

NACAMEH Vol. 16, No. 2, pp. 85-100, 2023

Marco regulatorio de la carne de bovino en México: normativa para un estándar de certificación de calidad e inocuidad



Regulatory framework for beef in Mexico: regulations for a quality and safety certification standard

Jorge Antonio Gutiérrez-Torres ¹, Rene Pinto-Ruiz ², María Magdalena Crosby-Galván ¹,
María Antonia Pérez-Olvera ³, David Hernández-Sánchez ¹ ✉

1 Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo Km 36.5, Carretera México-Texcoco. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. 2 Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas, Km 7.5, Carretera Villaflores-Ocozacoautla. 30470. Villaflores, Chiapas, México. 3 Programa de Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo Km 36.5, Carretera México-Texcoco. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.. ✉ Autor de correspondencia: sanchezd@colpos.mx

Resumen

Se revisa la normatividad relacionada con la calidad de carne de bovino en México, con el objetivo de hacer un análisis crítico y dar soporte a la necesidad de crear un estándar de certificación de calidad que integre el marco regulatorio necesario para el cumplimiento de la calidad en este producto de manera objetiva. En México la NMX-FF-078-SCFI-2002 y NOM-004-SAGARPA-2018 evalúan y clasifican la calidad de la carne de bovino y se complementan con normas de inocuidad como la NOM-194-SSA1-2004 y la NOM-061-ZOO-1999. No obstante, la evaluación de atributos como el color se realiza de forma cualitativa y puede resultar subjetiva. En un mundo globalizado se requieren de estándares basados en la evaluación cuantitativa, que valoren los atributos de manera precisa. Además, mayor apoyo en la normativa internacional descrita por el Codex Alimentarius, la guía para entender los grados de calidad de la carne de res de la USDA y esquemas comerciales de la GFSI, permitirían obtener un estándar de calidad más efectivo. Un nuevo estándar de calidad que incluya atributos como es el color, terneza, pH, composición química, medidos de forma cuantitativa sería conducente para obtener una evaluación de la conformidad efectiva. Además de incluir atributos de inocuidad y vigilar aquellos peligros que causan problemas de salud pública en la actualidad.

Recibido: 05/10/2023. Aceptado: 31/12/2023

<https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/nacameh/PENDIENTE>

Casa abierta al tiempo

Palabras clave: Carne de bovino, normativa, calidad, inocuidad, estándar de certificación.

ABSTRACT

The regulations related to the quality of beef in Mexico are reviewed, with the objective of making a critical analysis and supporting the need to create a quality certification standard that integrates the regulatory framework necessary for compliance with quality of this product objectively. In Mexico, NMX-FF-078-SCFI-2002 and NOM-004-SAGARPA-2018 evaluate and classify the quality of beef and are complemented by safety standards such as NOM-194-SSA1-2004 and NOM-061-ZOO-1999. However, the evaluation of attributes such as color is carried out qualitatively and can be subjective. In a globalized world, standards based on quantitative evaluation are required that accurately assess attributes. In addition, greater support in the international regulations described by the Codex Alimentarius, the guide to understanding the quality grades of beef from the USDA, and commercial schemes from the GFSI, would allow obtaining a more effective quality standard. A new quality standard that includes attributes such as color, tenderness, pH, chemical composition, measured quantitatively, would be conducive to obtaining an effective conformity assessment. In addition to including safety attributes and monitoring those dangers that currently cause public health problems.

Key words: Beef, regulations, quality, safety, certification standard.

INTRODUCCIÓN

La industria de la carne en México es importante para la construcción de la seguridad alimentaria al ser una de las fuentes más importantes para la alimentación. Esta industria tuvo un incremento de 13.3% en los últimos 6 años; además en el año 2022 los hogares registraron un gasto promedio de \$609.00 pesos al mes, implicando un gasto de 11.4% más en carne de res, con respecto al año 2021 (COMECARNE, 2022). Esto implica mayor crecimiento en el consumo de carne comparado con otro tipo de proteína de origen animal. Adicionalmente, este proceso conlleva a una mayor demanda en el mercado, requiriéndose productos de calidad como carnes magras, donde el consumidor valora el color y terneza al momento de la compra y el consumo, respectivamente (Varela, 2001; Peña y col., 2018).

México cuenta con gran potencial para la producción ganadera, respaldado por un territorio de 196.4 millones de ha, de las cuales el 56 % son destinadas a la ganadería (Peel y col., 2010). Los sistemas de producción de ganado bovino para carne existentes en nuestro país presentan amplia variación debido a diferencias en disponibilidad de recursos económicos, infraestructura, urbanización y mercados (Peel y col., 2010; INEGI, 2017) y en gran medida por el acceso a los insumos para la alimentación (Castro-Sámano y col., 2019). A consecuencia de esto, se obtienen productos cárnicos de calidad diversa.

La norma mexicana NMX-FF-078-SCFI-1991 (DOF, 2002a) establece un esquema de control de calidad de la carne de bovino comercializada en territorio nacional; su cobertura aplica

a todas las unidades de sacrificio y rastros registrados ante la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. En este documento se incluyen aspectos de evaluación visual sobre atributos de marmoleo, defectos, madurez y aspectos de color medidos mediante el sistema Pantone. Sin embargo, para realizar una evaluación del color precisa se requiere una medición que considere la variabilidad de tonalidades que presenta la carne de bovino (Salinas y col., 2020). Por otro lado, la NOM-004-SAGARPA-2018 (DOF, 2020a) destaca atributos importantes de calidad en la carne de bovino, como son la madurez fisiológica y marmoleo, relacionados con la suavidad y jugosidad (Domenech y col., 2017). En esta norma se mencionan las condiciones previas para realizar las mediciones y rangos que debe tener la carne de bovino para determinar su clasificación. Sin embargo, sigue faltando mayor precisión en los atributos evaluados, una medición más objetiva del color (Salinas y col., 2020) e incluir variables adicionales que complementen la evaluación de la carne, como lo son el pH, la capacidad de retención de agua y el análisis químico proximal (Rubio y col., 2014) y una medición cuantitativa de la terneza de la carne de bovino (Teira, 2004; Sánchez y col., 2011).

En este sentido en México, las normas NMX-FF-078-SCFI-1991 (DOF, 2002a) y NOM-004-SAGARPA-2018 (DOF, 2020a) representan un apoyo fundamental en el control de calidad de la carne de bovino que permite partir de mediciones concretas para evaluar y asignar una clasificación; no obstante, sigue faltando objetividad en las mediciones y sobre todo una evaluación integral donde un mismo cuadro o estructura especifique cada grado de calidad, los valores mínimos y máximos que debe tener cada atributo a medir, además de incluir un análisis químico proximal y más especificidad en la medición del color y la terneza, así como valores de pH y capacidad de retención de agua, que le permita a los evaluadores tomar un criterio integral sobre la calidad de la carne de bovino (Parra-Bracamonte y col., 2021)

En el ámbito internacional, la normativa aplicable a la calidad de la carne de bovino es más diversa y las diferencias en los aspectos regulados obedecen básicamente a los mercados destino. En Estados Unidos se maneja la Guía para entender los grados de calidad de la USDA (Meadows, 2013), Australia maneja la AUS-MEAT (Rubio y col., 2014), organización independiente encargada de evaluar la calidad de las canales en bovinos y Japón se rige por los “Estándares de clasificación de carne de res” emitidos por la Asociación de Clasificación de la Carne de Japón (JMGA, 1988)

Con base en lo anterior, este documento analiza la normativa nacional e internacional vigente relacionada con la cadena productiva de carne de bovino, así como la vinculación y complementación con normas de inocuidad, buscando establecer la normativa mínima a considerar para desarrollar un estándar de certificación que sirva de apoyo para la evaluación integral de la calidad en carne de bovino.

Normativa nacional aplicable a la calidad de carne de bovino

Producción primaria

Esta etapa contempla actividades realizadas durante la crianza del bovino, su engorda y finalización en las unidades de producción, hasta el traslado de los animales debidamente identificados a la unidad de sacrificio o Establecimiento Tipo Inspección Federal (TIF) (SENASICA, 2014). La normativa aplicable en esta etapa comprende aspectos orientados a la correcta ubicación y equipamiento de las unidades de producción; por ejemplo, el contar con rampas antiderrapantes y corrales divididos para animales de engorda, finalización o animales enfermos, y espacios dedicados al consumo de agua potable. Otros de los aspectos importantes a considerar son los insumos y medicamentos utilizados en la alimentación y crianza del ganado, los cuales deben estar regulados y estrictamente vigilados en la NOM-024-ZOO-1995 (DOF,1995), donde se especifica el correcto manejo de insumos y de los animales durante su transporte, un mal uso de estos insumos y medicamentos veterinarios, además de contribuir a una mala calidad, puede derivar en afectaciones a los animales y en el consumidor final; por ejemplo, toxicidad crónica, efectos mutagénicos y carcinogénicos, y fenómenos de resistencia bacteriana (Lozano y col., 2008). Adicionalmente, es importante considerar otras normas relacionadas con las campañas zoonitarias y que buscan reducir el riesgo de diseminación de enfermedades zoonóticas. En este sentido, la NOM-031-ZOO-1995 (DOF, 1998a) establece las bases de la campaña nacional contra la tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*), normativa que dependerá de la estricta vigilancia y recomendación de las autoridades competentes dependiendo la región del país donde se ubique la unidad de producción.

El bienestar animal durante el transporte o movilización está relacionado con la calidad de la carne y la NOM-051-ZOO-1995 (DOF, 1998b) regula los requerimientos mínimos para garantizar un trato humanitario en esta fase. Las especificaciones zoonitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos se establecen en la NOM-008-ZOO-1994 (DOF, 1999), su puntual seguimiento ayuda a prevenir un estado fisiológico de estrés en el ganado, además de golpes o moretones en los animales que representen un cambio en la composición química de la sangre y del tejido muscular del animal, y defectos posteriores en la canal o incluso la muerte accidental del ganado por mal manejo durante esta etapa (Rincón y Sánchez, 2008). La NOM-009-ZOO-1994 (DOF, 2007) es importante también en esta etapa y contempla aspectos previos a la entrada de los animales al área de sacrificio, destacando los requerimientos a cumplir en el tiempo de descanso y la inspección ante-mortem, importantes por su efecto sobre el pH y el color de la carne, un mal manejo en esta etapa conlleva a una mala calidad de la carne (Pérez-Linares y col., 2013).

Procesamiento

Esta etapa considera las actividades efectuadas, desde la recepción de los bovinos identificados en el Establecimiento TIF para el sacrificio, faenado, procesamiento y envasado, hasta el almacenamiento de la carne de bovino procesada en forma de canal. Aquí se identifican cuatro normas aplicables. La NOM-009-ZOO-1994 (DOF, 2007), establece el proceso sanitario de la carne, los requerimientos mínimos a cumplir en los establecimientos destinados a sacrificio y derivados cárnicos para consumo humano, con el propósito de obtener productos de calidad higiénico-sanitaria que garantice una adecuada gestión de la inocuidad de la carne. La NOM-033-SAG/ZOO-2014 (DOF, 2015) detalla los métodos de sacrificio para animales domésticos y silvestres y busca garantizar el bienestar animal con un método de sacrificio menos estresante, mediante el aturdimiento o insensibilización del animal, que implique el mínimo dolor y daño para evitar alteraciones en las características fisicoquímicas de la carne afectando el pH, el color y la ternura, y que resulten en una carne de mala calidad (Rincón y Sánchez, 2008).

Las normas NMX-FF-078-SCFI-2022 (DOF, 2002a) y NOM-004-SAGARPA-2018 (DOF, 2020a) establecen la clasificación y evaluación de la calidad de las canales y de los cortes finos de la carne de bovino, respectivamente. Estos documentos normativos son la principal herramienta en el país para evaluar la calidad de productos cárnicos derivados de bovinos y establecen las especificaciones y requerimientos mínimos a cumplir para asignar el grado de calidad dentro de la clasificación Premium, Suprema, Selecta, Estándar y Comercial. Aunque la norma más usada es la NOM-004-SAGARPA-2018 y la norma NMX-FF-078-SCFI-2022 da soporte y base de algunas especificaciones; por ejemplo, el sistema Pantone como instrumento para la medición del color. En estas normas se resaltan especificaciones como la medición de la madurez fisiológica y marmoleo, y otros atributos como la textura, el color (Fig. 1), considerados importantes para definir la calidad la carne, porque son indicativos en la elección de compra por parte del consumidor (Peña y col., 2018). Las especificaciones descritas en estas norma son evaluadas por un Médico Veterinario Zootecnista acreditado por algún Organismo de Certificación avalado por SENASICA. En la evaluación de la conformidad está implícita la experiencia del evaluador y el dominio visual de las imágenes incluidas en la norma, para emitir un dictamen sobre la calidad de las canales. Sin embargo, estas evaluaciones son cualitativas y subjetivas, pues la norma no contempla métodos de prueba basados en análisis físico-químicos estandarizados para los atributos evaluados y que de esta manera facilite la obtención de resultados cuantitativos con pruebas de laboratorios para su dictamen correspondiente (Sánchez y col., 2011). Además, sería importante integrar dentro de un estándar, los atributos evaluados en un solo cuadro con la finalidad de tener los valores mínimos y máximos para cada atributo y la clasificación correspondiente de acuerdo con el grado de calidad.



Figura 1. Escala para evaluar subjetivamente el color de acuerdo con la NOM-004-SAGARPA-2018 (DOF, 2020a).

De manera complementaria en esta etapa, la NOM-251-SSA1-2009 (DOF, 2010) indica los requisitos mínimos de buenas prácticas de higiene que deben observarse en el procesamiento de la carne y junto con la NOM-194-SSA1-2004 (DOF, 2012) deben considerarse y complementarse, cuando la carne tenga un procesamiento o acondicionamiento mínimo, por lo que deben cuidarse áreas de corte, empaque y almacenamiento. Finalmente, la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (DOF, 2020b), establece las especificaciones de etiquetado, implicando información comercial y sanitaria para la carne de bovino en canal, medias y cuartos de canal o cortes específicos, sin procesamiento más allá del acondicionamiento y empaquetado.

Distribución y comercialización

En este proceso se contempla el traslado de la carne de bovino obtenida en un Establecimiento TIF hacia los centros de distribución, hasta llegar al consumidor final. La normativa nacional aplicable contempla la NOM-030-ZOO-1995 (DOF, 1996) en la cual se establecen las especificaciones y procedimientos para la verificación de la carne en puntos de control zoonosanitario donde se resalta la identificación de defectos menores, mayores y críticos, los requerimientos que deben cumplir los puntos de verificación, y la forma en cómo se llevara a cabo el muestreo para verificar la calidad de la carne. Adicionalmente, la NOM-194-SSA1-2004 (DOF, 2012) dispone las especificaciones sanitarias para garantizar la calidad de la carne en el almacenamiento, transporte y expendio. Aquí se destacan aspectos

de límites máximos permisibles en la carne, así como lo relativo a la calidad higiénico-sanitaria de los establecimientos y transporte en donde se moviliza el producto, manteniendo la cadena de frío desde que sale de la unidad de sacrificio; además de los requerimientos mínimos que garantiza la conservación de las características de calidad de la carne (Pérez-Linares y col., 2013).

Normativa internacional

En aras de complementar la normativa nacional relativa a la calidad de la carne de bovino, existen diversas normas internacionales aplicables, dependiendo de los países destino que se tienen como socios comerciales. No obstante, dado el número de países a los que se exporta el producto y la normatividad implicada, en este análisis solo se consideran el sistema de evaluación de Estados Unidos y el del Codex Alimentarius, los cuales por su alcance aplican a varios países. En Estados Unidos existe la Guía para entender los grados de calidad de la carne del Departamento de Agricultura de ese país (Guide to understanding USDA Beef grades) publicado por Meadows (2013), director del Servicio de Comercialización Agrícola Ganadera (Agricultural Marketing Service Livestock). Este documento normativo es equiparable con las normas mexicanas NOM-004-SAGARPA-2018 (DOF, 2020a) y la NMX-FF-078-SCFI-2002 (DOF, 2002a) con relación a la clasificación de las canales y su control de calidad. Además, es el documento de referencia en calidad de la carne emitido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en el que se detallan las especificaciones y grados de calidad de la carne de bovino. Esta guía es importante para los productores de carne de bovino en México que exportan a los Estados Unidos, por tratarse del principal socio comercial, implicando exportaciones de 268 mil toneladas anuales, que representa 85.2% del total de exportaciones de carne de bovino en nuestro país (COMECARNE, 2022). En esta guía se destaca la importancia del rendimiento de la canal, atributo relacionado con el número de cortes obtenidos que cumplen con la calidad exigida por el consumidor.

A nivel internacional también se cuenta con los documentos emitidos por el Codex Alimentarius los cuales complementan la normatividad en las diferentes etapas de la producción de carne de bovino, entre estos se resalta:

Principios Generales de Higiene de los alimentos. CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003 (Codex Alimentarius, 2003).

Código de Prácticas sobre Buena Alimentación Animal. CAC/RCP 54-2004 (Codex Alimentarius, 2004).

Código de Prácticas de Higiene para la Carne. CAC/RCP 58-2005 (Codex Alimentarius, 2005).

Manual de Buenas Prácticas para la Industria de la Carne. (Codex Alimentarius, 2007).

Principios para la rastreabilidad/rastreo de productos como herramienta en el contexto de la inspección y certificación de alimentos. CAC/GL 60-2006 (Codex Alimentarius, 2006).

Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados. CODEX STAN 1-1985, Rev. 1-1991 (Codex Alimentarius, 2018).

Límites Máximos de Residuos y recomendaciones sobre la gestión de riesgos para residuos de medicamentos veterinarios en alimentos para Medicamentos Veterinarios en los Alimentos. CX/MRL 2-2021 (Codex Alimentarius, 2021).

En el ámbito internacional también encontramos a la Iniciativa Mundial de Inocuidad Alimentaria (GFSI por sus siglas en Inglés), la cual emite diferentes esquemas de certificación aplicables a productos agrícolas y pecuarios. La certificación GFSI es considerada ampliamente como requisito de exportación o para poder acceder a mercados más selectos. Ejemplo de estos esquemas son el Food Safety System Certification 22000, el Safe Quality Food (SQF) y el Global Red Meat, certificaciones con enfoque en el sector pecuario, que garantizan el aseguramiento de la inocuidad a lo largo de la cadena productiva (GFSI, 2023). En México, con la finalidad de hacer una equivalencia entre las certificaciones comerciales y la normativa vigente oficial, se emitió la norma NMX-F-804-SCFI-2018 (DOF, 2018), que establece de manera voluntaria una guía para la certificación de los esquemas reconocidos por la GFSI aplicable a toda la cadena productiva, desde la producción primaria, procesamiento hasta su distribución.

Aspectos de inocuidad que requieren integrarse en la normatividad de calidad de la carne de bovino

Algunas normas mencionadas con anterioridad hacen referencia a especificaciones que se deben cumplir para garantizar que la carne de bovino no causará daño al consumidor. La NOM-194-SSA1-2004 (DOF, 2012) incluye límites máximos para microorganismos, parásitos y materia extraña, así como la ausencia de clenbuterol, agonista que también está regulado por el programa de proveedor confiable de la SADER (DOF, 2002b) a través de la vigilancia en establecimientos regulados por el SENASICA. Sin embargo, quedan fuera de esta vigilancia y regulación todos aquellos establecimientos de traspatio y rastros municipales donde el aseguramiento de la inocuidad es un tema poco tratado, y el uso ilegal de clenbuterol se vuelve un problema de salud pública, pues su consumo deriva en alteraciones cardiovasculares e intoxicaciones (Sumano y col., 2022). La NOM-061-ZOO-1999 (DOF, 2000) también prohíbe el uso del clenbuterol en México; sin embargo, el problema sigue presente en diversas regiones. Un estudio realizado en Texcoco, Estado de México reveló la presencia de este agonista en 50% de los establecimientos muestreados (Hernández-Sánchez y col., 2013). El caso de Tierra Caliente, Guerrero, reveló la presencia de residuos de clenbuterol en 38% de los establecimientos muestreados (Olivares y col., 2015). En el año 2022 se notificó un brote de intoxicación por clenbuterol asociado al consumo de carne de res en Aguascalientes (Torres-Castro, 2023).

El Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación del SENASICA ha desarrollado en el sector pecuario las Buenas Prácticas Pecuarias (SENASICA, 2014), con su base legal en la Ley

Federal de Sanidad Animal y su reglamento donde destaca la implementación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP, por sus siglas en inglés) y los lineamientos de carácter obligatorio que deben tener los establecimientos dedicados al sacrificio de animales, la movilidad del ganado, los programas de trazabilidad y de contingencia sanitaria, en los cuales la SADER tiene mayor injerencia, pero en conjunto con la Secretaría de Salud, son los responsables de vigilar que la normativa sea aplicable conforme a la ley que corresponda. Por ejemplo, en el artículo 25 del reglamento de la Ley Federal de Sanidad Animal (DOF, 2022), menciona “La Secretaría (SADER) a través de las medidas en buenas prácticas pecuarias y disposiciones de riesgos de contaminación, determinara las características del sistema de trazabilidad y del sistema de alerta y recuperación de animales y bienes de origen animal para garantizar la rastreabilidad de mercancías reguladas, esto último en coordinación con la Secretaría de Salud cuando impliquen un riesgo para la salud humana”. En el mismo artículo menciona “Para garantizar la trazabilidad de los bienes de origen animal, los Establecimientos TIF dedicados al sacrificio de especies para consumo humano solo podrán recibir animales que provengan de unidades de producción primaria certificadas o con reconocimiento de buenas prácticas pecuarias por la Secretaría (SADER)”. Esto da un panorama de la vigilancia establecida a lo largo de la cadena de producción.

Requerimientos para un nuevo estándar de certificación de calidad en la carne de bovino en México

Un análisis de la normativa aplicable a la calidad de la carne de bovino en México permite visualizar su alcance en las etapas de producción primaria hasta la comercialización y distribución. En estas normas se consideran los atributos de calidad que el mercado exigen y los cuales son importantes para emitir un juicio de clasificación. No obstante, las evaluaciones emitidas en la actualidad con los atributos establecidos en las normas de calidad de carne de bovino, muestran cierta subjetividad y son evaluaciones cualitativas. La aplicación de métodos analíticos brinda resultados cuantitativos y precisos y podrían ser una herramienta para una valoración efectiva de los atributos de calidad. Por ejemplo, la evaluación del color de la carne de bovino considerada en las normas NMX-FF-078-SCFI-2022 (DOF, 2002a) y NOM-004-SAGARPA-2018 (DOF, 2020a) contempla una gama de tonalidades muy reducida que la carne puede tener. Por esta razón es necesario un patrón visual o escala de color (Fig. 2) que sirva de referencia para la industria nacional (Salinas y col., 2020). Es importante mencionar que en la actualidad el uso de colorímetros permite obtener lecturas precisas de color en carnes, con el sistema CIELAB L* (luminosidad), a* (enrojecimiento) y b* (amarillez) (Internationale Beleuchtungskommission, 2004), con los cuales se obtienen evaluaciones cuantitativas que permiten establecer clasificaciones de calidad objetivas en el color de la carne. La implementación de este método para la medición de color contribuiría a definir una mejor evaluación del atributo que más influye en las decisiones de compra de la carne (Marrone y col., 2020).

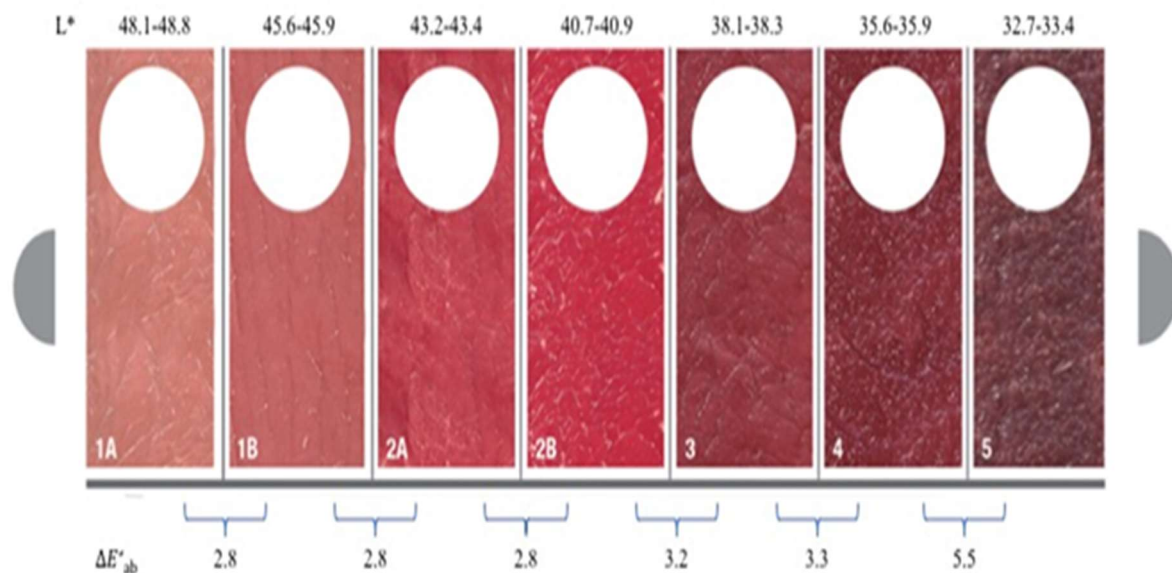


Figura 2. Escala para evaluar objetivamente el color propuesta por Salinas y col. (2020).

La terneza es la característica de palatabilidad más relevante en la carne y afecta la aceptación por el consumidor (Giráldez y col., 2021). Incluir este atributo en un estándar de calidad es de gran importancia para valorar el grado de suavidad o dureza de una carne y emitir una clasificación de calidad del producto. En Estados Unidos, a través del Plan de Terneza de la Carne de Res, se establecen requerimientos mínimos y máximos para una carne suave y dura (Teira, 2004). Para establecer estos valores y generar una clasificación de terneza se cuenta con cuchillas de corte Warner-Bratzler instaladas en un texturómetro en el cual se registra la fuerza de corte máxima que se relaciona con la suavidad de la carne (Gómez-Cortés y col., 2018).

El pH, la capacidad de retención de agua y el análisis químico proximal son indicadores que contribuyen a evaluar la calidad de la carne y el manejo que se debe llevar a cabo acorde a los parámetros establecidos como normales en una carne de buena calidad. Rubio y col. (2014) y Sánchez y col. (2011) explican la importancia de estos atributos y los métodos de prueba y análisis propuestos para llevar a cabo su evaluación.

Además de los atributos de calidad sugeridos para un nuevo estándar de calidad en la carne de bovino, se debe dar la importancia que merece a los atributos de inocuidad. Destacar que el uso adecuado de implantes hormonales, antibióticos y beta agonistas es responsabilidad del productor; así mismo, en el procesamiento de alimentos, la implementación de métodos no regulados en la industria de la carne que ponen en riesgo la inocuidad, como el marinado de la carne y la forma usual de obtener carne molida, entre otros, se debe regular para asegurar la inocuidad del producto (Guzmán y Rubio, 2020).

Especial importancia se debe brindar a los peligros causantes de problemas de salud pública actuales en México como es el caso de clenbuterol (DOF, 2013) y que su afectación incluye a nivel global, donde se incluye la multiresistencia bacteriana a antibióticos (Delgado-Suárez y col., 2019), la contaminación por metales pesados (Covarrubias y Peña-Cabriales, 2017), entre otros contaminantes que ponen en riesgo la inocuidad de la carne de res.

Con este análisis se infiere la necesidad de integración de nuevos atributos que las normas actuales establecen. Esta integración se debe presentar en un documento único con la finalidad de contar con un estándar donde se incluyan los requerimientos que permitan evaluar la calidad de la carne de bovino en México de una forma competitiva con estándares internacionales que sirva como puerta de entrada a nuevos mercados.

CONCLUSIÓN

La normatividad relacionada con la calidad de la carne de bovino en México implica el cumplimiento de requisitos comerciales de alta importancia, pero además incluye atributos de preferencias y satisfacción del cliente, y aspectos de inocuidad y sanidad animal. No obstante, la evaluación de la conformidad desarrollada al evaluar la calidad es subjetiva y cualitativa, poniendo de manifiesto la falta de integración de atributos adicionales que brinden mayor objetividad a la evaluación. Además, una complementación con normativa internacional y métodos de evaluación cuantitativos contribuiría a integrar atributos importantes para garantizar una evaluación efectiva de la calidad de la carne de bovino.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de las actividades de la LGAC: Ganadería eficiente, bienestar sustentable y cambio climático del Colegio de Postgraduados.

ORCID

Jorge Antonio Gutiérrez Torres  <https://orcid.org/0009-0008-6058-9132>

Rene Pinto-Ruiz  <https://orcid.org/0000-0003-1962-6874>

María Magdalena Crosby Galván  <https://orcid.org/0000-0003-2826-0632>

Ma. Antonia Pérez-Olvera  <https://orcid.org/0000-0002-6408-8641>

David Hernández-Sánchez  <https://orcid.org/0000-0002-3281-5840>

REFERENCIAS

CASTRO-SAMANO M.A., R. GARCÍA-MATA, F. PARRA-INSUNZA, M. PORTILLO-VÁZQUEZ, I. MÁRQUEZ-SÁNCHEZ, R.C. GARCÍA-SÁNCHEZ (2019). El mercado de la carne de bovino en México, considerados los factores externos. Agricultura, Sociedad y Desarrollo 16(1): 85-103. <https://doi.org/10.22231/asyd.v1i1.982>

- CODEX ALIMENTARIUS (2003). CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003. Principios Generales de Higiene de los alimentos. URL: <https://www.fao.org/3/y5307s/y5307s.pdf>. Fecha de actualización: 2003, fecha de acceso: 05/07/2023.
- CODEX ALIMENTARIUS (2004). CAC/RCP 54-2004. Código de Prácticas sobre Buena Alimentación Animal. URL: <https://www.fao.org/3/i1111s/i1111s02.pdf>. Fecha de actualización: 2004, fecha de acceso: 06/07/2023.
- CODEX ALIMENTARIUS (2005). CAC/RCP 58-2005. Código de Prácticas de Higiene para la Carne. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B58-2005%252FCXP_058s.pdf. Fecha de actualización: 2005, fecha de acceso: 06/07/2023.
- CODEX ALIMENTARIUS (2006). CAC/GL 60-2006. Principios para la rastreabilidad/rastreo de productos como herramienta en el contexto de la inspección y certificación de alimentos. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B60-2006%252FCXG_060s.pdf. Fecha de actualización: 2006, fecha de acceso: 10/07/2023.
- CODEX ALIMENTARIUS (2007). Manuales de Buenas Prácticas para la Industria de la Carne. <https://www.fao.org/3/y5454s/y5454s.pdf>. Fecha de actualización: 2007, fecha de acceso: 05/07/2023.
- CODEX ALIMENTARIUS (2018). CODEX STAN 1-1985, Rev. 8-2018. Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B1-1985%252FCXS_001s.pdf. Fecha de actualización: 2018, fecha de acceso: 08/07/2023.
- CODEX ALIMENTARIUS (2021). CX/MRL 2-2021. Límites Máximos de Residuos y recomendaciones sobre la gestión de riesgos para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXM%2B2%252FMRL2s.pdf>. Fecha de actualización: 2021, fecha de acceso: 08/07/2023.
- COMECARNE [Consejo Mexicano de la Carne.] (2022). Compendio Estadístico. URL: <https://comecarne.org/compendio-estadistico-2022/> Fecha de acceso: 10/06/2023
- COVARRUBIAS S.A., J.J. PEÑA-CABRIALES (2017). Environmental contamination by heavy metals in Mexico: problems and phytoremediation strategies. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 33:7-21. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.esp01.01>
- DELGADO-SUÁREZ E.J., R ORTIZ-LÓPEZ, W.A. GEBREYES, M.W. ALLARD, F. BARONA-GÓMEZ, M.S. RUBIO-LOZANO (2019). Genomic surveillance links livestock production with the emergence and spread of multi-drug resistant non-typhoidal *Salmonella* in

Mexico Journal of Microbiology 57: 271-280. <https://doi.org/10.1007/s12275-019-8421-3>

- DOF [Diario Oficial de la Federación] (1995). NOM-024-ZOO-1995: Especificaciones y características zoonosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos. Fecha de publicación: 16/10/1995, fecha de última modificación: 16/10/1995.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (1996). NOM-030-ZOO-1995: Especificaciones y procedimientos para la verificación de carne, canales, vísceras y despojos de importación en puntos de verificación zoonosanitaria. Fecha de publicación: 17/04/1996, fecha de última modificación: 17/04/1996.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (1998a). NOM-031-ZOO-1995: Campaña nacional contra la tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*). Fecha de publicación: 08/03/1996, fecha de última modificación: 27/08/1998.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (1998b). NOM-051-ZOO-1995. Trato humanitario en la movilización de animales. Fecha de publicación: 31/16/1996, fecha de última modificación: 23/03/1998.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (1999). NOM-008-ZOO-1994. Especificaciones zoonosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos. Fecha de publicación: 16/11/1994, fecha de última modificación: 10/02/1999.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2000). NOM-061-ZOO-1999. Especificaciones zoonosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal. Fecha de publicación: 11/10/2000, fecha de última modificación: 11/10/2000.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2002a). NMX-FF-078-SCFI-2002. Carne de bovino en canal. Clasificación. Fecha de publicación: 03/10/2002, fecha de última modificación: 03/10/2002.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2002b). ACUERDO por el que se activa el Dispositivo Nacional de Emergencia de Sanidad Animal. México. Fecha de publicación: 25/03/2002.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2007). NOM-009-ZOO-1994. Proceso sanitario de la carne. Fecha de publicación: 16/11/1994, fecha de última modificación: 31/07/2007.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2010). NOM-251-SSA1-2009. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Fecha de publicación: 01/03/2010, fecha de última modificación: 01/03/2010.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2012). NOM-194-SSA1-2004. Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones

- sanitarias de productos. Fecha de publicación: 18/09/2004, fecha de última modificación: 26/12/2012.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2013). NOM-017-SSA2-2012, Para la vigilancia epidemiológica. Fecha de publicación: 19/02/2013.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2015). NOM-033-SAG/ZOO-2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. Fecha de publicación: 26/08/2015, fecha de última modificación: 26/08/2015.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2018). NMX-F-804-SCFI-2018. Guía para la certificación de los programas reconocidos por la iniciativa global de inocuidad alimentaria. México. Fecha de publicación: 07/05/2018, fecha de la última modificación: 07/05/2018.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2020a). NOM-004-SAGARPA-2018. Carne de bovino. Clasificación de canales conforme a sus características de madurez fisiológica y marmoleo. Fecha de publicación: 23/11/2020, fecha de última modificación: 23/11/2020.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2020b). NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- información comercial y sanitaria. Fecha de publicación: 05/04/2010, fecha de última modificación: 26/03/2020.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2022). Ley Federal de Sanidad Animal. México. Fecha de publicación: 25/07/2007, fecha de última modificación: 11/05/2022.
- DOMENECH K., A. RIVERA, A. CASAS, D. CIANZIO, P. PÉREZ (2017). Efecto de la edad cronológica y sexo sobre las características de terneza y jugosidad de la carne de vacunos criados en Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 101(1): 35-49.
- GFSI (2023). The global Food Safety Initiative. URL: <https://mygfsi.com> Fecha de actualización: 27/04/2023, fecha de acceso: 08/07/2023.
- GIRÁLDEZ F.J., J. MATEO, D.E. CARBALLO, I. CARO, S. ANDRÉS (2021). Divergent values in feed efficiency promote changes on meat quality of fattening lambs. *Small Ruminant Research* 198: 106353. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106353>
- GÓMEZ-CORTÉS P., C. GUERRA-RIVAS B. GALLARDO P, LAVÍN, A.R. MANTECÓN, M.A. DE LA FUENTE, T. MANSO (2018). Grape pomace in ewes diet: Effects on meat quality and the fatty acid profile of their suckling lambs. *Food Research International* 113: 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.052>
- GUZMÁN R.J.A., M.S.L. RUBIO (2020). Prácticas actuales que amenazan la inocuidad de la carne de bovino en México. *Nacameh* 14(2): 78-98
- HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ D., A. FRANCISCO-MARTÍNEZ, J.P. OSORIO-REYES, R. PINTO-RUIZ, M.M. CROSBY-GALVÁN., O. HERNÁNDEZ MENDO (2013). Niveles de clenbuterol detectados en carne de bovino distribuida en Texcoco, Estado de México. *Agro Productividad* 6(1):17-22. URL:

- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2017). Encuesta Nacional Agropecuaria 2017. ENA, URL: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/encagro/ena/2017/> Fecha de consulta: 3/07/2023.
- Internationale Beleuchtungskommission (2004). Sunscreen testing (Uv. B): Technical report ([Nachdr. der Ausg.] 1991). Ed. CIE Central Bureau, Viena, Austria.
- JMGA [Japan Meat Grading Association] (1988). New Beef Carcass Grading Standards. Tokyo, Japón. URL: <http://wagyu.org/breed-info/meat-grading/>. Fecha de consulta: 23/05/2023.
- LOZANO A., C. MARÍA, M. ARIAS M, C. DIANA (2008). Residuos de fármacos en alimentos de origen animal: panorama actual en Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 21(1): 121-135.
- MARRONE R., A. SALZANO, A. DI FRANCIA, L. VOLLANO, R. DI MATTEO, A. BALESTRIERI, A. ANASTASIO, C.M.A. BARONE (2020). Effects of feeding and maturation system on qualitative Characteristics of Buffalo Meat (*Bubalus bubalis*). Animals 10 (5): 1-10. <https://doi.org/10.3390/ani10050899>
- MEADOWS L. (2013). What's your Beef-Prime, Choice or Select?. United States Department of Agriculture. URL: <https://www.usda.gov/media/blog/2013/01/28/whats-your-beef-prime-choice-or-select>. Fecha de consulta: 10 de abril de 2022.
- OLIVARES J., F. QUIROZ, S. ROJAS, L.M. CAMACHO, M. CIPRIANO (2015). Determinación de clenbuterol en tejido muscular en bovinos en rastros de la región de Tierra Caliente del Estado de Guerrero. Revista de Energía Química y Física 2(4), 338-342.
- PARRA-BRACAMONTE G.M., N. LOPEZ-VILLALOBOS, J.F. VÁZQUEZ-ARMIJO, J.G. MAGAÑA-MONFORTE, J.C. MARTINEZ-GONZÁLEZ, V.R. MORENO-MEDINA (2021). Perspectivas del consumidor mexicano sobre la calidad de la carne de bovino. Tropical and Subtropical Agroecosystems 24(85): 1-12. <http://doi.org/10.56369/tsaes.3702>
- PEEL D.S., R. JOHNSON, K. MATHEWS (2010). Cow Calf Beef Production in Mexico. ERS, USDA. LDP-M-196-01. URL: <https://www.ers.usda.gov/publications/pubdetails/?pubid=37413> Fecha de consulta: 10 de julio 2023.
- PEÑA I.Y.P., H.H.P. VILLARREAL, Y.M. MORENO, E.A. BARRÓN (2018). Factores que influyen en la calidad y decisión de compra de carne res en Chiapas, México. Nacameh 12(1): 1-14.
- PÉREZ-LINARES C., E. SÁNCHEZ-LÓPEZ, F.G. RÍOS-RINCÓN, J.A. OLIVAS-VALDÉZ, F. FIGUEROA-SAAVEDRA, A. BARRERAS-SERRANO (2013). Factores de manejo pre y post sacrificio asociados a la presencia de carne DFD en ganado bovino durante la época cálida. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 4(2), 149-160. URL:
- RINCÓN F.G.R., D.C.A. SÁNCHEZ (2008). Sacrificio humanitario de ganado bovino e inocuidad de la carne. Nacameh 2(2), 106-123.

- RUBIO L.M.S., V.D. BRAÑA, M.D. MEDEZ, U.G.R. TORRESCANO, E.A. SÁNCHEZ, L.C. PÉREZ, S.F. FIGUEROA, S.E. DELGADO (2014). Guía práctica para la estandarización y evaluación de las canales bovinas mexicanas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México., Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP.
- SALINAS L.S., L.M.S. RUBIO, V.D. BRAÑA, M.R.D. MÉNDEZ, S.E.J. DELGADO (2020). Desarrollo y validación de un patrón visual para la evaluación del color de la carne de bovino en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 11(2): 479-497. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i2.5181>
- SÁNCHEZ E.A., V.D. BRAÑA, U.G. TORRESCANO, P.J. PARTIDA, L.M. RUBIO, S.M. CASTAÑEDA, M.M. ARENAS, A.E.R. PONCE (2011). Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Coyoacán, México.
- SENASICA [Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria] (2014) Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Carne de Ganado Bovino en Confinamiento. URL: <http://publico.senasica.gob.mx/?doc=21454>. Fecha de actualizacion:12/12/2014, Fecha de acceso: 10/07/2023.
- SUMANO L.H., C.L. OCAMPO, O.L GUTIÉRREZ (2002). Clembuterol y otros b-agonistas, ¿Una opción para la producción pecuaria o un riesgo para la salud pública?. *Veterinaria México* 33: 137-159.
- TEIRA G. (2004). Actualidad y perspectivas de un componente principal de la calidad de carnes bovinas: la terneza. *Ciencia, Docencia y Tecnología* 15(28), 215-244.
- TORRES-CASTRO M., R.A. TORRES-CASTRO (2023). El clembuterol y el riesgo para la salud pública. *Bioagrocencias* 16(1): 1-9. <http://doi.org/10.56369/BAC.4658>
- VARELA G. (2001). La Carne de vacuno en la alimentación humana. *Fundación Española de la Nutrición* 35: 9-25.