

Reunión Nacional de Investigación — PECUARIA —



Foto: Felipe de Jesús Ruiz López

MEMORIA

COMPILADORES:

Ana María Anaya Escalera, Claudia García Figueroa, Laura Yavarik Alvarado Avila Miguel Enrique Arechavaleta Velasco y Luis Reyes Muro

ISSN
2954-4165



Reunión Nacional de Investigación

PECUARIA

MEMORIA

Compiladores

Ana María Anaya Escalera

Claudia García Figueroa

Laura Yavarik Alvarado Avila

Miguel Enrique Arechavaleta Velasco

Luis Reyes Muro

Villahermosa, Tabasco, 9 al 12 de noviembre de 2022

Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Año 2. Núm. 1. Noviembre de 2022. Es una publicación anual editada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Av. Progreso No. 5, Col. Barrio Santa Catarina, Alcaldía Coyoacán, CP. 04010, Tel. 5538718700, <http://reunionescientificas.inifap.gob.mx/>. Editor Responsable: Ana María Anaya Escalera. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2022-062311403300-102. ISSN: 2954-4165. Responsable de la última actualización de este número: Claudia García Figueroa.

Nota de los compiladores. El contenido de los resúmenes incluidos en esta memoria aparece tal y como fueron enviados por sus autores, salvo algunas correcciones de formato para hacerlos coincidir con las indicaciones de la convocatoria y las necesidades de impresión.

Comité Directivo

PRESIDENCIA **Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula**
Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

Cap. Carlos Manuel Merino Campos
Gobernador Constitucional del estado de Tabasco

VICEPRESIDENCIA **Dr. Luis Ángel Rodríguez del Bosque**
Encargado del Despacho de los Asuntos Correspondientes a la
Dirección General del Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Cap. Jorge Suárez Vela
Secretario de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca

VOCALÍAS **Dr. Enrique Luis Graue Wiechers**
Rector de la Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Juan Antonio Villanueva Jiménez
Director General del Colegio de Postgraduados

Dr. José Solís Ramírez
Rector de la Universidad Autónoma Chapingo

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Rector de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dr. Fernando de León González
Rector de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad
Xochimilco

Dr. Gustavo Urquiza Beltrán
Rector de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Ing. Homero García de la Llata
Presidente de la Confederación Nacional de Organizaciones
Ganaderas

Dr. Leobigildo Córdova Téllez
Director General del Servicio Nacional de Inspección y
Certificación de Semillas

Dr. Pablo Roberto Arenas Fuentes
Director General del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura

Dr. Francisco Javier Trujillo Arriaga
Director General del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y
Calidad Agroalimentaria

Lic. Luis Meneses Murillo

Director General de la Comisión Nacional Forestal

Lic. Raymundo Vázquez Gómez

Director General del Inca Rural

Act. Jesús Alan Elizondo Flores

Director General de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura

Dr. José Armando Mateos Poumián

Presidente de la Academia Veterinaria Mexicana A.C.

M.V.Z. José de Jesús Palafox Uribe

Presidente del Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal

Ing. Carlos Enrique González Vicente

Presidente de la Academia Nacional de Ciencias Forestales A.C.

Dr. Daniel Quezada Daniel

Coordinador Nacional de la Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

M.C. Ignacio Tovar Cortez

Presidente de la Asociación Mexicana de Profesionales Forestales A.C.

Comité Organizador Nacional

| | | |
|--|---|--|
| PRESIDENCIA | Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural | AGRICULTURA |
| VICEPRESIDENCIA | Dr. Luis Ángel Rodríguez del Bosque Encargado del Despacho de los Asuntos Correspondientes a la Dirección General del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias | INIFAP |
| COORDINACIÓN GENERAL | Dr. Luis Ortega Reyes | INIFAP |
| COORDINACIÓN DE LA REUNIÓN CIENTÍFICA | Dr. Francisco Suárez Güemes Dra. Gabriela Gómez Verduzco | UNAM UNAM |
| COORDINACIÓN DEL COMITÉ CIENTÍFICO PECUARIO | Dr. Miguel Enrique Arechavaleta Velasco | INIFAP |
| COORDINACIÓN DEL COMITÉ CIENTÍFICO AGRÍCOLA | Dr. Jesús Uresti Gil | INIFAP |
| COORDINACIÓN DEL COMITÉ CIENTÍFICO FORESTAL | Dr. Rogelio Flores Velázquez | INIFAP |
| COORDINACIÓN DEL COMITÉ CIENTÍFICO ACUÍCOLA-PESQUERO | Ocean. Juan Carlos Lapuente Landero M.C. Hiram Castro Garibay | INAPESCA INAPESCA |
| COMPILACIÓN DE MEMORIA CIENTÍFICA | Dr. Luis Reyes Muro Dr. Miguel Arechavaleta Velasco Dra. Ana María Anaya Escalera Dr. Jesús Uresti Gil Dr. Rogelio Flores Velázquez Ing. Elba Rojas Díaz M.C. Hiram Castro Garibay | INIFAP INIFAP INIFAP INIFAP INIFAP INIFAP INAPESCA |
| COORDINACIÓN DE LAS CONFERENCIAS MAGISTRALES | Dra. Edith Rojas Anaya | INFAP |
| COORDINACIÓN DE LOS SIMPOSIOS | Dra. Edith Rojas Anaya | INFAP |

| | | |
|---|---|----------|
| COORDINACIÓN DE RECONOCIMIENTO A LOS MÉRITOS PECUARIO, AGRÍCOLA, FORESTAL Y ACUÍCOLA-PESQUERO | Dr. César Mejía Guadarrama | INIFAP |
| | Dr. Alfredo Zamarripa Colmenero | INIFAP |
| | Dr. Rogelio Flores Velázquez | INIFAP |
| | Ocean. Juan Carlos Lapuente Landero | INAPESCA |
| COORDINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AGROPECUARIA | Dr. Luis Reyes Muro | INIFAP |
| | Dr. Jorge Martínez Herrera | INIFAP |
| | Dra. Carolina Hernández Hernández | INIFAP |
| COORDINACIÓN DE LOS RECORRIDOS TÉCNICOS | Dr. Jorge Martínez Herrera | INIFAP |
| | Dra. Carolina Hernández Hernández | INIFAP |
| COORDINACIÓN DE LA CONVOCATORIA TALENTO JOVEN | M.C. Sindy Laura Campero Vega | INIFAP |
| COORDINACIÓN DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y PRENSA | M.C. Sindy Laura Campero Vega | INIFAP |
| | Mtra. Sarai Estudillo Arriaga | INIFAP |
| | Lic. Lucy Liliana Palacios Castellanos | INIFAP |
| | Lic. Nataly Vanessa López López | |
| | Lic. Mariana Nerendra García Colín | INIFAP |
| | C. Carlota Evelyn Díaz | INIFAP |
| PÁGINA WEB Y PLATAFORMA VIRTUAL | LSC. José Manuel Rivera Perusquía | INIFAP |
| | Ing. Alejandro Pérez Pérez | INIFAP |
| | Ing. Enrique Rivera Perusquía | INIFAP |
| | C. Carlos Castillo Mendoza | INIFAP |
| | C. Juan Manuel Guerrero Cruz | INIFAP |
| | C. Luis Valentín Mata Mota | INIFAP |
| | Lic. Pablo Rodríguez Camacho | INIFAP |
| | C. Roberto Antonio Trejo Valle | INIFAP |
| OPERACIÓN Y LOGÍSTICA | Dr. Luis Ortega Reyes | INIFAP |
| | M.C. Noemí Alejandra Corona González | INIFAP |
| | Dr. Jorge Martínez Herrera | |
| | Dra. Carolina Hernández Hernández | INIFAP |
| | Dra. Ana María Anaya Escalera | INIFAP |
| | Ing. Elba Rojas Díaz | INIFAP |
| | M.V.Z. José Israel Vázquez Pallares | INIFAP |
| | Lic. Frida Eloísa Contreras Ramírez | INIFAP |
| ADMINISTRACIÓN | Lic. Humberto Corona Mercado | INIFAP |
| | C.P. Alejandro García Martínez | INIFAP |

Comité científico

PRESIDENTE

Miguel Enrique Arechavaleta Velasco, INIFAP

INTEGRANTES

Ana María Anaya Escalera, INIFAP
Claudia García Figueroa, INIFAP
Laura Yavarik Alvarado Avila, INIFAP

RESPONSABLES DE SECCIÓN

| | | |
|---|--------|---|
| Marcela del Rosario González de la Vara | UNAM | BIENESTAR ANIMAL |
| Itzel Amaro Estrada | INIFAP | BIOTECNOLOGÍA, BIOLOGÍA CELULAR Y GENÓMICA |
| Ana María Rosales Torres | UAM-X | ENDOCRINOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN |
| Pedro Jurado Guerra | INIFAP | FORRAJES Y MANEJO DE PASTIZALES |
| Yolanda Beatriz Moguel Ordóñez | INIFAP | INOCUIDAD DE ALIMENTOS |
| Vicente Eliezer Vega Murillo | UV | MEJORAMIENTO Y RECURSOS GENÉTICOS |
| Gerardo Mariscal Landín | INIFAP | NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL |
| Feliciano Milián Suazo | UAQ | SALUD ANIMAL, DIAGNÓSTICO, CONTROL Y EPIDEMIOLOGÍA |
| Venancio Cuevas Reyes | INIFAP | SOCIOECONOMÍA, VALIDACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA |

Revisores por sección

BIENESTAR ANIMAL

| | |
|---|------|
| Anne María del Pilar Sisto Burt | UNAM |
| Sandra Elizabeth Hernández Méndez | UAT |
| Marcela del Rosario González de la Vara | UNAM |

BIOTECNOLOGÍA, BIOLOGÍA CELULAR Y GENÓMICA

| | |
|----------------------------|--------|
| Arelí Anaya Hernández | UATx |
| Raquel Cossío Bayúgar | INIFAP |
| Santos Ramírez Carreto | INSP |
| Elizabeth Salinas Estrella | INIFAP |
| Alma Rossana Tamayo Sosa | UABC |
| Itzel Amaro Estrada | INIFAP |

ENDOCRINOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Lucía E. Rangel Porta | UAM-X |
| Juan H. Hernández Medrano | PAH |
| Héctor Raymundo Vera Ávila | UAQ |
| Teresa Sánchez Torres Esqueda | COLPOS |
| Jorge Oliva Hernández | INIFAP |
| Arantzazu Lassala Irueste | UNAM |
| José Alfredo Medrano Hernández | UNAM |
| Joel Hernández Cerón | UNAM |
| Adrián Guzmán Sánchez | UAMX-X |
| Cyndi Gabriela Hernández Coronado | UAM-X |
| Carlos Gutiérrez Aguilar | UNAM |
| Ana María Rosales Torres | UAM-X |

UTILIZACIÓN DE FORRAJES Y MANEJO DE PASTIZALES

| | |
|----------------------------------|--------|
| Pedro Hernández Rojas | INIFAP |
| Héctor Ramírez Garduño | INIFAP |
| Mauricio Velázquez Martínez | INIFAP |
| Javier Francisco Enríquez Quiroz | INIFAP |
| Edgar Enrique Sosa Rubio | INIFAP |
| Manuel Silva Luna | INIFAP |
| Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez | INIFAP |
| Eduardo Daniel Bolaños Aguilar | INIFAP |
| Carlos Raúl Morales Nieto | UACH |
| Julieta Gertrudis Estrada Flores | UAEMex |
| Pedro Jurado Guerra | INIFAP |

INOCUIDAD DE ALIMENTOS

| | |
|------------------------------|--------|
| David Abram Betancur Ancona | UADY |
| Israel Ávila Lázaro | UADY |
| Gregorio Álvarez Fuentes | UASLP |
| Justo Abelardo Tepal Chalé | INIFAP |
| Jorge Francisco Monroy López | UNAM |
| Yolanda Moguel Ordóñez | INIFAP |

MEJORAMIENTO Y RECURSOS GENÉTICOS

| | |
|------------------------------|--------|
| Adriana García Ruiz | INIFAP |
| Guillermo Martínez Velázquez | INIFAP |
| Hugo Oswaldo Toledo Alvarado | UNAM |
| Vicente Eliezer Vega Murillo | UV |

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL

| | |
|-------------------------------|--------|
| Luis Humberto López Hernández | INIFAP |
| José Luis Romano Muñoz | INIFAP |
| Germán Buendía Rodríguez | INIFAP |
| Eliab Estrada Cortes | INIFAP |
| Gerardo Ordaz Ochoa | INIFAP |
| Juan Becerra | INIFAP |
| Araceli Aguilera Barreyro | UAQ |
| Ricardo Basurto Gutiérrez | INIFAP |
| Ericka Ramírez Rodríguez | INIFAP |
| Gerardo Mariscal Landín | INIFAP |

SALUD ANIMAL, DIAGNÓSTICO, CONTROL Y EPIDEMIOLOGÍA

| | |
|--|--------|
| Humberto Monroy Salazar | CISA |
| Jesús Vázquez Navarrete | INIFAP |
| Germinal Jorge Cantó Alarcón | UAQ |
| Rosa Elena Sarmiento Silva | UNAM |
| Yasmín Alcalá Canto | UNAM |
| Edith Rojas Anaya | INIFAP |
| Sara González Ruiz | UAQ |
| Elizabeth Loza Rubio | INIFAP |
| Efrén Díaz Aparicio | INIFAP |
| Isabel Bárcenas Reyes | UAQ |
| Antonio Cantú Covarrubias | INIFAP |
| Rubén Hernández Ortiz | INIFAP |
| Antonio Álvarez Martínez | INIFAP |
| Imelda Medina Torres | ISEM |
| Susana Flores Villalva | INIFAP |
| Yesenia Guadalupe Contreras Magallanes | UAQ |
| Feliciano Milián Suazo | UAQ |

SOCIOECONOMÍA, VALIDACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

| | |
|-----------------------------|--------|
| Daniela Cruz Delgado | UPV |
| Mauricio Sosa Montes | UNSI |
| Anastacio Espejel García | UACH |
| Eduardo José Cabrera Torres | INIFAP |
| Jaime Rangel Quintos | INIFAP |
| José Luis Jolalpa Barrera | INIFAP |
| Venancio Cuevas Reyes | INIFAP |

EDICIÓN Y COMPILACIÓN DE LA MEMORIA

| | |
|-------------------------------------|--------|
| Ana María Anaya Escalera | INIFAP |
| Claudia García Figueroa | INIFAP |
| Laura Yavarik Alvarado Avila | INIFAP |
| Miguel Enrique Arechavaleta Velasco | INIFAP |

| | |
|---|-----|
| RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE PASTO MAVUNO (<i>Urochloa</i> híbrido) INOCULADO CON <i>Glomus</i> spp., y <i>Azospirillum brasilense</i> | 230 |
| TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS PARA INTERRUMPIR LA DORMANCIA EN LEGUMINOSAS FORRAJERAS..... | 233 |
| CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE <i>Urochloa</i> Híbrido CIAT BR02/1752 Y CIAT BR02/1794, BAJO CONDICIONES DE SOL Y SOMBRA DE <i>Melia azederach</i> | 236 |
| DIVIDIENDO POTREROS EN UN ÁREA DE PASTOREO EN VALPARAISO, ZACATECAS, MEDIANTE TÉCNICAS GEOMÁTICAS..... | 239 |
| PRODUCCIÓN DE PANÍCULAS DE HÍBRIDOS APOMÍCTICOS DE ZACATE BUFFEL (<i>Pennisetum ciliare</i> L.)..... | 242 |
| PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE AVENA (<i>Avena sativa</i> L.) CON RIEGO POR GOTEO EN ZONA TEMPLADA..... | 245 |
| GRADIENTES DE RAMONEO EN MATORRALES SARCOCAULES USADOS POR CABRAS EN LA SIERRA DE SAN FRANCISCO, BAJA CALIFORNIA SUR..... | 248 |
| ASIGNACIÓN DE FORRAJES Y CAPACIDAD DE CARGA DEL PASTO CAYMAN BLEND CON Y SIN FERTILIZACIÓN EN VEGA DE RIO..... | 251 |
| ESTIMACIÓN DE BIOMASA EN PASTIZALES MEDIANTE MÉTODOS TRADICIONALES Y USO DE DRONES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA..... | 254 |
| PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LOS DIFERENTES ESTRATOS DE PASTOREO EN UN BOSQUE TEMPLADO DE MONTAÑA..... | 257 |
| CAMBIOS EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y EL APORTE POR ESTRATO ASOCIADOS AL SILVOPASTOREO ESTACIONAL EN BOSQUE TEMPLADO..... | 260 |
| PRODUCTIVIDAD DEL CLON CUBANO CT-169 (<i>Pennisetum purpureum</i>), MEDIANTE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA..... | 263 |
| HÍBRIDOS DE NERVADURA CAFÉ VS. CONVENCIONALES: EFECTO DE LA MADUREZ A LA COSECHA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE DE MAÍZ..... | 266 |
| SECCIÓN: INOCUIDAD DE ALIMENTOS | |
| FRECUENCIA DE CONTAMINACIÓN Y RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS EN <i>SALMONELLA</i> AISLADA DE CARNE DE RES EN LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO..... | 269 |
| BIOCONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR AFLATOXINAS EN PIENSOS LÁCTEOS POR UN AISLADO NATIVO DE <i>ASPERGILLUS FLAVUS</i> NO AFLATOXIGÉNICO..... | 272 |
| EFECTO ANTAGÓNICO DE LA CEPA DE <i>Lactobacillus paracasei</i> JLM SOBRE <i>Brucella abortus</i> . 275 | 275 |
| ESTERILIZACIÓN DE CUAJO NATURAL POR ULTRASONIDO Y RADIACIÓN ULTRAVIOLETA, PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO..... | 278 |
| CALIDAD HIGIÉNICA DE LECHE DE BOVINO PRODUCIDA EN DIFERENTES MUNICIPIOS EN VERACRUZ..... | 280 |



Inocuidad de alimentos



Foto: Yolanda Beatriz Moguel Ordóñez



FRECUENCIA DE CONTAMINACIÓN Y RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS EN *SALMONELLA* AISLADA DE CARNE DE RES EN LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO.

Carlos M. Campos Granados*¹, María Salud Rubio Lozano¹, Enrique Jesús Delgado Suárez¹, Luisa María Sánchez Zamorano²

¹Departamento de Medicina Preventiva. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.

²Dirección de Enfermedades Crónicas. Centro de Investigación en Salud Poblacional. Instituto Nacional de Salud Pública.

*carloscamposgranados@gmail.com

Palabras clave: antibióticos, fenotipo, *Salmonella*

INTRODUCCIÓN

La salmonelosis transmitida por alimentos es un problema de salud pública a nivel global; con cerca de 80.3 millones de casos anuales. Se ha establecido que la carne de diferentes especies, entre ellas la de bovino, funciona como reservorio de su principal agente causal: *Salmonella enterica* subsp. *enterica* (SE). En México, la incidencia de salmonelosis en la última década (> 60 casos / 100 mil habitantes) es al menos tres veces superior a la de países desarrollados, lo que resalta la importancia epidemiológica de este patógeno en el país.

Lo anterior cobra mayor relevancia ante el incremento de la resistencia a antimicrobianos (RAM) que se observa en varios agentes infecciosos, incluso en SE (Delgado-Suárez et al., 2021). Las cepas multirresistentes (MDR, por sus siglas en inglés) causan infecciones que son difíciles de tratar, por lo que pueden aumentar la carga de morbilidad, la cual es bastante alta en humanos.

Debido al riesgo que representa el consumo de alimentos de origen animal, específicamente de carne de res, contaminados con SE resistente a antibióticos en México, en el presente trabajo se presentan datos sobre el perfil de resistencia fenotípica en cepas de SE aislada de carne de res en las capitales estatales de la zona centro de México. Esta información es de utilidad para identificar las clases de antibióticos que están perdiendo su efectividad contra SE, así como para el planteamiento de nuevas hipótesis de investigación encaminadas a identificar los factores genéticos involucrados en la RAM, su potencial de diseminación y las alternativas de control a tomar para contener el fenómeno de la RAM en patógenos transmitidos por alimentos.

OBJETIVOS

Determinar la frecuencia de contaminación con *Salmonella* spp. y el fenotipo de resistencia a antibióticos de los aislamientos obtenidos a partir de la carne de res molida que se expende en las capitales estatales del centro de la República Mexicana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio y toma de muestras

Se trabajó bajo un esquema de estudio epidemiológico transversal con análisis multinivel, en donde la unidad de agrupamiento fueron las ciudades capitales de los ocho estados del centro de la República Mexicana (Ciudad de México, Toluca, Cuernavaca, Querétaro, Pachuca, Chilpancingo, Puebla y Tlaxcala) y la unidad de muestreo individual fueron los establecimientos de venta de carne de res (carnicerías populares). Se recolectaron 115 muestras totales durante el año 2021, distribuidas entre los 8 estados antes mencionados y estas se componían de 250 g de carne molida de res colocadas en bolsas plásticas estériles previamente identificadas, las cuales se enviaron, en refrigeración, al laboratorio para su análisis dentro de las primeras 24 h post-recolección.

Aislamiento, confirmación bioquímica y molecular de *Salmonella* y determinación del perfil de susceptibilidad a antibióticos.

Los procedimientos utilizados se encuentran descritos a detalle en la plataforma protocols.io para detección, aislamiento y confirmación de SE (<https://dx.doi.org/10.17504/protocols.io.bpybmps>) y para la prueba de susceptibilidad a antibióticos por el método de sensibilización (<https://dx.doi.org/10.17504/protocols.io.bpybmps>). Se utilizó un panel de 12 antibióticos incluidos en la lista

de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de antibióticos de importancia crítica y muy importante y que actualmente están aprobados en México para su uso tanto en medicina humana como veterinaria: ampicilina (AMP, 10 µg), amoxicilina/ácido clavulánico (AMC, 20 µg/10 µg), ceftriaxona (CRO, 30 µg), cefepime (FEP, 30 µg), meropenem (MEM, 10 µg), ciprofloxacina (CIP, 5 µg), azitromicina (AZM, 15 µg), tetraciclina (TE, 30 µg), cloranfenicol (CHL, 30 µg), amikacina (AMK, 30 µg), estreptomina (STR, 10 µg) y trimetoprima-sulfametoxazol (SXT, 25 µg). Los resultados se interpretaron según los criterios del Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio, y se utilizó como cepas de control de calidad a *Escherichia coli* ATCC 8739 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Para la clasificación de cepas multi-resistentes (MDR), se tomó en cuenta que resista a tres o más clases de antibióticos (Magiorakos, 2012).

Análisis de la información

Se realizó estadística descriptiva para determinar la frecuencia de contaminación con *Salmonella* para cada entidad federativa seleccionada, así como la frecuencia de cepas resistentes a cada antibiótico estudiado y aquellas que resultaron multiresistentes. Se utilizó la prueba de Chi-cuadrado para determinar si existía asociación entre la frecuencia de contaminación con SE y el fenotipo de resistencia con la zona geográfica de procedencia de los aislamientos utilizando el programa IBM SPSS Statistics 25.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Frecuencia de contaminación con Salmonella

El número de muestras, la frecuencia de contaminación y el número de cepas de *Salmonella* aisladas distribuidas por entidad federativa estudiada se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Número de muestras, frecuencia de contaminación y número de cepas aisladas de *Salmonella* para cada entidad federativa estudiada.

| Entidad federativa | Número de muestras | Frecuencia de contaminación | Número de cepas de <i>Salmonella</i> aisladas |
|--------------------|--------------------|-----------------------------|---|
| Chilpancingo | 10 | 5 | 8 |
| Ciudad de México | 25 | 11 | 28 |
| Cuernavaca | 10 | 8 | 27 |
| Pachuca | 10 | 4 | 10 |
| Puebla | 20 | 6 | 14 |
| Tlaxcala | 10 | 1 | 1 |
| Toluca | 20 | 15 | 44 |
| Querétaro | 10 | 1 | 1 |
| Total | 115 | 51 | 133 |

La frecuencia de contaminación con *Salmonella* encontrada en este estudio (44.3 %) confirma el papel de la carne de bovino como un reservorio importante de este patógeno en México, un valor entre tres y nueve veces superior al observado en estudios previos (Pond et al., 2016; Nayarit-Ballesteros et al., 2016; Palós-Gutiérrez et al., 2020) con carne de res en la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey (5-16%). Esta diferencia se puede atribuir a variaciones regionales en términos de prácticas productivas, de matanza y faenado, así como del manejo durante su venta y distribución. Por lo general, la carne que se expende en el mercado formal presenta niveles de contaminación mucho más bajos que aquella que se vende en tianguis y mercados populares.

Se encontró además una asociación significativa (X^2 : 24.2, $p < 0.05$) entre la entidad federativa de procedencia de la muestra y la frecuencia de contaminación con SE encontrada, con una mayor probabilidad de encontrar muestras positivas en Toluca, Cuernavaca y Pachuca con respecto a Querétaro y Tlaxcala (razón de probabilidades: 25.5, intervalo de confianza al 95%: 2.21-299.32, $p < 0.05$).

Perfil fenotípico de resistencia a antibióticos de Salmonella

Las cepas aisladas mostraron resistencia fenotípica para 10 de los 12 antibióticos analizados, siendo tetraciclina (52/133), cloranfenicol (46/133) y estreptomina (45/133), los más afectados. Por el contrario, todas las cepas presentaron susceptibilidad a meropenem y amikacina. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por otros autores (Nayarit-Ballesteros et al., 2016; Delgado-Suárez et al., 2021), con respecto a la baja efectividad de aminoglucósidos, tetraciclinas y fenicoles contra SE. Esto es relevante, pues según la lista de antibióticos de importancia y alta prioridad para la OMS, los aminoglucósidos (estreptomina) se encuentran en el grupo de importancia crítica, lo cual implica que estos constituyen uno de los pocos o el único tratamiento disponible para tratar infecciones bacterianas graves en humanos, incluyendo *Salmonella* y su uso es muy frecuente en una gran proporción de pacientes con infecciones graves en entornos de

atención sanitaria. En el caso de las tetraciclinas y anfenicoles (cloranfenicol), estas se ubican en el grupo de muy importantes, lo cual implica que son utilizados para tratar infecciones humanas causadas por bacterias que pueden ser transmitidas a los humanos a partir de fuentes no humanas, o bacterias que pueden adquirir genes de resistencia a partir de fuentes no humanas, como es el caso de la carne de res. También se debe mencionar que estos productos también se encuentran autorizados para su uso veterinario, de ahí la importancia de utilizarlos de manera adecuada para evitar la propagación de cepas resistentes, que puedan ser adquiridas por los seres humanos a través del consumo de productos de origen animal.

En total, 48/133 cepas se clasificaron como MDR y poco más del 96 % mostró resistencia a cuatro o más antibióticos. Se encontró asociación significativa (X^2 : 25.29, $p < 0.05$) entre la entidad federativa de procedencia de la muestra y la frecuencia de cepas de SE MDR, con una mayor probabilidad de encontrar cepas de SE MDR en Toluca, Ciudad de México, Pachuca y Puebla con respecto a Cuernavaca (razón de probabilidades: 16.31, intervalo de confianza: 2.69, 100.37, $p < 0.05$). Los fenotipos encontrados de RAM más frecuentes fueron: AMP/TE/CHL/STR/SXT (9/48), TE/CHL/STR/SXT (6/48) y AMP/AMC/AZM/TE/CHL/STR/SXT (5/48).

CONCLUSIONES

La carne de bovino que se expende en las capitales estatales de la región central de México es un reservorio relevante de cepas de *Salmonella* spp., una tercera parte de las cuales presenta un perfil de multi-resistencia que involucra a antibióticos de importancia clínica de al menos cuatro clases diferentes. Se requieren más estudios que aborden los factores genéticos que sustentan los fenotipos de resistencia observados, así como su potencial de diseminación, lo cual se contempla en este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Los investigadores agradecen la colaboración del personal y de estudiantes de licenciatura y/o posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México y del Instituto Nacional de Salud Pública.

FUENTE FINANCIADORA

Este trabajo forma parte del proyecto CONACYT 2019_ID87198 "Evaluación de la resistencia a antibióticos en *Salmonella* spp. aislada de alimentos de origen animal para consumo humano", financiado en el marco de la Convocatoria Ciencia de Frontera 2019.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Delgado-Suárez, E., Palos-Guitérrez, T., Ruíz-López, F., Hernández-Pérez, C., Nayarit-Ballesteros, N., Soberanis-Ramos, O., Méndez-Medina, D., Allard, M., Rubio-Lozano, M. 2021. Genomic surveillance of antimicrobial resistance shows cattle and poultry are a moderate source of multi-drug resistant nontyphoidal *Salmonella* in Mexico. PLoS ONE. 16(5): e0243681. DOI: 10.1371/journal.pone.0243681.
2. Magiorakos, A., Srinivasan, R., Carey, Y., Carmeli, M., Falagas, C., Giske, S., Harbarth, J., Hindler, G., Kahlmeter, B., Olsson-Liljequist, D., Paterson, L., Rice, J., Stelling, M., Struelens, A., Vatopoulos, J., Weber, D., Monnet, L. 2012. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. Clin. Microbiol. Infect. 18: 268–281. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x.
3. Nayarit-Ballesteros, N., Rubio-Lozano, M., Delgado-Suarez, E., Méndez-Medina, D., Braña-Varela, D., Rodas-Suarez, O. 2016. Perfil de resistencia a antibióticos de serotipos de *Salmonella* spp. aislados de carne de res molida en la Ciudad de México. Salud Pública de México. 58(3): 371-377. DOI: 10.21149/spm.v58i3.7897.
4. Palós-Gutiérrez, T., Rubio-Lozano, M., Delgado-Suárez, E., Rosi-Guzmán, N., Soberanis-Ramos, O., Hernández-Pérez, C., Méndez-Medina, D. 2020. Linfonodos y carne molida de res como reservorios de *Salmonella* spp. de importancia en salud pública. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 11(3): 795-810. DOI: 10.22319/rmcp.v11i3.5516.
5. Pond, A., Miller, M., Echeverry, A., Huerta, N., Calle, A., Rubio-Lozano, M., Chavez, A., Brashears, T., Brashears, M. 2016. *Salmonella* and *E. coli* O157:H7 Prevalence and Generic *E. coli* and Coliform Quantitative Baseline in Raw Pork and Beef in Retail Channels in Mexico. Food Protection Trends. 36(1): 8–17.