

# EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA Y DIFUSIÓN DE *CAMPYLOBACTER* TERMOTOLERANTES EN GRANJAS DE ENGORDE DE POLLOS PARRILLEROS COMO BASE PARA SUSTENTAR CIENTÍFICAMENTE MEDIDAS DE GESTIÓN DEL RIESGO

## EVALUATION OF THE PRESENCE AND SPREAD OF THERMOTOLERANT *CAMPYLOBACTER* IN POULTRY FARMS TO DEFINE THE RISK MANAGEMENT MEASURES

**Marcelo Signorini** (Departamento de Salud Pública - Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Nacional del Litoral [DSPV-FCV-UNL - CONICET]), **María Virginia Zbrun** (Departamento de Salud Pública - Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Nacional del Litoral [DSPV-FCV-UNL - CONICET] / Instituto de Ciencias Veterinarias del Litoral [ICIVET - CONICET]), **Lorena Soto** (Departamento de Salud Pública - Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Nacional del Litoral [DSPV-FCV-UNL - CONICET] / Instituto de Ciencias Veterinarias del Litoral [ICIVET - CONICET]), **Gabriel Sequeira** (Departamento de Salud Pública - Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Nacional del Litoral [DSPV-FCV-UNL - CONICET]), **Marcelo Rosmini** (Departamento de Salud Pública - Facultad de Ciencias Veterinarias-Universidad Nacional del Litoral [DSPV-FCV-UNL - CONICET]), **Eugenia Rossler** (Instituto de Ciencias Veterinarias del Litoral [ICIVET- CONICET]), **Jesica Blajman** Instituto de Ciencias Veterinarias del Litoral [ICIVET – CONICET]), **Diego Astesana** (Instituto de Ciencias Veterinarias del Litoral [ICIVET – CONICET]), **Ayelén Berisvil** (Instituto de Ciencias Veterinarias del Litoral [ICIVET – CONICET]), **Analía Romero Scharpen** (Instituto de Ciencias Veterinarias del Litoral [ICIVET – CONICET]), **Jorge Zimmermann** (Instituto de Ciencias Veterinarias del Litoral [ICIVET – CONICET]), **Cecilia Camussone** (Estación Experimental Agropecuaria Rafaela – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [CONICET- EEA Rafaela INTA]) y **Laureano Frizzo** (Departamento de Salud Pública - Facultad de Ciencias Veterinarias-Universidad Nacional del Litoral [DSPV-FCV-UNL - CONICET] / Instituto de Ciencias Veterinarias del Litoral [ICIVET – CONICET]) – Argentina

### Resumen

La Argentina posee una importante producción y consumo de carne de pollo. No obstante, la inocuidad de la carne ofrecida a los consumidores no ha sido completamente lograda. Especies de *Campylobacter* termotolerantes (CT), fundamentalmente *C. jejuni* y *C. coli*, están considerados como los patógenos más relevantes a nivel mundial, causantes de gastroenteritis por ingesta de alimentos. Las aves de corral han sido reconocidas como los principales reservorios del patógeno, y el consumo de su carne se asocia con la aparición de numerosos brotes de la enfermedad en el mundo. Estudios recientes realizados en nuestro país informan que aproximadamente el 90 % de las canales de pollo en puntos de venta final están contaminadas con estos patógenos. El desarrollo de estrategias tendientes a reducir la exposición humana a CT resulta complejo, dado que aún restan dilucidar muchas incertidumbres sobre la epidemiología de CT en las granjas de engorde. El objetivo general del presente trabajo es estudiar la presencia y la difusión de CT en las granjas para diseñar medidas de intervención en la producción primaria tendientes a controlar y reducir su impacto sobre la salud pública.

**Palabras clave:** pollos parrilleros, *Campylobacter* termotolerantes, epidemiología.

### Abstract

Argentina has an important production and consumption of chicken meat. However, the safety of the meat offered to consumers has not been fully achieved. Thermotolerant *Campylobacter* (TC), especially *C. jejuni* and *C. coli* are considered worldwide pathogens which cause gastroenteritis. Poultry have been recognized as the most important reservoirs of these pathogens and poultry meat consumption has been associated with the emergence of numerous outbreaks of the disease around the world. Recent studies conducted in Argentina reported that approximately 90% of the carcasses of chicken at retail were contaminated with TC. The development of efficient strategies is complex because still remaining elucidates many uncertainties about the epidemiology of TC on poultry farms. The objective of this project is to study the presence and spread of TC in chicken farms that allow designing intervention measures at primary production to control their presence and reduce its impact on public health.

**Keywords:** poultry, thermotolerant *Campylobacter*, epidemiology.

## Introducción

El presente trabajo fue presentado en la convocatoria a los Premios Senasa 2014-2015 a la Investigación y Transferencia en Inocuidad y Calidad Agroalimentarias en la categoría Equipos en Formación y obtuvo el segundo lugar.

La producción de carne de pollo ha crecido sustancialmente en la Argentina durante los últimos años, y alcanzó, en el año 2014, una faena total superior a los 727 millones de cabezas, un 26,8 % más que la faena lograda en 2009. El consumo *per cápita* aparente se incrementó un 20 % en los cuatro últimos años, lo que se traduce en 39,9 kg/hab./año. Esto puede explicarse, en parte, por el importante aumento en el precio de la carne vacuna. El índice entre el precio de la carne bovina y la carne de pollo tuvo un incremento superior al 18 % en los últimos cinco años: desde 2,50 en 2009 hasta 2,97 en 2014 (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, 2015).

Este crecimiento en la producción de carne aviar se ha sostenido con el empleo de tecnología de alto nivel. Sin embargo, las prácticas utilizadas en los sistemas productivos intensivos y la selección genética para la obtención de ejemplares con mayor tasa de crecimiento generan un importante estrés sobre las aves, debilitando así su función inmunológica y afectando negativamente su viabilidad. De esta manera, los animales son más susceptibles a la colonización de su tracto gastrointestinal por patógenos bacterianos zoonóticos, lo cual plantea amenazas para la seguridad alimentaria.

Entre los peligros microbiológicos más relevantes asociados al consumo de carne aviar, se destacan las cepas de *Campylobacter* termotolerantes (CT) (European Food Safety Authority [EFSA], 2010; Hansson *et al.*, 2010; FAO-WHO, 2009). *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* y *C. coli* son reconocidos como significativos agentes de infecciones gastrointestinales asociadas al consumo de alimentos contaminados en todo el mundo (Newell y Fearnley, 2003; Engberg *et al.*, 2001). Estos microorganismos producen una enterocolitis generalmente autolimitada que se caracteriza por diarrea y dolor abdominal. Clínicamente es indistinguible de las infecciones gastrointestinales producidas por otros patógenos

bacterianos, de allí la importancia de la búsqueda de este microorganismo mediante diagnóstico microbiológico. Son escasos los trabajos realizados en la Argentina sobre prevalencia de infecciones por CT (fundamentalmente, *C. jejuni* y *C. coli*) en humanos. Un estudio reciente (Fuentes, 2010) indica que este patógeno es el principal agente de infecciones gastrointestinales, y que gran cantidad de cepas fueron resistentes a ciprofloxacina (74,2 %) y a tetraciclina (36,6 %).

*Campylobacter* se encuentra en una gran proporción de la población mundial de pollos y forma parte de su microbiota entérica. Por ello, durante la faena de los animales, resulta prácticamente inevitable la contaminación de las carcasas. Como se mencionó previamente, estudios realizados en la Argentina indican que más del 90 % de las canales de pollo que se comercializan estarían contaminadas con este patógeno (Zbrun *et al.*, 2013).

A pesar de la alta difusión del patógeno en la cadena agroalimentaria, poco se sabe sobre su epidemiología (Hue *et al.*, 2010). Un ejemplo de lo anterior es el desconocimiento sobre los mecanismos mediante los cuales *Campylobacter* ingresa a una granja y se difunde entre los galpones y en sucesivas producciones de pollos. Si bien se reconoce la existencia de heterogeneidad genética entre las cepas presentes en las granjas, no hay precisiones sobre su permanencia a lo largo del tiempo (Alter *et al.*, 2011).

Resulta entonces necesario implementar estrategias de intervención tendientes a reducir la exposición a CT por consumo de carne aviar. No obstante, la falta de conocimientos sobre los mecanismos de penetración de *Campylobacter* en las granjas es la principal limitante por las que no se han podido tomar decisiones con base científica que deriven en medidas de manejo del riesgo. Este tipo de estudios es de especial importancia para comprender la dinámica de ocurrencia de *Campylobacter* de una manera holística e identificar los factores de riesgo asociados a su presencia. Con la información generada, será posible realizar evaluaciones más precisas que permitan sustentar científicamente las decisiones tendientes a reducir el impacto en salud pública.

## Objetivos del proyecto

### Objetivo general

Evaluar la presencia y difusión de *Campylobacter* termotolerantes en granjas de engorde de pollos para el diseño de estrategias de intervención con base científica sobre la producción primaria, tendientes a disminuir la colonización del patógeno en los pollos y reducir el riesgo para la salud pública.

### Objetivos específicos

- 1) Determinar la prevalencia de *Campylobacter* en granjas de engorde de pollos.
- 2) Evaluar la diversidad genética de *Campylobacter* entre diferentes ciclos de producción y galpones dentro de una misma granja, así como entre distintas granjas de engorde.
- 3) Evaluar la relación genética entre las cepas de *Campylobacter* termotolerantes aisladas entre diferentes ciclos de producción y galpones dentro de una misma granja, así como entre distintas granjas de engorde, los potenciales vectores y reservorios del agente y en relación con aislamientos de origen humano.
- 4) Determinar el patrón de resistencia antimicrobiana de las cepas de *Campylobacter* termotolerantes halladas en las distintas granjas y ciclos productivos.

### Justificación del proyecto

La Argentina posee una importante producción y consumo de pollo. No obstante, la inocuidad de la carne ofrecida a los consumidores no ha sido completamente lograda, pues la campylobacteriosis es una de las enfermedades más importantes a nivel mundial transmitidas por los alimentos y aún es poco estudiada en nuestro país. En este sentido, no se ha establecido con precisión su relevancia en la

casuística nacional de enfermedades gastrointestinales, y tampoco ha sido cuantificada fehacientemente la presencia y diseminación del patógeno en la cadena alimentaria, desde las granjas hasta el consumidor final. La exposición a *Campylobacter* a través de la ingesta de carne de pollo es la principal vía de contaminación reportada. Resulta entonces esencial reducir la prevalencia del agente patógeno durante la producción primaria. Las estrategias de control de CT han representado un enorme desafío para la industria avícola, dado que este patógeno es considerado un organismo comensal en los pollos, y las autoridades sanitarias no poseen elementos suficientes para elaborar programas de control sustentados científicamente. Resulta necesario entonces evaluar el riesgo real asociado con su transmisión a humanos e identificar estrategias efectivas para su disminución.

Debido a la tradición en la producción, al alto consumo interno de carne, a la intensificación e integración de los eslabones de la cadena avícola y a la incidencia de infecciones por CT, es imprescindible la aplicación de estrategias apropiadas de intervención.

### Actividades principales y resultados esperados

#### Evaluación de la presencia y difusión de *Campylobacter* en granjas comerciales

##### a) Muestreos

Se trabajará en tres granjas avícolas (pollos parrilleros), localizadas en la zona de influencia de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Litoral y ubicadas a una distancia mayor de 5 km entre sí.

Dentro de cada granja se seleccionarán tres galpones. La elección de las granjas y de los galpones será del tipo aleatorio simple. Cada galpón será muestreado durante tres ciclos de producción consecutivos.

En cada granja se aplicará una encuesta enfocada sobre aquellos factores potencialmente asociados con la presencia de *Campylobacter*. Entre las preguntas, se tendrán en consideración las instalaciones disponibles, las prácticas de manejo, alimentación, disponibilidad y calidad de agua, procedimientos de limpieza y desinfección, medidas profilácticas, entre otras.

## b) Toma de muestras

En cada uno de los galpones, se tomarán muestras de materia fecal de diez animales de 45 días de edad, desde la cloaca del ave mediante un hisopo estéril, y serán trasladadas refrigeradas en medio de transporte (Cary-Blair) hasta el laboratorio. Adicionalmente, en cada granja y en el mismo momento en que se tomen las muestras de materia fecal, se tomarán muestras de:

- Agua: se colectarán asépticamente 50 ml de agua del tanque que abastece a la granja y de los picos de bebida de los galpones donde se alojan las aves. En total se tomará una muestra de tanque y tres muestras de cada galpón, estas últimas corresponderán a un *pool* de varios picos de bebida.
- Cama: se recogerán muestras desde la superficie del piso de los galpones, dividido en cinco fracciones, y muestras de cada sector, mezclándolas luego para obtener un *pool*.
- Alimento balanceado: se tomará una muestra desde el silo que lo distribuye a los distintos galpones o desde el silo que se encuentra en cada galpón, según la localización del silo propio de cada granja. También se muestrearán los comederos del galpón conformando así un *pool* de tres muestras.

## c) Procesamiento de las muestras

El aislamiento de *Campylobacter* termotolerantes se realizará mediante la siembra en los siguientes medios selectivos: Caldo Bolton y Agar Preston (Bolton y Coates, 1983).

Los hisopos con material de la cloaca de los pollos parrilleros serán inoculados en caldo Bolton. Luego de la incubación (24 h a 42 °C en microaerofilia  $H_2:CO_2:O_2 = 85:10:5$ ) se harán repiques a agar Preston para realizar los aislamientos de las colonias presuntivas.

El resto de las muestras provenientes de las granjas (agua, alimento balanceado, cama) será incubado en caldo Bolton en una proporción de 25 g de muestra en 225 ml de medio. Luego de 24 horas de incubación a 42 °C en microaerofilia ( $H_2:CO_2:O_2 = 85:10:5$ ), serán repicados a agar Preston para realizar los aislamientos de las colonias presuntivas.

La confirmación preliminar de los microorganismos aislados se llevará a cabo mediante microscopía de contraste de fases, observando la morfología típica. A las cepas presuntivas se les realizarán las pruebas de oxidasa y catalasa. Las colonias así identificadas serán nuevamente cultivadas en agar sangre Columbia y se conservarán a -80 °C en viales, utilizando el medio crioprotector descrito por Terzolo *et al.* (1987).

El procesamiento de las muestras para su cultivo se hará dentro de las 12 horas de tomadas en cada uno de los puntos de muestreo.

## d) Confirmación molecular de género y especie

PCR (Reacción en cadena de la polimerasa) para determinar género: los aislamientos serán confirmados a nivel de género y especie (*C. coli* y *C. jejuni*) mediante la técnica descrita por Vandamme *et al.* (1997). La extracción del ADN será realizada empleando el kit Wizard® Genomic DNA Purification (Promega).

## e) Relación clonal entre cepas

Para analizar la relación genética entre las cepas aisladas se empleará Electroforesis en Campos Pulsados (PFGE), utilizando el protocolo detallado en la Red Pulse Net (Ribot *et al.*, 2001; [[http://www.cdc.gov/pulsenet/protocols/campy\\_protocol.pdf](http://www.cdc.gov/pulsenet/protocols/campy_protocol.pdf)]). Los fragmentos de restricción serán estudiados con programas informáticos de análisis filogenético (Bionumerics) en la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela del INTA.

Los perfiles de PFGE obtenidos en el proyecto serán comparados con los correspondientes a aislamientos esporádicos de humanos, de animales domésticos y de granja, y de brotes de origen humano desde el año 2005 hasta el presente, conservados en el Servicio Enterobacterias del Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas - ANLIS “Carlos G. Malbrán”, cuyos perfiles genéticos están alojados en la Base Nacional de subtipos genéticos de *Campylobacter* spp.



#### f) Antibiograma

Para la prueba de difusión con disco se empleará la técnica establecida en las guías del National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS), documento M 7-A6-2003. Los resultados de las mediciones de los halos de inhibición se interpretarán como sensibles, intermedios o resistentes según los documentos M100-S16 (NCCLS, 2003) y M31 A2 (CLSI, 2006). Los antimicrobianos por evaluar para *Campylobacter* termotolerantes serán: ampicilina, gentamicina, tetraciclina, ácido nalidíxico, enrofloxacin, ciprofloxacina y eritromicina.

#### g) Análisis de los datos

La prevalencia de *Campylobacter* en las granjas y entre los diferentes ciclos de producción dentro de una misma granja será comparada empleando Chi-cuadrado. Los factores asociados a la presencia de *Campylobacter* en pollos serán evaluados mediante pruebas bivariadas (Chi-cuadrado, Test Exacto de Fisher, T-student, dependiendo del tipo de variable) y regresión logística. Se establecerá un patrón genotípico comparado de *Campylobacter* entre diferentes granjas y ciclos de producción en las mismas granjas, así como entre cepas aisladas de casos humanos.

### Resultados esperados

La campylobacteriosis es un grave problema para la salud pública y requiere estudios que permitan comprender la epidemiología de este patógeno y su desarrollo en la producción primaria de pollos. Con los resultados de este proyecto, se podrá estimar la prevalencia y difusión del patógeno sobre toda la cadena para: 1) comprender aspectos epidemiológicos de la presencia y difusión de *Campylobacter* en la producción primaria de pollos y 2) proponer estrategias efectivas para controlar el patógeno en la producción primaria. Con respecto al primer grupo de resultados, se espera: I) estimar la prevalencia de *Campylobacter* en granjas comerciales ubicadas en la zona de influencia de la FCV-UNL, II) comprender las relaciones clonales entre cepas de *Campylobacter* aisladas en diferentes ciclos

de producción, dentro de cada granja y entre distintas granjas de producción, III) identificar el impacto de algunos factores de riesgo potencialmente asociados con la presencia de *Campylobacter* (especialmente la transmisión horizontal, agua, cama y alimento balanceado), IV) identificar el patrón de resistencia a los antimicrobianos de elección para el tratamiento de la campylobacteriosis en humanos, y V) establecer la existencia de un nexo epidemiológico entre las cepas de *Campylobacter* termotolerantes aisladas en producción primaria con aquellas responsables de la enfermedad en las personas.

Las técnicas moleculares modernas permitirán establecer las relaciones clonales entre cepas de *Campylobacter* termotolerantes aisladas a lo largo de la crianza del pollo, tanto dentro de una misma granja como entre granjas, así como también entre diferentes ciclos de producción dentro de las mismas granjas. De esta forma, será posible evaluar la difusión a lo largo del proceso e identificar los principales reservorios del patógeno.

Un aspecto importante que debe ser tenido en cuenta es la aparición de cepas que presenten resistencia a los antimicrobianos usualmente empleados en la clínica humana, reduciendo así el espectro de opciones terapéuticas para estas infecciones. Este estudio posibilitará estimar la frecuencia de cepas resistentes a los antimicrobianos y será una información fundamental para diseñar políticas de manejo.

Asimismo, permitirá la identificación de los factores asociados con la presencia y difusión del patógeno mediante datos de las producciones primarias que profundicen en la aplicación de diferentes medidas de manejo, prácticas higiénicas, profilaxis, alimentación, entre otras, que pudieran estar asociadas con la presencia del patógeno. El análisis univariado combinado con la regresión logística posibilitará identificar esos factores y predecir la probabilidad de que se presente un evento (presencia de *Campylobacter* termotolerantes) en función de la exposición a determinados factores de riesgo o niveles de estos factores.

## Bibliografía

- Capua, I.; Fico, R.; Banks, M.; Tamba, M. y G. Calzetta (1997), "Isolation and Characterisation of an Aujeszky's-Disease Virus Naturally Infecting a Wild Boar (*Sus scrofa*)", *Veterinary - Microbiology* 55, pp. 141-146.
- Alter, T.; Weber, R.M.; Hamedy, A. y G. Glünder (2011), "Carry-over of thermophilic *Campylobacter* spp. between sequential and adjacent poultry flocks", *Veterinary Microbiology* 147, pp. 90-95.
- Bolton, F. J. y D. Coates (1983), "Development of a blood-free *Campylobacter* medium: screening tests on basal media and supplements, and the ability of selected supplements to facilitate aerotolerance", *Journal of Applied Bacteriology* 54, pp. 115-125.
- Clinical and laboratory Standards Institute (CLSI) (2006), "Disk diffusion. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing", 16<sup>th</sup> informational supplement, M 100-S 16. Wayne, Pa, USA.
- European Food Safety Authority (EFSA) (2010), "Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses in the EU, 2008, Part A: *Campylobacter* and *Salmonella* prevalence estimates", *EFSA Journal* 8, p. 1503.
- Engberg, J.; Aarestrup, F. M.; Taylor, D. E.; Gerner-Smidt, P. y I. Nachamkin (2001), "Quinolone and macrolide resistance in *Campylobacter jejuni* and *C. coli*: Resistance mechanisms and trends in human isolates", *Emerging Infectious Diseases* 7, pp. 24-34.
- FAO-WHO (2009). "Reunión de Expertos FAO/OMS sobre *Salmonella* y *Campylobacter* en la carne de pollo" [en línea]. Disponible en: <[http://www.fao.org/ag/agn/agns/jemra/Jemra\\_Sal\\_Campy\\_Call\\_for\\_data\\_experts\\_S.pdf](http://www.fao.org/ag/agn/agns/jemra/Jemra_Sal_Campy_Call_for_data_experts_S.pdf)>.
- Fuentes, L. S. (2010), "Prevalencia y perfiles de sensibilidad en cepas de *Campylobacter* spp. aisladas de diarreas en Córdoba, Argentina", *Gastroenterología* 12, pp. 2-5.
- Hansson I.; Olsson Engvall, E.; Vagsholm, I. y A. Nyman (2010), "Risk factors associated with the presence of *Campylobacter*-positive broiler flocks in Sweden", *Preventive Veterinary Medicine* 96, pp. 114-121.
- Hue, O.; Le Bouquin, S.; Laisney, M.J.; Allain, V.; Lalande, F.; Petetin, I.; Rouxel, S.; Quesne, S.; Gloaguen, P.Y.; Picherot, M.; Santolini, J.; Salvat, G.; Bougeard, S.; M. Chemaly (2010), "Prevalence of and risk factors for *Campylobacter* spp. contamination of broiler chicken carcasses at the slaughterhouse", *Food Microbiology* 27, pp. 992-999.
- República Argentina, Presidencia de la Nación, Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, (2015), "Información Estadística-Carne Aviar" [en línea]. Disponible en: <<http://www.minagri.gob.ar/site/ganaderia/aves/01-informacion%20estadistica/index.php>>.
- National Committee for Clinical Laboratory Standards (2003), "Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; approved standard M2-A8", Eighth edition informational supplement. Vol. 23 Wayne PA, National Committee for Clinical Laboratory Standards.
- Newell, D. G. y C. Fearnley (2003), "Sources of *Campylobacter* colonization in broiler chickens", *Applied of Environmental Microbiology* 69, pp. 4343-4351.
- Ribot, E. M.; Fitzgerald, C.; Kubota, K.; Swaminathan, B. y T. Barrett (2001), "Rapid pulsed-field gel electrophoresis protocol for subtyping of *Campylobacter jejuni*", *Journal of Clinical Microbiology* 39, pp. 1889-1894.
- Terzolo, H. R.; Lawson, G. H. K.; Angus, K. W. y D. R. Snodgrass (1987), "Enteric *Campylobacter* infection in gnotobiotic calves and lambs", *Research in Veterinary Science* 43, pp. 72-77.

Vandamme, P.; van Doorn, L-J.; Rashid, S. T. A.; Quint, W. G. V.; Plas Jvd; Chan, V. L. y S. L. W. On (1997), “*Campylobacter hyoilei* Alderton *et al.* 1995 and *Campylobacter coli* Veron and Chatelain 1973 are subjective synonyms”, *International Journal of Systematic Bacteriology* 47, pp. 1055-1060.

Zbrun, M. V.; Romero-Scharpen, A.; Olivero, C.; Rossler, E.; Soto, L. P.; Rosmini, M. R.; Sequeira, G. J.; Signorini, M. L. y L. S. Frizzo (2013), “Occurrence of thermotolerant *Campylobacter* spp. at different stages of the poultry meat supply chain in Argentina”, *New Zealand Veterinary Journal* 61 (6), pp. 337-343.