Es un reactor hermético con una entrada lateral para la materia orgánica, un escape en la parte superior por donde fluye el biogás, y una salida para la obtención de efluentes con propiedades biofertilizantes, contribuyendo ambos productos a resolver las necesidades de los productores y al fomento de la agricultura orgánica, como una alternativa económicamente factible y ecológicamente sustentable (Zheng et al., 2012).

A estos aspectos habría que agregar los altos precios de los combustibles y las elevadas tarifas locales de la energía eléctrica, siendo factores a considerar para la introducción de biodigestores o plantas de biogás a nivel nacional y regional que produzcan energía a partir del uso de los desechos de la producción agropecuaria (Parra et al., 2019).

Considerándose los criterios anteriormente descritos, en la finca Santa Bárbara localizada en la capital Fusagasugá, de la provincia Sumapaz, Colombia, se instaló un biodigestor con el objetivo de producir biogás y biofertilizantes, por lo cual el objetivo de la presente investigación se orientó en determinar las potencialidades energéticas del uso de esta tecnología en ese escenario productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de la finca Santa Bárbara.

La finca Santa Bárbara se encuentra situada en capital Fusagasugá, de la provincia Sumapaz, Colombia, es una propiedad privada, y dispone de una superficie total de 5,5 ha, en las que se crían ganado bovino y porcino, en el caso específico del ganado porcino, cuenta con un total 992 animales, desagregados en las siguientes categorías: 106 reproductoras, 22 lechonas, 808 preceba y 56 en ceba. Los principales cruces de los porcinos son: F1 (Landrace x Large withe) x PIC 337; Pietran x PIC 337. La dieta de este ganado se compone de: Alimento concentrado en harina elaborado con materias primas como: maíz americano, torta de soya, aceite de palma, mogolla de trigo, melaza, carbonato de calcio y núcleos (aminoácidos comerciales con vitaminas). El comportamiento de la temperatura y humedad varía en función de la época del año, obteniéndose los siguientes valores según la variabilidad del clima: en

climas: cálido: 24 °C a 28 °C (9,21%), en clima templado: 18 °C a 23 °C (54%) frío: 12 °C a 18 °C (32,2%).

Metodología para el dimensionamiento e instalación de biodigestores tubulares de polietileno

Para el cálculo de los parámetros de diseño de un biodigestor tubular de polietileno, es necesario conocer los datos de entrada, y los que deben ser determinados (Tabla 1).

La cantidad diaria de material (B_{m_d}) está en función directa con la cantidad de biomasa que se genera, ya sean residuos domésticos, agrícolas o de origen animal. Además, se debe tomar en cuenta la cantidad máxima que se obtiene y los planes de incrementos productivos.

La cantidad de biomasa diaria generada (B_{m_d}), se determina a través de la siguiente expresión:

$$B_{m_d} = Ca \times Ce \times Rp \times Rt, \text{kg} \cdot \text{dia}^{-1} \quad (1)$$

donde: Ca- cantidad de animales; Ce-cantidad de excreta por animal, kg/día; Rp- relación entre el peso vivo promedio de la población animal y el peso vivo equivalente tabulado; Rt- fracción entre el tiempo de estabulación respecto a la duración del día, h/día

$$B_{m_d} = Ca \times Ce \times \left(\frac{PVp}{PVe}\right) \times \left(\frac{Te}{24h}\right), \text{kg} \cdot \text{dia}^{-1} \quad (2)$$

donde: PVp- peso vivo promedio de la población animal, kg; PVe- peso vivo equivalente tabulado; Te- horas del día que el animal permanece estabulado, h/día

El volumen diario de material (mezcla estiércol y agua) (V_{dm}), no es más que la suma del residual y la dilución de la biomasa (residual y agua).

$$V_{dm} = (1 + N) \cdot B_{m_d}, \text{m}^3 \cdot \text{dia}^{-1} \quad (3)$$

donde: N: proporción excreta-agua, L/ kg, se requiere conocer que la densidad del agua es: 1000 kg/m³.

Mientras, el volumen del biodigestor (V_{biodig}) se calcula teniéndose en cuenta el valor del volumen de

material (mezcla estiércol y agua) V_{dm} que entra al biodigestor y el tiempo de retención TRH.

$$V_{biodig} = V_{dm} \cdot TRH, \text{m}^3 \quad (4)$$

Posteriormente se procede al cálculo del volumen diario de biogás (G) producido:

$$G = Y \times B_{m_d}, \text{m}^3 \cdot \text{dia}^{-1} \quad (5)$$

donde: Y- rendimiento de biogás, m³. kg⁻¹

El rendimiento de biogás (Y), se determina mediante la expresión:

$$Y = \frac{X}{C_e}, \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \quad (6)$$

donde: X- coeficiente de conversión energética de la excreta producida diariamente o sea la producción diaria de biogás en función del tipo de residuo orgánico, m³/día.

Para todos los tipos de biodigestores, el volumen del tanque de compensación (V_{tc}) es equivalente al volumen de gas producido o sea oscila entre el 25... 30% del volumen del biodigestor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dimensionamiento del biodigestor

Para el correcto dimensionamiento del biodigestor se requiere la determinación de los siguientes parámetros:

- Cantidad de biomasa diaria generada (B_{m_d});
- Volumen diario de material (mezcla estiércol y agua) (V_{dm});
- Volumen del biodigestor (V_{biodig});
- Volumen del tanque de compensación (V_{tc}).

Los resultados obtenidos de cada uno de estos parámetros se representan en la Tabla 2, estos valores se obtienen a partir del movimiento de rebaño concebido por el propietario de la finca durante el mes de abril de 2022.

TABLA 1. Datos de entrada y salida requeridos para el diseño de un biodigestor anaerobio

Parámetros	Unidad
Datos de entrada	
Cantidad de biomasa diaria generada (B_{m_d})	kg dia ⁻¹
Proporción excreta-agua (N)	L kg ⁻¹
Rendimiento de biogás (Y)	m ³ kg ⁻¹
Tiempo de retención hidráulica (TRH)	día
Datos de salida	
Volumen diario de material (mezcla estiércol y agua) (V_{dm})	kg dia ⁻¹
Volumen del biodigestor, (V_{biodig})	m ³
Volumen diario de biogás producido (G)	m ³ dia ⁻¹
Volumen de contención del biogás (V_2)	m ³
Volumen del tanque de compensación (V_{tc})	m ³

TABLA 1. Movimiento de rebaño en la finca Santa Bárbara en el mes de abril/2022

Mov. de Rebaño	Existencia Inicial	Existencia Final	Animales/día	Masa Promedio, kg
Reproductoras	106	110	108	177
Lechonas	22	48	34	110
Cebas	808	820	814	90
Preceba	56	14	36	22
Total	992	992	992	99

TABLA 2. Dimensionamiento del biodigestor diseñado en función de la cantidad de animales

Fuente de materia prima	Animal / día	Masa Promedio, kg	Bmd, kg/día	Vdm, m ³ /día	V _{biodig} , m ³	V _{te} , m ³
Reproductoras	108	177	860,2	1,72	68,8	22,7
Lechonas	34	110	168,3	0,34	13,6	4,4
Cebas	814	90	3296,7	6,59	263,6	86,9
Precebas	36	22	35,64	0,07	2,8	0,92
Total	992	99	4 360,84	8,72	348,8	115,10

TABLA 3. Aporte energético de la población animal

Fuente de materia prima	Animal / día	Masa Promedio, kg	Bmd, kg/día	Y, m ³ /kg	G, m ³ /día
Reproductoras	108	177	860,2		37,8
Lechonas	34	110	168,3		7,5
Cebas	814	90	3296,7	0,044	145
Precebas	36	22	35,6		1,5
Total	992	99	4 360,8		191,8

Aporte energético potencial

Para la determinación del aporte energético potencial a obtener en función de la cantidad de animales disponibles se requiere la determinación de los siguientes parámetros:

- Productividad de biogás (Y);
- Volumen diario de biogás (G).

En referencia a la [Tabla 1](#) donde se representa que por cada 50 kg de cerdo se obtienen 2,25 kg de excreta, generándose 0,10 m³ de biogás/día, con una proporción de 1:1-3 de excreta-agua (tomándose una proporción de 1:1) y con un tiempo de retención recomendable de 40 días, se determinó el dimensionamiento del biodigestor requerido para esa cantidad de animales ([Tabla 2](#)) y el aporte energético de la población animal ([Tabla 3](#)).

Como se evidencia en la [Tabla 2](#), la mayor cantidad de biomasa diaria generada, se obtiene en la categoría ceba, representando el 75,5% de la cantidad de biomasa diaria generada total, este resultado se debe fundamentalmente a la cantidad de animales existentes en esta categoría.

Por otro lado, se evidencia que la categoría de ceba, es la que más influye en el dimensionamiento del sistema de biodigestión, dado que representa el mayor porciento representativo respecto a los volúmenes del biodigestor y tanque de compensación.

Como se representa en la [Tabla 3](#), el rendimiento de biogás a obtener según la especie es de 0,044 m³/kg (si se considera la cantidad total de animales se obtienen 43,6 m³/kg) y para esa cantidad de animales estabulados es posible obtener un volumen diario de producción de gas total de 191,8 m³/día.

Sin embargo, en la finca se instaló un biodigestor de 130 m³ ([Figura 1](#)), evidenciándose que es menor que el que se debería instalar a partir de la cantidad de animales existente y la cantidad de materia generada diariamente; este elemento limita considerablemente el potencial energético del escenario objeto de estudio, lo cual se puede observar en la [Tabla 4](#).

Como se evidencia en la [Tabla 4](#), la instalación de biodigestores en unidades de producción agropecuaria constituye una opción energéticamente viable, a lo cual habría que añadir la contribución a la conservación y cuidado del medio ambiente.

Resulta válido señalar que el correcto dimensionamiento de este tipo de tecnologías, propicia el aprovechamiento máximo de los desechos obtenidos en los escenarios productivos, este criterio se sustenta en las diferencias representadas en la tabla antes mencionada, evidenciándose que en la finca no se aprovecha al máximo el volumen de residuos procedentes de la producción porcina. Al realizarse un análisis porcentual se obtiene que con el digestor instalado por el productor solo se aprovecha aproximadamente el 35% del potencial energético a obtener.



FIGURA 1. Biodigestor instalado en la Finca Santa Bárbara.

CONCLUSIONES

- A pesar de que solo se aprovecha aproximadamente el 35% del potencial energético, debido al dimensionamiento de la tecnología de digestión anaerobia (biodigestor tubular de polietileno) instalada en la finca Santa Bárbara, se demuestra que se contribuye al ahorro energético y a la conservación y preservación del medioambiente.
- Se realiza el diseño del biodigestor tubular de polietileno adecuado para la finca, considerándose para ello la cantidad de animales (porcinos)

existentes en la misma, el movimiento de rebaño concebido por el productor y la cantidad de biomasa diaria generada.

- Se evidencia que el dimensionamiento adecuado de la tecnología de digestión anaerobia es proporcional al ahorro energético a obtener en unidades agropecuarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUZO, J.; BIMBELA, F.; ÁBREGO, J.; SÁNCHEZ, J.; GONZALO, A.: “Introducción a las tecnologías de aprovechamiento de biomasa”, *Boletín GEC-033-A01, Universidad de Zaragoza, España*, 33, 2014.
- BANSAL, V.; TUMWESIGE, V.; SMITH, J.U.: “Water for small-scale biogas digesters in Sub-Saharan Africa”, *GCB Bioenergy*, 9(2): 339-357, 2017, ISSN: 1757-1693, e-ISSN: 1757-1707.
- BIOGAS ASSOCIATION OTTAWA: *Biogas Association Ottawa Municipal guide to biogas*, [en línea], Biogas Association, Ottawa, Canada, 2015, Disponible en: <https://biogasassociation.ca/resources/municipalguidetobiogas>, [Consulta: 4 de junio de 2016].
- FLOTATS, R.X.; CAMPOS, P.E.; PALATSI, C.J.; BONMATÍ, B.A.: “Digestión anaerobia de purines de cerdo y codigestión con residuos de la industria alimentaria”, *Porci: Monografías de actualidad*, 65: 51-65, 2001, ISSN: 1130-8451.
- FONTE, A.: *Biogás: energía, medio ambiente y clima*, [en línea], Revista Cubasolar, La Habana, Cuba, 2004, Disponible en: <https://eyt.cubasolar.cu/energia/Energia20/H>, [Consulta: 15 de octubre de 2004].
- FRANKIEWICZ, T.: “People’s Republic of China Urban Municipal Waste and Wastewater Program”, [en línea], En: *Technology, Process and Evaluation*

TABLA 4. Comparación entre biodigestor instalado y biodigestor diseñado en función del rebaño

Parámetros de dimensionamiento	Biodigestor instalado	Biodigestor diseñado	Diferencia
V_{biodig} , m ³	120	348,8	218
V_{tc} , m ³	39,2	115,1	75,5
V_{gas} , m ³	39,2	115,1	75,5
Parámetros de energéticos	Biodigestor instalado	Biodigestor diseñado	Diferencia
Y, m ³ /kg	0,044	0,044	0
G, m ³ /día	71,2	191,8	120,6
Ahorro Energético Potencial	Biodigestor instalado	Biodigestor diseñado	Diferencia
Energía eléctrica, kWh	128,6	345,2	216,6
Gas Natural, m ³	42,7	115	72,3
Carbón vegetal, kg	21,4	57,5	36,1
Madera, kg	192,2	517,8	325,6
Gasolina, L	56,9	153,4	96,5
Alcohol combustible, L	85,4	230,2	114,8
Fuel oil, L	49,8	134,3	84,5

- Best Practices for Utilizing Organic and «Kitchen» Waste from the Municipal Solid Waste Stream» Workshop. Global Methane Initiative, Ningbo, China, p. 16, 2015, Disponible en: <http://communitybydesign.co.uk/>.*
- GRUNDEY, K.; JUANOS, C.B.: *Tratamiento de los residuos agrícolas y ganaderos*, Ediciones GEA, Barcelona, España, 278-280 p., 1982, ISBN: 84-7287-025-1.
- GUARDADO, C.J.A.: *Manual del Biogás*, Editorial Cubasolar, La Habana, Cuba, 2006.
- PARRA, O.D.L.; BOTERO, L.M.A.; BOTERO, L.J.M.: “Biomasa residual pecuaria: revisión sobre la digestión anaerobia como método de producción de energía y otros subproductos”, *Revista UIS Ingenierías*, 18(1): 149-160, 2019, ISSN: 2145-8456, DOI: [10.18273/revuin.V18No.2-2019013](https://doi.org/10.18273/revuin.V18No.2-2019013).
- PRIDDLE, R.: “Energía y desarrollo sostenible”, *IAEA Bulletin*, 41(1): 2-6, 1999.
- RAHAYU, A.S.; KARSIWULAN, D.; YUWONO, H.; TRISNAWATI, I.; MULYASARI, S.; RAHARDJO, S.; HOKERMIN, S.; PARAMITA, V.: “Handbook POME-to-biogas project development in Indonesia”, *Winrock International, United States of America*, pp. 8-19, 2015.
- SANTOS, A.I.; MEDINA, M.N.; MARTÍN, S.T.; MACHADO, M.Y.: *La Educación Agropecuaria en la Escuela Cubana Actual*, Editorial “Félix Valera Morales”, Centro de Estudio de la Educación Ambiental, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, Centro de Estudio de la Educación Ambiental, 2012.
- SINGH, A.; SINGH, K.; NAUTIYAL, O.P.; CHAVDAL, T.V.: “Biomass to fuel: Convection Techniques”, En: *Energy Resources. Development, Harvesting and Management*, Cap.8, India, pp. 155-194, 2016, ISBN: 978-81-211-0941-3.
- SOSA, R.: “Indicadores ambientales de la producción porcina y ganadera”, En: *VII Seminario Internacional de Porcicultura Tropical, VII Seminario Internacional de Porcicultura Tropical*, Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana, Cuba, 2017.
- SUÁREZ, H.J.; SOSA, C.R.; MARTÍNEZ, L.Y.; CURBELO, A.A.; FIGUEREDO, R.T.; CEPERO, L.L.: “Evaluación del potencial de producción del biogás en Cuba”, *Pastos y Forrajes*, 41(2): 85-92, 2018, ISSN: 0864-0394, e-ISSN: 2078-8452.
- VARNERO, M.: “Manual de biogás”, *Santiago de Chile: FAO*, 2011.
- ZHENG, Y.H.; WEI, J.G.L.; FENG, S.F.; LI, S.F.; JIANG, G.M.; LUCAS, M.; WU, M.; NING, T.Y.: “Anaerobic fermentation technology increases biomass energy use efficiency in crop residue utilization and biogas production”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(7): 4588-4596, 2012, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.03.061>.

Yanoy Morejón-Mesa, Profesor Titular, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: yymm@unah.edu.cu

Vilma Moreno Melo, Profesora, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, Sede Fusagasugá, Colombia, e-mail: vilma@ucundinamarca.edu.co .

Diego Andrés Abril Herrera, Profesor, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, Sede Fusagasugá, Colombia, e-mail: adiago@ucundinamarca.edu.co

AUTHOR CONTRIBUTIONS: Conceptualization: Morejón Mesa Y. **Data curation:** Morejón Mesa Y. **Formal analysis:** Morejón Y., Moreno Melo, V., Abril Herrera, D.A **Investigation:** Morejón Mesa Y., Moreno Melo, V., Abril Herrera, D.A **Methodology:** Morejón Mesa Y., Moreno Melo, V., Abril Herrera, D.A **Supervision:** Morejón Mesa Y., **Validation:** Morejón Mesa Y., Moreno Melo, V. **Roles/Writing, original draft:** Morejón Mesa Y. **Writing, review & editing:** Morejón Mesa Y., Moreno Melo, V., Abril Herrera, D.A.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.