



PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL BIENESTAR ANIMAL EN PLANTAS DE SACRIFICIO PORCINO EN COLOMBIA, REVISIÓN APLICADA Y ANÁLISIS NORMATIVO.

A Methodological Proposal for Assessing Animal Welfare in Swine Slaughterhouses in Colombia: An Applied Review and Regulatory Analysis.

Johann Fernando Hoyos Patiño¹

 <https://orcid.org/0000-0002-0377-4664>

 jfhoyosp@ufpso.edu.co

César Augusto Zapata Ortiz²

 <https://orcid.org/0000-0001-8618-8021> 

 c.zapata@udla.edu.co 

Nancy Rodriguez Colorado¹

 <https://orcid.org/0000-0002-1087-3150>

 nrodriguezr@ufpso.edu.co

¹Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFP SO)

²PhD. Universidad de la Amazonía

RESUMEN

Objetivo. Diseñar un protocolo metodológico para evaluar el bienestar animal en plantas de sacrificio de cerdos, adaptado a las condiciones de Colombia y alineado con estándares internacionales de la Organización Mundial de Sanidad Animal y Welfare Quality, así como con la normativa colombiana. Materiales y métodos. Se realizó una revisión bibliográfica (2014-2024) de lineamientos internacionales, modelos teóricos (cinco dominios de bienestar animal) y normativa colombiana vigente, complementada con estudios científicos sobre indicadores de bienestar en el pre-sacrificio (transporte, estancia en planta) y hallazgos post mortem en canal. A partir de esta revisión comparativa se propuso un conjunto de indicadores basados en el animal viables en planta, con sus definiciones operativas y criterios de evaluación, diseñando tablas comparativas entre estándares internacionales y la propuesta. Resultados. Se identificaron coincidencias y brechas entre

Cómo citar:

Fecha recepción: 28 de Octubre de 2023 / Fecha Aprobación: 28 de Diciembre 2023 / Fecha Publicación: 31 de Enero 2024

Hoyos Patiño, J. F., Rodríguez Colorado, N. & Zapata Ortiz, C. A. (2024). Propuesta metodológica para la evaluación del bienestar animal en plantas de sacrificio porcino en Colombia, revisión aplicada y análisis normativo. *Revista FAGROPEC*, Vol 16 (1), ppt 87-108. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v16n1a6>



Organización Mundial de Sanidad Animal, Welfare Quality y la regulación nacional. Las primeras enfatizan asegurar condiciones de transporte (espacio, temperatura, manejo) y aturdimiento efectivo; sin embargo, Welfare Quality aporta medidas basadas en el animal cuantitativas (% de resbalones, vocalizaciones, lesiones) mientras que la normativa colombiana carece de parámetros cuantitativos específicos. Esta propuesta incluye indicadores desde la llegada (condición de transporte, densidad, caídas, uso de dispositivos), durante la espera (acceso a agua, comportamiento térmico, tiempo de descanso) y tras el sacrificio (eficacia del aturdimiento, lesiones en piel y órganos, pH muscular), integrando los cinco dominios del bienestar. Conclusiones. El protocolo ofrece una herramienta estandarizada de evaluación del bienestar en plantas de sacrificio porcinos colombianos, cumpliendo lineamientos internacionales y nacionales, y establece una base para futuras validaciones en campo y mejoras regulatorias.

Palabras claves:

Calidad de carne, indicador, planta de sacrificio, protocolo, normativa.

ABSTRACT

Objective. To design a methodological protocol for assessing animal welfare in pig slaughterhouses, adapted to conditions in Colombia and aligned with international standards set by the World Organisation for Animal Health (OIE) and Welfare Quality, as well as with Colombian regulations. **Materials and methods.** A literature review (2014–2024) was conducted of international guidelines, theoretical models (five domains of animal welfare), and current Colombian regulations, supplemented by scientific studies on pre-slaughter welfare indicators (transport, time spent at the facility) and postmortem findings in carcasses. Based on this comparative review, a set of animal-based indicators feasible for use at the slaughterhouse was proposed, along with their operational definitions and evaluation criteria, and comparative tables were designed between international standards and the proposal. **Results.** Overlaps and gaps were identified between the World Organisation for Animal Health (OIE), Welfare Quality, and national regulations. The former emphasize ensuring transport conditions (space, temperature, handling) and effective stunning; however, Welfare Quality provides quantitative animal-based measures (% of slips, vocalizations, injuries), while Colombian regulations lack specific quantitative parameters. This proposal includes indicators from arrival (transport conditions, stocking density, falls, use of devices), during the holding period (access to water, thermal behavior, rest time), and after slaughter (stunning efficacy, skin and organ injuries, muscle pH), integrating the five domains of welfare. **Conclusions.** The protocol offers a standardized tool for assessing welfare in Colombian pig slaughterhouses, complying with international and national guidelines, and establishes a basis for future field validations and regulatory improvements.

Key words:

Meat Quality, Indicator, Slaughterhouse, Protocol, Regulations.

INTRODUCCIÓN

El bienestar animal se ha consolidado como un pilar estratégico de sostenibilidad en la industria porcina moderna (Ortiz & Hoyos-Patiño, 2023). Este concepto supera los límites éticas, involucrando también salud animal, calidad e inocuidad de los productos cárnicos y eficiencia productiva (Velarde et al., 2015; Gallo et al., 2022). En las últimas décadas se intensificó la demanda social, por parte de consumidores y ONGs, de garantizar altos estándares de bienestar animal (BA) durante la cría, transporte y sacrificio de animales de abasto (Ortiz & Hoyos-Patiño, 2023; Støier et al., 2016). Como respuesta, organismos internacionales desarrollaron lineamientos y protocolos para evaluar objetivamente el BA a lo largo de la cadena productiva, incluidos los momentos previos al sacrificio (EFSA, 2020; Rioja-Lang et al., 2019).

El enfoque tradicional de las “cinco libertades” es fundamental para establecer principios básicos de BA (libre de hambre, incomodidad, dolor/enfermedad, miedo y manifestar comportamiento normal). Sin embargo, modelos recientes, como los cinco dominios propuesto por Mellor (2016), ofrecen una visión actualizada, que integra dimensiones físicas, como: nutrición, entorno, salud, comportamiento; estado mental, resaltando que el BA debe minimizar experiencias negativas y promover experiencias positivas en el animal. La OMSA, ha incorporado estos avances al definir el BA como “la condición mental y física del animal en relación con las condiciones en que vive y muere” (WOAH, 2018). Existen estándares internacionales que sirven de referencia para las plantas de sacrificio porcino (Hoyos-Patiño, Casadiegos & Carrascal, 2022); la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) con el Código Sanitario Terrestre establece recomendaciones para asegurar BA durante el transporte, descarga, estabulación, aturdimiento y sacrificio, destacando la necesidad de capacitación del personal, instalaciones apropiadas y métodos humanitarios de sacrificio (World Organization for Animal Health, 2024). Igualmente, el proyecto europeo Welfare Quality® (WQ) desarrolló protocolos estandarizados para evaluar el BA mediante indicadores basadas en el animal tanto en sistemas de producción (SP) como en plantas de sacrificio (Welfare Quality, 2009). WQ agrupa los indicadores en cuatro principios (Buena alimentación, Buen alojamiento, Buena salud, Comportamiento apropiado) con 12 criterios asociados (Botreau et al., 2007).

Para cerdos en planta de sacrificio, WQ propone evaluar varias áreas: descarga, estancia en corrales, conducción al área de insensibilización, el proceso de aturdimiento y eventos inmediatamente post-sacrificio (Dalmau et al., 2016). Entre sus medidas se incluyen, por ejemplo, la densidad de carga (espacio disponible por cerdo durante el transporte y la espera), la frecuencia de comportamientos de miedo al descargar (cerdos que se niegan a moverse o intentan retroceder), los resbalones y caídas durante la manipulación, la presencia de animales no ambulatorios o muertos a la llegada, indicadores de confort térmico (cerdos jadeando por calor o amontonados por frío), la eficacia del aturdimiento (reflejos tras insensibilización) y la prevalencia de lesiones cutáneas o patológicas halladas en la canal (Dalmau et al., 2016; De Luca et al., 2021).

La evidencia científica reciente refuerza la importancia de estos indicadores. Por ejemplo,

Urrea et al., (2021); Flores-Peinado et al., (2020) y Guàrdia et al., (2009) identificaron al menos 95 posibles indicadores de BA porcino en contexto de planta de sacrificio, de los cuales 30 resultaron factibles y válidos para la monitorización rutinaria. Estos abarcan aspectos conductuales como: porcentaje de cerdos que vocalizan, se caen, cojean o presentan respiración agitada; fisiológicos (temperatura corporal), de salud y hallazgos post mortem (lesiones corporales, neumonía, pericarditis, hernias, porcentaje de animales muertos o no ambulantes) y de calidad de canal (pH muscular, presencia de contusiones, condición corporal) durante el proceso de sacrificio; estas medidas permiten detectar factores de riesgo para el bienestar y adoptar estrategias correctivas basadas en evidencia.

En Colombia persiste un vacío técnico en la definición de umbrales nacionales cuantitativos para valorar el bienestar animal en plantas de beneficio porcino, especialmente en etapas críticas como llegada, descarga, corrales de espera, conducción al aturdimiento, eficacia de la insensibilización y evaluación posmortem. Aunque la Ley 1774 de 2016 reconoce a los animales como seres sintientes y refuerza la protección contra el sufrimiento y el dolor, su alcance es general y no establece parámetros numéricos aplicables al proceso de sacrificio porcino, tales como porcentajes máximos de caídas, resbalones, vocalizaciones, animales no ambulatorios, mortalidad al arribo o fallas de aturdimiento (Congreso de Colombia, 2016). De igual manera, el Decreto 1500 de 2007 regula el sistema oficial de inspección, vigilancia y control de la carne y productos cárnicos comestibles, incluyendo las plantas de beneficio y el transporte de animales hacia estas, pero su orientación principal corresponde a inocuidad, sanidad y control oficial de la cadena cárnica, sin desarrollar indicadores cuantitativos específicos de bienestar animal en porcinos durante el sacrificio (Presidencia de la República de Colombia, 2007).

Por su parte, la Resolución 000136 de 2020 adopta el Manual de Condiciones de Bienestar Animal para especies de producción, entre ellas la porcina, y establece principios generales de bienestar, capacitación del personal y condiciones aplicables a predios de producción; sin embargo, su ámbito se concentra en propietarios, tenedores o poseedores de animales en sistemas productivos, por lo que no configura un protocolo nacional específico para auditoría cuantitativa del bienestar en plantas de beneficio porcino (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020). Esta ausencia contrasta con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud Animal, que plantea que el bienestar durante el sacrificio debe evaluarse preferiblemente mediante medidas basadas en el animal y que los valores objetivo o umbrales deben adaptarse con fundamento en evidencia científica y estándares nacionales, sectoriales o regionales (World Organisation for Animal Health [WOAH], 2024). En consecuencia, se justifica la construcción de un protocolo colombiano que traduzca estos referentes internacionales en indicadores observables, medibles y replicables, ajustados a las condiciones operativas de las plantas porcinas del país.

Considerando lo anterior, el objetivo de este trabajo fue realizar una revisión aplicada para proponer un protocolo estandarizado de valoración de bienestar animal en plantas de sacrificio porcino en Colombia. Se buscó que el protocolo esté respaldado por la literatura científica reciente, cumpla con las exigencias internacionales (OMSA, WQ) y se

ajuste al contexto normativo y operativo colombiano. Este protocolo buscar convertirse en una base metodológica para implementar evaluaciones de campo futuras, facilitando la identificación de puntos críticos de BA desde el transporte hasta el sacrificio.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio de tipo revisión bibliográfica aplicada con propuesta metodológica, orientada a la construcción de un protocolo de valoración de BA aplicable en plantas de sacrificio de cerdos (Barrientos-Monsalve, Sotelo-Barrios & Hoyos-Patiño, 2023); no se realizaron experimentos con animales vivos, el trabajo se basó en la recopilación y análisis de información secundaria de fuentes confiables (artículos científicos, estándares técnicos y normativa).

Fuentes de información y criterios de selección

Se realizó búsqueda de literatura en bases de datos académicas (Scopus, Web of Science, SciELO, PubMed) y repositorios institucionales, en el periodo 2014-2024, se usaron combinaciones de palabras clave en español e inglés, como: pig welfare, slaughterhouse, animal welfare assessment, pig transport, welfare indicators, abattoir lesions. Como criterios de inclusión, se priorizaron:

1. Artículos de revistas indexadas con resultados de investigación o revisiones relevantes.
2. Publicaciones en español o inglés de los últimos 10 años (exceptuando documentos base necesarios como WQ 2009, considerados con justificación).
3. Lineamientos internacionales y normativa colombiana vigente.
4. Se excluyeron fuentes no indexadas o de baja rigurosidad científica. En total, se seleccionaron 55 documentos que cumplieron los criterios.

Análisis comparativo de estándares

El análisis comparativo documental entre estándares de OMSA, WQ y normativa colombiana, identifico similitudes, diferencias y vacíos en relación al BA en plantas de sacrificio porcino.

La tabla 1 ayuda a identificar aspectos de evaluación de cada fuente, existencia indicadores medibles asociados y exigencias específicas, como la propuesta por OMSA en relación al “acceso permanente a agua en corrales” entre otras.

Con la evidencia recopilada, se planteó el diseño preliminar del protocolo, identificando indicadores de BA “clave” aplicables, basados en el animal por considerarse directamente

relacionados con el estado de BA (Welfare Quality, 2009; De Luca et al., 2021). Igualmente, se incluyen indicadores de manejo e infraestructura según su relevancia, para contextualizar o respaldar los resultados de los indicadores basadas en el animal. Cada indicador se definió operativamente, especificando valoración en campo, parámetros de calificación o rangos de referencia sustentados en la literatura, como ejemplo: umbrales de alerta o valores esperables en condiciones normales vs. problemáticas, para determinarlos se tomaron entre otras fuentes estudios epidemiológicos en plantas de sacrificio (Dalmau et al., 2016), lineamientos de auditoría de BA (Grandin & Cockram, 2020) y regulaciones o normativas donde existieran (EFSA, 2020). En el caso de indicadores sin umbrales oficiales, se acudió a datos promedio reportados en bibliografía proponiendo valores guía, Tabla 2.

RESULTADOS

Análisis comparativo de estándares internacionales vs. normativa colombiana

Se presenta una síntesis comparativa de los principales indicadores o criterios de BA de WQ, recomendaciones OMSA y normativa colombiana vigente, tabla 1:

Tabla 1.

Comparación de indicadores de bienestar animal en plantas de sacrificio porcino.

Aspecto / Etapa	Welfare Quality® Indicadores (medición)	OMSA (OIE) Recomendaciones clave	Normativa Colombiana
Transporte y llegada	<ul style="list-style-type: none"> - Densidad de transporte: superficie por cerdo (m²/animal); registro de sobrecarga. - Animales caídos o incapaces: % de cerdos no ambulatorios a la llegada. - Mortalidad en tránsito: % de cerdos muertos a la llegada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar hacinamiento; espacio suficiente para que todos se mantengan de pie en posición natural. - No transportar animales que no puedan caminar o estén gravemente heridos/enfermos; aplicar sacrificio de emergencia en su caso. - Minimizar el tiempo de viaje y descargar tan pronto se llegue a destino; manejar con cuidado para prevenir lesiones y muertes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prohíbe transportar animales manifiestamente enfermos o incapaces de mantenerse en pie (considerado maltrato) (Ley 1774, art. 5). - Regulación específica de densidad en porcinos; Resolución Mintransporte e ICA 20223040006915 de 2022. - No hay umbral cerdos muertos a la llegada establecido; Invima registra causas de condenas pero no impone índices máximos de mortalidad en planta.

<p>Descarga y manejo inicial</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas: % de cerdos que caen al suelo durante la descarga o manejo (parte del cuerpo distinta a patas toca el suelo). - Resbalones: % de cerdos que patinan/pierden equilibrio sin caer completamente. - Reluctancia a avanzar: % de cerdos que se rehúsan o se inmovilizan (>2 s) al ser arreados. - Intentos de retorno: % de cerdos que intentan darse vuelta y retroceder en pasillos. - Vocalizaciones: % de animales vocalizando (gruñidos/chillidos agudos) durante manejo, indicador de miedo o dolor. - Uso de dispositivos eléctricos: frecuencia o % de cerdos movidos con choques eléctricos (indicador de manejo brusco). 	<ul style="list-style-type: none"> - Las instalaciones (rampas, pasarelas) deben permitir una descarga fácil, con pendientes suaves, antideslizantes, iluminación adecuada para evitar resistencias. - El personal no debe golpear ni gritar; usar banderas u otros métodos calmos. El uso de picanas eléctricas debe evitarse o ser excepcional, nunca en partes sensibles (ojos, genitales). - Recomienda capacitar al personal en comportamiento animal para reducir el estrés y prevenir caídas o traumatismos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exige rampas con pendiente máxima de 30° y superficies antideslizantes en plantas de beneficio (Decr. 1500/07). - Prohíbe maltrato: “no se permitirá el uso de instrumentos que provoquen lesiones, angustia o sufrimiento” (Manual Bienestar ICA 2020). - No establece métricas de vocalización, caídas ni uso de picana; se aplica la inspección visual del MVZ oficial sin parámetros numéricos.
<p>Estabulación (Corrales de espera)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Densidad en corrales: m² por cerdo en corrales de espera; evaluar % cumplimiento de estándar (sugiere ≥0.7–0.8 m²/cerdo adulto). - Acceso al agua: # de cerdos por bebedero operante; observar si todos pueden beber - Confort térmico: porcentaje de cerdos jadeando (boca abierta, respiración rápida) indicando calor; o acurrucados/temblando indicando frío. - Tiempo en la planta: registro desde llegada hasta sacrificio; no se da umbral fijo, pero considera >12 h prolongado sin alimento. - Mortalidad en corrales: % de animales fallecidos durante la espera (ideal aprox. 0; cualquier caso investigarse). 	<ul style="list-style-type: none"> - Alojamiento temporal debe brindar espacio suficiente para que los cerdos se echen cómodamente sin amontonarse. Separar individuos muy agresivos si hay peleas. - Agua: acceso permanente potable desde la llegada y durante toda la espera. Alimentación si la espera excede aprox. 12 horas. - Controlar microclima: proveer ventilación, enfriamiento (aspersores) en clima cálido y cama seca - Limitar la duración de la espera; lo más corta posible acorde con el descanso post transporte (2-4 h mínimo de descanso antes del sacrificio, según fatiga). 	<ul style="list-style-type: none"> - Obligatorio que los corrales de espera tengan agua disponible permanentemente para los animales (Invima, 2018 Guía plantas beneficio). - No se fijan densidades específicas en normativa; se recomienda “evitar hacinamiento y separar por tamaño/lotaje” (Manual ICA 2020). - No hay parámetro explícitos sobre su duración máxima; en la práctica se sigue norma sanitaria general (sacrificio el mismo día de ingreso, salvo fuerza mayor). - Inspección ante-mortem: veterinario ICA verifica animales aptos y ordena emergencia si alguno está moribundo (Res. 240/13 ICA).
<p>Conducción a insensibilización</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cosquillas eléctricas altas: % de cerdos que presentan grito agudo al aplicarles picana “vocalización aguda”, indicativa de dolor. - Cojera: % de cerdos con cojera evidente al caminar hacia el box cajón de aturdimiento, diferencia moderada vs severa. - (Indicadores de manejo previo, como caídas, repiten aquí si ocurren en pasillo a cajón de aturdimiento). 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar pasillos de diseño adecuado para flujo de animales, evitando ángulos cerrados, sombras, para minimizando la necesidad de forzar el desplazamiento. - Mantener grupos pequeños al arreo para evitar amontonamientos y caídas. - Cerdos que no puedan caminar no forzar hacia el área de sacrificio; mejor sacrificarlos en el sitio (eutanasia de emergencia). 	<ul style="list-style-type: none"> - Similar a descarga: no hay métricas específicas. Se sugiere aplicación normas de construcción de plantas certificadas (Decr. 1500). - La observación de cojeras o sufrimiento podría hacer que el inspector detenga el proceso para valoración (según protocolo ante-mortem).

<p>Aturdimiento y sacrificio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Efectividad del aturdimiento: % de cerdos que permanecen inconscientes tras el aturdimiento, sin reflejo corneal o palpebral, ni intentos de levantarse o vocalizar antes/durante el sangrado. sugiere evaluar $\geq 100\%$ inconsciencia (0 animales conscientes es la meten esta fasea; se tolera hasta 1-2% máx. con reflejos como alarma). - Intervalo entre aturdimiento y sangrado: tiempo (seg) desde el aturrido hasta inicio de sangrado; intervalos cortos garantizan no recobrar consciencia (recomienda <60 seg en aturdimiento eléctrico). En plantas de sacrificio de cerdos evalúa aturdimiento eléctrico; con gas CO₂ se aplican otros criterios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Insensibilización obligatoria: todos los cerdos deben ser aturridos eficazmente antes del sangrado, por métodos permitidos (pistola de perno, corriente eléctrica, gas). - Comprobar inconsciencia en cada cerdo: ausencia de respiración rítmica, reflejo ocular y vocalización. Si se detecta un animal consciente, debe re-aturdirse. - No continuar el proceso hasta confirmar la muerte (cese de signos vitales tras sangrado). - Establecer y cumplir parámetros para cada método. Capacitar operadores y dar mantenimiento a equipos para prevenir fallos. 	<ul style="list-style-type: none"> - La legislación colombiana exige el aturdimiento previo al sacrificio (Ley 84/1989, art.7; reiterado por el Invima). Métodos autorizados: pistola de perno cautivo, electricidad u otros aprobados. - No se publican parámetros técnicos en la norma; se aplican referencias internacionales (manual OIE). El Invima supervisa la no consciencia en la etapa de sangría. - No existen estadísticas nacionales publicadas de eficacia de aturdimiento.
<p>Hallazgos post mortem</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lesiones cutáneas y de extremidades: % de canales con lesiones severas en piel (heridas, rasguños profundos) o hematomas extensos. - Lesiones articulares: incidencia de bursitis, abscesos o contusiones en jamones/hombros en la canal. - Lesiones viscerales: prevalencia de neumonía, pleuresía o pericarditis en órganos decomisados, y úlceras gástricas, como indicadores de bienestar sanitario en vida. - Condición corporal: evaluación de grado de emaciación excesiva en la canal. - pH muscular post mortem: medición de pH 45 min y/o 24 h en músculo (Longissimus); pH muy bajo (<5.5 a 45 min) indica carne PSE por estrés agudo, pH alto (>6.0 a 24h) indica DFD por estrés prolongado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recomienda que los establecimientos lleven registros de lesiones traumáticas encontradas en canales, mortalidad para retroalimentar a productores y transportadores sobre problemas de BA en SP o manejo. - No menciona mediciones de pH, pero resalta que el BA suele reflejarse en buena calidad de carne, mal manejo produce defectos (PSE, DFD, contusiones que llevan a decomisos). - Enfatiza la retroalimentación: usar datos de planta para mejorar manejo en SP/transporte (alta incidencia de pleuresía sugiere problemas respiratorios en el SP; muchos hematomas sugieren manejo brusco). 	<ul style="list-style-type: none"> - Invima e ICA exigen inspección post mortem de canales y vísceras; registran causas de decomiso en informes, pero no se utilizan como indicadores de BA. - No hay obligación de reportar indicadores agregados de lesiones o calidad de carne por lote a los productores, salvo hallazgos sanitarios puntuales. - Asociación Porkcolombia – Fondo Nacional de la Porcicultura, 2024 menciona clasificación por lesión y condición, pero con fines comerciales más que de BA.

Fuente: Elaboración propia a partir de Welfare Quality® (2009, 2016), Código Terrestre OMSA (2019) y normativa colombiana Ley 1774/2016; Decreto 1500/2007; Resolución 136/2020; Hoyos-Patiño, Hernández-Villamizar & Velásquez-Carrascal, 2021.

El análisis revela que el protocolo WQ aporta un compendio sólido de indicadores medibles enfocados en el animal (Dalmau et al., 2016). Esto permite establecer umbrales de alerta; como lo muestra Temple et al. (2017) donde más del 5% de cerdos que caen o vocalizan durante la conducción, indica problemas en instalaciones o manejo. De igual forma, WQ espera 0% de animales conscientes tras el aturdimiento; cualquier caso implica tomar acciones inmediatas (Dalmau et al., 2009).

La OMSA es de alcance global y cualitativo, enfocada en principios generales más que en métricas numéricas. Esto sirve de base ética y técnica para que los países formulen sus regulaciones.

Alineado con esto, la normativa colombiana incorpora los principios OMSA en leyes y manuales, como: la exigencia de aturdimiento previo y evitar maltrato está claramente establecido, el principal hallazgo es la ausencia de parámetros cuantitativos específicos en la regulación nacional, lo que dificulta la evaluación objetiva.

La Tabla 1 evidencia varias brechas: WQ y OMSA recomiendan monitorear aspectos que en Colombia no están reglamentados (registro de resbalones, indicadores de temperatura como jadeos, tiempo máximo de espera). Asimismo, hay áreas que ninguna de las tres fuentes aborda plenamente, como la definición de indicadores positivos de BA (comportamientos de juego o relajación, difíciles de observar en una planta de sacrificio). Basado en este diagnóstico, se describe el protocolo preliminar, que busca suplir estos factores, adaptando las prácticas internacionales al contexto local.

Propuesta de protocolo de valoración del bienestar animal en plantas de sacrificio porcino

El protocolo diseñado consiste en un conjunto de indicadores estandarizados, a ser evaluados secuencialmente desde la llegada de los cerdos a la planta hasta instantes posteriores al sacrificio, integrando la perspectiva de los 5 dominios del bienestar. Cada indicador incluye: su definición, la forma de medición (qué observar o cuantificar), la frecuencia o momento de evaluación, y criterios de valoración (umbrales o categorías). En la Tabla 2 se listan los indicadores propuestos, organizados por etapa, con sus parámetros operativos y justificación científica.

Tabla 2.

Indicadores propuestos para el protocolo de bienestar en plantas de sacrificio porcino colombianas, con definición y criterios de evaluación.

Indicador (etapa)	Definición y forma de medición	Criterio de valoración (umbrales)	Referencias de apoyo
Densidad de transporte (Transporte)	Superficie disponible por cerdo en el camión, calculada dividiendo el área útil del compartimento entre el # de cerdos. Se mide al arribo, tras descargar (inspección en camión vacío o registro de carga).	Adecuado: ≥ 0.425 m ² /cerdo de aprox. 100 kg (referente UE). Alerta: 0.39–0.42 m ² /cerdo (hacinamiento leve). Crítico: < 0.39 m ² /cerdo (sobrecarga significativa, riesgo alto de estrés por calor y lesiones).	WQ 2009; Rioja-Lang et al., 2019 (transporte); Ritter et al., 2006.
Lesionados/no ambulatorios a la llegada (Transporte)	% de cerdos que llegan en condición de no poder caminar o con lesiones/agotamiento severo (tambaleantes o recostados incapaces de levantarse). Se evalúa sobre el total del lote descargado. Incluye también cerdos con fracturas o prolapso severo.	Objetivo: 0% casos. Aceptable: $\leq 0.5\%$ del lote (1 animal de 200) con asistencia especial; sacrificar de emergencia si necesario. No aceptable: $> 0.5\%$ del lote no ambulatorio (indica problemas graves en manejo o aptitud para transporte).	Grandin & Coc-kram, 2020; EFSA, 2022 (transporte); Reglamento CE 1/2005 (UE).

Mortalidad en transporte (DOA) (Transporte)	% de cerdos muertos a la llegada a planta. Se contabiliza # de animales muertos en el camión o colapsados moribundos que mueren antes del sacrificio.	Óptimo: 0% mortalidad. Típico: ≤0.2% (2 por cada 1000) en condiciones normales (valores estándares en clima templado). Alto: >0.5% investigar causas (golpe de calor, asfixia, estrés severo). En clima cálido extremo podría haber ligera alza aceptable hasta aprox. 0.3%.	Vecerek et al., 2016; Ritter et al., 2009; Urea et al., 2021.
Resbalones durante descarga (Descarga)	% de cerdos que pierden el equilibrio patinando (alguna extremidad derrapa, pero el cuerpo no cae al piso) al transitar por la rampa o pasillos iniciales. Observación directa de cada lote (mínimo 50 cerdos muestreados si el lote es grande).	Meta: <5% de animales resbalando. Tolerable: 5-15%. Alarma: >15% resbalones (sugiere piso inadecuado o manejo apresurado).	Dalmau et al., 2016; Grandin & Coc-kram, 2020.
Caídas durante manejo (Descarga y conducción)	% de cerdos que caen completamente al suelo (cuerpo o parte del mismo distinta a las patas toca el piso) durante la descarga o arreo hacia corrales/atanor. Evaluar mínimo 50 cerdos, desde la rampa hasta fin de pasillo.	Ideal: 0% caídas. Aceptable: ≤1% de cerdos caen. Crítico: >1% acción correctiva inmediata (riesgo de lesiones, indica rampas resbalosas o mal manejo).	Grandin, 2010 (auditoría); 7. Dalmau et al., 2016 (rangos encontraron hasta 13% en algunas plantas, proponiendo <1% como meta).
Evitar avanzar (Descarga y conducción)	% de cerdos detenidos o rehúsan moverse (>2 segundos) durante el arreo, requiriendo estímulo adicional. Se mide en pasillo: # de paradas prolongadas sobre total de animales.	Referencial: esperar aprox. 5-10% cerdos que se rehúsan a avanzar. Excesivo: >20% con paradas, indica posiblemente miedo al entorno (ruidos, sombras) o sobrecarga del grupo.	Dalmau et al., 2016 (reportan media 4.4% reluctancia).
Intentos de volver atrás (Descarga y conducción)	% de cerdos que intentan girarse 180° y retroceder en el pasillo de arreo, regresando hacia donde vinieron. Observación de esa conducta disruptiva.	Deseable: 0% (con buen diseño de pasillos, giros deberían ser nulos). Ocasional: hasta 5% en algún grupo. Problema: >5% de intentos	Dalmau et al., 2016 (encontraron aprox. 5% promedio).
Vocalizaciones (gruñidos/gritos) (Manejo en general)	% de cerdos que emiten vocalizaciones de estrés (chillidos agudos) durante la manipulación (descarga o conducción). Se registra # de animales vocalizando vs. total manejado.	Bueno: <5% de vocalización aguda. Moderado: 5–15%. Deficiente: >15% de cerdos chillan – indica manejo brusco o dolor (uso excesivo de picana, golpes); urge capacitar personal.	Grandin & Coc-kram, 2020 (auditorías sugieren <5% en porcinos bien manejados)
Uso de picana eléctrica (Manejo)	% de cerdos del lote a los que se les aplica estímulo eléctrico (descarga con dispositivo) para que avancen. Evaluación: observador cuenta cuántos reciben toques.	Óptimo: 0% (no usar picanas; manejo con bandera). Máximo aceptable: <10% del lote con choques breves si es absolutamente necesario. Inadecuado: >10% con picana, indica deficiencias en prácticas de arreo o diseño de instalaciones. (Nunca usar en cara/genital, observar cumplimiento).	EFSA, 2020 (destaca minimizar este uso).

Densidad en corrales (Corrales de espera)	Espacio por cerdo en los corrales de espera, calculado en m ² /animal según área del corral y cantidad de cerdos. Muestreo en varios corrales representativos.	Adecuado: ≥0.8 m ² /cerdo (cerdos aprox. 100 kg), permite echarse cómodamente. Justo: 0.6–0.79 m ² /cerdo (posible ligera aglomeración). Insuficiente: <0.6 m ² /animal, hacinamiento, riesgo de peleas o aplastamiento.	Normativa UE Dir 120/2008 (0.65–0.75 m ² mín. en cebadero); Čobanović et al., 2016 (recomendación ≥0.8 m ² en corrales de espera).
Animales por bebedero (Corrales de espera)	Cantidad de cerdos por punto de agua disponible en corrales. Se mide contando # de bebederos operativos en el corral y el # de animales.	Bueno: ≤10 cerdos por bebedero. Aceptable: hasta 15:1 si buen flujo. Inadecuado: >15:1, riesgo de que algunos no accedan fácilmente al agua, sobre todo en clima cálido.	Geverink et al., 1996 (sugieren 10:1); Manual ICA 2020 (indica “bebederos suficientes para todos”).
Cerdos jadeando (%) (Corrales de espera-calor)	% de cerdos en reposo que presentan respiración con boca abierta y rápida (jadeo), indicativo de calor ambiental excesivo. Evaluar tras 15-30 min en corrales, contar animales jadeando vs. total observado.	Ideal: 0% jadeo (ambiente confortable). Atención: 1–10% jadeando, tomar medidas (ventilar, mojar) antes de que aumente. Alarma: >10% jadeo, calor severo, riesgo de golpe de calor; aplicar enfriamiento urgente.	Warriss, 2010; Urrea et al., 2021 (categoriza jadeo como indicador crítico de estrés térmico).
Cerdos temblando/amontonados (%) (Corrales de espera-frío)	% de cerdos que muestran temblores visibles o se acurrucan unos sobre otros buscando calor, señal de frío. Observación similar al jadeo, pero en condiciones frías.	Meta: 0% con temblores. Leve: 1-5% con temblor ligero o montonados. Problema: >5%, frío significativo, se requiere proveer cama seca, aumentar temperatura o tiempo de descanso para recuperar T°.	Cockram, 2020 (cap. frío); Bench et al., 2008.
Tiempo de espera pre-sacrificio (Corrales de espera)	Horas de permanencia de los cerdos en la planta antes del aturdimiento. Se registra hora de llegada del lote vs. hora de entrada a insensibilización.	Recomendado: 2-6 h (descanso corto mejora condición sin afectar calidad de carne). Máximo deseable: 12 h (en ayuno; >12 h exigir alimentación). Excesivo: >24 h, evitar salvo emergencia; aumenta hambre y posiblemente estrés prolongado (riesgo de carne DFD).	Warriss, 2000; Faucitano, 2018 (discutiendo efectos de diferentes duraciones; EFSA 2020 sugiere <12 h idealmente).
Mortalidad en corrales (Corrales de espera)	# de cerdos fallecidos durante la estancia en corrales (antes de ser aturridos), sobre el total.	Esperable: 0 muertes. No tolerable: Cualquier caso (>0%) debe investigarse (posible golpe de calor, fallo cardíaco por estrés). Registrar y reportar inmediatamente.	Vecerek et al., 2016 (pocos casos suelen presentarse; indicador crítico similar a DOA).
Cojeras evidentes (%) (Antes de aturdimiento)	% de cerdos que cojean de manera marcada al moverse hacia el área de insensibilización (apoyan incompletamente una extremidad o renguean). Observación visual individual.	Bajo: <2% moderadamente cojos, 0% severos (meta). Moderado: 2–5% cojeras (investigar origen: transporte o lesiones previas). Alto: >5% cojos, situación anormal, puede reflejar manejo brusco o problemas sanitarios en origen (osteocondrosis).	Dalmau et al., 2016 (3% promedio cojeras moderadas en Europa, consideraron >5% elevado).

<p>Vocalización aguda durante arreo final (%) (Pre-aturdimiento)</p>	<p>% de cerdos que emiten chillidos agudos al ser conducidos individualmente o en pequeños grupos al box de aturdimiento, típicamente provocados por pinchazos o uso de picana en esa fase.</p>	<p>Bueno: 0–5% (ideal sin gritos en el pasillo de aturrido). Mejorable: 5–10%. Malo: >10%, evidencia de dolor/miedo significativo en esa etapa; revisar manejo y dispositivo de arreo.</p>	<p>Bourguet et al., 2011; Correa et al., 2010 (ambos vinculan vocalización con prácticas inapropiadas).</p>
<p>Eficacia del aturdimiento (%) (Aturdimiento)</p>	<p>% de cerdos correctamente insensibilizados con el método aplicado, evaluada mediante ausencia de signos de consciencia. Tras el aturdimiento y durante el sangrado se verifica en cada animal: reflejo corneal/palpebral, reflejo de enderezamiento (intento de incorporarse) y respiración rítmica. Un animal que presente cero de esos signos se considera correctamente aturrido. Vocalización post-aturdimiento también indica fallo. Se anota el % de animales sin ningún signo vs. total.</p>	<p>Objetivo: 100% animales inconscientes en todo momento hasta la muerte (0 con signos de consciencia). Aceptable (mínimo): ≥99% inconsciencia efectiva al primer aturrido. (Es decir, 1 de cada 100 con reflejo requerirá aturrido inmediato de refuerzo). Inaceptable: <99%, suspender proceso y corregir de inmediato (personal, equipo o parámetros), pues supera estándares de bienestar (referencia auditora: tolerancia máxima 1/100 fallos).</p>	<p>Grandin & Cocram, 2020 (sugieren ≥99% eficacia); EFSA, 2020 (insiste 0 tolerancia a consciencia al sangrar).</p>
<p>Intervalo aturrido-sangrado (seg) (Aturdimiento)</p>	<p>Tiempo transcurrido entre la aplicación del aturdimiento y el inicio del desangrado (corte de grandes vasos). Se mide con cronómetro en una muestra (≥5 animales).</p>	<p>Recomendado: <60 seg (electro-aturdimiento) o según estándar del método (CO₂ típicamente aprox. 3 min inmersión, sangrar inmediato tras saca). Riesgoso: >90 seg (eléctrico), aumenta probabilidad de recuperación de consciencia.</p>	<p>Gregory, 2005; Faucitano, 2018 (tiempos sugeridos para distintas técnicas).</p>
<p>Lesiones en piel (% canales) (Post mortem)</p>	<p>% de canales que presentan lesiones cutáneas severas: múltiples excoiaciones, arañazos profundos, hematomas >10 cm o regiones de piel oscurecida por contusión. Inspección visual de canales depiladas; puede clasificarse en leve/moderado/severo. Se computa % de canales con lesiones moderadas a severas.</p>	<p>Bajo: <10% de canales con lesiones notables (ideal producción tecnificada). Medio: 10–30% con lesiones moderadas (frecuente si hubo peleas o raspaduras en transporte). Alto: >30% con lesiones, indicador de manejo brusco o peleas intensas (posible mezcla de cerdos extraños, hacinamiento o transporte largo).</p>	<p>Dalmau et al., 2016 (rango 0-48% entre plantas); De Luca et al., 2021 (valora scoring de lesiones de piel como índice de bienestar).</p>
<p>Contusiones musculares (% canales) (Post mortem)</p>	<p>% de canales con hematomas internos o contusiones en músculos (jamones, lomos), detectados al corte o durante el despiece. Reflejan golpes o aplastamientos pre-sacrificio.</p>	<p>Mínimo: <5% de canales con hematomas que requieran recorte. Típico: 5-15%. Elevado: >15%, sugiere problemas serios en transporte (arranques/brusco frenado) o caídas frecuentes.</p>	<p>Gispert et al., 2010; Huertas et al., 2018.</p>

Hallazgos patológicos (% visceras) (Post mortem)	Prevalencia de lesiones crónicas en órganos: neumonía, pleuritis, pericarditis y úlceras gástricas (lesión de mucosa estomacal). Se registra % de canales con cada lesión. Son indicadores de bienestar sanitario y estrés crónico en el SP (úlceras por estrés prolongado).	No son “parámetros” de planta estrictamente, pero: Referencia: valores bajos deseables - Neumonía <5%; úlcera gástrica <5%. Niveles altos (ej. >20% úlceras) implican bienestar deficiente en el SP (estrés nutricional/social), aunque escapen al control de planta. Sin embargo, su monitoreo permite retroalimentar a productores.	De Luca et al., 2021 (revisa método de scoring de lesiones viscerales); Rodríguez et al., 2021 (reportan prevalencias regionales).
pH muscular post mortem (Calidad de carne)	Medición de pH en músculo Longissimus dorsi a 45 min. post mortem (pH45) y/o 24 horas post mortem (pH24 en refrigeración). Indicadores de calidad: pH45 muy bajo (<5.5) se asocia a carne PSE (estrés agudo intenso pre-sacrificio); pH24 alto (>6.0) indica carne DFD (estrés crónico/prolongado, agotamiento de glucógeno).	Dentro de rango normal: pH45 aprox. 5.7-6.3; pH24 aprox. 5.5-5.9. PSE probable: pH45 <5.5 (carne pálida, exudativa). DFD probable: pH24 >6.0 (carne oscura, seca). Se reporta % de canales fuera de rango. Alto porcentaje indica manejo inadecuado (PSE por estrés agudo justo antes del sacrificio, DFD por ayuno o fatiga excesiva).	Faucitano, 2018; Vergara et al., 2019 (efecto del estrés en pH); EFSA, 2020 (menciona eliminar métodos causantes de PSE como COI).

Dominio(s) de bienestar relacionado(s): Nutr (nutrición), Env (entorno), Sal (salud), Com (comportamiento), Men (estado mental).

En los criterios de valoración, los umbrales “ideal/óptimo” constituyen la situación deseada; “aceptable” es un rango dentro de lo permitido sin acciones inmediatas; “alarma/crítico” indica necesidad de intervención correctiva, estos se basan en literatura y estándares auditables.

Como se observa en la Tabla 2, el protocolo abarca una variedad de indicadores que cubren los cinco dominios del bienestar animal:

- **Dominio Nutricional:** Asegurado principalmente a través del acceso al agua en la espera (indicador de cerdos por bebedero) y el control del tiempo en ayuno (tiempo de espera antes de alimentar de nuevo si excede determinado umbral). Garantizar que los animales no sufran sed o hambre prolongada impacta su estado fisiológico y confort mental (Mellor, 2016).
- **Dominio Ambiental:** Representado por los indicadores de *densidad* (en transporte y corrales) y *confort térmico* (cerdos jadeando o con frío). Un entorno físico adecuado (espacio suficiente, temperatura confortable, piso antideslizante), previene malestares físicos y estrés (Cockram, 2020). Por ejemplo, registrar jadeos permite detectar estrés calórico, y los resbalones/caídas reflejan si el suelo y las instalaciones proporcionan seguridad en los movimientos (Grandin & Cockram, 2020).
- **Dominio de Salud:** Incluye la evaluación de cojeras, *lesiones externas e internas*, y *mortalidad*. Animales que llegan cojos o con heridas evidencian compromisos a la salud/bienestar posiblemente ocurridos durante el transporte o antes. Los hallazgos post mortem como neumonías o úlceras ofrecen información retrospectiva sobre la salud y bienestar en fases previas (De Luca et al., 2021). Aunque estas patologías se

originan en el SP, su presencia en planta de sacrificio sirve de “indicadores base” de problemas de BA acumulados (Ghidini et al., 2021).

- **Dominio Comportamental:** Reflejado en los comportamientos de miedo o resistencia (reluctancia a moverse, intentos de escape) y vocalizaciones durante la manipulación. Estos muestran cómo perciben los animales el trato, altos % de vocalización y retroceso suelen asociarse a miedo intenso por manejo brusco (Dalmau et al., 2010). Reducir estos % mediante mejoras de manejo indica comportamiento relajado en los animales, lo cual es deseable.
- **Dominio Mental (estado afectivo):** Este dominio es de difícil medición, pero se califica a través de la valoración de los demás, % alto en lesiones, caídas, sed o dolor, representa experiencias negativas (ansiedad, dolor, sufrimiento); al contrario indicadores con valoraciones óptimas sugieren que los animales viven el proceso sin situaciones adversas (Mellor, 2016).

Es importante destacar que el protocolo preliminar propuesto se concentra en medidas basadas en el animal objetivas (% , tiempos, incidencias), posibilitando una auditoria cuantitativa del BA en la planta, acorde con el enfoque WQ (Welfare Quality, 2009; Velarde et al., 2015).

Al aplicar este protocolo de forma hipotética en una planta de beneficio porcino, se obtendría un perfil integral del nivel de BA, ejemplo: un lote de cerdos podría presentar 0% muertos a la llegada, 2% cojos, 8% resbalones, 20% vocalizaciones, 100% aturdidos correctamente, 15% canales con contusiones, pH medio 5.6. Algunos de estos valores indican buen cumplimiento, mientras otros señalan oportunidades de mejora; vocalizaciones altas sugieren falta de capacitación del personal; contusiones sugieren rampas inadecuadas o hacinamiento.

Adicionalmente, los indicadores post mortem relacionan el BA con la calidad de la carne, algunos estudios confirman que prácticas inadecuadas resultan en carne de menor calidad comercial (Faucitano, 2018; Gizzi et al., 2022).

DISCUSIÓN

El protocolo preliminar de evaluación del BA en plantas de sacrificio porcino, representa los primeros pasos para la estandarización y cuantificación de aspectos que tradicionalmente se evaluaban de forma cualitativa. Estudios Europeos aplicaron exitosamente el protocolo WQ en plantas de sacrificio, demostrando facilidad de aplicación de múltiples indicadores en la operación diaria, sin alterar el proceso (Temple et al., 2016; Dalmau et al., 2016). Esta propuesta adapta esos aprendizajes al contexto colombiano.

Un elemento a resaltar es la importancia de la formación del personal y la cultura de BA en las plantas, EFSA (2020) concluyó que la mayoría de los riesgos para el BA en el sacrificio provienen de fallas humanas (manejo inadecuado, fatiga, falta de capacitación), más que de factores técnicos; esto sugiere que la existencia de un protocolo no garantiza el BA, este viene acompañada de la implementación por parte del personal.

En Colombia, sería necesario la capacitación a operarios, transportadores y supervisores en la aplicación de los indicadores, identificación de animales en sufrimiento (reconocer signos sutiles de consciencia post-aturdido) y en buenas prácticas para mejorarlos como lo referencia Grandin (2017) y Benjamin et al. (2013).

Desde el punto de vista de política pública y normativa, la introducción de este protocolo podría llenar el vacío reglamentario identificado; los resultados cuantitativos obtenidos en las evaluaciones podrían informar la creación de estándares nacionales: Si se recopila que en promedio las plantas con buenas prácticas logran <2% de animales caídos, el Ministerio/ICA podría fijar ese valor como referencia en guías oficiales. Igualmente, la implementación del protocolo puede apoyar la verificación del cumplimiento de la Ley 1774/2016 (que aunque no detalla cifras, sí obliga a garantizar condiciones de BA) dando criterios objetivos para determinar si una planta opera dentro de lo aceptable o no.

Por otro lado, alinearía al país con las tendencias internacionales: organismos como la OMSA promueven que los países incorporen indicadores de BA en sus sistemas de control oficial, pasando de inspecciones rutinarias a controles basados en riesgo y evidencia (WOAH, 2019). En la UE, es obligatorio que los plantas de sacrificio registren datos de BA e incluso que retroalimenten a los SP sobre hallazgos post mortem relevantes (Reglamento (UE) 2017/625).

Otro aspecto discutible es la viabilidad económica y operativa de aplicación de estas mediciones en plantas de sacrificio de diferentes categorías, plantas exportadoras suelen contar con MV,MVZ o Z y sistemas de registro, facilitando la recolección de datos (Porkcolombia, 2020). Sin embargo, en plantas de sacrificio de menor tamaño o municipales, se puede percibir como carga adicional, en estos casos es prioritario enfatizar que muchos indicadores se obtienen mediante observación visual y conteo durante las actividades, sin requerir equipamiento sofisticado.

Estudios en Brasil como Dalla Costa et al., (2019), lograron implementar chequeos de BA con recursos mínimos pero con personal capacitado. Además, los costos de no atender el BA pueden ser mayores, por el aumento de factores como: canales dañadas, sanciones por incumplir estándares de mercados internacionales (Llonch et al., 2018).

Cabe mencionar algunas limitaciones y consideraciones para la futura validación en campo del protocolo:

1. Los umbrales propuestos provienen de literatura internacional; es conveniente ajustarlos a datos locales una vez se apliquen, considerando los cruces con raza Pietrain que pueden ser más susceptibles al estrés calórico por el gen halotano, que podrían requerir flexibilizar ciertos rangos de temperatura (Ortiz & Hoyos-Patiño, 2023).
2. Algunos indicadores pueden presentar variabilidad diaria como “muertos al llegar” en épocas de altas temperaturas. Es conviene recolectar datos durante un tiempo representativo antes de definir los umbrales.

3. No todos los plantas de sacrificio realizan medición de pH o análisis permanente de lesiones en canales y vísceras; implementar esto podría representar sobrecostos en el proceso.

La implementación del protocolo permitiría identificar puntos críticos de BA en planta. Por ejemplo:

1. Si en planta de sacrificio tipo “A” se observa 25% de hematomas en la canales, es señal para revisar prácticas de carga/descarga y/o golpes y/o rampas con bordes filosos.
2. En planta de sacrificio “B” ningún cerdo jadea, pero 4% recobra reflejos tras aturdido, el énfasis debe ponerse en mantenimiento del equipo de aturdimiento o entrenamiento del operador.

Así, el protocolo no solo evalúa sino que orienta la toma de decisiones correctivas, se podrían generar indicadores compuestos o índices globales de BA a nivel de planta, útil para certificaciones o comparaciones, WQ propone un puntaje agregado por cumplimiento. Finalmente, este trabajo se limita a la fase de revisión bibliográfica y diseño, la siguiente etapa recomendada es llevar el protocolo a una prueba piloto en planta, aplicándolo en una o varias plantas de beneficio porcino en Colombia; esto permitirá refinar definiciones, como: ¿fue fácil distinguir resbalón de caída?; verificar reproducibilidad entre observadores, en casos como ¿dos evaluadores cuentan similar número de vocalizaciones? y calibrar los tiempos adicionales requeridos. A largo plazo, contar con un protocolo validado y reconocido podría facilitar la certificación de BA en plantas colombianas, un valor agregado importante en mercados internacionales que cada vez exigen garantías de trato humanitario a los animales de abasto (Hugas, 2020).

CONCLUSIONES

Se desarrolló una propuesta de protocolo de evaluación del bienestar animal para plantas de sacrificio porcino adaptada al contexto colombiano, fundamentada en la integración de estándares internacionales (OMSA, WQ) y evidencia científica reciente. El protocolo abarca indicadores medibles desde el transporte a la llegada de los cerdos, pasando por estancia en corrales, aturdimiento y hallazgos post mortem en la canal.

La aplicación sistemática de este protocolo proporcionaría información para evaluar y mejorar el BA, facilitando el cumplimiento de la normatividad nacional alineando las prácticas con los parámetros internacionales.

Queda como trabajo futuro la validación en campo de este protocolo. A mediano plazo, la adopción de estas medidas podría formalizarse en guías o reglamentos sectoriales, promoviendo una cultura de mejora continua en BA.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de intereses en la publicación de este manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Asociación Porkcolombia – Fondo Nacional de la Porcicultura. (2024). Manejo de canales porcinas y carne de cerdo ante restricciones de movilidad. <https://porkcolombia.co/wp-content/uploads/2024/01/Manejo-de-canales-porcinas-en-coyuntura.pdf>
- Barrientos-Monsalve Ender José, Sotelo-Barrios Mauricio Enrique y Hoyos-Patiño Johann Fernando (2023). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Guía práctica para la formulación de proyectos de investigación con ejemplos en áreas de administración y diseño. Primera edición. Ocaña, Norte de Santander: Universidad Francisco de Paula Santander; Bogotá: Ecoe Ediciones, 100 páginas. ISBN 978-958-503-827-1 (impreso) -- 978-958-503-828-8 (digital) <https://n9.cl/36lba>
- Botreau, R., Veissier, I., Butterworth, A., Bracke, M., & Keeling, L. (2007). Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *Animal Welfare*, 16(2), 225–228. <https://doi.org/10.1017/S0962728600031390>
- Bourguet, C., Deiss, V., Gobert, M., Durand, D., Boissy, A., & Terlouw, E. M. C. (2011). Behavioural and physiological reactions of cattle in a commercial abattoir: Relationships with organisational aspects of the abattoir and animal characteristics. *Meat Science*, 86(2), 479–487. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.019>
- Cockram, M. S. (2020). Condition of animals on arrival at the abattoir and their management during lairage. En T. Grandin & M. S. Cockram (Eds.), *The slaughter of farmed animals: Practical ways of enhancing animal welfare* (pp. 49–77). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781789240573.0049>
- Congreso de la República de Colombia. (1989). Ley 84 de 1989: Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia. *Diario Oficial No. 39.120*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=8242>
- Congreso de Colombia. (2016). Ley 1774 de 2016. Por medio de la cual se modifican el Código Civil, la Ley 84 de 1989, el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial No. 49.934*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=68135>
- Consejo de la Unión Europea. (2009). Directiva 2008/120/CE del Consejo, de 18 de diciembre de 2008, relativa a las normas mínimas para la protección de cerdos (versión codificada). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 47, 5–13. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-80287>
- Consejo de la Unión Europea. (2005). Reglamento (CE) n.º 1/2005 del Consejo, de 22 de diciembre de 2004, relativo a la protección de los animales durante el transporte y las operaciones conexas. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 3, 1–44. <https://www.boe.es>

es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2005-80006

- Čobanović, N., Boković, M., D.Vasilev, Dimitrijević, M., Parunović, N., J.Djordjević, & Karabasil, N.. (2016). Effects of various pre-slaughter conditions on pig carcasses and meat quality in a low-input slaughter facility. *South African Journal of Animal Science*, 46(4), 380-390. <https://doi.org/10.4314/sajas.v46i4.6>
- Correa, J. A., Torrey, S., Devillers, N., Laforest, J. P., Gonyou, H. W., & Faucitano, L. (2010). Effects of different moving devices at loading on stress response and meat quality in pigs. *Journal of Animal Science*, 88(12), 4086–4093. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-2833>
- Dalmau, A., Nande, A., Vieira-Pinto, M., Zamprogna, S., Di Martino, G., Ribas, J. C. R., Paranhos da Costa, M. J. R., Halinen-Elemo, K., & Velarde, A. (2016). Application of the Welfare Quality® protocol in pig slaughterhouses of five countries. *Livestock Science*, 193, 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.10.001>
- Dalmau, A., Temple, D., Rodríguez, P., Llonch, P., & Velarde, A. (2009). Application of the Welfare Quality® protocol at pig slaughterhouses. *Animal Welfare*, 18(4), 497–505. <https://doi.org/10.1017/S0962728600000919>
- De Luca, S., Zanardi, E., Alborali, G. L., Ianieri, A., & Ghidini, S. (2021). Abattoir-Based Measures to Assess Swine Welfare: Analysis of the Methods Adopted in European Slaughterhouses. *Animals*, 11(1), 226. <https://doi.org/10.3390/ani11010226>
- EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). (2022). Welfare of pigs during transport. *EFSA Journal*, 20(9), e07445. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7445>
- EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). (2020). Welfare of pigs at slaughter. *EFSA Journal*, 18(6), e06148. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6148>
- Faucitano, L. (2018). Preslaughter handling practices and their effects on animal welfare and pork quality. *Journal of Animal Science*, 96(2), 728–738. <https://doi.org/10.1093/jas/skx064>
- Flores-Peinado, S., Mota-Rojas, D., Guerrero-Legarreta, I., Mora-Medina, P., Cruz-Monterrosa, R., Gómez-Prado, J., ... Martínez-Burnes, J. (2020). Physiological responses of pigs to preslaughter handling: infrared and thermal imaging applications. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 8(1), 71–84. <https://doi.org/10.1080/23144599.2020.1821574>
- Gallo, C., Véjar, L., Galindo, F., Huertas, S. M., & Tadich, T. (2022). Animal welfare in Latin America: Trends and characteristics of scientific publications. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 1030454. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1030454>

- Geverink, N. A., Engel, B., Lambooj, E., & Wiegant, V. M. (1996). Observations on behaviour and skin damage of slaughter pigs and treatment during lairage. *Applied Animal Behaviour Science*, 50(1), 1–13. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(96\)01069-6](https://doi.org/10.1016/0168-1591(96)01069-6)
- Grandin, T., & Cockram, M. (2020). Welfare issues at slaughter. En T. Grandin & M. Cockram (Eds.), *The slaughter of farmed animals: practical ways of enhancing animal welfare* (pp. 5-34). Wallingford, UK: CABI. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9781789240573.0000>
- Grandin, T. (2017). On-farm conditions that compromise animal welfare that can be monitored at the slaughter plant. *Meat Science*, 132, 52–58. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.004>
- Grandin, T. (2010). Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat Science*, 86(1), 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.022>
- Gregory, N. G. (2005). Recent concerns about stunning and slaughter. *Meat Science*, 70(3), 481–491. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.06.026>
- Guàrdia, M. D., Estany, J., Balasch, S., Oliver, M. A., Gispert, M., & Diestre, A. (2009). Risk assessment of skin damage due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. *Meat Science*, 81(4), 745–751. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.11.020>
- Hoyos-Patiño, J. F., Casadiegos Santana, M. H., & Carrascal Vergel, A. M. (2022). Evolución normativa y jurisprudencial del bienestar animal en Colombia e implicaciones para los sistemas de producción pecuaria hasta 2022. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias - FAGROPEC*, 14(2), 124–136. <https://doi.org/10.47847/>
- Hoyos-Patiño, Johann Fernando and Hernández-Villamizar, Daniel Antonio and Velasquez-Carrascal, Blanca Liliana, *Condiciones de bienestar en sistemas de producción animal* (2021). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4182002> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4182002>
- Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). (2015). Bienestar animal en plantas de beneficio de bovinos y porcinos. Ministerio de Salud y Protección Social. https://www.invima.gov.co/invima_website/static/attachments/alimentos_carne/BIENESTAR_ANIMAL.pdf
- Mellor, D. J. (2016). Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living”. *Animals*, 6(3), 21. <https://doi.org/10.3390/ani6030021>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Resolución 000136 de 2020. Por la cual se adopta el Manual de Condiciones de Bienestar Animal propias de cada una de las especies de producción en el sector agropecuario para las especies équidas,

porcinas, ovinas y caprinas. Diario Oficial No. 51.334. https://normograma.invima.gov.co/normograma/compilacion/docs/resolucion_minagricultura_0136_2020.htm

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 0240 de 2013: Por la cual se establecen los requisitos sanitarios para el funcionamiento de las plantas de beneficio animal de especies bovina, bufalina y porcina, plantas de desposte y desprese, almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación de carne y productos cárnicos comestibles. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20240%20de%202013.pdf

Ministerio de Transporte, & Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2022). Resolución 20223040006915 del 11 de febrero de 2022: Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para el Transporte, manejo y movilización de animales en pie y se dictan otras disposiciones. Instituto Colombiano Agropecuario. <https://www.ica.gov.co/getattachment/Areas/Pecuaria/Servicios/Inocuidad-en-las-Cadenas-Agroalimentarias/Bienestar-Animal/Resolucion-Mintransporte-e-ICA-20223040006915-de-2022.pdf.aspx>

Miranda-de la Lama, G. C., Villarroel, M., & María, G. A. (2014). Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: A review. *Meat Science*, 98(1), 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.04.005>

Organización Mundial de Sanidad Animal (WOAH). (2024). Terrestrial Animal Health Code: Chapter 7.5. Animal welfare during slaughter. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/2024/en_chapitre_aw_slaughter.htm

Organización Mundial de Sanidad Animal (WOAH). (2018). Terrestrial Animal Health Code: Chapter 7.1. Introduction to the recommendations for animal welfare. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/2018/en_chapitre_aw_introduction.htm

Ortiz Galvis, A. J., & Hoyos-Patiño, J. F. (2023). Evaluación del bienestar animal en sistemas porcinos intensivos y de cama profunda. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias - FAGROPEC*, 15(1), 48–65. <https://doi.org/10.47847/>

Ortiz Galvis, Astrid Jimena and Hoyos-Patiño, Johann Fernando, Model for the Diagnosis of Pig Production Systems (2023). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4417298> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4417298> <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Valoraci%C3%83%C2%B3n%20del%20bienestar%20animal%20en%20Sistemas%20de%20Producci%C3%83%C2%B3n%20Porcino%20intensivo%20Vs%20Cama%20Profunda%20mediante%20el%20protocolo%20Welfare%20Quality.pdf>

Presidencia de la República de Colombia. (2007). Decreto 1500 de 2007. Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de

Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos destinados para el consumo humano. Diario Oficial No. 46.618. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1298655>

Rioja-Lang, F. C., Brown, J. A., Brockhoff, E. J., & Faucitano, L. (2019). A review of swine transportation research on priority welfare issues: A Canadian perspective. *Frontiers in Veterinary Science*, 6, 36. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00036>

Ritter, M. J., Ellis, M., Brinkmann, J., DeDecker, J. M., Keffaber, K. K., Kocher, M. E., Peterson, B. A., Schlipf, J. M., & Wolter, B. F. (2006). Effect of floor space during transport of market-weight pigs on the incidence of transport losses at the packing plant and the relationships between transport conditions and losses. *Journal of Animal Science*, 84(10), 2856–2864. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-577>

Ritter, M. J., Ellis, M., Berry, N. L., Curtis, S. E., Anil, L., Berg, E., Benjamin, M., Butler, D., Dewey, C., Driessen, B., DuBois, P., Hill, J. D., Marchant-Forde, J. N., McGlone, J. J., Mormède, P., Moyer, T., Pfalzgraf, K., Salak-Johnson, J., Siemens, M., & Johnson, A. K. (2009). Review: Transport losses in market weight pigs: I. A review of definitions, incidence, and economic impact. *The Professional Animal Scientist*, 25(4), 404–414. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30735-X](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30735-X)

Støier, S., Larsen, H. D., Aaslyng, M. D., & Lykke, L. (2016). Improved animal welfare, the right technology and increased business. *Meat Science*, 120, 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.010>

Urrea, V. M., Bridi, A. M., Ceballos, M. C., Paranhos da Costa, M. J. R., & Faucitano, L. (2021). Behavior, blood stress indicators, skin lesions, and meat quality in pigs transported to slaughter at different loading densities. *Journal of Animal Science*, 99(6), skab119. <https://doi.org/10.1093/jas/skab119>

Velarde, A., & Dalmau, A. (2012). Animal welfare assessment at slaughter in Europe: Moving from inputs to outputs. *Meat Science*, 92(3), 244–251. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.009>

Vecerek, V., Voslarova, E., Conte, F., Vecerkova, L., & Bedanova, I. (2016). Negative Trends in Transport-related Mortality Rates in Broiler Chickens. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 29(12), 1796–1804. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0996>

Warriss, P. D. (2010). *Meat science: An introductory text* (2nd ed.). CABI. https://books.google.com.co/books?id=ExEOboVw_KUC

Warriss, P. D. (2000). The slaughter of animals. En *Meat science: An introductory text* (pp. 68–92). CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9780851994246.0068>

Welfare Quality Consortium. (2009). *Welfare Quality® assessment protocol for pigs (sows*

and piglets, growing and finishing pigs). Welfare Quality Consortium. https://www.welfarequalitynetwork.net/media/1018/pig_protocol.pdf

World Organisation for Animal Health. (2024). Chapter 7.5. Animal welfare during slaughter. Terrestrial Animal Health Code. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/2024/en_chapitre_aw_slaughter.htm