

**Medicina Veterinaria**  
**Universidad Nacional de Río Negro**  
**Sede Alto Valle y Valle Medio**  
**Choele Choel, Río Negro**



Informe Final de la Orientación y Prácticas Profesionales en  
Producción Animal para obtener el Título de Médico Veterinario

***“Bioseguridad en Granjas de Reproductores”***

**Autor:** Sánchez, Martín

**Tutor:** Beker, María Pía

**Director/evaluador/es:** Buglione, María Belén

Cantaro, Horacio

Año: 2022

**Agradecimientos:** Este trabajo final y el hecho de haber llegado donde estoy hoy fue posible gracias al esfuerzo y ayuda de una innumerable cantidad de personas, por eso se lo dedico a ellos, a mis padres Jorge y Mirta, que me criaron como las maravillosas personas que son y siempre apoyaron todos mis sueños, uno de los más grandes la veterinaria, a mi novia Naomi, siempre brindándome diariamente su apoyo en todos los pasos de la carrera todos los días, sin el cual todo esto simplemente no hubiera podido ser, a los amigos y amigas que hice en el camino, (sobretudo Shaide), a los profesores que me dieron lecciones universitarias y de vida inolvidables, a mi familia que siempre estuvo ahí como refugio y contención, y a personas, conocidas y extrañas, que vi brevemente pero que aun así me ayudaron desinteresadamente, a todos les digo, gracias.

## Índice:

<b>Número</b>	<b>Capítulo</b>	<b><i>Pág.</i></b>
<b>1</b>	<b>Introducción y Objetivos</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Transmisión de las Enfermedades</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Principios Básicos de la Bioseguridad</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Limpieza y Desinfección</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>Como Medir la Bioseguridad y el Estatus Sanitario</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>Higiene del Aire, Agua y Alimento</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Destino de Animales Muertos y Deshechos Biológicos</b>	<b>39</b>
<b>8</b>	<b>Control de Plagas</b>	<b>43</b>
<b>9</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>52</b>
<b>10</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>53</b>

## 1. Introducción y Objetivos

Este trabajo tiene como finalidad la de instruir al lector en las bases de la bioseguridad, así como sus alcances, dentro de lo que son las granjas avícolas de reproductores, para que de esta manera se puedan comprender y aplicar de manera correcta sus principios teóricos en términos prácticos, los cuales pueden ser tan vastos y extensos como son las distintas estrategias que emplean los agentes infecciosos para ingresar y permanecer en el establecimiento, los distintos tipos de bioseguridades que hay, qué productos usar para desinfectar un galpón o como controlar a los roedores. La bioseguridad en la producción aviar está cobrando cada vez más importancia debido a múltiples factores, como es el aumento de la eficacia, rendimientos económicos y parámetros productivos que acompañan a un sector industrial en ascenso tanto nacional como internacionalmente hablando, y con temáticas como One Health, el uso de antibióticos de manera indiscriminada y la facilidad que tienen las enfermedades en la sociedad moderna para transmitirse entre los animales y nosotros, no es de sorprender el auge en el que se encuentra el estudio de la bioseguridad, puesto que es la base de todo plan de prevención de las enfermedades. Por esto, este tomo y los capítulos que contiene pueden interpretarse como un primer vistazo, una ventana si se quiere, al increíble y complejo mundo que es la bioseguridad en la producción de aves, con una lectura orientada no solo a profesionales veterinarios, sino a técnicos, operarios y productores que también estén integrados en las granjas de reproductores.

## 2. Transmisión de las Enfermedades

Hay una innumerable cantidad de agentes que pueden generar una enfermedad en las gallinas, y aves domésticas en general, variando enormemente el ciclo biológico, estructura molecular, anatomía, factores que generan patologías y resistencias entre un agente y otro, como son los virus, bacterias, hongos y parásitos. Por eso para entenderlos y poder así combatirlos dentro del marco de la bioseguridad, se deben primero comprender algunos hechos básicos.

Si bien el hecho de que haya cientos de estos posibles agentes infectivos o parasitarios, y considerando que cada uno puede tener su propia ruta de ingreso o método de ataque, así como ciclo de vida, puede parecer abrumador, (Figura 1), pueden establecerse por razones prácticas ciertas similitudes y concentrarse en ellas, en lugar de enfocarse en las diferencias (si bien deben tenerse en consideración al enfrentarse a un agente en particular) (Fredericks y Relman, 1996; Traub-Dargatz, *et al.*, 2002). Ejemplos de esto puede ser la vía de ingreso oral, es decir por el pico del ave, a través de heces contaminadas con el agente, así la práctica de lavarse rutinariamente las manos y mantenerlas limpias o el uso de pediluvios o recipientes donde pisar para desinfectar el calzado y no ingresar heces que pudieron pisarse, son pasos a seguir para minimizar esta vía de transmisión, común a varios agentes como *Salmonella* sp. o *Escherichia coli*, pero estas medidas no previenen el ingreso de agentes que puedan transmitirse por otras rutas, como puede ser por medio de un portador invertebrado,

también llamado vector, como puede ser el virus de la viruela aviar por medio del mosquito, en ese caso habrá que considerarse también esa vía de entrada, así como muchas otras, de ahí el concepto de que hay que controlar todas las rutas de ingreso o permanencia de los agentes y no solo concentrarse en unas pocas. (Dunowska, *et al.*, 2006; Maclachlan, *et al.*, 2013).

**Figura 1.** Listado de los Principales Agentes en la Producción Avícola. Adaptado de Dewulf, *et al.*, 2019.

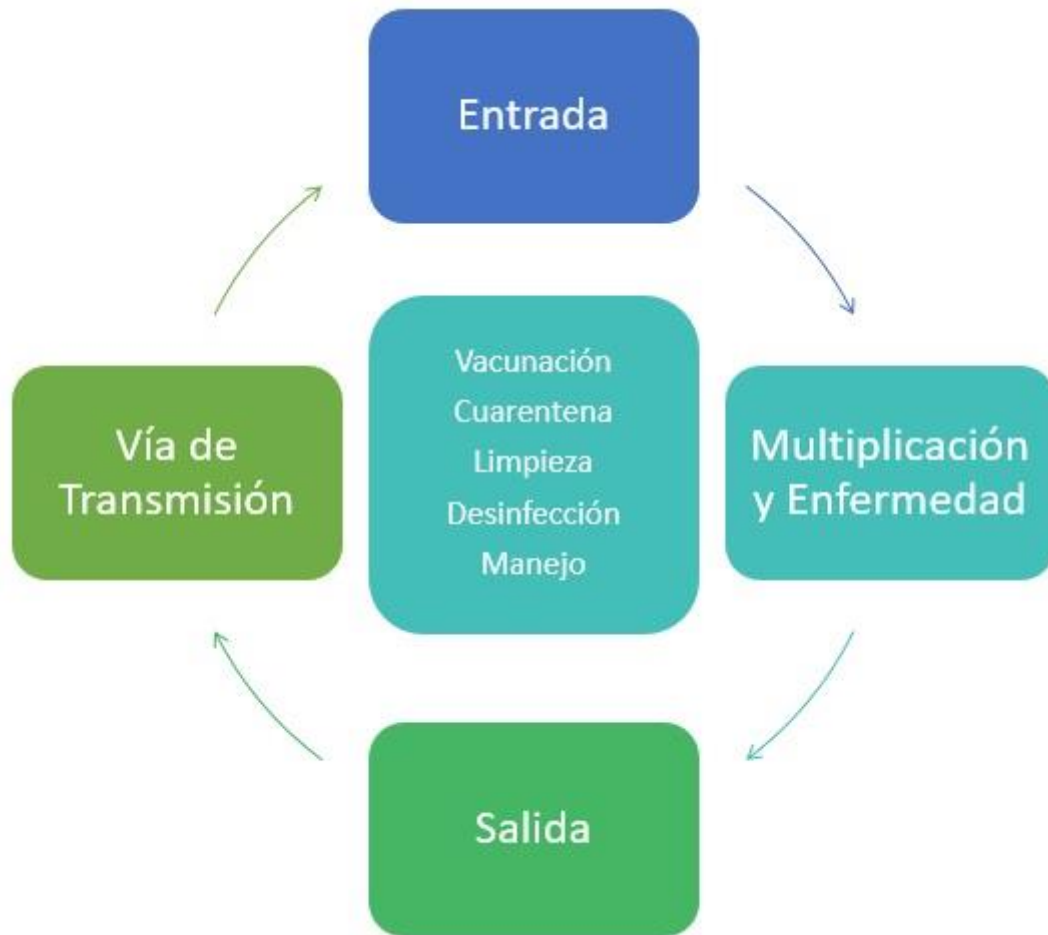
Enfermedad	Transmisión Vertical	Transmisión Horizontal	Velocidad de Transmisión	Resistencia en el Ambiente
<i>Mycoplasma</i>	Sí	Sí	Lenta	Baja
<i>Salmonella</i>	Sí	Sí	Rápida	Alta
Influenza Aviar	Desconocido	Sí	Muy Rápida	Baja
Enfermedad de Newcastle	No	Sí	Lenta a Muy Rápido	Baja
Laringotraqueitis Infecciosa	No	Sí	Rápida	Baja
Bronquitis Infecciosa	No	Sí	Rápida	Baja
Viruela Aviar	No	Sí	Lenta	Alta
<i>Aspergillosis</i>	No	No	Contaminante Ambiental	Muy Alta
Cólera Aviar	No	Sí	Intermedia	Baja
Coriza Infecciosa	No	Sí	Rápida	Baja
<i>Escherichia coli</i>	Sí	Sí	Rápida	Alta
Psitacosis	No	Sí	Intermedia	Alta
Gumboro	No	Sí	Rápida	Alta
Enfermedad de Marek	No	Sí	Intermedia	Alta
Coccidiosis	No	Sí	Rápida	Alta
Nematodos	No	Sí	Intermedia	Alta

En términos generales y para simplificar la comprensión del ciclo de una enfermedad, el objetivo de cualquier agente es perpetuar su existencia, (y con ella su material genético por medio de su descendencia), en una población afectada, manteniéndose en el grupo de aves a través del tiempo. Esto puede sintetizarse en un ciclo biológico, es decir, su ciclo de vida, (Figura 2), el cual consta de una **Entrada**, en el organismo del ave, la Replicación si es un virus o **Multiplicación** si es una bacteria o parásito, (aunque se usarán indistintamente a partir de ahora), las cuales pueden conllevar o no **Enfermedad**, de hacerlo el tiempo transcurrido entre el ingreso y la expresión de los signos o lesiones en el ave se conoce como Período de Incubación (para bacterias) y Período Patente (para parásitos), y una **Salida**, para infectar otro individuo más y así diseminarse y establecerse en una población. Entonces cada uno de estos pasos debe ser el objetivo de una medida de bioseguridad a la hora de enfrentarse a los diferentes agentes. (Stanchi, *et al.*, 2007; Bowman, *et al.*, 2004).

El **Período de Incubación** es sólo aplicable a los agentes que puedan producir una enfermedad clínica, es decir, que la puedo evidenciar u observar, y puede variar de horas, (Influenza), días (Laringotraqueitis Infecciosa) a meses (Tuberculosis). Es diferente del Período de Infectividad, el cual consiste en el tiempo el cual el ave puede contagiar a otros individuos susceptibles, y coincide con el momento en el cual el agente está siendo eliminado del cuerpo por medio de la ruta de Salida, pero dicha eliminación no siempre ocurre en todos los agentes junto al periodo de incubación e incluso la gallina puede estar contagiando antes de mostrar signos de enfermedad y se los conoce como portadores asintomáticos, o que cursan una infección subclínica. (Sellon, *et al.*, 2014).

Una vez que el agente ingresó al organismo, puede infectar los tejidos circundantes a la ruta de ingreso y permanecer en el cuerpo como una infección localizada, (Virus de la Viruela), o usar diferentes rutas, como puede ser por medio de la sangre, (*E. coli*), de nervios, (Virus de Marek), u otros medios, para diseminarse por el cuerpo a diferentes órganos y tener un carácter sistémico, (Stanchi, *et al.*, 2007).

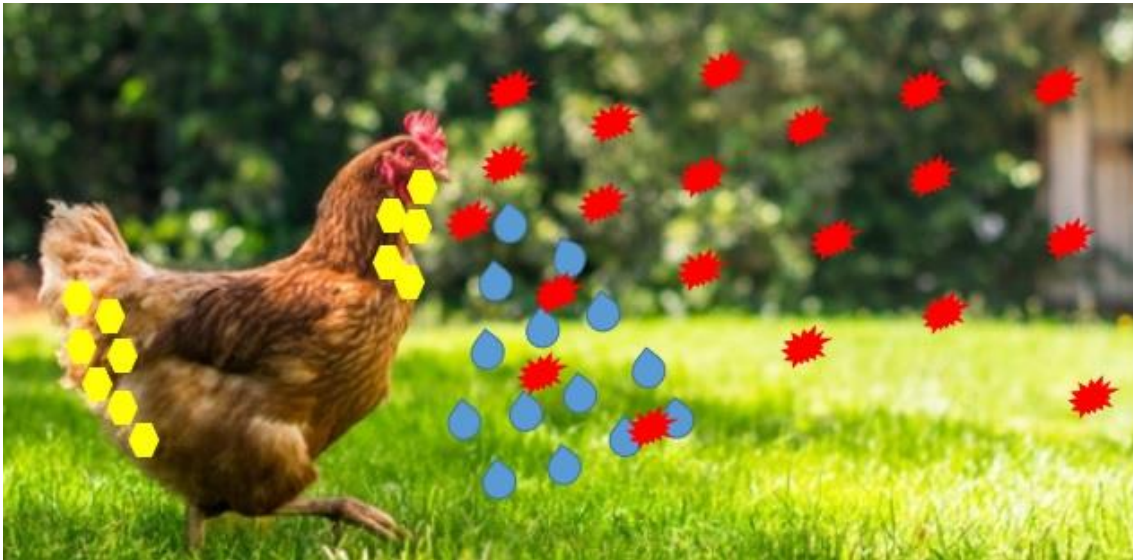
Finalmente, la Salida debe llevarse a cabo por parte del agente para poder ingresar a un nuevo organismo y diseminarse, por ende, la ruta de salida y entrada siempre están intrínsecamente relacionadas y simplifica el entendimiento del ciclo para establecer un control de la enfermedad, siendo particularmente relevante en los casos donde si bien la infección es sistémica, el agente tiene una predilección por un sistema en particular, como puede ser *E. coli* cuando afecta el tracto digestivo, sale con las heces e ingresa por el pico del ave de manera oral. (Sojka y Carnaghan, 1961).



**Figura 2.** Esquematización del Ciclo Biológico de un Agente, con Algunas Medidas Preventivas en el Centro. Elaboración Propia.

### Vías de Transmisión de las Enfermedades.

Dentro de lo que es la transmisión de un agente en una población de gallinas, se puede dividir primero en **Directo** o **Indirecto**, es decir, si involucra de manera específica la presencia del animal enfermo para que se realice el contagio, o si no es necesaria puesto que el agente puede permanecer en el ambiente y por más de que sea, por ejemplo, un galpón vacío, aun así, pueden contagiarse las aves. La otra división es si el contagio es de manera **Aérea**, por **Gotas respiratorias**, o por **Contacto**, (Figura 3). (Siegel, *et al.*, 2007).



**Figura 3.** Esquematización de las Vías de Transmisión, Rojo para Aérea, Azul para Gotas y Amarillo para Contacto. Elaboración Propia.

Si bien tradicionalmente todos los agentes respiratorios son considerados **Aéreos**, esto no es estrictamente cierto, puesto que para serlo el agente debe ser lo suficientemente pequeño como para poder transportarse en pequeñas partículas que se encuentran en suspensión en el aire, llamadas Aerosoles Infecciosos. Esto ocurre solo en los casos donde los agentes tienen un tamaño igual o inferior a  $5\ \mu\text{m}$  (nanómetros), debido a que el tiempo de suspensión de la partícula en el aire es inversamente proporcional a su tamaño, así partículas más grandes permanecen menos tiempo y finalmente caen al suelo por gravedad, sin viajar grandes distancias. (Fernstrom, *et al.*, 2013; Galton, *et al.*, 2011).

De esta manera la proximidad inmediata no es un requerimiento para los agentes que son lo suficientemente pequeños y estables como para ser transportados por las corrientes de aire, siendo estas enfermedades muy difíciles de controlar. No es el mismo caso si por otro lado el agente es mayor a  $5\ \mu\text{m}$ , ya que ahí deberá viajar dentro de las Gotas respiratorias, y es la vía más común para las virus y bacterias respiratorios. Igual a gotas de lluvia, estas **Gotas Infecciosas** viajan una corta distancia desde el pico del ave cuando esta tose o estornuda, (Fernstrom, *et al.*, 2013). Solo infectan otras aves si estas están lo suficientemente cerca como para que se depositen en la mucosa oronasal y el agente pueda encontrar su vía de Entrada, pero en otros casos si es lo suficientemente resistente las gotas caen al ambiente, infectando de manera Indirecta a otros individuos. La distancia de caída de las Gotas, (y por lo tanto la transmisión por tos o estornudos) en medicina humana se ha establecido en 1 metro alrededor del individuo infectado, y si bien somos un animal mucho más grande que el ave, se considera por términos prácticos una distancia similar para el caso de las gallinas. (Galton, *et al.*, 2011).

Los agentes que se transmiten por medio del **Contacto** son todos aquellos que no viajan por el aire, y por lo tanto tienen que estar en superficies, ya sean superficies corporales donde habrá un contagio Directo, o superficies ambientales donde habrá un contagio Indirecto. Para que sea Directa la transmisión dependerá siempre de la resistencia del



agente en el medio ambiente, como es *Avibacterium paragallinarum* en la Coriza Infecciosa la cual muere rápidamente una vez expuesta al medio exterior, mientras que los agentes Indirectos pueden sobrevivir por un tiempo suficiente como para llegar a infectar a otras aves, como es el Coronavirus de la Bronquitis Infecciosa. Nótese que ambos son agentes respiratorios, pero uno tiene como vía principal las Gotas mientras que en el otro se le superpone la contaminación ambiental, la cual debe tenerse en cuenta a la hora de combatirlo.

Aparte de los 3 diferentes tipos de transmisión listados arriba, hay más que son común de encontrar en la bibliografía y se usan como términos aceptados a la hora de describir la principal ruta de un agente. Si bien entran dentro y están englobados por una de las 3 categorías principales, estas 7 diferentes clasificaciones son las enfermedades de transmisión **Fecal-Oral**, (asociado con diarrea y agentes gastrointestinales, como *E. coli*), las que son transportador por **Fómites**, (objetos inanimados que son contaminados y luego transportados hasta otro ambiente o animal, diseminándolo, como las suelas de las botas, guantes u otros equipos de trabajo diarios, ejemplo *Salmonella*), por **Vectores** (invertebrados, puede estar involucrado en el ciclo biológico del agente y ser un Vector Biológico, o simplemente actuar como un medio de transporte contaminado, es decir, un Vector Mecánico. El más famoso es el mosquito y la Viruela), por el **Agua** (al ingerirla, como *Campylobacter*), transmisión **Venérea** (tanto natural como inseminación artificial), **Vertical** (en el sentido del árbol genealógico, es decir, de los padres a la descendencia, como *Salmonella gallinarum*) y transmisión **iatrogénica** (por la intervención de un profesional sanitario, como agujas contaminadas con sangre y Virus de Marek). (Johns, *et al.*, 2009; Burgess, *et al.*, 2004; Kopecky, *et al.*, 1986; Colles, *et al.*, 2016; Fadly, *et al.*, 2007).

### 3. Principios Básicos de la Bioseguridad

La bioseguridad puede definirse como “la combinación de las diferentes medidas implementadas para reducir el riesgo de la introducción y la diseminación de los agentes infecciosos.” (Barceló, *et al.*, 1998). Estas medidas pueden llevarse a cabo a cualquier nivel, desde nacional, a una región o provincia, un galpón o incluso simplemente un grupo de aves, y consisten en una serie de actitudes y comportamientos que permitan reducir el riesgo dentro de todas las actividades relacionadas con la producción de aves, permitiendo no solo la prevención sino también el control de las enfermedades. Hay que desterrar el concepto de ver la bioseguridad como simplemente restricciones impuestas por entidades sanitarias sin un fundamento o explicación, sino en cambio como un proceso para mejorar la salud de los animales, el hombre y el medioambiente como un todo, (Una Salud), entendiéndose como un requerimiento mínimo e indispensable a la hora de instalar una granja de reproductores, y no como una molestia.

La importancia de la bioseguridad radica en que es la base de todo programa de control de enfermedad, (Figura 4), ya que evita no solo el ingreso sino la diseminación de una enfermedad, y estando acompañado de otras medidas preventivas complementarias como la vacunación o los aditivos alimentarios, permite mantener la incidencia de enfermedades tanto endémicas como exóticas al mínimo, si se realizan de manera correcta. Esto además disminuye el uso de terapias como los antimicrobianos, tiempo invertido por los empleados para solucionar el brote y los gastos que estos implican, puesto que baja la tasa de animales enfermos. No debe olvidarse que todo esto ayuda a mejorar el desempeño productivo de los animales, la conversión alimenticia y las ganancias netas finales. En una encuesta on-line realizada por Gelaude *et al.*, (2014) sobre 550 granjeros de pollos de engorde, se les preguntó que los motivaba a implementar medidas sanitarias que prevengan los brotes de las enfermedades, y la respuesta que más se dio fue para “aumentar los índices productivos y de ganancia”, seguida de “para mejorar el control sobre la granja”, para “mejorar la calidad e inocuidad de sus productos”, para “mejorar el bienestar animal” y para “mantener a sus animales sanos”, en ese orden.



**Figura 4.** Jerarquización de los Diferentes Métodos de Combate de las Enfermedades, Teniendo a la Bioseguridad como Base Dentro de la Pirámide Sanitaria. Elaboración Propia.

#### **Como Hacer un Plan de Bioseguridad**

Como se ha establecido en el capítulo anterior, los agentes tienen diferentes rutas para transmitirse de un animal a otro, (Aérea, Gotas o Contacto), siguiendo un ciclo biológico, entonces el objetivo general de la bioseguridad es intervenir y romper el ciclo, ya sea atacando puntos clave específicos de cada agente o estableciendo un plan sanitario más general abarcando varios agentes a la vez. Independientemente de los diferentes enfoques que se tomen a la hora de esquematizar un plan de bioseguridad, siempre debe tenerse en cuenta el concepto de un plan Tailor-Made, es decir, Hecho a Medida, puesto que cada granja de reproductores será un mundo en sí mismo, con una ubicación geográfica, clima, empleados, visitas, manejo, razas y muchísimos factores más que los

hacen únicos, de ahí que debe desecharse el antiguo concepto de “copiar y pegar” otros planes, sino que siempre se debe buscar adaptarlos. (Meerburg, *et al.*, 2018).

Una fuente interesante de material para comenzar a trabajar en desarrollar un plan de bioseguridad es la internet, donde hay varios sitios web gratuitos así como pagos, un buen ejemplo de esto es [www.poultrybiosecurity.org](http://www.poultrybiosecurity.org) el cual es un sitio que forma parte del National Poultry Improvement Plan de Estados Unidos y sigue sus normas básicas, ofreciendo checklists de autoevaluación para granjas productoras de aves, que contiene ítems como “Entrenamiento del Personal”, “Coordinador de Bioseguridad”, “Control de Plagas” o “Tratamiento de Efluentes”, con puntaje por cada respuesta (que se dividen en Establecido, En Proceso o No Establecido), pudiendo dar una guía inicial a como ir orientándonos para crear un plan de bioseguridad.

Otro excelente ejemplo de un formato inicial para un plan de bioseguridad se puede encontrar en el sitio gratuito [www.biocheck.ugent.be](http://www.biocheck.ugent.be) el cual cuenta con más de 120 preguntas orientadas a descubrir el estatus de la Bioseguridad Externa e Interna, para luego cotejar los resultados con su promedio mundial en cada campo.

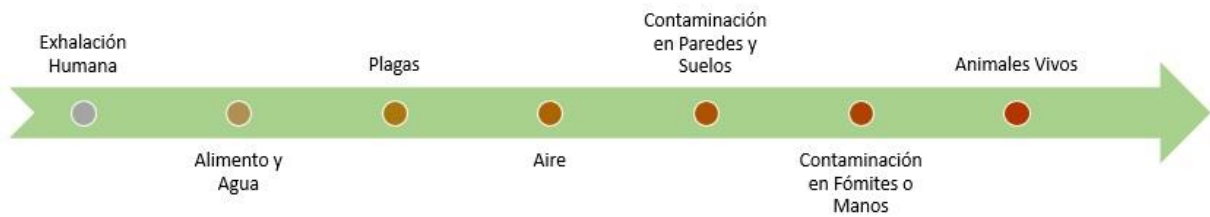
### **Principios Generales.**

Algunos conceptos básicos que pueden establecerse para tener en cuenta en cualquier escenario de bioseguridad, según Dewulf y Van Immerseel, (2019), son:

Separación de los Animales de Alto Riesgo de los Animales y Ambientes de Bajo Riesgo, es decir, evitar que los animales posiblemente enfermos o infectivos puedan entrar en contacto con animales susceptibles, y cuando esto no es posible, (compra de reproductores nuevos), tomar algunas medidas mínimas, (un periodo de cuarentena antes de introducirlos).

Reducción de la Presión de Infección, es decir, la bioseguridad no trata de “todo o nada” donde se mantienen a los animales en un ambiente estéril, sino que siempre hay un grado de diferentes concentraciones de agentes presentes en todos los ambientes, con mayor o menor grado de potencial para producir enfermedades, así es imposible pretender que las aves nunca se van a enfermar y por lo tanto tener en cuenta que siempre es una cuestión de probabilidad, es decir, de la presión de infección, y de reducir esta probabilidad lo más posible.

No Todas las Vías de Infección son Igual de Relevantes, así debe considerarse que hay rutas que son más eficientes que otras para diseminar a un agente en una población, como por ejemplo la vía Aerógena versus la Indirecta por el alimento. Entonces esto es útil para establecer un ranking de prioridad teniendo en mente las rutas con alto riesgo de transmisión y las de bajo riesgo de transmisión, (Figura 5), puesto que muchas veces se pone un esfuerzo excesivo o prioritario a vías que son poco relevantes. Como siempre puede haber casos específicos, donde un agente use de manera usual una ruta de poca relevancia, como puede ser el ejemplo de ciertas serovariedades de *Salmonella* encontradas en el alimento o agua.



**Figura 5.** Esquema con Ejemplos de Algunas Rutas Ordenadas por Relevancia en la Transmisión, de Izquierda a Derecha, Menos a Más Importantes. Adaptado de Boklund, *et al.*, 2008

El Riesgo es una Sumatoria de la Probabilidad de Transmisión y la Frecuencia de Dicha Ruta de Transmisión, entonces ya no es solamente cuestión de la relevancia de una ruta, sino de la frecuencia con que esta ruta entra en contacto con las aves, así por ejemplo los roedores no son una vía de suma relevancia, pero si hay una gran infestación con una alta carga de roedores y estos entran en contacto directamente o por medio de sus heces con las aves, aumenta sustancialmente el riesgo de contagio de un agente, puesto que se aumentó la probabilidad, no por el nivel de relevancia sino por el nivel de repetición a la cual están expuestos los animales. Entonces un problema que puede parecer poco relevante al principio, como son los roedores, pueden pasar a ser un gran riesgo si se lo deja desatendido.

Grupos Grandes Presentan Mayores Riesgos, puesto que cuanto más grande el número de aves en un plantel más individuos susceptibles puede haber presentes, habiendo más probabilidades de que se perpetúe la enfermedad, además de que cuantos más miembros más contacto con el exterior, (ingreso de nuevos animales y movimientos de estos dentro de la misma granja, más mano de obra trabajando sobre el grupo, más visitantes, entre otros). Junto a esto debe considerarse que en producciones y granjas más grandes y por ende con más animales, estos pueden ser de alto valor genético y estar muy especializados productivamente, por lo tanto, sufrirán más estrés y debilidad por la consanguinidad que animales de menor valor genético e intensificación. Hay que tener en cuenta por lo tanto a la hora de expandirse que también deben expandirse las medidas de bioseguridad en concordancia y proporcionalmente al tamaño de los planteles, ya que muchas veces se cae en el error de continuar haciendo lo mismo puesto que no hubo mayores problemas con anterioridad, con el enfoque de ¿Por qué cambiarlo si siempre funcionó “bien”?

### **Bioseguridad Externa y Bioseguridad Interna.**

Se puede a su vez subdividir la bioseguridad en dos tipos, la Bioseguridad Externa o Bio-Exclusión, y la Bioseguridad Interna o Bio-Contención, (Figura 6). La primera consiste de las medidas para evitar el ingreso de un agente y mantenerlo fuera de la granja, mientras que la segunda se enfoca en el control del agente dentro de la propia granja y planteles de aves, una vez que ya ha ingresado. (Amass, *et al.*, 1999).



**Figura 6.** Componentes de la Bioseguridad Externa e Interna. Elaboración Propia.

La *Bioseguridad Externa* o *Bio-Exclusión* consiste en los pasos preventivos para evitar el ingreso de un agente, así como la salida hacia otros establecimientos o regiones. Las medidas están involucradas sobre la relación de la granja con el mundo exterior, como es el ingreso de animales nuevos y cuarentena, desinfección de los vehículos o restricción de visitantes, y usualmente es mejor comprendida por los productores que la Bioseguridad Interna, así como muchas legislaciones o resoluciones nacionales que promueven o aplican la bioseguridad, suele darse prioridad y se centran sobre la Externa, (Dewulf, *et al.*, 2019).

A continuación, se nombran los principales componentes de la Bioseguridad Externa, según Dewulf y Van Immerseel, (2019).

- Ingreso de Animales o Productos de Origen Animal Nuevos:** Siempre el ingreso de un animal, grupo de animales o productos derivados de animales, (semén o huevos), acarrea cierto riesgo de la introducción accidental de un agente a la granja. Cuando sea posible debe evitarse el ingreso de nuevos animales, así como la cercanía o el contacto por cuadros aledaños de pastoreo. Además de un nuevo agente, nuevos animales con pobre inmunidad, plan deficiente de vacunación o mal estado puede predisponerlos a una enfermedad ya establecida en el grupo. Así algunos requerimientos mínimos si el ingreso de animales nuevos es inevitable deben ser contar con una zona para realizar una cuarentena, la cual puede durar desde 1 a 3 semanas, en casos donde se los mezcla con animales ya presentes en la granja, (como ocurre con la llegada de nuevos reproductores machos desde otra granja y son introducidos a un grupo de hembras propias del lugar).
- Transporte de Animales, Cadáveres y Deyecciones:** Los agentes presentes en un animal vivo, muerto o sus deyecciones, (heces), pueden diseminarse si no son

apropiadamente manejados. El interior de los vehículos de animales vivos debe estar siempre limpio y desinfectado previo al ingreso de estos, así como delimitar un camino “sucio” para vehículos que ingresan desde fuera de la granja, los cuales previo al ingreso de esta deben ser desinfectados externamente con productos aplicados en forma de rocío, separando de un camino “limpio” que sirve para los vehículos que ya han sido desinfectados y circulan únicamente por las zonas interiores de la granja. La movilización de los cadáveres y otros desechos hacia el exterior para ser eliminados o transportados debe siempre realizarse sobre un camino sucio previamente establecido para esto, prestando especial atención a los cadáveres.

- c. Suministro de Agua, Alimento y Equipamiento:** Muchos agentes tienen facilidad para transmitirse por muchas de estas vías, especialmente el agua, de ahí la importancia de vigilar la calidad, sanidad y seguridad de tanto el agua como el alimento junto al equipo que se introduce, (comederos, bebederos, jaulas, nidos, entre otros), los cuales deben ser limpiados y desinfectados, así como recibir un mantenimiento seguido.
- d. Ingreso de Personal y Visitantes:** Relevante puesto que los humanos actúan como transmisores mecánicos llevando a diferentes agentes en la superficie de las manos, ropa, calzado y otros equipos, esto es especialmente cierto en el caso de veterinarios que puedan visitar o atender varias granjas de aves diferentes a la vez en un corto espacio de tiempo. Por esta razón el personal debe estar bajo una correcta rutina diaria de desinfección, que puede consistir por ejemplo en un baño con un producto antibacteriano seguido de un cambio de ropas y calzado cada vez que se ingresa, se marcha de la granja o se pasa de un galpón o división a otro, todo esto realizado en un cambiador higiénico, el cual debe contar con una parte sucia por donde se ingresa con la ropa de calle, dividido de la parte limpia donde está la ropa de trabajo por un muro, desnivel o algún tipo de separación evidente, con una ducha para el baño desinfectante en el medio como transición.
- e. Control de Plagas y Artrópodos:** Hay un gran número de agentes que se transmiten tanto por los roedores y aves silvestres, como por los insectos y arácnidos o incluso por perros y gatos, por esto todas las granjas deben contar con un plan de control para plagas, puesto que estas pueden actuar como reservorios o vectores de agentes entre una granja y otra, o perpetuándolo dentro de un mismo establecimiento.
- f. Ubicación de la Granja:** Debido a la transmisión por vectores o aérea de algunos agentes debe tenerse especial cuidado a la hora de seleccionar y planificar el lugar donde se establecerá la granja, la cual no debe estar cerca de centros urbanos u otras producciones animales, mucho menos otras granjas, como lo establece la Resolución 542/2010.

La *Bioseguridad Interna o Bio-Contención* consiste en todas las medidas adoptadas para evitar la transmisión de un agente dentro de la misma granja, ya sea de un galpón a otro, de un plantel o categoría a otro dentro del mismo galpón o dentro de un mismo grupo

incluso. Las medidas están estrechamente relacionadas con los procedimientos rutinarios y diarios llevados a cabo por los empleados a cargo del cuidado de las aves, y suelen combatir más comúnmente las enfermedades endémicas del establecimiento, puesto que son las que más incidencia y relevancia tienen en los galpones. De los dos tipos de bioseguridad, la Interna es la más reciente e implementada en las producciones, probablemente debido a una intensificación gradual y un aumento del número y vulnerabilidad de animales, así como una mayor necesidad de eficacia productiva y un enfoque aplicado al uso responsable de antimicrobianos y One Health, (Dewulf, *et al.*, 2019).

A continuación se nombran, según Dewulf y Van Immerseel, (2019), los principales componentes de la Bioseguridad Interna:

- a. **Manejo de Enfermedades:** Para poder contar con un buen plan de manejo contra las diferentes enfermedades infecciosas y parasitarias, se debe tener en cuenta el tratamiento de las aves enfermas, incluyendo un apropiado diagnóstico, aislamiento y registro de los casos, junto a una mejora constante en el nivel de la inmunidad de los animales susceptibles por medio de la vacunación, (Figura 7), refuerzos vitamínicos, entre otras medidas preventivas. El aislamiento o cuarentena se debe llevar a cabo en un sector especial destinado para este fin, mientras que en el tratamiento se debe evitar la transmisión iatrogénica de agentes por agujas y material contaminado. (Fadly, *et al.*, 2007). También debe haber una rutina de vigilancia epidemiológica establecida sobre los diferentes planteles del lugar, para mantener un estrecho control sobre posibles brotes de diferentes enfermedades.
- b. **All In/All Out o Todo Adentro/Todo Afuera:** El principio del AI/AO o TA/TA consiste en la remoción de la totalidad de los animales, camas, bebederos, comederos y otros materiales, del recinto donde se los cría, ya sea todo un galpón o una subdivisión dentro de este, una vez que finalizaron su ciclo productivo, es decir, no mezclar diferentes grupos o categorías. El vaciamiento total del ambiente permite no solo llevar a cabo un Vacío Sanitario, (donde no habrá un ingreso de nuevos animales por un periodo mínimo de 7 días), sino también la correcta limpieza y desinfección con el debido tiempo y minuciosidad. Gracias a esta práctica se permite cortar con el ciclo biológico de muchos agentes, generalmente los que suelen ser de transmisión Directa y necesitan el contacto de animales enfermos con susceptibles. Por desgracia esta práctica no siempre puede ser llevada a cabo en las granjas de reproductores puesto que muchas veces por una cuestión de manejo y administración de los animales, es necesario mezclar o introducir nuevos animales en diferentes grupos, debido a la práctica del cruzamiento de diferentes líneas.
- c. **Densidad de los Animales:** La densidad es directamente proporcional al nivel de estrés que pueden sufrir las aves, por lo tanto, en galpones altamente hacinados habrá un mayor nivel de estrés y, por ende, de inmunodepresión y susceptibilidad a enfermedades, junto a los problemas de bienestar animal que esto acarrea.

- d. Línea de Separación/Line of Separation (LOS):** Cuando se tienen animales de diferentes categorías, o incluso dentro de una misma, se tienen grupos o individuos con diferentes susceptibilidades a las enfermedades, por la maduración del sistema inmune, el estrés, el plan de vacunación, entre otros factores, por esta razón se considera que debe existir una separación física y de bioseguridad que delimite los diferentes grupos o individuos dentro de un grupo, llamada Línea de Separación, evitando por medio de barreras físicas la diseminación masiva de una enfermedad altamente contagiosa ante un brote.
- e. Limpieza y Desinfección:** Se realiza con el objetivo de romper el ciclo biológico de los agentes sobre el ambiente, y será discutido en profundidad en el capítulo siguiente.
- f. Área Perimetral de Protección/Perimeter Buffer Area (PBA):** Consiste en una zona virtual o no que rodea a los galpones, (incluyendo sitios donde se practiquen actividades diarias con las aves), delimitando sus zonas “limpias”, separándolos de otras zonas donde no se llevan a cabo actividades relacionadas directa y diariamente con las aves o zonas “sucias”, como es el ingreso de vehículos con alimento o visitantes desde el exterior. Si se desea ingresar a la PBA desde el exterior se deben imponer medidas de bioseguridad, como son los baños y cambio de ropa.
- g. Líneas de Trabajo Definidas:** Debido a las diferencias en la fisiología de diferentes categorías o individuos dentro de un mismo grupo, como es la inmunidad o la tolerancia al estrés, se deben atender y darles prioridad a los animales más susceptibles primero, y los animales de mayor riesgo de transmisión de enfermedades al final, dividiendo los diferentes grupos en compartimentos de trabajo, (ya sean galpones o dentro de un mismo galpón), para que los empleados puedan trabajar de manera ordenada y rutinaria en líneas de trabajo, así pueden por ejemplo atender primero a los animales más jóvenes, seguir con los adultos, y terminar con los animales en cuarentena o la remoción de cadáveres, interponiendo entre un compartimento y otro medidas de bioseguridad, como pediluvios para el calzado, lavado de manos, baños de cuerpo o cambio de ropa.

Semana de Vida	Vacuna	Tipo de Vacuna
1	Enf. De Marek	Viva
3	Enf. De Newcastle Bronquitis Infecciosa	Viva
4	Enf. De Marek	Viva
5	Enf. De Newcastle Bronquitis Infecciosa Gumboro	Viva
7	Laringotraqueitis Infecciosa Gumboro	Viva
9	Coriza Infecciosa	Viva



<b>11</b>	Viruela Encefalomiелitis	Viva
<b>13</b>	Cólera	Muerta
<b>15</b>	Enf. De Newcastle Bronquitis Infecciosa Síndrome de Baja Postura Coriza Infecciosa	Viva + Muerta
<b>18</b>	Coriza Infecciosa	Viva

**Figura 7.** Ejemplo de Plan de Vacunación en Reproductores. Elaboración Propia.

### **Legislación**

Las medidas legales en las cuales puede funcionar la granja es igualmente importante que las medidas sanitarias y de bioseguridad, de esta manera al momento de seleccionarse los predios donde se emplazará el establecimiento se debe notificar a la oficina local de SENASA y constatar que no haya otra granja avícola funcionando en un radio mínimo de 5 km, (para granjas de padres), y 10 km, (para abuelos), y una vez establecida, inscribirse en el RENSPA o Registro Nacional Sanitario de Productores Animales. Las resoluciones que deben respetarse mientras esté en funcionamiento la producción son:

- Resolución SENASA 542/2010, (requisitos sanitarios y de instalaciones).
- Resolución de la Ex Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos 79/2002, (inscripción en el RENAVI o Registro Nacional de Multiplicadores e Incubadores Avícolas).
- Resolución SENASA 882/2002, (Programa de Control de la Micoplasmosis y Salmonelosis en las Aves y Prevención y Vigilancia de Enfermedades Exóticas y de Alto Riesgo en Planteles de Producción).
- Resolución SENASA 498/2001, (inscripción en el Plan Nacional de Mejora Avícola si se importan aves o huevos fértiles).
- Resolución SENASA 598/2002, (requisitos para importar aves o huevos fértiles).

### **4. Limpieza y Desinfección**

En todo programa sanitario dentro de una granja de aves es fundamental contar con un plan de limpieza y desinfección, para el combate de los agentes al disminuir su concentración en el ambiente. El proceso de Limpieza se refiere a la remoción física de la materia orgánica y los biofilms de las superficies, permitiendo la exposición de los patógenos a los Desinfectantes, los cuales son sustancias que generan la muerte o inactivación de los agentes, de esta manera nótese como debe realizarse primero la limpieza y luego se puede proceder con la desinfección.

Debe tenerse en cuenta el concepto de que nunca se eliminarán todos los agentes puesto que nunca se alcanza la esterilidad en el ambiente, es decir, la total remoción de cualquier agente, como puede ser con materiales inorgánicos transportables como agujas, instrumental quirúrgico o incluso comederos los cuales se pueden someter a métodos de esterilización como el autoclave u horno, sino que se intenta reducir siempre la Presión de Infección lo más posible. Idealmente todo esto se realiza cuando no hay animales presentes en el ambiente, entre la salida de un grupo y la entrada del siguiente, puesto que facilita la movilización y maniobras sin poner en riesgo las aves, además de que los nuevos animales ingresan en un ambiente con la menor carga infectiva ambiental posible, por eso la limpieza y desinfección son desaconsejables de realizar con los animales presentes ya que los únicos lugares donde puede aplicarse correctamente es en los pasillos o lugares libres de aves. Asimismo, puede recurrirse a la limpieza y desinfección frente a un brote de una enfermedad recurriendo a sustancias o prácticas específicas para hacer frente a un agente en particular.

### **Plan de Limpieza y Desinfección**

Debido a que estos procesos deben llevarse a cabo siempre que se vacía un galpón o corral, se debe contar con un plan o protocolo para poder llevar a cabo cada vez que sea posible, especialmente si se está aplicando el Todo Adentro/Todo Afuera, por esto se pueden establecer 7 pasos diferentes para todo el proceso, 4 para la Limpieza y 3 para la Desinfección, (Figura 8). Estos pasos deben llevarse a cabo en un orden específico para poder permitir primero la remoción física y mecánica de la suciedad biológica como son las deyecciones, plumas, polvo, alimento, camas y otros contaminantes como los biofilms (capas de mucopolisacáridos microscópicos producidos por ciertas bacterias como medio de defensa y recubrimiento), los cuales interfieren o neutralizan la actividad posterior de los desinfectantes, y actúan como fuente de nutrientes o hábitat para los agentes. (Ruano, *et al.*, 2001). Además, debe someterse todo el galpón o subdivisión del galpón a esto, es decir, incluir el suelo, las paredes, el techo, comederos, cañerías y bebederos, teniendo especial cuidado y vigilando las Zonas Difíciles de limpiar, como pueden ser suelos con grietas o bebederos tipo Nipple que tengan pérdidas de agua los cuales pueden ser muy difíciles de limpiar, como demostró Dewaele *et al.*, (2012), en el interior de galpones de ponedoras que habían sido declaradas libres de *Salmonella* luego de una limpieza y desinfección, pero sus pasillos y el almacén de huevos seguían estando contaminados puesto que no se había puesto el mismo énfasis que en las zonas donde residían las aves.



**Figura 8.** Pasos a Seguir para la Limpieza y Desinfección. Elaboración Propia.

### **Limpieza**

Contrario al concepto general de muchos productores y autoridades sanitarias, la limpieza, que no involucra productos químicos llamativos o potentes y consiste en procesos simples como remoción de suciedad con una escoba, es más efectiva que la desinfección a la hora de reducir la carga microbiana de un ambiente, como se observó en un estudio llevado a cabo por Luyckx *et al.*, (2015), sobre muestras de galpones de pollos parrilleros, donde hubo un 25% más de reducción en los cultivos de bacterias en el laboratorio frente a la limpieza que a la desinfección.

Los 4 pasos principales para la limpieza son:

1. **Limpieza Seca:** Consiste en la movilización de todo el equipo y objetos dentro del galpón para su posterior saneamiento fuera por separado, así como la remoción de las camas y toda la suciedad visible de los suelos, paredes, techos, ventanas, comederos y equipos fijos usando métodos mecánicos como escobas, cepillos o palas.

2. Limpieza Húmeda: Se trata de humedecer con agua y un producto de limpieza, idealmente que genere espuma (puesto que se adhiere más y permite diferencial visualmente los lugares limpios de los sucios), todas las zonas previamente despejadas por el paso anterior.
3. Limpieza Húmeda a Alta Presión: Sin permitir que la espuma y el líquido del paso anterior se seque, se procede a aplicar sobre las superficies agua a altas presiones usando hidrolavadoras o aparatos similares, para permitir la remoción de todo el material biológico junto con la espuma.
4. Secado: Debe dejarse un tiempo determinado para que el agua se evapore naturalmente, evitando así la dilución de los productos de la siguiente etapa.

### **Desinfección.**

5. Aplicación del Desinfectante: Pueden usarse diferentes métodos como rociarlo con pulverizadores o hidrolavadoras, aunque también puede usarse de manera gaseosa en una fumigación, (solo si se cuenta con buena ventilación), luego debe dejarse actuar por un tiempo, 30 minutos como promedio general, para permitir que ejerza su efecto microbicida.
6. Secado: Este paso evita que los animales que ingresen entren en contacto con los productos perjudicando su salud, se lleva a cabo por evaporación natural, las únicas superficies que pueden enjuagarse son los bebederos y comederos.
7. Verificación: El último paso consiste en asegurarse que los procesos llevados a cabo pudieron aplicarse correctamente y si dieron resultado. Será discutido en profundidad en el capítulo siguiente.

### **Tipos de Productos de Limpieza:**

La mayoría de los productos de limpieza son **Detergentes**, es decir, sustancias con una estructura anfipática, (una cabeza hidrofílica y una cola hidrofóbica), que permiten la formación de micelas cuando interactúan con las grasas, movilizandolos desechos biológicos, incrementando la tensión superficial y emulsionando los lípidos en gotas que pueden ser fácilmente removidos. Junto al detergente es común encontrar sustancias que actúan en sinergismo como quelantes o secuestrantes, (para evitar la unión del detergente con los minerales contenidos en el agua corriente), modificadores del pH y antimicrobianos. (Pacwa-Płociniczak, *et al.*, 2011).

Se pueden distinguir 4 grupos diferentes de detergentes, los Aniónicos, (los más comunes, tienen una carga positiva), los Catiónicos, (tienen una carga negativa), los No Iónicos, (los segundos más usados), y los Anfótericos, (ambas cargas a la vez).

### **Tipos de Productos de Desinfección:**

Dentro de los productos usados para la desinfección, se pueden encontrar los que usan métodos físicos como es la luz UV, Calor, Vibración Ultrasónica o Radiación Ionizante, y los químicos, que se subdividen en **Antisépticos** los cuales consisten en sustancias que pueden usarse en superficies corporales sin riesgo para la salud de las aves, y los

**Desinfectantes** propiamente dichos que no pueden usarse en animales vivos, solo en superficies ambientales.

Un desinfectante ideal debe tener las siguientes características, y si bien no existe una sustancia que cumpla con todas, siempre debe aspirarse a usar aquella que cumpla la mayor cantidad posible.

- ✓ Rápida acción contra un amplio rango de microorganismos.
- ✓ Poca inhibición frente a factores ambientales.
- ✓ Sin toxicidad.
- ✓ Molecularmente estable en su forma pura y sin diluir.
- ✓ Soluble en agua y poca inhibición frente a sus minerales.
- ✓ Dicha solución debe ser homogénea.
- ✓ Fácil de aplicar.
- ✓ Poder penetrante.
- ✓ Sin acción corrosiva sobre material inorgánico.

Los mecanismos de acción de los desinfectantes físicos es la transferencia de energía a la estructura de los microorganismos, mientras que los desinfectantes químicos pueden resumirse según McDonell, (2015), en 3 grupos. Los que generan Puentes de Unión en las moléculas, (produciendo su coagulación, como las uniones covalentes), los que generan la Oxidación en las moléculas, (perdida de los electrones), y los que generan el Desorden Molecular, (típicamente en la membrana bacteriana causando escape de sustancias por diferencia de presiones).

Los diferentes tipos de desinfectantes se dividen según su estructura química, así según Suljagic, (2008), se pueden dividir en:

- a. **Ácidos y Bases:** Son débiles puesto que los ácidos/bases fuertes son tóxicos y corrosivos. Ejemplos son ácidos orgánicos como los ácidos acético o propiónico, el butirato para *Salmonella*, o bases como sulfato de amonio con carbonato de calcio para *Eimeria*.
- b. **Aldehídos:** Amplio uso, pero con efectos irritantes y cancerígenos, los más populares son la formalina, el formaldehído, el paraformaldehído y el glutaraldehído. Una presentación usual es de manera aérea en fumigación de galpones.
- c. **Alcoholes:** Seguros para usar como antisépticos, los más usados son el etanol o el isopropanol.
- d. **Fenoles:** Grupo con una gran variedad de presentaciones y rango de toxicidad, los usados en la avicultura son el fenol y el O-fenilfenol, disueltos en agua y bastantes seguros.
- e. **Peróxidos:** Amigables con las superficies corporales, aunque pueden corroer, como el peróxido de hidrogeno puro o en combinación con ácidos o sustancias quelantes, también pueden usarse para fumigar.
- f. **Halógenos:** No tienen una acción tan potente como otros grupos, pero son extremadamente populares, pueden ser del subgrupo de los yodados y ser

antisépticos, (en combinación con agentes solubilizantes como la povidona), o de los clorados y ser desinfectantes, como el hipoclorito de sodio o lavandina comercial.

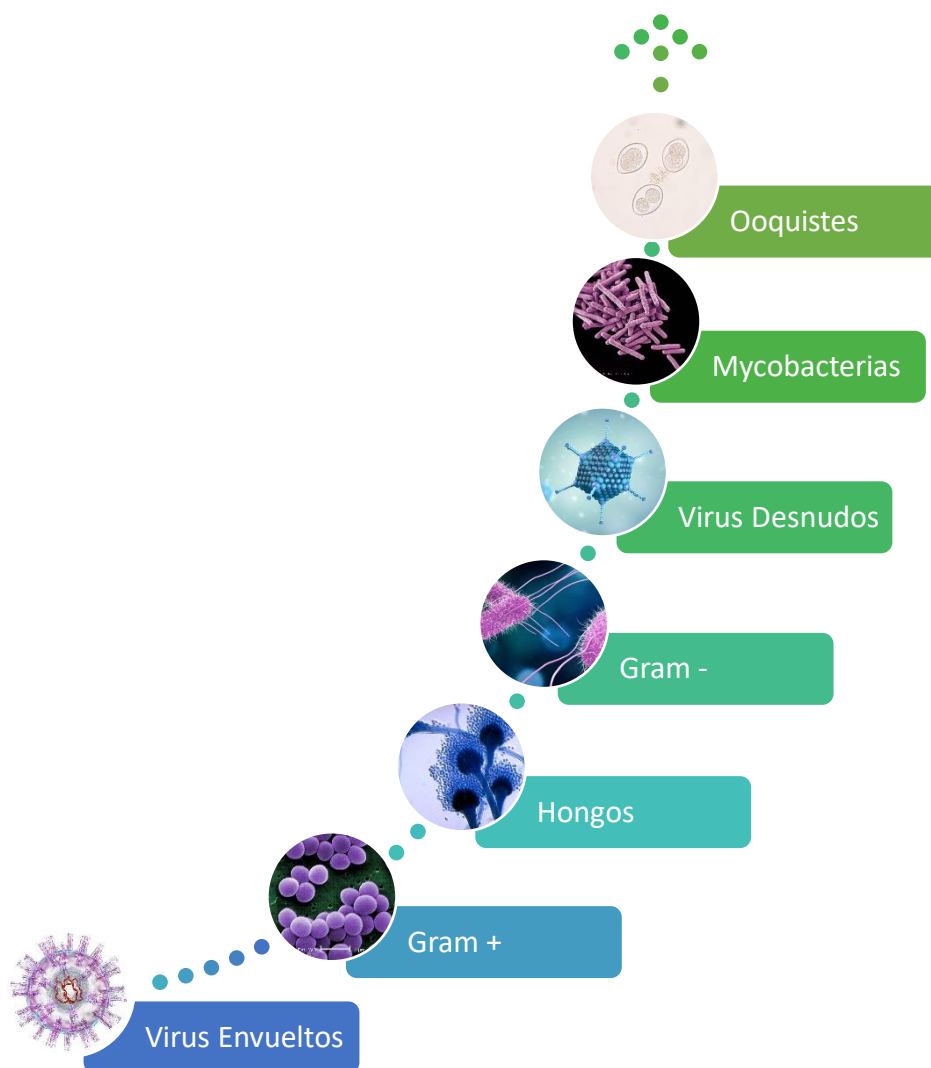
- g. **Compuestos Tensioactivos:** Los más comunes son el subgrupo de los amonios cuaternarios, con un amplio rango de acción sobre microorganismos.

### **Factores que Afectan la Desinfección:**

Muchas variantes ambientales pueden modificar la acción y efectividad de los desinfectantes frente a los microorganismos, como es la Concentración, (demasiada dilución o poca homogeneización), Tiempo de Contacto, (20 a 30 minutos es suficiente), Temperatura, (frio disminuye su efectividad), Humedad, pH y Suciedad que interfiera con las moléculas.

### **Resistencia a los Desinfectantes:**

Hay dos tipos diferentes de resistencias, la Adquirida, que es por adaptaciones evolutivas genéticas como es el caso de la resistencia a los antimicrobianos, pero en el campo de los desinfectantes esta tiene poca relevancia puesto que el objetivo de su mecanismo de acción es la estructura molecular, así el otro mecanismo de resistencia, la **Intrínseca**, es de mayor importancia en este capítulo, (Figura 9). Uno de estos factores más usuales son los Biofilms, que son estructuras tridimensionales producidas por poblaciones de diferentes bacterias sobre superficies ambientales húmedas, típicamente bebederos, formadas por celulosa y glicoproteínas. Otro factor importante son las diferentes Membranas externas que pueden tener los diferentes microorganismos, como las Mycobacterias, los Virus Envueltos, Coccidios o Gram Negativas, teniendo en cada caso una resistencia diferente al ingreso de sustancias como los desinfectantes.



**Figura 9.** Jerarquización de las Resistencias Intrínsecas de Diferentes Agentes  
Elaboración Propia

### **Limpieza y Desinfección del Huevo Incubable.**

Se debe tener siempre especial cuidado en los agentes que pueden llegar a contaminar los huevos y las incubadoras, puesto que no solo la calidad del huevo nunca puede mejorarse, solo empeorar, sino que además huevos en proceso de putrefacción pueden estallar dentro de las incubadoras por la acumulación de gases, contaminando cientos de huevos más. También hay que considerar que la infección puede no manifestarse durante la recolección e incubación del huevo, sino que puede resultar en pollitos con menor tamaño o peso, debilidad o infecciones umbilicales.

Primero, los niales deben estar siempre con viruta limpia y seca, (pudiendo desinfectarse previamente con formol), en cantidad tal que evite la ruptura de la cáscara del huevo, y deberá cambiarse al menos una vez al mes. La recolección suele realizarse de manera manual, (siempre higienizárselas antes de cada colecta), y lo más pronto posible, con 4 a 10 recolecciones diarias, e idealmente no incubar huevos del piso.

La limpieza del huevo es recomendable realizarse en seco, con una esponja no abrasiva, sobre huevos que se observe contengan restos de heces. Se intenta evitar el uso de agua y líquidos porque estos remueven la cutícula protectora que reviste externamente la cascara del huevo, la cual actúa como una barrera para la entrada de microorganismos. En general, esto es suficiente para reducir de manera eficaz el número de bacterias contaminantes, pero conlleva más atención, tiempo y energías por parte de los operarios, por eso en las grandes granjas con un alto volumen de huevos, se automatiza el proceso al desinfectar todos los huevos en cámaras con fumigación gaseosa usando formaldehído, (aunque su uso es mucho más riesgoso y requiere de instalaciones mayores), o con aspersión de desinfectantes líquidos como fenoles o peróxidos, (menos eficaz pero más seguro). A su vez, todos los materiales que entran en contacto con los huevos incubables deben ser esterilizados o desinfectados lo mejor posible, de esta manera, por ejemplo, los mapas deben ser de un material que pueda ser llevados luego a una cámara de desinfección, como el plástico. (D'Amén, *et al.*, 2012).

## 5. Como Medir la Bioseguridad y el Estatus Sanitario

Un obstáculo presente desde siempre en la implementación tanto de la bioseguridad como de cualquier plan higiénico y sanitario es la medición y cuantificación correcta, puesto que hay que demostrarle a los productores o entidades objetivos de mejora alcanzables para motivarlos a aplicar estas medidas, y uno no puede saber si están cumpliendo o acercándose a los objetivos propuestos si no tiene manera de medir cuan efectivas son las acciones de bioseguridad, limpieza, desinfección y manejo de enfermedades llevadas a cabo.

### Como Medir la Bioseguridad

El nivel de efectividad de un plan de bioseguridad puede ser medido por medio de una lista o cuestionario que recopile información de la cantidad y calidad de medidas implementadas en la granja. Una fuente de donde obtener estas checklists son organismos nacionales orientados a la sanidad, como puede ser el SENASA, u organismos privados como son empresas que se dediquen a la bioseguridad. Otra fuente interesante, como se nombró en el segundo capítulo, es la internet, donde se pueden encontrar sitios como [www.poultrybiosecurity.org](http://www.poultrybiosecurity.org) del gobierno de los Estados Unidos o [www.biocheck.ugent.be](http://www.biocheck.ugent.be) que es una empresa privada.

En el caso de Poultry Biosecurity, ellos cuentan con una lista de verificación y autoevaluación con preguntas que comprenden 3 tipos de respuesta, **En Su Lugar** para determinar que la medida sí se está llevando a cabo de manera correcta y en su totalidad, **En Curso**, es decir solo parte o un cierto porcentaje de la medida se está implementando, y finalmente **No En Su Lugar**, donde no se están abordando las medidas de manera satisfactoria.

Las preguntas en cuestión son:



- 1) Responsabilidades en Bioseguridad, es decir, si se cuenta o no con un especialista o agente sanitario capacitado en normas de bioseguridad que se encargue de inspeccionar, reevaluar constantemente y plantear cambios o mejoras en las medidas implementadas.
- 2) Entrenamiento, se refiere a la capacitación y entendimiento con la que cuentan todos los empleados que están en contacto con las aves o dentro de las zonas “limpias” de la granja sobre qué es y cómo se aplica la bioseguridad, debiendo también documentarse y archivarse cualquier curso de capacitación que reciban.
- 3) Línea de Separación y Área Perimetral de Protección, dentro de la Bioseguridad Interna.
- 4) Protección del Personal, si se cuenta o no con Equipos de Protección Personal (PPE), y si los empleados saben utilizarlos correctamente.
- 5) Control de Plagas.
- 6) Desinfección de Equipos y Vehículos.
- 7) Eliminación de las Aves Muertas.
- 8) Eliminación de las Deyecciones y Cama.
- 9) Reposición de los Planteles, puesto que las nuevas aves deben contar con una certificación mínima sanitaria.
- 10) Calidad del Agua, Alimento y Camas.
- 11) Alertas por Morbilidad o Mortalidad Elevadas.
- 12) Auditorias.

En el caso de Biocheck, el formato consta de primero seleccionar el tipo de producción, el cual en la actualidad cuenta solo con Pollo de Engorde y Ponedora, sin una categoría para reproductores, aunque tal vez en un futuro se implemente, y seguir el instructivo de preguntas las cuales suelen tener 2 o 3 opciones, como “Sí”, “No” o “A Veces”, (Figura 10), cubriendo los aspectos de la bioseguridad externa y la interna, y luego cotejando los resultados con sus promedios a nivel mundial dentro de su base de datos, (Figura 11).

## K. Manejo de la enfermedad

77. ¿Se revisan las aves de corral diariamente? \*



- Sí  
 No

78. ¿Está presente en su granja un programa de gestión de la salud de las aves de corral, para el cual se realizan visitas regulares a la granja (por ejemplo, por el veterinario)? \*



- Sí  
 No

79. ¿Se realizan sistemáticamente autopsias de aves sacrificadas y muertas durante estas visitas? \*



- Siempre  
 Algunas veces  
 Nunca

**Figura 10.** Ejemplo de Parte de la Encuesta de Biocheck

Subcategoría	Su resultado	Promedio mundial
<b>Bioseguridad externa</b>		
A. Compra de pollitos de un día	36 %	47 %
B. Compra de gallinas ponedoras	45 %	71 %
C. Despoblación y transporte de gallinas ponedoras	43 %	54 %
D. Transporte de huevos	76 %	38 %
E. Alimentación y agua	27 %	48 %
F. Eliminación de estiércol y cadáveres	35 %	44 %
G. Visitantes y trabajadores agrícolas	41 %	61 %
H. Suministro de material	100 %	68 %
I. Infraestructura y vectores biológicos	44 %	65 %
J. Localización de la granja	33 %	62 %
<b>Subtotal Bioseguridad externa</b>	<b>44 %</b>	<b>55 %</b>

**Figura 11.** Parte del Resultado de la Encuesta, en este Caso, la Bioseguridad Externa

### **Como Medir el Estatus Sanitario.**

Una manera de cuantificar cuan efectivas son nuestras medidas para combatir los agentes, consiste en el paso numero 7 dentro de la Limpieza y Desinfección, el cual mide el nivel de higiene obtenido por medio de estos procesos.

7. **Verificación:** Los principales métodos, (Figura 12), utilizados son el **Cultivo Bacteriológico**, el cual consiste en la cuantificación del número de bacterias aeróbicas totales en general, o la búsqueda de bacterias específicas, como *Salmonella* o *E. coli*, (Carrique-Mas, *et al.*, 2009). Ambos enfoques tienen como objetivo explorar la presencia o no de cierta bacteria o, en los casos donde sea aceptable, cierta concentración por debajo de un umbral aceptable. Las dos técnicas más usadas consisten en Placas de Contacto y en Hisopados del ambiente, las primeras son placas de Agar convexas que pueden usarse para tomar contacto directamente con la superficie, para realizar luego el cultivo y cuantificación de las Unidades Formadoras de Colonias, dentro de una escala o Higienograma, (que va desde el 1, sin UFC, hasta el 5, donde son incontables). El segundo consiste en el muestreo sistemático de un área determinada, generalmente 625 cm<sup>2</sup>, con hisopos para su posterior cultivo; El material de dichos hisopos puede variar, como algodón, seda artificial o nylon, así como el tipo de cultivo, Agar con o sin filtración, o incluso diferentes técnicas de hisopado, por lo tanto y debido a las diferentes sensibilidades de esta técnica, suele preferirse las placas de contacto. (Dalmaso, *et al.*, 2008).

La **Verificación por ATP** (Adenosine TriPhosphate) es ampliamente usada en la industria alimenticia, pero hasta hace muy poco ha comenzado a cobrar auge en la producción avícola, y consiste en el agregado de una solución lítica junto a una enzima, luciferasa, y su sustrato, luciferina, a una muestra por hisopado, de esta manera la solución genera la lisis de cualquier bacteria presente, liberando sus ATP al medio, (que usa para realizar sus procesos metabólicos), los cuales son utilizados luego por la enzima activándola y generando que convierta a su sustrato, causando una reacción bioluminiscente en el proceso. De esta manera la reacción puede ser cuantificada por un aparato de medición especializado. (Betts, *et al.*, 2009).

Por ultimo esta la **Inspección Visual**, un método sumamente simple usado luego de la limpieza, consiste en observar la presencia o no de restos biológicos o de suciedad, así no son necesarios otros métodos más precisos puesto que resulta evidente que hay contaminación y, por ende, bacterias, en el ambiente.



### Placa de Contacto

- Bacterias
- **Ventajas:** Fácil de usar, sin procesamiento posterior.
- **Desventajas:** Área de muestreo limitada, superficies deben ser accesibles.



### Hisopado

- Bacterias.
- **Ventajas:** Área de muestreo amplia, superficies de difícil acceso.
- **Desventajas:** Manipulación en laboratorio, sin estandarización.



### ATP

- Eucariotas y Procariotas
- **Ventajas:** Resultados rápidos.
- **Desventajas:** Poco uso en la industria.



### Inspección

- Suciedad.
- **Ventajas:** Resultados rápidos, sin equipo.
- **Desventajas:** Subjetivo.

**Figura 12.** Lista de los Diferentes Métodos de Verificación de la Limpieza y Desinfección. Elaboración Propia.

Existen dos factores que pueden modificar o afectar negativamente cualquier análisis subsecuente luego de la limpieza y desinfección, y estos son Zonas Difíciles y el Material del ambiente. Las Zonas Difíciles de limpiar son aquellas donde hay obstáculos que impiden el correcto acceso, o hay un factor que está constantemente agregado más suciedad; Ejemplos clásicos de esto son los bebederos tipo Nipple, grietas en las superficies o los agujeros de drenaje. (Mueller-Doblies, *et al.*, 2010). El Material con el cual está construido el galpón y los objetos dentro influye ya que diferentes materiales tendrán diferentes porosidades, como la madera y el plástico, (Rathgeber, *et al.*, 2009), y diferentes tendencias a ensuciarse o romperse, como el concreto. (Määttä, *et al.*, 2009).

Otra manera de verificar el estado sanitario es por medio del Diagnóstico Rutinario de Enfermedades, así todos los planteles deben ser libres de *Mycoplasma*, *Salmonella* e Influenza Aviar según la Resolución 882/2002, al extraer muestras de una cantidad representativa del grupo de aves y remitidas a un laboratorio certificado por SENASA. Otras enfermedades que no están en un plan de control y no son obligatorias, pero si recomendadas de remitir, son la Bronquitis Infecciosa, la Bursitis Infecciosa/Gumboro y la Enfermedad de Newcastle. Las muestras de elección que se extraen es sangre para suero, realizando luego en el laboratorio las pruebas diagnósticas de ELISA, Aglutinación e Inhibición de la Hemoaglutinación. Otras medidas importantes para la vigilancia

epidemiológica de las enfermedades son la necropsia de todas las aves muertas, rotuladas y conservadas por separado en heladeras, una o dos veces a la semana, y el establecimiento de un protocolo a seguir para el diagnóstico, resolución y documentación de un brote, como puede ser preguntas para hacer en la anamnesis, “¿Cuándo empezó?”, “¿Edades afectadas?” o “¿Tasa de morbilidad y mortalidad?”, signos observados, disminución del porcentaje de postura o la relación con otras granjas cercanas, (si han tenido el mismo problema o hay empleados o veterinarios que concurren a estas). (D’Amén, *et al.*, 2012).

## **6. Higiene del Aire, Agua y Alimento**

### **Aire:**

Con la bioseguridad apuntando siempre a objetos o superficies que son fácilmente tangibles o apreciables, hay una tendencia a olvidar la importancia del aire como transmisor de las enfermedades, (Ver Capítulo 1). Ya sea si son verdaderamente Aéreas o por Gotas, es innegable que es el medio más fácil y rápido por el cual un agente puede transmitirse entre galpones o incluso granjas, por eso en los últimos años ha habido un auge en los enfoques y apreciaciones que se le dan a la bioseguridad del aire.

La principal forma de descontaminar el aire en la actualidad es por medio de Captura Física del agente, y en segundo lugar el uso de rayos UV, es decir, el uso de diferentes tipos de filtros para el atrapamiento del agente, y la destrucción con rayos ultravioletas, respectivamente; Si bien la filtración es más efectiva que la luz UV, el uso en conjunto de ambas termina dando mejores resultados que los obtenidos individualmente por cada método, (Figura 13). (Berg, *et al.*, 1991).

### **Rayos UV.**

Si bien el estudio de la luz UV como método microbicida se puede remontar a más de 100 años en el pasado para la medicina humana, (Ward, *et al.*, 1893; Gates, 1929), su implementación en la bioseguridad de la producción avícola, y los agentes del aire específicamente, recién se ha visto en los últimos 15 años, pero el modo de actuar y características son las mismas en todos los escenarios.

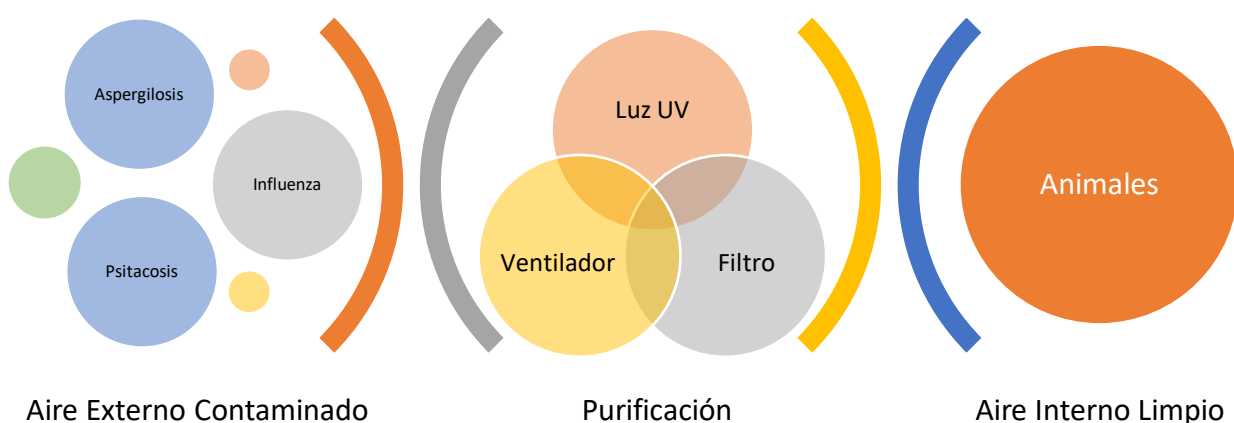
La luz ultravioleta tiene como mecanismo de acción la inactivación del ADN y ARN al inducir cambios estructurales por medio de sus fotones al impactar e interactuar molecularmente con las bases nitrogenadas y otras moléculas que componen el material genético. Típicamente y como estándar se usa la luz con una longitud de onda de 254 nm (nanómetros) o UV254, aunque también puede variar, dentro de la Luz UltraVioleta C o también llamada Luz UVGI (UltraViolet Germicidal Irradiation), que fluctúa entre los 200 nm a los 280 nm, consideradas como las longitudes a la cual puede seguir teniendo poder microbicida. (Jagger, 1967). El tiempo mínimo al cual debe exponerse el aire debe ser de al menos 10 minutos, (Dee, *et al.*, 2011), con una humedad ambiental menor al 80%, con fuentes de luz de la mejor calidad y durabilidad posibles, (focos policromáticos de alta resistencia). (Cutler, *et al.*, 2011).

## **Filtros**

Los filtros más comunes son los HEPA (High Efficiency Particulate Arrestance), aunque los hay también de Bajo Costo, con antimicrobianos o integrados a un sistema de enfriamiento por evaporación, útil para climas cálidos. Los de Bajo Costo pueden ser fabricados usando elementos baratos, desechables y de fácil recambio, ya que pueden hacerse a partir de un pre filtro de tela mosquitera, un filtro de fibra de vidrio y un segundo filtro electroestático, conservando aun así una capacidad de purificación del aire superior a la luz UV. (Kwon, *et al.*, 2011; Dee, *et al.*, 2006).

La eficiencia de un filtro y su capacidad para poder retener partículas de diferentes tamaños se mide en la escala de MERV o Minimum Efficiency Reporting Value, que va desde el 1 al 16, siendo 16 un filtro que evite el pasaje del 95% de las partículas de 0,3 a 1,0  $\mu\text{m}$ , (típicamente los virus como el de la Influenza o la Laringotraqueitis tienen 1 a 10  $\mu\text{m}$  de tamaño), convirtiéndolos en los que más material retienen. El sentido común del lector podría indicarle que elija siempre los filtros MERV 16 por su elevada capacidad de filtración, pero el problema que tienen estos es que reducen demasiado el flujo del aire en comparación con, por ejemplo, un MERV 14, si el galpón no cuenta con un óptimo suministro y circulación del aire por medio de ventiladores. De esta manera queda a criterio del especialista la elección del nivel de filtrado, el cual tendrá siempre que estar acompañado por un correcto flujo y distribución del aire con un sistema de ventiladores para la seguridad de los animales y los empleados. (Dee, *et al.*, 2009).

**Figura 13.** Esquematización de un Sistema de Limpieza del Aire. Elaboración Propia.



## **Diseño de un Sistema de Limpieza del Aire.**

Los diferentes sistemas y enfoques al problema de la bioseguridad del aire y los aerosoles infecciosos pueden sintetizarse en dos sistemas distintos, clasificados según la diferencia de presión del interior del galpón con el exterior, existiendo de esta manera los sistemas de Presión Negativa y los sistemas de Presión Positiva, ambos buscan evitar el ingreso indiscriminado del aire desde fuera, así como controlar el flujo una vez que este ingresó. Los galpones con presión negativa fueron los primeros en inventarse e

implementarse, de esta manera puede generarse la diferencia de presión por medio de ventiladores que producen corrientes de aires hacia el exterior, encauzándolas hacia zonas donde el aire puede salir, pero no entrar. El ingreso del aire se regula por filtros, (usualmente pre filtros MERV 8 seguidos de filtros MERV 14 o 16), y debe asegurarse un completo cierre hermético del galpón, puesto que cualquier abertura o defecto de diseño permitiría el ingreso indiscriminado de aire por la diferencia de presión, además de tener que contar con un ambiente completamente controlado y un alto nivel de tecnificación. Debido a estos inconvenientes, en los últimos años ha habido una tendencia a cambiar hacia el otro sistema, el de presión positiva. (Jadhav, *et al.*, 2015).

Un galpón con presión positiva consta de ventiladores junto a filtros que fuerzan el aire a ingresar, para que sea expulsado por todas las aberturas y evitar así que ingrese aire sin filtrar por estas. Los sistemas de filtración suelen estar compuestos por un pre filtro que puede ser de tela mosquitera, el ventilador, y un filtro HEPA MERV 14, pudiendo implementarse dos vías alternativas para el aire, una para ser usada durante los periodos cálidos del año con un sistema de enfriamiento, y otra sin enfriamiento. Un inconveniente que tienen estos sistemas es en climas fríos y húmedos, donde habrá un mayor deterioro por la condensación y acumulación de agua al ingresar desde el exterior, por eso deben someterse a inspección y mantenimiento de manera rutinaria.

### **Agua:**

Con el avance y expansión del sector agrícola a nivel mundial crece también su consumo de agua, y en las últimas décadas se le ha prestado cada vez más atención dentro de la avicultura a la importancia vital de este líquido, no solo en cantidad, que suele ser la preocupación más inmediata, sino también en su calidad y bioseguridad.

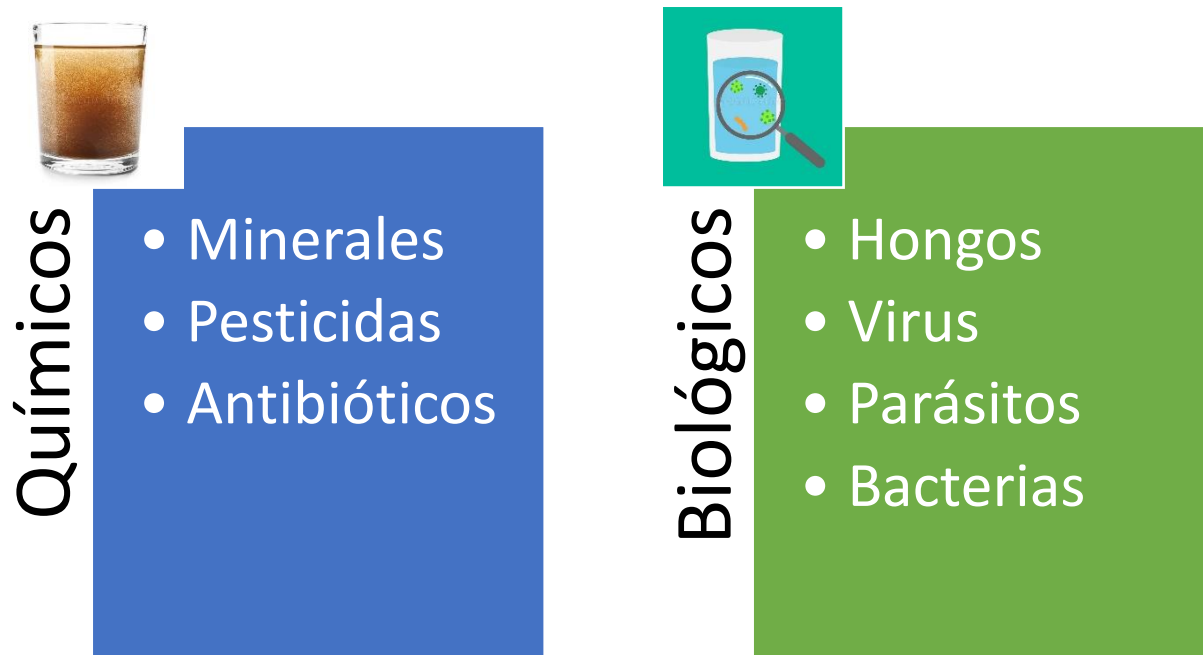
Los mayores riesgos para la calidad del agua en las granjas de reproductoras consisten en contaminaciones de origen industrial, municipal y agrícola, junto a la cada vez más alarmante contaminación biológica, todas en aumento acompañando el crecimiento de las urbes humanas, (que producen las tres primeras contaminaciones nombradas), que a su vez es seguido del crecimiento de la producción animal, (que generan desechos biológicos dentro de la cuarta contaminación). Todo esto genera una sumatoria de contaminantes dentro de las fuentes de agua potable a nivel mundial, puesto que los desechos dentro del agua derivada de las granjas son devueltos o desembocan en grandes cuerpos de agua, sin tratar o controlar, afectando la sanidad humana, animal y del ambiente, (One Health). (Djekic, 2015).

En términos generales, la obtención del agua y su origen para una granja dependerá principalmente de su ubicación relativa con respecto a centros urbanos importantes, necesitando cada una de estas un enfoque diferente. Las producciones periurbanas podrán acceder a agua de origen municipal, que suele estar tratada, de esta manera los riesgos para la bioseguridad son bajos y la atención deberá centrarse principalmente en la distribución del agua dentro del establecimiento y sus desechos. Por otro lado, si la granja está ubicada en una zona rural, el origen del agua puede ser una fuente abierta como un lago o río, con un alto riesgo en la bioseguridad por contaminación biológica o

química industrial, o puede ser una fuente cerrada como agua subterránea de una perforación, con un riesgo intermedio de bioseguridad puesto que pueden contener contaminantes químicos naturales.

### **Contaminantes:**

Dentro de la enorme cantidad de contaminantes se pueden crear dos grupos distintos para clasificarlos, de esta manera, según Halls, (2008), están los Contaminantes Químicos y los Contaminantes Biológicos o Bióticos.



**Figura 14.** Grupos de Contaminantes del Agua. Elaboración Propia.

El grupo de los Contaminantes Químicos consiste de moléculas inorgánicas que pueden o no ser de origen humano. De esta manera están los Minerales, los cuales presentan efectos tóxicos crónicos o incluso agudos en las aves, y que también pueden transmitirse al humano por medio del huevo o la carne; Los más peligrosos son los que tienen una toxicidad intrínseca y pueden estar presentes naturalmente como parte del agua, como el Flúor, el Plomo, los Nitritos (y sus metabolitos, los Nitratos), Selenio, Mercurio, Cadmio y Arsénico. El hallazgo de cualquiera de estos minerales en el agua debería desencadenar una alerta de bioseguridad grave junto a una reevaluación de la calidad del agua, especialmente aquellos que son del grupo de los metales pesados, (Mercurio, Cadmio y Plomo), puesto que actúan como contaminantes de los alimentos para el hombre.

Otros contaminantes del grupo de los Químicos de importancia son las Drogas, ya sea dentro de la industria agrícola, (como los pesticidas), o la propia producción animal, para la cual la FAO ha declarado, como un riesgo mayor para la bioseguridad a nivel mundial, a los antimicrobianos, puesto que su uso a niveles subterapéuticos en todas las industrias animales ha aportado un constante flujo de antibióticos para que haya



poblaciones y genes de bacterias con resistencia, usando el agua como medio para luego diseminarse al ambiente y a las poblaciones humanas.

Dentro del grupo de los Contaminantes Biológicos se pueden encontrar microorganismos tales como Hongos, Virus, Parásitos y Bacterias.

Si bien el riesgo para la bioseguridad de los hongos transmitidos por el agua históricamente ha tenido poca relevancia, en los últimos años las micotoxinas han ido cobrando cada vez más importancia, junto a la capacidad y resistencia de los hongos al producir biofilms, hallándose sus toxinas incluso en agua embotellada. (Oliveira, *et al.*, 2016).

Muchos virus de importancia pueden encontrarse en el agua si la granja la extrae de una fuente abierta, sobre todo por las aves acuáticas migratorias que intervienen en el ciclo biológico del agente, como son el Virus de Marek, el Virus de Newcastle, la Bronquitis Infecciosa o la Influenza Aviar. (Amaral, 2004).

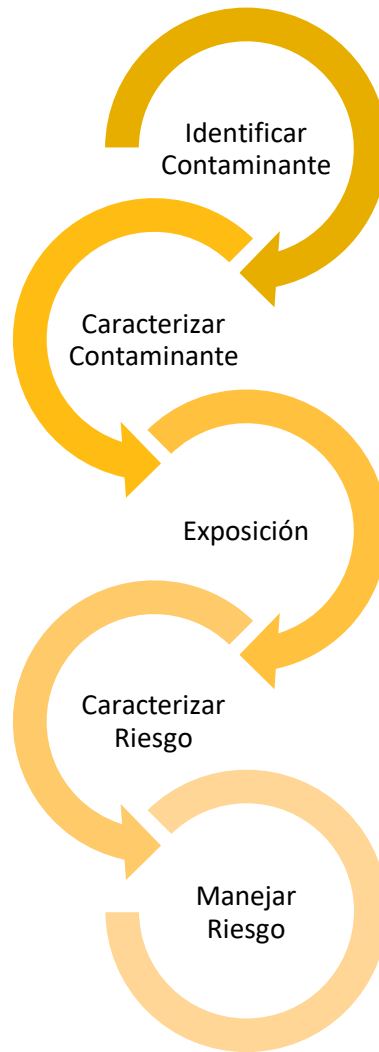
Los parásitos más relevantes para las aves en el agua son los coccidios, puntualmente *Eimeria spp.*, y son un grave problema puesto que sus ooquistes son extremadamente resistentes a los desinfectantes, incluyendo el cloro, de ahí la importancia de obtener el agua de una fuente lo más segura posible.

De todos los agentes listados, las bacterias son los que presentan el mayor rango de variedad, resistencias y virulencias, encontrándose desde enterobacterias fecales contaminantes con infecciones crónicas, hasta cianobacterias anaeróbicas, (también llamadas Algas Azul-Verdosas), con infecciones hiperagudas fulminantes. (Falconer, *et al.*, 1992). Las dosis infectivas, es decir, la cantidad de células bacterianas presentes en 1 litro de agua necesarias para generar la enfermedad, de algunos agentes de riesgo para la salud humana y aviar que pueden encontrarse son *Salmonella spp.*, con 100 a 1.000 células, *Escherichia coli*, con solo 5 a 10 células y *Campylobacter*, con 500 células. (Kothary, *et al.*, 2007).

### **Diseño de un Plan de Bioseguridad del Agua**

Tanto la calidad como la cantidad de riesgos deben ser cuidadosamente evaluados de manera rutinaria para poder prevenir contaminaciones en el agua, de esta manera hay pasos básicos que pueden seguirse para evitarlos, (Figura 15), y según Dewolfe *et al.*, (2019), son los siguientes:

Primero hay que Identificar al Contaminante, ya sea químico o biológico, luego hay que Caracterizarlo, saber cuánto y que tipo de riesgo causa, después calcular el Nivel de Exposición, para saber cuál es su incidencia, de esta manera con estos datos se puede Caracterizar el Riesgo, ya que se sabe la probabilidad de ocurrencia junto a su magnitud, y finalmente el Manejo del Riesgo puesto que con este conocimiento se puede trazar un método o plan para prevenir este riesgo, teniendo en cuenta el costo/beneficio y accesibilidad a soluciones.



**Figura 15.** Pasos Básicos para un Plan de Bioseguridad del Agua. Elaboración Propia.

### **Análisis del Agua**

El análisis del agua es un método sencillo, barato e infalible si se quiere contar con una granja que cumpla con un correcto plan de bioseguridad y prevención de enfermedades. (Fresenius, *et al.*, 1988). El tipo de análisis más básico debe cubrir por lo menos la química del agua y las bacterias más importantes, debe realizarse como mínimo dos veces al año y al menos en tres lugares distintos, primero en la fuente de origen, luego en el punto de ingreso a la granja y finalmente en los bebederos. La correcta toma de muestras puede realizarse si primero se desinfecta la zona de donde se va a tomar, luego se deja correr libremente por no menos de 10 minutos y se recolecta la muestra en un envase estéril, la cual puede refrigerarse por un día de ser necesario, pero debe llevarse al laboratorio lo más pronto posible. Dicho esto, y como se recalcó con anterioridad, la sanidad o seguridad biológica del agua puede cambiar abruptamente, así cualquier cambio en el olor, gusto, turbiedad, aspecto o color, o brotes que puedan hacer sospechar de un agente transmisible por el agua, debe realizarse un análisis sin dudar.

También debe cumplirse con la jurisdicción provincial o nacional sobre la calidad del agua, de haberla.

### **Limpieza del Agua**

Existen una gran variedad de métodos para poder remover no solo agentes sino también partículas y metales contaminantes del agua, algunos eliminan solamente grandes partículas y sirven solo como una pre-filtración, (arena o filtros de carbón), para otros métodos más eficientes, (como la ultra-filtración o la nano-filtración), aunque ninguno de estos elimina agentes microscópicos o sus toxinas, por eso un sistema de Osmosis Inversa es considerado como el mejor sistema de purificación de agua, dando un líquido que es 99,9% agua pura, pero tiene el inconveniente que es muy caro y poco accesible para las granjas. Otro problema de todos estos sistemas es que, si bien remueven el contaminante, solo lo hacen en el punto específico donde se produce la filtración, no durante todo el recorrido del agua hasta el bebedero, ya que no dejan residuos activos que continúen el proceso de desinfección, así si ingresa una bacteria en una zona después del filtrado, este proceso se vuelve inútil, por eso siempre acompañando un proceso de filtrado o purificación por otros métodos, (como ozonización o luz UV), debe aplicarse un método que deje residuos en el agua para continuar con el proceso de desinfección durante todo su recorrido, de ahí que el desinfectante predilecto a nivel mundial sea el Cloro, por ser un producto económico y de fácil adquisición, y si bien es bastante seguro, debe vigilarse estrechamente el funcionamiento del clorinador así como de los niveles del desinfectante en el agua, no solo para asegurarse que no haya crecimiento bacteriano sino para evitar toxicidad. (Parsons, *et al.*, 2006). Si se aplica el sistema Todo Adentro/Todo Afuera, cuando los galpones están vacíos y no hay animales que tomen de los bebederos, se pueden usar dosis altas de cloro, o pasar a desinfectantes más potentes como el peróxido de hidrogeno o dióxido de cloro, con el fin de eliminar posibles formaciones de biofilms dentro de las tuberías. (Mijinyawa, *et al.*, 2008).

### **Alimento:**

Puesto que el alimento es el recurso que requiere de las mayores inversiones económicas dentro de las granjas, ocupando hasta un 70% de los gastos totales, no es sorpresa que cada vez se le preste más atención a la calidad del mismo, no solo desde el punto de vista nutricional, sino sanitario y con respecto a su bioseguridad y riesgo para las aves y humanos. Debido a los diversos orígenes que pueden tener los distintos tipos de alimentos, (que en la industria avícola son principalmente granos), hay múltiples puntos de entrada para los agentes, desde los campos donde son cosechados los granos hasta su almacenamiento, procesamiento o transporte, así como la exposición a factores ambientales perjudiciales como la humedad, el viento, y roedores o aves silvestres. (Maciorowski, *et al.*, 2007).

### **Contaminantes.**

Los diversos puntos de ingreso para los agentes abarcan toda la línea de producción del alimento, desde la plantación en los campos hasta los comederos en los galpones, así

granos irrigados con agua contaminada con *Salmonella spp* puede ingresar la bacteria al establecimiento, (Hannings, *et al.*, 2009), o agentes transmitidos por el aire que vuelan dentro de las fabricas donde se producen los pellets del alimento balanceado, (Maciorowski, *et al.*, 2002), por eso la problemática debe enfocarse de una manera global que tenga en cuenta todas estas posibilidades.

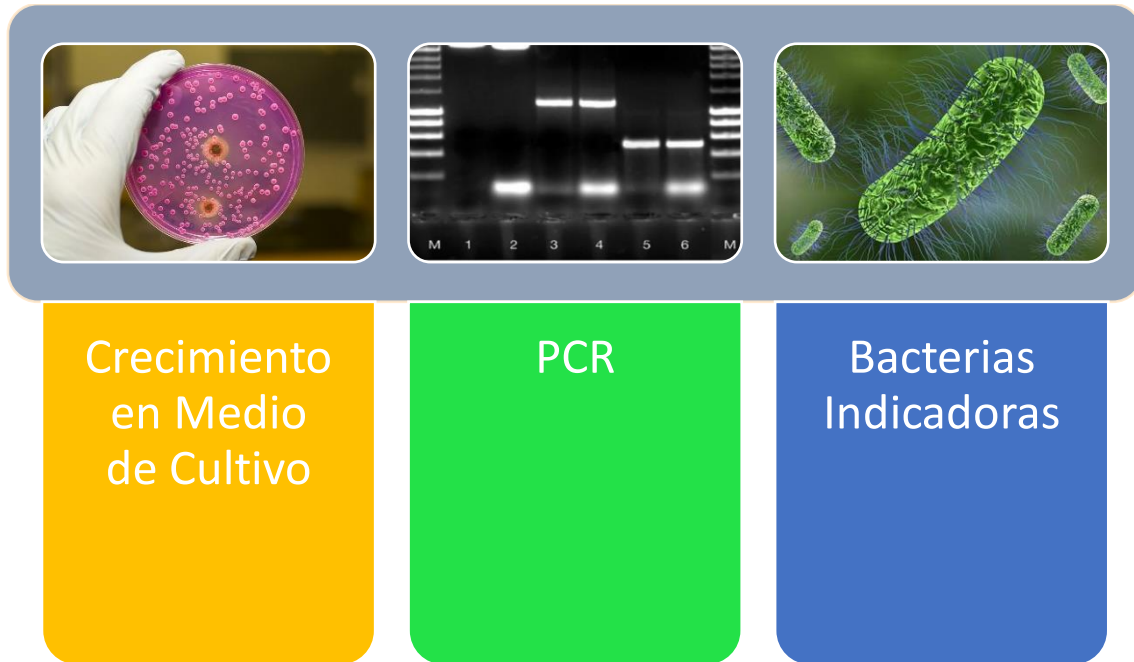
Dentro de los principales agentes que pueden intervenir están los Hongos, los cuales generan tremendos impactos económicos en todas las industrias, pero no de manera directa, sino por la contaminación del alimento de ciertos géneros, como *Aspergillus* o *Fusarium* que liberan metabolitos tóxicos llamados micotoxinas, las cuales pueden ser extremadamente resistentes y duraderas en el alimento. Hay más de 500 toxinas y constantemente se siguen encontrando más, pero se pueden resaltar algunos grupos por su relevancia, como las aflatoxinas, las fumonisinas o los tricotecenos. Históricamente el método preferido de combate contra las micotoxinas ha sido el de impedir la colonización de los hongos, puesto que la detoxificación se ha probado difícil de realizar, por eso pueden emplearse métodos físicos como calor o químicos como ácidos orgánicos, los cuales serán explorados en profundidad más adelante en el capítulo. (Hesseltine, 1976).

El otro grupo importante de patógenos son las Bacterias, particularmente las que presentan los mayores riesgos o tienen la mayor distribución, que suelen ser las que tienen la capacidad de actuar como flora nativa del alimento, sobreviviendo y proliferando en el ambiente que este ofrece. Algunos de estos géneros que pueden colonizar el alimento son el grupo de las *Salmonellas*, donde se ha hallado evidencia de que el origen de diversos brotes en granjas de reproductoras estuvo en el alimento, (Jarquin, *et al.*, 2009), teniendo este agente extrema relevancia tanto por su carácter zoonótico y de Enfermedad Transmitida por Alimentos, como por sus devastadores efectos en las granjas de reproductores de producirse un brote. Todo esto es facilitado por características propias del ciclo biológico del agente, como su transmisión por roedores o resistencia en el ambiente. Otro grupo son las Bacterias Formadoras de Esporas, como las del género *Clostridium*, relevantes porque su capacidad para entrar en un estado de resistencia, (espora), frente a condiciones ambientales adversas le permite sobrevivir a muchos métodos de desinfección del alimento, como el calor en el proceso de fabricación de los pellets. (Greenham, *et al.*, 1987). Un grupo que se está investigando cada vez más últimamente por su importancia al ser una de las mayores ETA del mundo es el género de las bacterias *Campylobacter*, puntualmente *C. jejuni*, puesto que las aves son los reservorios naturales del agente y podría existir un ciclo biológico que lo perpetúe al contaminarse los alimentos de estos animales. (Allen, *et al.*, 2007).

### **Análisis del Alimento**

A diferencia de otros medios, como el agua, el alimento no tiende a la homogeneidad y por lo tanto es extremadamente difícil hacer un muestreo representativo para detectar los agentes que puedan estar contaminando, puesto que puede haber apenas algunas partículas en varios miles de kilogramos de alimento, y se alcanzan ritmos de producción

de toneladas por hora en la fábrica. Una fuente para el muestreo que puede ser más representativa que el alimento en sí, es el polvo y partículas que rodean al molino y maquinas, ya que ahí pueden estar presentes las bacterias que generan una reinfección constante usando nichos biológicos en el ambiente. (Jones, 2011).



**Figura 16.** Métodos para el Diagnóstico de Contaminantes en el Alimento. Elaboración Propia.

El método usado históricamente para analizar el alimento consiste en observar el Crecimiento en Medio de Cultivo, el cual se ha ido modificando y adaptando, agregando sustancias anti-fúngicas para evitar la contaminación por hongos si estoy buscando solo bacterias, así como reducir los nutrientes del medio o un método de muestreo estandarizado para tener un crecimiento más representativo. El agente más buscado con este método siempre fue *Salmonella*, pero se encontraron algunos obstáculos que alteran el correcto diagnóstico, como el hecho de que las *Salmonellas* no móviles son más difíciles de detectar y debe usarse un medio especial para ellas o que los aditivos químicos pueden enmascarar o alterar los resultados, debido a estos problemas en los últimos años se comenzaron a usar cada vez más métodos alternativos. (Soria, *et al.*, 2011).

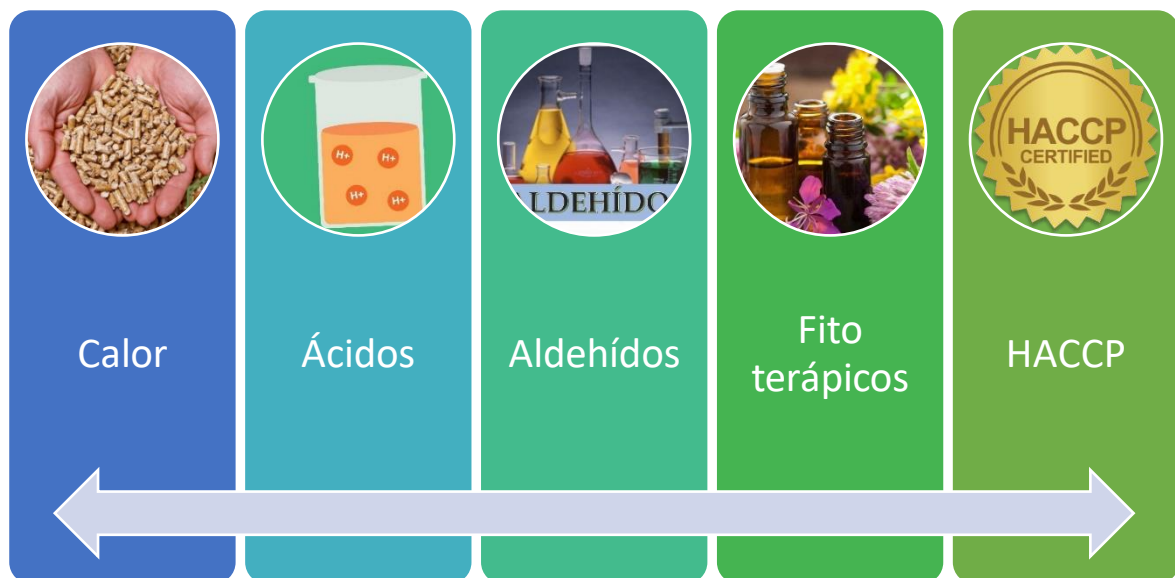
Uno de estas alternativas es el diagnóstico por PCR, un método que es muy sensible, específico, cada vez más barato y con el nuevo RT-PCR se volvió también rápido, pudiendo identificarse no solo la *Salmonella* sino también específicamente la serovariedad actuante, o incluso genes específicos que indiquen ciertas adaptaciones a las altas temperaturas o antimicrobianos. (Malorny, *et al.*, 2008).

Otro concepto que se está aplicando es el de Bacterias Indicadoras, es decir, que la presencia de ciertas bacterias en el alimento garantiza también la presencia de otras, por tener vías de ingreso, ambientes de crecimiento y ciclos biológicos similares, como

ocurre con las bacterias de la familia *Enterobacteridae* (como *E. coli*) y *Salmonella*, donde el hallazgo de la primera es un fuerte indicativo de la presencia de la segunda. También puede emplearse para evaluar la efectividad de los métodos de limpieza. (Jones, *et al.*, 2004).

### Limpieza del Alimento

Los métodos más importantes para la descontaminación del alimento se pueden dividir en los métodos que son Físicos y los métodos que recuren a Aditivos Químicos y Biológicos, siendo recomendado el uso combinado de todas las medidas preventivas posibles en un sistema integrado, (Figura 17). Dentro del primer grupo se encuentra principalmente el Calor, (aunque si bien existen otros como la Irradiación estos no son populares en nuestro país para los alimentos animales), usado sobre todo para el proceso de pelleado, el cual consiste en el calentamiento del alimento balanceado en forma de pasta por medio de vapor, para luego presionarlo por los agujeros dándole su forma y finalmente enfriarlo con aire; Los principales factores para una correcta desinfección son un tiempo suficiente de aplicación, la temperatura usada y el nivel de humedad. Los principales agentes que pueden interferir son bacterias como los Clostridios, (los cuales son inmunes) y *Salmonella*, esta última puede combatirse todavía mejor puesto que hay sinergismo entre los diferentes métodos de limpieza del alimento, como combinar calor, (incluso en temperaturas subletales), con ácidos orgánicos. (Milillo, *et al.*, 2011). Algunas situaciones que pueden alterar la efectividad del proceso es la reducción de la temperatura usada, lo cual puede llevar incluso a la generación de resistencia térmica, y a la recontaminación por el aire debido al polvo que flota dentro de los molinos.



**Figura 17.** Las Diferentes Medidas para la Limpieza del Alimento. Elaboración Propia.

El grupo de los Aditivos Químicos y Biológicos está compuesto por sustancias que pueden agregarse al alimento y deben cumplir ciertos criterios, como no solo ser eficientes sino ser económicamente viables, aprobados por las autoridades sanitarias y ser seguro para las aves y los consumidores. Algunos de estos son los Ácidos, orgánicos

e inorgánicos, (principalmente los Ácidos Grasos de Cadena Corta, como el Fórmico o el Propiónico), usados dentro de los envoltorios como conservantes, en los procesos de fermentación y como probióticos, teniendo como mecanismo de acción una disrupción directa del balance de pH de las membranas bacterianas. (Ricke, 2003). Otro uso interesante es dentro del agua, en forma de Ácido Acético o Vinagre, como antimicrobiano y como probiótico, en una concentración del 2 al 5%.

Otro son los Aldehídos, los cuales si bien son muy efectivos también son más riesgosos, tienen más efectos adversos sobre la salud de los animales y los que lo manipulan y pueden alterar las propiedades nutritivas del alimento, así si bien eran usados en el pasado, su uso se está descontinuando cada vez más.

Los Aceites Esenciales y Fitoterápicos son básicamente extractos aromáticos y metabolitos derivados de diversas especies de plantas, los cuales se cree tienen como principal mecanismo de acción en común el traspaso de las membranas bacterianas y la alteración de su funcionamiento interno. Algunos ejemplos de plantas con propiedades antimicrobianas son el orégano, el ajo, la cúrcuma, el pimiento y el romero. Su uso está teniendo cada vez más auge por sus propiedades seguras y obtención natural, pudiendo predecirse que tendrán cada vez más relevancia en el futuro. (Calo, *et al.*, 2015).

Siempre junto a sea cual sea el método usado, se debe emplear el concepto de Hazard Analysis Critical Control Points o HACCP a cualquier línea de producción de alimentos para aves, es decir, identificar los Puntos de Control y los Puntos Críticos de Control donde es más probable el ingreso de un agente contaminante en la producción y distribución del alimento, para poder entonces analizar las posibles soluciones o sectores que deben tener más vigilancia microbiológica. (Jones, *et al.*, 1994).

## **7. Destino de Animales Muertos y Desechos Biológicos.**

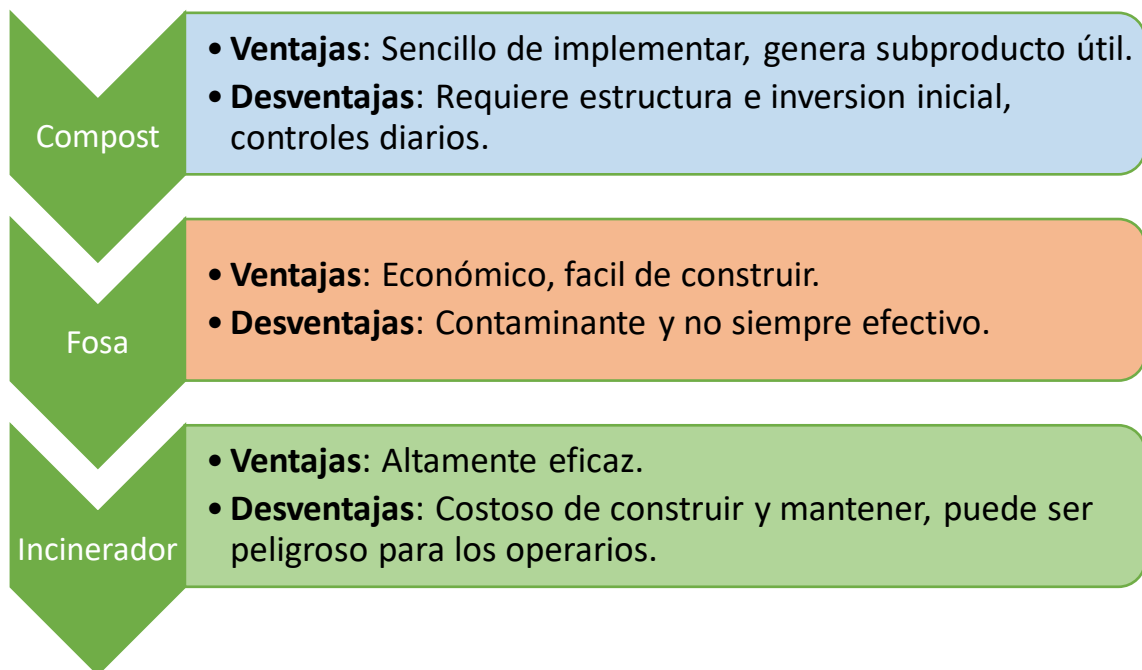
En las granjas de reproductores puede haber hasta decenas de miles de animales, por lo tanto, es de esperar que aun en condiciones ideales haya una considerable cantidad de desechos biológicos, es decir, las heces, plumas y las camas usadas junto a cualquier otro tipo de deyecciones que los animales produzcan, así como también las propias aves muertas. El establecimiento debe contar con un método eficiente, seguro para el medio ambiente y los empleados y que garantice la destrucción segura de los microorganismos patógenos que puedan encontrarse en los desechos biológicos y los cadáveres, sin producir contaminaciones importantes, y debe poder realizarse dentro del predio de la misma granja, o de no ser posible por un alto volumen, en un terreno preparado previamente para este fin, como lo establece SENASA en la Resolución 542/2010, Anexo II, Ítem 5.4.

### **Métodos de Eliminación**

Los principales métodos por los cuales las granjas se pueden deshacer de los desperdicios biológicos son Físicos, consistiendo en el Compostaje, la Fosa Séptica y el Incinerador o Digestor, (Figura 18), siendo el primero el más usado, aunque todos tienen

gran eficacia y pueden realizarse siempre y cuando no haya normativas provinciales que digan lo contrario.

Sin importar el método elegido, cuando haya altas tasas de mortalidad donde se establezca que la causa no es infecciosa, se pueden transportar los altos volúmenes de cadáveres y deyecciones usando un vehículo que no pierda su contenido en el trayecto acompañado por un certificado emitido por el veterinario a cargo del establecimiento. Si la causa se establece como infecciosa, pero que no sean aquellas enfermedades contempladas dentro de la Resolución de SENASA 882/2002, se puede retirar solamente los desechos biológicos correspondientes a las camas que se demuestren que no contienen al agente por medio de análisis, mientras que si hay un brote de algún agente que si esta contenido dentro de la Res. 882/02, como lo son *Salmonella*, *Mycoplasma*, *Newcastle* o *Influenza Aviar*, no debe extraerse ningún deshecho, deyección o animal muerto o vivo del galpón donde se criaban, y se realizará un compostaje dentro del mismo galpón, retirándose luego el material obtenido del proceso por medio de vehículos tapados con lonas que no pierdan su contenido en el trayecto, acompañado de un certificado emitido por el veterinario a cargo. (D'Amén, *et al.*, 2012).



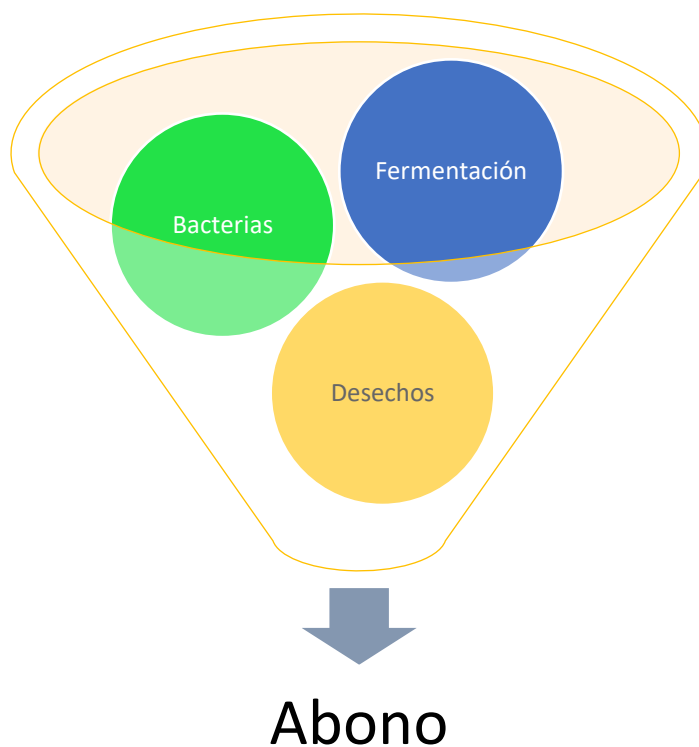
**Figura 18.** Métodos de Eliminación de Desechos Biológicos. Elaboración Propia.

Compostaje: Consiste en un proceso fermentativo aeróbico controlado sobre los desechos, el cual por medio de ciclos de altas temperaturas biotransforma a estos en un material estable, (abono), puesto que evita la putrefacción anaeróbica, el cual se lleva a cabo por un periodo de entre 14 a 21 días. También es inoloro, libre de microorganismos patógenos, dejando pocas oportunidades para el desarrollo de carroñeros como moscas y puede usarse incluso como subproducto en la industria agraria o animal. (Collins, *et al.*, 1999).



Los materiales requeridos son una biomasa, que actúa como sustrato, la cual consiste de las deyecciones y las aves muertas colocadas de manera intercalada con las camas y la paja, es decir, primero una capa de cama, luego una de paja, después una de aves, (una al lado de la otra, alejadas de los bordes), y finalmente se vuelve a repetir la misma estratificación, todo esto dentro de cajones contruidos con tablas de madera de aproximadamente 20 cm de ancho dejando 5 a 10 cm de espacio entre cada una, (para permitir el flujo e intercambio del aire), colocado sobre un piso de cemento con techo de chapa, rodeado de un alambre o membrana que impida el paso de las aves silvestres y roedores.

Las cantidades de sustrato a usar están establecidas de manera que se logren luego proporciones de entre 20:1 a 35:1 de Nitrógeno:Carbono para la fermentación, así para comenzar se colocan en los cajones por cada Kg de carne, 1 Kg de cama y 1 Kg de paja, junto a 250 a 500 ml de agua, de esta manera cuando se estabilice el proceso fermentativo se deben alcanzar un microambiente con ciertas características, las cuales son una humedad del 30 al 40%, un pH de entre 6,5 a 8, una temperatura de 55 a 65 °C y una oxigenación de 5 al 10%, esto garantiza la destrucción de cualquier tipo de agente patógeno. (Ricaurte-Galindo, 2015).



**Figura 19.** Esquematización de los Elementos Principales del Compostaje. Elaboración Propia.

Si no se logran dichas condiciones, se usan proporciones incorrectas o se colocan las aves demasiado cerca de los bordes, (permitiendo que se humedezcan), el proceso de

fermentación puede convertirse en uno de putrefacción, impidiendo eliminar los patógenos, así como dando malos olores y atracción de insectos y animales. Para evitar esto se debe controlar diariamente con un termómetro para asegurarse que se está alcanzando la temperatura deseada, y se puede incluso revolver o voltear algunas de las capas cuando está finalizando el proceso para airear y permitir el ingreso de oxígeno, dando un último aumento de temperatura más por la reavivación del proceso fermentativo que refuerza el efecto germicida.

Fosa Séptica: Se trata de una fosa excavada en el suelo, revestida de lona impermeable y con solo una pequeña abertura en la parte superior por donde se arrojan los cadáveres de las aves, así se permite que se lleve a cabo el proceso de putrefacción aislado del ambiente exterior, sin permitir que escapen los microorganismos o los malos olores ni que ingresen insectos o animales carroñeros. Una variante de esto consiste en simplemente el entierro de las aves, es decir, colocar las aves en un pozo con cal para que se descompongan, pero tener en cuenta que tanto el entierro como la fosa séptica pueden terminar contaminando el suelo y fuentes de agua subterráneas, sobretodo en granjas con grandes volúmenes de desperdicios. Las principales ventajas de ambos métodos es que son muy económicos y fáciles de implementar. (Sims, *et al.*, 1994; D'Amén, *et al.*, 2012).

Incinerador: Consiste de un horno a gas especialmente diseñado para, por medio de altas temperaturas, quemar y convertir en cenizas los cuerpos de las aves. Es el método más eficaz en términos de bioseguridad, puesto que tiene el potencial de reducir a cenizas grandes volúmenes de desechos muy rápidamente, eliminando de manera segura cualquier agente con riesgo epidemiológico que pueda estar presente. Tiene el inconveniente de ser también el método más costoso de implementar y mantener, además de que debe cumplir con todos los requisitos legales y de seguridad que su instalación implica, y cuenta con un manejo más complejo y peligroso que los otros métodos. (Shih, 1993).

## **8. Control de Plagas**

Se puede definir a una Plaga como un animal o insecto que compite con el hombre por recursos como el agua, alimento o espacio, y la competencia se puede extender a sus animales domésticos y las producciones. Debido a su carácter invasivo, su presencia resulta no solo molesta sino peligrosa, puesto que las plagas actúan como transmisores de muchas enfermedades y son un eslabón importante en varios ciclos biológicos de diferentes agentes de importancia en la salud pública y animal, además de ser oportunistas teniendo la posibilidad de ingerir el alimento y agua o incluso destruir camas o instalaciones generando grandes pérdidas económicas, de ahí la importancia de su control o erradicación de la granja. (Backhans, *et al.*, 2012).

Si bien las Plagas por excelencia y las más importantes son los Roedores, debe hacerse una mención especial a los Animales Silvestres, los cuales también pueden actuar como oportunistas atraídos por la disponibilidad de alimento o refugios, además de que están

mejor adaptados a las condiciones climáticas y ambientales que los roedores haciendo que puedan ser más difíciles de eliminar, también al ser animales autóctonos y no invasores, su control debe tener especial cuidado y se debe considerar el estatus poblacional del animal, (si está en peligro de extinción y protegido), para saber si pueden eliminarse sus números de manera responsable o no, o el rol que desempeña este dentro de la cadena alimenticia, (tal vez eliminar a un animal carnívoro cause que la población de roedores explote, puesto que dicho animal mantenía a raya su crecimiento por medio de la depredación), por eso todas estas variantes deben ser tenidas en cuenta cuando uno se enfrenta a plagas por animales nativos. Dentro de los Animales Silvestres se pueden encontrar una gigantesca variedad, ya que dependerá de la zona o ecosistema donde esté ubicada la granja, pero algunos de las plagas silvestres más comunes que pueden hallarse son las Aves Silvestres, las cuales pueden ingresar si hay un enrejado deficiente o con aberturas, y pueden ser invasoras como Gorriones, Zorzales o Palomas, o ser nativos como Tucanes, Loros o Golondrinas. Otras especies que pueden encontrarse son los roedores nativos, como los Cuises, las Chinchillas o los Colilargos, (estos últimos pueden transmitir Hantavirus, una enfermedad muy peligrosa para el humano), o animales más exóticos, como pueden ser reptiles tales como las Iguanas o los Lagartos. (Dharma, *et al.*, 2008; Miller, *et al.*, 2017)

### **Los Roedores**

Como se nombró anteriormente, los roedores actúan como transmisores o reservorios de muchas enfermedades, no solo como vectores biológicos, sino también mecánicos ya que llevan los agentes en el pelaje y las patas. Su control puede resultar muy complicado puesto que pueden escapar de las instalaciones e irse al campo cuando los galpones son vaciados y no hay disponibilidad de alimento, y regresar cuando se vuelve a ingresar las aves, pudiendo re infectar o incluso llevar a los agentes a establecimientos cercanos. Si bien este es el principal riesgo, no es el único, ya que, en el proceso de construcción de sus madrigueras, nidos o al abrirse camino, destruyen los materiales aislantes de los techos, paredes y suelos, además debido a sus hábitos nocturnos pueden asustar y estresar a las aves, y finalmente consumen una gran cantidad de alimento, por ejemplo, solamente 100 ratas comen 2 kg de alimento por día, esto es más de 700 kg a lo largo de todo un año. (Lang, *et al.*, 2013).

Todos los roedores que infestan las granjas tienen en común que son de hábitos nocturnos, viéndose solo ejemplares durante el día en infestaciones masivas, teniéndose como regla general que por cada rata que yo vea de día, hay 25 más que no estoy viendo que salen durante la noche. Tienen una visión muy pobre, guiándose principalmente por sus extraordinarios sentidos del olfato, tacto y audición, y rara vez recorrer los espacios abiertos, en su lugar prefieren caminar contra los bordes o esquinas de las paredes donde hay más resguardo, aunque también son hábiles escaladoras pudiendo subir casi cualquier superficie vertical. Usan caminos o senderos predeterminados y no se alejan demasiado de sus nidos, (el rango es de 45 m para las ratas y 9 m para los ratones), los cuales pueden tener hasta 2 m de profundidad y varios metros de extensión, donde almacenan alimento y se refugian durante el día. Siempre

evitan elementos u objetos nuevos cuando son introducidos en su ambiente, como las trampas, y solo interactúan con estos cuando se acostumbran a su presencia, (esto se le conoce como neofobia). Otra característica relevante son sus 4 incisivos, (2 superiores y 2 inferiores), los cuales tienen un crecimiento de hasta 10 cm anuales y deben ser permanentemente gastados. Esto lo logran masticando o royendo los obstáculos que se encuentran para llegar al alimento o fabricar sus nidos, pudiendo penetrar madera, goma, plástico, plomo o incluso cobre, esto lo logran puesto que sus dientes llegan a ser un 50% más duros que el hierro. Forman colonias y tienen un complejo sistema de jerarquía, donde los primeros en interactuar con objetos o alimentos nuevos, y explorar durante el día otras sendas, son los miembros más jóvenes, inexpertos y sumisos del grupo, mientras que los más ancianos y experimentados son mucho más cautelosos y difíciles de atrapar. (Feng, *et al.*, 2014).

Por último y más importante, los roedores son extremadamente prolíficos, una rata hembra madura sexualmente a los 2 o 3 meses, (1 a 2 para los ratones), con una gestación de 19-23 días de duración y 6 a 8 gestaciones por año, producen 6 a 12 crías por camada. Si se considera que el 50% de los nacimientos son hembras, una sola madre puede dar otras 22 hembras en un año, así en condiciones ideales, una sola pareja de ratas puede generar más de 15 millones de individuos como descendencia en un periodo de tres años. Esto es un número teórico solamente puesto que rara vez se cumplen dichas condiciones, pero es una estimación del poder reproductivos de los roedores. (Feng, *et al.*, 2014).

Las tres principales especies de roedores que afectan todas las granjas son la Rata Común, la Rata de Techo y el Ratón Casero, (Figura 20).

La Rata Común, (*Rattus norvegicus*), también llamada Rata Marrón, Rata de Calle o de Alcantarilla o Rata Noruega, es la más grande de estas especies, con 300 g de peso y 20 a 25 cm de largo, tiene un pelaje característico marrón y su comportamiento nidícola se centra en el suelo, específicamente en madrigueras que excava en la tierra, las cuales pueden tener hasta 15 cm de diámetro en la entrada. Son omnívoras, por lo cual pueden intentar robar huevos de los nidos, (los cuales voy a encontrar desplazados de lugar o en la entrada de las cuevas), o incluso atacar pollitos si hay una infestación masiva.

La Rata de Techo, (*Rattus rattus*), Rata Negra, Rata de Barco o de Casa, es más pequeña que la rata anterior con 200 g y 15 a 20 cm, tiene un pelaje oscuro, y sus nidos los forman en lugares altos como el interior de los techos con fragmentos del propio aislante. Son granívoras por lo tanto se ven atraídas principalmente por el alimento de las aves.

El Ratón Casero, (*Mus musculus domesticus*), o Ratón de Campo, es el roedor más pequeño que se puede llegar a encontrar en un establecimiento, 12 a 15 g y menos de 10 cm, puede atravesar prácticamente cualquier abertura. Es omnívoro, pero prefiere los granos, y forma nidos en lugares secos, cálidos y apartados, por lo cual no necesariamente siempre se establece dentro de la granja.



**Figura 20.** Diferencias entre Ambas Especies de Rata. Elaboración Propia.

### **Monitoreo**

La vigilancia de las plagas consiste en la observación constante en busca de indicios que delaten la presencia de roedores dentro de la granja o en sus alrededores, (Figura 21), y la identificación, de ser posible, de que especie de roedor es. Dicha búsqueda debe realizarse por alguien con experiencia tomándose su tiempo, de manera minuciosa y atenta, puesto que los rastros dejados por los roedores pueden llegar a ser muy sutiles. Una de las primeras y más obvias pistas de una infestación es la presencia de nidos, ya sean en el suelo o techo, las aberturas que roen en estos, en bolsas de alimento o en caños de agua, y sus senderos, los cuales si pasan por un terreno polvoriento pueden dejar huellas que son observables a simple vista si se revisan temprano en la mañana y hay poco viento. Otro hallazgo es la presencia de heces, donde incluso puede llegar a diferenciarse la especie de rata por las características de esta, (forma capsular o esférica para la rata común y forma de huso para la rata de techo). El avistamiento diurno de ratones es posible, mientras que en las ratas es raro y solo se produce en infestaciones masivas, donde los jóvenes del grupo se ven obligados a explorar en busca de comida, pero si pueden llegar a escucharse sonidos y vocalizaciones agudas como su forma de comunicación, así como también el ruido de sus pisadas. Una forma eficaz de monitoreo que simplifica el trabajo para el operario es la colocación de cebos con veneno o trampas mecánicas en puntos clave, de esta manera los roedores se ven atraídos por la posibilidad de alimento y lo ingieren, entonces el trabajador puede ir a revisar periódicamente estos cebos en busca de evidencia de que fue ingerido o de algún cadáver. (Lang, *et al.*, 2013).



**Figura 21.** Principales Hallazgos de la Presencia de Roedores. Elaboración Propia

### **Control**

Como punto de partida se debe siempre contemplar el control de los roedores dentro de un Manejo Integrado de Plagas o MIP, (Integrated Pest Management o IPM), el cual consiste en la cuidadosa consideración de todas las posibles alternativas para el control de una plaga, combinando distintas estrategias y siempre teniendo en cuenta la biología y comportamiento del animal, para poder reducir el uso de drogas, tiempo y recursos al usar una combinación de distintos enfoques.

El control de los roedores se puede dividir en métodos Físicos y métodos Químicos, los primeros pueden usarse como prevención al construir los galpones y mantenerlos de manera que se evite el ingreso de los animales al interior al hacerlos “A prueba de roedores”. Esto puede lograrse al reducir al mínimo la basura, escombros u otros objetos del exterior del edificio que puedan ser aprovechados por las ratas para la construcción de nidos o como refugio, junto al sellado o mantenimiento de las paredes, puertas y ventanas del galpón. Tener en consideración que todos los materiales deben ser de buena calidad y grosor, así como estar en buen estado, por ejemplo, usar mallas metálicas de 6 mm o un piso de cemento que tenga como mínimo 10 cm de grosor. (Gómez Villafañe, *et al.*, 2010). La otra manera de usar los métodos Físicos es dentro de los galpones de manera activa al usar trampas mecánicas, pueden ser de tipo Guillotina, (un dispositivo sensible a la presión que se acciona cuando el roedor pisa sobre él,

bajando con fuerza un aro de acero que impacta sobre su cuello), o de tipo Tomahawk, (las cuales son jaulas que atrapan vivo al animal, usadas solamente para monitorear la población). Es preferible usar las trampas Guillotina hechas de plástico puesto que son más fáciles de limpiar y más duraderas que las de madera, y siempre complementando a otros métodos de control como son los Químicos y no por si solas. También existen trampas con Pegamento, que consisten en pequeñas superficies con una sustancia que se adhiere al roedor cuando este camina encima, impidiendo que se mueva y produciendo la muerte por deshidratación; No son recomendadas puesto que no le producen una muerte rápida al animal y no pueden eliminar de manera eficaz grandes números de roedores. (Weihong, *et al.*, 1999). Cabe mencionar que los gatos y perros no son métodos recomendados para el control de plagas, puesto que no son eficientes y pueden actuar como vectores de enfermedades dentro de la granja, mientras que el uso de aves de presa, si bien discutido y con un nivel de eficacia aceptable, tampoco resulta recomendado por el alto nivel de estrés que les produce a las gallinas ver un ave depredadora volando cerca. (Kerns, *et al.*, 1991).

Los métodos Químicos consisten en el uso de rodenticidas, siendo los más usados los del grupo de los Anticoagulantes, es decir, aquellos compuestos que luego de su ingestión evitan la coagulación de la sangre, generando hemorragias internas, shock el cual conlleva la muerte. Su mecanismo de acción es el de inhibir la síntesis de vitamina K, al actuar como análogo de uno de sus precursores uniéndose a las enzimas que la producen, y como dicha vitamina es un sustrato esencial para la síntesis de factores de la coagulación en el hígado, no puede darse correctamente la hemostasia. La muerte en la mayoría de los rodenticidas no es inmediata, sino que tarda 3 a 4 días en ocurrir, por eso tal vez el lector piense que cuanto más fulminante e inmediata sea la muerte del roedor, más eficaz será el rodenticida, pero esto no es así, puesto que las ratas son muy inteligentes y asocian la muerte de uno de ellos con el alimento nuevo recién ingerido, (por su neofobia), por lo tanto, nunca más vuelven a acercarse a este, es por eso que lo mejor es que pase un tiempo prudente hasta que el veneno surta su efecto. Un término usado cuando se habla de los rodenticidas es el de la Dosis Letal 50, DL50 o LD50 (Lethal Dose 50), y se refiere a la dosis en gramos del alimento envenenado necesaria para producirle la muerte al 50% de los roedores que la ingieran. (Jacob, *et al.*, 2017).

Se los puede clasificar en Rodenticidas Agudos, Rodenticidas de Primera Generación y los de Segunda Generación. El primer grupo consiste en aquellos venenos que tienen un efecto inmediato y fulminante con solo una dosis consumida, entonces debido a la asociación que pueden hacer los roedores con el cebo envenenado, solo son recomendados para un uso único o en periodos cortos de tiempo. Cabe destacar que su mecanismo de acción no es anticoagulante, sino que varía dependiendo el compuesto. Algunos ejemplos de este grupo son el Colecalciferol, (hipercalcemiente) y el Fosforo de Zinc (depresión del sistema nervioso).

Los Rodenticidas de Primera Generación son rodenticidas crónicos, debido a que requieren más de una sola dosis para producir la muerte, por ende, dependen de que el

roedor vuelva a ingerir del cebo múltiples veces hasta que el toxico puede hacer efecto. Los más usados son la Warfarina, el Coumatetralyl y la Difacinona.

Los Rodenticidas de Segunda Generación son aquellos que general su efecto letal solamente con una ingestión, por eso no requieren de una segunda visita del roedor al cebo, por eso son los más eficientes puesto que se requiere menos trabajo y actúan con menos cantidad de veneno, reduciendo la posibilidad de algún envenenamiento accidental. Algunos ejemplos populares son la Brodifacouma, la Difetialona y la Bromadiolona.

<i>Nombre</i>	<i>DL50 (g)</i>	<i>Tiempo de Acción Promedio</i>	<i>Presentación</i>
<i>Colecalciferol</i>	18	3 días	Pellet
<i>Fosfuro de Zinc</i>	0,5	20 min.	Granos, Pellet
<i>Warfarina</i>	50	7 días	Bloque, Pasta
<i>Coumatetralyl</i>	8	7 días	Bloque, Pasta
<i>Difacinona</i>	19	6 días	Líquido
<i>Brodifacouma</i>	1,5	6 días	Grano, Bloque
<i>Difetialona</i>	4,5	5 días	Grano, Bloque
<i>Bromadiolona</i>	4	5 días	Grano, Líquido, Pellet, Pasta, Bloque

**Figura 22.** Cuadro con Características de los Rodenticidas más Comunes. Elaboración Propia

La presentación también es importante, puesto que el veneno puede venir en forma de pasta, espolvoreado y mezclado con granos de avena o maíz, en bloques, en pellets pequeños o muchas formas más. Esto es debido a que algunas formas pueden ser más preferidas por las ratas del establecimiento que otras, de esta manera es recomendado colocar más de una dentro de una misma estación cebadera e inspeccionar luego cual fue ingerida más, en lugar de colocar un solo tipo en toda la granja. También algunos tipos son más resistentes factores ambientales que otros, como la humedad o el polvo, que pueden deteriorar la calidad o palatabilidad, estos diferentes factores a su vez pueden ser disminuidos si se utiliza una Estación Cebadera, (Figura 23), es decir, una estructura donde el roedor pueda refugiarse e ingerir de manera tranquila el cebo envenenado, a la vez que evita el ingreso de otros animales, el polvo o la humedad. Pueden ser de fabricación casera, como tubos de plástico, o de origen comercial, como cajas de plástico con una entrada y una salida, con un cuenco en el interior para la colocación del rodenticida.





**Figura 23.** Distintos Tipos de Estaciones Cebaderas. Elaboración Propia.

### **Los Artrópodos**

Los artrópodos constituyen el filum en el cual se incluyen los insectos, (como moscas, piojos o escarabajos), y los arácnidos, (como ácaros y garrapatas), los cuales son de importancia sanitaria puesto que pueden actuar como vectores biológicos o mecánicos para varias enfermedades o como ectoparásitos, alimentándose de plumas, detritos cutáneos o sangre, y reduciendo la ganancia de peso, crecimiento y postura de huevos. (Khusro, *et al.*, 2012).

Es de vital importancia conocer el ciclo biológico y morfología de cada artrópodo que se desee controlar, ya que si bien pueden tomarse medidas generales para un control que abarque varias especies distintas, algunos insectos tienen alas o un ciclo biológico específico como las moscas o pueden cavar colonias como las hormigas, y deben tenerse en cuenta dentro del Manejo Integrado de Plagas. Además, muchas veces será imposible erradicar al agente de la granja, por lo tanto, el objetivo deseado será simplemente reducir su población lo suficiente como para no causar daños significativos a la bioseguridad y sanidad del lugar. (Hinkle, *et al.*, 2019).

### **Control**

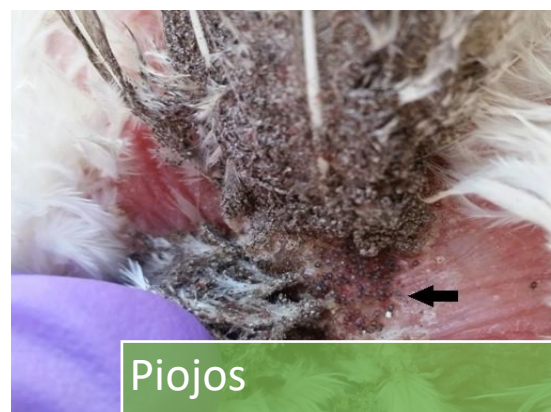
Consiste por un lado en reducir los lugares o condiciones ambientales en las cuales los artrópodos puedan reproducirse, poner huevos y completar su metamorfosis, y, por otro lado, aplicar drogas que los alejen de las instalaciones o los eliminen, todo dentro de un Manejo Integrado de Plagas.

Algunos de los ejemplos más comunes de la modificación del ambiente como método de prevención puede ser frente a la Mosca Doméstica, (*Musca domestica*), la cual

depende de material biológico en descomposición, (como heces, pasto, alimento o basura orgánica), los cuales pueden eliminarse por medio del compost, evitando que ovipongan. El Ácaro Rojo, (*Dermanyssus gallinae*), parásito hematófago que ovipone en lugares húmedos y apartados de la luz solar, (como grietas en la madera o telarañas que junten polvo), el Cascarudo de la Cama, (*Alphitobius diaperinus*), el cual actúa como vector mecánico y biológico de muchos virus, bacterias y parásitos, y cava sus nidos en la cama o en el suelo de tierra, la cual debe contar con humedad y altas temperaturas, el Ácaro de las Patas, (*Knemidocoptes mutans*), que genera una parasitosis de las escamas de las patas y una hiperqueratosis de estas, dando dolor y disminuyendo el movimiento, o el Mosquito, (*Aedes spp.*, *Culex spp.* y *Anopheles spp.*), que requiere agua estancada para sus larvas y actúa como vector mecánico para algunas enfermedades en las aves, como la Viruela, o de riesgo para los técnicos, como el Dengue. Otro lugar sumamente relevante a la hora de limpiar cuando uno se enfrenta a ectoparásitos son los nidales de las gallinas, los cuales deben estar siempre limpios y con viruta nueva para evitar la presencia de ectoparásitos como el Ácaro Rojo, algunos piojos, (*Echidnophaga gallinae* o *Menachantus stramineus*), o la Garrapata, (*Argas spp.*). Cabe destacar que ningún control de ectoparásitos estará completo si no se aplica un tratamiento sobre todo el lote de animales, usando drogas como puede ser ivermectina pour on sobre las plumas debajo de la cloaca, o talco con piretroides debajo de las plumas y el dorso, (aunque es menos eficaz), o si se permiten que entren otras plagas como aves silvestres, que son transmisores ideales de ectoparásitos. (Harrington, *et al.*, 2011; Arena, *et al.*, 2019; Abbas, *et al.*, 2015).



Ácaro Rojo  
• *Dermanyssus gallinae*



Piojos  
• *E. gallinae* o *M. stramineus*



Ácaro de las Patas  
• *Knemidocoptes mutans*

**Figura 24.** Hallazgos en las Ectoparasitosis más Comunes. Elaboración Propia.

Las drogas que pueden usarse para combatir a los artrópodos deben ser seguras para las aves y los operarios, no deben sufrir alteraciones por condiciones ambientales, (como la humedad o pH, similar a los desinfectantes), y deben ser eficaces. Los grupos de drogas más populares que se usan son las que producen la muerte del animal, como las Piretrinas y Piretroides, (la Cipermetrina o la Flumetrina), las Amidinas, (Amitraz), y los inhibidores de la hormona del crecimiento, como el Fluazuron o el Fipronil; Cabe mencionar que los Organofosforados, (Malathión, Diazinón o Paratión), están comenzando a dejarse en desuso debido a su potencial toxico. Se aplicarán en forma de líquido o en polvo con un difusor portátil cuando se vacíe el galpón, en todas las superficies, antes de realizarse la limpieza y desinfección, para que de esta manera cualquier cadáver que caiga sobre la cama pueda ser retirado junto a esta cuando se limpie. Hay otro grupo, usado para la mosca común, que son cebos los cuales contienen feromonas sexuales sintéticas, de esta manera pueden verse en un recipiente con agua o en una superficie adherente, para atraerlas y poder controlar así su número. (Scott, *et al.*, 2000; Botana-López, *et al.*, 2002).

## **9. Conclusiones**

Mi viaje hacia la bioseguridad comenzó cuando visité un establecimiento del INTA y conocí su maravilloso equipo. Ahí pude experimentar por vez primera qué era exactamente la bioseguridad. La disciplina y eficacia mostradas por todos y cada uno de los trabajadores de esa granja fue, en parte, lo que inspiró este tomo. De ahí en más fue como caer por el “agujero de conejo” dentro de la bioseguridad, una rama de la prevención de la cual poco y nada había escuchado antes, ahora estaba teniendo que repasar temáticas como Métodos de Transmisión de las Enfermedades o Desinfectantes, cosas que había visto años atrás en mi formación pero que ya no recordaba y que tuve que repasar para poder comprender mejor las bases, para luego mi lectura extenderse hasta temas que nunca imagine encontrarlos tan fascinantes, como la sanidad del agua, el elemento que mejor refleja e interrelaciona el concepto de Una Salud, o los roedores, pequeños animales que pasan desapercibidos pero que sin embargo son extremadamente complejos e inteligentes, con sociedades y comportamientos propios, pero también tuve que aprender a resumir dichos capítulos bastante, puesto que al lector pueda no interesarle tanto como a mi esos temas. Si algo en concreto me llevo de todas esas tardes escribiendo este trabajo final, es la complejidad, muchas veces inimaginable, que hay en el mundo de lo microscópico, donde los agentes infecciosos pueden transmitirse ya sea disueltos en el agua o sobre el pelo de una rata, la magnitud de los diminuto que uno nunca puede ver, solo imaginárselo de manera teórica. También aprendí, muy a mi pesar, a citar bibliografía, mucha bibliografía.

## **10. Bibliografía**

Abbas N., Shad S. A. y Shah R. M., 2015, "Resistance Status of *Musca domestica* L. Populations to Neonicotinoids and Insect Growth Regulators in Pakistan Poultry Facilities", Zoological Society of Pakistan.

Allen V. M., Bull S. A., Corry J. E. L., Domingue G., Jorgensten F., Frost J. A., Whyte R., Gonzales A., Elviss N. y Humphrey T. J., 2007, "Campylobacter spp. contamination of chicken carcasses during processing in relation to flock colonisation", International Journal of Food Microbiology.

Amaral L. A., 2004, "Drinking water as a risk factor to poultry health", Brazilian Journal of Poultry Science.

Amass S. F. y Clark L. K., 1999, "Biosecurity considerations for pork production units", Swine Health Production.

Arena J. S., Merlo C., Defagó M. T. y Zygadlo J. A., 2019, "Insecticidal and antibacterial effects of some essential oils against the poultry pest *Alphitobius diaperinus* and its associated microorganisms", Journal of Pest Science.

Backhans A. y Fellström C., 2012, "Rodents on pig and chicken farms – a potential threat to human and animal health", Infection Ecology and Epidemiology.

Barceló B. y Marco E., 1998, "On Farm Biosecurity", Nottingham University Press.

Berg M., Bergman B. R. y Hoborn J., 1991, "Ultraviolet radiation compared to an ultra-clean air enclosure. Comparison of air bacteria counts in operating rooms", The Journal of Bone and Joint Surgery.

Betts R. y Blackburn C. W., 2009, "Detecting pathogens in food", Foodborne Pathogens (Second edition).

Boklund A., Barfod K., Mortensen S., Houe H. y Uttenthal A., 2008, "Exotic diseases in swine: Evaluation of biosecurity and control strategies for classical swine fever", ELSEVIER.

Botana-López L. M., Landoni F. y Martín-Jiménes T., 2002, "Farmacología y Terapéutica Veterinaria", McGraw-Hill.

Bowman D. D., 2012, "Parasitología para Veterinarios", ELSEVIER.

Burgess B. A., Morley P. S. y Hyatt D. R., 2004, "Environmental surveillance for *Salmonella enterica* in a veterinary teaching hospital", Journal of the American Veterinary Association.

Calo J. R., Crandall P. G., O'Bryan C. O. y S. C. Ricke, "Essential oils as antimicrobials in food systems – A review", Food Control.

Carrique-Mas J. J., Breslin M., Snow J., McLaren I., Sayers A. R. y Davies R. H., 2008, "Persistence and clearance of different *Salmonella* serovars in buildings housing laying hens", Epidemiology & Infection, Cambridge University Press.

Colles F. M., Cain R. J., Nickson T., Smith A. L., Roberts S. T., Maiden M. C. J., Lunn D. y Dawkins M. S., 2016, "Monitoring chicken flock behaviour provides early warning of infection by human pathogen *Campylobacter*", Proceedings of the Royal Society.

Collins E., Barker J. C., Lewis E., Brodie H. L. y Martin J. H., 1999, "Poultry Waste Management Handbook", Plant and Life Sciences Publishing, Cornell University.

- Cutler T. D. y Zimmerman J. J., 2011, "Ultraviolet irradiation and the mechanisms underlying its inactivation of infectious agents", *Animal Health Research Review*.
- D'Amén R. M. y Delgado D. M., 2012, "Manual de Bioseguridad en Granjas de Reproductoras Pesadas", Dunken.
- Dalmaso G., Bini M., Paroni R. y Ferrari M., 2008, "Qualification of high-recovery, flocked swabs as compared to traditional rayon swabs for microbiological environmental monitoring of surfaces", *PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology*.
- Dee S. A., Deen J., Cano J. P., Batista L. y Pijoan C., 2006, "Further evaluation of alternative air-filtration systems for reducing the transmission of Porcine reproductive and respiratory syndrome virus by aerosol", *Canadian Journal of Veterinary Research*.
- Dee S., Otake S. y Deen J., 2011, "An evaluation of ultraviolet light (UV254) as a means to inactivate porcine reproductive and respiratory syndrome virus on common farm surfaces and materials", *Veterinary Microbiology*.
- Dee S., Pitkin A. y Deen J., 2009, "Evaluation of alternative strategies to MERV 16-based air filtration systems for reduction of the risk of airborne spread of porcine reproductive and respiratory syndrome virus", *Veterinary Microbiology*.
- Dewaele I., Rasschaert G., Wildemaue C., Van Meirhaeghe H., Venrobaeys M., De Graef E., Herman L., Ducatelle R., Heyndrickx M. y De Reu K., 2012, "Polyphasic characterization of Salmonella Enteritidis isolates on persistently contaminated layer farms during the implementation of a national control program with obligatory vaccination: A longitudinal study", *Poultry Science*.
- Dewulf J. y Van Immerseel F., 2019, "Biosecurity in Animal Production and Veterinary Medicine", CABI.
- Dharma K., Mahendran M. y Tomar S., 2008, "Pathogens Transmitted by Migratory Birds: Threat Perceptions to Poultry Health and Production", *International Journal of Poultry Science*.
- Djekic I., 2015, "Environmental Impact of Meat Industry – Current Status and Future Perspectives", *Procedia Food Science*.
- Dunowska M. y Morley P. S., 2006, "Evaluation of the efficacy of a peroxygen disinfectant-filled footmat for reduction of bacterial load on footwear in a large animal hospital setting", *Journal of the American Veterinary Medical Association*.
- Fadly A. M., Witter R. L., Smith E. J., Silva R. F., Reed W. M., Hoerr F. J. y Putnam M. R., 2007, "An outbreak of lymphomas in commercial broiler breeder chickens vaccinated with a fowlpox vaccine contaminated with reticuloendotheliosis virus", *Avian Pathology*.
- Falconer I. R., Dornbusch M., Moran G. y Yeung S. K., 1992, "Effect of the cyanobacterial (blue-green algal) toxins from *Microcystis aeruginosa* on isolated enterocytes from the chicken small intestine", *Toxicon*.
- Feng A. Y. T. y Himsworth C. G., 2014, "The secret life of the city rat: a review of the ecology of urban Norway and black rats (*Rattus norvegicus* and *Rattus rattus*)", *Urban Ecosystems*.
- Fernstrom A. y Goldblatt M., 2013, "Aerobiology and Its Role in the Transmission of Infectious Diseases", *Journal of Pathogens*.

Fredericks, D. N. y Relman, D. A., 2021, "Sequence-based identification of microbial pathogens: a reconsideration of Koch's postulates", *Clinical Microbiology Reviews*.

Fresenius W., Quentin K. E. y Schneider W., 1988, "Water analysis. A practical guide to physico-chemical, chemical and microbiological water examination and quality assurance", U. S. Department of Science.

Gates F. L., 1929, "A STUDY OF THE BACTERICIDAL ACTION OF ULTRA VIOLET LIGHT: THE REACTION TO MONOCHROMATIC RADIATIONS", *Journal of General Physiology*.

Gelaude P., Schlepers M., Verlinden M., Laanen M. y Dewulf J., 2014, "Biocheck.UGent: A quantitative tool to measure biosecurity at broiler farms and the relationship with technical performances and antimicrobial use", *Poultry Science*.

Gomez Villafaña I. E., Bilenca D. N., Cavia R., Miño M. H., Cittadino E. A. y Busch M., 2010, "Environmental factors associated with rodent infestations in Argentine poultry farms", *British Poultry Science*.

Gralton J., Tovey E., Mclaws M. y Rawlinson W., 2011, "The role of particle size in aerosolised pathogen transmission: A review", *Journal of Infection*.

Greenham L. W., Harber C., Lewis E. y Scullion F. T., 1987, "Clostridium perfringens in pelleted feed", *The Veterinary Record*.

Halls A. E., 2008, "Water Quality for Poultry", Shur-Gain.

Hanning I. B., Nutt J. D. y Ricke S. D., 2009, "Salmonellosis Outbreaks in the United States Due to Fresh Produce: Sources and Potential Intervention Measures", *Foodborne Pathogens and Diseases*.

Harrington D. W. J., George D. R., Guy J. H. y Sparagano O. A. E., 2011, "Opportunities for integrated pest management to control the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*", *World's Poultry Science Journal*.

Hesseltine C. W., 1976, "Conditions Leading to Mycotoxin Contamination of Foods and Feeds", *Mycotoxins and Other Related Food Problems*.

Hinkle N. C. y Corrigan R. M., 2019, "External Parasites and Poultry Pests", *Diseases of Poultry*, 14th Edition.

Jacob J. y Buckle A., 2017, "Use of Anticoagulant Rodenticides in Different Applications Around the World", *Anticoagulant Rodenticides and Wildlife*.

Jadhav H. T., Hoff S. J., Harmon J. D., Jacobson L. D. y Hetchler B. P., 2015, "Infiltration Characteristics of Swine Finishing and Gestation Buildings: Review and Quantification", *American Society of Agricultural and Biological Engineers*.

Jagger J., 1967, "Introduction to search in ultraviolet photobiology", *Photobiology Techniques*.

Jarquin R., Hanning I., Ahn S. y Ricke S. D., 2009, "Development of Rapid Detection and Genetic Characterization of Salmonella in Poultry Breeder Feeds", *Pathogen Sensors*.

Johns I., Tennent-Brown B., Schaer B. D., Southwood L., Boston R. y Wilkins P., 2010, "Blood culture status in mature horses with diarrhoea: A possible association with survival", *Equine Veterinary Journal*.

Jones F. T. y Richardson K. E., 2004, "Salmonella in Commercially Manufactured Feeds", Poultry Science.

Jones F. T. y Ricke S. C., 1994, "Researchers propose tentative HACCP plan for feed mills", Feedstuffs.

Jones F. T., 2011, "A review of practical Salmonella control measures in animal feed", Journal of Applied Poultry Research.

Kerns W. A., Robinson M. L. y Ryan M., 1991, "Non Chemical Rodent Control", Pigeons, University of Nevada.

Khusro M., Andrew N. R. y Nicholas A., 2012, "Insects as poultry feed: a scoping study for poultry production systems in Australia", World's Poultry Science Journal.

Kopecky K. E., Pugh G. W. y McDonald T. J., 1986, "Infectious bovine keratoconjunctivitis: contact transmission", American Journal of Veterinary Research.

Kothary M. H. y Babu U. S., 2007, "INFECTIVE DOSE OF FOODBORNE PATHOGENS IN VOLUNTEERS: A REVIEW", Journal of Food Safety.

Kwon Y. M., Woodward C. L., Peña J., Corrier D. E., Pillai S. D. y Ricke S. C., 2011, "COMPARISON OF METHODS FOR PROCESSING LITTER AND AIR FILTER MATRICES FROM POULTRY HOUSES TO OPTIMIZE POLYMERASE CHAIN REACTION DETECTION OF SALMONELLA TYPHIMURIUM", Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology.

Lang B., Dam A. y Taylor K., 2013, "Rodent Control in Livestock and Poultry Facilities", Ministry of Agriculture and Food of Canada.

Luyckx K., 2016, "Evaluation and implication of cleaning and disinfection of broiler houses and pig nursery units", Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University.

Määttä J., Hellstedt M., Kuisma R., Kymäläinen H., Mahlberg R. y Sjöberg A., 2009, "Effects of chemical and mechanical wearing on the cleanability and surface properties of traditional and new surface materials in cattle barns – a laboratory study", Biosistem Engineering.

Maciorowski K. G., Herrera P., Jones F. T., Pillai S. D. y Ricke S. C., 2007, "Effects on poultry and livestock of feed contamination with bacteria and fungi", Animal Feed Science and Technology.

Maciorowski K. G., Pillai S. D. y Ricke S. D., 2002, "Polymerase chain reaction detection of bacterial ribosomal genes from fresh and stored animal feeds", Science of Food and Agriculture.

Maclachlan N. J. y Mayo C. E., 2013, "Potential strategies for control of bluetongue, a globally emerging, Culicoides-transmitted viral disease of ruminant livestock and wildlife", Antiviral Research.

Malorny B., Löfström C., Wagner M., Krämer N. y Hoorfar J., 2020, "Enumeration of Salmonella Bacteria in Food and Feed Samples by Real-Time PCR for Quantitative Microbial Risk Assessment", Applied and Environmental Microbiology.

McDonnell A., 2015, "Issues of infection control in prehospital settings", Australasian Journal of Paramedicine.

Meerburg B. G. y Schoelitsz B., 2018, "Biosecurity: methods to reduce contact risks between vectors and livestock", Pests and vector-borne diseases in the livestock industry.



Mijinyawal Y. y Lawal N. S., 2008, "Treatment efficiency and economic benefit of Zartech poultry slaughter house waste water treatment plant, Ibadan, Nigeria", *Scientific Research and Essays*.

Milillo S. R., Martin E., Muthaiyan A. y S. C. Ricke, 2011, "Immediate Reduction of Salmonella enterica Serotype Typhimurium Viability via Membrane Destabilization following Exposure to Multiple-Hurdle Treatments with Heated, Acidified Organic Acid Salt Solutions", *Applied and Environmental Microbiology*.

Miller R. S., Sweeney S. J., Sloomaker C., Grear D. A., Di Salvo P. A., Kiser D. y Shwiff S. A., 2017, "Cross-species transmission potential between wild pigs, livestock, poultry, wildlife, and humans: implications for disease risk management in North America", *Scientific Reports*.

Mueller-Doblies D., Carrique-Mas J. J., Sayers A. R. y Davies R. H., 2010, "A comparison of the efficacy of different disinfection methods in eliminating Salmonella contamination from turkey houses", *Journal of Applied Microbiology*.

Oliveira H. M. B., Santos C., Peterson R. R. M., Gusmao N. B. y Lima N., 2016, "Fungi from a Groundwater-Fed Drinking Water Supply System in Brazil", *International Journal of Environmental Research and Public Health*.

Pacwa-Płociniczak M., Plaza G. A., Piotrowska-Seget Z. y Cameotra S. S., 2011, "Environmental Applications of Biosurfactants: Recent Advances", *International Journal of Molecular Science*.

Parsons S. A. y Jefferson B., 2006, "Introduction to Potable Water Treatment Processes", Blackwell Publishing.

Rathbeger B. M., Thompson K. L., Ronalds C. M. y Budgell K. L., 2009, "Microbiological evaluation of poultry house wall materials and industrial cleaning agents", *Journal of Applied Poultry Research*.

Ricaurte-Galindo S. L., 2015, "Bioseguridad en Granjas Avícolas", Engormix.

Ricke S. C., 2003, "Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials", *Poultry Science*.

Ruano M., El-Attrache J. y Villegas P., 2001, "Efficacy Comparisons of Disinfectants Used by the Commercial Poultry Industry", *Avian Diseases*.

Scott J. G., Alefantis T. G., Kaufman P. E. y Rutz D. A., 2000, "Insecticide resistance in house flies from caged-layer poultry facilities", *Pest Management Science*.

Sellon D. C. y Long M. T., 2014, "Enfermedades Infecciosas de los Equinos", ELSEVIER.

Shih J. C. H., 1993, "Recent Development in Poultry Waste Digestion and Feather Utilization—A Review", *Poultry Science*.

Siegel J. D., Emily Rhinehart E., Marguerite Jackson M., Chiarello L. y Comité, 2007, "2007 Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings".

Sims J. T. y Wolf D. C., 1994, "Poultry Waste Management: Agricultural and Environmental Issues", *Advances in Agronomy*.

Sojka W. J. y Carnaghan R. B. A., 1961, "Escherichia coli Infection in Poultry", *Research in Veterinary Science*.

Soria M. C., Soria M. A., Bueno D. J. y Colazo J. L., 2011, "A comparative study of culture methods and polymerase chain reaction assay for Salmonella detection in poultry feed", Poultry Science.

Stanchi O. S., 2007, "Microbiología Veterinaria", Inter-Médica.

Suljagic V., 2008, "A Pragmatic Approach to Judicious Selection and Proper Use of Disinfectant and Antiseptic Agents in Healthcare Settings". Disinfection and Decontamination Principles, Applications and Related Issues.

Traub-Dargatz J. L., Weese J. S., Rousseau J. D., Dunowska M., Morley P. S. y Dargatz D. A., 2006, "Pilot study to evaluate 3 hygiene protocols on the reduction of bacterial load on the hands of veterinary staff performing routine equine physical examinations", The Canadian Veterinary Journal.

Ward H. M., 1893, "Experiments on the action of light on Bacillus anthracis", Royal Society.

Weihong J., Veitch C. R. y Craig J. L., 1999, "An Evaluation of the Efficiency of Rodent Trapping Methods: The Effect of Trap Arrangement, Cover Type and Bait", New Zealand Journal of Ecology.