

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

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

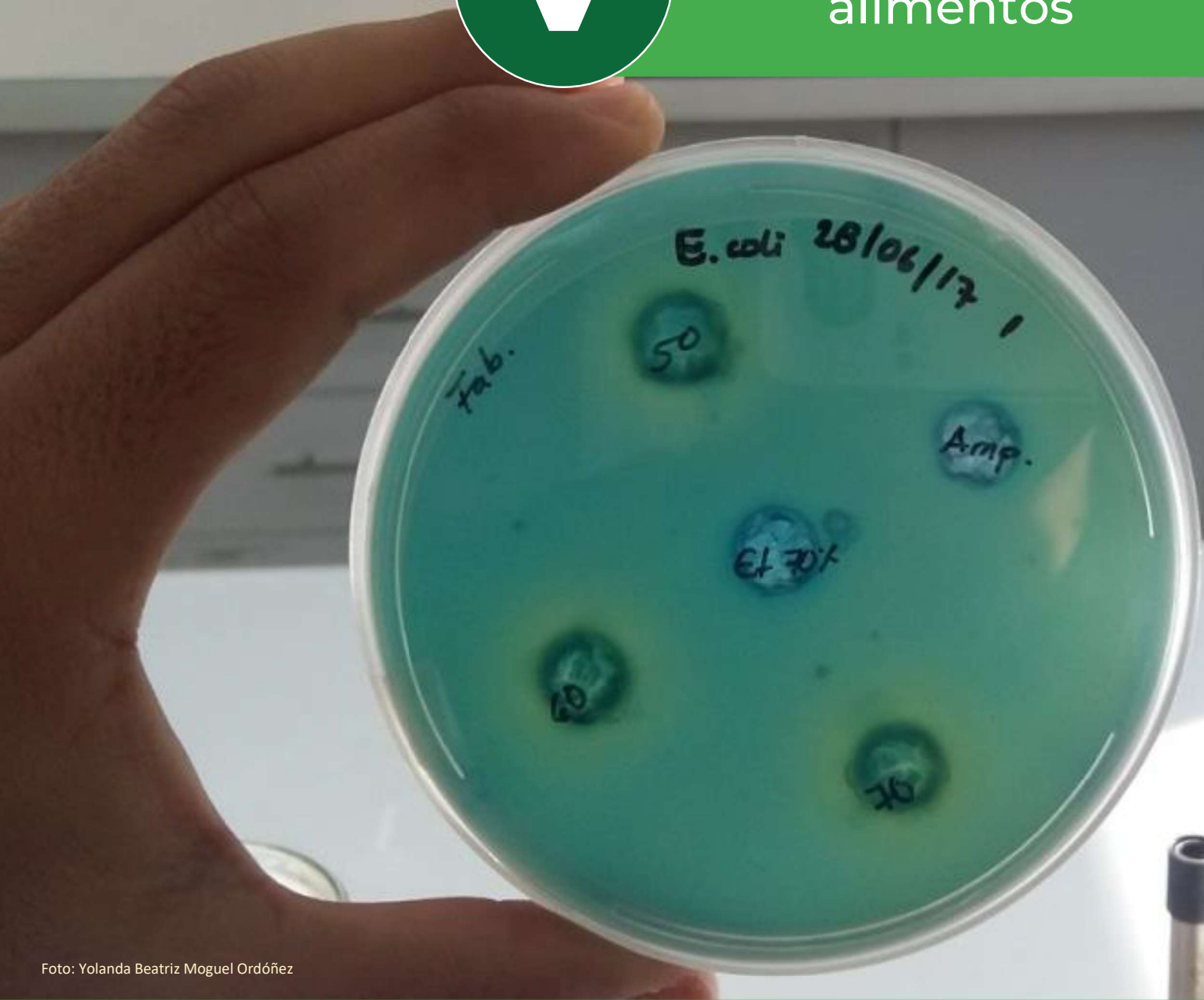


Foto: Yolanda Beatriz Moguel Ordóñez



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

Carlos M. Campos Granados\*<sup>1</sup>, María Salud Rubio Lozano<sup>1</sup>, Enrique Jesús Delgado Suárez<sup>1</sup>, Luisa María Sánchez Zamorano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Medicina Preventiva. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>2</sup>Dirección de Enfermedades Crónicas. Centro de Investigación en Salud Poblacional. Instituto Nacional de Salud Pública.

\*[carloscamposgranados@gmail.com](mailto: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
<b>Total</b>	<b>115</b>	<b>51</b>	<b>133</b>

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.