



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



CEU

Universidad
Cardenal Herrera

ivia

instituto valenciano
de investigaciones agrarias

EFFECTO DE LA TÉCNICA DEL VOLTEO DE LA CAMA SOBRE LA DISEMINACIÓN DE *Salmonella* EN NAVES DE AVICULTURA DE ENGORDE

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN GESTIÓN Y SEGURIDAD ALIMENTARIA
(ITINERARIO NACIONAL)**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Presentado por:

Sara González Bodí

Dirigido por:

Dr. Javier Martínez Monzó

Dra. Clara Marín Orenge

Dr. Santiago Vega García

Dra. Aránzazu Villagrà García

Valencia, Septiembre 2012.

EFECTO DE LA TÉCNICA DEL VOLTEO DE LA CAMA SOBRE LA DISEMINACIÓN DE *Salmonella* EN NAVES DE AVICULTURA DE ENGORDE

González-Bodí, S.^{1,2}, Villagrà-García, A.³, Vega-García, S.², Marín-Orenga, C.² y Martínez-Monzó, J.¹.

RESUMEN

La humedad de la cama es uno de los principales problemas que afectan al sector avícola de engorde, no sólo a nivel de bienestar animal y de proliferación de patógenos, sino también de bacterias de interés para Salud Pública como es la *Salmonella*. La técnica del volteo, es una herramienta muy útil para el control de la humedad de la cama sobre la que engordan los pollos, sin embargo se desconoce cuál es el efecto que tiene en la diseminación de *Salmonella* al voltear las partículas de la cama donde se acantona la bacteria. En este contexto, el objetivo de este trabajo es conocer la epidemiología de *Salmonella* en avicultura de engorde, cuando se practica de forma seriada el volteo de la cama. Para ello, se tomaron diferentes muestras ambientales de naves avícolas sometidas a volteo en las cuatro últimas semanas del ciclo productivo. Todas las muestras recogidas se analizaron de acuerdo con la Norma ISO 6570:2002 (Anexo D). Los resultados de este trabajo ponen de manifiesto que la técnica del volteo reduce significativamente la humedad de la cama disminuyendo la proliferación de *Salmonella* en las naves avícolas, lo cual convierte esta técnica en una importante herramienta para el sector.

Palabras clave: *Salmonella*, volteo, broilers, humedad.

RESUM

La humitat del llit és un dels principals problemes que afecten el sector avícola d'engreix, no només a nivell de benestar animal i de proliferació de patògens, sinó també de bacteries d'interès per Salut Pública com és la *Salmonella*. La tècnica del volteig, és una eina molt útil per al control de la humitat del llit sobre la qual engreixen els pollastres, però es desconeix quin és l'efecte que té en la disseminació de *Salmonella* quan es voltegen les partícules del llit on s'acantona la bactèria. En aquest context, l'objectiu d'aquest treball és conèixer l'epidemiologia de *Salmonella* en avicultura d'engreix, quan es practica de manera seriada el volteig del llit.

¹Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo (IU-IAD)
Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, s/n 46022. Valencia. España.

²Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Universidad CEU Cardenal Herrera. Av. Seminario s/n 46113 Moncada, Valencia, Spain

³Centro de Investigación y Tecnología Animal, Polígono la Esperanza nº100, 12400, Segorbe, Castellón, Spain.

Per això, es van prendre diferents mostres ambientals de naus avícoles sotmeses a volteig en les quatre últimes setmanes del cicle productiu. Totes les mostres recollides es van analitzar d'acord amb la Norma ISO 6570:2002 (Annex D). Els resultats d'aquest treball posen de manifest que la tècnica del volteig redueix significativament la humitat del llit disminuint la presència de *Salmonella* en les naus avícoles, cosa que converteix aquesta tècnica en una important eina per al sector.

Paraules clau: *Salmonella*, volteig, broilers, humitat.

ABSTRACT

The humidity of the bedding is one of the main problems affecting poultry farming sector, not just animal welfare standards and the proliferation of pathogenic bacteria but also of interest to Public Health as *Salmonella*. The bedding aeration is a useful tool to control the humidity of the bedding where chickens grow. However, it is unknown what is their role in the spread of *Salmonella* in poultry houses. In this context, the objective of this study was to determine the epidemiology of *Salmonella* in poultry farms, when serially turning over the bedding were implemented. To this end, environmental samples were taken in poultry houses after bedding aeration in four consecutive weeks at the end of the cycle. All samples collected were analyzed according to ISO 6570:2002 (Annex D). The results of this study showed that the aeration of the bedding as well as greatly reduce the humidity in the bed and has a positive influence to decrease the multiplication and dissemination of *Salmonella* in houses, making this technique an important tool for sector.

Keywords: *Salmonella*, aeration, broilers, humidity.

1. INTRODUCCIÓN

La salmonelosis esta considerada hoy en día como uno de los problemas más importantes para Salud Pública asociada al consumo de alimentos (EFSA, 2012). Los datos publicados por la EFSA en el año 2012, ponen de manifiesto que *Salmonella* es uno de los patógenos más frecuentemente implicado en toxiinfecciones alimentarias. Sin embargo, desde el año 2001 los casos confirmados de salmonelosis humana se han reducido de forma paulatina. Aun así, los últimos datos publicados (EFSA, 2012), indican que en 2010, se dieron 99.020 casos de salmonelosis humana en la Unión Europea. Mientras que en España, para ese mismo año, tuvieron lugar 4.420 casos.

Entre las fuentes de *Salmonella* destacan los productos de origen animal, siendo los huevos y la carne de ave dos de los grupos más importantes de la epidemiología de la enfermedad humana (EFSA, 2012). La Comisión Consultiva Mixta FAO - OMS de Expertos sobre la evaluación de

riesgos asociados a los peligros microbiológicos en los alimentos realizó, en 2001, la “Caracterización del riesgo de *Salmonella spp.* en huevos y pollos para asar” (FAO-OMS, 2001). En este estudio se demuestra que la reducción de la prevalencia de salmonelosis en las explotaciones avícolas se corresponde con un descenso proporcional en riesgo de contaminación de los alimentos preparados para el consumo. Siendo este descenso especialmente significativo en el caso del pollo.

En este contexto, la Comisión Europea elaboró un conjunto de propuestas de normas destinadas a la reducción de la prevalencia de *Salmonella* de interés zoonótico (CE, 2007). Las normas básicas preveían un programa de trabajo basado en el estudio de la situación actual de *Salmonella* en las explotaciones ganaderas, en cada uno de los sectores implicados, lo que dio lugar posteriormente al establecimiento de objetivos comunitarios específicos. A partir de ese momento, cada país debía presentar un programa de control y erradicación de estos agentes, adaptado a sus características. De esta forma y tras lo cual, en función de la especie ganadera, la comercialización de animales y productos de origen animal de una granja debían salir con un documento que informara al comprador, de su estatus en relación con esta bacteria. En última instancia, se supeditó, en su caso, la comercialización de los animales y sus productos a la ausencia de determinados serovares de *Salmonella*.

Sin embargo no fue hasta febrero del año 2007 cuando la EFSA (European Food Safety Authority) publicó el primer informe oficial de prevalencia de *Salmonella* en lotes de ponedoras comerciales de los distintos Estados Miembros (EFSA, 2007a). Tras analizar las heces de un total de 5.317 lotes a las 51 semanas de vida, se obtuvo una gran variabilidad de prevalencias entre los diferentes estados miembros, desde un 0 % en Suecia, Luxemburgo y Noruega, hasta un 79,5 % en Portugal, situándose España con una prevalencia del 73,3 %. Por otro lado, en marzo del 2007, la EFSA publicó el informe oficial de prevalencia de *Salmonella* en lotes de broilers (EFSA, 2007b). En este caso, se analizaron 7.440 lotes con más de 28 días de edad, y de nuevo se obtuvo una gran variabilidad entre Estados Miembros, desde el 0 % de Suecia al 68 % de Hungría, situándose España en un 41,2 %.

En este contexto y siguiendo con la cadena de propuestas de la Comisión Europea, se planteó a nivel europeo, un programa basado principalmente en el control de *Salmonella* en el sector primario, estableciéndose unos objetivos de reducción de la prevalencia adaptados a la situación de cada Estado Miembro. En España, donde los resultados de prevalencias fueron muy desalentadores, los objetivos para lotes de gallinas ponedoras en 2007 fueron la reducción del 40 % de las manadas positivas a *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium*. En 2008 la reducción del 30% y finalmente, desde el año 2009, ya no se pueden vender huevos que tengan su origen en lotes positivos. En el caso de broilers, se establece el objetivo de llegar en 2011 a una prevalencia del 1 % para *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium*, los dos serotipos de mayor importancia para Salud Pública.

Este programa de control exigía conocer con seguridad, cuales son los puntos sobre los que debía realizarse una mayor presión a la hora de

abordar el control y la erradicación de esta bacteria en una granja. Sin embargo, la epidemiología de la bacteria a nivel de granja era desconocida para el sector avícola español hasta aquel momento, ya que hasta donde hemos sido capaces de conocer, no se habían realizado trabajos epidemiológicos a nivel de campo en avicultura.

Sin embargo, muchos son los estudios epidemiológicos realizados en países vecinos, como Francia e Inglaterra, en relación al comportamiento de *Salmonella* a nivel de campo. Estos estudios explican como la bacteria entra en la explotación, infecta a los animales y se propaga por toda la nave, siendo capaz de permanecer durante el vacío sanitario e infectar lotes sucesivos (Rose *et al.*, 1999; Heyndrickx *et al.*, 2002; Davies y Breslin, 2003; Namata *et al.*, 2008).

Entre los diferentes factores ambientales implicados en la epidemiología de *Salmonella* se han destacado restos de heces del lote anterior (Marín *et al.*, 2011), el agua y los bebederos (Davies y Gray, 1996), el pienso y los comederos (Heyndrickx *et al.*, 2002), las botas de los ganaderos (Rose *et al.*, 1999), utensilios de trabajo (Gradel *et al.*, 2002) o la cama (Rose *et al.*, 1999).

La cama, sobre la que los pollos vivirán durante todo el ciclo productivo, juega un papel crucial en la multiplicación y propagación de las bacterias en el sistema de producción avícola (Hayes *et al.*, 2006). Un mal manejo de la cama favorece la presencia de microorganismos patógenos y aquellos, que no siendo patógenos, son objeto del Plan Nacional de control de zoonosis por su implicación en Salud Pública, como es el caso de *Salmonella* (EFSA, 2012). Una mala ventilación de las naves o una mala calidad de la cama, puede predisponer a un exceso de humedad en la misma, lo cual no sólo es importante desde el punto de vista sanitario de las aves, sino que también tiene una clara influencia en el rendimiento y calidad final del producto (Al Homidan *et al.*, 2003), produciendo pododermatitis (Berk, 2009), abrasiones de pechuga (Ekstrand *et al.*, 1997); y alteraciones oculares (Miles *et al.*, 2006). Estas lesiones provocan grandes pérdidas económicas para el sector ganadero (Bender y Mallison, 1991). Para evitar un exceso de humedad en la cama, esta nunca debe ser superior al 35% (Cobb Vantress Inc., 2008), sin embargo, debido a las condiciones de cría, alrededor de los bebederos es común encontrar niveles de humedad de hasta el 70%.

En este contexto, debido a la gran importancia de la cama sobre los resultados sanitarios y productivos de las aves, en la actualidad se han desarrollado diferentes métodos de manejo innovadores, entre los que se incluyen la utilización de probióticos y prebióticos (Roberto *et al.*, 2003), técnicas de ventilación forzada (Kaliste *et al.*, 2004), uso de material absorbentes para la composición de la cama (Cambra-López *et al.*, 2009) y la técnica de aireación de la cama mediante volteo (ASABE, 2007). Esta última, se está introduciendo en las explotaciones con el fin de mejorar la calidad de la cama y reducir de forma eficaz la humedad de ésta (ASABE, 2007).

Hasta donde hemos sido capaces de conocer, existe muy poca información científica relacionada con esta técnica y con el impacto que está tiene en la diseminación de microorganismos patógenos.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es conocer la epidemiología de *Salmonella spp.* en avicultura de engorde, cuando se práctica de forma seriada el volteo de la cama.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Población estudio

Para la realización de este experimento se efectuaron dos crianzas consecutivas, de aproximadamente 49 días, durante los meses de octubre-noviembre de 2010 (primera crianza) y enero-febrero de 2011 (segunda crianza). Este estudio se realizó en las instalaciones de avicultura de engorde del Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA), perteneciente al Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) situado en Segorbe (Castellón). En cada una de las crianzas se recibió un lote de 2400 pollos de engorde, los cuales fueron repartidos equitativamente en tres naves experimentales. Todas las naves y las condiciones ambientales de producción (ventilación, iluminación, alimentación, etc.) eran de idénticas características para todos los animales. De las tres naves objeto del estudio, en dos se realizaron volteos semanales de la cama desde la cuarta semana hasta el final de la crianza (4 volteos por ciclo). Dicho volteo se realizó utilizando una máquina diseñada para remover el material de cama (Benza, ER73AV), compuesta con un eje giratorio de cuchillas metálicas (Figura 1). Por último, la tercera nave no se volteó en ningún momento del ciclo productivo, siguiendo así el proceso habitual de las granjas comerciales (Nave control).



FIGURA 1. Máquina utilizada para realizar la técnica del volteo de la cama y detalle de las cuchillas metálicas.

2.2 Momento de muestreo

Para el análisis de *Salmonella*, las muestras se recogieron en diferentes momentos del ciclo productivo: antes de la llegada de los animales, el primer día de crianza, a las tres semanas del ciclo productivo (semana previa al volteo) y durante las últimas 4 semanas del ciclo productivo (4 sesiones de volteo).

2.2.1 PRIMER DÍA DE LA CRIANZA

Antes de la llegada de los pollitos, se tomaron muestras ambientales de las naves para determinar el estatus sanitario de *Salmonella* de las instalaciones de la granja (Figura 2). Para ello, se recogieron muestras ambientales de paredes, comederos y bebederos con paños estériles (AES laboratories ®, Bruz Cedex, France). Asimismo, se recogieron muestra de agua (25 mL) y pienso (25 g.) del final de las líneas de bebederos y comederos. Por último, también se recogieron muestras de cama en diferentes puntos de la nave (500g.).

Con el fin de determinar el estatus sanitario que presentaba el lote de pollitos de 1 día de edad y de acuerdo con las recomendaciones de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EC, 2003), se tomaron en un pool muestras de meconios (250 a 300 pollitos), realizando una ligera presión en el abdomen del animal. A su vez, se recogieron en un pool 10 fondos de cajas y superficies de cajas del transporte con paños estériles (AES laboratories ®, Bruz Cedex, France) (Figura 2).



FIGURA 2.: Muestras recogidas de fondos de caja, comederos, ciegos, meconios, cama y bebederos.

2.2.2 DURANTE LA CRIANZA

A las 3 semanas de vida se sacrificaron un total de 10 animales por nave y se extrajeron sus ciegos, recogiendo asépticamente el contenido cecal para su posterior análisis. Además, se muestrearon las naves recogiendo tres muestras de paredes, comederos y bebederos con paños estériles (AES laboratories®, Bruz Cedex, France). También se tomaron tres muestras de heces directamente de la cama con calzas de celulosa estériles (AES Laboratories®, Bruz Cedex, France). Para ello, se dividió la superficie de la nave en tres sectores, cada uno de ellos se muestreó con una calza y se analizó como una muestra individual (EC, 2003). Si alguna de las calzas era diagnosticada como *Salmonella* positiva el lote era considerado positivo. Posteriormente, se realizaron cuatro volteos consecutivos de la cama (semanas 4, 5, 6 y 7) y a las 24 horas de cada volteo, se recogieron muestras ambientales de cada una de las naves volteadas, así como de la nave control (Tabla 1). La toma de muestras se realizó siguiendo el protocolo explicado anteriormente (semana 3). Todas las muestras recogidas se introdujeron en duquesas estériles.

TABLA 1. Muestreo a lo largo del ciclo productivo.

Día 1		Días del ciclo productivo					
<i>Pollitos</i>	<i>Nave</i>	AV	AV	V1	V2	V3	V4
		Pollos	Nave	Nave	Nave	Nave	Nave
Meconios	Paredes	Ciegos	Paredes	Paredes	Paredes	Paredes	Paredes
F.C	Comederos		Comederos	Comederos	Comederos	Comederos	Comederos
S.C	Bebederos		Bebederos	Bebederos	Bebederos	Bebederos	Bebederos
	Heces		Heces	Heces	Heces	Heces	Heces

AV: Antes del volteo. V1: Volteo 1. V2: Volteo2. V3: Volteo 3. V4: Volteo 4. F.C: Fondos de caja. S.C: Superficies de cajas

2.3 Análisis microbiológico de las muestras

Las muestras recogidas fueron analizadas de acuerdo a la Norma ISO 6579:2002 (Anexo D) (Figura 3). En primer lugar, se realizó un preenriquecimiento en Agua de Peptona tamponada (BPW, Scharlau®, Barcelona, España) (dilución 1:10 v/v) y fueron incubadas a 37°C±1°C durante 18±2horas. Posteriormente, se realizó el enriquecimiento selectivo de las muestras en Agar Rappaport-vassiliadis semisólido (MSRV, Difco®, Valencia, España), transfiriendo 100 µl de la muestra preenriquecida, que se incubó a 41.5°C±1°C durante 24-48±3h. Las muestras sospechosas se transfirieron en dos medios selectivos, ASSAP (AES laboratories®, Bruz Cedex, France) y XLD (Xylose-lysine-desoxycholate, Liofilchem®, Valencia, España) y se incubaron a 37°C±1°C durante 24±3h. Las colonias sospechosas se confirmaron realizando la prueba de la ureasa 4h a 37°C y

por último se realizó la confirmación bioquímica con el test API-20E (API-20®, bioMerieux, Madrid, España). Todas las cepas de *Salmonella* se serotiparon según el esquema de Kauffman-White-Le-Minor.

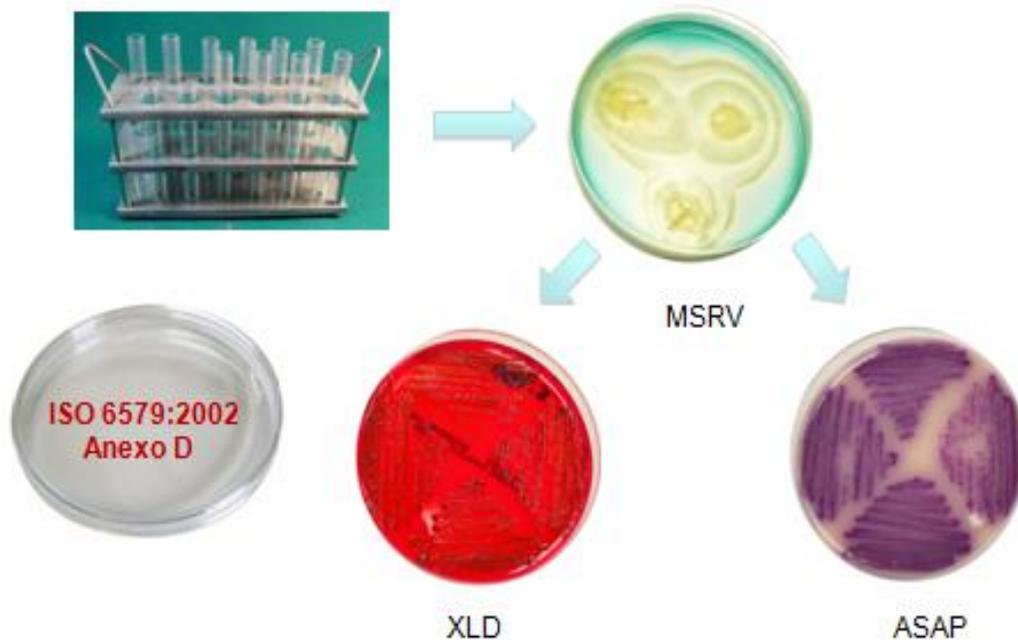


FIGURA 3. Esquema de la Norma ISO 6579:2002 (Anexo D).

2.4 Análisis estadístico

Las diferencias existentes entre la contaminación por *Salmonella* de las naves al principio del ciclo productivo y la semana previa al primer volteo se analizaron con un test Chi-cuadrado (Statgraphics Plus, Version 5.1, STSC Inc., Rockville, MD, USA). La influencia del volteo de la cama en la diseminación de *Salmonella* en las naves de avicultura de engorde así como en cada una de las muestras ambientales, se analizó mediante regresión logística, utilizando el procedimiento GLIMMIX del paquete estadístico SAS (SAS System, 2001). Asimismo, la interacción entre las cuatro sesiones de volteo y las diferentes naves objeto de estudio, se analizó mediante regresión logística, utilizando el procedimiento GLIMMIX del paquete estadístico SAS (SAS System, 2001).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de las muestras analizadas (n=408) el 29,4% fueron positivas a *Salmonella*.

El estatus sanitario que presentaban las naves antes de la llegada de los pollitos de un día, fue negativo en todas las muestras ambientales recogidas.

Sin embargo, a la llegada de los pollitos de un día se observó que estos eran positivos a *Salmonella* tanto en fondos de caja, meconios y superficies.

La presencia de *Salmonella* a día 1, puede tener como consecuencia una contaminación cruzada entre las heces de los animales y las superficies de la explotación a lo largo del ciclo productivo (Rose *et al.*, 1999). Tanto la profilaxis como las diferentes medidas higiénicas llevadas a cabo en los lotes parentales han reducido considerablemente la infección vertical que se produce en los pollitos por parte de sus progenitores (Van Immerseel *et al.*, 2004). Sin embargo, la llegada de pollitos positivos a *Salmonella* a las explotaciones (Rose *et al.*, 2000; Davies y Breslin, 2003; Marín *et al.*, 2011) y una ineficaz limpieza y desinfección tras entre lotes (Huneau-Salaün *et al.*, 2010), siguen siendo factores de riesgo más importantes para la infección de los animales. Cuando los pollitos de un día están infectados por la bacteria, ésta se propaga rápidamente por los comederos, bebederos y ambiente de la explotación a través de las heces (Heyndrickx *et al.*, 2002), coincidiendo con un periodo en que los animales son más susceptibles a la infección por la bacteria (Marín y Lainez, 2009), lo cual es debido a la inmadurez del sistema inmunitario (Beal *et al.*, 2004).

Las muestras que se tomaron de ciegos antes de la primera sesión de volteo, permitieron observar que los animales continuaban siendo positivos a *Salmonella* la tercera semana del ciclo. Además, se observó que las superficies de las naves objeto de estudio también estaban contaminadas por la bacteria en esta semana, independientemente de la nave estudiada ($P=0,111$) y de la muestra ambiental recogida ($P=0,239$). Demostrándose así la contaminación cruzada entre los animales y el ambiente de todas las naves que apuntaban Rose *et al.*, (1999).

De acuerdo con el total de las muestras analizadas durante las sesiones de volteo, en las naves volteadas ($n=268$) se aisló *Salmonella* en el 23,9% de las muestras recogidas. Por otro lado, en la nave control ($n=134$) se aisló la bacteria en el 23,8 % de la muestras recogidas. No existiendo diferencias significativas entre las naves volteadas y la nave control. Estos resultados coinciden con los valores obtenidos por Kwak *et al.*, (2005) que estudiaron el efecto de la aireación de la cama en la cantidad de microbiota presente. En particular, estudiaron el efecto de la supervivencia de las bacterias entéricas tanto en camas donde se practicaba la aeración como en camas donde no se aplicaba y no encontraron diferencias entre las concentraciones de enterobacterias de las camas tratadas y sin tratar.

En referencia a los porcentajes de positivos a *Salmonella* obtenidos en cada una de las sesiones de volteo (Figura 4), se observan diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes sesiones, tanto en las naves volteadas ($P=0,001$) como en la nave control ($P=0,003$).

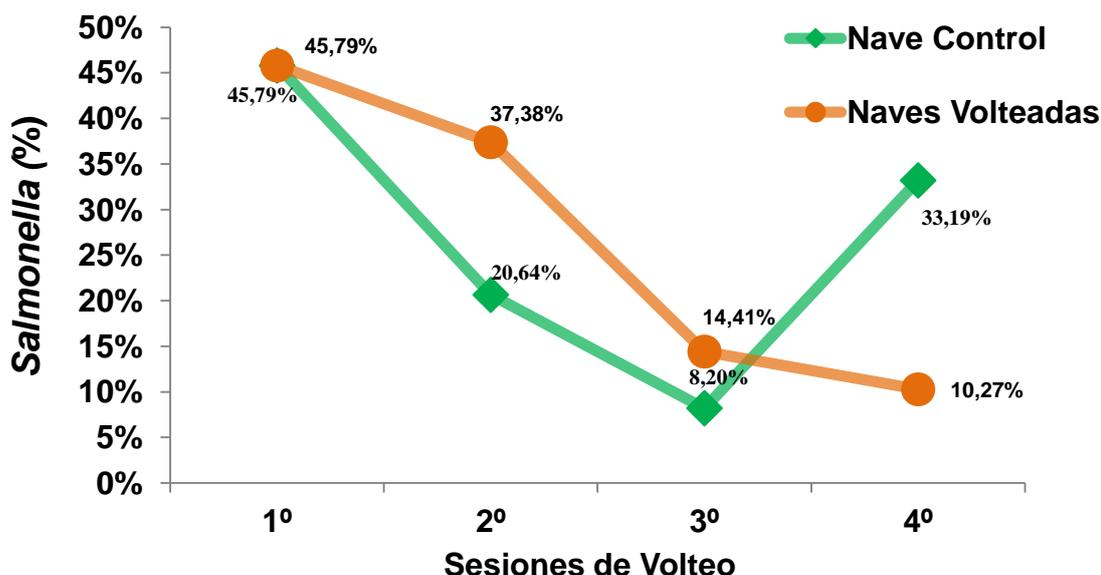


FIGURA 4. Evolución de la prevalencia a *Salmonella* a lo largo de las sesiones de volteo en función del tratamiento de la nave (volteada vs control).

Como se puede observar, a lo largo de las sesiones, va disminuyendo el porcentaje de positivos a *Salmonella*, excepto en la última sesión de la sala control, en la que aumenta de un 8,2% a un 33,2%. La disminución en el porcentaje de positivos aislados a lo largo del ciclo productivo, se debe principalmente al patrón de excreción de la bacteria en avicultura de engorde (Van Immerseel *et al.*, 2004). Este patrón refiere que los pollitos que llegan a la explotación excretando *Salmonella*, tienen su máxima excreción hacia los 14 días de vida, reduciéndose posteriormente hasta su salida a matadero (Marín *et al.*, 2009). Sin embargo, como el ciclo productivo de los pollos es únicamente de 49 días, la infección persiste a lo largo del mismo (Van Immerseel *et al.*, 2004).

Por otro lado, al analizar de forma independiente cada una de las sesiones, se observa que durante los tres primeros volteos no se presentan diferencias significativas entre las naves volteadas y la nave control ($P > 0,05$). En cambio, en el último volteo del ciclo productivo, como se ha indicado anteriormente, existen diferencias estadísticamente significativas entre las naves volteadas y la nave control ($P = 0,017$), mostrando un porcentaje de positivos de 10,2% y 33,1%, respectivamente (Figura 4). Esto puede ser debido a que conforme avanza el ciclo productivo, los animales pesan más y existe una mayor cantidad de deyecciones, que implica un menor espacio para que se produzca una correcta ventilación dando lugar a camas más húmedas (Bieszczad y Sobota, 1999; Lange J.L *et al.*, 1997; Shaffer y Lighthart, 1997). Esta situación favorece la multiplicación y diseminación de microorganismos como *Salmonella* (Hayes *et al.*, 2006). En cambio, las naves donde se volteo la cama (pese a que se encuentran en el mismo momento del ciclo) no se da este escenario desfavorable, ya que se controlan los niveles de humedad relativa y por tanto el agua disponible para

los microorganismos, causando una deshidratación y la inactivación de muchos de ellos (De la Rosa *et al.*, 2002). Teniendo en cuenta que los lugares que presentan una mayor actividad de agua (por ejemplo, los bebederos) favorecen la multiplicación de la bacteria (Hayes *et al.*, 2006), los resultados apuntan a que durante los tres primeros volteos no se dan las condiciones adversas necesarias para que existan diferencias entre las naves tratadas o no. Sólo cuando existen altos porcentajes de humedad, debido a un mayor grado de hacinamiento de los animales y una ventilación dificultosa (última semana de vida), se observan diferencias en el porcentaje de positivos a *Salmonella* entre las naves volteadas y la nave control.

En relación a las muestras ambientales recogidas, tanto en las naves volteadas como en la nave control, se observan porcentajes de positivos similares ($P=0,769$). Sin embargo, existen diferencias entre las diferentes muestras ambientales analizadas ($P=0,023$). Los porcentajes de positivos se representan en la Figura 5, observándose el mayor porcentaje de positivos en bebederos (40,6%) seguido de comederos (38,5%), paredes (23,9%) y heces (16,6%).

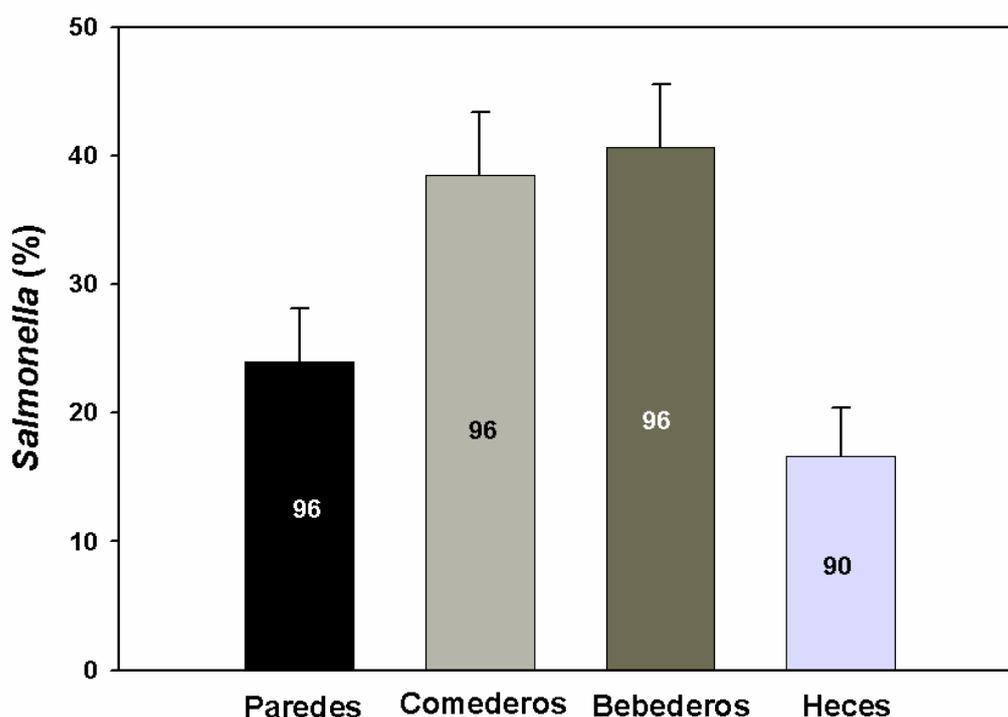


FIGURA 5. Porcentaje de *Salmonella* aislado en las diferentes muestras ambientales tomadas en las naves objeto de estudio. El número presente en las barras indica el número de muestras recogido.

Estos resultados ponen de manifiesto que una mayor contaminación en bebederos acompañado de una mayor humedad debajo de los mismos, conlleva a una mayor presión infectiva en esa zona. En consecuencia, la

importancia de la aplicación de medidas como el volteo para reducir la humedad son fundamentales en avicultura de engorde (ASABE, 2007).

Diversos estudios demuestran que las características propias de la técnica de volteo influyen en la calidad del aire, con un aumento de material particulado, gases nocivos y emisiones de microorganismos (Feddes *et al.*, 1995; Quarles y Caveny, 1979). Esto podría afectar a la salud y bienestar tanto de animales como de personas, que pueden sufrir diferentes enfermedades profesionales tanto respiratorias (Andersen *et al.*, 2004) como cardiovasculares (Meluzzi, 2008).

Por otro lado, desde el punto de vista del bienestar animal, la técnica de del volteo de la cama se ha utilizado de forma eficaz para reducir la humedad y la concentración de NH₃ gaseoso en las explotaciones avícolas (ASABE, 2007). Esto lleva consigo, tanto una mejora de la calidad sanitaria de la cama (Koon *et al.*, 1994), como una reducción exponencial en el número de lesiones en patas y conjuntiva que presentan los animales (Allen *et al.*, 1998; van Middelkoop, 1994; ASABE, 2007). Sin embargo, poco se ha estudiado hasta el momento en relación al estrés causado por la práctica del volteo en las explotaciones. Muchos autores han demostrado que el estrés puede causar disbiosis intestinal en el animal, capaz de disminuir la inmunidad de los animales e incrementar la excreción de bacterias intestinales (de Jong *et al* 2002). Pese a que algunos autores consideran la técnica del volteo como una práctica potencialmente estresante para el animal (Scherer *et al.*, 2008, Villagrà *et al.*, 2009), los resultados de este trabajo demuestran que en ningún momento se produjo un aumento de la excreción de *Salmonella* en las naves volteadas.

Finalmente, en referencia a los serotipos aislados, en ningún caso se observaron serotipos de interés para Salud Pública (*S. Infantis*, *S. Enteritidis*, *S. Tiphymurium*, *S. Virchow* y *S. Hadar*). Estos resultados ponen de manifiesto que las medidas preventivas para el control de la *Salmonella* de interés para Salud Pública implantadas en avicultura, se están llevando a cabo de forma eficaz en el sector.

4. CONCLUSIONES

En conclusión, el volteo, como técnica de manejo en avicultura de engorde, no incrementa la excreción de *Salmonella* en heces por estrés, ni la contaminación ambiental de la nave.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo queremos agradecer al Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA) del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) por su colaboración en este estudio por ofrecernos sus instalaciones para el desarrollo del trabajo de investigación. De la misma manera, queremos agradecer a la Universidad CEU-Cardenal

Herrera y Universidad Politécnica de Valencia su apoyo y recomendaciones en la realización de este estudio.

5. REFERENCIAS

- Al-Homidan, A., Robertson, J.F., Petchey, A.M. 2003. Review of the effect of ammonia and dust concentrations on broiler performance. *Worlds Poultry Science Journal* 59, 340-349.
- Allen, W.H., Hughes, B.L., Chastain, J.P., Skewes, P.A., Bridges, W.C., Armstrong, R., Thomas, J, 1998. Aeration of poultry broiler litter to reduce production of odor and hazardous gas. ASAE Annual International Meeting, St. Joseph, Michigan.
- Andersen, C. I., Von Essen, S. G., Smith, L. M., Spencer, J., Jolie, R., y Donham, K. J. 2004. Respiratory symptoms and airway obstruction in swine veterinarians: A persistent problem. *American Journal of Industrial Medicine* 46(4), 386-392.
- ASABE, American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2007. Standard: Management of manure odors- ASAE EP379.4 JAN 2007.
- Beal, R., P. Wigley, C.Powers, S. Hulme, P. Barrow and Smith. 2004. Age at primary infection with *Salmonella enteric* serovars Typhimurium in the chicken influences persistence of infection and subsequent immunity to re-challenge. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 100:151-164.
- Bender, F. E., and E. T. Mallinson, 1991. Healthy birds are lower cost birds. *Broiler Ind.* 54:62-64.
- Bieszczad, S., Sobotaj. 1999. Hazards, protection and forming of nature-agricultural environment (In Polish). Wyd. Akademii Rolniczej we Wroc3awiu, Wroc3aw.
- Cambra-López, M., Hermosilla, T., Lai, H. T. L., Montero, M., Aarnink, A. J. A., and Ogink, N. W. M. 2009. *Source identification and quantification of particulate matter emitted from livestock houses*. International symposium on air quality and manure management for agriculture. CD-Rom Proceedings of the 13-16 September 2010 Conference. ASABE Publication Number 711P0510cd.
- CE (European Commission). 2007. Commission Regulation No 646/2007 of the European Parliament and of the Council of 12 June 2007 implementing Regulation (EC) No 2160/2003 as regards a Community target for the reduction of the prevalence of *Salmonella enteritidis* and *Salmonella typhimurium* in broilers and repealing Regulation (EC) No 1091/2005. *Official Journal of the European Union* 2003; L 151/21: 16.06.2007.
- Cobb-Vantress Inc. 2008. *Cobb broiler management guide*. Cobb-Vantress Inc, PO Box 1030, Siloam Springs, Arkansas 72761, U.S.A.
- Davies, R. H., y M. Breslin. 2003. Observations on *Salmonella* contamination of commercial laying farms before and after cleaning and disinfection. *Vet. Rec.* 152:283-287.
- Davies, R. H., y C. Wray. 1996. Persistence of *Salmonella* Enteritidis in poultry units and poultry food. *Br. Poult. Sci.* 37:589-596.
- De Jong IC, van Voorst S, Ehlhardt DA and Blokhuis HJ 2002 Effects of restricted feeding on physiological stress parameters in growing broiler breeders. *British Poultry Science* 43(2): 157-168
- De la Rosa M.C., Mosso, M.A., Ullán, C. 2002. El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. *Observatorio Medioambiental* 5, 375-402.
- Ekstrand C, Carpenter TE, Andersson I and Algiers B.1998 Prevalence and control of foot-pad dermatitis in broilers in Sweden. *British Poultry Science* 39(3): 318-324
- Zuidhof MJ, Robinson FE, Feddes JJ, Hardin RT, Wilson JL, McKay RI, Newcombe M.1995 The effects of nutrient dilution on the well-being and performance of female broiler breeders. *Poult Sci.*74(3):441-56.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2007a. Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline study on the prevalence of *Salmonella* in holdings of laying hen flocks of *Gallus gallus*. *The EFSA Journal* 97:1-85.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2007b. Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in broiler flocks of *Gallus gallus*, in the EU, 2005-2006. *The EFSA Journal.* 98:1-85.

- EFSA (European Food Safety Authority). 2012. Bender, F. E., and E. T. Mallinson, 1991. Healthy birds are lower cost birds. *Broiler Ind.* 54:62–64.
- FAO-OMS. 2001 Consulta Mixta FAO/OMS de Expertos sobre la evaluación de riesgos asociados a los peligros microbiológicos en los alimentos.
- Gradel, K.O., J. Andersen, y M. Madsen. 2002. Comparisons of sampling procedures and time of sampling for the detection of *Salmonella* in Danish infected chicken flocks raised in floor systems. *Acta Vet. Scand.* 43:21-30.
- Hayes, E. T., Curran, T. P., Dodd, V. A. 2006. Odour and ammonia emissions from intensive poultry units in Ireland. *Bioresource Technology* 97, 933–939.
- Heyndrickx, M., D. Vandekerchove, L.Herman, I. Rollier, K. Grijspeerdt, and L. Zutter. 2002. Routes for *Salmonella* contamination of poultry meat: epidemiological study from hatchery to slaughterhouse. *Epidemiol. Infect.* 129: 253-265.
- Huneau-Salaün A, Michel V, Balaine L, Petetin I, Eono F, Ecobichon F, Bouquin SL. 2010. Evaluation of common cleaning and disinfection programmes in battery cage and on-floor layer houses in France. Huneau-Salaün A, Michel V, Balaine L, Petetin I, Eono F, Ecobichon F, Bouquin SL. *Poult Sci.*51(2):204-12.
- ISO 6579:2002 (Annex D) (2002) Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the detection of *Salmonella spp.* International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Kaliste, E.; Linnainmaa, M.; Meklin, T.; Torvinen, E.; Nevalainen, A. 2004. The bedding of laboratory animals as a source of airborne contaminants. *Laboratory Animals* 38 (1), pp:25–37.
- Koon, J.L., Flood, C.A., McCaskey, T.A., Brewer, R.N., 1994. Changes in Physical and Chemical Characteristics of Poultry Litter Due to Rotary Tilling. *Society of Agricultural Engineers* 94, 3701-0269.
- Kwak, W.S., Huh, J.W., McCaskey, T.A. 2005. Effect of processing time on enteric bacteria survival and on temperature and chemical composition of broiler poultry litter processed by two methods. *Bioresource Technology* 96, 1569-1536.
- Lange J. L., Thorne P. S., Kullman G. J. (1997). Determinants of Culturable Bioaerosol Concentrations in Dairy Barns. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 4, 2.
- Marin, C. Lainez. 2009. *Salmonella* detection in feces during broiler rearing and after live transport to the slaughterhouse. *Poult. Sci.* 88:1999-2005.
- Marin, C., S.Bailach, S.Vega y M. Lainez, 2011. Main sources for *Salmonella* contamination during broiler production. *Prev. Vet. Med* 98:39-45.
- Meluzzi, A.; Fabbri, C.E.; Folegatti and Sirri, F. 2008. Effect of less intensive rearing conditions on litter characteristics, growth performance, carcass injuries and meat quality of broilers. *British Poultry Science Volume* 49, 5, pp. 509-515.
- Namata, H., E. Méroc, M. Aerts, C. Faes, J. Coriñas-Abrahantes, H. Imberechts, and K. Mintiens. 2008. *Salmonella* in Belgian laying hens: An identification of risk factors. *Prev. Vet. Med.* 83:323-336.
- Quarles, C. L., Caveny, D. D. 1979. Effect of air contaminants on performance and quality of broilers. *Poultry Science* 58, 543-548.
- Roberto M. La Ragione, Martin J. Woodward, 2003. Competitive exclusion by *Bacillus subtilis* spores of *Salmonella enteric* serotype Enteritidis and *Clostridium perfringens* in young chickens. *Vet. Microbiology* 94: 245-246.
- Rose, N., F. Beaudreau, P. Drouin, J. Y. Toux, V. Rose, y P. Colin. 1999. Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period. *Prev. Vet. Med.* 39:265-277
- SAS Institute. 2001. User's Guide: Statistics. Release 9.2. SAS Inst.Inc., Cary, NC.
- Shaffer, B. T., Lighthart, B. 1997. Survey of Culturable Airborne Bacteria at Four Diverse Locations in Oregon: Urban, Rural, Forest and Coastal. *Microbial Ecology*, 34.
- Van Immerseel, F., G. Meulemans, J De Buck, F. Pamans, P Celge, E. Bottraeus, F. Haesebrouck, and R. Ducatelle. 2004. Bacteria host interactions of *Salmonella* Paratyphi dT in poultry. *Epidemiol. Infect.*132:239-243.
- Van Middelkoop, K. 1994. New concept in poultry housing: the ventilated litter floor. *World Poultry Misset* 10, pp: 32-33.

Villagra, A., Ruiz de la Torre, J.L., Chacon, G., Lainez, M., Torres, A. and Manteca, X. 2009. Stocking density and stress induction affect production and stress parameters in broiler chickens. *Animal Welfare* 18: 189-197.