

Susceptibilidad antimicrobiana de cepas de *Salmonella* en pollo crudo comercializado en mercados de Veracruz, México

Rivera Ramón, K.¹ • Pardío Sedas, V.T.^{1*} • López Hernández, K.M.¹ • Vicente Martínez, J.G.¹
Andrade Moreno, A.¹ • Cruz Ruiz, L.F.¹ • Rodríguez Trujillo, A.X.¹ • Ochoa Valencia, J.L.¹

Palabras clave: avicultura, salmonelosis, antibiótico
Key words: poultry farming, salmonelosis, antibiotic

Introducción

El consumo de carne de pollo es el más importante en México y el segundo a nivel mundial ya que es una fuente de nutrientes de bajo costo, por lo que constituye el principal tipo de carne producido internacionalmente. En México, se registró un consumo per cápita de 33.12 kg y se produjeron 3,792,273 toneladas de carne de pollo en 2021, ocupando México el cuarto lugar en producción a nivel internacional [1]. A pesar de su alta demanda, la contaminación microbiológica de este producto y sus subproductos representa un riesgo a los consumidores, situación que constituye un serio problema en la cadena alimentaria global.

La carne de pollo puede ser portadora de diversas zoonosis alimentarias, siendo una de las más relevantes la salmonelosis que es una de las enfermedades

de transmisión alimentaria (ETA) producida por la bacteria *Salmonella* spp. que genera un cuadro clínico gastrointestinal cuyos síntomas incluyen dolor abdominal, diarrea, vómito, fiebre y, en algunos casos, enfermedad sistémica y muerte. Este patógeno puede contaminar cualquier punto de la cadena de producción de la carne de ave. En ese contexto, se han detectado cepas resistentes de *Salmonella* provenientes de carne de ave y humanos en México [2]. En los últimos años, la aparición y propagación de cepas de *Salmonella* resistentes a antimicrobianos por el uso indiscriminado de antibióticos en animales ha impactado significativamente en la salud pública debido a las consecuencias en la salud humana por el incremento de infecciones de mayor severidad y de la frecuen-

1 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Miguel Ángel de Quevedo S/N, esq. Yáñez, 91710, Veracruz, Veracruz, México.

* vpardio@uv.mx



cia en la ineficacia de los tratamientos. De ahí que el monitoreo de los serotipos de *Salmonella* farmacorresistentes que puedan contaminar los alimentos debe conducir a la toma de medidas de prevención y al tratamiento eficaz de este patógeno.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar la susceptibilidad antimicrobiana en cepas de *Salmonella* spp. aisladas de carne de pollo crudo expendido en establecimientos de mercados municipales de la ciudad de Veracruz, que permitirá establecer patrones de comportamiento de resistencia.

Metodología

Se realizó un estudio epidemiológico observacional transversal mediante un muestreo aleatorio estratificado con asignación proporcional de la muestra con una prevalencia del 50% y un nivel de confianza del 95% comprendido de mayo a octubre del 2021 en el área urbana del Puerto de Veracruz, México. Se consideraron cuatro mercados públicos del municipio de Veracruz denominados para este estudio: Mercado A, Mercado B, Mercado C y Mercado D. Se analizaron un total de 49 cepas de *Salmonella* spp. aisladas de pechuga y pierna/muslo con dos repeticiones (A y B) de 20 pollos enteros crudos. Cada muestra de pollo se obtuvo de cada uno de los 5 establecimientos seleccionados al azar dentro de cada mercado y se recolectaron bajo los siguientes criterios: 1) Inclusión: pollos enteros crudos que se expendan dentro de los mercados municipales del Puerto de Veracruz. 2) Exclusión: pollos expendidos en las afueras de los mercados municipales del Puerto de Veracruz. 3) Eliminación: pollos que sean expendidos en piezas en los mercados municipales del Puerto de Veracruz. Posterior a su recolección las muestras se transportaron en hielera con refrigerantes a 4° C al laboratorio El aislamiento de *Salmonella* spp. se realizó por microbiología convencional de acuerdo con el método BAM/FDA [3] modificado y se identificaron por PCR [4].

El perfil de sensibilidad de las cepas de *Salmonella* spp. a 10 agentes antimicrobianos se realizó de acuerdo con la técnica de Kirby-Bauer estandarizada de acuerdo con el Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio (CLSI) [5]. Los antimicrobianos probados fueron ampicilina (AM 10 µg), amikacina (AMK 30 µg), gentamicina (GTN 10 µg), ceftriaxona (CRO

30 µg), ciprofloxacina (CIP 5 µg), cloranfenicol (C 30 µg), trimetoprim-sulfametozaxol (SXT 23.75/1.25 µg), cefotaxima (CFT 30 µg), amoxicilina-ácido clavulánico (AAC 20/10 µg) y azitromicina (AZT 15 µg) (BD BBL™) y se empleó la cepa *Escherichia coli* ATCC 25922 como control. Los antimicrobianos se seleccionaron con base a la lista de los antimicrobianos de importancia crítica de la OMS, así como aquéllos que se utilizan en México en animales de producción y humanos [6].

Se calculó la frecuencia de aislamientos resistentes a por lo menos una clase de antimicrobiano. La diferencia en las zonas de inhibición para cada clase de antimicrobiano se evaluó por ANOVA mediante la prueba de Bonferroni $P < 0.05$ utilizando el software STATA v. 14. El Índice de Resistencia Antimicrobiana Múltiple (MAR Index) se calculó mediante la fórmula [7]: MAR Index: y/x , donde, y = número de antibióticos al cual un aislamiento particular fue resistente, x = número total de antibióticos probados.

Resultados y discusión

Del total de canales de pollo analizadas se detectaron 49 cepas presuntivas de las cuales se confirmaron 8/49 (16.32 %) cepas de *Salmonella enterica*.

En la Tabla 1 se aprecia que de las 8 cepas aisladas de *S. enterica*, el 100 % (4/8 del Mercado A y 4/8 del C) fueron resistentes a azitromicina (30 µg) y a amoxicilina-ácido clavulánico (20/10 µg), 50 % (2/4 Mercado A) y 75 % (3/4 Mercado C) a cloranfenicol (30 µg) y un 100 % (4/4 Mercado C) fueron resistentes a ciprofloxacina (5 µg). Asimismo, se encontró que el 25 % (1/4 Mercado A) fue resistente a ampicilina (10 µg) y 75 % (3/4 Mercado A) a trimetoprim-sulfametozaxol (23.75/1.25 µg) y el 25 % (1/4 Mercado A) de las cepas mostraron resistencia a ampicilina (10 µg), el 50 % (2/4 Mercado A) y 75 % (3/4 Mercado C) a cloranfenicol (30 µg) y 75 % (3/4 Mercado A) a ciprofloxacina; el 75 % (3/4 Mercado A y C) y 25 % (1/4 Mercado A) manifestaron una susceptibilidad intermedia a cefotaxima (30 µg) y gentamicina (10 µg), respectivamente. El 100 % (8/8 Mercado A y C) de las cepas fueron susceptibles a ceftriaxona (30 µg) y amikacina (30 µg), el 75 % (3/4 Mercado A) y 100% (4/4 Mercado C) a trimetoprim-sulfametozaxol (23.75/1.25 µg), 100 % (4/4 Mercado A) y 75 %

(3/4 Mercado C) a gentamicina (10 µg).

Se detectó que un total de 75 % (6/8) de las cepas fueron multirresistentes a los antibióticos probados, siendo un 33.33 % (2/6) resistentes a por lo menos 3 antibióticos, un 50 % (3/6) resistentes a 4 antibióticos y un 16.66 % (1/6) resistente a 5 antibióticos. Así mismo, se demostró un 100 % de susceptibilidad al 20 % de los antimicrobianos (ceftriaxona y amikacina) probados. El MAR Index mostró que todas las cepas tuvieron un MAR Index ≥ 0.20 , lo que indica que provienen de una fuente de contaminación de alto riesgo en la que se utilizan varios agentes antimicrobianos. En la presente investigación el 100 % de las cepas aisladas presentaron resistencia a los macrólidos y beta-lactámicos, el 62 % a fenicoles y 50 % a quinolonas, mientras que, a cefalosporinas, las sulfamidas y los aminoglucósidos mostraron susceptibilidad. Se detectó la presencia de *Salmonella enterica* resistente a quinolonas (ciprofloxacina) en un 50% (4/8), el 37.50 % (3/8) presentó una susceptibilidad intermedia y solamente el 12.50 % (1/8) fue susceptible. La importancia de este hallazgo es que este agente se encuentra en la lista de importancia de la OMS ya que también es usado en el tratamiento contra la salmonelosis en humanos. De igual forma, se encontró resistencia a cefotaxima, una cefalosporina de amplio espectro. Estos

hallazgos son preocupantes debido al riesgo a la salud pública que representan [6].

Al desconocer el origen de las cepas, el riesgo de adquirir una bacteria que sea resistente engloba a los trabajadores en las granjas, rastros, distribuidores, comercializadores y consumidores del producto. Se han reportado infecciones en los dependientes por *Salmonella* y otras zoonosis que han sido asociadas a la exposición en granjas y rastros, lo cual es importante ya que generalmente en los puntos de venta en los mercados no siempre se cuenta con una higiene adecuada y el producto, al venir posiblemente contaminado, seguirá afectando a los involucrados en la cadena de consumo [2].

Basado en la definición de multirresistencia, es de relevancia para la salud pública el hallazgo que el 100 % (8/8) de los aislamientos de esta investigación fueran resistentes al menos a dos antibióticos y más aún que el 75 % (6/8) fueran multirresistentes, ya que puede representar una posible propagación de cepas de *Salmonella* resistentes. Los antimicrobianos de uso tradicional de primera línea, tales como azitromicina, amoxicilina, cloranfenicol y ciprofloxacina entre otros, tienen reportes frecuentes de resistencia, lo que es consistente con los resultados en este estudio [8].

Tabla 1. Porcentaje de susceptibilidad de cepas de *Salmonella* spp. aisladas de mercados municipales de la ciudad de Veracruz

Antimicrobiano	Concentración (µg)	Mercado A			Mercado C		
		S	I	R	S	I	R
Azitromicina	15	N/P	N/P	100 %	N/P	N/P	100 %
Ceftriaxona	30	100 %	N/P	N/P	100 %	N/P	N/P
Ampicilina	10	50 %	25 %	25 %	N/P	100 %	N/P
Amoxicilina-Ácido clavulánico	20/10	N/P	N/P	100 %	N/P	N/P	100 %
Cloranfenicol	30	25 %	25 %	50 %	N/P	25 %	75 %
Ciprofloxacina	5	25 %	75 %	N/P	N/P	N/P	100 %
Trimetoprim-Sulfametoxazol	23.75/1.25	75 %	N/P	75 %	100 %	N/P	N/P
Cefotaxima	30	75 %	75 %	N/P	75 %	75 %	N/P
Amikacina	30	100 %	N/P	N/P	100 %	N/P	N/P
Gentamicina	10	100 %	N/P	N/P	75 %	25 %	N/P

S = Sensible, I = Intermedio, R = Resistente, N/P = No presentó.

Conclusión

Se encontró susceptibilidad antimicrobiana en cepas de *Salmonella enterica* aisladas de pollo crudo comercializado en mercados del Puerto de Veracruz, México. Las cepas de *S. enterica* aisladas del mercado A y del mercado C presentaron multirresistencia a antimicrobianos utilizados para el control de este patógeno en humanos y aves. El hallazgo de resistencia intermedia a cefotaxima en una cepa de *Salmonella enterica* multirresistente representa un riesgo crítico a la salud pública.

Dada la presencia de cepas de *Salmonella enterica*

multirresistentes en la carne de pollo es de vital importancia realizar mayor investigación para conocer la situación en el país a fin de tomar medidas preventivas e implementar estrategias que minimicen la presentación de resistencia tanto en antibióticos de uso veterinario como de uso humano debido a las repercusiones significativas en salud pública.

Agradecimientos

A la Universidad Veracruzana por el financiamiento parcial de esta investigación.

Referencias

1. Unión Nacional de Avicultores. UNA. (2022). Industria. <https://una.org>
2. Borah, P., Dutta, R., Das, L., Hazarika, G., Choudhury, M., Deka, N.K., Malakar, D., Hussain, M.I., Barkalita, L.M. (15 de febrero 2022). Prevalence, antimicrobial resistance and virulence genes of *Salmonella* serovars isolated from humans and animals. *Vet. Res. Commun* [online]. <<https://doi.org/10.1007/s11259-022-09900-z>> Consultado: 1 junio 2022.
3. Food and Drug Administration. FDA. (2007). *Salmonella*. Chapter 5. Bacteriological analytical manual online. <https://www.fda.gov/media/79991/download>
4. Achtman, M., Wain, J., Weill, F.X., Nair, S., Zhou, Z., Sangal, V., Krauland, M.G., Hale, J.L., Harbottle, H., Uesbeck, A., Dougan, G., Harrison, L.H., Brisse, S. (21 de junio 2012). Multilocus sequence typing as a replacement for serotyping in *Salmonella enterica*. *PLoS Pathog.* Vol. 8. <<https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002776>> Consultado: 2 junio 2022.
5. CLSI. (2018). Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests. *CLSI standard M02*. Wayne, PA. Decimotercera edición. Clinical and Laboratory Standards Institute.
6. Organización Mundial de la Salud OMS. (2018). Critically Important Antimicrobial for Human Medicine. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241515528>
7. Krumperman, P. (1983). Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of faecal contamination of foods. *Applied and Environmental Microbiology*, 46(1), 165–170. <<https://doi.org/10.1007/s11356-014-3887-3>>
8. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. CENETEC. (2021). Guía de referencia rápida: diagnóstico y tratamiento para la fiebre tifoidea. <<http://evaluacion.ssm.gob.mx/pdf/gpc/grr/imss-259-10.pdf>>