



Control de la *Salmonella*

El rol de la vacunación en un plan integral de control de Salmonella

Martha Pulido-Landínez. DVM, MS, PhD, DACPV.

Profesora Clínica Asociada. Laboratorio de Investigación y Diagnóstico en Avicultura.
Facultad de Medicina Veterinaria.
Universidad Estatal de Mississippi.



Introducción

La industria avícola mundial debe evolucionar constantemente para responder a la demanda de los consumidores de productos avícolas seguros y nutritivos. En este contexto evolutivo, la aparición de agentes patógenos que causan importantes problemas para la salud pública es cada día más evidente.

En la actualidad, *Salmonella sp* y *Campylobacter sp* encabezan la lista de agentes de transmisión alimentaria relacionados con los productos avícolas. Además, estas bacterias pueden presentar alta resistencia a los antibióticos: hoy en día, esta condición constituye una amenaza mundial.

Como la mayoría de los serotipos de *Salmonella* no causa enfermedad grave en los pollos, se tiende a considerar su presencia como algo que no afecta al negocio avícola. A menudo, esta falsa sensación de seguridad se traduce en la relajación de las medidas de control y la tendencia a aceptar la presencia de estos serotipos como algo con lo que se puede convivir.

Dada la versatilidad de la salmonela, su gran capacidad de adaptación y su persistencia durante largos períodos en las instalaciones avícolas, el hecho de no considerar a la salmonela como parte del "paisaje" avícola sería un gran error.

El manejo de la salmonelosis en la industria avícola requiere la implementación de programas integrales de prevención y control. Al tratarse de una enfermedad tan compleja, no existe una única medida para el control de la salmonela. La tan esperada "solución milagrosa" está muy lejos de ser identificada. Por lo tanto, se requiere un trabajo intensivo para mitigar, contener y, principalmente, prevenir la persistencia y la diseminación de la salmonela en los pollos y su entorno. El manejo de esta enfermedad se debe centrar en la combinación de acciones que incluyan un adecuado monitoreo y diagnóstico con intervenciones en vivo: identificación y eliminación de fuentes y factores de riesgo, uso de vacunas seguras dentro de buenos planes de vacunación, altos niveles de bioseguridad y estrategias para lograr la preservación de la integridad intestinal y el correcto funcionamiento tanto del sistema inmunitario como del tracto gastrointestinal. El concepto de "entorno hostil para la salmonela" se debe aplicar tanto dentro como fuera del ave.

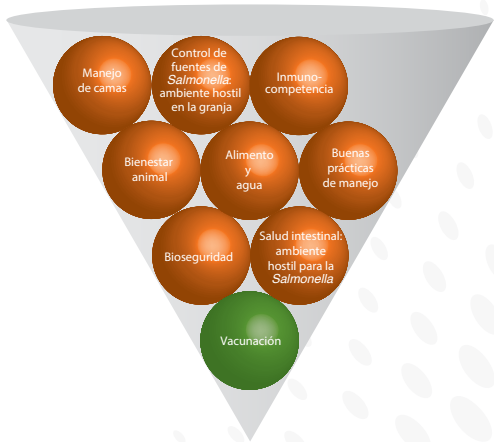
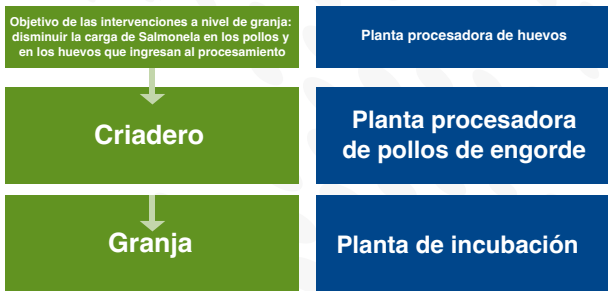


Figura 1.

El manejo de la salmonela en la industria avícola es complejo y requiere la implementación de programas integrales de prevención y control. Se requieren múltiples intervenciones en vivo combinadas con intervenciones variables en incubadoras y plantas de procesamiento de pollos de engorde y huevos.



Diversidad de *Salmonella* y su capacidad de adaptarse a entornos adversos

El género *Salmonella* (S) tiene dos especies (*Salmonella enterica* y *Salmonella Bongori*). La especie *enterica* tiene 6 subespecies. Entre ellas, la subespecie *enterica* es la más importante en términos de salud pública y/o animal. Según el Instituto Pasteur, en la actualidad hay 1586 serotipos incluidos en esta subespecie. Entre ellos, 100 pueden ser

de verdadera importancia para la salud pública o animal; algunos serotipos se consideran zoonóticos y/o relacionados con las enfermedades de transmisión alimentaria. En todo el mundo, *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium* son los serotipos más importantes en términos de salud pública. En algunos países, *S. Heidelberg* también se considera una amenaza importante y, en los últimos años, *S. Infantis*, un serotipo de *Salmonella* emergente, ha cobrado importancia como causa de brotes de enfermedades de transmisión alimentaria en distintos países. A pesar de los esfuerzos por controlar este serotipo, su prevalencia en los entornos avícolas es cada vez más alarmante.

La salmonela es capaz de sobrevivir en distintos entornos. Crece fácilmente en diversos materiales presentes en un galpón avícola. Debido a la producción de *biofilms* (biopelículas), estas bacterias pueden persistir por largos períodos. Originalmente presente en las heces, la salmonela puede contaminar el agua y los bebederos, el alimento y los comederos, las plumas y los huevos; las camas contaminadas con salmonela, los ambientes polvorientos, los insectos y los roedores son fuentes comunes de estas bacterias en las instalaciones avícolas. El rango de supervivencia de la salmonela en estos materiales puede ser de horas a meses, en función del serotipo y la presencia de material orgánico. La capacidad de la salmonela de sobrevivir a diversas temperaturas y diferentes pH, así como su presencia en incubadoras, granjas, fábricas de alimentos y plantas de procesado, la convierte en un verdadero reto.

El concepto de "serotipos residentes de *Salmonella*" y la importancia de su identificación precoz:

Algunos serotipos de *Salmonella* se pueden considerar organismos transitorios que se aíslan e identifican ocasionalmente. La mayoría de estos serotipos no suelen ser patógenos y es posible eliminarlos con los procesos habituales de limpieza y desinfección. Sin embargo, algunos serotipos pueden establecerse completamente en las instalaciones avícolas. Estos pueden crecer y formar poblaciones residentes en los pollos y su entorno. Estos "serotipos residentes" persisten por mucho tiempo, incluso después de aplicar procesos de saneamiento rigurosos.

Entre los ejemplos de "serotipos residentes", se incluye a *S. Kentucky*, que a menudo se pasa por alto porque no causa enfermedad en los pollos y hay muy pocos informes que señalen a este serotipo como causa de enfermedades transmitidas por los alimentos. Sin embargo, *S. Kentucky* puede ser muy prevalente en la industria avícola de varios países, y recientemente se ha identificado su importancia respecto de la resistencia a los antimicrobianos. En algunas granjas avícolas, los serotipos de *Salmonella* de relevancia en términos de salud pública se pueden volver residentes; entre ellos, *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* y *S. Heidelberg* son los más importantes.

En la actualidad, *S. Infantis* es considerado como uno de los serotipos más importantes en Europa y Asia, con una distribución cada vez mayor en el continente americano, en especial, en Sudamérica. En los EE. UU., este serotipo se vinculó con brotes graves de enfermedades transmitidas por los alimentos en 2018, y se ha documentado claramente su alta multiresistencia a los antibióticos. Este serotipo ha sido aislado a partir de diversas muestras recolectadas en integraciones verticales de pollos de engorde, desde las granjas de abuelos a la carne de pollo. Su aparición en ponedoras comerciales también se está haciendo evidente. Su capacidad de persistir en entornos avícolas es asombrosa, y varias empresas avícolas han observado que una vez que *S. Infantis* aparece por primera vez, puede persistir por mucho tiempo en los pollos y en diferentes materiales y elementos utilizados habitualmente en las instalaciones avícolas, principalmente cuando no se aplican rápidamente las medidas de control adecuadas tras su detección.

Hay muchas razones por las que la identificación temprana y específica de los serotipos de *Salmonella* presentes en una instalación avícola es esencial. Sin embargo, es especialmente importante respecto del uso de vacunas para controlar la salmonela. Esta intervención en vivo puede funcionar mejor cuando la vacuna contiene el serotipo presente en los pollos o un serotipo estrechamente relacionado. Cuanto más específico sea el serotipo incluido en la vacuna, mejor protección podrá obtenerse. Por supuesto, no es posible incluir todos los serotipos detectados en una granja. Es necesario identificar los más prevalentes. Muchas veces la batalla se librará en términos de prevenir la presencia de serotipos que afecten la salud humana o animal. Estos serotipos no pueden convertirse en residentes, porque una vez que las salmonelas adquieren tal condición, su prevalencia y diseminación aumentarán, y será muy difícil la erradicación.

Respuesta inmunitaria del pollo contra la salmonela

La respuesta inmunitaria del pollo contra la infección por *Salmonella* no se conoce del todo. La inmunidad mediada por células y la inmunidad de mucosas son las respuestas más importantes en términos de protección contra las infecciones por *Salmonella*. Cuando este agente entra en contacto con la mucosa intestinal, se activa la inmunidad innata, se induce una inmunidad mediada por células, junto con la síntesis de IgA secretora específica, lo que proporciona una primera barrera de defensa, que busca evitar la invasión de otros tejidos. Los mecanismos de respuesta y defensa se activarán en función del tipo de ave, la edad, el estado del sistema inmunitario y el serotipo involucrado.





Teniendo en cuenta que la invasión por *Salmonella* se produce principalmente por vía oral, otro componente importante a considerar es el microambiente intestinal. La microbiota intestinal y su equilibrio, así como la acción del tejido linfoide asociado al tracto gastrointestinal (GALT), son esenciales para una inmunidad local adecuada. Al inicio de la infección, las salmonelas paratifoideas (*S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. Infantis*, entre otras) causan un proceso inflamatorio local en el intestino. Posteriormente, algunas de estas bacterias pueden colonizar órganos como hígado, bazo, ovario, etc. y en ocasiones pueden dar lugar a la presentación de una enfermedad sistémica.

La inmunidad humoral debe ser considerada complementaria. La respuesta inmunitaria humoral primaria se produce entre 7 y 14 días después de la infección/vacunación mediante la producción inicial de IgM seguida de la producción de IgY (IgG) que puede durar semanas. La IgM son los anticuerpos producidos inicialmente. Sin embargo, la IgY son los anticuerpos más abundantes a nivel intravascular y extravascular, que se almacenan en el saco vitelino y le proporcionan cierto nivel de inmunidad humoral al pollito en las primeras semanas de vida. Una vez alcanzada la fase de meseta, el nivel de anticuerpos disminuye. Si no existe un estímulo antigénico continuo, los niveles de anticuerpos descienden e incluso pueden desaparecer.

Las células de memoria inmunitaria producen títulos serológicos de IgY elevados, homogéneos y duraderos que se transmiten principalmente a la progenie (anticuerpos maternos) y al huevo, en las reproductoras y las ponedoras comerciales, respectivamente.

Tipos de vacunas

Como ya se ha mencionado, para establecer con éxito un programa de vacunación contra salmonela, es necesario hacer un diagnóstico específico de los serotipos presentes en la granja. Hay que tener en cuenta la severidad del desafío y el tipo y la edad de las aves afectadas, así como las características de los galpones avícolas y las vacunas disponibles en el mercado. También se debe considerar la inclusión de vacunas vivas e inactivadas. El uso de vacunas como parte de un programa integral de control de salmonela contribuirá a reducir la excreción y la prevalencia de estas bacterias. Pero la elección estratégica de la vacuna o las vacunas a utilizar, así como el momento y el método de vacunación, puede marcar la diferencia entre un buen o mal programa de vacunación.

El uso de vacunas para el control de *Salmonella* se debe considerar como parte de un programa de control integral la invasión del ovario y el oviducto, se evitaría la transmisión vertical o transovárica. Por otra parte, si la bacteria no puede adherirse a la célula epitelial intestinal, no podrá multiplicarse, y de este modo podría reducirse la excreción fecal. En consecuencia, el riesgo de contaminación fecal del huevo también disminuye, lo que reduce el riesgo de transmisión de salmonela a través del huevo. En los pollos de engorde, la reducción de la excreción fecal de salmonela se traduce en una menor carga de salmonela que contamina el ambiente del galpón avícola y la cama, lo que reduce el riesgo de contaminación de las plumas y las patas. De este modo, la vacunación, como una intervención en vivo, contribuye a un mejor rendimiento del procesado porque resulta más eficaz eliminar cargas menores de salmonela de la canal de pollo.

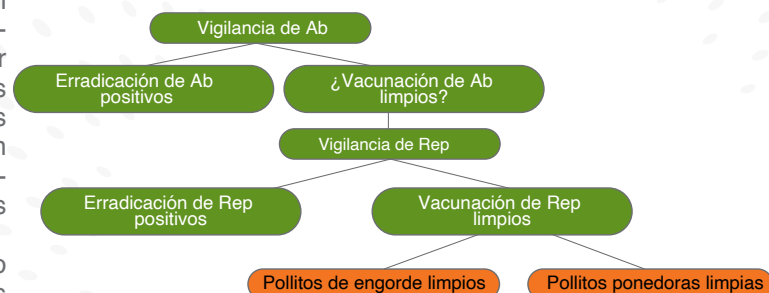
Vacunas vivas atenuadas

Si consideramos que la inmunidad mediada por células es la defensa inmunitaria más importante contra la salmonela, las vacunas vivas confieren protección local dado que estimulan la inmunidad celular y la inmunidad de mucosas; además de generar un estímulo leve para una respuesta humoral a largo plazo. Otro aspecto positivo es que las vacunas vivas pueden causar un efecto de inhibición de la colonización, mediante una acción de tipo de exclusión competitiva.

El uso de vacunas vivas se ha extendido en la producción avícola en todo el mundo. Sin embargo, a pesar de la seguridad comprobada de estos productos, es necesario planificar un cuidadoso esquema de vacunación que tenga en cuenta los periodos de retiro de la vacuna, para garantizar que los productos finales (carne/huevos) no estén contaminados con bacterias vacunales. Este comentario se basa específicamente en estudios que detectan la cepa vacunal en el 99 % de las aves vacunadas tres días después de la vacunación.

Este porcentaje se reduce gradualmente a los 21 días, cuando es difícil (no imposible) aislar la bacteria vacunal de los pollos vacunados.

Sistema de control descendente



*AB – Abuelos (Grand Parents o GP en inglés)

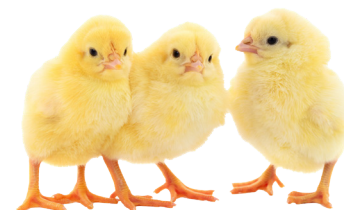
**Rep – Plantel de reproductores (Parent stocks o PS en inglés)

En general, las vacunas vivas contra *Salmonella* confieren buena protección. Sin embargo, estas vacunas presentan algunas desventajas. Entre ellas, la aceptación por parte del consumidor de productos avícolas, que asocia las vacunas elaboradas por medio de manipulación genética con un riesgo para la salud. Otros criterios para considerar son la protección eficaz contra la infección de mucosas y la infección sistémica; el bajo riesgo con efectos atenuados para las personas y los animales; la eficacia para reducir la colonización intestinal, así como para reducir la contaminación ambiental y de los huevos; la facilidad de aplicación; la rentabilidad; y sobre todo la compatibilidad con otras medidas de control.

En resumen, el uso de vacunas vivas para el control de *Salmonella* se debe decidir teniendo en cuenta un diagnóstico juicioso de la situación y se debe analizar cuidadosamente la posibilidad de introducir agentes vivos en una región, pero lo más importante es utilizar "vacunas seguras de manera segura".

Vacunas inactivadas

Las vacunas inactivadas contra *Salmonella* también se denominan bacterinas o vacunas muertas. Las vacunas inactivadas autógenas también se incluyen en este grupo. En estas vacunas, la salmonela ha sido inactivada y se la suele suspender en una emulsión de agua y aceite o con un adyuvante de hidróxido de aluminio. La mayoría de estas vacunas se administra por vía intramuscular o subcutánea.



Estos productos estimulan la producción de altos niveles de anticuerpos circulantes. Las vacunas inactivadas inducen una respuesta inmunitaria mediada por células muy baja. Una de las ventajas más importantes de estas vacunas es la reducción significativa de la excreción fecal de *Salmonella*, así como la disminución de la persistencia de este agente en algunos órganos de las aves (especialmente hígado, bazo y tracto reproductivo) y en los huevos. Estas vacunas, por lo general, se utilizan en aves de vida larga, reproductoras y ponedoras comerciales.

La administración de productos inactivados puede reducir la infección sistémica mediante la inducción de una buena respuesta humoral.

Si bien las bacterinas confieren una protección parcial contra la colonización intestinal y la excreción fecal, algunos aspectos negativos del uso de estas vacunas son la aplicación individual (costo y estrés) y el riesgo de eventuales lesiones debidas a la reacción inflamatoria en el sitio de aplicación (por adyuvantes o aplicación inadecuada). También se ha analizado la interferencia con el seguimiento serológico en los programas de prevención y control.

La clasificación según los antígenos somáticos, la organización por grupos y la relación con la protección cruzada contra *Salmonella*

La forma de clasificar los serotipos de *Salmonella* ha cambiado con el tiempo. Históricamente, los grupos de *Salmonella* se clasificaban con el uso de las letras del alfabeto. Sin embargo, debido al gran número de serotipos presentes en este género, las letras resultaron insuficientes y el Instituto Pasteur estableció la clasificación actual de *Salmonella* con el uso de números para designar los grupos somáticos O. Actualmente se reconoce un total de 67 grupos somáticos. Aunque en la práctica sigue prevaleciendo la designación por letras, los grupos se deben designar por números. La Tabla 1 muestra algunos ejemplos de grupos somáticos importantes para la avicultura como O:4; O:7; O:8 y O:9; grupos B, C1, C2-C3 y D1, respectivamente.

Grupo antigénico (O)	O:4 (grupo B)	O:7 (grupo C1)	O:8 (grupo C2-C3)	O:9 (grupo D1)
Fórmula antigénica	1, 4, {5}, 12	6, 7, 14	6, 8 (C2); 8 (C3), 20	1, 9, 12
# de serotipos en el grupo*	~118	~169	~155	~77
Ejemplos	Typhimurium	Infantis	Kentucky	Enteritidis
	Heidelberg	Braenderup	Newport	Gallinarum - Pullorum
	Reading	Cholera suis	Hadar	Dublin
	Schwarzengrund	Mbandaka	Virginia	Berta
	Saintpaul	Virchow	Manhattan	Sendai
	Bredeney	Montevideo	Muenchen	Javiana
	Brandenburg	Tennessee	Gatuni	Alabama

Tabla 1. Ejemplos de clasificación de *Salmonella* sp. por grupos somáticos O: se muestran algunos serotipos incluidos en los grupos somáticos O: 4, O: 7, O:8 y O: 9 (en negrita: serotipos importantes para los pollos).

La importancia de clasificar a la salmonela por grupos se basa, entre otras cosas, en conceptos básicos relacionados con la protección con el uso de vacunas homólogas y heterólogas. Según la estructura del antígeno O, los serotipos de *Salmonella* varían. Además, el antígeno flagelar (H) expresado en dos fases también contribuye a esta diferenciación.

- Las vacunas homólogas son aquellas que presentan un grado de similitud que puede indicar un origen o ancestro común. Estas vacunas utilizan como antígenos serotipos incluidos en el mismo grupo antigénico, atenuados mediante técnicas de laboratorio.

- Las cepas elegidas para desarrollar las vacunas deben ser cepas con un alto poder inmunogénico. Por ejemplo, la vacuna contra *S. Enteritidis* puede conferir una inmunidad cruzada parcial o completa entre los serotipos incluidos en el grupo O: 9 (ver Tabla 2). Sin embargo, la protección cruzada se reducirá si existen diferencias en los antígenos somáticos, flagelares o fágicos incluidos en el mismo grupo (Chacana y Terzolo, 2010).

- Las vacunas heterólogas tienen un origen diferente. Estas vacunas contienen un serotipo de *Salmonella* que se encuentra en un grupo somático O diferente, pero pueden presentar factores antigénicos comunes, que estimulan defensas específicas (ver Tabla 2). P. ej., *S. Typhimurium* del grupo O: 4 puede brindar protección heteróloga para *S. Enteritidis* (grupo O: 9). La inmunidad conferida por las vacunas heterólogas no es tan fuerte como la proporcionada por las vacunas homólogas.

Grupo antigénico (O)	O:4 (grupo B)	O:7 (grupo C1)	O:9 (grupo D1)
Fórmula antigénica	1,4,{5},12	6,7,14	1,9,12
# de serotipos en el grupo*	~118	~169	~77
Ejemplos	Protección homóloga → Typhimurium	Protección homóloga → Infantis	Protección homóloga → Enteritidis
	Heidelberg	Braenderup	Gallinarum - Pullorum
	Reading	Cholera suis	Dublin
	Schwarzengrund	Mbandaka	Berta
	Saintpaul	Virchow	Sendai
	Bredeney	Montevideo	Javiana
	Brandenburg	Tennessee	Alabama

□ Protección cruzada por grupos con similitudes en la fórmula antigénica: protección heteróloga

Tabla 2. Ejemplos de protección homóloga utilizando el mismo serotipo, protección homóloga utilizando un serotipo del mismo grupo y protección heteróloga entre grupos con fórmulas antigénicas similares.

Existen en el mercado algunas vacunas inactivadas bivalentes o trivalentes que incluyen *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* y *S. Infantis*. Estas vacunas pueden proporcionar protección homóloga (la más importante) y/o heteróloga para los serotipos incluidos en los grupos O: 94, O: 47 y O: 79, respectivamente. Pero la posible protección para otros grupos somáticos es incierta. A veces, se sugiere que las vacunas vivas pueden actuar contra serotipos de *Salmonella* de otros grupos, p. ej., *S. Typhimurium* (O:4) que confiere defensas para *S. Enteritidis* (O:9) y/o *S. Infantis* (O:7). Este concepto puede aplicarse a los serotipos que presentan similitudes antigénicas (p. ej., *S. Typhimurium* y *S. Enteritidis*). Sin embargo, para serotipos de grupos diferentes (p. ej., *S. Infantis*, grupo O:7), este efecto podría ser bajo y no específico; posiblemente relacionado con la exclusión competitiva, la respuesta celular o la inmunidad de mucosas.

¿Vacunamos o inmunizamos?

Cuando se habla de programas eficaces de vacunación contra *Salmonella*, es necesario incluir el concepto de la correcta aplicación de las vacunas. No basta con tener una vacuna de muy buena calidad. También es esencial contar con buenos sistemas de aplicación en los que la capacitación del personal de vacunación, el conocimiento de los equipos utilizados y la forma en que se debe manipular la vacuna constituyen los componentes críticos para el éxito del programa de vacunación.

Muchos de los criterios tenidos en cuenta para la aplicación de vacunas virales son válidos a la hora de hacer recomendaciones para la aplicación de vacunas vivas contra *Salmonella*. Teniendo en cuenta que las vacunas vivas disponibles para el control de *Salmonella* no se diseminan de ave a ave, cuando se aplica una vacuna viva contra *Salmonella* la cobertura debe ser del 100 %.

Las vacunas inactivadas (bacterinas comerciales y vacunas autógenas) se aplican por vía parenteral. Como ya se ha mencionado, estas vacunas requieren personal de vacunación muy bien capacitado. La aplicación en condiciones óptimas de higiene es necesaria para evitar las reacciones locales adversas; el uso de agujas sucias puede producir una reacción inflamatoria grave que podría dificultar la buena difusión de la vacuna. Durante la vacunación, se debe comprobar constantemente si la vacuna está siendo bien aplicada. Asimismo, se debe verificar constantemente la forma de vacunación: ¿se retira la aguja muy rápidamente? ¿Atraviesa las dos capas de piel? ¿Se escapa la vacuna del sitio de inyección? Una buena práctica consiste en controlar el sitio de la inyección una hora después de la aplicación para verificar si la aplicación de la vacuna ha sido correcta.

Comentarios finales:

1 La vacunación es una intervención en vivo esencial que constituye un alto porcentaje de los programas integrales de prevención y control de *Salmonella*. Estos programas también deben incluir el monitoreo y el diagnóstico; la identificación y la eliminación de fuentes y factores de riesgo; altos niveles de bioseguridad; la preservación de la integridad intestinal; la buena calidad del alimento y el agua; y el correcto funcionamiento tanto del sistema inmunitario como del tracto gastrointestinal.

2. Para las aves de vida larga, los programas de vacunación más eficaces para el control de *Salmonella* combinan la aplicación de diferentes vacunas vivas, con al menos una vacuna inactivada. Para proteger contra aquellas cepas para las que no se dispone de vacuna viva, es decir, *Salmonella* de los grupos somáticos O:7 y O:8, o en condiciones de desafío severo, se recomienda la administración de dos vacunas inactivadas.

3. Las vacunas homólogas contra *Salmonella* brindan protección contra serotipos específicos. Las vacunas heterólogas pueden brindar protección cruzada parcial para serotipos de diferentes grupos antigénicos que comparten algunas similitudes en su fórmula antigénica. Estas vacunas se pueden combinar eficazmente para garantizar una protección más adecuada.

4. La vacunación contra *Salmonella* reduce el número de aves portadoras y la prevalencia de estas bacterias en un lote. Se necesita una correcta manipulación y aplicación de las vacunas para evitar la persistencia de *Salmonella*.

5. Los serotipos residentes de *Salmonella* son aquellos que se establecen completamente en las instalaciones avícolas y persisten por mucho tiempo. Se deben aplicar programas de identificación precoz y control exhaustivo de *Salmonella* para evitar las poblaciones residentes de *Salmonella* en los pollos y su entorno.

Referencias:

- Barrow, P. (2007) *Salmonella* infections: immune and non-immune protection with vaccines, *Avian Pathology*, 36:1, 1-13, DOI: 10.1080/03079450601113167.
- Dorea, F., Cole, D., Hofacre, Ch., Zamperini, C., Mathis, D., Doyle, M., Lee, M., and Maurer, J. Effect of *Salmonella* vaccination of breeder chickens on contamination of broiler chicken carcasses in integrated poultry operations. *Applied and Environmental Microbiology*. 2010. 76 (23). p. 7820–7825. <https://aem.asm.org/content/aem/76/23/7820.full.pdf>
- Grimont, P.; Weil, F. 2007. Antigenic Formulae of the *Salmonella* Serovars. World Health Organization WHO Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella*, Institut Pasteur. 9th edition. 6 P.
- Guibourdenche, M.; Roggentin, P.; Mikoleit, M.; Fields, P.; Bockemuhl, J.; Grimont, P.; Weill, F. 2010. Supplement 2003e2007 (No. 47) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme. Institut Pasteur. *Research in Microbiology* 161: 26-29.
- Hassan, J. and Curtiss, R. Effect of vaccination of hens with an avirulent strain of *Salmonella* Typhimurium on immunity of progeny challenged with wild-type *Salmonella* strains. *Infection and Immunity*. 1996. 64(3). p. 938–944. <https://ia.asm.org/content/ia/64/3/938.full.pdf>
- Issenhuth-Jeanjean, S., Roggentin, P., Mikoleit, M., Guibourdenche, M., de Pinna, E., Nair, S., Fields, P., Weill, F. 2010. Supplement 2008e2010 (No. 48) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme. Institut Pasteur. *Research in Microbiology* 165: 526-530.
- Marin, C., Lainez, M. *Salmonella* detection in feces during broiler rearing and after live transport to the slaughterhouse. 2009 *Poultry Science* 88 :1999–2005. doi: 10.3382/ps.2009-00040.
- Marin, C., Lainez, M. Biofilm development capacity of *Salmonella* strains isolated in poultry risk factors and their resistance against disinfectants. 2009 *Poultry Science* 88 :424–431. doi: 10.3382/ps.2008-00241
- Pulido-Landinez, M., P. Washington, J.K. Thornton, Y. Zhang, R. Sanchez-Ingunza, A. Banda, J. Guard, and V. P. do Nascimento, D. L. Magee, and M.J. Mauel Serotype and Antimicrobial Resistance Patterns of *Salmonella* Isolates from Commercial Birds and Poultry Environment in Mississippi. *Avian Diseases* 58:64-70. 2014.
- Pulido Landinez, M. Food safety - *Salmonella* update in broilers. *Animal Feed Science and Technology* 250 (2019) 53–58. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2019.01.008>.
- Pulido – Landinez, M. Basic concepts for the control of *Salmonella* in Colombian poultry. (Book written in Spanish: “Conceptos básicos para el control de *Salmonella* en la Avicultura Colombiana”. Colombian Poultry Producers Association. 104 pp. ISBN 978-958-59990-8-4. 2018.
- Revollo, L.; Ferreira, A. Current perspectives in avian salmonellosis: Vaccines and immune mechanisms of protection. 2012 *J. appl. Poult. Res.* 21 :418–431. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119306324>
- Robertson-Hale, K. FSIS update: Office of Public Health Science. NCC Technical and regulatory Committee Meeting. January 30, 2018. <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/afc8-be70-14c6-472b-961e-3a7e5b30a2d2/OPHS-slides-Robertson-Hale-01302018.pdf?MOD=AJPERES>
- Wigley, P. *Salmonella enterica* in the chicken: how it has helped our understanding of immunology in a non-biomedical model species Review article. *Frontiers in Immunology*. 2014. | Volume 5. Article 482. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fimmu.2014.00482/full>
- World Organisation for Animal Health. OIE, 2013. Prevention, detection and control of *Salmonella* in poultry. In terrestrial Animal Health Code. URL: http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tah-c/2010/en_index.htm

Para obtener más información en www.phibrosaludanimal.com