



La Industria Cárnica[®]

L A T I N O A M E R I C A N A

■ TuttoFood ■ Aftosa ■ SIAL China ■ IA en avicultura ■

■ Bienestar en porcinos ■ Análisis de tóxicos ■ Ozono en frigoríficos ■

ISSN 0325-3414

www.publitec.com



**Cuidamos mucho más
que tus manos.**



**Especialistas en guantes
descartables para industria,
medicina, hogar,
gastronomía y más.**



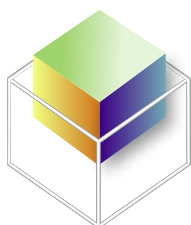
www.mediglove.com.ar

2025



16 al 19 de septiembre

Centro Costa Salguero | Buenos Aires | Argentina



ENVASE | 2025
PACKAGING Y PROCESOS



EXPOSICIÓN & CONGRESO
etif 2025 | Tecnología
Farmacéutica
Biotecnológica
Veterinaria y
Cosmética

EXPOSICIÓN INTERNACIONAL DEL ENVASE, EMBALAJE
Y PROCESOS PARA TODA LA INDUSTRIA

www.envase.org

EXPOSICIÓN Y CONGRESO PARA LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FARMACÉUTICA, BIOTECNOLÓGICA, VETERINARIA Y COSMÉTICA

www.etif.com.ar

Organiza / Organizer



Auspicia / Sponsor



Síguenos en



2 al 4 de Julio
Centro Costa Salguero
Buenos Aires, Argentina



AVICOLA 2025

13^{va} EXPOSICION
Y CONFERENCIAS
en conjunto con

PORCINOS

15º Seminario Internacional de Ciencias Avícolas

**Todos los eslabones de
la cadena productiva
reunidos en un solo lugar**

Para reservar su participación
comuníquese al: **+54 (11) 5219-1553**
pablo.wabnik@pwievents.com

www.avicola.com.ar

Macrosponsor



Organizan



Colaborador Estratégico



Comercializa



Por tratarse de un evento de negocios, los menores de 18 años estando incluso acompañados por un mayor,
NO PODRAN INGRESAR a la exposición bajo ningún motivo y circunstancia.

SUMARIO

FERIAS



4 **TuttoFood, la feria que abre la puerta a las nuevas tendencias**

Nace un nuevo modelo ferial en el mundo de alimentos y bebidas

Nuestra revista La Industria Cárnica Latinoamericana fue invitada a visitar una edición especial de TuttoFood. Del 5 al 8 de mayo tuvo lugar en los pabellones de Fiera Milano la primera edición realizada totalmente por los equipos de trabajo de Fiera di Parma. Toda la cadena agroalimentaria, no sólo de Italia sino de 70 países, tuvo lugar bajo el concepto de un nuevo sistema de presentar los negocios en este sector.



CALIDAD

22 **La Argentina será sede del primer Campeonato Mundial de Carnes (CMDC®)**

Tendrá lugar el 30 de octubre de 2025 en restaurante El Central, en La Rural de Buenos Aires.

MERCADOS

14 **La OMSA ratificó la condición sanitaria de la Argentina como país libre de fiebre aftosa**

En París, la institución internacional entregó el certificado de reconocimiento. La delegación argentina se reunió con representantes de Francia, Chile, Turquía y Japón.

16 **Europa se enfrenta a su peor brote de fiebre aftosa desde principios de siglo**

Es necesario aumentar la concienciación y la acción ante los brotes de fiebre aftosa en Europa y Oriente Próximo.

18 **El IPCVA firmó un acuerdo estratégico con la plataforma JD.COM**

En la SIAL China se lanzó una herramienta para la inteligencia comercial de la carne argentina en el principal mercado de exportación.

FERIAS

20

IFFA 2025

Innovación y optimismo de la industria

ANÁLISIS

40

Pesticidas en carne vacuna: revisión de técnicas extractivas convencionales

Julietta Belén Maldonado; Lucas Matías Page; Carlos Andrés Fernández; María Belén Medina; Martín Sebastián Munitz.

BIENESTAR ANIMAL

24

Una mirada al futuro: inteligencia artificial para monitorear el bienestar en granjas avícolas

Gideon Ajibola, Valerie Kilders y Marisa A. Erasmus

30

Prácticas de cría porcina que comprometen la bioseguridad y provocan un bienestar deficiente

Patricia Tatamoto, Fernanda Vieira y Donald M. Broom

INOCUIDAD

50

Efecto de la aplicación de ozono sobre medias reses bovinas en cámaras frigoríficas

Victoria Brusa; Viviana Restovich; Mariana Cap; Virginia Chiapparoli; Gabriela Grigioni; Leda Giannuzzi; Sergio Vaudagna; Gerardo Leotta

ÍNDICE DE ANUNCIANTES

AMEREX	19	GRANOTEC	27
ASEMA	35	INSUMOS PATAGONIA	13
AVÍCOLA	1	JARVIS	51
BUSCH	15	MEDIGLOVE	T.
EDITORIAL PUBLITEC	RCT	PAGANINI	29
ENVASE	R.T.	RQS	9
FITHEP LATAM	CT.	TESTO	33
FRÍO RAF	13	VMC	29

STAFF

JUNIO 2025

PRESIDENTE

Néstor E. Galibert

DIRECTORA GENERAL:

Prof. Ana María Galibert

DIRECCIÓN EDITORIAL:

M.V. Néstor Galibert (h)

RELAC. INTERNAC.:

M. Cristina Galibert

DIRECCIÓN, REDACCIÓN Y ADM.

Av. Honorio Pueyrredón 550 - Piso 1
(1405) CABA - ARGENTINA

Tel.: 54-11-6009-3067

info@publitec.com.ar

http://www.publitec.com.ar

C.U.I.T. N° 30-51955403-4

**ESTA REVISTA ES PROPIEDAD DE
PUBLITEC S.A.E.C.Y.M.**

PROPIEDAD INTELECTUAL: 82789703

IMPRESIÓN

BUSCHI EXPRESS

Uruguay 235 - Villa Martelli

Buenos Aires - Argentina

(+54 11) 4709-7452

www.buschiexpress.com.ar

VISITE NUESTRAS REVISTAS ON-LINE:

WWW.PUBLITEC.COM.AR

PUBLITEC ES MIEMBRO DE:





TuttoFood, la feria que abre la puerta a las nuevas tendencias

Nace un nuevo modelo ferial en el mundo de alimentos y bebidas

Nuestra revista La Industria Cárnica Latinoamericana fue invitada a visitar una edición especial de TuttoFood. Del 5 al 8 de mayo tuvo lugar en los pabellones de Fiera Milano la primera edición realizada totalmente por los equipos de trabajo de Fiera di Parma. Toda la cadena agroalimentaria, no sólo de Italia sino de 70 países, tuvo lugar bajo el concepto de un nuevo sistema de presentar los negocios en este sector.

Este nuevo modelo ferial se estructuró a partir de alianzas estratégicas entre los entes feriales Fiera di Parma, Fiera Milano y Köln Messe. El artífice de esta ingeniería es el CEO de Fiera di Parma, Antonio Cellie. La sinergia entre estas entidades genera una plataforma de negocios organizada con una agenda que permite a cada feria el más pleno desarrollo. Esto significa que el año próximo, 2026, se realizará nuevamente TuttoFood para anclarse en los años

pares, mientras que en los impares se realizarán Anuga Köln y Cibus Parma.

La sede de TuttoFood seguirá siendo Fiera Milano, que por su amplia estructura tiene la capacidad que necesita una feria que ha ampliado casi al doble su superficie desde la última edición. En su predio de Rho cuenta con diez pabellones que ocupan un total de 150.000 m² de superficie. Por otro lado, Fiera di Parma –organizadora de Cibus– se

constituye como la experta por antonomasia en las ferias de la alimentación en Italia y como el punto de referencia principal para los expositores que quieren mostrar productos de calidad al mercado global.

En esta edición llegaron a Rho cerca de 95.000 compradores, que tomaron contacto con 4200 marcas de alimentos y bebidas. El 75% de las mismas fueron de origen italiano y el 25% restante proveniente de 70 países. Dichos compradores fueron en su mayoría distribuidores y retailers. El ICE Agency, el Instituto de Comercio Exterior de Italia, acreditó a 3000 compradores internacionales, representativos de 100 países, de los cuales el 10% correspondieron a América del Sur.

LA VUELTA AL MUNDO EN UN SOLO RECINTO

No exageramos cuando afirmamos que en TuttoFood 2025 se congregó el mundo entero. Para los visitantes, recorrer sus diez pabellones fue el equivalente a viajar por el mundo en cuatro días, tan rica y variada fue la oferta de productos presentados, donde las carnes, los productos del mar, los lácteos y sus derivados tuvieron un destacado papel. Irlanda estuvo presente con sus excelentes carnes de vaca y cordero. Las razas autóctonas –como el Angus y el Hereford– fueron muy apreciadas por su veteado y su sabor intenso, además de por los métodos de producción sostenibles (como el programa nacional certificado Origin Green). España llevó una mezcla de productos de tierra y mar, todos ellos cargados de historia, calidad y sabor. Los aromas de los mejillones gallegos con DOP (conocidos como Mejillones de Galicia), así como los de las almejas, ostras y anchoas gallegas y del Cantábrico, consideradas de las mejores del mundo, se mezclaron con los inconfundibles del queso Manchego, un queso de oveja originario de Castilla-La Mancha, con DOP, y del jamón ibérico, uno de los productos más exquisitos de España, obtenido de las patas traseras de cerdos de raza ibérica.

Desde Polonia llegaron especialidades como el *Kielbasa* (salchicha polaca), el *Oscypek*, queso tradicional producido en la región montañosa de los Tatras, a base de leche de oveja (a veces mezclada con leche de vaca) y el *Twaróg* (queso fresco).



El Ministro de Agricultura, Francesco Lollobrigida –tijera en mano– acompañado de autoridades. Entre ellos, los presidentes de Feria de Milán, Carlo Bonomi y de Feria de Parma, Franco Mosconi; del ICE, Matteo Zappas, y la CEO de Almawave, Valeria Sandei.

Grecia presentó sus sabores mediterráneos, empezando por el aceite de oliva extra virgen, apreciado por su alta calidad, seguido por la feta, queso tradicional a base de leche de oveja o mezcla de oveja y cabra, las aceitunas Kalamata, de característico color violáceo oscuro, provenientes de la región homónima del Peloponeso y una de las variedades más famosas.

Austria tuvo la tarea de mostrar la rica tradición quesera de los Alpes, donde el arte de la producción de quesos se transmite de generación en generación, con productos como el *Alpenkäse*, de sabor aromático y variado, el *Emmental*, más dulce y con notas de nuez, y el *Bergkäse*, de sabor intenso y picante. Desde Rumanía también llegaron productos lácteos muy distintivos, como el *Telemea* (un queso blanco en salmuera) y el *Cașcaval* (queso de pasta semidura que debe su nombre al italiano “*caciocavallo*”). También hubo espacio para el típico salami curado *Salam de Sibiu*, hecho con carne de cerdo de alta calidad, a veces mezclada con carne de vaca, un producto antiguo y exquisito.

El viaje continuó hacia Asia, en particular a Corea del Sur, un país con gran tradición gastronómica. TuttoFood fue la ocasión para descubrir los sabores únicos del *Kimchi*, uno de los platos más icónicos de la cocina coreana, a base de verduras fermentadas, que combina picante, acidez, salinidad y un ligero



dulzor. Desde Taiwán llegaron prácticos platos congelados, listos para calentar en sartén o microondas, ideales para comidas rápidas y sabrosas. Se presentaron fideos fritos y arroz precocidos, los deliciosos *dumplings* (ravioles rellenos, conocidos como *potstickers* o *guotie*) y sopas congeladas de alta calidad, con caldos ricos que conservan la autenticidad del sabor taiwanés.

La participación de Estados Unidos, permitió una inmersión en las cadenas productivas típicas del continente americano, destacando la carne de vaca en sus cortes más famosos: *ribeye*, *T-bone*, *sirloin* y *brisket*, además de la infaltable salsa BBQ, condimento icónico de la cocina estadounidense, usada sobre todo para marinar y aderezar carnes a

la parrilla. También se ofrecieron mariscos, incluyendo almejas (en particular las de la costa de Nueva Inglaterra), vieiras, ostras (como la *Blue Point* de Nueva York o la *Kumamoto* de la Costa Oeste), y crustáceos como el cangrejo azul y la langosta.

Sudamérica también estuvo bien representada, en particular por Ecuador, que llevó a la feria sus langostinos tropicales o camarones tropicales. Otra excelencia ecuatoriana de la cual el país es uno de los principales exportadores mundiales es el atún, conocido por su sabor delicado y calidad constante, que lo convierte en una referencia mundial tanto para el mercado minorista como para el canal *food service*.

Fiere di Parma y BBQ Expo: alianza estratégica para el primer polo italiano del barbecue



Serafino Cremonini, Antonio Cellie, Mauro Grandi y Haymo Gutweniger

Entre las numerosas actividades que tuvieron lugar durante la pasada TuttoFood, Fiere di Parma y BBQ Expo anunciaron una alianza por la cual la feria BBQ Expo, a partir de 2026 se llevará a cabo en Fiere di Parma.

Las llamas de la parrilla se unen al corazón palpitante del Made in Italy agroalimentario. El Food Valley se prepara para acoger al mundo del barbecue en la BBQ Expo 2026, que se celebrará del 11 al 14 de abril en Fiere di Parma, el templo italiano de la gastronomía que sigue siendo el punto de encuentro de la excelencia culinaria y de las tendencias que marcan el futuro. El anuncio fue hecho durante Tuttofood Milano en una rueda de prensa con la participación de Antonio Cellie, CEO de Fiere di Parma; Mauro Grandi, Director de Area Fiera; Serafino Cremonini, Presidente de Assocarni; y Haymo Gutweniger, representante de KCBS (Kansas City Barbeque Society). Este paso representa un momento clave en el proceso de crecimiento de Fiere di Parma, que recientemente ha adquirido el 50% de BBQ Expo,

reforzando su compromiso con la creación de un ecosistema ferial integrado, cada vez más alineado con las nuevas tendencias de consumo.

En un contexto de crecimiento continuo, el mercado del barbecue en Italia alcanzó los 118 millones de euros en 2024, con una tasa de crecimiento anual prevista del 4,69%, que lo llevará a superar los 150 millones de euros en 2029 (fuente: Mordor Intelligence). Una clara señal de cómo el encanto de la parrilla está conquistando a cada vez más italianos, entre tradición, experimentación e innovación. “Estamos entusiasmados de anunciar que la BBQ Expo 2026 se celebrará en Fiere di Parma, un centro ferial de excelencia y referente en el ámbito alimentario, que nos permitirá seguir creciendo y consolidar nuestro papel en el panorama europeo del barbe-



cue”, declaró Mauro Grandi, Director de BBQ Expo Area Fiera. “Este logro ha sido posible gracias a la entrada de Fiere di Parma en el capital de BBQ Expo, con la adquisición del 50% de las acciones: una visión compartida que nos permite proyectar juntos un futuro de desarrollo e innovación para el sector. En Parma presentaremos un formato aún más completo, capaz de atraer a aficionados, profesionales y empresas, consolidándonos como un punto de referencia para el sector.”

Antonio Cellie, CEO de Fiere di Parma, subrayó la importancia estratégica del proyecto: *“La colaboración con Mauro Grandi y su equipo de Area Fiera ha sido fuertemente apoyada por todos nuestros accionistas. Con BBQ no sólo traemos a Parma un evento exitoso, sino también un valioso conjunto de competencias que resultarán útiles también para otros proyectos. Ser líderes en Food & Beverage significa para nosotros construir un ecosistema cada vez más integrado, que abarque las principales cadenas de valor y las tendencias emergentes del agroalimentario”. El experto explicó que la asociación con BBQ Expo encaja perfectamente en esa estrategia: “No se trata sólo de añadir una pieza más, sino de consolidar una plataforma ferial capaz de interpretar el mercado a 360 grados, desde el producto hasta su forma de consumo, desde la innovación tecnológica hasta la sostenibilidad,*

incluyendo la valorización del outdoor cooking, un segmento en fuerte expansión tanto a nivel doméstico como profesional”. BBQ Expo se integrará con otros proyectos, como Cibus y TuttoFood, ampliando la cartera de productos y alianzas de Fiere di Parma y fortaleciendo la promoción del Made in Italy a nivel internacional. De este modo, BBQ Expo enriquecerá aún más la oferta de Fiere di Parma, generando sinergias con Cibus y con su red ferial internacional. Con esta alianza, Parma se prepara para convertirse en la capital europea del barbecue, creando un evento de referencia para aficionados, profesionales y empresas.

Por su parte, Serafino Cremonini, Presidente de Assocarni, afirmó que *“El creciente éxito del barbecue en Italia marca una evolución en los hábitos alimentarios, también reflejada en la expansión de las steak houses por todo el país. Es una forma de consumo que valora la carne de calidad y refleja el interés del consumidor italiano por nuevos estilos de preparación. La carne sigue teniendo un rol central en la dieta italiana, incluso a través de métodos de consumo más modernos y conscientes. Desde Assocarni seguiremos promoviendo una cadena de valor centrada en la calidad, en apoyo de un sector en constante evolución.”*



Mauro Grandi, Director Area Fiera

Nuestros expositores en BBQ Expo son los proveedores de dispositivos como parrillas, ahumadores offset; combustibles (carbón, leña, pellets, gas); carnes (japonesa, americana, argentina, la Rubia Gallega...) y después todo lo que rodea al momento barbecue: coctelería, cerveza artesanal, condimentos. La primera edición fue muy exitosa y confiamos que con la incorporación de Fiere di Parma, en la próxima edición creceremos un 20%. Todavía tenemos mucho potencial de crecimiento.



**ENSAYOS DE
PARTICULAS
MAGNETIZABLES**

NUEVO

SERVICIO



Más información en

www.rqs-sa.com



Premios a la innovación en TuttoFood

En el área Better Future Arena del pabellón 3 se realizó la entrega de premios a las empresas que, según el jurado, interpretaron mejor las nuevas tendencias del sector agroalimentario. Se otorgaron treinta premios, agrupados en cuatro categorías: Away from Home (gastronomía fuera del hogar), Innovación de productos, Ética y sostenibilidad, e Innovación de packaging. En la categoría Away from Home triunfaron el aperitivo de trufa de Tartuflanghe y los Bottoni al Gambero Rosso de Surgital. En la categoría Ética y Sostenibilidad se premió el compromiso en la economía circular del productor de pasta Andriani y en la categoría Innovación de Packaging se premió el amor por el arte de la Colección Vasi d'Autore D'Amico. La categoría más representada fue la de Innovación de producto, que contó con 26 premios, a su vez agrupados en subcategorías. A continuación, presentamos algunos de los productos premiados.

CATEGORÍA CARNE

Primer premio: ILCA Carni SRL por su Rusti'Burger di salsiccia suino IQF 30 g



El Rusti Burger de Salchicha de Cerdo es una reinterpretación de la clásica hamburguesa, diseñada para ofrecer una experiencia de sabor única y práctica. Elaborado con carne de cerdo, se presenta en un formato con palillo, lo que lo hace ideal para una cocción sencilla y rápida. Gracias a la tecnología de congelación criogénica I.Q.F., el producto conserva intactas la frescura y la ternura de la carne, garantizando un sabor auténtico y una textura jugosa. La preparación es sumamente versátil: se puede cocinar a la parrilla, para obtener una corteza dorada; a la plancha, para una textura crujiente por fuera y tierna por dentro; o al horno o en freidora de aire, como una alternativa práctica sin renunciar al sabor.

Segundo Premio: Novameat Tech SL por su Pulled Beef Style



El Pulled Beef estilo ternera forma parte de una nueva generación de cortes a base de proteína vegetal con un deshilachado estilo ternera. Similar a las costillas estofadas, estos cortes son tan versátiles que ofrecen

una textura compacta y un sabor delicado, listos para transformar cualquier plato. Desde la cocina tradicional italiana, con preparaciones como el rabo de toro o el estofado de ternera, hasta platos de inspiración global y fusiones culinarias de todo el mundo, como los tacos al pastor. Novameat se centra principalmente en la simplicidad y el sabor: utilizando sólo ingredientes naturales como proteína de arvejas amarillas, aceite de girasol y extracto de algas marinas, seleccionados cuidadosamente por sus beneficios nutricionales y su sabor. Los productos Novameat están libres de alérgenos y aditivos complejos, su textura fibrosa y única está diseñada para absorber perfectamente marinados y aderezos, permitiendo a los creadores culinarios expresar toda su creatividad gastronómica y superar los límites de la cocina vegetal.

CATEGORÍA PESCADOS, CRUSTÁCEOS Y FRUTOS DE MAR

Primer Premio: Marevivo por sus Cozze Pastellate



Los mejillones rebozados Marevivo con certificación ASC representan una propuesta gastronómica innovadora y sostenible, pensada para los consumidores que valoran la calidad y el respeto por el medio ambiente. Los mejillo-

nes, procedentes de criaderos certificados según los estrictos estándares del ASC (Aquaculture

Stewardship Council), garantizan el respeto del ecosistema marino y de las comunidades locales. Son seleccionados, desconchados y luego sumergidos en un rebozado ligero y crujiente que realza su sabor natural sin enmascararlo, manteniendo el nivel justo de humedad. Perfectos como entrada, segundo plato, ingrediente en una fritura mixta de mariscos o en bocadillos marinos gourmet, están listos en pocos minutos y se adaptan tanto al consumo doméstico como a la restauración. El proceso de producción preserva la frescura y la textura del producto, ofreciendo una experiencia de sabor auténtica y segura. El envase es práctico y diseñado para minimizar el impacto ambiental, en línea con la filosofía de la marca. Un producto que une sabor, practicidad y responsabilidad ambiental, disponible refrigerado o congelado.

CATEGORÍA EMBUTIDOS

Primier Premio: Madeo Industria Alimentare SRL



ReNero – Jamón crudo de Cerdo Negro Italiano, estilo cortado a cuchillo, es presentado por la Filiera Madeo en un exclusivo e innovador platillo de papel kraft certificado

FSC, envasado en atmósfera modificada o al vacío. Con un diámetro de 28 cm, está listo para servir y degustar directamente en la mesa. Este envase, el primero de su tipo en Italia, se utiliza para un producto de excelencia, caracterizado por una curación mínima de 24 meses y cortado a cuchillo, elaborado con carne procedente de una cadena de suministro 100% de Cerdo Negro Italiano puro, criado al aire libre bajo estándares de bienestar animal y libre de antibióticos desde el nacimiento. El producto está listo para servir, lo que lo hace práctico y cómodo: no requiere preparación adicional, ideal para ocasiones especiales, como aperitivo o para quienes disponen de poco tiempo pero no quieren renunciar a la calidad.

Segundo Premio: Devodier Prosciutti por su Prosciutto di Parma Devodier Made Green in Italy



El Prosciutto di Parma Devodier es el primer producto con denominación de origen protegida (DOP) certificado como “Made Green in Italy”. Una tradición, alta calidad y sostenibilidad.

Gracias a una rigurosa evaluación de la huella ambiental y tras un proceso de inversiones desarrollado durante años, la certificación Made Green in Italy garantiza hoy a los consumidores un producto de excelencia con un impacto ambiental reducido, representando una innovación importante en el sector de los embutidos típicos italianos. El logotipo Made Green in Italy está avalado y emitido por el Ministerio de Medio Ambiente y Seguridad Energética, y representa una opción segura para aquellos consumidores que desean hacer elecciones de calidad diferenciadas, contando con una garantía certificada adicional de gran valor.

Tercer Premio: Citterio Giuseppe por sus Gli Irresistibili con prosciutto crudo



Con un sabor irresistible, llega una auténtica novedad: los nuevos bastoncitos con jamón crudo. Suaves y sabrosos, los Irresistibili representan la combinación perfecta entre antojo y tradición italiana. En su práctica y

original bandeja, están listos para cualquier ocasión: un aperitivo, un tentempié rápido o la preparación de platos más elaborados.

Cuarto Premio: Fontana Ermes por su línea Salumi Affettati Midi

La nueva Línea MIDI ha sido diseñada para mejorar la eficiencia en la exposición de los productos. Este nuevo formato permite mostrar tres bandejas MIDI en el mismo espacio que ocupan dos bandejas MAXI, el formato clásico utilizado en el mercado, manteniendo



do la misma cantidad de producto y una excelente presentación. En general, el formato MIDI responde a las necesidades actuales de los consumidores en términos de funcionalidad y sostenibilidad ambiental, con una reducción del 33% en el uso de plástico, cartón, volumen de transporte, almacenamiento y espacio en estantería.

Quinto Premio: Gallina Mario por su Prosciutto di Parma DOP sin antibióticos desde el nacimiento



Este Prosciutto di Parma DOP sin antibióticos desde el nacimiento –Cadena de Bienestar Animal– conserva todas las características de la elaboración artesanal de la empresa Gallina Mario, situada a 720 metros sobre el nivel del mar, en Lagrimone, en los Apeninos de Parma.

La curación tradicional en bodegas de madera y la ventilación aún en parte natural, gracias a las corrientes de aire cálido procedentes del mar, crean un microclima ideal que confiere al producto un aroma y un sabor dulce y delicado, inconfundible. Este producto, además de cumplir con los criterios de producción del Prosciutto di Parma DOP, se distingue por formar parte de una cadena de suministro certificada, que sigue estándares destinados a garantizar carne de cerdos criados sin el uso de antibióticos desde el nacimiento. El producto se elabora dentro de una cadena de bienestar animal, que garantiza que procede de animales criados, transportados y sacrificados en condiciones respetuosas de su bienestar. Se comercializa entero, con hueso o deshuesado (en forma de pera o prensado) y en bandejas (feteado por la empresa Food Mania SRL).



INSUMOSPATAGONIA
FOOD INGREDIENTS



PROTEINAS
CARRAGENINAS
FOSFATOS
CONSERVANTES
SISTEMAS
FUNCIONALES
MARINADOS

NEXPROT
PROTEINAS DE SOJA

NEO GEL
CARRAGENINAS

Native Zyme

NEXPHOS
FOSFATOS

Wilmar



SONAC
CONSERVANTES



IP INSUMOS PATAGONIA | Tel.: +54 11 2104-8523 / 2104-3055 / 2105-6473 / 2105-9812 / 4686-5299
Av. Argentina 6625 (C1439HRG) C.A.B.A. | info@insumospatagonia.com.ar | www.insumospatagonia.com.ar

Sistemas Frigoríficos Compactos
a base de **REFRIGERANTES NATURALES.**

FRIORAF ➔



Eficiencia y
Sustentabilidad

- * Compresores a tornillo
- * Compresores reciprocantes
- * Rack Multicompresores
- * Condensadores evaporativos
- * Recibidores de líquido
- * Unidades de recirculado
- * Enfriadores de líquido tipo Baudelot
- * Evaporadores
- * Productoras de hielo en cilindros
- * Productoras de hielo escamas
- * Intercambiadores de placas
- * Sistemas de tratamiento de aire de áreas críticas (STAAC)
- * Evaporadores tubulares

64 años en constante expansión.



+ 54 3492 432174
info@frioraf.com
www.frioraf.com

RAFAELA, SANTA FE, ARGENTINA



La OMSA ratificó la condición sanitaria de la Argentina como país libre de fiebre aftosa

En París, la institución internacional entregó el certificado de reconocimiento. La delegación argentina se reunió con representantes de Francia, Chile, Turquía y Japón.



En la 92° Sesión General de la Asamblea de Delegados, la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) ratificó la condición sanitaria de la Argentina como país libre de fiebre aftosa, la cual se actualizó y estará constituida por la Patagonia, como zona libre donde no se practica la vacunación y por el centro-norte del país como zona libre en la que sí se aplica la vacunación.

Luego de que el SENASA remitiera al organismo internacional la información sanitaria y epidemiológica requerida, la OMSA reconoció la unificación del cordón fronterizo del norte argentino (libre con vacunación) con la zona centro-norte, denominada “Libre de Fiebre aftosa en la que se aplica la vacunación”. La presidente de la OMSA, Susana Pombo y la directora general, Emmanuelle Soubeyran entregaron a la delegación argentina el correspondiente certificado que ratifica la condición sanitaria de esta zona. Asimismo, la Patagonia mantendrá su estatus de “Libre de Fiebre aftosa en la que no se aplica la vacunación”.

La Sesión General contó con un foro internacional sobre vacunación, en el cual se resaltó la importancia de esta herramienta clave, junto a otras medidas necesarias para la prevención, el control y la erradicación de enfermedades. Además, se puntualizó en la disminución del uso de antimicrobianos, como una medida apropiada de mitigación de riesgos para fortalecer la seguridad del comercio internacional. Además, la Asamblea General adoptó nuevas normas para el Código de Animales Terrestres, el Código Acuático y el Manual Terrestre de Laboratorio. Entre las conclusiones más destacadas, se alentó a los

Estados miembros de la OMSA que apliquen estas normas para el comercio de animales y de productos de origen animal.

Por otra parte, durante su misión, la delegación argentina mantuvo fructíferas reuniones bilaterales con Francia, Chile, Turquía y Japón. Entre los puntos relevantes, la comitiva japonesa informó que permitirá la importación de carne aviar y huevos desde la Argentina, luego del seguimiento y análisis de la información remitida por el SENASA a ese país y las gestiones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. La delegación de la Argentina que participó de la Sesión General estuvo liderada por el Director Nacional de Sanidad Animal del SENASA y delegado de nuestro país ante la OMSA, Daniel Caria, y conformada por el Agregado Agrícola de la Embajada de la Argentina ante la Unión Europea, Gastón Funes; representantes del sector privado pertenecientes a la Sociedad Rural Argentina (SRA), la Confederación Intercooperativa Agropecuaria (CONINAGRO), la Cámara Argentina de Productores Avícolas (CAPIA), la Federación Veterinaria Argentina (FeVA) y de las cámaras de productos veterinarios CLAMEVET y CAPROVE.



Gastón Funes y Daniel Caria recibieron el certificado de manos de Emmanuelle Soubeyran y Susana Pombo



SEGURIDAD EN EL ENVASADO AL VACÍO

Servicio en planta.
Contrato de mantenimiento preventivo.
Personal técnico calificado.

Adquiera excelencia en tecnología
de vacío. Adquiera Busch.

20%
ENERGY
SAVINGS

R 5 RD
New Generation



LA MEJOR
OPCIÓN
EN BOMBAS
DE VACÍO



+54 11 4302 8183 | info@busch.com.ar | www.busch.com.ar

**U
BUSCH**



Europa se enfrenta a su peor brote de fiebre aftosa desde principios de siglo

Es necesario aumentar la concienciación y la acción ante los brotes de fiebre aftosa en Europa y Oriente Próximo.

Los recientes brotes de fiebre aftosa en Europa y la introducción de una cepa exótica del virus en Oriente Próximo subrayan la urgente necesidad de una detección temprana y de reforzar las medidas de bioseguridad para minimizar el impacto de la enfermedad. Muchas cepas del virus de la fiebre aftosa siguen circulando en diferentes partes del mundo, y los recientes brotes tanto en Europa como en Oriente Próximo ponen de relieve el riesgo constante que esta enfermedad supone para los medios de vida, la seguridad alimentaria y el comercio internacional.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), “Se necesitan medidas urgentes de bioseguridad y una vigilancia reforzada tras la reciente detección del serotipo SAT1 de fiebre aftosa (FA) en Irak y Bahréin. Este serotipo es exótico en las regiones de Oriente Próximo y Eurasia Occidental, lo que genera gran preocupación por la posible propagación del virus”. La fiebre aftosa es una enfermedad vírica altamente contagiosa que afecta a animales de pezuña hendida, como bovinos, cerdos, ovejas, cabras y diversas especies silvestres. Se caracteriza típicamente por fiebre y ampollas en la boca y las patas, acompañadas de cojera. Aunque

pocos animales adultos fallecen a causa de la enfermedad, los animales jóvenes pueden morir de insuficiencia cardíaca repentina. El virus se propaga rápidamente y puede afectar a un gran número de animales, especialmente en países o regiones que habitualmente están libres de la enfermedad o que no utilizan la vacunación con regularidad.

Si bien no representa una amenaza para la salud pública, la fiebre aftosa afecta gravemente la salud y el bienestar animal, la seguridad alimentaria y los medios de vida al reducir la productividad ganadera, incluyendo la disminución de la producción de leche y carne. Las pérdidas económicas son sustanciales,

con pérdidas directas de producción global y costos de vacunación en regiones endémicas que se estiman en 21.000 millones de dólares anuales. Sin embargo, la verdadera carga económica de la fiebre aftosa es probablemente mucho mayor si se consideran las interrupciones del comercio internacional y local. Estos impactos pueden tener un efecto devastador en las comunidades rurales y las empresas que dependen de la ganadería.

Hace pocos meses, el virus de la fiebre aftosa se detectó en Europa, continente que normalmente está libre de la enfermedad, y que ahora experimenta su peor brote desde 2001. Alemania detectó un brote en enero de 2025, pero desde entonces ha sido declarada libre de la enfermedad. Sin embargo, un brote en Hungría un mes después, con casos posteriores en Eslovaquia, ha persistido. Como ejemplo del impacto de la fiebre aftosa en el comercio internacional, el gobierno del Reino Unido ha prohibido la importación de carne y productos lácteos procedentes de países europeos donde se ha detectado el virus, así como de Austria, debido al brote en la vecina Hungría.

Si bien la fiebre aftosa es endémica en Oriente Próximo, recientemente se ha producido un repunte de brotes causados por un serotipo exótico probablemente introducido desde África Oriental. Hasta la fecha, se han notificado casos en Bahréin, Irak y Kuwait, aunque otros países de Oriente Próximo y Eurasia Occidental presentan un alto riesgo de verse afectados.

MEDIDAS RECOMENDADAS

La FAO insta a todos los países a mantenerse alerta ante la amenaza actual. En los países afectados y en aquellos considerados de alto riesgo de incursión, se debe considerar lo siguiente:

Campañas de concienciación: informar a los productores de ganado y a las comunidades sobre el aumento de la amenaza de la fiebre aftosa y las medidas que pueden adoptar para proteger a su ganado.

Bioseguridad: este es el principal medio para prevenir y controlar la fiebre aftosa. Esto se puede lograr mediante la separación de los animales enfermos del resto del ganado y su examen por un profesional de la salud animal; evitar la introducción de animales de



procedencia desconocida para mantener la salud y la seguridad del ganado en las explotaciones no afectadas; evitar la mezcla de diferentes partidas de ganado durante el transporte y en los mercados; la limpieza y el vaciado exhaustivos de los mercados, vehículos y centros de transporte entre las ventas, con días de descanso; y la prevención del desplazamiento de personas, vehículos y otros materiales potencialmente contaminados con el virus entre explotaciones.

Vacunación: en combinación con medidas rigurosas de vigilancia y bioseguridad, la vacunación puede ser una herramienta muy eficaz para controlar la fiebre aftosa. Sin embargo, es fundamental que las vacunas sean compatibles con las cepas de campo y se administren según las especificaciones del fabricante.

Planificación de contingencias: se debe verificar que exista un plan de contingencia para la fiebre aftosa, con procedimientos operativos estándar (POE) para la vigilancia, la investigación de brotes y la vacunación.

Al implementar estas medidas, los países pueden reducir significativamente el riesgo de brotes de fiebre aftosa y proteger sus industrias ganaderas. Los recientes brotes de fiebre aftosa en Europa y la introducción de una cepa exótica del virus en Oriente Próximo subrayan la urgente necesidad de una detección temprana y de reforzar las medidas de bioseguridad para minimizar el impacto de la enfermedad. Muchas cepas del virus de la fiebre aftosa siguen circulando en diferentes partes del mundo, y los recientes brotes tanto en Europa como en Oriente Próximo ponen de relieve el riesgo constante que esta enfermedad supone para los medios de vida, la seguridad alimentaria y el comercio internacional.



El IPCVA firmó un acuerdo estratégico con la plataforma JD.COM

En la SIAL China se lanzó una herramienta para la inteligencia comercial de la carne argentina en el principal mercado de exportación.

La Sial China 2025 arrancó con buenas noticias para la carne argentina. El Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA) firmó un acuerdo de colaboración estratégica con JD.COM, una de las principales plataformas de comercio electrónico de China, reconocida por su alcance masivo, su logística propia y su posicionamiento como canal preferido para la compra de productos frescos por parte de los consumidores locales.

El convenio fue rubricado por Georges Breitschmitt, presidente del IPCVA, y Li Ranxin, gerente general del Negocio de Carnes Vacunas y Ovinas de JD.COM, durante la gran feria en la que el Instituto participa junto a 26 empresas exportadoras en el imponente pabellón Argentine Beef de 1.150 m². El acuerdo representa un gran avance en la estrategia de promoción internacional de la carne argentina, ya que no sólo implica una mayor visibilidad de la marca Argentine Beef dentro del ecosistema digital más influyente de China, sino que también abre nuevas posibilidades de relacionamiento directo con el consumidor final.

La alianza contempla acciones concretas como campañas de marketing digital, transmisiones en vivo con referentes, degustaciones, festivales gastronómicos, generación de contenido y presencia destacada en la plataforma. Además, JD se compromete a seguir ampliando la oferta y calidad de carne argentina en su tienda, mientras que el IPCVA brindará soporte institucional, materiales promocionales y acompañamiento técnico.

Uno de los puntos más relevantes es el intercambio de datos e información de consumo que permitirá al IPCVA y a los exportadores argentinos acceder a análisis de comportamiento del comprador chino,



tendencias de mercado y rendimiento de las acciones promocionales en tiempo real. Esta inteligencia comercial será clave para ajustar estrategias de posicionamiento, identificar nichos de valor y adaptar la oferta a las preferencias del consumidor chino. “Este acuerdo significa que entramos a un espacio privilegiado del comercio electrónico de China con una estrategia profesional, enfocada en construir marca y generar valor”, aseguró Breitschmitt tras la firma. Por su parte, Li Ranxin destacó que “La carne argentina tiene una excelente reputación en el mercado chino y vemos un potencial enorme de creci-

miento en segmentos que valoran la calidad, la trazabilidad y el sabor. Esta alianza nos permite trabajar juntos para aprovechar esa oportunidad”.

En un escenario global complejo, marcado por nuevas regulaciones, tensiones comerciales y una creciente competencia entre países exportadores, el IPCVA consolida de esta forma una estrategia de promoción inteligente y de largo plazo, anclada en alianzas institucionales y tecnológicas de alto impacto. La firma del convenio se enmarca en las acciones de promoción que desde hace años lleva adelante el IPCVA en China.

Cultivos starter. Conservantes biológicos. Mezcla de fosfatos. Métodos de fabricación a medida para conseguir productos más naturales, rentables y competitivos.

amerex
innovación • experiencia

Lo invitamos a visitar nuestro nuevo sitio
www.labamerex.com

Contacto: info@labamerex.com

Ugarteche 3107 - Piso 8 - CABA - Tel.: (54 11) 4806-9835 - www.labamerex.com

IFFA 2025

Innovación y optimismo de la industria



Del 3 al 8 de mayo, 63.117 visitantes de 144 países acudieron a Fráncfort del Meno, la mayoría de ellos relacionados con la industria de procesamiento de proteínas, pero también del comercio de alimentos, la industria del embalaje, la carnicería y la industria de las especias. El sector internacional de la carne y las proteínas utilizó IFFA para analizar y exhibir las tendencias en automatización, inteligencia artificial (IA) y robótica. La inteligencia de procesos basada en datos y respaldada por IA es el futuro, y numerosos expositores presentaron soluciones innovadoras para ello. Además, las empresas mostraron una amplia variedad de nuevos ingredientes, las tendencias en el procesamiento artesanal de la carne y productos elaborados a partir de proteínas alternativas.

"Ninguna distancia es demasiado lejos para IFFA, esto se ha demostrado una vez más de manera impresionante", dice Wolfgang Marzin, presidente y CEO de Messe Frankfurt. "Tres de cada cuatro visitantes vinieron a Fráncfort desde el extranjero, y especialmente desde fuera de Europa, como Estados Unidos, China, América del Sur y Australia". Marzin continúa: "Lo más notable fue la respuesta positiva en el ambiente en las salas. A pesar de las difíciles condiciones económicas actuales, había un verdadero espíritu de optimismo en las gradas. IFFA ha demostrado cuánto poder innovador hay en la industria, y que está lista para invertir en el futuro".

Bajo el lema "Repensar la carne y las proteínas", más de mil expositores de 52 países presentaron máquinas, tecnologías y soluciones para toda la cadena de valor, desde el procesamiento hasta el envasado, pasando por los ingredientes innovadores y las tendencias de venta. La amplia gama de productos ofrecidos por las empresas dejó claro que el procesamiento de carne y proteínas se está desarrollando rápidamente, impulsado por la creciente escasez de trabajadores calificados y la necesidad de procesos más eficientes. La atención se centró en las aplicaciones de IA y las soluciones de automatización, entre otras cosas. Las tecnologías digitales para el



análisis de los datos de producción también mostraron su potencial para una mayor transparencia, sostenibilidad y rentabilidad.

Los visitantes de la carnicería utilizaron IFFA para obtener una visión general de las soluciones prácticas para su negocio: desde sistemas digitales hasta estructuras comerciales modernas y tecnologías de envasado orientadas al futuro. El intercambio con colegas, los atractivos concursos y las ceremonias de entrega de premios mostraron la diversidad del comercio y completaron la experiencia de la feria.

Las proteínas alternativas son un segmento cada vez más importante de la industria alimentaria, lo que también se reflejó en el interés por el Mundo de las Nuevas Proteínas, que ocupó su propia zona de exposición por primera vez en el IFFA. Las innovaciones en torno al sabor, la textura y el valor nutricional fueron el foco de interés. Los nuevos productos basados en proteínas vegetales y micoproteínas de hongos, así como la fermentación de precisión, fueron los temas centrales de discusión.

EL PROGRAMA DEL EVENTO: EXPERIENCIA, INTERCAMBIO, INNOVACIÓN.

Con un programa de eventos variado y orientado a la práctica, IFFA ofreció impulsos e inspiración. La cocina de IFFA impresionó con una mezcla de cocción en vivo, degustaciones de productos y confe-

rencias especializadas. Los paneles de discusión abarcaron una amplia gama de temas: el statu quo en la carne cultivada, la biointeligencia en la ingeniería mecánica, las proteínas de origen vegetal para productos a medida y las oportunidades en el sector de las alternativas a la carne desde la perspectiva de las empresas emergentes fueron objeto de gran interés.

Con un espectáculo de innovación y conferencias, la fábrica de IFFA mostró cómo la ingeniería mecánica, la investigación y las empresas emergentes están abordando activamente la escasez de trabajadores calificados. La atención se centró en las tecnologías que hacen que los procesos sean más inteligentes, faciliten la operación y alivien a los empleados de manera específica. Los Discovery Tours, las visitas guiadas a expositores y productos seleccionados, también fueron muy populares.

La carnicería alemana demostró de manera impresionante la alta calidad y la artesanía de las empresas en concursos de productos y calidad. En la ceremonia de entrega de premios al Carnicero del Año 2025, los representantes del gremio se reunieron para seleccionar al representante de una carnicería moderna y gestionada de forma sostenible. Los concursos internacionales y las ceremonias de entrega de premios también fueron particularmente populares.

La Argentina será sede del primer Campeonato Mundial de Carnes (CMDC®)

Tendrá lugar el 30 de octubre de 2025 en restaurante El Central, en La Rural de Buenos Aires.



Reconocida mundialmente por la calidad de su carne bovina, la Argentina será anfitriona del primer Campeonato Mundial de Carnes (CMDC®). El 30 de octubre de 2025, en el restaurante El Central de La Rural, en la Ciudad de Buenos Aires, se coronarán a los mejores cortes del mundo. Este certamen busca identificar los mejores bifes de chorizo y ojos de bife del mundo, así como dar a conocer quiénes, dónde y cómo se producen. Este evento no sólo promueve la difusión de estos cortes excepcionales, sino que también fomenta un acercamiento entre los productores, la industria, la gastronomía y los consumidores. A su vez, contribuye a impulsar mejoras en la calidad de la carne, proporcionando información valiosa a todos los integrantes de la cadena de valor.

El CMDC® está organizado por el Dr. Luis Barcos -Médico Veterinario creador de la Escuela de Sommelier de Carnes de la Argentina y la Escuela de Oficios de la Carne de Argentina-, la revista AmeriCarne y Messe Frankfurt Argentina, filial local de la empresa líder en exposiciones profesionales a nivel mundial. La competencia internacional busca seleccionar a los mejores bifes de chorizo y ojo de bife a nivel global, diferenciados entre alimentados a pasto o alimentados a grano. Abierta a todo el mundo, las muestras se pueden enviar desde el 1 de julio hasta el 1 de octubre de 2025. Bajo un riguroso sistema de evaluación, sommeliers de carnes, expertos internacionales y consumidores elegirán los mejores cortes del mundo, elevando la industria hacia nuevos estándares de calidad. Los objetivos del Campeonato Mundial de Carnes - CMDC® son promover la excelencia en la producción de carne, fortalecer todos los eslabones de la cadena de valor y fomentar el reconocimiento de este producto noble en la dieta de los consumidores.

LA JURA

Con el objetivo de garantizar resultados absolutamente confiables, para el CMDC® se ha diseñado un procedimiento único a nivel mundial que permite obtener resultados de muy alta confiabilidad y precisión científica. Los cortes de carne seleccionados reflejarán, sin lugar a dudas, los mejores ejemplares del mundo en cada edición del CMDC®, como resultado de una evaluación rigurosa y objetiva. El procedimiento establecido se estructura en cuatro etapas. En primer lugar, al momento de recibir las muestras, se realiza un análisis de las condiciones básicas, que incluye la identificación de los cortes, la fecha de

vencimiento, el aspecto, así como la integridad del envase y del corte. Luego se procede a las etapas de evaluación con tres tipos de jurados especializados: Jurado de Sommeliers de Carnes, Expertos internacionales invitados, y Jurado de consumidores. Asimismo, el jurado estará integrado por chefs de reconocimiento internacional por su trabajo en carne bovina, quienes presidirán cada una de las mesas de evaluación de los consumidores

CORTES Y CATEGORÍAS

Se evaluarán dos cortes: el Bife de chorizo y el Ojo de bife, a su vez se dividen en dos categorías, los que provienen de animales alimentados a pasto y los que provienen de animales alimentados a grano. A los efectos de este Campeonato se entenderá por alimentados “a pasto” a los animales a los cuales se les ha suministrado para su alimentación pasturas naturales o pasturas cultivadas consumidas en forma directa o conservadas por métodos de ensilado o henificación. Para alimentación “a grano” se entiende a los efectos de este campeonato a los animales que han sido alimentados y/o suplementados con granos. La información acerca de la alimentación de los animales a los efectos de la clasificación de los cortes se tomará en base al formulario de inscripción que realicen los participantes al registrar e inscribir su muestra en el Campeonato Mundial de Carnes – CMDC®.

ENVÍO Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Los cortes elegidos para ser juzgados en el CMDC® son el Bife de Chorizo y el Ojo de Bife, únicamente estos cortes serán recibidos y podrán participar del campeonato. Los participantes deberán enviar una pieza entera de Bife de Chorizo y/o una pieza entera de Ojo de Bife para competir. Antes de comenzar el registro, los organizadores deberán tener disponible la información del titular o propietario de la muestra y la información propia de cada corte de carne que van a registrar en CMDC®.

Bife de chorizo - La cobertura de grasa debe quedar prolija y limpia, tanto en la superficie exterior como en la zona en contacto con las costillas, sin restos de grasa o cartilago. Luego, en los extremos de la pieza,

se debe dejar el centro del bife de chorizo. Para ello, se recomienda cortar al menos una rodaja de aproximadamente 10 centímetros del extremo que se une con el cuadril. Queda claramente definido el músculo del bife. En el otro extremo, se debe cortar al inicio del ojo de bife, de modo que la pieza quede en condiciones ideales para la competencia. La muestra final debe tener un tamaño que permita obtener al menos seis rodajas de 2,5 centímetros de grosor cada una. Posteriormente, se debe envasar al vacío y congelar mediante un proceso de congelación rápida para preservar la calidad de la carne.

Ojo de bife - La pieza entera de ojo de bife debe prepararse sin cordón y estar limpia de todas las caras. En los extremos, es fundamental verificar que la pieza corresponda al corte neto del ojo de bife, sin incluir otros músculos adicionales que puedan presentarse hacia la cabeza del animal. La muestra debe tener un tamaño que permita obtener al menos seis rodajas de 2,5 centímetros de grosor cada una. Posteriormente, se debe envasar al vacío y congelar mediante un proceso de congelación rápida para garantizar la conservación de la calidad de la carne.

Una vez que todos los cortes estén correctamente preparados, se debe colocar una etiqueta que contenga al menos la siguiente información:

- Fecha de faena del animal
- Fecha de producción
- Fecha de vencimiento
- Nombre del corte
- Nombre y número de habilitación del frigorífico donde se ha producido el corte
- Muestra sin valor comercial – No permitida su comercialización

Los cortes deberán enviarse consignados a:

Campeonato Mundial de Carnes – CMDC®

Dirección: Virrey Ceballos 1829 – Código Postal C1135AAM – Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina – Establecimiento Número SENASA: 1101

MÁS INFORMACIÓN:

<https://cmdc.com.ar>

Una mirada al futuro: inteligencia artificial para monitorear el bienestar en granjas avícolas

Gideon Ajibola¹, Valerie Kilders² y Marisa A. Erasmus¹

¹Departamento de Ciencias Animales - Universidad de Purdue. Indiana, EE. UU.

²Departamento de Economía Agrícola - Universidad de Purdue. Indiana, EE. UU.



Palabras clave: bienestar animal, inteligencia artificial, avicultura, productores, público

INTRODUCCIÓN

La industria avícola es crucial para la economía mundial y la seguridad alimentaria. El crecimiento de la población mundial ha provocado un aumento concomitante de la demanda de productos avícolas, y se proyecta que la demanda mundial de carne y huevos de ave aumente a 181 y 102 millones de toneladas para 2050, respectivamente, partiendo desde 82 (carne) y 62 (huevos) millones de toneladas en 2005 (Smith *et al.*, 2015). Satisfacer esta demanda requiere una producción avícola intensiva a gran escala, caracterizada por un impacto ambiental sig-

nificativo y una creciente preocupación pública por el bienestar de los animales de granja.

El bienestar animal se refiere al estado físico y mental de un animal en relación con sus condiciones de vida. Si bien es deseable realizar un seguimiento del estado de bienestar a nivel individual, tal evaluación individual es particularmente difícil en la producción avícola, donde miles de animales pequeños con apariencia similar se alojan juntos. Por lo tanto, la práctica actual consiste en evaluarlo a nivel poblacional, lo que puede llevar a que se pasen por alto los problemas de bienestar. El rápido desarrollo de la inteligencia artificial (IA) y su aplicación a este tema brindan una oportunidad única para mejorar el monitoreo del bienestar de las aves de corral.

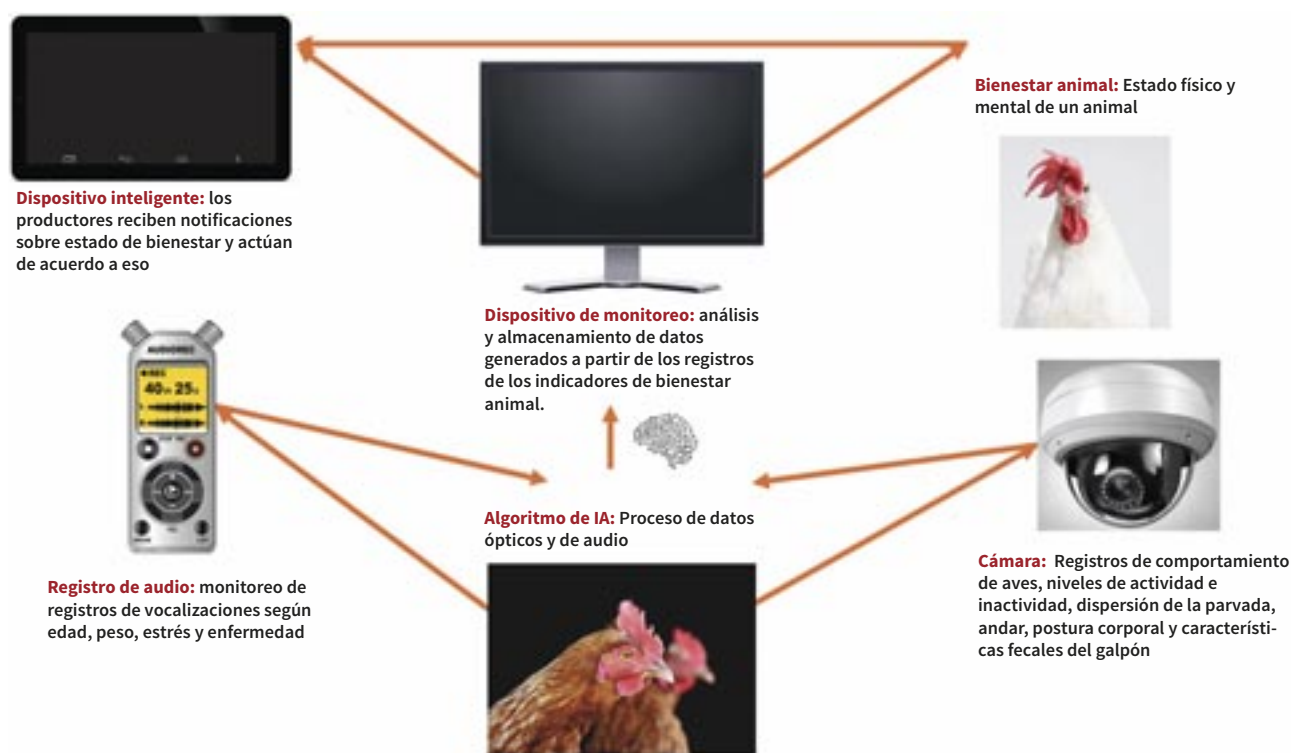
La recopilación de información sobre el comportamiento de las aves, en particular sus vocalizaciones y movimientos, ofrece oportunidades invaluable para identificar tempranamente posibles problemas de bienestar y monitorear a los animales en tiempo real (Figura 1). Sin embargo, a pesar de los avances en la investigación de algoritmos de IA para el monitoreo continuo y no invasivo de animales vivos, su uso en granjas sigue siendo limitado. En este artículo, analizamos la aplicación de la IA para el monitoreo no invasivo del bienestar avícola y los factores

que limitan su adopción y aplicación en granjas. Además, analizamos nuestra perspectiva sobre posibles soluciones para superar la brecha entre la investigación y la práctica.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL MONITOREO DEL BIENESTAR AVÍCOLA

El creciente interés del público en la cría y el bienestar animal ha generado licencias sociales y muchos consumidores prefieren comprar productos avícolas de producción humanitaria certificados por audito-

Figura 1 - La inteligencia artificial, combinada con otras tecnologías, hace posible el monitoreo en tiempo real de los animales y ofrece oportunidades para la identificación temprana de problemas de bienestar animal.



res externos. En la práctica, las evaluaciones del bienestar avícola se realizan en forma manual sobre submuestras de animales dentro de la parvada o mediante transectos, donde los observadores recorren la parvada y registran la prevalencia y la gravedad de diversas afecciones que afectan a las aves. Sin embargo, las auditorías de bienestar son una instantánea, ya que se realizan en una etapa específica, no a lo largo del ciclo de producción, ya que las evaluaciones del bienestar físico de miles de aves requieren mucho tiempo y son laboriosas. Además, la sujeción y el manejo de aves individuales para la evaluación

del bienestar podrían afectar a los animales y potencialmente influir en el resultado de la evaluación. Por lo tanto, la vigilancia innovadora del bienestar avícola sin contacto, que fomenta la toma de decisiones basada en datos, es una solución para estos desafíos del monitoreo en la granja. Los datos recopilados por IA pueden facilitar la evaluación y auditoría del bienestar, ya que estas auditorías podrían incluir un examen retrospectivo de las interacciones entre humanos y animales, así como de la calidad de vida general del rebaño, lo que podría aumentar la confianza pública en la producción avícola.

En las últimas décadas, se han logrado grandes avances en el uso de herramientas tecnológicas portátiles y sin contacto (IA y sensores) para mejorar el monitoreo del ganado. Sin embargo, la idoneidad de los sensores para el bienestar avícola es limitada debido al pequeño tamaño de las aves, su ciclo de producción relativamente corto (por ejemplo, en el caso de las aves de corral, donde los sensores deben instalarse y retirarse en un plazo corto), el costo de los sensores, las limitaciones para su recuperación y los posibles problemas de inocuidad alimentaria que podrían surgir si los sensores usados en animales terminan en productos alimenticios, lo que requiere el desarrollo de sensores y sistemas que puedan monitorear a los animales a distancia. De hecho, ya existen diversos algoritmos para supervisar el comportamiento avícola e identificar los problemas de producción y bienestar. Sin embargo, estos algoritmos de IA suelen monitorear aspectos específicos de la salud o el comportamiento de las aves, mientras que el bienestar animal requiere una evaluación holística de las aves, su estado mental, salud y funcionamiento biológicos, así como sus interacciones ambientales y sociales (Mellor y Beausoleil, 2015).

El uso de la IA para supervisión del bienestar animal aún depende de que los humanos seleccionen las medidas a incluir en las evaluaciones, interpreten las implicancias de estas medidas y entrenen el algoritmo de IA según su definición de bienestar animal. Es decir, la IA no puede abordar la subjetividad asociada a la evaluación del bienestar animal. Además, la evolución continua de los algoritmos de IA puede ser beneficiosa (se necesitan algoritmos mejorados para monitorear holísticamente los cambios en el bienestar animal) y perjudicial (el cambio constante puede dificultar la adopción de la IA en las granjas al crear la percepción de que las tecnologías de IA necesitan actualizarse constantemente). Si bien las posibilidades de usar la IA para monitorear el bienestar animal son infinitas, los investigadores aún tienen que integrar diversas fuentes de datos para evaluarlo de manera integral y su uso aún se limita principalmente al laboratorio.

DE LA COMPUTADORA AL ESTABLO: BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA IA

La brecha entre la investigación y la práctica es un fenómeno común en todas las disciplinas, y la ciencia del bienestar animal no es la excepción. Weary *et al.* (2016) observaron que las innovaciones desarrolladas por científicos especializados en bienestar animal no se adoptan en la práctica en la industria ganadera porque no tienen en cuenta las limitaciones de la industria. Actualmente, la mayoría de los algoritmos ópticos y auditivos desarrollados en el laboratorio para el bienestar avícola no están disponibles en forma comercial para la industria avícola, ya que se entrenan y validan en entornos de investigación controlados. Por lo tanto, la transferencia exitosa de estas tecnologías de la investigación a la industria avícola depende de la adaptabilidad de los algoritmos de IA a entornos nuevos y complejos. Las granjas difieren en estructura y gestión; la distribución del galpón, el equipo, la densidad de población y el material de cama fomentan la oclusión de imágenes, las zonas de sombra, el ruido que afecta a las grabaciones auditivas y los fondos confusos en las imágenes de las cámaras.

Por consiguiente, los algoritmos deben entrenarse en cada galpón o con grabaciones de cada entorno antes de su implementación, y los expertos que ofrecen estos servicios son limitados o inexistentes. Incluso si se aplican algoritmos que puedan evaluar holísticamente el bienestar animal a los datos de vídeo recopilados en granjas comerciales, la cantidad de imágenes necesarias para entrenar los algoritmos y que puedan aplicarse al monitoreo en la granja aún requieren demasiado tiempo como para que valga la pena.

Para los sistemas de IA que se pueden implementar en la granja, existen consideraciones adicionales. Desde una perspectiva económica, es esencial evaluar los costos de instalación y mantenimiento del sistema en relación con las prácticas actuales. Las operaciones más pequeñas, en particular, podrían tener dificultades para justificar los ajustes necesarios en la infraestructura y la contratación de personal capacitado para monitorear estos sistemas. La carga financiera podría representar una barrera significativa, especialmente considerando los estre-

chos márgenes de ganancia típicos de las pequeñas empresas agrícolas. Además, cuestiones sobre cómo almacenar, interpretar y utilizar el flujo inagotable de datos generados por la IA para la evaluación del bienestar siguen siendo un enigma para los productores.

SUPERANDO BARRERAS: PERSPECTIVA DE LOS AUTORES

Se están desarrollando en el laboratorio algoritmos integrados para monitoreo en tiempo real y alarmas para intervenciones de manejo rápidas con resultados prometedores. Es sólo cuestión de tiempo antes de que esta tecnología sea más accesible para su uso en granjas. Sin embargo, la disponibilidad de IA para este monitoreo no garantiza su uso en la práctica. Un punto de partida podría ser proporcionar orientación sobre qué diseños de sistemas de alojamiento y condiciones ambientales son los más adecuados para la IA. A esto le podría seguir el desarrollo de protocolos para el uso de la IA en supervisión del bienestar avícola en granjas. Por ejemplo, los protocolos podrían ofrecer orientación sobre la altu-

ra, el ángulo y la posición de las cámaras y micrófonos, la calidad de imagen y audio necesaria, y el modelo o versión del algoritmo. Además, proporcionar orientación sobre cómo modificar los protocolos para aplicar la IA en condiciones específicas facilitaría su uso en la granja.

Más allá de la asistencia técnica y la experiencia especializada, se necesita información sobre las perspectivas de los productores con respecto a la IA. Investigaciones previas han demostrado que los agricultores perciben riesgos en múltiples dimensiones de sus operaciones, incluyendo los riesgos tradicionales de las explotaciones agrícolas, los riesgos humanos y los riesgos legales (Thompson *et al.*, 2019). Además, estudios muestran que, entre otros, los factores sociopsicológicos, el conocimiento y la percepción de la tecnología son determinantes en las decisiones de adopción (Adnan *et al.*, 2019). Por lo tanto, es importante responder a preguntas como: ¿cuáles son las actitudes de los avicultores hacia estas tecnologías y su adopción? y ¿qué factores, además del costo, podrían obstaculizar su adopción?



¿ESTÁS GARANTIZANDO LA SEGURIDAD Y CALIDAD DE TUS ALIMENTOS?

Laboratorios
GRANOTEC

En los Laboratorios Granotec contamos con un calificado equipo de profesionales que combinan su experiencia y conocimiento, con un alto sentido de compromiso, para brindar así diferentes Servicios de Análisis precisos y confiables.

- ✓ ANÁLISIS DE TRIGOS
- ✓ DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE ALÉRGENOS
- ✓ ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE ALIMENTOS
- ✓ ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS
- ✓ ETIQUETADO NUTRICIONAL
- ✓ CARACTERIZACIÓN DE HARINAS
- ✓ CIRCUITOS INTERLABORATORIOS (CIPEA)
- ✓ ESTUDIO DE VIDA ÚTIL

DESCUBRE MÁS AQUÍ



CONSULTÁ POR LOS DIFERENTES TIPOS DE ANÁLISIS

 sac@granotec.com.ar  +54 9 11 5595 0841  Seguíenos en nuestras redes



Además, se necesita información sobre si las medidas políticas de apoyo pueden tener un impacto positivo en la adopción de la IA. Incentivos fiscales, subvenciones, préstamos a bajo interés o incluso subsidios para aliviar la carga financiera de la inversión inicial y los costos de mantenimiento continuo podrían ser suficientes para convencer a los productores de adoptarlas. Asimismo, las campañas de información y la capacitación dirigida por la extensión podrían ayudar a aliviar las preocupaciones y facilitar el proceso de transición. Este apoyo político también podría hacer que la tecnología sea más accesible para una gama más amplia de productores, incluidas las operaciones más pequeñas.

Como grupo clave de interés, es necesaria la información sobre la opinión pública respecto al uso de la IA en la producción avícola y de huevos. Para ayudar a los productores a tomar decisiones de adopción, es crucial comprender si los productores y minoristas pueden capitalizar las mejoras generadas por la IA a través de precios más altos, obtenidos, por ejemplo, mediante etiquetas específicas de alimentos. Por otro lado, también es posible que algunos consumidores prefieran productos de animales criados sin la asistencia de la IA, lo que requiere un enfoque matizado para las estrategias de marketing y adopción.

CONCLUSIÓN

La producción avícola sostenible que incluye disposiciones para el bienestar de los animales de granja puede beneficiarse enormemente de los avances en la IA. La ciencia del bienestar animal es un campo multidisciplinario, por lo tanto, el desarrollo y la adopción de IA para su uso en granjas requieren la colaboración y la capacitación cruzada entre las partes interesadas, incluidos etólogos, productores, cuidadores de animales, especialistas en tecnología, formuladores de políticas y consumidores.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado con fondos proporcionados por la Facultad de Agricultura de la Universidad de Purdue y el Departamento de Ciencias Animales de la Universidad de Purdue.

REFERENCIAS

- Adnan, N., S.M. Nordin, M.A. Bahrudin, and A.H. Tareq.** 2019. A state of-the-art review on facilitating sustainable agriculture through green fertilizer technology adoption: Assessing farmers behavior. *Trends Food Sci Technol.* 86:439–452. doi:10.1016/j.tifs.2019.02.040
- Mellor, D.J., and N.J. Beausoleil.** 2015. Extending the ‘Five Domains’ model for animal welfare assessment to incorporate positive welfare states. *Anim. Welf.* 24(3):241–253. doi:10.7120/09627286.24.3.241
- Smith, D., S., Lyle, A., Berry, N., Manning, M., Zaki, and A., Neely.** 2015. Internet of animal health things (IoAHT) opportunities and challenges. Cambridge, (UK): University of Cambridge.
- Thompson, N.M., C. Bir, and N.J.O. Widmar.** 2019. Farmer perceptions of risk in 2017. *Agribusiness* 35(2):182–199. doi:10.1002/agr.21566
- Weary, D.M., B.A. Ventura, and M.A.G. von Keyserlingk.** 2016. Societal views and animal welfare science: understanding why the modified cage may fail and other stories. *Animal.* 10(2):309–317. doi:10.1017/S1751731115001160.

FUENTE:

A peep into the future: artificial intelligence for on-farm poultry welfare monitoring.
Gideon Ajibola , Valerie Kilders , , Marisa A Erasmus.
Animal Frontiers, Volume 14, Issue 6, December 2024. <https://doi.org/10.1093/af/vfae031>

Excelencia y servicio, en cada nuevo desafío.

Cuidamos la calidad de los alimentos, desde el comienzo.

Desde hace **70 años**, proveemos **sistemas de refrigeración industrial** para salas de procesamiento, túneles de congelamiento y cámaras de conservación según los más altos estándares de seguridad y calidad, priorizando **refrigerantes amigables** con el medio ambiente.



Mercofrío



Rafaela, Santa Fe
www.vmc.com.ar



PAGANINI COMBA

TUMBLERS 2.600L A 10.000L

**TUMBLERS DE ALTO RENDIMIENTO
ESTABLES, DURADEROS Y DE POCO MANTENIMIENTO.
VERSÁTILES Y SIMPLES, PERMITEN MAYOR FACILIDAD
DE LIMPIEZA Y MENOR PERDIDA DE PRODUCTO.**

CONTROLE Y OPERE LOS TUMBLERS
DESDE SU CASA CON SU SMARTPHONE

 COMPATIBLE

 **PAGANINI
COMBA**

45 AÑOS DE INNOVACIÓN EN MAQUINARIAS
PARA LA INDUSTRIA FRIGORÍFICA
www.paganinicomba.com.ar

Prácticas de cría porcina que comprometen la bioseguridad y provocan un bienestar deficiente

Patricia Tatemoto^{1,2*}, Fernanda Vieira¹ y Donald M. Broom³

¹Sinergia Animal Verein zum Schutz der Tiere. Viena, Austria.

²Centro de Estudios Comparativos en Sostenibilidad, Salud y Bienestar - Departamento de Medicina Veterinaria y Sanidad Animal - Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad de São Paulo. São Paulo, Brasil.

³St Catharine's College y Departamento de Medicina Veterinaria - Universidad de Cambridge. Cambridge, Reino Unido.



Palabras clave: bienestar animal, confinamiento extremo, agricultura sostenible, alojamiento de cerdos, resistencia a los antimicrobianos.

INTRODUCCIÓN

Harrison⁽¹⁾ informó hace 60 años sobre las condiciones en la industria porcina, que no respetaban las cinco libertades que fueron establecidas por el Comité Brambell un año después. Hoy en día, si bien en algunos países el bienestar de los cerdos ha mejorado, en muchos otros las condiciones son peores, a pesar de la extensa investigación sobre las necesidades y el bienestar de estos animales. Otro ejemplo de la discrepancia entre la ciencia y lo que ocurre en la industria ganadera es el uso indebido de antibióticos en protocolos no terapéuticos. La resistencia a los

antimicrobianos representa una amenaza considerable para la salud pública, con un estimado de 4,95 millones de muertes humanas asociadas con la resistencia bacteriana a los antimicrobianos en 2019^(2, 3).

En respuesta a las presiones económicas, la industria porcina ha seleccionado animales para aumentar su productividad. Estas modificaciones, combinadas con las condiciones inadecuadas en muchas granjas, pueden tener efectos negativos en el bienestar. Por ejemplo, un gran número de lechones por camada aumenta la competencia por la leche, mientras que el confinamiento extremo impide que los cerdos desarrollen plenamente su repertorio conductual. Estos factores aumentan la probabilidad de comportamientos lesivos, con la consecuencia de lesiones cutáneas y de otro tipo. La respuesta ante la posibilidad de lesiones por mordeduras o caudofagias en lechones debería ser mejorar la calidad del entorno para satisfacer las necesidades de los animales, pero a menudo se trata de cortes de dientes o cortes de cola dolorosos. La agresión entre hembras en corrales se produce principalmente debido a la falta de oportunidades para comportamientos preferidos, como hojar y manipular materiales. Además, existe competencia por el alimento o el espacio para establecer relaciones sociales⁽⁴⁻⁶⁾. Esto también se aplica a otros animales de granja confinados en entornos artificiales⁽⁷⁾. Los lechones criados por sus

madres en corrales muestran varios signos de mayor bienestar, como mayor juego y menor manipulación oral, y generalmente presentan mejores tasas de crecimiento que los criados en parideras⁽⁸⁾. Se reconoce que, en el pasado, las motivaciones para la industrialización de la porcicultura incluían su potencial impacto en el control de enfermedades y la eficiencia. La mayor parte de la información disponible enfatiza los beneficios de la intensificación y respalda las prácticas actuales que afectan negativamente el bienestar animal, incluida la salud. Por lo tanto, nuestro objetivo fue abordar otro aspecto: cómo estas prácticas negativas continúan permitiéndose a pesar de la gran cantidad de conocimiento científico que aboga por la prohibición de ciertos métodos. Nuestro objetivo es destacar los problemas creados o agravados por sistemas en los que los animales están inmunodeprimidos debido a entornos deficientes que ofrecen oportunidades limitadas para mejorar su bienestar. Si bien ciertas áreas del mundo, como la Unión Europea, han mejorado el bienestar de los cerdos, las prácticas negativas siguen siendo comunes en muchos países, por lo que aún es necesaria una investigación exhaustiva de las prácticas nocivas.

IMPACTOS NEGATIVOS DEL ALOJAMIENTO DE LAS CERDAS Y LOS SISTEMAS DE MANEJO EN SU BIENESTAR

El confinamiento de las cerdas en jaulas individuales de gestación simplificó el manejo y redujo el espacio necesario en las granjas^(4, 9, 10). Sin embargo, este confinamiento prolongado y cerrado de un animal social cognitivamente complejo es quizás el peor trato que los humanos pueden dar a cualquier animal. Se presentan anomalías extremas de comportamiento, como estereotipias, y una amplia gama de otros problemas para las cerdas, así como impactos en la resiliencia de sus crías, algunos de ellos a través de efectos epigenéticos^(8, 11-15). Los sistemas de partos confinados impiden algunas interacciones entre cerdas y lechones, reducen la duración de la lactancia, reducen el comportamiento de reposo y aumentan las lesiones en patas y hombros.

Además de los signos conductuales de bienestar deficiente, mantener a las cerdas en jaulas o ataduras perjudica la función cardíaca, altera la conforma-



ción corporal, reduce la resistencia ósea y dificulta los cambios de postura^(16, 17). La agresión entre cerdas en jaulas vecinas ocurre y puede ser más intensa debido a la falta de oportunidad de mostrar un comportamiento social normal⁽¹⁸⁾. La imposibilidad de que las cerdas identifiquen la finalización de la interacción agonística provoca frustración y sentimientos de agresión más prolongados hacia las cerdas vecinas. La cojera en cerdas inmunodeprimidas y la incidencia de otras enfermedades pueden ser mayores en jaulas que en alojamiento en grupo, aunque el manejo de la higiene es un factor crucial en este último caso. Las lesiones cutáneas atribuidas a la presión sobre el suelo, como las úlceras por decúbito, son más comunes en las jaulas. La performance reproductiva de las cerdas no aumenta en las jaulas⁽¹⁶⁾.

La agresión resultante de la introducción de cerdas desconocidas es un desafío crucial identificado en el alojamiento en grupo⁽¹⁹⁾. Además del fracaso reproductivo, la agresión también puede provocar cojera, competencia por el acceso al alimento y un consumo variable de alimento⁽¹⁹⁾. La estabilidad del



La paridera impide el comportamiento natural

grupo minimiza este problema. Las cerdas recuerdan los eventos sociales y siempre deben regresar al grupo del que provienen, por ejemplo, después del parto. Si es necesario incorporar cerdas a los grupos, los problemas de agresión se reducen mediante un período de familiarización en corrales adyacentes con cierto grado de contacto. Un amplio espacio disponible, la disponibilidad de material manipulable como la cama y un sistema de alimentación bien diseñado son elementos cruciales para el éxito del alojamiento en grupo de cerdas destetadas^(19, 20). Un mayor espacio disponible durante la reagrupación después del destete puede reducir la agresión y las lesiones posteriores en las cerdas^(21, 22).

Desde que los cerdos fueron domesticados hace aproximadamente diez mil años^(23, 24), la selección y el manejo forzados los han transformado. Por ejemplo, el tamaño de la camada ha aumentado significativamente, pasando de cuatro a siete crías⁽²⁵⁾ a 10 a 15, llegando a tener hasta 41 lechones de una sola hembra⁽²⁶⁾ en un caso excepcional. Se ha reportado que el número promedio de lechones por cerda por parto varía de 14,5 a 17^(27, 28). Sin embargo, la hiperprolificidad en las cerdas plantea preocupaciones respecto al bienestar tanto de la cerda como del lechón, así como sobre la viabilidad de la camada debido a las pérdidas previas al destete⁽²⁸⁾. Cuando las cerdas se mantienen en un entorno natural, el destete ocurre entre las 14 y las 17 semanas de edad⁽²⁹⁾, mientras que en entornos comerciales, el destete se realiza a las tres semanas y, a menudo,

entre las cuatro y las cinco semanas. En los sistemas comerciales más comunes, las cerdas reproductoras se inseminan por primera vez alrededor de los cinco o seis meses de edad⁽³⁰⁾. Su gestación dura aproximadamente 114 días, pero entre cinco y siete días antes del parto, las cerdas son trasladadas a una paridera⁽³¹⁾.

La paridera impide la construcción de un nido, lo cual es un comportamiento muy acendrado, y las cerdas no pueden expresar comportamiento maternal ni interactuar con sus crías en forma adecuada^(32, 33). Las cerdas suelen recibir oxitocina para acelerar el parto⁽³⁴⁻³⁶⁾. La oxitocina

tiene un impacto positivo en las situaciones de partos lentos, ayudando a asegurar que los lechones nazcan a tiempo y reduciendo los riesgos causados por un parto prolongado. Sin embargo, su uso indebido puede resultar en riesgos significativos para la salud tanto de las cerdas como de los lechones⁽³⁷⁾. Un metaanálisis demostró que las cerdas que recibieron oxitocina tuvieron un mayor número de lechones nacidos muertos en comparación con las cerdas sin administración de oxitocina⁽³⁴⁾.

La progenie de las cerdas reproductoras se selecciona por su rápido crecimiento. El rápido crecimiento que exige la porcicultura requiere un estricto control de la alimentación para las madres. Sin él, los animales pesados como las cerdas, que viven más tiempo, pueden desarrollar problemas de salud. Para asegurar la producción de lechones con un crecimiento rápido y altas tasas de conversión alimenticia, las cerdas portan estos rasgos, que influyen tanto en ellas como en sus crías. Esto significa que también tienen un apetito enorme, pero generalmente sólo reciben entre el 50% y el 60% de su ingesta voluntaria de alimento⁽³⁸⁾.

Dado que las cerdas crecen muy rápido, pero se aplican restricciones para controlar su peso y evitar otros problemas de salud⁽³⁹⁾, a menudo experimentan hambre durante la gestación. Una restricción severa de alimentación resulta en una motivación alimentaria continua e insatisfecha⁽⁴⁰⁾, ya que los cerdos, en condiciones más naturales, pasan gran parte

del día buscando alimento. Lidar con el hambre diaria a menudo genera frustración y agresividad⁽⁴¹⁾.

Los cerdos se sacrifican aproximadamente a los cinco o seis meses de edad. Sin embargo, para entonces pueden comenzar a manifestarse algunas consecuencias negativas del crecimiento rápido⁽⁴²⁾. Los protocolos de restricción alimentaria, que a menudo limitan la ingesta ad libitum de las cerdas y la cantidad que eligen comer⁽⁴³⁾, se imponen para evitar problemas relacionados con la obesidad. Esta restricción provoca hambre y es una de las principales fuentes de estrés para las cerdas gestantes⁽⁴⁴⁾.

Las cerdas pueden experimentar problemas locomotores debido a su rápido crecimiento, y los efectos subyacentes causan mucho dolor. Otro efecto demostrado de la alimentación con concentrado convencional a cerdas durante la gestación es que tienen crías más agresivas que las de cerdas que recibieron una dieta rica en fibra⁽⁴⁵⁾. Dado que la dieta se consideró igual en cuanto a valor nutricional, los autores infirieron que la saciedad era una variable importante que proporcionaba información y moldeaba a la descendencia durante su desarrollo. La restricción alimentaria en el entorno prenatal puede aumentar la competitividad de la descendencia, lo que resulta en mayor agresividad⁽⁴⁵⁾. Esto podría ser un intento evolutivo de preparar mejor a los lechones para un entorno posnatal donde existen disputas por los recursos y donde la agresividad sería un fenotipo que podría aumentar las tasas de supervivencia. Esta adaptación tiene efectos negativos no deseados en la ganadería intensiva, especialmente en corrales de alta densidad y hacinamiento sin estímulos positivos.

BIENESTAR DE LOS LECHONES, INCLUIDA LA SALUD

El entorno en el que se mantiene a un animal durante la gestación puede provocar cambios en diversas cualidades de la descendencia⁽⁴⁶⁻⁵⁰⁾. Los desafíos en los períodos prenatal y neonatal pueden modular factores como la reactividad emocional, la capacidad de respuesta a factores estresantes y la cognición^(49, 51). Por lo tanto, se ha demostrado que el entorno prenatal de los lechones afecta a su bienestar, incluyendo aspectos de su salud, así como a la organización del sistema nervioso central⁽¹¹⁻¹⁵⁾. Las condiciones deficientes y desérticas, como las jaulas



testo

104-IR

37.0

HOLD

ON OFF

ESCANEA ME

Control de temperatura flexible

Termómetro por Infrarrojos y de penetración, todo en uno.

- Mide la temperatura interior y de las superficies
- Bisagra robusta y duradera
- Compacto y lavable
- Conforme a HACCP

www.testo.com.ar

Testo Argentina S.A.
Yerbal 5266 - 4° piso (C1407EBN) - Buenos Aires
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar - Tel.: (011) 4683-5050



El hacinamiento puede fomentar el comportamiento agresivo

de gestación o los entornos con bajos estímulos positivos que no satisfacen las necesidades de las cerdas, pueden afectar negativamente el desarrollo de los lechones. Las malas condiciones en las que se mantienen los verracos durante el desarrollo de los espermatozoides también pueden afectar el desarrollo de los lechones⁽⁵²⁾.

La investigación ha documentado las consecuencias de las prácticas dolorosas realizadas por la industria porcina durante los primeros días de vida de un lechón⁽⁵³⁻⁵⁵⁾. Es evidente que el corte de orejas, el recorte de dientes, el corte de cola con cauterización caliente y el desgarro durante la castración provocan un aumento del dolor⁽⁵³⁾. El corte de dientes a los lechones es una práctica adoptada por la industria para evitar los problemas generalmente causados por las condiciones estresantes en las que se crían estos animales⁽⁵⁶⁾. El hacinamiento en los galpones y los entornos carentes de estímulos positivos pueden fomentar el comportamiento agresivo en los lechones y los cerdos en crecimiento^(5, 6, 57). No parece haber registros sistemáticos de lesiones faciales

en lechones o en los pezones de las cerdas en entornos seminaturales⁽⁵⁶⁾, lo que sugiere que estos problemas no son importantes en dichos entornos, sino que se ven exacerbados por las condiciones estresantes a las que están expuestos los animales en condiciones de uso generalizado. Una razón para justificar la mutilación mediante corte de dientes es que pueden causar lesiones en las áreas mamarias de las cerdas^(56, 58). Se sabe que el sistema de parto y el tipo de piso son factores de riesgo para las lesiones faciales en los lechones y las lesiones mamarias en las cerdas⁽⁵⁶⁾. Además, la cantidad de lechones por cerda se ha manipulado para que aumente con el paso de los años, lo que genera una mayor competencia entre ellos. Sin embargo, algunos estudios han demostrado que las buenas prácticas de manejo pueden hacer innecesario el corte rutinario de dientes. Por ejemplo, un entorno enriquecido en las primeras etapas de la vida puede reducir las lesiones faciales en los lechones y las lesiones en los pezones^(56, 59). Aunque están prohibidas en la UE desde 2008⁽⁶⁰⁾, estas prácticas siguen permitidas en muchas partes del mundo

a pesar de toda la evidencia científica que respalda su prohibición. Otras prácticas muy utilizadas que causan dolor en los lechones recién nacidos son la muesca en las orejas para su identificación⁽⁶¹⁾ y la castración quirúrgica sin control del dolor⁽⁵³⁾. Estas prácticas contradicen las Constituciones Federales, los marcos legislativos y las normas del Consejo Federal Veterinario de varios países, incluido Brasil^(62, 63). Los protocolos futuros no deben violar los instrumentos legales. Existen maneras de evitar el dolor, y la experiencia de dolor intenso no debe aceptarse⁽⁶⁴⁾.



La experiencia del dolor intenso no debe aceptarse

RIESGOS DE BIOSEGURIDAD Y MAL USO DE ANTIMICROBIANOS

Como lo demuestran Schuck-Paim y Alonso⁽⁶⁴⁾, si bien las grandes instalaciones de producción animal pueden contar con diversos protocolos de bioseguridad y normas sanitarias para prevenir y controlar la posible transmisión de enfermedades infecciosas y bacterias resistentes, las deficiencias en las prácticas de bioseguridad son generalizadas, incluso en países donde se espera un mayor cumplimiento, como Suecia, Canadá, Estados Unidos y Australia^(65, 66). Por ejemplo, cerca de 1500 millones de cerdos se sacrifican para consumo humano en todo el mundo cada año, o aproximadamente cuatro millones al día. Las tasas de mortalidad previa al sacrificio en la industria son de entre el 5% y el 10% durante la fase de lactancia, el 3% después del destete y un 3% adicional durante el crecimiento⁽⁶⁷⁾. Esto se traduce en aproximadamente medio millón de canales de cerdos muertos al día que deben eliminarse. No todas las granjas cuentan con los medios adecuados para garantizar que los cadáveres (a menudo de animales

enfermos) se eliminen siguiendo las normas de bioseguridad adecuadas. La situación se agrava durante los brotes de enfermedades infecciosas, cuando el número de animales que deben sacrificarse a menudo supera la capacidad de las instalaciones de eliminación y reciclaje. En estos casos, no es raro que cientos de animales acaben en vertederos.

La diarrea en lechones destetados puede ocurrir debido a un destete prematuro, por ejemplo, a las tres o cuatro semanas⁽²⁹⁾, o a un cambio brusco de la dieta de leche de cerda a alimento sólido, posiblemente combinado con inmunosupresión causada por estrés crónico⁽⁶⁸⁻⁷⁰⁾. Como resultado, los antimicrobianos se usan indebidamente en la cría de cerdos y otros contextos ganaderos. Más del 70% de los antibióticos vendidos en todo el mundo se utilizan para animales criados en granjas⁽⁷¹⁾. Brasil, por ejemplo, es el segundo mayor consumidor mundial de antibióticos, superado solo por China⁽⁷¹⁾. Si bien la Unión Europea ya ha prohibido el uso indiscriminado de estos medicamentos en la ganadería, en Brasil no existen prohibiciones ni controles sobre el uso de



DESARROLLAMOS EQUIPAMIENTO E INGENIERÍA PARA EL SECTOR CÁRNICO

Brindamos soluciones en:

- Palcos neumáticos
- Salas de charqueo y desposte
- Transportadores ultra-sanitarios para cortes desnudos o envasados
- Salas de empaque de alta tecnología para cortes enfriados o congelados
- Túneles de termo contracción y escurrido para empaques al vacío
- Túneles IQF y Girofreezer
- Desarrollos de equipos especiales para procesamiento

Ruta Provincial N° 2,
Monte Vera, Santa Fe, Argentina
www.asema.com.ar









La RAM representa una gran amenaza para la salud pública

antimicrobianos en cerdos con fines profilácticos y metafilácticos⁽⁷²⁾. Esto se evidencia en el hecho de que gigantes de la industria brasileña como BRF, JBS y Aurora Alimentos continúan permitiendo el uso de antibióticos en animales sanos a gran escala⁽⁷³⁾.

La medicación oral durante la lactancia y el posdestete es la aplicación más común de antibióticos en la producción porcina⁽⁷⁴⁾. El uso en la industria ganadera de antimicrobianos como promotores del crecimiento, incluyendo antibióticos, amenaza la salud pública, ya que aumenta el riesgo de resistencia a los antimicrobianos (RAM)^(3, 75, 76). La RAM se produce cuando las bacterias, virus, hongos y parásitos dejan de estar controlados por los agentes antimicrobianos. Como resultado, las infecciones se vuelven difíciles o imposibles de tratar, lo que aumenta el riesgo de propagación de infecciones, enfermedades graves y muerte. La RAM representa una amenaza considerable para la salud pública, con un estimado de cinco millones de muertes humanas asociadas con la resistencia bacteriana a los antimicrobianos cada año^(2, 3). Los antimicrobianos, incluidos los antibióticos, se utilizan indebidamente en la medicina humana y en miles de millones de animales de la industria ganadera para prevenir infecciones derivadas de las precarias condiciones sanitarias, la alta densidad de población y la frágil salud de animales genéticamente seleccionados⁽⁶⁴⁾. La Red EIP-AGRI para la Agricultura y la Innovación, financiada por la Comisión Europea, identificó las principales áreas de intervención inte-

rrelacionadas para reducir el uso de antibióticos, la primera de las cuales es la mejora general del bienestar animal⁽⁷⁷⁾. Un mejor bienestar conduce a una mejor función del sistema inmunitario y a una menor incidencia de enfermedades.

La selección genética orientada a la productividad también empeora la situación, ya que la energía que los animales destinarían a la defensa inmunitaria se dirige al crecimiento y la reproducción^(78, 79). La mayor vulnerabilidad de los animales a las infecciones representa no sólo un riesgo de aparición de cepas virales o bacterianas altamente patógenas, sino también un riesgo significativo para la seguridad alimentaria, lo que aumenta la probabilidad de enfermedades causadas por patógenos entéricos⁽⁶⁴⁾.

SOLUCIONES PARA LA INDUSTRIA PORCINA

Los cerdos pueden criarse de forma que su bienestar sea óptimo. Los métodos implican garantizar que se satisfagan sus necesidades y evitar daños. El bienestar es un aspecto importante de la sostenibilidad de los sistemas de producción, y los consumidores exigen cada vez más un buen bienestar⁽¹⁷⁾. Los cambios en la industria porcina para lograr una mayor sostenibilidad⁽⁸⁰⁾ aumentarán las posibilidades de supervivencia de la industria⁽⁸¹⁾.

CONCLUSIÓN

La urgente necesidad de avanzar hacia un modelo de negocio más aceptable en el sector ganadero es indiscutible. Muchas prácticas generalizadas actuales no sólo incumplen los marcos legales de los países, sino que también son poco éticas según el conocimiento científico disponible, en parte porque comprometen la salud pública. Nuestro artículo cuestiona el status quo imperante en la producción porcina intensiva a gran escala, pero es hora de que las políticas de bienestar animal y agricultura se ajusten a la ciencia que demuestra lo perjudiciales que son los sistemas de confinamiento intensivo para los animales, la salud humana y el medio ambiente. La industria porcina puede cambiar para volverse más sostenible y el bienestar de los cerdos es un componente importante de una industria futura sostenible.

REFERENCIAS

1. **Harrison, R.** (1964). *Animal Machines*. London: Vincent Stuart. Reprinted with commentaries 2013: CAB International, Wallingford, UK.
2. **World Health Organization** (2023). Global research agenda for antimicrobial resistance in human health. Available online at: <https://www.who.int/publications/m/item/global-research-agenda-for-antimicrobial-resistance-in-human-health> (accessed December 7, 2024).
3. **Murray CJ, Ikuta K, Sharara F, Schwetschinski L, Aguilar GR, Gray A, et al.** Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *Lancet*. (2022) 399:629–55. doi: 10.1016/S0140-6736(21)02724-0
4. **Bampi D, Borstnez KK, Dias CP, Costa OAD, Moreira F, Peripolli V, et al.** Evaluation of reproductive and animal welfare parameters of swine females of different genetic lines submitted to different reproductive management and housing systems during pregnancy. *Arquivo Brasileiro Med Veter Zoot*. (2020) 72:1675–82. doi: 10.1590/1678-4162-11767
5. **Peden R, Turner S, Boyle L, Camerlink I.** The translation of animal welfare research into practice: The case of mixing aggression between pigs. *Appl Anim Behav Sci*. (2018) 204:1–9. doi: 10.1016/j.applanim.2018.03.003
6. **Arey D, Edwards S.** Factors influencing aggression between sows after mixing and the consequences for welfare and production. *Livestock Prod Sci*. (1998) 56:61–70. doi: 10.1016/S0301-6226(98)00144-4
7. **Estevez I, Andersen I-L, Nævdal E.** Group size, density and social dynamics in farm animals. *Appl Anim Behav Sci*. (2007) 103:185–204. doi: 10.1016/j.applanim.2006.05.025
8. **Hemsworth P, Tilbrook A, Galea R, Lucas M, Chidgey K, Hemsworth L.** Review of the influence of farrowing and lactation housing and positive human contact on sow and piglet welfare. *Front Animal Sci*. (2023) 4:1230830. doi: 10.3389/fanim.2023.1230830
9. **The Pig Site** (2024). Sow stalls and confinement. Available online at: <https://www.thepigsite.com/disease-and-welfare/managing-welfare/sow-stalls-and-confinement> (accessed December 8, 2024).
10. **Hollis, G., Driggers, L., Muehling, A., and Carlisle, G.** (2006). Confinement sow gestation and boar housing. U.S. Pork Center of Excellence. Available online at: <https://porkgateway.org/wp-content/uploads/2015/07/confinement-sowgestation-and-boar-housing1.pdf> (accessed December 8, 2024).
11. **Tatemoto P, Bernardino T, Morrone B, Queiroz MR, Zanella AJ.** Stereotypic behavior in sows is related to emotionality changes in the offspring. *Front Veter Sci*. (2020) 7:79–79. doi: 10.3389/fvets.2020.00079
12. **Tatemoto P, Pértile F, Bernardino T, Zanella R, Guerrero-Bosagna C, Zanella AJ.** An enriched maternal environment and stereotypies of sows differentially affect the neuro-epigenome of brain regions related to emotionality in their piglets. *Epigenetics*. (2023) 18:2196656. doi: 10.1080/15592294.2023.2196656
13. **Tatemoto P, Bernardino T, Alves L, Zanella AJ.** Sham-chewing in sows is associated with decreased fear responses in their offspring. *Front Veter Sci*. (2019) 6:390–390. doi: 10.3389/fvets.2019.00390
14. **Tatemoto P, Bernardino T, Alves L, de Oliveira Souza A, Palme R, Zanella A.** Environmental enrichment for pregnant sows modulates HPAaxis and behavior in the offspring. *Appl Anim Behav Sci*. (2019) 220:104854. doi: 10.1016/j.applanim.2019.104854
15. **Parada Sarmiento M, Bernardino T, Tatemoto P, Polo G, Zanella AJ.** The in-utero experience of piglets born from sows with lameness shapes their life trajectory. *Sci Rep*. (2021) 11:13052–13052. doi: 10.1038/s41598-021-92507-2
16. **Marchant-Forde, J.** (2010). Housing and Welfare of Sows during Gestation. Available online at: <https://webarchive.library.unt.edu/web/20121010205232/http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/36022000/Sow%20Housing%20Fact%20Sheet.pdf> (accessed December 8, 2024).
17. **Broom, D. M.** (2021). *Broom and Fraser's Domestic Animal Behaviour and Welfare*, 6th edn (pp.545). Wallingford: CABI. doi: 10.1079/9781789249835.0000
18. **Broom DM, Mendl MT, Zanella AJ.** A comparison of the welfare of sows in different housing conditions. *Animal Sci*. (1995) 61:369–85. doi: 10.1017/S1357729800013928
19. **Spooler H, Geudeke M, Van der Peet-Schwering C, Soede N.** Group housing of sows in early pregnancy: a review of success and risk factors. *Livest Sci*. (2009) 125:1–14. doi: 10.1016/j.livsci.2009.03.009
20. **Broom DM.** Animal board invited opinion paper. The use of sustainability scoring to evaluate food production and prepare for the future. *Animal*. (2022) 16:100680–100680. doi: 10.1016/j.animal.2022.100680
21. **Hemsworth PH, Rice M, Nash J, Giri K, Butler KL, Tilbrook AJ, et al.** Effects of group size and floor space allowance on grouped sows: aggression, stress, skin injuries, and reproductive performance. *J Anim Sci*. (2013) 91:4953–64. doi: 10.2527/jas.2012-5807
22. **Rault J-L.** Social interaction patterns according to stocking density and time post-mixing in group-housed gestating sows. *Animal Prod Sci*. (2017) 57:896. doi: 10.1071/AN15415
23. **Dobney K, Larson G.** Genetics and animal domestication: new windows on an elusive process. *J Zool*. (2006) 269:261–71. doi: 10.1111/j.1469-7998.2006.00042.x
24. **Larson G, Burger J.** A population genetics view of animal domestication. *Trends Genet*. (2013) 197–205. doi: 10.1016/j.tig.2013.01.003
25. **Harris M, Bergeron R, Gonyou H.** Parturient behaviour and offspring-directed aggression in farmed wild boar of three genetic lines. *Appl Anim Behav Sci*. (2001) 74:153–63. doi: 10.1016/S0168-1591(01)00160-5
26. **Globo Rural** (2024). Porca dá à luz a 41 leitões em Santa Catarina; entenda o caso raro. Available online at: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/globorural/noticia/2023/04/23/porca-da-a-luz-a-41-leitoes-em-santa-catarina-confiracao-raro.ghtml> (accessed December 8, 2024).
27. **Kobek-Kjeldager C, Moustsen VA, Theil PK, Pedersen LJ.** Effect of litter size, milk replacer, and housing on production results of hyper-prolific sows. *Animal*. (2020) 14:824–33. doi: 10.1017/S175173111900260X
28. **Bortolozzo FP, Zanin GP, Ulguim RdR, Mellagi APG.** Managing reproduction in hyperprolific sow herds. *Animals*. (2023) 13:1842. doi: 10.3390/ani13111842
29. **Jensen P.** Observations on the maternal behaviour of free-ranging domestic pigs. *Appl Anim Behav Sci*. (1986) 16:131–42. doi: 10.1016/0168-1591(86)90105-X

30. **Giraldi-Díaz M, Castillo-González E, De Medina-Salas L, Velásquez-De la Cruz R, Huerta-Silva HD.** Environmental impacts associated with intensive production in pig farms in Mexico through life cycle assessment. *Sustainability*. (2021) 13:11248. doi: 10.3390/su132011248
31. **Villavicencio Gutiérrez M, da Silva A, Flores M, Martínez-Castaneda F, Martínez Campos A, Matus Gardea J, et al.** Life cycle assessment of pig production—A case study in Mexican farm. In: *Economic and Social Development: Book of Proceedings* (2018). p. 734–741.
32. **Zhang X, Li C, Hao Y, Gu X.** Effects of different farrowing environments on the behavior of sows and piglets. *Animals*. (2020) 10:320. doi: 10.3390/ani10020320
33. **Damm BI, Lisborg L, Vestergaard KS, Vanicek J.** Nest-building, behavioural disturbances and heart rate in farrowing sows kept in crates and Schmid pens. *Livestock Prod Sci*. (2003) 80:175–87. doi: 10.1016/S0301-6226(02)00186-0
34. **Hill SV, Del Rocio Amezcua M, Ribeiro ES, O'Sullivan TL, Friendship RM.** Defining the effect of oxytocin use in farrowing sows on stillbirth rate: a systematic review with a meta-analysis. *Animals*. (2022) 12:1795. doi: 10.3390/ani12141795
35. **Hoai Nam N, Sukon P.** Effect of oxytocin administration at different time points during parturition on the farrowing process in sows. *J Appl Anim Res*. (2022) 51:11–6. doi: 10.1080/09712119.2022.2147183
36. **Mota-Rojas D, Nava-Ocampo A A, Trujillo M E, Velázquez-Armenta Y, Ramírez-Necochea R, Martínez-Burnes J, et al.** Dose minimization study of oxytocin in early labor in sows: Uterine activity and fetal outcome. *Reprod Toxicol*. (2005) 20:255–9. doi: 10.1016/j.reprotox.2005.02.005
37. **Deutscher Tierschutzbund e V.** (2024). Routine hormonal Treatment of breeding Sows—Impact on Pig Welfare. https://www.tierschutzbund.de/fileadmin/Seiten/tierschutzbund.de/Downloads/Sonstiges/Hormonal_treatment_of_breeding_sows__impact_on_pig_welfare_DTSchB.pdf (accessed February 26, 2025).
38. **Ramonet Y, Meunier-Salaun M C, Dourmad J Y.** High-fiber diets in pregnant sows: digestive utilization and effects on the behavior of the animals. *J Anim Sci*. (1999) 77:591–9. doi: 10.2527/1999.773591x
39. **Do S, Jang J-C, Lee G-I, Kim Y-Y.** The role of dietary fiber in improving pig welfare. *Animals*. (2023) 13:879. doi: 10.3390/ani13050879
40. **Bergeron R, Badnell-Waters AJ, Lambton S, Mason G.** Stereotypic oral behavior in captive ungulates: foraging, diet and gastrointestinal function. In: Mason, G. and Rushen, J. editors. *Stereotypic Animal Behaviour: Fundamentals and Applications to Welfare*. 2nd Edition. Wallingford, UK: CAB International (2006). p. 19–57. doi: 10.1079/9780851990040.0019
41. **Nielsen BL, Thodberg K, Dybkjaer L, Vestergaard EM.** Feeding behaviour in pigs. In: Bels V. editor. *Feeding in Domestic Vertebrates: from Structure to Behaviour*. Wallingford, UK: CAB International (2006). p. 156–78. doi: 10.1079/9781845930639.0156
42. **Lloyd Veterinary Medical Center.** (n.d.). Available online at: <https://vettmed.iastate.edu/sites/default/files/vcs/Pot%20Bellied%20Pig%20Care.pdf> (accessed April 9, 2025).
43. **Lawrence AB, Appleby MC, Macleod HA.** Measuring hunger in the pig using operant conditioning: the effect of food restriction. *Animal Sci*. (1988) 47:131–7. doi: 10.1017/S0003356100037132
44. **Appleby MC, Lawrence AB.** Food restriction as a cause of stereotypic behaviour in tethered gilts. *Anim Prod*. (1987) 45:103–10. doi: 10.1017/S0003356100036680
45. **Bernardino T, Tatemoto P, Morrone B, Mazza Rodrigues PH, Zanella A J, Pellis S.** Piglets born from sows fed high fibre diets during pregnancy are less aggressive prior to weaning. *PLoS ONE*. (2016) 11:e0167363–e0167363. doi: 10.1371/journal.pone.0167363
46. **Baxter EM, Mulligan J, Hall SA, Donbavand JE, Palme R, Aldujaili E, et al.** Positive and negative gestational handling influences placental traits and mother-offspring behavior in dairy goats. *Physiol Behav*. (2016) 157:129–38. doi: 10.1016/j.physbeh.2016.02.001
47. **Braastad BO.** Effects of prenatal stress on behaviour of offspring of laboratory and farmed mammals. *Appl Anim Behav Sci*. (1998) 61:159–80. doi: 10.1016/S0168-1591(98)00188-9
48. **Meyer U, Feldon J, Fatemi S.** In-vivo rodent models for the experimental investigation of prenatal immune activation effects in neurodevelopmental brain disorders. *Neurosci Biobehav Rev*. (2009) 33:1061–79. doi: 10.1016/j.neubiorev.2009.05.001
49. **Rutherford KMD, Piastowska-Ciesielska A, Donald RD, Robson SK, Ison SH, Jarvis S, et al.** Prenatal stress produces anxiety prone female offspring and impaired maternal behaviour in the domestic pig. *Physiol Behav*. (2014) 129:255–64. doi: 10.1016/j.physbeh.2014.02.052
50. **Urakubo A, Jarskog LF, Lieberman JA, Gilmore JH.** Prenatal exposure to maternal infection alters cytokine expression in the placenta, amniotic fluid, and fetal brain. *Schizophr Res*. (2001) 47:27–36. doi: 10.1016/S0920-9964(00)00032-3
51. **Poletto R, Steibel JP, Siegford JM, Zanella AJ.** Effects of early weaning and social isolation on the expression of glucocorticoid and mineralocorticoid receptor and 11 β -hydroxysteroid dehydrogenase 1 and 2 mRNAs in the frontal cortex and hippocampus of piglets. *Brain Res*. (2006) 1067:36–42. doi: 10.1016/j.brainres.2005.10.001
52. **Sabei L, Bernardino T, Parada Sarmiento M, Barbosa BS, Farias SS, Ghantous GF, et al.** Life experiences of boars can shape the survival, aggression, and nociception responses of their offspring. *Front Anim Sci*. (2023) 4:1142628. doi: 10.3389/fanim.2023.1142628
53. **Schmid SM, Steinhoff-Wagner J.** Impact of routine management procedures on the welfare of suckling piglets. *Veter Sci*. (2022) 9:32. doi: 10.3390/vetsci9010032
54. **Torrey S, Devillers N, Lessard M, Farmer C, Widowski T.** Effect of age on the behavioral and physiological responses of piglets to tail docking and ear notching. *J Anim Sci*. (2009) 87:1778–86. doi: 10.2527/jas.2008-1354
55. **Ison SH, Clutton RE, Di Giminiani P, Rutherford KMD.** A review of pain assessment in pigs. *Front Veter Sci*. (2016) 3:108–108. doi: 10.3389/fvets.2016.00108
56. **Chou J-Y, Marchant JN, Nalon E, Huynh TTT, van de Weerd HA, Boyle LA, et al.** Investigating risk factors behind piglet facial and sow teat lesions through a literature review and a survey on

teeth reduction. *Front Veter Sci.* (2022) 9:909401. doi: 10.3389/fvets.2022.909401

57. Bryant MJ, Ewbank R. Some effects of stocking rate and group size upon agonistic behaviour in groups of growing Pigs. *Br Veter J.* (1972) 128:64–70. doi: 10.1016/S0007-1935(17)37133-6

58. Gallois M, Cozler YL, Prunier A. Influence of tooth resection in piglets on welfare and performance. *Prev Vet Med.* (2005) 69:13–23. doi: 10.1016/j.prevetmed.2004.12.008

59. Lewis E, Boyle LA, O'Doherty JV, Lynch PB, Brophy P. The effect of providing shredded paper or ropes to piglets in farrowing crates on their behaviour and health and the behaviour and health of their dams. *Appl Anim Behav Sci.* (2006) 96:1–17. doi: 10.1016/j.applanim.2005.04.015

60. Council of the European Union. Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs (Codified version). *Official Journal of the European Union*, L47, 5–13. (2008).

Available online at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0120> (accessed April 9, 2025).

61. Hoar B, Angelos J. Production Cycle of Swine. UC Davis Western Institute for Food Safety and Security. (2015). https://www.wifss.ucdavis.edu/wpcontent/uploads/2015/FDA/feeding/animalclass_swine_FINAL.pdf (accessed December 8, 2024).

62. Presidência da República Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil. (1988a). Available online at: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm (accessed December 8, 2024).

63. Presidência da República Brasil. (1988b). Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Available online at: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm (accessed December 8, 2024).

64. Schuck-Paim C, Alonso WJ. Pandemics, Global Health and Consumer Choices. Brazil: Cria Mineira Empreendimentos Ltda. (2020).

65. Backhans A, Sjölund M, Lindberg A, Emanuelson U. Biosecurity level and health management practices in 60 Swedish farrow-to-finish herds. *Acta Vet Scand.* (2015). 57:14. doi: 10.1186/s13028-015-0103-5

66. Scott AB, Singh M, Groves P, Hernandez-Jover M, Barnes B, Glass K, et al. Biosecurity practices on Australian commercial layer and meat chicken farms: performance and perceptions of farmers. *PLoS ONE.* (2018) 13:e0195582. doi: 10.1371/journal.pone.0195582

67. ABCS (2014). Produção de Suínos: teoria e prática (Swine production, theory and practice). Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (Brasília) (2014).

68. Rist VTS, Weiss E, Eklund M, Mosenthin R. Impact of dietary protein on microbiota composition and activity in the gastrointestinal tract of piglets in relation to gut health: a review. *Animal.* (2013) 7:1067–78. doi: 10.1017/S1751731113000062

69. Ma X, Zhang Y, Xu T, et al. Early-life intervention using exogenous fecal microbiota alleviates gut injury and reduce inflammation caused by weaning stress in piglets. *Front Microbiol.* (2021) 12:671683. doi: 10.3389/fmicb.2021.671683

70. Tang Q, Lan T, Zhou C, Gao J, Wu L, Wei H, et al. Nutrition strategies to control post-weaning diarrhea of piglets: from the perspective of feeds. *Animal Nutr.* (2024) 17:297–311. doi: 10.1016/j.aninu.2024.03.006

71. Tiseo K, Huber L, Gilbert M, Robinson TP, Van Boeckel TP. Global trends in antimicrobial use in food animals from 2017 to 2030. *Antibiotics.* (2020) 9:918. doi: 10.3390/antibiotics9120918

72. Dutra MC, Moreno LZ, Dias RA, Moreno AM. Antimicrobial use in Brazilian swine herds: assessment of use and reduction examples. *Microorganisms.* (2021) 9:881. doi: 10.3390/microorganisms9040881

73. Sinergia Animal Brasil (2024). Porcos em foco: Monitor da indústria suína brasileira. Sinergia Animal Brasil. Available online at: <https://www.sinergiaanimalbrasil.org/porcos-em-foco> (accessed April 9, 2025).

74. Lekagul A, Tangcharoensathien V, Yeung S. Patterns of antibiotic use in global pig production: a systematic review. *Veter Animal Sci.* (2019) 7:100058. doi: 10.1016/j.vas.2019.100058

75. Tang KL, Caffrey NP, Nóbrega DB, Cork SC, Ronksley PE, Barkema HW, et al. Restricting the use of antibiotics in food-producing animals and its associations with antibiotic resistance in food-producing animals and human beings: a systematic review and meta-analysis. *Lancet.* (2017) 1:e316–27. doi: 10.1016/S2542-196(17)30141-9

76. van Boeckel TP, Pires J, Silvester R, et al. Global trends in antimicrobial resistance in animals in low- and middle-income countries. *Science.* (2019) 365:1266. doi: 10.1126/science.aaw1944

77. EIP-AGR. (2019). Animal husbandry: Reduction of antibiotic use in the pig sector. Available online at: https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/eipagri_factsheet_reducing_antibiotics_pig_farming_2019_en.pdf (accessed December 8, 2024).

78. Norris K, Evans MR. Ecological immunology: life history trade-offs and immune defense in birds. *Behav Ecol.* (2000) 11:19–26. doi: 10.1093/beheco/11.1.19

79. Greger M. The human/animal interface: emergence and resurgence of zoonotic infectious diseases. *Crit Rev Microbiol.* (2007) 33:243–99. doi: 10.1080/10408410701647594

80. Broom DM. Food production systems and how they relate to animal welfare. In: Garcia Pinillos, R. and Huertas S. editors. *One Welfare Animal Health and Welfare, Food Security and Sustainability.* CABI (2023). p. 25–42. doi: 10.1079/9781789249507.0002

81. Broom DM, Johnson KG. Stress and Animal Welfare: Key Issues in the Biology of Humans and Other Animals. 2nd Edn., Vol. 19. Cham: Springer Nature (2019). doi: 10.1007/978-3-030-32153-6

FUENTE:

Tatemoto P, Vieira F and Broom DM (2025) Pig farming practices compromising biosecurity and causing poor welfare of pigs. *Front. Vet. Sci.* 12:1558734. doi: 10.3389/fvets.2025.1558734

Pesticidas en carne vacuna: revisión de técnicas extractivas convencionales

Julieta Belén Maldonado ^(1,2); Lucas Matías Page ^(1,2); Carlos Andrés Fernández ^(1,2); María Belén Medina ^(1,2); Martín Sebastián Munitz ^(1,2).

⁽¹⁾Facultad de Ciencias de la Alimentación (UNER). Concordia, Entre Ríos, Argentina.

⁽²⁾Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Entre Ríos (ICTAER) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Universidad Nacional de Entre Ríos. Concordia, Argentina.

julieta.maldonado@uner.edu.ar

RESUMEN

Los pesticidas se utilizan en diferentes etapas de la cosecha de cultivos para combatir las plagas que los afectan, reduciendo pérdidas en los alimentos y en la economía. El ganado bovino y su carne pueden presentar residuos de pesticidas debido al uso de antiparasitarios, así como por el consumo de agua o alimentos contaminados. Adicionalmente, pueden entrar en contacto con dichos compuestos a través de la volatilización luego de ser aplicadas en el campo, mediante el polvo proveniente de un suelo contaminado e incluso a través de corrientes de aire que llevan a los pesticidas a zonas alejadas de donde fueron aplicados inicialmente. Es por ello que es fundamental, tanto para el medio ambiente como para la salud humana, determinar estos contaminantes en la carne vacuna. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue comparar diferentes técnicas extractivas utilizadas en el análisis de pesticidas en carne vacuna. A través de una descripción detallada y una revisión bibliográfica exhaustiva, se analizaron las características y aplicaciones de la extracción Soxhlet, la extracción acelerada de solventes (ASE), la dispersión de matriz en fase sólida (MSPD) y QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged y Safe), con el fin de proporcionar una visión de sus ventajas y limitaciones.

Palabras claves: carne vacuna; pesticidas; técnicas analíticas.

INTRODUCCIÓN

Los pesticidas tienen como objetivo promover la mejora tanto de la cantidad como de la calidad de los alimentos, además de colaborar en la disminución de las enfermedades transmitidas por insectos^[1]. La continua demanda mundial de alimentos ha provocado un incremento en el uso de estos compuestos químicos durante las últimas décadas alrededor del mundo^[2,3]. Cada año son mundialmente aplicadas aproximadamente 2,5 millones de toneladas de pesticidas, valor que aumenta constantemente^[4-6]. Según Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), la utilización global de dichos productos en el año 2021 fue de 3,5 millones de toneladas métricas. La Argentina se ubica como el quinto país consumidor con 245 mil toneladas, siendo Brasil, Estados Unidos, Indonesia y China los países que encabezan la lista^[7]. Cabe destacar que, de esta significativa cifra de pesticidas consumidos, solo el 5% alcanza a los organismos que son el objetivo^[8].

La existencia de residuos de pesticidas en los alimentos puede llegar a provocar efectos perjudiciales en la salud de quienes los consumen^[2,3,8-14]. La ingesta de alimentos es la vía más importante de exposición a ciertos contaminantes, ya que, representa más del 90% respecto de otras vías como la inhalación o la exposición cutánea^[15]. La salud de las personas no es la única que se puede ver afectada, sino también la de los animales^[16-19]. La carne bovina puede presentar tanto residuos de productos veterinarios, administrados al animal vivo, como así también, se pueden encontrar residuos de pesticidas

que pueden proceder de la alimentación del animal o del entorno circundante^[11,20-23]. Al llevar a cabo este tipo de aplicaciones, su producto activo puede quedar depositado, a niveles trazas, en los alimentos destinados a humanos y animales. Dichas trazas se pueden encontrar como su compuesto original o en forma de sus productos de descomposición, por lo que dichas especies se encuentran expuestas durante el consumo de estos alimentos ^[4,24]. Que existan estos residuos en los alimentos puede ser perjudicial para la salud de los consumidores ^[2,3,8-14]. Según el tipo, concentración y tiempo de exposición de estas sustancias, su efecto puede ir desde leve hasta crónico^[8,13,20,25]. Dentro de las enfermedades que se podrían llegar a producir a raíz de su presencia se encuentran: diabetes, enfermedades respiratorias, distintos tipos de cáncer, enfermedades degenerativas, genotoxicidad, trastornos reproductivos, neurológicos, sensoriales, etc., siendo de crucial importancia la evaluación del riesgo que implican para la salud del consumidor ^[2,13,16,17,26].

Se han instaurado límites máximos de residuos (LMR) para los distintos pesticidas que se aplican en cultivos, cuyo objetivo es resguardar la salud del consumidor^[11,13,25-30]. Según la FAO, *“un LMR es el nivel máximo de residuos de un pesticida que se permite legalmente en los alimentos o piensos (tanto en el interior como en la superficie) cuando los pesticidas se aplican correctamente conforme a las buenas prácticas agrícolas”*^[31]. Particularmente, en nuestro país el SENASA ha establecido los LMR para una amplia gama de pesticidas, de consumo interno, aplicados a diversos alimentos en las resoluciones 934/2010 y 608/2012^[32, 33]. En el caso de que no se encuentren los LMR para un pesticida determinado, se suelen usar como orientación los LMR de organismos como la Comisión del Codex Alimentarius de la OMS (Organización Mundial de la Salud) que tiene reconocimiento a nivel mundial^[34]. Estos valores se pueden modificar solamente cuando estudios de toxicidad demuestran que están desactualizados. Es necesario un control de rutina de las concentraciones de pesticidas en carne bovina, para confirmar que no hay riesgo para la salud de los consumidores.

Estudios realizados en muestras de origen animal han encontrado los siguientes niveles de contaminación de pesticidas: Ahmad y col.^[35], en

Jordania, hallaron que 131 de 270 muestras de carne contenían pesticidas organoclorados, de las cuales 6 presentaban niveles superiores al LMR. En China, Wu y col.^[36] detectaron 8 de 50 muestras contaminadas con residuos de pesticidas, donde 6 de ellas tenían un contenido de DDE con concentraciones que oscilaban entre 0,022 y 0,103 mg/kg. Por otro lado, Sapozhnikova^[37], en Estados Unidos, analizó 46 muestras de animales en las cuales encontró residuos de 10 pesticidas y 5 contaminantes ambientales con niveles entre 10 y 100 µg/kg. Mientras que, en México, Pardío y col. ^[20] realizaron un estudio con 24 muestras de músculo bovino donde se encontraban presentes residuos de HCH y DDT junto con sus respectivos metabolitos en el 100% de las mismas.

TÉCNICAS EXTRACTIVAS

La extracción tiene como fin transferir de manera completa los analitos contenidos en el alimento hacia el solvente de extracción^[38,39]. En el caso de la carne bovina, se deben considerar aspectos que pueden afectar la eficiencia de la extracción de pesticidas, tales como la polaridad del analito, el contenido de grasa del alimento y los rangos de solubilidad en agua de los pesticidas. En cuanto a la polaridad, a medida que su rango es mayor implica un aumento en la extracción de sustancias secundarias provenientes de la matriz. Por su parte, el porcentaje de grasa es crucial para establecer la metodología que se aplicara para aislar, limpiar y analizar la muestra. Y con respecto a este último punto, como mayormente los pesticidas se suelen depositar en la grasa animal, dicho rango suele ser más acotado que en el caso de frutas y hortalizas^[40].

Luego de la etapa de extracción, generalmente, se precisa una etapa de limpieza, la cual elimina las interferencias y disminuye al mínimo el efecto matriz a lo largo del análisis por cromatografía^[38].

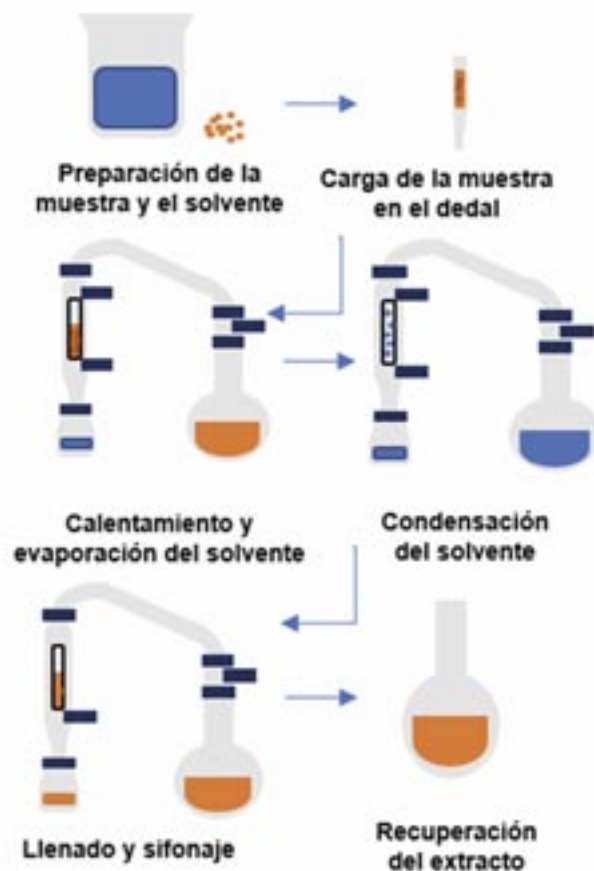
TIPO DE EXTRACCIONES

Extracción Soxhlet

Este método consiste en extraer, a partir de compuestos sólidos, sustancias orgánicas semivolátiles^[41]. Previo a la extracción, la muestra debe secarse con un material desecante, como por ejemplo sulfato de sodio para aumentar la eficacia en la

extracción del solvente para la recuperación analitos no polares^[42]. Como el contenido graso de la matriz es incompatible con la determinación mediante cromatografía gaseosa, la cual se suele utilizar para pesticidas organoclorados y organofosforados, una etapa decisiva en la extracción de muestras de carne es la limpieza de la matriz^[43]. Ya en el proceso, en primer lugar, se debe homogeneizar, triturar y pesar la muestra para luego comenzar con la extracción en el equipo Soxhlet ^[42]. Dicho equipo está compuesto por un matraz de destilación, un dedal, un sifón y un condensador. El procedimiento consiste en envolver la muestra en papel de filtro y colocarla en el dedal. Posteriormente, los vapores provenientes del solvente (producidos en el matraz de destilación) atraviesan el dedal donde se produce la extracción de los componentes objetivo y luego dichos vapores se condensan. Cuando el líquido desborda, en el dedal, el sifón succiona la solución y el líquido vuelve al matraz de destilación, llevando consigo a los analitos extraídos. Por último, se realiza la separación de los solutos y el solvente en el balón de destilación, evaporando el líquido, el cual vuelve al dedal, quedando allí los analitos deseados. Este procedimiento se realiza repetidamente hasta que se logra una extracción completa (**Figura 1**) ^[42,44]. Presenta las siguientes ventajas: método de diseño sencillo y transparente que no requiere una capacitación especial, realiza una producción continua con un flujo de solvente mínimo y con la posibilidad de reutilizarlo tanto luego de la extracción como de la destilación^[40,42,44]. Además, la gama de analitos a extraer es amplia, luego de la lixiviación no es necesario realizar una filtración, la cantidad de muestra a utilizar puede ser mayor que en otras técnicas extractivas utilizadas en sólidos, la temperatura del sistema es relativamente elevada debido al calor al que es sometido el matraz de destilación, se pueden realizar extracciones simultáneas y en paralelo para aumentar el rendimiento y, además, una amplia cantidad de métodos analíticos oficiales tienen como base esta técnica^[42,44]. Dentro de sus desventajas se cuentan la inadecuada extracción de lípidos polares, requerimiento elevado de tiempo (entre 12 a 20 h de extracción), grandes cantidades de sol-

Figura 1

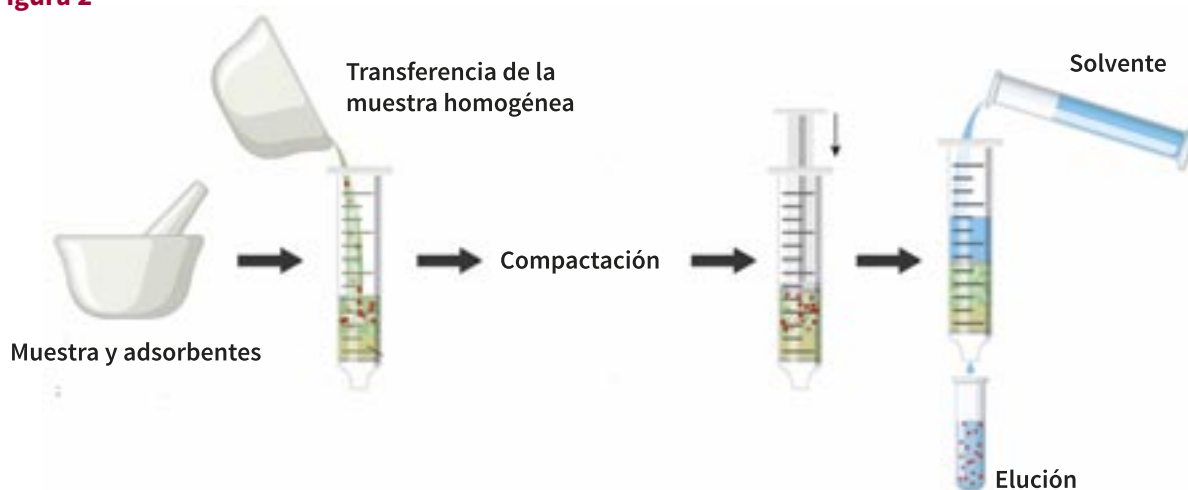


vente y el peligro que conlleva hervirlos^[39,42-45]. Además, los compuestos termolábiles pueden sufrir descomposición debido a los largos tiempos de extracción ^[42,44]. Se utilizan generalmente solventes orgánicos no polares o de polaridad intermedia, como hexano, diclorometano, acetato de etilo o acetona, seleccionados según la naturaleza de los pesticidas a extraer y la matriz de la muestra. Para esta técnica se necesitan entre 10 y 30 g de muestra y un volumen de solvente entre 150 y 250 ml.

Extracción acelerada con solventes (ASE)

Este método se utiliza para extraer analitos a partir de un solvente orgánico apropiado utilizando alta temperatura y presión tanto en materiales sólidos como semisólidos^[46]. Las elevadas presiones y temperaturas se requieren para desintegrar la unión entre las sustancias contaminantes y los elementos que componen la matriz. Esto puede presentar ciertas desventajas, ya que, además de extraer los con-

Figura 2



taminantes también se pueden separar de la matriz una mayor cantidad de los compuestos de gran importancia (carbohidratos, proteínas, lípidos, etc.); y por otro lado, se puede producir la degradación térmica de dichos compuestos. Además, posee un costo elevado debido al equipamiento que utiliza y puede llegar a requerir una etapa de limpieza posterior, como sería una extracción en fase sólida (SPE), por ejemplo^[47]. Como ventajas se puede mencionar: baja cantidad de solvente utilizada, amigable con el medio ambiente, recuperación alta y adecuada reproducibilidad^[41,46]. Los solventes deben ser compatibles con las condiciones de presión y temperatura del equipo, y se eligen en función de la polaridad de los pesticidas y la matriz. Se pueden utilizar hexano, acetato de etilo, acetonitrilo, acetona, o diclorometano. Si bien la cantidad de muestra oscila entre 5 y 20 g, la principal diferencia con el método anterior es el menor volumen de solvente (15 – 60 ml).

Dispersión de matriz en fase sólida (MSPD)

La técnica consiste en moler en un mortero tanto la muestra como los adsorbentes. Luego, dicha mezcla se coloca en un cartucho vacío y, por último, se utiliza un solvente adecuado para eluir los analitos deseados (**Figura 2**)^[40,48-50]. Al pasar por el mortero las fuerzas de corte producidas durante la mezcla modifican la estructura del material para obtener uno con menores tamaño de partículas, lo que beneficia al proceso extractivo^[48,49]. Para que el material, además, quede con mayor sequedad se pueden usar agentes secantes como Na_2SO_4 anhi-

dro o sílice^[49]. La dispersión de matriz en fase sólida (MSPD) es un método de procesamiento rápido adecuado para tratar, tanto, matrices sólidas como semisólidas^[48-50]. Esta técnica extractiva se caracteriza por su eficiencia, ya que no necesita de homogeneización, precipitación, centrifugación o ajuste de pH. Esto reduce el tiempo requerido para el pretratamiento de las muestras, así como la cantidad de solvente utilizado^[50]. Además, el área de contacto entre el analito y el solvente de extracción es mayor por lo que aumenta lo recuperado en la extracción^[48,49,51]. En este sentido, este método tiene como ventajas su simpleza, flexibilidad, rapidez, bajo requerimiento de mano de obra y su impacto ambiental reducido^[40,49,52]. Debido a lo enumerado anteriormente esta técnica se puede tener en cuenta como sustituto de la extracción Soxhlet. Además, MSPD utiliza condiciones de presión y temperatura ambientes por lo que otorgan un rendimiento y selectividad apropiados^[52]. Se emplean disolventes orgánicos de polaridad media a baja, según las propiedades de los pesticidas, por ejemplo, mezcla acetona – hexano, acetonitrilo, o diclorometano. En esta técnica se requieren 0,5 a 5 g de muestra y 5 a 20 ml de solvente.

QuEChERS

La técnica extractiva QuEChERS fue establecida por Anastassiades y col.^[50] para determinar residuos de múltiples pesticidas simultáneamente, tanto en frutas como en hortalizas. Aunque en el último tiempo, esta técnica extractiva también ha sido utilizada en otras matrices que tienen un contenido acuoso ele-

vado^[28,54,55]. El proceso de esta técnica está compuesto por dos etapas: la extracción y la limpieza o clean-up^[40,50,53-55]. Para realizar la extracción se utilizan 2 a 10 g de muestra y 10 ml acetonitrilo. Luego, para la separación del solvente y el agua contenida en la muestra, se suele emplear MgSO_4 (reduce la cantidad de agua contenida en la muestra) y NaCl (contribuye al control de la polaridad) y, para sustancias sensibles a pH básico se utiliza acetato de sodio anhidro^[53]. En la segunda etapa, de limpieza, usualmente se emplea PSA (amina primaria/secundaria) para la eliminación de ácidos orgánicos y pigmentos polares, entre otras sustancias. El C18 puede ser utilizado para eliminar lípidos y esteroides y el carbón grafitizado quita tanto los esteroides como los pigmentos (**Figura 3**)^[53-56]. Este método presenta múltiples ventajas como: elevada recuperación de analitos, resultados precisos, ágil tratamiento de las muestras, baja cantidad de solventes a utilizar, se requieren pocos equipos, así como el espacio requerido en el laboratorio es mínimo^[41,56]. Además, esta técnica busca simplificar y agilizar tanto la etapa de extracción como la de purificación, así como también reducir al máximo los costos y mecanizar el análisis de pesticidas^[57,58]. Este método presenta flexibilidad para realizarle modificaciones debido a que se pueden realizar cambios en los instrumentos de laboratorio que se utilizan siempre y cuando se tengan en cuenta tanto la estructura de la muestra como las propiedades del analito^[59]. Cabe destacar que esta metodología puede reducir considerablemente el efecto matriz de la muestra en el compuesto objetivo y, por lo tanto, incrementa su límite de detección^[60].

En la **Tabla 1** se presentan los métodos extractivos descritos previamente, los cuales fueron utilizados para la determinación de diferentes analitos en carne bovina. Dentro de estos analitos podemos encontrar: pesticidas clasificados como organofosforados y organoclorados, entre otros, así como contaminantes ambientales. En la **Tabla 2** se presentan las cantidades de muestra y cuáles fueron los solventes utilizados en algunos trabajos experimentales en la misma matriz.

Figura 3



Tabla 1 - Técnicas analíticas utilizadas para la determinación de diferentes analitos en carne vacuna.

Analito	Técnica extractiva	Referencia
17 Pesticidas (organoclorados)	Soxhlet	[35]
8 Pesticidas (organoclorados)	Soxhlet	[61]
2 pesticidas (organoclorados)	Soxhlet	[62]
5 pesticidas (organoclorados)	MSPD	[63]
14 pesticidas organofosforados y drogas veterinarias	MSPD	[64]
109 pesticidas (organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides)	ASE	[36]
Benzoilurea (insecticida/ acaricida)	ASE	[65]
191 pesticidas (organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides y otros)	QuEChERS modificado	[23]
192 pesticidas (organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides y otros)	QuEChERS Modificado	[66]
51 pesticidas (sulfonilureas, estrobilurinas, sulfonamidas, piridinas y otros)	QuEChERS Modificado	[67]
265 pesticidas y contaminantes ambientales (organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides y otros)	QuEChERS Modificado	[37]

Tabla 2 - Comparación de las cantidades de muestra y solventes utilizados en las técnicas analíticas destinadas a la determinación de diferentes analitos en carne vacuna.

Técnica extractiva	Cantidad de muestra (carne)	Solvente utilizado	Referencia
Soxhlet	25-40 g	Éter de petróleo	[60]
MSPD	0,5 g	Acetonitrilo	[63]
MSPD	0,5 g	Dimetilsulfóxido o dimetilformamida	[64]
ASE	10 g	Acetonitrilo Hexano/Acetona	[36]
ASE	5 g	Ciclohexano/ Acetato de etilo	[65]
QuEChERS modificado	5 g	Acetronilo	[66]
QuEChERS modificado	5 g	Acetronilo	[67]
QuEChERS modificado	2 g	Acetronilo	[37]

DISCUSIÓN

Como se puede observar en la **Tabla 1**, la técnica extractiva Soxhlet se utilizó únicamente para la determinación de pesticidas organoclorados. Tanto Ahmad y col.^[35], como Doong & Lee^[61] (LOD entre 0,54 y 4,80 mg/kg) obtuvieron recuperaciones entre un 85% a 107%. Particularmente, Ahmad y col.^[35] encontraron que 6 de las 31 muestras de carne (4,6%) presentaban concentraciones superiores al LMR establecido por FAO/OMS. Sin embargo, Chung & Chen^[45] indican que para determinados pesticidas la recuperación menor al 70% y, por otro lado, Mandal y col.^[41] (LOD entre 0,02 y 0,85 µg/kg y LOQ

entre 0,80 y 17,01 µg/kg) establecen que la extracción de lípidos polares es inadecuada. En el caso de la MSPD se empleó tanto para pesticidas organoclorados como organofosforados y drogas veterinarias. García de Llasera & Reyes-Reyes ^[63] (LOD entre 25 y 100 µg/kg) alcanzaron recuperaciones mayores al 94% pero Barker y col.^[64] recuperaron entre 59% y 94%. La ASE, en cambio, fue aplicada para extraer una multiplicidad de pesticidas. Brutti y col.^[65] (LOD entre 0,7 y 3,4 µg/kg y LOQ entre 2,0 y 10,0 µg/kg) consiguieron recuperar entre 58% y el 97%, mientras que para Wu y col.^[36] (LOD entre: 0,1 y 32,3 µg/kg y LOQ entre: 0,3 y 107,7 µg/kg) el promedio de recupe-

ración fue entre 63% al 108%. Por último, el método extractivo QuEChERS tuvo una diversidad de aplicaciones ya que se lo utilizó tanto en múltiples pesticidas como en contaminantes ambientales. En todas las investigaciones que se presentan en la tabla se observan recuperaciones entre 70% y 120% aproximadamente^[27,37,66,67]. En particular, Su y col.^[67] trabajaron con valores de LOQ entre 0,2 y 9,8 µg/kg y, en el caso de Sapozhnikova^[37] se utilizaron LOQ inferiores a 5,0 µg/kg.

La elección de la técnica extractiva adecuada es una difícil decisión que requiere de un análisis minucioso antes de su aplicación. No sólo hay que observar la cantidad recuperada de pesticidas sino, tener en cuenta también, el comportamiento y las características de los analitos y, además, considerar los requerimientos de la técnica y los recursos disponibles.

CONCLUSIÓN

Esta revisión describe las técnicas analíticas convencionales utilizadas para la extracción de pesticidas en carne bovina. Este es un tema de estudio de suma importancia ya que dichas sustancias no pueden exceder los límites establecidos por legislación para este alimento. Extraer estos analitos de la matriz alimentaria de manera adecuada y con la mayor pureza posible es un desafío para la investigación. Por lo que, el desarrollo de nuevas técnicas extractivas o la modificación de las ya existentes es una contribución hacia el hallazgo de un método con mayor eficiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rasool S, Rasool T, Gani KM.** A review of interactions of pesticides within various interfaces of intrinsic and organic residue amended soil environment. *Chemical Engineering Journal Advances*. 2022;11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.100301>
- Costabeber I, Emanuelli T.** Influencia de hábitos alimentarios sobre las concentraciones de pesticidas organoclorados en tejido adiposo. *Food Science and Technology*. 2002;22(1):54-59. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000100010>
- Chung SWC.** How effective are common household preparations on removing pesticide residues from fruit and vegetables? A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2018;98(8):2857-2870. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8821>
- Randhawa MA, Ur-rehman S, Anjum FM, Awan JA.** Pesticide Residues in Food: Health Implications for Children and Women. En: Bhat R, Gómez-López VM. *Practical Food Safety: Contemporary Issues and Future Directions*. [Internet]. 1 ed. Faisalabad, Pakistan: John Wiley & Sons, Ltd; 2014 [citado 3 may 2024]. p.145-165. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118474563.ch9>
- Rodríguez-Aguilar BA, Martínez-Rivera LM, Muñiz-Valencia R, Mercado-Silva N, Iñiguez Dávalos LI, Iñiguez-Dávalos AA.** Pesticide distribution and ecotoxicological risk in the Ayuquila-Armería river. *Revista internacional de contaminación ambiental*. 2022;38:301-315. DOI: <https://doi.org/10.20937/rica.54180>
- Da Silva Costa R, Barreto Amaral SM, De Melo Freitas JV, Sousa Da Silva F, De Farias VL, Nunes Damaceno M, De Andrade Nobre C, De Oliveira Silva R, De Andrade Silva VP, Liberato Milhome MA.** A short review of extraction methods associated with chromatographic analysis for the control of pesticide residues in processed fruit juices. *Microchemical Journal*. 2023;186:1-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2022.108312>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations.** Pesticides use and trade, 1990–2021. [Internet]. 14 jul 2023 [citado 17 abr 2024]. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/222f250c-3764-401b-98c7-f52a699dd65c/content>
- Chung SWC, Chan BTP.** Validation and use of a fast sample preparation method and liquid chromatography–tandem mass spectrometry in analysis of ultra-trace levels of 98 organophosphorus pesticide and carbamate residues in a total diet study involving diversified food types. *Journal of Chromatography A*. 2010;1217(29):4815–4824. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2010.05.043>
- Soliman KM.** Changes in concentration of pesticide residues in potatoes during washing and home Preparation. *Food and Chemical Toxicology*. 2001;39:887–891. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(00\)00177-0](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(00)00177-0)
- Domingo, JL, Nadal M.** Carcinogenicity of consumption of red and processed meat: What about environmental contaminants? *Environ Res*. 2016;145:109–115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.11.031>
- Dasenaki ME, Thomaidis NS.** Meat Safety: II Residues and Contaminants. En: Toldrá, f. y otros. *Lawrie's Meat Science*. [Internet]. 7 ed. Reino Unido: Elsevier Ltd; 2017. [citado 3 may 2024]. p. 553-583. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780323854085000078>
- Yang T, Doherty J, Zhao B, Kinchla AJ, Clark J, He L.** Effectiveness of Commercial and Homemade Washing Agents in Removing Pesticide Residues on and in Apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2017;65: 9744- 9752. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b03118>
- Sobral MMC, Cunha SC, Farla MA, Faria MA, Ferreira I.** Domestic Cooking of Muscle Foods: Impact on Composition of Nutrients and Contaminants. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2018;00-1:25. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12327>
- Pang X, Liu X, Peng L, Chen Z, Qiu J, Su X, Yu C, Zhang J, Weng R.** Wide-scope multi-residue analysis of pesticides in beef by ultra-high performance liquid chromatography coupled with quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Food Chemistry*. 2021;351. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2021.12.9345>
- Mansour SA.** Residual Pesticides and Heavy Metals Analysis in Food. En: Wong YC, Lewis RJ. *Analysis of Food Toxins and Toxicants*. [Internet]. 1 ed. John Wiley & Sons Ltd; 2017. [citado 10 jun 2022]. p.537-570. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118992685.ch18>
- Thomas M, Lazartigues A, Banas D, Brun bellut J, Freidt C.** Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in sediments and fish from freshwater cultured fish ponds in different agricultural contexts in north-eastern France. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2012;77:35–44. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2011.10.018>

17. Tressou J, Ben Abdallah N, Planche C, Dervilly-Pinel G, Sans P, Engel E, Albert I. Exposure assessment for dioxin-like PCBs intake from organic and conventional meat integrating cooking and digestion effects. *Food and Chemical Toxicology*. 2017;110:251–261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.10.032>
18. Jacobs JL, Mullenix MK, Koebernick JC, Dillard SL, Justice SM, Tighe Da Rodning, SP, Muntifer RB. Cotton gin byproduct: Effects on feed intake, quality, and safety for use in diets of gestating beef cows. *Applied Animal Science*. 2022;38(5):402–408. DOI: <https://doi.org/10.15232/AAS.2022-02288>
19. Olisah C, Rubidge G, Human LRD, Adams JB. Tissue distribution, dietary intake and human health risk assessment of organophosphate pesticides in common fish species from South African estuaries. *Mar Pollut Bull*. 2023;186. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2022.114466>
20. Pardiño V, Martínez D, Flores A, Romerom D, Suárez V, López K, Uscanga R. Human health risk of dietary intake of organochlorine pesticide residues in bovine meat and tissues from Veracruz, México. *Food Chem*. 2012;135:1873–1893. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2012.06.079>
21. Hajrulai-Musliu Z, Uzunov R, Jovanov S, Jankuloski D, Stojkovski V, Pendovski L, Sansanya JJ. A new LC–MS/MS method for multiple residues/contaminants in bovine meat. *BMC Chemistry*. 2021;15(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s13065-021-00788-5>
22. Li Z. Prioritizing agricultural pesticides to protect human health: A multi-level strategy combining life cycle impact and risk assessments. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2022;242. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113869>
23. Pang X, Qiu J, Zhang Z, Li P, Xing J, Su X, Liu G, Yu C, Weng R. Wide-Scope Multi-residue analysis of pesticides in beef by gas chromatography coupled with quadrupole Orbitrap mass spectrometry. *Food Chemistry*. 2023;407. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2022.135171>
24. Dubocq F, L'yonnet P, Chatzidimitriou E, Mahouche-Chergui S, Sarda X, Vial G, Duboisset A, Carbonnier B, Parinet J. Towards comprehensive identification of pesticide degradation products following thermal processing below and above 120 °C: A review. *Food Chemistry*. 2023;402. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134267>
25. Osaili TM, Al-Natour MQ, Al-Abboodi AR, Alkarasneh AY, El Darra N, Khazaal S, Holley R. Detection and risk associated with organochlorine, organophosphorus, pyrethroid and carbamate pesticide residues in chicken muscle and organ meats in Jordan. *Food Control*. 2023;144. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109355>
26. Shaw IC. Chemical residues, food additives and natural toxicants in food – the cocktail Effect. *International Journal of Food Science and Technology*. 2014;49:2149–2157. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12606>
27. Botitsi HV, Garbis SD, Economou A, Tsipi DF. Current mass spectrometry strategies for the analysis of pesticides and their metabolites in food and water matrices. *Mass Spectrometry Reviews*. 2011;30:907–939. DOI: <https://doi.org/10.1002/mas.20307>
28. Li L, Yin Y, Zheng G, Liu S, Zhao C, Xie W, Ma L, Shan Q, Dai X, Wei L. Determination of multiclass herbicides in sediments and aquatic products using QuEChERS combined with ultra high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UHPLC-MS/MS) and its application to risk assessment of rice-fish co-culture system in China. *Microchemical Journal*. 2021;170. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2021.106628>
29. Rahman M, Hoque MS, Bhowmik S, Ferdousi S, Kabiraz MP, Van Brakel ML. Monitoring of pesticide residues from fish feed, fish and vegetables in Bangladesh by GC-MS using the QuEChERS method. *Heliyon*. 2021;7(3).
30. Organización Mundial de la Salud. Residuos de pesticidas en los alimentos. [Internet]. 15 sep 2022. [citado 3 may 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>
31. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Límites máximos de residuos (LMR) [Internet]. 2024 [citado 3 may 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/maximum-residue-limits/es/>
32. Argentina. Resolución 934/2010. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS AGROPECUARIOS PARA CONSUMO INTERNO. [Internet]. 29 dic 2010 [citado 04 abr 2025]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-934-2010-177593/texto>
33. Argentina. Resolución 608/2012. Establécense límites máximos de residuos para determinados productos. [Internet]. 11 dic 2012 [citado 04 abr 2025]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-608-2012-206160/texto>
34. Spanoghe P. Pesticides in Food Safety versus Food Security. En: Coll M, Wajnberg E. *Environmental Pest Management: Challenges for Agronomists, Ecologists, Economists and Policymaker*. [Internet]. 1 ed. John Wiley & Sons Ltda; 2017. [citado 3 may 2024]. p. 347–368. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119255574.ch15>
35. Ahmad R, Salem NM, Estaitieh H. Occurrence of organochlorine pesticide residues in eggs, chicken and meat in Jordan. *Chemosphere*. 2010;78:667–671. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.12.012>
36. Wu G, Bao X, Zhao S, Wu J, Han A, Ye Q. Analysis of multi-pesticide residues in the foods of animal origin by GC–MS coupled with accelerated solvent extraction and gel permeation chromatography cleanup. *Food Chemistry*. 2011;126(2):646–654. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.105>
37. Sapozhnikova Y. High-throughput analytical method for 265 pesticides and environmental contaminants in meats and poultry by fast low pressure gas chromatography and ultrahigh performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2018;1572:203–211. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2018.08.025>
38. Jia Q, Liao G-q, Chen L, Qian Y-z, Yan X, Qiu J. Pesticide residues in animal-derived food: Current state and perspectives. *Food Chemistry*. 2024;438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137974>
39. Beyer A, Biziuk M. Applications of Sample preparation techniques in the analysis of pesticides and PCBs in food. *Food Chemistry*. 2008;108(2):669–680. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.024>
40. Ahmed FE. Analyses of pesticides and their metabolites in foods and drinks. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2001;20(11):649–661. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0165-9936\(01\)00121-2](https://doi.org/10.1016/S0165-9936(01)00121-2)
41. Mandal S, Poi R, Hazra DK, Ansary I, Bhattacharyya S, Karmakar R. Review of extraction and detection techniques for the analysis of pesticide residues in fruits to evaluate food safety and make legislative decisions: Challenges and anticipations. *Journal of Chromatography B*. 2023;1215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2022.123587>
42. Zyglar A, Slominska M, Namiesnik J. Soxhlet Extraction and New Developments Such as Soxtec. En: Reedijk, J. *Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering*. [Internet] Gdansk, Polonia: Elsevier Inc; 2012. [citado 3 may 2024]. p. 65–82. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381373-2.00037-5>

43. Garrido Frenich A, Martínez Vidal JL, Cruz Sicilia AD, González Rodríguez MJ, Plaza Bolaños P. Multiresidue analysis of organochlorine and organophosphorus pesticides in muscle of chicken, pork and lamb by gas chromatography-triple quadrupole mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*. 2006;558(1,2):42-52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2005.11.012>
44. Luque de Castro MD, Priego- Capote F. Soxhlet Extraction Versus Accelerated Solvent Extraction. En: Reedijk, J. Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering. [Internet] Gdansk, Polonia: Elsevier Inc; 2012. [citado 3 may 2024]. p. 83-103. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381373-2.00038-7>
45. Chung SWC, Chen BLS. Determination of organochlorine pesticide residues in fatty foods: A critical review on the analytical methods and their testing capabilities. *Journal of Chromatography A*. 2011;1218(33):5555-5567. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2011.06.066>
46. Song X, Li F, Yan T, Tian F, Ren L, Jiang C, Wang Q, Zhang S. Research progress in the sample pretreatment techniques and advanced quick detection methods of pesticide residues. *Process Safety and Environmental Protection*. 2022;165:610-622. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.07.047>
47. Dong Y, Das S, Parsons, JR, Praetorius A, De Rijke E, Helmus R, Slootweg JC, Jansen B. Simultaneous detection of pesticides and pharmaceuticals in three types of bio-based fertilizers by an improved QuEChERS method coupled with UHPLC-Q-ToF-MS/MS. *Journal of Hazardous Materials*. 2023;458. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131992>
48. Barker SA. Matrix solid phase dispersion (MSPD). *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*. 2007;70(2):151-162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbbm.2006.06.005>
49. Bogialli S, Di Corcia A. Matrix solid-phase dispersion as a valuable tool for extracting contaminants from foodstuffs. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*. 2007;70(2):163-179. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbbm.2006.07.007>
50. Hu C, Feng J, Cao Y, Chen L, Li Y. Deep eutectic solvents in sample preparation and determination methods of pesticides: Recent advances and future prospects. *Talanta*. 2024;266(2). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2023.125092>
51. Barker SA. Applications of matrix solid-phase dispersion in food analysis. *Journal of Chromatography A*. 2000;880(1-2):63-68. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(99\)01290-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(99)01290-X)
52. Capriotti AL, Cavaliere C, Giansanti P, Gubbiotti R, Sampieri R, Lagana A. Recent developments in matrix solid-phase dispersion Extraction. *Journal of Chromatography A*. 2010;1217(16):2521-2532. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2010.01.030>
53. Anastassiades M, Lehotay SJ, Štajnbaher D, Schenck FJ. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive solid-phase extraction” for the determination of pesticide residues in produce. *Journal of AOAC International*. 2003;86(2):412-431. DOI: <https://doi.org/10.1093/jaoac/86.2.412>
54. Wang F, Li S, Feng H, Yang Y, Xiao B, Chen D. An enhanced sensitivity and cleanup strategy for the nontargeted screening and targeted determination of pesticides in tea using modified dispersive solid-phase Extraction and cold induced acetonitrile aqueous two-phase systems coupled with liquid chromatography-high resolution mass spectrometry. *Food Chemistry*. 2019;275:530-538. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.142>
55. Wang XC, Shu B, Li S, Yang ZG, Qiu B. QuEChERS followed by dispersive liquid-liquid microextraction based on solidification of floating organic droplet method for organochlorine pesticides analysis in fish. *Talanta*. 2017;162:90-97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2016.09.069>
56. Barbieri MV, Postigo C, Guillem-Argiles N, Monllor-Alcaraz LS, Simionato JI, Stella E, Barceló D, López De Alda M. Analysis of 52 pesticides in fresh fish muscle by QuEChERS extraction followed by LC-MS/MS determination. *Science of The Total Environment*. 2019;653:958-967. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.289>
57. González-Curbelo M, Socas-Rodríguez B, Herrera-Herrera AV, González-Sálamo J, Hernández-Borges J, Rodríguez-Delgado M. Evolution and applications of the QuEChERS method, en: *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2015;71:169-185. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.TRAC.2015.04.012>
58. Nazli B, Olgun EO, Çakir B, Demirci M. An analytical study to determine prohibited anabolic residues in red meat tissue using LC-MS/MS system. *Food Science and Technology*. 2022;42. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.65420>
59. Kim L, Lee D, Cho HK, Choi SD. Review of the QuEChERS method for the analysis of organic pollutants: Persistent organic pollutants, polycyclic aromatic hydrocarbons, and pharmaceuticals. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*. 2019;22. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.TEAC.2019.E00063>
60. Li L, Li P, Tang S, Xiao C, Huang Y, Wang L, Yang X, Chen X, Shao B. Detection of chemical contaminants in heat processed meat products based on UPLC-MS/MS. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2023;124. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105711>
61. Doong RA, Lee CY. Determination of organochlorine pesticide residues in foods using solid-phase extraction clean-up cartridges. *The Analyst*. 1999;124:1287-1289. DOI: <https://doi.org/10.1039/A902722J>
62. Yu Y, Li C, Zhang X, Zhang X, Pang Y, Zhang S, Fu J. Route-specific daily uptake of organochlorine pesticides in food, dust, and air by Shanghai residents, China. *Environ Int*. 2012;50:31-37. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2012.09.007>
63. García de Llasera MP, Reyes-Reyes ML. A validated matrix solid-phase dispersion method for the extraction of organophosphorus pesticides from bovine samples. *Food Chemistry*. 2009;114(4):1510-1516. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.006>
64. Barker SA, Long, AR, Short CR. Isolation of drug residues from tissues by solid phase dispersion. *Journal of Chromatography*. 1989;475:353-361. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)89689-8](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)89689-8)
65. Brutti M, Blasco C, Pico Y. Determination of benzoylurea insecticides in food by pressurized liquid extraction and LC-MS. *Journal of Separation Science*. 2010;33(1):1-10. DOI: <https://doi.org/10.1002/jssc.200900314>
66. Han L, Sapozhnikova Y, Lehotay SJ. Method validation for 243 pesticides and environmental contaminants in meats and poultry by tandem mass spectrometry coupled to low-pressure gas chromatography and ultrahigh-performance liquid chromatography. *Food Control*. 2016;66:270-282. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.02.019>
67. Su Y, Lu J, Liu J, Li F, Wang N, Lei H, Shen X. Optimization of a QuEChERS-LC-MS/MS method for 51 pesticide residues followed by determination of the residue levels and dietary intake risk assessment in foodstuffs. *Food Chemistry*. 2024;434. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137467>

La potencia de la publicidad en todos los canales.



El mejor modo de llegar con soluciones desde las pymes hasta la industria 5.0

La Alimentación
LATINOAMERICANA



Tecnología Láctea
LATINOAMERICANA



La Industria Cárnica
LATINOAMERICANA



Heladería - Panadería
LATINOAMERICANA



Consulte condiciones con nuestro equipo de ventas
noelia@publitec.com.ar | anigreth@publitec.com.ar

www.publitec.com

[@editorial.publitec](https://www.instagram.com/editorial.publitec) [@fitep](https://www.facebook.com/fitep)

Efecto de la aplicación de ozono sobre medias reses bovinas en cámaras frigoríficas

Victoria Brusa^{1*}; Viviana Restovich²; Mariana Cap^{3,4}; Virginia Chiapparoli²; Gabriela Grigioni^{3,4}; Leda Giannuzzi⁵; Sergio Vaudagna^{3,4}; Gerardo Leotta⁴

¹ IGEVET - Instituto de Genética Veterinaria “Ing. Fernando N. Dulout” (UNLP-CONICET LA PLATA) - Facultad de Ciencias Veterinarias UNLP. La Plata, Argentina.

² Frigorífico Arrebeef. Pérez Millán, Buenos Aires, Argentina.

³ INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Instituto Tecnología de Alimentos. Hurlingham, Argentina.

⁴ ICYTASAS – Instituto de Ciencia y Tecnología de Sistemas Alimentarios Sustentables - INTA-CONICET. Hurlingham, Argentina.

⁵ CIDCA - Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (UNLP-CONICET LA PLATA). La Plata, Argentina.

*toibrusa@hotmail.com

RESUMEN

Han sido evaluadas diferentes tecnologías para promover la inocuidad alimentaria y mejorar la calidad microbiológica y la vida útil de los alimentos. El objetivo de este trabajo fue determinar en un matadero exportador el efecto del ozono gaseoso sobre la pérdida de peso de las medias reses bovinas y sobre el recuento de microorganismos indicadores. Se aplicaron dos concentraciones de ozono gaseoso (3 y 10 ppm) a las medias reses del Experimento 1 (Exp. 1, n=100 test, n=100 control) y del Experimento 2 (Exp. 2, n=100 test, n=100 control), respectivamente. En ambos experimentos se utilizó una cámara frigorífica sin ozono como control. Para el recuento de organismos aerobios mesófilos (MAO), coliformes y *Escherichia coli*, se hisoparon 100 cm² de cada canal antes de la aplicación del ozono y 10, 20 y 30 h después de dicha aplicación. En el Exp. 1, se esponjó toda la superficie de la media res para la detección del gen que codifica para la toxina Shiga (stx). Los recuentos de MAO se vieron influenciados por el tratamiento y el momento del muestreo en ambos experimentos. En el Exp. 1, las medias reses de la cámara control presentaron recuentos más altos que las ozonizadas en todos los tiempos de mues-

treo, mientras que en el Experimento 2 ocurrió lo contrario. El recuento de coliformes se vio afectado por el momento de muestreo en el Exp 2, mientras que el recuento de *E. coli* no se vio afectado en ningún experimento. Todas las muestras analizadas resultaron negativas para stx. Las diferencias en la pérdida de peso de las medias reses no fueron estadísticamente significativas. En conclusión, el ozono gaseoso no fue eficaz para reducir la carga bacteriana ni la pérdida de peso de las medias reses. Hasta donde sabemos, este es el primer estudio que evalúa el efecto del ozono en medias reses, realizado en un matadero comercial, y no a escala de laboratorio. Futuras investigaciones contribuirán a demostrar si el uso de ozono afecta la calidad y las características sensoriales de la carne bovina.

INTRODUCCIÓN

La industria de alimentos demanda una constante mejora en la calidad de la materia prima. En años recientes, se han evaluado diferentes tecnologías para promover la inocuidad alimentaria y mejorar la calidad microbiológica y la vida útil de los alimentos^[1]. La carne bovina no sólo es susceptible a la contaminación bacteriana sino que también es alta-

mente perecedera debido a factores intrínsecos, tales como su riqueza en nutrientes, alta actividad de agua y alto pH^[2,3]. Asimismo, la contaminación de la carne con microorganismos patógenos y de deterioro puede ocurrir en diferentes etapas de la cadena agro-alimentaria, desde el matadero hasta el consumo^[4].

Han sido investigados varios tratamientos antimicrobianos y medidas de intervención para controlar el crecimiento de microorganismos deteriorantes y patógenos sobre los productos cárnicos y así extender su vida útil. Ellos incluyen tratamientos físicos antimicrobianos, tales como irradiación gamma^[5,6], altas presiones hidrostáticas^[7-9] y sistemas de vapor al vacío^[10,11] así como intervenciones químicas tales como agua caliente^[12-17], ácidos orgánicos (caprílico, láctico, peroxiacético)^[5,18-20], ácido hipocloroso generado electrolíticamente, y ozono acuoso y gaseoso^[21]. De éstos, los ácidos orgánicos, el agua caliente y la irradiación han sido aprobados por la autoridad sanitaria argentina para su eventual aplicación sobre carne bovina^[22,23]. La inclusión de métodos de descontaminación y medidas de intervención en programas de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) ha ayudado a alcanzar reducciones significativas en la carga de bacterias patógenas y/o la extensión de la vida de útil de las medias reses bovinas^[24].

El ozono ha sido aceptado con el status de GRAS (Generalmente Reconocido como Seguro) para contacto directo con alimentos y aprobado para ser aplicado en el tratamiento, almacenamiento y procesamiento de alimentos, incluyendo carnes rojas y carne aviar^[25]. El ozono se descompone en forma instantánea en oxígeno y agua^[21,26] y puede ser utilizado en fase acuosa o gaseosa. Estas características le confieren un alto poder oxidante y rápida descomposición, haciéndolo efectivo contra bacterias, virus, hongos y micotoxinas, sin dejar ningún subproducto o residuo tóxico^[26-28]. Además de estas propiedades, la aceptación de los consumidores lo hacen una atractiva alternativa para su aplicación en la industria de la carne bovina^[29,30]. Temperatura, presión y humedad relativa parecen ser los principales factores ambientales que afectan la ozonización gaseosa. Otros factores tales como las propiedades del material a ser descontaminado,

el microorganismo, el método de contaminación del sustrato y de generación de ozono, y la dosis de exposición también afectan la eficiencia del proceso de ozonización^[26].

Diferentes estudios han evaluado la capacidad del ozono para reducir la pérdida de peso de las medias reses, disminuir la carga de microorganismos patógenos y deteriorantes y extender la vida útil de la carne bovina^[21,31]. La aplicación de ozono no sólo permite obtener carne más tierna, sino también disminuir en forma significativa la pérdida de peso de la media res, estabilizar el pH, mejorar la apariencia visual del producto y eliminar los olores desagradables dentro de la cámara frigorífica^[32].

La efectividad del ozono gaseoso sobre la carga microbiana y la vida útil de la carne ha sido también investigada^[1,21]. Estudios a escala de laboratorio han probado ozono gaseoso a diferentes concentraciones (0.44-1000 ppm) y tiempos de aplicación (minutos, días) sobre carne de vaca, de pollo, de cerdo y de pavo, con resultados variables^[33-36]. Hasta donde nosotros sabemos, el efecto del ozono sobre carne bovina a escala de matadero comercial



Perfecto afilado de todas nuestras hojas de sierra circulares

AFILADORA DE HOJAS DE SIERRA CIRCULARES. MODELO CBS-1

Hojas siempre afiladas para un corte óptimo

JARVIS

JARVIS ARGENTINA S.A.I.C.: Luis María Drago 2685 (B1852LHD)
Burraco - Bs. As. - Argentina - Tel.: (54 11) 4238-0810 - Fax: (54 11) 4238-6323
info@jarvis.com.ar - www.jarvis.com.ar

no había sido determinada hasta ahora. El objetivo de este trabajo fue evaluar en un establecimiento frigorífico de exportación el efecto del ozono gaseoso sobre la pérdida de peso de medias reses bovina y sobre el recuento de microorganismos indicadores en la carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un matadero ubicado en la provincia de Buenos Aires, Argentina. El establecimiento produce carne bovina para exportación y para el mercado local y aplica el sistema HACCP, Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Buenas Prácticas de Higiene (BPH). El muestreo fue aprobado por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria de Argentina (SENASA). El estudio no requirió la aprobación del comité de ética de las instituciones de los autores. Se dividió en experimento 1 (Exp. 1, realizado en julio de 2021) y experimento 2 (Exp. 2, realizado en septiembre de 2021)

según la concentración de ozono gaseoso aplicada (3 y 10 ppm, respectivamente). Se utilizó un generador de ozono gaseoso que produce 60 kg de ozono por hora (OZONA S.R.L., Villa Marteli, Buenos Aires, Argentina). Cada experimento se realizó en cámaras de frío independientes, cuyas características se detallan en la **Tabla 1**. La información sobre la concentración de ozono ambiental, la temperatura ambiente y la humedad relativa de cada cámara, así como la temperatura y el pH de la carne, se detalla en la **Tabla 2**. Durante ambos experimentos, las variables ambientales y de las medias reses, así como el flujo del proceso, correspondieron a las condiciones de trabajo habituales de un matadero. La secuencia de procesos a los que se sometieron las medias reses y los cuartos traseros se presenta en las **Figuras 1 y 2**. Se utilizó un equipo de respiración autónomo con circuito de baja presión y demanda de aire para ingresar a la cámara de frío N° 12 (test), (MSA, Don Torcuato, Buenos Aires, Argentina).

Tabla 1 – Características de la cámara frigorífica y concentraciones de ozono utilizadas en los experimentos 1 y 2.

Cámara	Dimensión (m)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Capacidad (medias reses)	Ozono gaseoso*
Control	14,85x4,1x5,2	60,8	316,2	100	Experimentos 1 y 2: sin aplicación de ozono
Test	14,85x4,5x5,2	60,8	347,4	100	Experimento 1: 3ppm (6mg O ₃ /m ³) Experimento 2: 10ppm (21 mg O ₃ /m ³)

*Concentración máxima alcanzada en cada experimento

RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Las muestras microbiológicas de las medias reses de los experimentos 1 y 2 (n=200 cada una) se obtuvieron utilizando una esponja estéril (Whirl-Pak Speci-Sponge, Nasco, EE. UU.) empapada en 10 ml de agua de peptona tamponada (BPW) (Acumedia Manufacturers, Lansing, MI). En cada experimento, se utilizó una esponja para el recuento de microorganismos indicadores mediante el hisopado de cuatro áreas de 100 cm² cada una (pecho, cuello, glúteo y cara lateral posterior del garrón). Primero, se frotó el área del pecho y el cuello con un lado de la esponja

(diez pasadas en dos direcciones, de izquierda a derecha y de arriba a abajo). Luego, se volteó la misma esponja hacia el otro lado para hisopar el glúteo y el garrón, como se mencionó anteriormente. Se tomaron muestras antes (T0, n=25) y después de la aplicación de ozono, a las 10 h (T1, n=25), 20 h (T2, n=25) y 30 h (T3, n=25). En cada momento, se muestreó un grupo diferente de medias reses. En el Experimento 1, se utilizó una segunda esponja estéril para frotar toda la superficie de la media res (externa e interna) para la detección de toxina Shiga (stx) en T0 (n=25) y T3 (n=25) (**Tabla 3**).

Para evaluar la pérdida de peso, las medias reses se pesaron antes de introducirlas en la cámara frigorífica utilizando una báscula de faena modelo LT 600E, con celda de carga de 1000 kg y una tolerancia de hasta 500 g, y antes del despiece utilizando una

báscula de cuartos modelo LT 600E, con celda de carga de 1000 kg y una tolerancia de hasta 100 g. También se utilizó una báscula para pesar cuartos traseros antes de colocarlos en la cámara frigorífica y antes de deshuesarlos.

Figura 1 – Secuencia del proceso en productos cárnicos no ozonizados

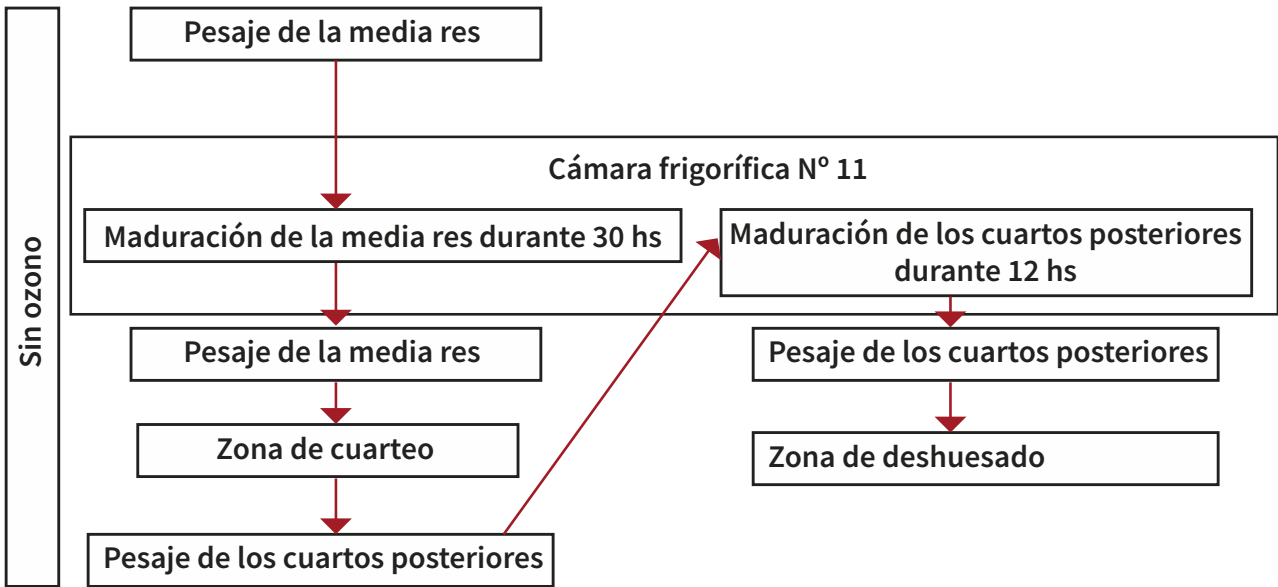


Figura 2 –Secuencia del proceso en productos cárnicos no ozonizados

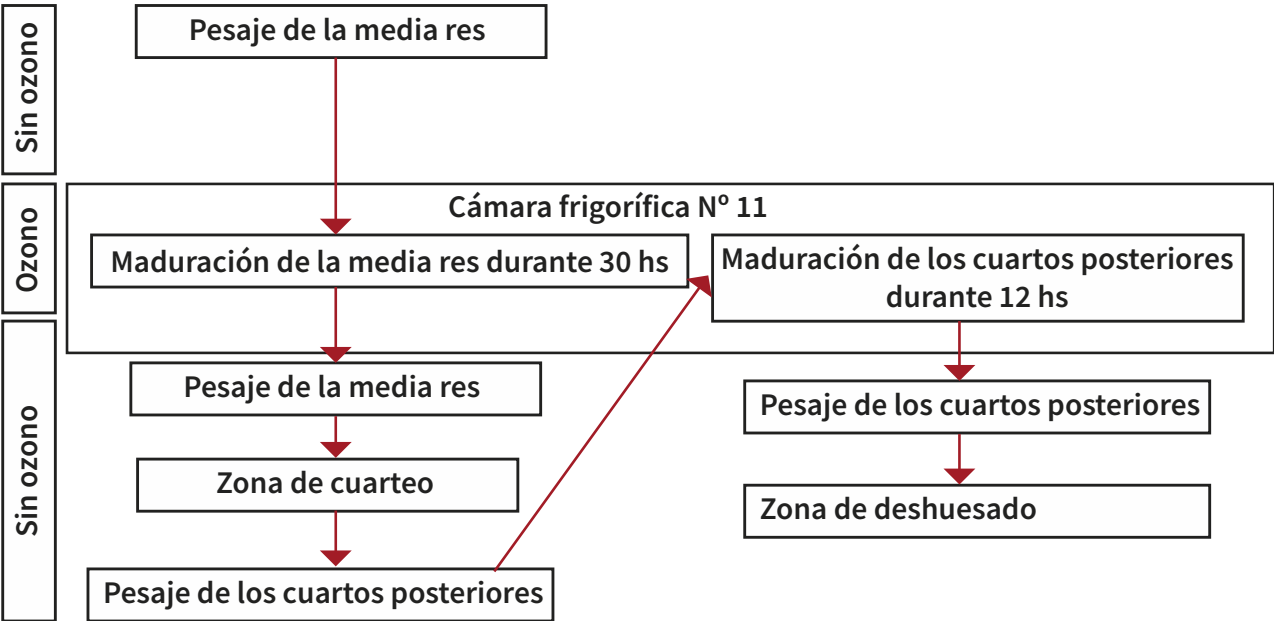


Tabla 2 – Variables medidas, tiempos de medición e instrumentos de medición utilizados en el experimento.

Variable	Valor medido (min-max)		Tiempo	Instrumento
	Cámara de control	Cámara de prueba		
Concentración de ozono en el ambiente (ppm)			Cada hora	QB2000N/T Fixed Gas Module Monitor Transmitter (Henan Chicheng Electric Co., Ltd., Henan, China).
Experimento 1				
T1		2–6		
T2		2–4		
T3		2–4		
Cuarteo		2–4		
Experimento 2				
T1		8–12		
T2		9–11		
T3		8–12		
Cuarteo		8–15		
Temperatura ambiente (°C)			Cada 5 min	Data logger HOBO MX2300 (ONSET, Bourne, Massachusetts, United States).
Experimento 1				
T0	3.98–18.3	2.24–19.85		
T1	4.28–5.38	2.16–3.34		
T2	–1.47–4.86	–1.62–3.26		
T3	–3.47–3.39	–2.81–2.07		
Cuarteo	–3.61–1.24	–0.32–7		
Experimento 2				
T0	7.33–18.66	9.82–19.53		
T1	5.23–8.46	3.13–12.38		
T2	4.47–6.22	2.28–4.97		
T3	0.91–5.02	0.39–3.72		
Cuarteo	–2.3–8.06	–2.18–5.47		
Humedad relativa (%)				
Experimento 1				
T0	40.14–92.96	44.39–88.99		
T1	73.09–95.1	75.65–91.19		
T2	62.68–91.62	72.67–92.52		
T3	62.62–98.64	70.96–96.10		
Cuarteo	66.04–99.16	90.05–97.61		
Experimento 2				
T0	47.08–84.1	58.73–92.96		
T1	51.53–81.43	59.33–86.64		
T2	59.71–86.74	63.7–83.75		
T3	59.82–91.72	67.67–88.65		
Cuarteo	58.89–100.0	67.01–96.56		
Temperatura de media res (°C)			T0, T1, T2 y T3	Termómetro para carne (HANNA, CABA, Argentina), rango desde -50 a 150°C con sensor termorresistivo, exactitud de ± 0.3 °C.
Experimento 1				
T0	13.9–20.3	10.4–16		
T1	10.3–13.9	6.3–10.4		
T2	7–10.7	4.7–6.8		
T3	3.8–5.7	1.7–2.5		
Experimento 2				
T0	20.1–30.7	26.9–30.3		
T1	10.3–12.4	6.0–7.9		
T2	5.0–8.0	3.0–5.3		
T3	5.7–8.8	3.2–4.1		
Media res pH¹			T3 (al final del tiempo de maduración de las medias reses)	Instrumento digital (electrodo de punción HANNA), Electrodo de conexión Din FC 202D, rango de lectura de 0 a 12 pH y 0–50°C.
Experimento 1	5.1–5.79	5.4–5.75		
Experimento 2	5.3–5.78	5.22–5.76		

T0, T1, T2 y T3: tiempos de muestreo antes de la aplicación del ozono y 10 h, 20 h y 30 h después de la aplicación del ozono, respectivamente.

¹Medido en la cara externa del músculo dorsal, entre la 12ª y 13ª costilla. Para instrumentos de medición de pH, la compañía define que la diferencia entre el valor buffer y el indicado por el instrumento tiene que ser de ± 0.05 como máximo.

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

Las muestras se analizaron para detectar organismos aerobios mesófilos (MAO), coliformes y *E. coli* con placas de recuento aerobio 3M™ Petrifilm™ (3M™, Minnesota, EE. UU.) y placas de recuento de *E. coli*/coliformes 3M™ Petrifilm™ (3M™). Tras colocar las muestras en una bolsa Stomacher, se añadieron 15 ml de agua desionizada (BPW). Luego de mezclar

durante 30 s, se colocó 1 ml de muestra en cada placa Petrifilm se incubó y se contabilizó según las especificaciones del fabricante^[37,38]. Los resultados se expresaron como log UFC/cm². La detección de stx se realizó mediante el ensayo de PCR en tiempo real BAX® System para la detección de *E. coli* productora de toxina Shiga (STEC) (DuPont Corporation, DE, EE. UU.) según las instrucciones del fabricante^[39].

Tabla 3 – Toma de muestras y tiempos de muestreo

Muestreo	ID Media res	stx ¹	MAO y C/EC
Tiempo			
T0	1–25	E1	E1-E2
T1	26–50		E1-E2
T2	51–75		E1-E2
T3	76–100	E1	E1-E2
Superficies			
400 cm ²			x
Media res completa ²		x	
N =3		100	400

ID: identificación; E1: experimento 1, E2: experimento 2; 1 detección de stx; 2interna y externa; 3total de análisis realizados; MAO: organismos aeróbios mesófilos; C/EC: Coliformes/*E. coli*

Análisis estadístico

El efecto de cada concentración de ozono sobre la pérdida de peso de las reses se evaluó mediante la prueba t de Student bilateral para variables independientes. El efecto de cada concentración de ozono sobre la carga microbiana se evaluó mediante un modelo lineal generalizado con distribución gamma y función de enlace logarítmica, ya que la distribución de frecuencias de la variable dependiente (recuento de microorganismos indicadores en las medias reses) presentó un sesgo a la derecha (ni normal ni homocedástica). En el experimento 1, los factores fijos fueron el tratamiento (3 ppm de ozono/sin ozono) y el tiempo de muestreo (T0 a T3), y las variables dependientes fueron MAO, coliformes y *E. coli*, según corresponda. En el experimento 2, los factores fijos fueron el tratamiento (10 ppm de ozono/sin ozono) y el tiempo de muestreo (T0 a T3), y las variables dependientes fueron MAO, coliformes y *E. coli*, según corresponda. Todos los análisis estadísticos se realizaron con InfoStat (Universidad Nacional de Córdoba). El umbral de significancia se estableció en p<0,05.

RESULTADOS

Recuento de microorganismos indicadores

El recuento de MAO se vio influenciado por el tratamiento y el momento del muestreo en ambos experimentos. En este sentido, los recuentos de MAO aumentaron con el paso del tiempo en ambos experimentos (Tablas 5 y 6, S1 Tabla Exp. 1 y S2 Tabla Exp. 2). En el Exp. 1, las medias reses de control presentaron mayores recuentos de MAO que las ozonizadas en todos los momentos de muestreo (Tabla 5, S1 Tabla Exp. 1). Por otro lado, las medias reses ozonizadas del Exp. 2 presentaron mayores recuentos de MAO que las de control en todos los momentos de muestreo (Tabla 6, S2 Tabla Exp. 2). En el Exp. 1, los recuentos de coliformes fueron mayores en T3 que en los momentos de muestreo previos en ambas cámaras (Tabla 5, S1 Tabla Exp. 1). En el Exp. 2, los recuentos de coliformes se vieron afectados por el tiempo de muestreo (p=0,013), y el recuento inicial de coliformes disminuyó en los muestreos subsiguientes en ambas cámaras (Tabla 6, Tabla S2 Exp. 2). Además, se observó una interacción entre el tratamiento y el tiempo de muestreo en el Exp. 2

($p=0,013$) con respecto a los recuentos de coliformes (**Tabla 4**). En el Exp. 1, la aplicación de ozono y el tiempo de muestreo no tuvieron efectos significativos en los recuentos de coliformes ($p=0,738$;

$p=0,448$) ni de *E. coli* ($p=0,685$; $p=0,053$) (**Tabla 4**). Además, el tratamiento y el tiempo de muestreo no interactuaron con los recuentos de MAO ($p = 0,06$), coliformes ($p = 0,742$) ni de *E. coli* ($p = 0,924$).

Tabla 4 – Resultados estadísticos del recuento de microorganismos indicadores. Los factores fijos fueron tratamiento y tiempo de muestreo y las variables dependientes fueron MAO, coliformes y *E. coli*

	Factor				Factor interacción	
	Tratamiento		Tiempo de muestreo			
Experimento 1	1	2	1	2	1	2
MAO	< 0.001	0.001	0.035	< 0.001	0.06	0.772
Coliformes	0.738	0.06	0.448	0.013	0.742	0.013
<i>E. coli</i>	0.685	0.245	0.053	0.255	0.924	0.285

Con respecto al Experimento 2, el tratamiento no afectó significativamente los recuentos de coliformes ($p=0,06$) ni de *E. coli* ($p=0,245$), y el tiempo de muestreo no afectó los recuentos de *E. coli* ($p=0,255$). No se observó interacción entre el tratamiento y el tiempo de muestreo con los recuentos de MAO ($p=0,772$) ni de *E. coli* ($p=0,285$). Los resultados de los recuentos de MAO y *E. coli* se mantuvieron

dentro de los estándares de control de calidad establecidos^[40-42], mientras que no existen estándares de control de calidad establecidos para los recuentos de coliformes. Las medias y las medias marginales de los recuentos de MAO, coliformes y *E. coli* en las medias reses de cada cámara de frío se muestran en las **Tablas 5 y 6**.

Tabla 5 – Medias y medias marginales de los recuentos de organismos aerobios mesófilos, coliformes y *E. coli* en medias reses de cada cámara frigorífica en el Experimento 1.

Tiempo de muestreo	Organismos aerobios mesófilos*			Coliformes*			<i>E. coli</i> *		
	Cámara frigorífica		Media marginal	Cámara frigorífica		Media marginal	Cámara frigorífica		Media marginal
	Control	Test		Control	Test		Control	Test	
T0	3.79	3.44	3.6 a,b	1.44	1.50	1.47 ^a	1.33	1.35	1.34 ^a
T1	3.59	3.57	3.58 ^a	1.45	1.30	1.38 ^a	1.30	1.30	1.30 ^a
T2	3.73	3.65	3.69 ^{a,b}	1.30	1.40	1.35 ^a	1.30	1.30	1.30 ^a
T3	3.87	3.62	3.74 ^b	1.46	1.56	1.51 ^a	1.30	1.30	1.30 ^a
Media marginal	3.74	3.57		1.42	1.44		1.31	1.31	

*log CFU/400 cm²; a,b,c Para cada microorganismo, diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas.

Seguinos en redes sociales



@editorial.publitec



@fithep



Canal Publitec

Tabla 6 – Medias y medias marginales de los recuentos de organismos aerobios mesófilos, coliformes y *E. coli* en medias reses de cada cámara frigorífica en el Experimento 2.

Tiempo de muestreo	Organismos aerobios mesófilos*			Coliformes*			<i>E. coli</i> *		
	Cámara frigorífica		Media marginal	Cámara frigorífica		Media marginal	Cámara frigorífica		Media marginal
	Control	Test		Control	Test		Control	Test	
T0	3.49	3.64	3.56 ^a	1.30	1.46	1.38 ^a	1.44	2.66	2.05 ^a
T1	3.50	3.69	3.60 ^a	1.30	1.30	1.30 ^b	1.30	1.38	1.34 ^a
T2	3.85	3.98	3.91 ^b	1.30	1.30	1.30 ^b	1.3	1.42	1.36 ^a
T3	3.79	3.86	3.82 ^c	1.30	1.30	1.30 ^b	1.30	1.30	1.30 ^a
Media marginal	3.66	3.79		1.30	1.34		1.34	1.69	

*log CFU/400 cm²; a,b,c Para cada microorganismo, diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 7 – Resultados de pérdida de peso en medias reses y cuartos posteriores

		Experimento 1		Experimento 2	
		Control	Test	Control	Test
Media res					
X(rango) peso (kg)*	T0	147 (125–164)	133 (111–166)	128 (96–157)	126 (96–126)
	Antes del cuarteo	144 (122–161)	130 (109–163)	126 (95–155)	124 (94–179)
Pérdida de peso (%)*		1.9	1.7	1.2	1.0
p =		0.626		0.103	
Cuartos posteriores					
X(rango) peso (kg)*	Después del cuarteo	59	57	55	52
	Antes del deshuesado	(50–73)	(46–73)	(43–68)	(39–79)
Pérdida de peso (%)*		2.5%	1.1%	0.4	0.8
p =		0.476		0.289	

*Calculado considerando el peso de todas las medias reses maduras en la misma cámara frigorífica

Detección de stx

Todas las muestras analizadas fueron stx-negativas.

Pérdida de peso

La comparación de las muestras analizadas en los experimentos 1 y 2 no mostró diferencias significativas con respecto a los controles (Exp. 1: media res, p=0,626; cuarto trasero, p=0,476; Exp. 2: media res, p=0,103; cuarto trasero, p=0,289) (Tabla 7, Tabla S1 del Experimento 1 y Tabla S2 del Experimento 2).

DISCUSIÓN

Mejorar el rendimiento de la media res, la calidad microbiológica y las características sensoriales de la carne vacuna es un objetivo común de la industria cárnica. El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina recomienda la aplicación de bajas concentraciones de ozono gaseoso en las atmósferas donde se procesa y almacena la carne para lograr reducciones significativas en las pérdidas de peso, garantizar la inocuidad alimentaria,

mejorar la calidad sensorial (carne más tierna, mejor apariencia visual) y prolongar la vida útil^[32]. En este sentido, los resultados de publicaciones científicas que evalúan el efecto del ozono gaseoso en la carne en condiciones controladas concuerdan con dichas recomendaciones^[21,33,34,43]. Si bien estos informes generan grandes expectativas en el uso del ozono gaseoso como alternativa para mejorar la rentabilidad de la industria cárnica argentina, no existen estudios a escala de matadero que demuestren dichos beneficios. El presente estudio tuvo como objetivo verificar la eficacia del ozono gaseoso en la carne vacuna a escala de matadero. Pocos artículos científicos han evaluado la eficacia del ozono para reducir la pérdida de peso de la carne^[33,43], y sólo uno ha estimado este parámetro en medias reses de bovino^[44]. Estudios de laboratorio han reportado una reducción de la pérdida por goteo en carne de ave tratada con ozono^[43]. Otro estudio ha reportado una mejora en la capacidad de retención de agua de piezas de pechuga de pavo sin piel expuestas a ozono gaseoso (5 ppm) en una cámara de vidrio de 14 L durante 6-8 h a 22°C^[33]. En el presente estudio de medias reses y cuartos delanteros de bovino, realizado en un matadero de exportación, el ozono gaseoso no indujo reducciones significativas en la pérdida de peso en ningún experimento. Hasta donde sabemos, sólo un estudio ha determinado el efecto de 0,03ppm de ozono en medias reses de vacuno en un matadero experimental tras enfriarlas durante 24 h a 10°C antes de asignar aleatoriamente los lados alternos al grupo de ozono o al grupo control y evaluarlos tras nueve días de maduración^[44]. A diferencia de nuestros resultados, la pérdida de peso fue significativamente mayor en las medias reses ozonizadas que en las de control, lo que sugiere mayores pérdidas de peso por evaporación en los lados tratados con ozono que en los lados control. En nuestro estudio, se aplicaron las condiciones y los tiempos de maduración utilizados en mataderos de exportación. Probablemente, una exposición más prolongada al ozono de las medias reses y cuartos delanteros habría producido resultados similares a los reportados por Greer y Jones^[44] (**Tabla 2**).

Considerando que la carne es un alimento altamente perecedero, reducir la carga microbiana es importante para prolongar su vida útil. El ozono gaseoso se ha propuesto como una alternativa eficaz para reducir la carga microbiana en alimentos, incluida la carne^[21]. Algunos estudios han evaluado su efecto en carne vacuna contaminada naturalmente o inoculada en forma experimental con microorganismos patógenos y no patógenos. En un estudio a escala de laboratorio, la aplicación de 72 ppm de ozono gaseoso durante 24 h redujo los recuentos de *E. coli* (0,7 log10 ciclos) y los recuentos totales de microorganismos heterótrofos mesófilos aeróbicos (2,0 log10 ciclos) en muestras de carne vacuna (0,5 cm de espesor y 6,0 cm de diámetro)^[34]. En el presente estudio, el ozono gaseoso no fue eficaz para este propósito. Se identificaron diferencias significativas en los recuentos de MAO y coliformes a favor de las cámaras sin ozonización. Dado que los experimentos se llevaron a cabo en un matadero comercial, estos resultados se explicarían por las diferencias en las cargas bacterianas naturales iniciales entre las medias reses. Otros estudios a escala de laboratorio en porciones de carne vacuna (discos de 0,3 cm de grosor y 6 cm de diámetro) y carne picada (20 g) informaron reducciones similares en los recuentos microbianos a las encontradas por Coll Cárdenas *et al.*^[34] y reducciones significativas en la carga de *E. coli* O157 y *Listeria monocytogenes*^[31,45]. En el presente estudio, la aplicación de ozono gaseoso no tuvo efecto antimicrobiano en las medias reses de un matadero comercial. Stratakos y Grant^[46] expusieron porciones de carne vacuna de 5×5 cm inoculadas con *E. coli* a 3400 y 15000 ppm de ozono gaseoso durante 5 minutos. Estos autores informaron que los tratamientos con ozono no tuvieron un efecto antimicrobiano significativo contra *E. coli*, ni inmediatamente después del tratamiento ni durante el almacenamiento, lo cual coincide con nuestros resultados. De nuevo, hasta donde sabemos, el único estudio que evaluó el efecto antimicrobiano del ozono gaseoso en la carne vacuna a una escala similar fue realizado por Greer y Jones^[44] en un matadero experimental. Los autores mencionados aplicaron 0,03 ppm de ozono gaseoso en medias reses durante

nueve días de maduración y reportaron una cantidad de bacterias aproximadamente diez veces mayor en las de control. Sin embargo, la inhibición del crecimiento bacteriano en las superficies de las medias reses podría atribuirse a pérdidas por evaporación significativamente mayores en las tratadas con ozono, lo que limitó el crecimiento bacteriano, y no puede atribuirse inequívocamente a un efecto antimicrobiano del ozono. Dado que Greer y Jones^[44] realizaron el estudio en las estrictas condiciones higiénicas de un matadero de investigación, recomendaron confirmar los resultados en condiciones comerciales, donde los niveles de contaminación bacteriana serían más realistas. El presente estudio se realizó bajo niveles realistas de contaminación bacteriana, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en el efecto antimicrobiano del ozono en las medias reses bovinas.

Ensayos a escala de laboratorio han evaluado diferentes concentraciones de ozono gaseoso y tiempos de exposición para reducir la carga microbiana (principalmente inoculada experimentalmente) en carne aviar, porcina y bovina^[33,47]. Si bien las altas concentraciones de ozono aplicadas redujeron la carga microbiana, también produjeron alteraciones inaceptables en la carne (oscurecimiento y desecación de las superficies musculares expuestas, oxidación lipídica, reducción del tamaño del ojo del lomo)^[31,33,34]. Por lo tanto, los beneficios del efecto antimicrobiano del ozono podrían verse contrarrestados por las consecuencias negativas de su aplicación en esas condiciones^[44]. Si bien el ozono gaseoso no tuvo efecto antimicrobiano en la carne en las condiciones estudiadas en esta oportunidad, sería interesante evaluar su efecto sobre los parámetros sensoriales y la vida útil de la carne refrigerada/congelada envasada al vacío.

Escherichia coli productora de toxina Shiga (STEC) se considera un peligro en los mataderos de bovinos que aplican planes de HACCP^[48]. En la Argentina, varios estudios han evaluado la eficacia de diferentes métodos antimicrobianos para reducir la presencia de STEC en la carne vacuna. Además, los mataderos implementaron medidas de intervención y mejoras para reducir la presencia de STEC en la carne y sus instalaciones^[18,49,50]. Siguiendo investigaciones previas, nos propusimos evaluar la efica-

cia del ozono gaseoso para eliminar stx de las medias reses vacunas en un matadero comercial. Sin embargo, dado que las medidas implementadas para reducir STEC en los mataderos fueron efectivas, todas las muestras analizadas resultaron negativas para stx. Por lo tanto, no se pudo determinar el efecto del ozono gaseoso sobre STEC.

Los resultados obtenidos en estudios realizados en condiciones controladas de laboratorio son dispares y no permiten extraer conclusiones inequívocas sobre el efecto del ozono en la carne. En este estudio, el ozono gaseoso no fue eficaz para reducir la carga de microorganismos indicadores ni la pérdida de peso en canales de mataderos comerciales a las concentraciones evaluadas. En este contexto, se deben considerar varios aspectos antes de optar por la aplicación de ozono gaseoso en un matadero comercial: a) establecer claramente los objetivos de la aplicación (por ejemplo, la mejora de los atributos de calidad de la carne); b) evaluar las condiciones de aplicación (concentración de ozono, tiempo de exposición, presencia de materia orgánica, temperatura, presión y humedad relativa, entre otros); c) considerar los niveles de exposición al ozono en el entorno laboral y el uso de equipos de protección individual adecuados; y d) evaluar el costo asociado a los equipos y su instalación.

CONCLUSIÓN

Concluimos que la aplicación de 3 y 10 ppm ozono gaseoso en cámaras frigoríficas no fue efectiva para la pérdida de peso ni para la reducción de la carga bacteriana en las medias reses. Sin embargo, investigaciones futuras podrían ayudar a demostrar si el uso de ozono afecta la calidad sensorial de la carne vacuna.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Marcelo Signorini la revisión del análisis estadístico de los resultados. Agradecemos a Romina Arias, Vanesa Ruíz Díaz, Damián Arias, Diego Marilungo, Andrea Vidal y Anabela Farroni su asistencia profesional y colaboración durante el muestreo en el matadero.

FINANCIAMIENTO

Este estudio fue financiado mediante subsidios de investigación del Instituto para la Promoción de la

Carne Vacuna Argentina (IPCVA), Programa de I+D, en el marco del Proyecto “Caracterización del riesgo y mitigación del impacto de STEC en la cadena de suministro de carne vacuna”.

REFERENCIAS

- Xue W, Macleod J, Blaxland J.** The use of ozone technology to control microorganism growth, enhance food safety and extend shelf life: a promising food decontamination technology. *Foods*. 2023;12(4):814. <https://doi.org/10.3390/foods12040814> PMID: 36832889
- EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), Koutsoumanis K, Allende A, Alvarez-Ordóñez A, Bover-Cid S, Chemaly M, et al.** Scientific opinion on the microbiological safety of aged meat. *EFSA J*. 2023;21(1):7745. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7745> PMID: 36698487
- Reid R, Fanning S, Whyte P, Kerry K, Lindqvist R, Yu Z, et al.** The microbiology of beef carcasses and primals during chilling and commercial storage. *Food Microbiol*. 2017;61:50–7. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.08.003> PMID: 27697169
- European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control (EFSA and ECDC).** The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. *EFSA J*. 2018;16(12):5500. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5500> PMID: 32625785
- Cap M, Cingolani C, Lires C, Mozgovej M, Soteras T, Sucari A, et al.** Combination of organic acids and low-dose gamma irradiation as antimicrobial treatment to inactivate Shiga toxin-producing *Escherichia coli* inoculated in beef trimmings: Lack of benefits in relation to single treatments. *PLOS One*. 2020;15(3):e0230812. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230812> PMID: 32214399
- Xavier M de la P, Dauber C, Mussio P, Delgado E, Maquieira A, Soria A, et al.** Use of mild irradiation doses to control pathogenic bacteria on meat trimmings for production of patties aiming at provoking minimal changes in quality attributes. *Meat Sci*. 2014;98:383–91. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.037> PMID: 25042241
- Eccoña Sota A, Cap M, Rodríguez A, Szerman N, Speroni F, Vaudagna SR.** Effects of high hydrostatic pressure and beef patty formulations on the inactivation of native Strains of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* O157:H7. *Food Bioprocess Technol*. 2021;14(6):1194–1198.
- García-Hernández R, McMullen L, Gänzle MG.** Development and validation of a surrogate strain cocktail to evaluate bactericidal effects of pressure on verotoxigenic *Escherichia coli*. *Int J Food Microbiol*. 2015;205:16–22. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.03.028> PMID: 25866907
- Rey MA, Rodríguez Racca A, Rossi Ribeiro L, Dos Santos Cruz F, Cap M, Mozgovej MV, et al.** High-pressure processing treatment of beef burgers: effect on *Escherichia coli* O157 inactivation evaluated by plate count and PMA-qPCR. *J Food Sci*. 2022;87:2324–36. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16179> PMID: 35603809
- Castillo A, Lucia LM, Goodson KJ, Savell JW, Acuff GR.** Decontamination of beef carcass surface tissue by steam vacuuming alone and combined with hot water and lactic acid sprays. *J Food Prot*. 1999;62(2):146–51. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-62.2.146> PMID: 10030633
- Zhilyaev S, Cadavez V, Gonzales-Barron U, Phetxumphou K, Gallagher D.** Meta-analysis on the effect of interventions used in cattle processing plants to reduce *Escherichia coli* contamination. *Food Res Int*. 2017;93:16–25. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.01.005> PMID: 28290276
- Algino RJ, Ingham SC, Zhu J.** Survey of antimicrobial effects of beef carcass intervention treatments in very small state-inspected slaughter plants. *J Food Sci*. 2007;72(5):M173–9. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00386.x> PMID: 17995740
- Bosilevac JM, Nou X, Barkocy-Gallagher GA, Arthur TM, Koohmaraie M.** Treatments using hot water instead of lactic acid reduce levels of aerobic bacteria and Enterobacteriaceae and reduce the prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 on preevisceration beef carcasses. *J Food Prot*. 2006;69:1808–13. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-69.8.1808> PMID: 16924903
- Castillo A, Lucia LM, Goodson KJ, Savell JW, Acuff GR.** Use of hot water for beef carcass decontamination. *J Food Prot*. 1998;61(1):19–25. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-61.1.19> PMID: 9708247
- Greig JD, Waddell L, Wilhelm B, Wilkins W, Bucher O, Parker S, et al.** The efficacy of interventions applied during primary processing on contamination of beef carcasses with *Escherichia coli*: a systematic review-meta-analysis of the published research. *Food Control*. 2012;27:385–97. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.03.019>
- Kanankege KS, Anklam KS, Fick CM, Kulow MJ, Kaspar CW, Ingham BH, et al.** Evaluating the efficacy of beef slaughter line interventions by quantifying the six major non-O157 Shiga toxin producing *Escherichia coli* serogroups using real-time multiplex PCR. *Food Microbiol*. 2017;63:228–38. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.11.023> PMID: 28040174
- Signorini M, Costa M, Teitelbaum D, Restovich V, Brasesco H, García D, et al.** Evaluation of decontamination efficacy of commonly used antimicrobial interventions for beef carcasses against Shiga toxin-producing *Escherichia coli*. *Meat Sci*. 2018;142:44–51. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.009> PMID: 29656275
- Cap M, Lires C, Cingolani C, Mozgovej M, Soteras T, Gentiluomo J, et al.** Identification of the gamma irradiation dose applied to ground beef that reduces Shiga toxin producing *Escherichia coli* but has no impact on consumer acceptance. *Meat Sci*. 2021;174:Article 108414. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108414> PMID: 33370673
- Cap M, Vaudagna SR, Mozgovej M, Soteras T, Sucari A, Signorini M, et al.** Inactivation of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in fresh beef by electrolytically-generated hypochlorous acid, peroxyacetic acid, lactic acid and caprylic acid. *Meat Sci*. 2019;157:107886. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107886> PMID: 31323451
- Masana MO, Barrio YX, Palladino PM, Sancho AM, Vaudagna SR.** High pressure treatments combined with sodium lactate to inactivate *Escherichia coli* O157:H7 and spoilage microbiota in cured beef carpaccio. *Food Microbiol*. 2015;46:610–17. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.10.007> PMID: 25475335
- Brodowska AJ, Nowak A, Śmigielski K.** Ozone in the food industry: principles of ozone treatment, mechanisms of action, and applications: an overview. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2017;58:2176–220. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1308313> PMID: 28394634
- Código Alimentario Argentino.** Chapter III. 2021.

23. **SENASA.** Resolución N° 247/2014. 2014. [cited 2023 Oct 3] Available from: http://www.cira.org.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=5083:resolucion-n-247-2014&catid=112&Itemid=500.
24. **Brusa V, Cap M, Leotta G, Signorini M, Vaudagna S.** Quantitative microbial risk assessment of hemolytic uremic syndrome due to beef consumption: impact of interventions to reduce the presence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli*. In: Torres AG, editor. *Trending Topics in Escherichia coli Research, The Latin American Perspective*. Springer; 2023. pp. 229–48.
25. **Food and Drug Administration.** CFR - Code of Federal Regulations Title 21. Chapter I—Food and drug administration. Department of Health and Human Services. Subchapter B – Food for human consumption (continued). 2023 [cited 2023 Oct 3]. Available from: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=173.368>.
26. **Epelle EI, Macfarlane A, Cusack M, Burns A, Okolie JA, Mackay W, et al.** Ozone application in different industries: a review of recent developments. *Chem Eng J.* 2023; 454:140188. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.140188> PMID: 36373160
27. **Akata I, Torlak E, Erci F.** Efficacy of gaseous ozone for reducing microflora and foodborne pathogens on button mushroom. *Postharvest Biol Technol.* 2015;109:40–44. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.06.008>
28. **Sheng L, Hanrahan I, Sun X, Taylor MH, Mendoza M, Zhu M-J.** Survival of *Listeria innocua* on Fuji apples under commercial cold storage with or without low dose continuous ozone gaseous. *Food Microbiol.* 2018;76:21–8. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.04.006> PMID: 30166144
29. **Pandiselvam R, Subhashini S, Banuu Priya EP, Kothakota A, Ramesh SV, Shahir S.** Ozone based food preservation: a promising green technology for enhanced food safety. *Ozone Sci Eng.* 2019;41:17–34. <https://doi.org/10.1080/01919512.2018.1490636>
30. **Sarron E, Gadonna-Widehem P, Aussenac T.** Ozone treatments for preserving fresh vegetables quality: a critical review. *Foods.* 2021;10(3):605. <https://doi.org/10.3390/foods10030605> PMID: 33809297
31. **Giménez B, Graiver N, Giannuzzi L, Zaritzky N.** Treatment of beef with gaseous ozone: physicochemical aspects and antimicrobial effects on heterotrophic microflora and *Listeria monocytogenes*. *Food Control.* 2021;121:107602. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107602>
32. **Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca.** Tecnologías para la industria alimentaria. Ozono en alimentos. 2015. [cited 2023 Oct 3] Available from: https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/revista/ediciones/54/articulos/r54_13_Ozono.pdf.
33. **Ayranci UG, Ozunlu O, Ergezer H, Karaca H.** Effects of ozone treatment on microbiological quality and physicochemical properties of Turkey breast meat. *Ozone Sci Eng.* 2019;42(123):1–9. <https://doi.org/10.1080/01919512.2019.1653168>
34. **Coll Cárdenas F, Andrés S, Giannuzzi L, Zaritzky N.** Antimicrobial action and effects on beef quality attributes of a gaseous ozone treatment at refrigeration temperatures. *Food Control.* 2011;22:1442–7. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.03.006>
35. **Jaksch D, Margesin R, Mikoviny T, Skalny JD, Hartungen E, Schinner F, et al.** The effect of ozone treatment on the microbial contamination of pork meat measured by detecting the emissions using PTR-MS and by enumeration of microorganisms. *Int J Mass Spectrom.* 2004;239:209–14. <https://doi.org/10.1016/j.ijms.2004.07.018>
36. **Jindal V, Waldroup AL, Forsythe RH, Miller MJ.** Ozone and improvement of quality and shelf-life of poultry products. *J Appl Poult Res.* 1995;4:239–48. <https://doi.org/10.1093/japr/4.3.239>
37. Available from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://multimedia.3m.com/mws/media/10294010/3m-petrefilm-aerobic-count-plate.pdf>
38. Available from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.piramide-ambiente.it/wp-content/uploads/2022/07/Petrefilm-3M-E-coli-e-coliformi.pdf>
39. Available from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.oxoid.com/pdf/bax/Real-Time-PCR-Assays-for-STEC.pdf>
40. **Regulation 2073/2005.** [cited 2023 Oct 29] Available from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02005R2073-20180101&from=EN>.
41. **SENASA.** Circular 4365.
42. **SENASA.** Circular 4176.
43. **Ianni A, Grotta L, Martino G.** Feeding influences the oxidative stability of poultry meat treated with ozone. *AJAS.* 2019;32:874–80. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0520> PMID: 30381737
44. **Greer GG, Jones SDM.** Effects of OZONE on Beef carcass shrinkage, muscle quality and bacterial spoilage. *Can Inst Food Technol J.* 1989;22(2):156–60. [https://doi.org/10.1016/S0315-5463\(89\)70352-7](https://doi.org/10.1016/S0315-5463(89)70352-7)
45. **Cho Y, Muhlisin Choi JY, Hahn T, Lee SK.** Effect of gaseous Ozone exposure on the bacteria counts and oxidative properties of ground Hanwoo Beef at refrigeration temperature. *Korean J Food Sci Anim Resour.* 2014;34:525–32. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2014.34.4.525>
46. **Stratakos AC, Grant IR.** Evaluation of the efficacy of multiple physical, biological and natural antimicrobial interventions for control of pathogenic *Escherichia coli* on beef. *Food Microbiol.* 2018;76:209–18. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.05.011> PMID: 30166143
47. **Werlang G, Kich JD, Lopes G, Coldebella A, Feddern V, Cardoso M.** Effect of gaseous ozone application during chilling on microbial and quality attributes of pig carcasses. *Food Sci Technol.* 2022;28(4):366–76. <https://doi.org/10.1177/10820132211014985> PMID: 33983853
48. **Brusa V, Costa M, Padola NL, Etcheverría A, Sampedro F, Fernandez PS, Leotta GA, Signorini ML.** Quantitative risk assessment of haemolytic uremic syndrome associated with beef consumption in Argentina. *PLoS One.* 2020;15(11):e0242317. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242317> PMID: 33186398
49. **Brusa V, Restovich V, Galli L, Arias R, Linares L, Costa M, et al.** Reduction of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in a beef abattoir. *Food Sci Technol.* 2022;28(1):50–59. <https://doi.org/10.1177/1082013221991258> PMID: 33554641
50. **Costa M, Brusa V, Londero A, Galli L, Leotta GA.** Molecular subtyping of *Salmonella* spp. strains in provincial abattoirs with no hazard analysis critical control point from Buenos Aires, Argentina. *Rev Arg Microbiol.* 2022; 54:31–40. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2022.02.004> PMID: 35644769

FUENTE:

Brusa V, Restovich V, Cap M, Chiapparoli V, Grigioni G, Giannuzzi L, et al. (2025). Effect of ozone application on bovine carcasses in abattoir cold chambers. *PLoS One* 20(5): e0321146. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0321146>



PLANILLA DE SUSCRIPCIÓN



Fecha y lugar:

DATOS DE LA EMPRESA

Razón social

Dirección Código Postal

Localidad Provincia País

Teléfono E-mail.....

Web

Nombre y Apellido del titular

TARIFA ANUAL

	\$	U\$S
La Alimentación Latinoamericana (LAL)	\$ 240.000.-	U\$S 250.-
La Industria Cárnica Latinoamericana (LIC)	\$ 240.000.-	U\$S 250.-
Tecnología Láctea Latinoamericana (TLL)	\$ 240.000.-	U\$S 250.-
Heladería Panadería Latinoamericana (HPL)	\$ 330.000.-	U\$S 250.-
Suscripción a dos títulos	\$ 540.000.-	
Suscripción a tres títulos	\$ 720.000.-	
Suscripción a cuatro títulos	\$ 900.000.-	

DATOS DE FACTURACIÓN

Razón social

Dirección Código Postal

Localidad Provincia País

Teléfono E-mail.....

IVA Resp. Insc. ☐ Resp. No Insc ☐ Exento ☐ Cons. Final ☐

CUIT N°

FORMA DE PAGO

- ☒ Efectivo
- ☒ Depósito bancario o transferencia a BANCO GALICIA - SUC CABALLITO.
CTA. CTE. N° 425/5 136/6 a nombre de Publitem S.A.
CBU: 007013612000-0000425566

ENVIAR CUIT



GUÍA DE PROVEEDORES ANUNCIANTES

INDICE ALFABÉTICO

ASEMA S.A.

Ruta Provincial N° 2 al 3900 (Km 13)
(3014) Monte Vera - Santa Fe - Argentina
Tel.: (54 342) 490-4600 LR
Fax: (54 342) 490-4600
asema@asema.com.ar
www.asema.com.ar

Asesoramiento, diseño y fabricación de equipos para la industria alimentaria, transportes sala de despostes y empaque. Tanques sanitarios. Intercambiadores de calor. Tecnología en concentración y secado. Túneles de congelado I.Q.F.

BIA CONSULT SRL

Buenos Aires 365
(5900) Villa María - Córdoba - Argentina
Tel.: (+54 353) 452-3878
info@biaconsult.com.ar
www.biaconsult.com.ar

Biotecnología Alimentaria.

Soluciones tecnológicas para una industria que busca la más alta calidad.

BIOTEC S.A.

Lavalle 1125 Piso 11
(1048) Buenos Aires. - Arg.
Tel.: (54 11) 4382- 2188/ 2772/ 9276
Fax: (54 11) 4382-3793
biotec@biotecs.com.ar,
www.biotecs.com.ar

Empresa argentina de aditivos alimentarios, elaboración de formulaciones especiales del área de estabilizantes, espesantes y gelificantes. Coberturas para quesos y medios de cultivo a medida de las necesidades de la industria.

BUSCH ARGENTINA

Sto. Domingo 3078
Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Arg.

Tel.: (54 11) 4302-8183
Fax: (54 11) 4301- 0896
info@busch.com.ar
www.busch.com.ar

Bombas y sistemas de vacío para envasado.

DESINMEC INGENIERIA S.A.

Ruta N° 6 KM 27,7 (3017)
San Carlos Sud - Santa Fe - Arg.
Tel.: (54 3404) 420785-423185
desinmec@scarlos.com.ar;
www.desinmec.com.ar
Asesoramiento y desarrollo de máquinas especiales a medida para envasado y empaque en industria alimentaria, láctea, frigorífica, laboratorios y agroquímica.

EPSON

San Martín 344, Piso 4 (1004) CABA
Tel.: (54 11) 5167-0400
marketing.arg@epson.com.ar
www.epson.com.ar
Colorworks, las impresoras Epson creadas para imprimir etiquetas a color a demanda, brindan soluciones de calidad a emprendedores y empresas que buscan satisfacer la demanda de etiquetas a color sin depender de terceros, otorgando flexibilidad, productividad y eliminando los costos imprevistos. Conoce más de esta línea y sus modelos en:
<https://epson.com.ar/label-printers>

FRIO RAF S.A.

Lisandro de la Torre 958 (S2300DAT)
Rafaela - Santa Fe - Argentina
Tel.: (03492) 43 2174
Fax: (03492) 43 2160
info@frioraf.com.ar
www.frioraf.com.ar
Refrigeración industrial, experiencia como mayor capital. Tecnología en equipamiento y capacitación. Servicio

como fuerza de ventas, calidad como síntesis absoluta.

GRANOTEC ARGENTINA S.A.

Einstein 739 (1619)
Parque Industrial OKS Garín,
Bs. As. - Argentina
Tel.: (54 3327) 444415 /
Fax: (54 3327) 444420
granotec@granotecs.com.ar
www.granotec.com /
www.granolife.com.ar
Proveemos nutrientes e ingredientes a la industria alimenticia. Contamos con una amplia gama de ingredientes funcionales activos y tradicionales para el diseño de formulaciones, fortificación y desarrollo de nuevos productos.

INGENIERO LOPEZ Y ASOCIADOS SRL

Lote 178 Pque. Industrial Sauce Viejo
(3017) Santa Fe - Argentina
Tel.: (54 342) 499-5535/ 499-5666
ventas@ilasrl.com.ar
www.ilasrl.com.ar
Asesoramiento para la industria láctea. Representante en Argentina: SALES FUNDENTES JOHA, Alemania; CUAJOS MILAR. Recubrimientos para quesos con y sin fungicida Domca, España, DANISCO, PREMA. Venta de insumos en general.

INGRASSI SRL

Bv Carcano 578
CP 5903 Villa Nueva
Córdoba - Argentina
(0353) 155693267
info@ingrassi.com
<https://www.ingrassi.com>
Utilizamos tecnología aplicada a insumos, ingredientes y coadyuvantes que permiten al elaborador lácteo lograr una mejor capacidad productiva mejorando además la calidad de sus productos.

INGREDIENTS SOLUTIONS SA

Administración: Cabrera 3568 Piso 1
(C1186AAP) CABA - ARGENTINA
Tel.: (54 11) 4861-6603
Planta Industrial:
Int. Lumbreras 1800
(ex Ruta 24), parcela 13
SIP Gral. Rodríguez - Argentina
Tel.: (54 237) 4654-617 / 634 / 635 / 636
info@ingredients-solutions.com
www.ingredients-solutions.com
www.sensoris-solutions.com

Desarrollo de soluciones para la industria láctea: Conservantes, estabilizantes para yogurt, crema, dulce de leche. Agente reductor de colesterol. Lactasa. Antioxidantes a base de tocoferoles. Vitaminas y minerales Tailor Made. Colorantes. Aromas. Edulcorantes y azúcares especiales. Lecitina especial para leche en polvo, entre otros ingredientes.

IP INSUMOS PATAGONIA SRL

Av. Argentina 6625 (C1439HRG)
CABA - Arg.
Tel.: (54 11) 2104-8523 / 3055
(54 11) 2105-6473 / 9812
(54 11) 4686-5299
info@insumospatagonia.com.ar
www.insumospatagonia.com.ar
Proteínas, Carrageninas, Fosfatos, Conservantes y Sistemas Funcionales para la Industria Alimentaria.

JARVIS ARGENTINA

A.D.Barbieri 2685 (Ex Drago)
(B1852LHO) Burzaco - Prov. Buenos Aires
Tel.: (54 11) 7700-0101
info@jarvis.com.ar
www.jarvis.com.ar
Accesorios para la industria frigorífica.

KUAL SA

Ageo Culzoni 2097
(S2300) Rafaela - Prov. Santa Fe - Argentina
Tel.: +54 3492 50-4060
info@kualsa.com
www.kualsa.com
Moldes y multimoldes microperforados para elaboración de quesos de pasta semidura y dura. Faceras de acidificación. Columnas de moldeo. Moldes y multimoldes para la elaboración de quesos de pasta blanda y fundido.

LABORATORIOS AMEREX

ARGENTINA S.A.

Ugarteche 3107 7º A
(C1425EVG) Bs. As.
Tel.: (54 11) 4806-9835
Fax: (54 11) 4807-2570
info@labamerex.com
www.labamerex.com
Productos biológicos (starters y conservantes) y aditivos para la ind. alimentaria.

MEDIGLOVE SRL

Pedro Mendoza 1883 (Cp. 1686)
Hurlingham - Pcia. Bs. As. Argentina
Tel.: (011) 3199 0590
tel y WhatsApp empresa.
Skype: leonardo.menconi
115301-5394
ventas@mediglove.com.ar
Web: www.mediglove.com.ar
Guantes de latex, nitrilo, vinilo, polietileno y domésticos.

MERCOFRÍO SA

Av. Roque Sáenz Peña 719
(S2300) Rafaela - Santa Fe - Arg.
Tel.: (54 3492) 452191 / 433162/
503162
http://www.mercofrío.com.ar
Servicio Post Venta, mantenimiento, puesta en servicio, ingeniería y supervisión de obras de equipos frigoríficos

NOVA S.A.U.

RN9 Km 373,9, S2500.
Cañada de Gómez, Santa Fe
Teléfono: +54 9 03471 422312
Email: info@laboratoriosnova.com
www.laboratoriosnova.com
Desarrollo y producción de enzimas

NOVONESIS

Cecilia Grierson 422, 4º piso
1107 Buenos Aires - Argentina
Tel: +54 11 5070-7700
www.novonesis.com
Cultivos y colorantes que mejoran la calidad de los alimentos y la salud de las personas en todo el mundo.

PAGANINI COMBA HNOS. Y CÍA. SRL

Ruta Prov. N°1 - Km. 36, Parque Industrial Regional
(2419) Brinkmann - Pcia. Córdoba - Argentina

Tel.: (+54 3562) 401941
info@paganinicomba.com.ar
www.paganinicomba.com.ar
Máquinas para la industria alimentaria.

REFRIGERATION QUALITY SERVICE S.A.

Lisandro de la Torre 931
(2300) Rafaela - Prov. Santa Fe - Arg.
Tel.: 0800-444-3746
www.rqs-sa.com

Nos enfocamos en la ejecución de servicios técnicos como reparación de compresores recíprocos y de tornillos, intercambiadores de calor a placas, automatización y monitoreo de componentes/ sistemas y estudios predictivos como análisis de vibraciones y termografías.

SIMES SA

Av. Facundo Zuviría 7259
(3000) Santa Fe - Argentina
Tel.: (54 342) 489-1080/ 400-0156
ventas@simes-sa.com.ar
www.simes-sa.com.ar

Máquinas para la industria alimentaria, farmacéutica, cosmética y química. Homogeneizadores de pistones alta presión. Mezcladores sólidos - líquidos.

TESTO ARGENTINA S.A.

Yerbal 5266 4º Piso (C1407EBN)
CABA - Arg.
Tel.: (54 11) 4683-5050
Fax: (54 11) 4683-2020
info@testo.com.ar
www.testo.com.ar
Instrumentos de medición para la verificación y monitoreo de calidad de los alimentos.

VMC REFRIGERACIÓN S.A.

Av. Roque Sáenz Peña 729
(2300) Rafaela - Santa Fe - Argentina
Tel.: (54-3492) 43-2277 / 87
ventas@vmc.com.ar www.vmc.com.ar
Empresa líder en sistemas frigoríficos industriales. Instalación de proyectos frigoríficos "llave en mano".



de los años 60 a los 60 años





FITHEP 2026

EXPOALIMENTARIA
LATINOAMERICANA

1 al 4 de junio de 2026 | Centro Costa Salguero | CABA | Argentina

La feria de la innovación con toda la tecnología para el sector dulce y la gastronomía.



La Expoalimentaria para el gran mercado latinoamericano

Informes para reservar espacios con precio preferencial hasta el 21 de julio.
info@publitec.com

www.publitec.com | www.fithep-expoalimentaria.com

La oferta ampliada sumará a importadores, grandes minoristas,
food service, out of home y negocios gourmet.



Publitec s.a.
ARGENTINA

Heladería • Panadería
LATINOAMERICANA