

El clenbuterol y el riesgo para la salud pública ϕ

Marco Antonio Torres-Castro^{1*}, René Alejandro Torres-Castro²

Introducción

E

l clenbuterol es una sustancia sintética, beta-agonista (b₂-agonista) y derivada de la norepinefrina, que tiene efectos broncodilatadores (relaja los músculos de las vías respiratorias), anabólicos (genera incremento en la masa muscular) y lipolíticos (elimina o reduce la grasa localizada) (Bazo-Santos *et al.* 2013). Esta sustancia fue desarrollada en Alemania como un fármaco para retrasar el parto prematuro y tratar afecciones respiratorias en seres humanos (Meyer *et al.* 1991; Garzón-Sánchez *et al.* 2016).

ISSN 2007 - 431 X

Actualmente, es utilizado ilegalmente en la alimentación de animales de consumo y abasto, como vacas, cerdos, borregos y aves de corral, para mejorar su ganancia en peso y la conversión alimenticia (Valladares-Carranza *et al.* 2015). También, se utiliza indiscriminadamente como droga (dopaje) por atletas de fisicoculturismo para aumentar su masa muscular y rendimiento físico (Ezquerro-Osorio *et al.* 2019). En otras disciplinas deportivas, lo usan para una pérdida rápida de peso ya que el clenbuterol estimula el sistema nervioso central y eleva el metabolismo basal (Bendaña 2018). No obstante, también tiene usos legales en medicina humana por su efecto broncodilatador, pues al combinarse con otros fármacos, como el ambroxol, es efectivo para tratar enfermedades respiratorias, como bronquitis o asma (Fig. 1) (Díaz-Álvarez 2018). En medicina veterinaria, para estos mismos tratamientos, se utiliza en vacas, ovejas y caballos que no están destinados al consumo (Sumano *et al.* 2022).

Su uso ilegal en la alimentación de animales de consumo tiene consecuencias negativas en la salud pública y la seguridad alimentaria, debido a su actividad

ϕ ¹Laboratorio de Enfermedades Emergentes y Reemergentes, Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México

²Departamento de Educación Continua, Escuela de la Salud, Universidad Modelo, Mérida, México
[*antonio.torres@correo.uady.mx](mailto:antonio.torres@correo.uady.mx)

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.4658>



cardiovascular no deseada y porque ocasiona intoxicación por consumo de carne o vísceras contaminadas (Sumano *et al.* 2022). El 12 de junio de 2022 se registró un brote por intoxicación alimentaria en 500 personas del municipio de Seyé, Yucatán (Fig. 1). La Secretaría de Salud (SSA) de Yucatán informó que “muestras realizadas a personas afectadas que presentaron similar sintomatología por probable intoxicación alimentaria, resultaron positivas a la ingesta accidental de clenbuterol” (Hau 2022).

“El clenbuterol es una sustancia sintética, beta-agonista (b2-agonista) y derivada de la norepinefrina, que tiene efectos broncodilatadores (relaja los músculos de las vías respiratorias), anabólicos (genera incremento en la masa muscular) y lipolíticos (elimina o reduce la grasa localizada).”



Figura 1. Presentación comercial del clenbuterol (solución) indicado para niños, como mucolítico y broncodilatador, para tratar procesos respiratorios agudos y crónicos relacionados con retención de secreciones y broncoespasmo. El uso de medicamentos debe hacerse bajo prescripción de un médico especialista.

Esta intoxicación masiva, la más importante y grave en la historia de Yucatán, se asoció por consumo de “cochinita” (platillo típico de cerdo en la gastronomía yucateca) en el mercado municipal de Seyé (Chan-Caamal 2022). Las personas afectadas tuvieron, entre otros síntomas, dolor de estómago, vómitos, taquicardia y diarrea, aunque ninguno de ellos enfermó de gravedad (Guillén 2022). El 13 de junio de 2022, la SSA confirmó que, “después de las pruebas de laboratorio realizadas por las autoridades sanitarias de Yucatán, las personas afectadas se intoxicaron con

clembuterol” (Vargas 2022). El objetivo de este trabajo es describir algunas características del clembuterol y sus repercusiones en la salud de las personas que se intoxican por su ingesta accidental.



Figura 2. Escena social del brote por intoxicación en habitantes de Seyé, Yucatán, esperando ser atendidos por las autoridades sanitarias (Tomada de: <https://www.yucatan.com.mx/merida/2022/6/15/intoxicacion-con-cochinita-en-seye-llegal-extranjero-con-noticias-memes-326887.html#&gid=1&pid=1>).

Clembuterol y su uso en animales

Actualmente, para obtener una mejor y mayor cantidad de productos, y subproductos de origen animal, los ganaderos y productores utilizan distintas sustancias conocidas como “moduladores” o “promotores” del crecimiento. Estas sustancias mejoran notablemente la productividad de los animales con un menor empleo de recursos económicos (Chávez-Almazán *et al.* 2012). Los moduladores de crecimiento más utilizados, principalmente en ganado de engorda, son los β agonistas como el clorhidrato de clembuterol (CLC), debido a que generan una mayor ganancia de peso, en menor tiempo, con una menor deposición de grasa, lo que se traduce en animales más pesados y canales más magros (Domínguez-Vara *et al.* 2009, Valladares-Carranza *et al.* 2015). El CLC pertenece a las denominadas fenetanolaminas, medicamentos que, como grupo, requieren la presencia de un anillo aromático con un grupo hidroxilo en la posición β del grupo alifático para desarrollar su actividad (Sumano *et al.* 2022, Valladares-Carranza *et al.* 2015).

En vacas y caballos, el uso terapéutico (dosis de 0.8 $\mu\text{g}/\text{Kg}$) del CLC tiene efectos positivos en la dilatación bronquial (elimina el bronco espasmo), facilita la expulsión de secreciones (expectoración) a través de la estimulación de los cilios bronquiales y aumenta la ventilación pulmonar porque relaja la capa de músculo liso de los bronquios. Otros de sus usos son para tratar broncoespasmos, bronquitis, bronquiolitis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y, en afecciones pulmonares da buenos resultados cuando se administra con antibióticos, también ayuda a prevenir reacciones alérgicas respiratorias (Laan 2006).

“El CLC pertenece a las denominadas fenetanolaminas, medicamentos que, como grupo, requieren la presencia de un anillo aromático con un grupo hidroxilo en la posición 6 del grupo alifático para desarrollar su actividad.”

En yeguas, ovejas y vacas es capaz de retardar el proceso de parto por su capacidad de relajar la musculatura lisa del útero cuando se administra a dosis de 300-450 mg/Kg (Plant y Bowler 1988, Gastal *et al.* 1998). En animales alimentados o tratados con clenbuterol, no se han registrado daños o modificaciones al material genético (efectos genotóxicos), a los productos que se forman durante el primer tercio de gestación (efectos embriotóxicos) o durante la gestación del feto (efectos teratogénicos). Tampoco se han informado cambios en el ADN que deriven en mutaciones (efectos mutagénicos) (Sumano *et al.* 2022).

En México, existen varias normas oficiales (NOM-061-ZOO-1999; NOM-EM-015-ZOO-2002; NOM-194-SSA1-2004) que prohíben el uso del CLC en la alimentación de los animales domésticos y de abasto, así como su importación, comercialización, transporte y suministro. De igual forma, a partir de 2007 la modificación a la Ley Federal de Sanidad Animal clasificó su uso como un delito (Secretaría de Salud 2012). En este contexto, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), en el ámbito de sus atribuciones, vigila que la engorda y alimentación de ganado en México se realice de manera segura sin suministrar sustancias tóxicas a los animales de sacrificio y faenado. También, se aplican programas, como el Programa Nacional de Residuos Tóxicos y Contaminantes en Carne y Productos de Origen Animal, así como el programa de Proveedor Confiable (Libre de Clenbuterol) que tienen como objetivo eliminar el uso de clenbuterol por parte de ganaderos y productores de México.

Intoxicación por clenbuterol en las personas

El uso del clenbuterol en la alimentación de animales de consumo tiene su riesgo principal en la salud pública por la exposición accidental a los residuos acumulados en la carne y sobre todo en vísceras, como el hígado, que comprometen al sistema cardiovascular y músculo-esquelético en las personas afectadas (Chávez-Almazán *et al.* 2012). En este sentido, no existe un valor mínimo en su concentración que se pueda considerar seguro, por lo que nunca debe estar presente en el alimento (Chai *et al.* 2013). Sin embargo, el comité mixto de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) de Expertos en Aditivos Alimentarios, considerando su efecto residual y toxicidad, han establecido que el límite máximo de residuos (LMR) legalmente permitido de clenbuterol en bovinos es de 0.2 µg/Kg en músculo y grasa, 0.6 µg/Kg en hígado y riñones, y 0.05 µg/L de leche (Codex Alimentarius 2011). Aunque, como se ha mencionado previamente, en México su uso está totalmente restringido.

Los primeros casos de intoxicación en personas se registraron en 1990 en España por consumo de hígado de res (Martínez-Navarro 1990). Posteriormente, se presentaron brotes en Francia (1990) (Pulce *et al.* 1990), Italia (1995) (Ramos *et al.* 2003), Portugal (1998) (Ramos *et al.* 2003), China (1998) (Thomas *et al.* 2010) y México (2002) (García-López *et al.* 2002). Estos brotes han sido asociados con el consumo de hígados de res, ternera, borrego y cerdo, así como carnes de res y cerdo.

La intoxicación tiene un periodo de incubación que va desde los 15 min a las seis horas posteriores a la ingesta, con una duración variable entre 90 min y hasta seis días (Chávez-Almazán *et al.* 2012). Una dosis > 40 µg desencadena el cuadro clínico que es muy variable. Los síntomas más frecuentes son taquicardia, ansiedad, temblores musculares, vértigo, palpitaciones, debilidad, dolor de cabeza, mareos, dolores musculares, parestesias (sensación de ardor u hormigueo), hipocalcemia (niveles bajos de potasio en sangre) e hiperglucemia (niveles elevados de glucosa en sangre). Otros síntomas menos comunes son adormecimiento de las manos, eritema facial, dificultad o cambios en la respiración, fibrilación auricular, hipertensión arterial, rabdomiólisis y vómitos. En los casos más severos produce psicosis, alucinaciones e infarto agudo al miocardio (Chávez-Almazán *et al.* 2012; Ezquerro-Osorio *et al.* 2021), sin ocasionar la muerte (Bendaña 2018).

El uso del clenbuterol en la alimentación de animales de consumo tiene su riesgo principal en la salud pública por la exposición accidental a los residuos acumulados en la carne y sobre todo en vísceras, como el hígado, que comprometen al sistema cardiovascular y músculo-esquelético en las personas afectadas.”

En México, en 2001 se notificaron 110 casos de intoxicación alimentaria por consumo de clenbuterol. Entre 2002 al 2006 se registraron 192 brotes, con un total de 1,300 casos sin presentarse defunciones (Garzón-Sánchez *et al.* 2016). En 2007, se notificaron 555 casos, con incidencia de 0.53 casos por 100,000 habitantes. En 2008, Jalisco, Ciudad de México (CDMX), Guanajuato, Zacatecas y Michoacán presentaron mayor tasa en los casos de intoxicación, el 70 % de ellos asociados con el consumo de hígado de res (Secretaría de Salud 2012; Ezquerro-Osorio *et al.* 2021). En 2022, además del brote registrado en Yucatán, en Aguascalientes se notificaron cinco personas con intoxicación por clenbuterol asociados con el consumo de hígado de res (SENASICA 2022).

Vigilancia epidemiológica y control en México

La vigilancia epidemiológica de los casos de intoxicación en México inicia a nivel estatal por medio del Sistema de Notificación Inmediata. Así, cuando se detecta un caso sospechoso (o un brote), debe notificarse inmediatamente (dentro de las primeras 24 h) a las autoridades sanitarias para validar la información y coordinar el envío de muestras recolectadas, en personas afectadas, a los laboratorios oficiales y acreditados. Al mismo tiempo, las autoridades sanitarias realizarán el aseguramiento de los alimentos sospechosos, mismos que también serán enviados para su evaluación. En este contexto, la interacción entre la consulta médica externa, las áreas de epidemiología, regulación sanitaria y los laboratorios debe ser ágil para optimizar el envío y recepción de muestras y la entrega de resultados (Dirección del Área de Prevención y Control de Enfermedades 2022).

La SSA, a través de la de la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), y la SADER realizan actividades de vigilancia, regulación y certificación referentes a las buenas prácticas pecuarias en unidades de producción primaria y de verificación en establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF) para la prevención de brotes de intoxicación en los consumidores de México (Jiménez-Servín de la Mora *et al.* 2011).

Conclusiones

A pesar de que el clenbuterol aumenta la productividad en animales de abasto, su uso representa un riesgo para la salud pública y seguridad e inocuidad alimentarias. En México, a pesar de que existen varias normativas que lo prohíben para la alimentación de animales de consumo, se han registrado varios casos de intoxicación debido al consumo de carne y vísceras de res y cerdo contaminadas. Los síntomas en las personas intoxicadas son leves; sin embargo, debe continuarse con la vigilancia epidemiológica para disminuir o evitar el riesgo de que se presenten casos más graves.

Referencias

- Bazo-Santos E, Cantalejo-Díaz M, Chicaiza-Portilla I, Grau-Ortega I. Dopaje con clenbuterol: ¿es posible la contaminación con carne en el “Caso del ciclista Alberto Contador”? 2013. *Actualidad en Farmacología y Terapéutica* 11: 73-79.
- Bendaña GG. Clenbuterol ¿amigo o enemigo del ganadero? 2018. *Revista de Nicaragüenses* 127: 368-375.
- Chai J, Xu Q, Dai J, Liu R. Investigation on potential enzyme toxicity of clenbuterol to trypsin. 2013. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 105: 200-206.
- Chan-Caamal J (23 junio 2022). Intoxicados con cochinita en Seyé. Carne sí estaba contaminada, confirma salud. Fecha de consulta 30/06/2022 en <https://www.yucatan.com.mx/yucatan/2022/6/23/intoxicados-con-cochinita-en-seye-carne-si-estaba-contaminada-confirma-salud-328682.html>
- Chávez-Almazán LA, Díaz-Ortiz JA, Pérez-Cruz B, Alarcón-Romero A. 2012. Tendencia de 2005 a 2010 de los niveles de clenbuterol en muestras de bovinos en Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 3: 449-458.
- Codex Alimentarius. 2011. Límites máximos de residuos para clenbuterol. 34a Reunión de la Comisión del Codex Alimentarius FAO/OMS. Roma, p. 274.
- Díaz-Álvarez JM (12 de mayo de 2018). Clenbuterol, polémico y riesgoso. Boletín UNADM-DGCS-306. Fecha de consulta 23/11/2022 en https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2018_306.html
- Dirección del Área de Prevención y Control de Enfermedades. Departamento de Vigilancia Epidemiológica (febrero 2022). Boletín epidemiológico. Fecha de consulta 25/11/2022 en https://www.issea.gob.mx/Docs/Boletines%20Epidemiologia/Panoramas%202022/Boletin%20Epidemiologico_Febrero%202022.pdf
- Domínguez-Vara IA, Mondragón-Ancelmo J, González-Ronquillo M, Salazar-García F, Bórquez-Gastélum JL, Aragón-Martínez A. 2009. Los b-agonistas adrenérgicos como modificadores metabólicos y su efecto en la producción, calidad e inocuidad de la carne de bovinos y ovinos: una revisión. *Ciencia Ergo Sum* 16: 178-284.
- Ezquerro-Osorio A, Bueno-Arias GM, Torres-González KS, Arias-Marín R, Ramírez-García JE. 2019. Intoxicación alimentaria por clenbuterol, padecimiento subdiagnosticado. *Acta médica Grupo Ángeles* 17: 406-408.

- García-López A. 2002. Alerta epidemiológica por la intoxicación en humanos con clenbuterol y su empleo en la alimentación del ganado. *Revista de Sanidad Militar México* 56: 131-134.
- Garzón-Sánchez E, Hernández-Lira S, Reyes-Hernández U, Hernández-Lira I, Reyes-Hernández D, Reyes-Hernández KL, Reyez-Gómez U, Baylon-Hernández A. 2016. Clenbuterol y sus riesgos en el deporte. *Boletín Clínico Hospital Infantil del Estado de Sonora* 33: 42-46.
- Gastal MO, Gastal EL, Torres CAA, Ginther OJ. 1998. Effect of oxytocin, prostaglandin F₂ alpha, and clenbuterol on uterine dynamics in mares. *Theriogenology* 50: 521-534.
- Guillén B (14 junio 2022). Historia de una intoxicación masiva: 500 vecinos se enferman al comer cochinita pibil en Yucatán. Fecha de consulta 30/06/2022 en <https://elpais.com/mexico/2022-06-14/historia-de-una-intoxicacion-masiva-500-vecinos-se-enferman-al-comer-cochinita-pibil-en-yucatan.html>.
- Hau RD (15 junio 2022). Cochinita contaminada en Yucatán: Responsable de usar clenbuterol pasaría 8 años en prisión. Fecha de consulta 30/06/2022 en <https://www.poresto.net/yucatan/2022/6/15/cochinita-contaminada-en-yucatan-responsable-de-usar-clembuterol-pasaria-anos-en-prision-340100.html>.
- Jiménez-Servín de la Mora LA, Garza-Ramos J, Sumano-López H, Fragoso-Sánchez H. 2011. Vigilancia sanitaria en el uso ilícito del clenbuterol y su coordinación intersectorial en dos entidades de México. *Veterinaria México* 42: 11-25.
- Laan TJM. 2006. The effect of aerosolized and intravenously administered clenbuterol and aerosolized fluticasone propionate on horses challenged with *Aspergillus fumigatus* antigen. *Veterinary Research Communications* 30: 623-635.
- Martínez-Navarro FJ. 1990. Food poisoning related to consumption of illicit β -agonist in liver. *The Lancet* 336: 1311.
- Meyer HH, Rinke L, Dürsch I. 1991. Residue screening for the beta-agonists clenbuterol, salbutamol and cimaterol in urine using enzyme immunoassay and high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography* 564: 551-556.
- Plant JW, Bowler JK. 1988. Controlled parturition in sheep using clenbuterol hydrochloride. *Australian Veterinary Journal* 65: 91-93.
- Pulce C, Lamaison D, Keck G, Bostvironnois C, Nicolas J, Descotes J. 1990. Collective human food poisonings by clenbuterol residues in veal liver. *Veterinary and Human Toxicology* 33: 480-485.
- Ramos F, Cristino A, Carrola P, Eloy T, Silva JM. 2003. Clenbuterol food poisoning diagnosis by gas chromatography-mass spectrometric serum analysis. *Analytica Chimica Acta* 483: 207-213.
- Secretaría de Salud. 2012. Manual de procedimientos estandarizados para la vigilancia epidemiológica de la intoxicación alimentaria asociada al consumo de carne contaminada por clenbuterol texto Secretaría de Salud, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Secretaría de Salud. México. 46 p.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) (01 de marzo de 2022). Monitor de inocuidad Agroalimentaria. Dirección de Sistematización y Análisis Sanitario. México: Detección de clenbuterol en carne

- en los municipios de Aguascalientes y Rincón de Romos, Aguascalientes. Fecha de consulta 25/11/2022 en https://dj.senasica.gob.mx/Contenido/files/2022/marzo/MonitorInocuidad01032_022_e6555f54-7eb9-48af-aac7-035c8aaba1f4.pdf
- Sumano LH, Ocampo CL, Gutiérrez OL. 2002. Clenbuterol y otros b-agonistas, ¿una opción para la producción pecuaria o un riesgo para la salud pública? *Veterinaria México* 33: 137-159.
- Thomas M, Poms R, Pöpping B, Saarela M, Spichtinger D. 2010. Some key emerging food safety issues. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods* 2: 141-148.
- Valladares-Carranza B, Bañuelos-Valenzuela R, Peña-Betancourt SD, Velázquez-Ordoñez V, Echavarría-Cháirez FG, Muro-Reyes A, Ortega-Santana C. 2015. Riesgos a la salud por el uso de clorhidrato de clenbuterol: una revisión. *Revista de Medicina Veterinaria* 30: 139-149.
- Vargas E (24 de junio de 2022). Clenbuterol, causa de la intoxicación masiva en Seyé, Yucatán, confirma la Secretaría de Salud. Fecha de consulta 24/11/2022 en <https://www.porestto.net/yucatan/2022/6/24/clenbuterol-causa-de-la-intoxicacion-masiva-en-seye-yucatan-confirma-la-secretaria-de-salud-341219.html>

Torres-Castro MA, Torres-Castro RA. 2023. El clenbuterol y el riesgo para la salud pública. *Bioagrocencias* 16 (1): 1-9.
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.4658>

ISSN 2007 - 431 X