

LA DESINFECCIÓN COMO PRÁCTICA ÚTIL EN LA LUCHA CONTRA LAS INFECCIONES ANIMALES

Por Elías F. Rodríguez Ferri

INTRODUCCIÓN

La desinfección constituye un arma eficaz en la lucha contra las enfermedades animales; así comienza el prólogo del primer volumen (de un total de dos) íntegramente dedicados al estudio de los desinfectantes y la desinfección por parte de la OIE, en 1995, y redactado por su director, J. Blancou. Es ello reflejo indudable del interés que despierta en la actualidad esta vieja herramienta utilizada desde hace ya muchos años en la lucha contra las enfermedades transmisibles del hombre y los animales.

La desinfección, en tanto que constituye un aspecto incuestionable de la protección de la Sanidad Animal, con el paso de los años se ha ido perfeccionando haciéndose cada vez más eficaz.

En los últimos tiempos, la desinfección constituye un proceso muy complejo, tanto desde el punto de vista teórico como desde el punto de vista práctico, que extiende su interés no solo a la Sanidad Animal, en sí misma, como instrumento de control de procesos originados por etiologías microbianas, sino que forma parte también del trabajo diario en los programas de Medicina Preventiva, dentro de los planes de Producción Animal, así como en la Higiene de los Alimentos, de origen animal o de otros orígenes, para el consumo humano (especialmente) y animal.

En los próximos años, la desinfección está llamada a desempeñar un papel aún más importante en la lucha contra los agentes de infección, cualquiera que sea su ámbito, lo cual obliga a mejorar este instrumento en función de los recientes descubrimientos científicos, de la evolución de las estructuras agrícolas e industriales y de las preocupaciones sociales contemporáneas.

La desinfección se hace indispensable, aunque no pocos de los potenciales desinfectantes resultan peligrosos para la salud (humana o animal), bien por su actividad residual tóxica o cancerígena, lo que plantea en la práctica numerosas restricciones de uso.

DESINFECCION:

La desinfección es el proceso consistente en la eliminación de microorganismos infecciosos de un medio dado, mediante el uso de agentes químicos o físicos, que reciben el nombre de desinfectantes.

La desinfección representa la práctica de uso de desinfectantes en la lucha o control de las enfermedades transmisibles.

Con carácter general, muchos desinfectantes y prácticas de desinfección han sido inspirados por prácticas empíricas, de higiene personal, tales como el escaldado con agua, el uso de colorantes o la exposición a los rayos de sol en primavera. Probablemente el principio de "Si es bueno para la familia, también será bueno para los animales", se aplicó con frecuencia cuando se trataba de combatir problemas en los animales.

El arte y la ciencia de la desinfección precedió, sin duda, a la teoría infecciosa de la enfermedad. En un principio se observó que ciertos compuestos, cuando se aplicaban sobre cadáveres en descomposición o se agregaban a las aguas residuales, atenuaban la emanación de malos olores. Sobre tales bases empíricas, el uso de los desinfectantes y su aplicación en la desinfección se fue desarrollando hasta configurar una ciencia de considerable magnitud. Sus aplicaciones a las Ciencias Veterinarias, sin embargo, carecen de los elementos cuantitativos que dirigen su uso en Medicina Humana en el ámbito de la transformación de los productos alimenticios. En la actualidad, merced a los adelantos de la química, la bioquímica, la microbiología y la biología molecular, los mecanismos exactos que rigen la acción de los desinfectantes empiezan a ser conocidos y está emergiendo una metodología científica de la desinfección.

La desinfección es una ciencia en constante evolución. Productos nuevos, como las espumas, los nebulizadores, los compuestos sintéticos complejos, por ejemplo, facilitan la intervención y penetración de desinfectantes conocidos desde hace mucho años. Las implicaciones tecnológicas, políticas y medioambientales de la desinfección y los desinfectantes cobran cada vez mayor importancia, lo que tiende a complicar y a la vez a revolucionar las prácticas en las que se utilizan.

Desde el punto de vista de los programas de control sanitario y de campo, la desinfección representa también una manera de limitar la transmisión de enfermedades animales. Por sí solo, el uso de desinfectantes no puede eliminar una infección si las poblaciones sensibles se ponen continuamente en contacto con animales portadores de agentes patógenos. Ello exige que las autoridades de control deban de examinar cada paso de la compleja red epidemiológica, o lo que es lo mismo, seguir la evolución de los agentes de enfermedad, desde los reservorios hasta los nuevos hospedadores sensibles.

En Medicina Humana, la desinfección hospitalaria alcanza a la totalidad de las facetas que constituyen el entorno del enfermo, desde las cocinas a los almacenes, habitaciones y naturalmente a las salas de intervención, laboratorios, quirófanos, etc. incluyendo también el utillaje e instrumental médico, etc. Cualquier producto utilizado con este propósito, ha de ser capaz de superar con éxito pruebas que demuestren su capacidad desinfectante frente a microorganismos estandar, como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella choleraesuis*, así como *Mycobacterium tuberculosis*, hongos patógenos y virus hidrofílicos y lipofílicos.

La desinfección es claramente apropiada para luchar contra enfermedades en cuya transmisión no intervienen vectores y que se contraen por contacto con secreciones corporales y otras materias presentes en los corrales, establos, vehículos o equipos. La mayoría de estas enfermedades están causadas por bacterias que pueden sobrevivir y reproducirse fuera del cuerpo de los animales. En el caso de las enfermedades víricas, la desinfección puede desempeñar un papel muy importante pues los desinfectantes modernos neutralizan la mayoría de los virus; en este tipo de enfermedades, la desinfección de

superficies es fundamental para combatir los virus que sobreviven en el entorno de los animales cuando estos han sido evacuados.

La desinfección mantiene como reto actual y futuro la aparición de nuevas clases de agentes infecciosos. Buen ejemplo de estos lo constituye el virus del SIDA y virus animales emparentados, que abren el paso a numerosos microorganismos que entran dentro de la categoría de oportunistas. Un ejemplo adicional está representado por los priones, que son resistentes al calor y a la mayoría de los desinfectantes convencionales.

Los procedimientos de desinfección han sufrido a lo largo de la historia importantes cambios estructurales motivados por los adelantos en las técnicas microbiológicas y de la propia tecnología de la desinfección, además de la presión de la opinión pública en favor de mayores precauciones en lo que a seguridad personal y ambiental se refiere.

DESINFECTANTES: Un desinfectante es un agente que elimina las fuentes de infección. Generalmente se trata de un producto químico, pero también puede ser un agente físico o biológico que destruye los microorganismos patógenos, aunque no necesariamente los esporos bacterianos. También se aplica a los objetos inanimados.

Entre estos últimos (objetos inanimados), en el campo veterinario se incluyen los cadáveres de animales fallecidos como consecuencia de las enfermedades transmisibles, fuente principal de productos virulentos.

En su mayoría, los desinfectantes que se utilizan en el campo de la Sanidad Animal son productos químicos antimicrobianos o biocidas relativamente potentes, y generalmente tóxicos, que se aplican sobre las superficies contaminadas, mientras que los que se utilizan en la industria agroalimentaria son, por lo general, menos tóxicos y también menos concentrados. Los desinfectantes modernos se componen de formulaciones complejas que comprenden sustancias químicas, jabones, detergentes y productos que favorecen la penetración de las sustancias activas. En el mundo de la acuicultura, los desinfectantes sirven para descontaminar los viveros, las cisternas y los diversos equipos que se utilizan en este campo.

La eficacia de un desinfectante depende del tipo de microorganismo que se pretenda combatir, de su modo de multiplicación, de su resistencia en el medio ambiente y de las sustancias químicas utilizadas. De igual modo, la concentración, el tiempo de contacto con las superficies, la temperatura de trabajo, etc., son también factores importantes. Un buen desinfectante debe de carecer de acción corrosiva, sofocante o tóxica para los seres vivos.

DESINFECCION POR AGENTES QUIMICOS. ANTECEDENTES HISTÓRICOS:

Desde un punto de vista histórico, la desinfección por agentes químicos ha estado practicada por múltiples procedimientos, aunque a veces no resulta fácil diferenciar el principio activo interviniente. Repasaremos algunos de los productos más utilizados en la antigüedad (hasta el siglo XVIII)

Derivados de azufre: La más antigua referencia a una desinfección de locales por un producto químico parece ser la descrita en la Odisea, 800 años antes de C, en la que Ulises, después de haber matado a sus rivales ordena que se quemara azufre en la casa.

El efecto purificador de los vapores de dióxido de azufre ha sido aprovechado múltiples veces en el pasado. En Europa, durante las epidemias de peste humana que tuvieron lugar en plena Edad Media, el azufre fue recomendado para desinfectar los locales y los objetos contaminados. En 1754, durante la epidemia de peste bovina, los objetos y las personas que habían mantenido contacto con los animales enfermos, eran fumigados igualmente con vapores de azufre. La utilización del azufre probablemente derivaría de la observación por diferentes pueblos, de la acción letal de este producto para los pequeños animales y las plantas, el olor sofocante de sus vapores y sobre todo, la facilidad con la que podían obtenerse vapores, por simple combustión de azufre sólido.

Derivados de mercurio: Los compuestos mercuriales han sido, como los de azufre, los más antiguamente utilizados como desinfectantes y como pintura o revestimiento protector en China, en la India, en Egipto y en Europa. Su utilización en medicina fue retomada por los Arabes, que la transmitieron a los europeos. Estos compuestos fueron utilizados fundamentalmente para luchar contra la sífilis en Italia en 1429. Los trabajos de Koch, sin embargo, fueron los que demostraron definitivamente la eficacia del sublimado corrosivo sobre los microorganismos cultivados *in vitro*. Más tarde los derivados mercuriales orgánicos (mercuriolo, mercurocromo) fueron ampliamente utilizados en medicina humana y veterinaria.

Derivados de cobre: Los marineros habían observado, desde tiempos muy antiguos, que las algas y los hongos no crecían en el fondo de los recipientes revestidos de cobre. Pudo haber sido esta observación la que condujo a los viticultores franceses a proteger sus viñedos del ataque del mildu (*Plasmopora viticola*) con un "caldo bordeles" que contenía sulfato de cobre.

Los álcalis: Bajo esta denominación general, que deriva del término árabe *al-quâli*, que significa sosa, se reagrupan todos los productos básicos que poseen acción neutralizante sobre los microorganismos, incluyendo los virus. Los más antiguos de estos productos, utilizados en la práctica de la desinfección, son los derivados de la cal.

Es el efecto detergente, muy visible en la sosa, sobre la materia orgánica y la facilidad de verificar su buena aplicación por los restos blancos que deja el tratamiento con este producto, ha sido tradicionalmente una razón que justifica su uso para la desinfección.

Durante las epidemias de peste bovina que tuvieron lugar en Europa a comienzos del siglo XVIII, todos los responsables de los países afectados recomendaban medidas energéticas de desinfección de los locales. Buena parte de su inspiración puede encontrarse en los trabajos originales de Giovanni Lancisi, el médico de los papas Inocencio XII y Clemente

XI, quien aconsejaba ya en 1715 el lavado con sosa concentrada, de fuentes, recipientes y abrevaderos, donde bebían habitualmente los bovinos.

En 1730, una ordenanza del emperador Carlos VI de Francia (que fue recogida en numerosos textos de la época), estipulaba que los establos donde se habían albergado caballos afectados de muermo debían ser repintados con cal viva. En 1745 se prescribió, igualmente, la limpieza con sosa cáustica, de los recipientes que habían servido para alimentar animales afectados de peste bovina y el tratamiento con lechada de cal, de las maderas y las paredes de los establos. Incluso, los objetos que habían tenido contacto con los perros rabiosos, eran limpiados con agua jabonosa no diluida "*vertiéndola en grandes cantidades sobre los restos de saliva del animal rabioso*".

Los ácidos: Es bien conocido que los ácidos fuertes atacan los objetos más duros (piedra, metal, etc.) y que los ácidos orgánicos (vinagre) protegen frutas y legumbres de la putrefacción, lo que se estima como una razón que debió impulsar a embalsamadores, médicos humanos y animales, a proponerlos como desinfectantes.

Los egipcios utilizaban ya (3.000 años antes de C) el vino de palma y el vinagre para rociar las cavidades abdominales de los cuerpos (humanos y animales) que embalsamaban. En el primer siglo de nuestra era, Celso recomendaba el vinagre para desinfectar dolencias abdominales.

En 1676, Van Leeuwenhoek aportó la primera demostración científica de la acción de los ácidos que él verificaba en sus "*animalcules*" que describió gracias al microscopio de su invención. Recuperando las bacterias recogidas de la superficie de sus dientes con vinagre de vino, Van Leeuwenhoek constató que estas bacterias "*móviles como pequeñas anguilas*", dejaban de moverse.

En 1715, G. Lancisi recomendó el vinagre (o agua de vinagre) para desinfectar los objetos (incluyendo animales y personas) que habían estado en contacto con bovinos afectados de peste bovina.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA DESINFECCIÓN QUÍMICA. MECANISMOS DE ACCIÓN

La actuación de las sustancias químicas con acción desinfectante, se centra por lo general en algún punto concreto de la estructura de los microorganismos o ejercen su acción sobre algún mecanismo vital. Se seleccionan, por lo general, productos con actividad selectiva (que producen daño al microorganismo, sin alterar las estructuras celulares del hospedador, circunstancia que obedece a diferencias entre la fisiología celular y la microbiana). Brevemente, pueden considerarse las siguientes "dianas celulares" principales:

1) Membrana externa: La membrana externa protege la integridad de la bacteria y es por lo tanto esencial para su supervivencia. En su composición se incluyen fosfolípidos y lipopolisacáridos estabilizados mediante cationes de Mg^{++} y Ca^{++} . Hay, además, proteínas y otros compuestos mas o menos complejos según el tipo de microorganismo que se considere. De este modo, según que las moléculas del desinfectante ionizado sean absorbidas o repelidas por la carga eléctrica en el contacto inicial, puede suceder:

a) que las moléculas no polares penetren en el interior y **disuelvan la fase lípida** de la bacteria.

b) Caso de que, como consecuencia de la carga eléctrica sean repelidos, pueden actuar sistemas de transporte específico que **conducen y transportan** el desinfectante a través de la membrana.

c) Otros casos están representados por moléculas capaces **de perturbar la organización** de la membrana mediante el **establecimiento de puentes** con determinados puntos de la estructura.

La pared bacteriana, compuesta de peptidoglicano o de peptidoglicano más LPS, es importante pues confiere rigidez y forma, siendo causa de la diferencia fundamental entre microorganismos gram positivos y gram negativos. Esta diversidad conduce a una gran variación en las afinidades de los desinfectantes hidrofílicos. Los aldehídos, por ejemplo, interaccionan con los grupos $-NH_2$ de las proteínas y aminoácidos.

2) Membrana citoplasmática. Una molécula activa, como puede ser por ejemplo un nutriente, puede penetrar a través de la membrana citoplasmática bien mediante difusión pasiva (que es una forma inespecífica y lenta) o mediante transporte activo (que es un procedimiento específico, capaz de permitir la acumulación de productos en la bacteria o el traslado se produce con el producto transformado o unido a una proteína de membrana). Muchos de los desinfectantes más utilizados, incluyendo fenoles, derivados de amonio cuaternario, biguanidas, etc., producen fisuras a nivel de compuestos de bajo peso molecular, siendo causa de desnaturalización proteica y lisis celular. Los derivados de amonio cuaternario interaccionan con los fosfolípidos de la membrana y producen daño celular generalizado.

3) Metabolismo energético. Algunos desinfectantes actúan sobre la producción de ATP. Desde hace ya muchos años se conoce que algunos agentes pueden desequilibrar la fosforilación oxidativa. Estos agentes inhiben la síntesis de ATP de forma distinta a como lo hacen los inhibidores de la ATPasa. Entre ellos pueden citarse por ejemplo el 2,4, dinitrofenol (DPN), la tetracloresalicilánida (TCS), que son solubles en lípidos. Se disuelven en las membranas biológicas disociando oxidación de fosforilación, cortocircuitando el suministro energético y causando un bloqueo del flujo de protones al interior de la célula, colapsando con ello su metabolismo.

4) Citoplasma y núcleo. Algunos productos desinfectantes interfieren a nivel de enzimas o proteínas, rompiendo los grupos $-SH$, de las primeras, que pueden estar asociados a las membranas. Otros productos se combinan con el ADN o el ARN, como sucede con los agentes alquilantes y oxidantes.

5) Esporos bacterianos. La presencia de ácido dipicolínico hace a estas formas en mucho más resistentes a los desinfectantes que la forma vegetativa. Algunos desinfectantes activos, oxidantes como el peróxido de hidrógeno y el cloro, son capaces de desestabilizar este compuesto en los esporos.

Comparativamente, sin embargo, pocos desinfectantes químicos son esporicidas. Muchos bactericidas poderosos, como sucede en el caso de los fenoles o los derivados de

amonio cuaternario, poseen sin embargo un escaso efecto sobre la viabilidad de los esporos bacterianos. No obstante, estos agentes pueden inhibir determinados estadios del ciclo esporogénico, por lo que pueden establecerse tres áreas sobre las cuales tiene lugar el efecto letal o inhibitorio: 1) Durante las diferentes fases de la esporulación; 2) Sobre el esporo maduro y 3) Durante la germinación y/o crecimiento.

El glutaraldehído, el formaldehído, el hipoclorito, el yodo, el peróxido de hidrógeno y el óxido de etileno, son esporicidas, actuando sobre los esporos maduros, aunque su modo de acción se conoce poco y mal. Varios estudios han demostrado, además, que algunas sustancias que no son esporicidas, pueden tener un efecto inhibitorio durante la germinación y/o el crecimiento; en el primer caso se encuentran por ejemplo los fenoles y cresoles, mientras que los derivados de amonio cuaternario inhiben el crecimiento.

7) Sobre los virus, los mecanismos de acción son más difíciles de estudiar y por tanto, conocer, aunque a este respecto uno de los elementos más importantes lo constituye la presencia o ausencia de envoltura lipídica (por ejemplo herpesvirus, paramyxovirus y orthomyxovirus son virus con envoltura procedente, en parte, de la membrana de la célula hospedadora). Los desinfectantes con propiedades lipofílicas (derivados de amonio cuaternario, homólogos del fenol, anfóteros, biguanidas poliméricas) son activos frente a los virus envueltos. El cloro y los derivados de yodo, los agentes oxidantes, algunos aldehídos (el glutaraldehído) y los ácidos o los álcalis fuertes, son activos frente a la mayoría de los virus.

INACTIVACIÓN, RESISTENCIA Y NEUTRALIZACIÓN DE LOS DESINFECTANTES

Algunas bacterias, especialmente las cepas R^+ son capaces de producir enzimas que vaporizan sales inorgánicas de Hg (y probablemente también orgánicas) hasta mercurio. A causa de su toxicidad, el **cloruro mercúrico** no es muy utilizado como desinfectante, pero compuestos orgánicos como el **tiomersal**, el **nitrate fenil mercúrico** y el **acetato fenil mercúrico**, si se utilizan sin embargo, como conservadores. La resistencia al Hg reside en plásmidos, por lo que puede ser transmitida desde un donador a un receptor mediante conjugación o transducción. También se ha demostrado resistencia, mediada por plásmidos, a la plata (Ag^+), otros cationes y algunos aniones.

La presencia de lípidos en la membrana externa de los bacilos gram negativos se relaciona con el hecho de que estas bacterias son mucho más resistentes que los gram positivos a los agentes antibacterianos, incluyendo los desinfectantes. En los estafilococos, por ejemplo, los lípidos están presentes en pequeñas cantidades; si se incrementan (por ejemplo, haciéndoles crecer en presencia de glicerol), los microorganismos se vuelven más resistentes a ciertos fenoles y penicilinas. En las micobacterias, el contenido en lípidos se asocia con su gran resistencia a los desinfectantes. Se han llevado a cabo estudios con mutantes rugosos, defectivos en la región interna del núcleo, que resultan sensibles a una amplia variedad de desinfectantes y detergentes, relacionándose lo uno con lo otro. Se ha visto también, que la reorganización de los fosfolípidos de la membrana externa puede permitir la penetración de moléculas hidrofóbicas por disolución y difusión en los lípidos.

La superficie de los gram negativos lisos es hidrofílica; en el caso de los mutantes rugosos, sin embargo, tiende a ser mucho más hidrofóbica. En las cepas salvajes, las moléculas del LPS intacto se oponen al acceso rápido de los biocidas hidrofóbicos o de los antibióticos, al interior de la célula, probablemente mediante un sistema de blindaje protector conferido por los fosfolípidos, muchos de los cuales no están presentes en la estructura de la membrana clásica.

En el caso de los bactericidas catiónicos, como es el caso de las biguanidas y los derivados de amonio cuaternario, ambos interactúan con fosfolípidos y LPS, produciendo daño en la membrana celular.

DESINFECTANTES

Una lista tentativa, seguramente incompleta, de los grupos principales de principios activos utilizados en desinfección, incluye al menos los siguientes: 1) Derivados de amonio cuaternario (DAQ); 2) Compuestos liberadores de halógenos; 3) Fenoles halogenados; 4) Aldehídos; 5) Biguanidas y Biguanidas poliméricas; 6) Compuestos anfóteros; 7) Compuestos yodados; 8) Ácidos y Alcalis; 9) Oxidantes; 10) Otros.

1. Derivados de amonio cuaternario (DAQ)

Estas sustancias poseen como estructura básica el propio amonio NH_4 en el que cada H es sustituido por cuatro radicales, R_{1-4} , de los que R_1 es casi siempre un grupo alquil C_{8-18} ; R_2 puede ser un grupo alquil de cadena corta o larga, o un grupo aril; R_3 y R_4 son por lo general grupos alquil de cadena corta. Se unen en la molécula, además, un ión cloruro, pero también puede ser un ión bromuro o un ión yoduro.

Unos pocos de estos productos incluyen un ión piridinio con un grupo alquil de cadena larga, y algunos están polimerizados.

Todos los DAQ son compuestos catiónicos, ampliamente utilizados como desinfectantes, antisépticos, productos farmacéuticos y cosméticos.

Desde 1935, fecha en la que se desarrollaron; químicamente estos compuestos, se ha visto que los DAQ son mucho más eficaces en la prevención del crecimiento de las bacterias (bacteriostáticos) que en su destrucción, más efectivos frente a las bacterias gram positivas, más bactericidas que fungicidas y efectivos frente a los virus lipofílicos pero no frente a los virus lipofóbicos. Los DAQ pueden ser esporostáticos, pero no son esporicidas y son relativamente ineficaces frente a las micobacterias. En cualquier caso, la actividad bactericida de estos compuestos frente a la mayoría de las bacterias es suficiente para multitud de aplicaciones.

Utilizados solos, los DAQ poseen cierto grado de actividad de superficie (aumento de la tensión superficial), aunque por lo general se formulan con detergentes no iónicos compatibles, para incrementar su detergencia. La actividad de los DAQ declina en presencia de agua sucia y por lo general se formulan en combinación con agentes quelantes (por ej., sales de ácido etilendiaminotetracético, EDTA) o compuestos químicos como el citrato sódico o el tripolifosfato (que libera iones de calcio y magnesio a partir del agua). La

actividad de los DAQ se reduce fuertemente en presencia de materia orgánica y por ello es condición necesaria una limpieza adecuada previa, antes de su uso.

Los DAQ no son compatibles con jabones o detergentes aniónicos ordinarios. Son más efectivos en condiciones alcalinas que en ácidas, por lo que un amplio número de formulaciones de estos productos contienen álcalis, como el carbonato sodico o el metasilicato, aunque es preciso atender cuidadosamente a las proporciones, pues sino los DAQ pueden perder parte de su actividad.

Los DAQ se formulan ocasionalmente en combinación con otros principios activos (especialmente clorhexidina o biguaninas poliméricas) para incrementar su eficacia frente a microorganismos gram negativos; del mismo modo se formulan también en combinación con glutaraldehído con el fin de aumentar su espectro antimicrobiano y la rapidez de actuación.

Las formulaciones de DAQ (tanto solas como en combinación con otras sustancias) han sido ampliamente utilizadas tanto en Medicina Humana como en Medicina Veterinaria. La acción de estas formulaciones es razonablemente rápida, poseen un exponente de concentración alto, y al aumentar la temperatura incrementa su actividad. En diluciones, los DAQ por lo general no son corrosivos frente a las superficies metálicas, aunque concentraciones fuertes pueden producir corrosión en el hierro y el acero.

Mecanismo de acción: Los DAQ se unen irreversiblemente a los fosfolípidos y proteínas de la membrana, deteriorando la impermeabilidad. La capacidad de la bacteria para absorber este tipo de moléculas esta influenciada por su sensibilidad, de tal modo que:

1) Con una cadena alquil, la actividad antimicrobiana está relacionada con la lipofilia y es crítica entre C_{12} y C_{16} (tanto en el caso de bacterias gram positivas como en el caso de bacterias gram negativas)

2) Varios compuestos activos DAQ poseen menos capacidad inhibitoria sobre *Pseudomonas spp* que sobre *Bacillus spp*, debido a la presencia de lipoproteínas y lipopolisacáridos en la capa externa del peptidoglicano.

3) En *Pseudomonas spp*, un contenido más alto de fosfolípidos y lípidos neutros, incrementa la resistencia a estos productos.

4) En las bacterias gram positivas, el desinfectante se une a las proteínas de la pared celular y es capaz de penetrar y destruir la membrana.

5) Una absorción uniforme puede observarse en la bacterias gram positivas y gram negativas, correspondiendo a un incremento en la permeabilidad y a una pérdida en la viabilidad. La microscopia electrónica revela daños a nivel de la membrana externa (por ej., en el caso de *Pseudomonas aeruginosa*).

6) En *Staphylococcus aureus*, el cetiltrimetilamonio altera algunos metabolitos de bajo peso molecular (produce daños metabólicos y modificación de la permeabilidad).

2. FENOLES

Se encuentran entre las sustancias desinfectantes activas mas antiguas. Originalmente derivan del alquitran de hulla, habiendo sido utilizados extensamente en los primeros años del siglo XX y todavía se mantienen actuales (por ejemplo, en UK y en Irlanda, mas del 30% de los desinfectantes utilizados en veterinaria se basan en la presencia de fenoles, aunque en Alemania, este porcentaje solamente alcanza al 7%). Todas estas sustancias estan químicamente basadas en la molécula del fenol.

El fenol puro raramente se utiliza, porque es altamente tóxico y corrosivo, pero sus homólogos superiores (**cresoles, xilenoles y etilfenoles**) son todavía muy utilizados. Los fenoles poseen un amplio espectro de actividad frente a las bacterias, virus, hongos y micobacterias, mientras que su actividad esporicida es mínima.

Los fenoles poseen una escasa actividad de superficie y por ello han sido formulados tradicionalmente en soluciones jabonosas para incrementar su poder de penetración. Con este propósito han sido utilizadas sales sódicas o potásicas de aceite de castor, aceite de linaza o resinas ácidas. Los jabones a base de sebo, aceite de sebo o ácido oléico, disminuyen marcadamente la actividad de los fenoles.

Los desinfectantes fenólicos se dividen en tres categorías:

1) Fenoles solubles claros: Se denominan así a los que se presentan, en agua destilada, como una solución clara, opalescente. Esencialmente consisten en una mezcla de cresol, xilenol y o-etilfenol (solo o en combinación) disuelto (20-30%) en un jabón líquido. Los alcoholes etílicos o los glicoles también pueden ser incluidos en la fórmula. **Tales productos son efectivos en presencia de materia orgánica.**

Estas sustancias son incompatibles con los ácidos o álcalis fuertes. Los ácidos rompen el jabón y los álcalis convierten el ión fenol en ión fenato, que es menos efectivo que la molécula de fenol y puede ocasionar resinificación, lo que origina una pérdida de actividad. Los productos basados en cresoles son corrosivos para la piel, pero los basados en xilenoles o en fenoles superiores, son menos corrosivos.

Los fenoles solubles claros poseen un exponente de concentración bajo y son casi tan bactericidas como bacteriostáticos; por ello deben de ser utilizados solamente a las concentraciones recomendadas pues en caso contrario se pierde su actividad.

2) Fenoles líquidos blancos: Se producen mezclando una fracción de una solución coloidal de ácido tartárico de un punto de ebullición bajo y un aceite "neuro" (una mezcla eutéctica que incluye un complejo de naftaleno, dimetilnaftaleno, acenafteno y otros hidrocarburos aromáticos) en agua. Esto generalmente se practica en un homogeinizador, aunque también pueden utilizarse ultrasonidos. Generalmente se añade una pequeña cantidad de jabón y la emulsión se mantiene junta mediante el uso de un coloide protector (por lo general cola o caseina).

El líquido blanco posee una ventaja distinta de los otros tipos de desinfectantes pues puede ser diluido con agua de mar o con agua salobre nauseabunda sin que se altere o pierda su actividad (casi todas las marinas del mundo utilizaron inicialmente estos desinfectantes). Son efectivos en condiciones de fuerte contaminación orgánica y poseen un amplio espectro de actividad microbicida. Han sido utilizados extensamente para la

desinfección terminal de las construcciones de explotaciones animales. Sin embargo, estos productos son tóxicos y poseen un fuerte olor a alquitrán, y si se rompe la emulsión, dejan depósitos de alquitran en el fondo del recipiente.

3) **Fenoles líquidos negros:** Se basan en una fracción de un punto de ebullición más alto que la que se utiliza para los líquidos blancos que consiste en una mezcla compleja de homólogos superiores de los fenoles, naftoles, indanoles, antracoles, etc. muy insoluble en agua por lo que debe solubilizarse en aceite "neutro". Esta mezcla se añade a una solución jabonosa o un etoxilato o sulfonato de aceite de castor, pudiendo ser añadido también gliceroles o glicoles.

Estos productos son efectivos frente a un amplio rango de bacterias gram positivas y gram negativas, pero son relativamente ineficaces frente a *Pseudomonas spp* y las micobacterias, y no son efectivos frente a los virus lipofóbicos. Sin embargo su nivel de actividad fungicida es muy alto. Son eficaces en presencia de materia orgánica, forman emulsiones blancas cuando se diluyen y poseen como los anteriores un fuerte olor a alquitrán. En combinación con ácidos sulfónicos y ácido acético se obtienen productos fuertemente bactericidas, fungidas y viricidas, convenientes para el uso en sanidad animal. También se han desarrollado otras formulaciones utilizando sulfonato de trietanolamina-dodecibenceno como agente emulsificante.

Un fenol muy meritorio de mención especial es el *o*-fenilfenol. Esta sustancia puede incorporarse en los productos claros y es frecuentemente utilizado en combinación con fenoles halogenados para exaltar su actividad. Es menos tóxico y menos corrosivo que la mayoría de los fenoles restantes.

La formulación con fenoles requiere un gran cuidado, pues la actividad de la fórmula se pierde tanto por la rotura de la emulsión agua/aceite como la de la concentración de las micelas.

Modo de acción : Los fenoles actúan específicamente sobre la membrana celular e inactivan las enzimas intracitoplasmáticas formando complejos inestables. Las moléculas lipofílicas quedan atrapadas por los fosfolípidos de membrana. Están implicados los siguientes procesos:

1) Si la concentración del producto es baja, los constituyentes celulares (ácidos nucleicos, ácido glutámico) se liberan en el medio externo.

2) Si la concentración del producto es alta, el desinfectante inhibe las permeasas, ocasionando la desnaturalización de las proteínas bacterianas y la lisis de la membrana celular.

En el caso de *Bacillus megaterium*, por ejemplo, se liberan los solutos intracelulares o bien se pierden durante el crecimiento (pequeños solutos, como los derivados de proteínas), y de igual modo tiene lugar también un efecto secundario como consecuencia de la interacción de enzimas unidas a la membrana citoplasmática.

3. COMPUESTOS LIBERADORES DE HALÓGENOS

Cloro: Las soluciones de hipoclorito sódico son probablemente los compuestos liberadores de halógenos mejor conocidos y figuran entre los desinfectantes más antiguos. Son extremadamente efectivos frente a todos los tipos de microorganismos pero pierden gran parte de su actividad en presencia de materia orgánica. Las soluciones de hipoclorito sódico han sido formuladas con varios detergentes (por ej., óxidos de aminas, jabones, sulfonatos alcanos o eter fosfatos) que no afectan a la actividad microbica y mejoran su capacidad penetrante.

Las ventajas de las soluciones de hipoclorito sódico sobre otros desinfectantes incluyen su baja toxicidad a concentraciones de uso, la facilidad de manejo y el costo relativamente bajo. Las soluciones concentradas son corrosivas para la piel, metales y otros materiales.

Estos productos se suelen formular también con una pequeña cantidad de hidróxido sódico que aumenta su estabilidad, carácter que se afecta fuertemente por la presencia de metales traza (particularmente cobre, níquel y cromo), que catalizan la transformación rápida a sal y agua.

Las soluciones de hipoclorito nunca deben mezclarse con ácidos, pues la reacción resultante libera gas cloro que es muy tóxico. Durante muchos años han sido utilizadas en el tratamiento del agua, en las operaciones que se llevan a cabo en las centrales lecheras, en la industria alimentaria y en el hogar.

Como la estabilidad de las soluciones de hipoclorito esta exponencialmente relacionada con la concentración, las soluciones fuertes pierden más actividad en un tiempo dado que las soluciones débiles. Así pues, 6 a 9 meses en condiciones normales de almacenamiento, una solución al 10% podría reducirse al 5%; mientras que una solución al 5% podría caer al 2'5%. Como consecuencia de mejoras en los procesos de fabricación, la estabilidad de las soluciones de hipoclorito han mejorado en los últimos años y hoy es posible obtener soluciones al 5% que solamente caen al 4% en un plazo de 9 meses en condiciones normales de conservación.

El **hipoclorito potásico** posee propiedades semejantes a las del hipoclorito sódico. Ni este ni el sódico son estables en forma solida, mientras que el **hipoclorito de litio** y el **hipoclorito cálcico** si son estables en esta forma de presentación, y en muchos casos pueden ser utilizados para preparar fórmulas en polvo.

Otros compuestos en polvo que liberan iones hipoclorito en solución son el **ácido tricloroisocianuro** (que da un 90% de cloro activo), el **dicloroisocianuro sodico** (que dal el 55-60%), **diclorodimetilhidantoina** (que dá el 55%), **cloramina-T**, **halozone**, **N-clorosuccinimida** (40%), y **fosfato trisódico clorado** (10%).

El ácido tricloroisocinaurico, el dicloroisocianurato sodico y el hipoclorito cálcico han sido todos ellos formulados en tabletas para proporcionar soluciones concentradas de cloro activo en solución. La diclorodimetilhidantoina, la N-clorosuccinimida y la cloramina T son menos solubles pero han sido también incorporadas en formulaciones en polvo con detergentes y todas han sido utilizadas en el tratamiento del agua. El fosfato trisódico clorado ha sido incorporado en varios detergentes sanitarios, posee propiedades emulsificantes de la grasa derivadas del fosfato trisódico, a lo que se une la actividad antimicrobiana del cloro

activo. Cualquier formulación en tabletas o polvo que contenga esta sustancia debe de ser conservada seca, dado que el cloro pierde actividad muy rápidamente en ambiente húmedo.

Todos estos productos químicos son extremadamente reactivos y debe tenerse mucho cuidado cuando se formula con ellos. Generalmente los detergentes anionicos en polvo (por ej., el dodecilbencenosulfonato sódico o el sulfonato alcano) son convenientes para unir a estas sustancias, mientras que los detergentes no iónicos reaccionan con ellas.

Aunque el **bromo** es un antimicrobiano más activo que el cloro, hasta la fecha se han conseguido pocos productos liberadores de bromo en el mercado de desinfectantes. La **bromoclorodimetilhydantoina** ha sido utilizada en el tratamiento del agua y el **bromuro sodico** se añade comunmente en polvo a las formulaciones sanitarias que contienen productos de cloro activo.

Modo de acción: El cloro es electronegativo y por ello oxida las uniones peptídicas desnaturizando las proteínas. Están implicados tanto el cloro como el oxígeno, oxidando los grupos tiol. Los hipocloritos y las cloraminas en el agua producen ácido hipoclorístico cuando se descomponen

La exposición de cepas de *Escherichia coli*, *Pseudomonas spp* y *Staphylococcus spp* a dosis letales de ácido hipoclorístico origina un decremento de la producción de ATP. El dióxido de cloro actúa sobre la permeabilidad de la membrana externa de *E.coli* a través de un fenómeno letal primario que consiste en una unión sustancial de iones K^+ ; tal unión no tiene lugar en el caso de macromoléculas. Las dosis subletales inhiben la respiración celular debido a un efecto oxidante inespecífico.

4. FENOLES HALOGENADOS

Como sugiere el propio nombre, los fenoles halogenados incluyen compuestos en los que uno o mas átomos de hidrogeno en la molécula del fenol, están reemplazados por un átomo de halógeno, por lo general cloro o bromo. La halogenación de la molécula altera significativamente las propiedades fenólicas.

Estas sustancias son menos solubles, menos corrosivas y menos tóxicas que el correspondiente fenol; poseen una actividad más alta tanto frente a bacterias gram positivas como gram negativas, pero son menos eficaces en presencia de materia orgánica.

Los fenoles halogenados se formulan generalmente disolviendolos en aceite de pino u otros hidrocarburos terpénicos e incluso en alcoholes, emulsificando luego la solución resultante con un jabón líquido. Estos principios activos pueden ser formulados con algunos detergentes aniónicos, pero la mayoría de estos, al igual que los catiónicos o no-iónicos, reducen su actividad.

Las formulaciones que contienen **paraclorometaxilenol** (PCMX), **2,4-diclorometaxilenol** (DCMX), y **o-bencil-p-cloropenol** (OBPCP) han sido utilizadas ampliamente como antisépticos. Junto con **monoclorofenilfenol**, los fenoles halogenados también se utilizan como desinfectantes, algunas veces en combinación con **o-fenilfenol**. Algunos han sido incorporados en desinfectantes fenólicos solubles claros para incrementar su actividad.

Los fenoles halogenados poseen un olor intenso y pueden ser muy colorantes. Nunca deben de ser utilizados en presencia de alimentos.

La actividad de estas sustancias frente a *Pseudomonas spp* se incrementa incluyendo agentes quelantes, tales como EDTA o ácido etilenglicotetracético (EGTA) en la fórmula.

Al incrementar el grado de sustitución de halógenos en la molécula, decrece la solubilidad y generalmente decrece también la actividad bactericida, mientras que la actividad fungicida, por el contrario, aumenta.

Los bifenoles halogenados, particularmente el **triclorsan**, han encontrado aplicaciones antibacterianas en formulación para jabón de manos. Son muy efectivos frente a bacterias gram positivas, pero son mucho menos eficaces frente a bacterias gram negativas.

5. ALDEHÍDOS

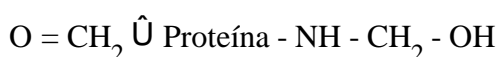
Algunos aldehídos poseen un amplio espectro de actividad frente a las bacterias, hongos, micobacterias, esporos y virus. El **formaldehído** es, entre ellos, el mejor conocido, y seguramente el más introducido en la desinfección, de entre todas estas sustancias. Ha sido ampliamente utilizado en preparaciones líquidas (en Alemania, por ejemplo, el 30% de los desinfectantes utilizados en Veterinaria son aldehídos). Ha sido utilizado como fumigante, mediante ebullición en soluciones de formalina, o produciendo gas formol mediante la reacción de formalina con permanganato potásico o también calentando paraformaldehído. Se requiere un humedad relativa alta para conseguir una eficacia óptima.

El **glutaraldehído** es al menos tres veces más activo que el formaldehído, pero carece de estabilidad química en soluciones concentradas. Ha sido ampliamente utilizado en solución para la esterilización química de instrumental médico sensible (por ej., endoscopios). El **glioxialdehído**, **glicidaldehído** y **succindialdehído** han sido utilizados también en algunas preparaciones, pero por lo general son menos eficaces que el glutaraldehído.

Todos los aldehídos mencionados antes pueden operar en condiciones de fuerte contaminación con materia orgánica. Todos actúan bastante lentamente, con un exponente de concentración bajo. Oxidan lentamente y son escasamente reactivos con otras sustancias químicas. Es preciso tener mucha precaución en la formulaciones en las que se incorporan aldehídos, con el fin de evitar estos problemas. Todas estas sustancias son potencialmente peligrosas por vía respiratoria.

Recientemente los aldehídos han sido formulados en unión con DAQ o sustancias anfóteras para conseguir un efecto sinérgico, consiguiendo una acción más rápida y una actividad más alta sobre un espectro más amplio.

Modo de acción: El **formaldehído** actúa sobre las proteínas por desnaturalización, y sobre los ácidos nucleicos (y también proteínas) mediante alquilación:





A nivel de los ácidos nucleicos, la reacción es irreversible (aunque al menos sobre el ARN, la acción es reversible hasta un punto dado, a partir del cual ya es irreversible):



La acción del formaldehído es idéntica a nivel de ribo y desoxirribonucleótidos, excepto en el caso de los guaniribo-desoxirribonucleótidos. La 5' dGMP (deoxi-guanosina monofosfato) interactúa más rápidamente con formaldehído que con 5' GMP. La reacción con nucleótidos receptivos tiene lugar rápidamente y el equilibrio se inclina hacia la hidroximetilación. Esta acción es dependiente del pH, llevándose a cabo mejor a pH alcalino y peor a pH ácido o neutro.

El **glutaraldehído** actúa de forma similar al formaldehído, favoreciéndose en presencia de pH alcalino (por ej., pH 8), aunque la solución es menos estable en tales condiciones, pues la molécula se polimeriza y la actividad del desinfectante decrece. Sobre la pared celular, el glutaraldehído actúa a nivel de los puentes cruzados del peptidoglicano. En *Escherichia coli*, el glutaraldehído inhibe la síntesis de proteínas, ARN y ADN, aunque se piensa que esta acción deriva de la inhibición de un precursor, como consecuencia de la interacción aldehído-proteína en las estructuras externas de la célula. El glutaraldehído afecta así a la pared celular bacteriana y probablemente también a la pared de los hongos.

En su acción esporocida, el glutaraldehído parece que interactúa con proteínas y enzimas, y libera los puentes interpeptídicos del peptidoglicano en el cortex, acción que se ve favorecida por la de cationes inorgánicos.

La actividad del desinfectante se incrementa en presencia de iones magnesio (Mg^{++}), tanto cuanto más fosfatasa alcalina celular este liberada. Esta enzima se encuentra completamente localizada en el espacio periplásmico a pH 6'8, mientras que la mitad de ella se libera en el medio extracelular a pH 7'4. Este hecho puede explicar la diferencia observada en la actividad entre las formulaciones basadas en glutaraldehído ácido y alcalino. La presencia de cationes bivalentes a pH alcalino refuerza la actividad bactericida por concentración de la pared y/o plasmolisis de la bacteria. Esta potenciación del glutaraldehído en presencia de iones Mg^{++} también se ha señalado en el caso de los hongos y de los esporos bacterianos.

6. BIGUANIDAS Y BIGUANIDAS POLIMÉRICAS

Se incluyen en este grupo la **alexidina**, **clorhexidina** y las **biguaninas poliméricas**.

Todos estos principios activos poseen un amplio espectro de actividad antibacteriana, pero limitado como fungicidas y viricidas. La funcionalidad de estos productos tiene lugar en un rango limitado de pH entre 5 y 7 en el caso de la alexidina y clorhexidina, y entre 5 y 10 en el caso de las biguanidas poliméricas. Todos son incompatibles con los detergentes aniónicos y los compuestos inorgánicos aniónicos.

La **clorhexidina** es insoluble en agua, pero el gluconato de clorhexidina es muy soluble por lo que es en la práctica el producto más utilizado. El gluconato de clorhexidina es mucho más bacteriostático que bactericida; posee propiedades virucidas pero no es esporicida ni micobactericida. Ha sido formulado en soluciones acuosas o alcohólicas en el tratamiento preoperatorio de la piel y utilizado en unión con compuestos de amonio cuaternario en formulaciones antisépticas y detergentes para uso sanitario. La **alexidina** ha sido utilizada principalmente en la antisepsia oral.

Las **biguaninas poliméricas** han sido utilizadas extensamente en combinación con otros DAQ o detergentes no iónicos en industrias de la alimentación y cervecera. Poseen un amplio espectro de actividad y tanto las biguaninas poliméricas como la clorhexidina son por lo general más activas frente a *Pseudomonas spp* que los DAQ, aunque la resistencia a la clorhexidina ha sido descrita con cierta frecuencia. Esas sustancias no pueden formularse con álcalis.

Mecanismo de acción : El lugar de acción primario de estos compuestos es la membrana citoplasmática, con el resultado de modificación en la permeabilidad. Este efecto es debido a la interacción electrostática con los fosfolípidos ácidos. Dado el tamaño de las moléculas de estos compuestos, lo que implica la absorción tanto en gram positivos como en gram negativos, se conduce a un efecto destructivo. Al contrario que algunos antibióticos (penicilina, bacitracina y novobiocina) no hay acumulación de precursores de la pared; la destrucción esta ocasionada por la ruptura de la membrana y pérdida de la permeabilidad sin lisis de la pared celular.

La liberación de los constituyentes celulares tiene lugar a muy baja concentración. A concentraciones altas, las que se usan en condiciones antisépticas, el efecto bactericida es muy rápido debido a la coagulación del citoplasma. En cualquier caso, la muerte bacteriana no se debe a la fusión de los constituyentes celulares.

Se han llevado a cabo estudios detallados sobre la interacción de una biguanida polimérica (la polihexametileno biguanida, PHMB), que se une a la superficie de *Escherichia coli* cargada negativamente, perjudicando la membrana externa e interactuando con los fosfolípidos de la membrana interna. Se produce pérdida de K^+ y eventualmente hay una pérdida completa de la función de la membrana, con precipitación de constituyentes intracelulares.

7. COMPUESTOS ANFÓTEROS

Este tipo de sustancias se caracterizan porque poseen tanto carga positiva como negativa en la misma molécula, razón por la que pueden formularse indistintamente con sustancias aniónicas o catiónicas.

En los años 1950 se descubrió que algunos detergentes anfóteros poseían propiedades antimicrobianas; de entre estos, uno en particular, el grupo de **alquil betainas** fue explotado comercialmente. Más tarde se incrementó el número de aminas nitrogenadas en la molécula, con lo que se vio que se incrementaba la actividad de estos detergentes. Los compuestos anfóteros son menos eficaces que los DAQ, pero el espectro de actividad microbicida es menos activo frente a los gram positivos.

Los anfóteros poseen buena detergencia y se lavan mejor que la mayoría de los DAQ. Han sido utilizados extensamente en la industria lechera y farmacéutica.

Estos compuestos no actúan bien en presencia de gran cantidad de materia orgánica y su actividad virucida se limita en el caso de los virus lipofílicos, siendo además ineficaces frente a los esporos, aunque se ha señalado sin embargo, alguna actividad frente a las micobacterias.

Estas sustancias se han formulado en unión con flutaraldehído y formaldehído dando productos con detergencia y un amplio espectro de actividad. Los compuestos anfóteros pueden exaltar, posiblemente, la actividad de algunos fenoles.

Un estudio llevado a cabo sobre el modo de acción de productos de este tipo (dodecildi-aminoetil-glicina) sobre dos cepas de *Pseumonas aeruginosa* muestra que las propiedades aminoacídicas de esta molécula son incapaces de entrar ni en la pared celular ni en la membrana citoplasmática, por lo que la célula aparece horadada por protuberancias tubulares.

8. COMPUESTOS YODADOS

El yodo, por sí mismo, no es una sustancia muy soluble y resulta, además, demasiado tóxico, corrosivo y colorante para ser utilizado como un microbicida activo, aunque figura entre las sustancias desinfectantes más activas que se conocen.

A comienzos del siglo XX, el yodo era utilizado extensamente como antiséptico en soluciones en las que se disolvía en alcohol y yoduro potásico. Estas **tinturas de yodo** eran demasiado irritantes para la piel, razón por la que han caído en desuso.

El yodo es reactivo con polímeros neutros, en especial la polivinil pirrolidona, lo que ha permitido obtener un producto que ha sido extensamente utilizado para lavados quirúrgicos y como antiséptico. También se ha observado que reacciona con surfactantes etoxilatados produciendo yodóforos, los cuales se estabilizan por lo general con ácidos o tampones ácidos y poseen un espectro de actividad muy amplio, frente a bacterias, esporos, micobacterias, hongos y virus, por lo que han sido ampliamente utilizados.

Los yodóforos poseen un coeficiente de temperatura bajo comparado con la mayoría de otros productos, y en cualquier caso actúan casi de modo similar, tanto a temperaturas bajas como a temperaturas altas. No pueden mezclarse con otros productos ni pueden ser utilizados en condiciones alcalinas.

Modo de acción: El yodo actúa disminuyendo los requerimientos de oxígeno de los microorganismos aerobios, interfiriendo a nivel de la cadena respiratoria por bloqueo del transporte de electrones a través de reacciones electrofílicas con enzimas. También interactúa preferentemente con las proteínas de la membrana citoplasmática, tanto en presentaciones con carga positiva ($H_2O + I$) como carga neutra ($I_2 + HOI$).

9. ALCOHOLES

Aunque algunos alcoholes han sido utilizados extensamente como desinfectantes de piel, este tipo de sustancias no son particularmente activas. El **alcohol etílico**, el **isopropílico** y el ***n*-propílico** son más activos a una concentración del 70% que a concentraciones superiores e incluso retienen alguna actividad al 10%. Los alcoholes se utilizan extensamente como solventes y han sido incorporados en formulaciones de desinfectantes en combinación con fenoles, fenoles halogenados, DAQ y clorhexidina. Poseen la ventaja de que se evaporan muy rápidamente y no dejan residuos; por lo que han sido utilizados como desinfectantes en spray en la industria alimentaria.

Los **alcoholes terpénicos** también poseen algunas propiedades germicidas y han sido utilizados en combinación con fenoles halogenados.

El **fenoxietanol** y el **alcohol feniletílico** han sido también utilizados en distintas formulaciones para incrementar la actividad frente a *Pseudomonas spp.*

10. ÁCIDOS Y ÁLCALIS

Los **ácidos inorgánicos** (por ej., el **ácido nítrico, clorhídrico, fosfórico y sulfúrico**) se utilizan como limpiadores para eliminar las piedras de limo o de leche, etc.,. Poseen propiedades microbicidas debido a su bajo pH, pero por lo general actúan lentamente. Son limpiadores muy eficaces, aunque poseen limitaciones muy estrictas debido a su capacidad de corrosión tanto para la piel como para los materiales.

Además, muchos **ácidos orgánicos** (por ej., el **ácido fórmico, cítrico, láctico, málico, glutárico y propiónico**) han sido utilizados en formulaciones para exaltar las propiedades fungicidas y virucidas de otros desinfectantes. Su actividad se incrementa sustancialmente en presencia de detergentes aniónicos del tipo del sulfonato o eter sulfato, propiedad que ha sido utilizada en un gran número de productos sanitarios.

El **ácido acético** y el **ácido benzóico** actúan a través de la acción de la molécula sin disociar. El ácido acético posee un olor penetrante y acre pero se ha utilizado como desinfectante en limpiadores y en combinación con algunas formulaciones fenólicas; es un componente que forma parte del ácido peracético. El ácido benzóico por lo general se utiliza como preservativo en la industria de bebidas.

Todos los ácidos son productos de actuación rápida y poseen un exponente de concentración baja.

El **hidróxido sódico y potásico** han sido utilizados extensamente por sus propiedades limpiadoras en la industria lechera y alimentaria. Poseen propiedades microbicidas, igual que buenas propiedades desengrasantes y separadora de detritus, aunque su actividad es lenta. La actividad de estos productos se incrementa cuando se aumenta la temperatura, debiendo ser manipulados con mucha precaución. Se utilizan intensamente en los sistemas de limpieza, por lo general seguidos de una neutralización ácida.

La **cal viva (óxido de calcio)** se utiliza habitualmente como desinfectante de cadáveres de animales. El **carbonato sódico y el metasilicato calcico** poseen escasa actividad microbicida, pero han sido utilizados en formulaciones con otros productos para incrementar sus propiedades desengrasantes, exaltar la penetración y neutralizar el pH.

Modo de acción : Ácidos y alcalis actúan a través de los iones H^+ que destruyen los puentes de aminoácidos en los ácidos nucleicos, modificando también el pH del citoplasma y precipitando las proteínas. Por su parte los iones OH^- saponifican los lípidos en la envoltura externa (tanto en el caso de las bacterias como en el de los virus envueltos), conduciendo después a la destrucción de las estructuras de superficie. A pH superiores a 10 se desorganiza la estructura del peptidoglicano bacteriano y tiene lugar la hidrólisis de los nucleótidos en el genoma vírico. De modo semejante, a pH por encima de 12 se actúa igualmente en el caso de las micobacterias.

11. AGENTES OXIDANTES

El **peróxido de hidrógeno** posee buenas propiedades antibacterianas y ha sido utilizado en formulaciones al 5-20%. No es muy fungicida y los microorganismos que contienen catalasa son resistentes a bajas concentraciones del mismo.

Es muy reactivo, no es muy estable y se destruye en presencia de álcalis. Para incrementar la estabilidad, el pH se ajusta aproximadamente a 5 y se añaden fosfonatos. Esta sustancia se utiliza intensamente en la esterilización del material acartonado con el que se fabrican los tetrabrick para envasado de leche y otros materiales.

El ácido peracético ha sido utilizado en el procesado de alimentos y lechería. Posee un olor acre, pero tiene la ventaja de que destruye todos los tipos de microorganismos, incluidos los esporos, y además es activo incluso en presencia de materia orgánica.

Otros muchos productos oxigenantes (por ej., el **perlactato, percarbonato, persuccinato, perbenzoato y pervalerato**) poseen también propiedades microbicidas, pero por lo general son inestables y por esta razón apenas se utilizan en la industria alimentaria.

Los **monopersulfatos de sodio y potasio** poseen la propiedad de producir cloro a partir de las soluciones obtenidas de sus sales y peróxidos en solución ácida. Esta propiedad ha sido utilizada en formulaciones de desinfectantes en polvo.

El **metaperiodato sódico** ha sido añadido a algunas formulaciones para incrementar su actividad desinfectante así como por su poder quelante para algunos metales pesados.

Modo de acción : El ácido peracético oxida y desnaturaliza las proteínas y los lípidos de los microorganismos, lo que conduce a una desorganización de su membrana. En condiciones de saturación de iones H^+ puede tener lugar el hinchazón de la célula mediante atracción de agua.

El **ozono** probablemente actúa sobre las bacterias por oxidación. En el caso de los virus inactiva atacando a la proteína de la cápsida (en los bacteriofagos) para liberarla, actuando después sobre los ácidos nucleicos.

DESINFECCIÓN POR AGENTES FÍSICOS

La desinfección por procedimientos físicos ha sido practicada desde la más remota antigüedad (en la cultura greco-romana, por ejemplo), y de forma empírica. Mucho más recientemente han sido identificados sus mecanismos de acción.

Desde un punto de vista histórico, los métodos físicos de desinfección pueden agruparse en los siguientes:

1) Desinfección por elevación de la temperatura:

Fue, sin duda, una de las primeras ideas del hombre, que practicó el uso del fuego para purificar locales, objetos, cadáveres, etc., de los que sospechaba podían tener algún tipo de intervención en los males que afectaban a sus animales o a él mismo. En la literatura antigua se encuentran recomendaciones de uso muy numerosas:

El Agua: Los soldados de Alejandro el Magno, por ejemplo, debían seguir los consejos de Aristóteles consistentes en hacer hervir el agua de bebida. En Persia, Avicena (980-1046), en el libro III de su "Canon" indica que el agua puede potabilizarse por evaporación y destilación, o por ebullición. La sabiduría de estas recomendaciones, retomadas en el curso de los años, fueron científicamente probadas en 1776 por Spallanzani, quien demostró que la "generación espontánea" de los microorganismos no era posible después de que el líquido en el que vivían hubiera sido sometido a ebullición durante 1 hora..

Objetos y vestidos: La Biblia precisa que los soldados hebreos cuando regresaban del combate eran obligados a flamear todo su equipo, incluso los vestidos capaces de soportar el tratamiento, mientras que el resto de material tenía que meterse en agua hirviendo. En la Edad Media, los vestidos de los individuos que habían padecido peste bubónica eran quemados para evitar la extensión de la epidemia de peste negra.

En 1716, un Reglamento del rey de Prusia, Federico el Grande, establecía que los vestidos de las personas que habían cuidado de animales afectados de peste bovina, debían de ser aireados y "expuestos a las llamas". Los que no respetaban dichas medidas, eran castigados con graves penas como marcado al fuego, condena a trabajos forzados a perpetuidad, no sin antes haber sido sometidos a latigazos.

En 1730, una ordenanza del Emperador Carlos VI de Francia, establecía que los comederos y abrevaderos que habían servido a caballos afectados de muermo, debían de ser expuestos a las llamas. En 1782 Lavoisier preconizaba la descontaminación por ebullición de los vestidos de las personas enfermas de tuberculosis. En 1784, una disposición del Consejo del Rey de Francia obligaba a los propietarios de animales que habían estado afectados de enfermedades contagiosas a limpiar o escaldar todos los arneses, carruajes y en general todos los objetos que habían estado en contacto con estos animales.

Los cadáveres: La incineración de los cadáveres de hombres o animales fallecidos como consecuencia de enfermedades, a lo largo de los tiempos ha sido considerado el mejor método para evitar el contagio.

Curiosamente, la eficacia de la incineración no ha sido considerado, en ocasiones, mejor que el simple entalamiento, como señalaban Lechlainché y Smith, entre otros. En 1713, Bates preconizaba la cremación de los cadáveres de los bovinos muertos de peste

bovina en Inglaterra, después de la desinfección de los locales y de la instauración de un régimen sanitario de 3 meses.

2) Desinfección por fumigación

La fumigación es un procedimiento utilizado desde hace mucho tiempo para "purificar el aire", quizás porque se había observado que el humo atrapaba los insectos, siempre sospechosos de causar enfermedades humanas o animales. En el año 429 antes de C. este método había sido recomendado por Hipócrates para luchar contra una epidemia que atacaba animales y humanos en Atenas. Consistía en hacer quemar maderas y hierbas odoríferas en las calles de la ciudad, lo que habría contribuido a detener la epidemia. Esta técnica, que tenía la ventaja de purificar el aire y que también podía desinfectar los objetos, vestidos, etc., fue recomendada en el siglo V por Végèce y después en el siglo XVIII en la lucha contra la peste bovina; precisamente, en 1745, después de la epidemia de peste bovina que tuvo lugar en Montpellier, la Facultad de Medicina recomendó la fumigación de los establos con madera de enebro y vapores de vinagre. Pocos años después, en 1752, cuando tuvo lugar una epidemia también de peste bovina en Inglaterra, Layard recomendó la fumigación de los establos con una mezcla de polvora de cañón, tabaco y diversas plantas aromáticas. La fumigación de las jaulas contaminadas por perros rabiosos ha sido recomendada en Francia y en Inglaterra, a finales del siglo XVIII. Chabert, en 1774, recomendó la fumigación también para luchar contra el carbunco bacteridiano.

3) Desinfección por desecación. Este procedimiento asocia, con frecuencia, la acción del calor y de los rayos ultravioleta, cuando se practica por exposición al sol. Había sido recomendado ya 7 siglos antes de C. en la doctrina de Zaratrusta, para purificar las tierras donde habían reposado los cadáveres. Fue empleada en el antiguo Egipto para llevar a cabo el embalsamamiento de los cuerpos, después de un baño de sales. Seguramente fue el resultado de la observación de los cadáveres que se momificaban de modo natural como consecuencia de la desecación, en el desierto.

4) Desinfección por filtración. La historia de la filtración se remonta a tiempos remotos, pues los antiguos Egipcios la utilizaban para purificar el jugo de uvas a través de una tela. En Persia, Sayyid Ismail Jorjani (1042-1135) observó que un agua filtrada (o hervida) tardaba largo tiempo en corromperse. Este método fue recomendado también en 1757 en la marina británica para purificar el agua, filtrándola en arena o en carbón.

Pero su uso para reducir la carga de agentes patógenos no fue estudiado experimentalmente hasta mucho más tarde, fundamentalmente por Magendí (1783-1855). Este autor, que inoculaba extractos de bebidas putrefactas a perros por vía endovenosa, había observado que el poder patógeno de estas inoculaciones se reducía fuertemente después de pasar el extracto por un papel de filtro. Estos ensayos fueron retomados y profundizados más tarde para estudiar en particular el poder patógeno del agente del carbunco bacteridiano por autores como Tiegel, Klebs, Eberth, Chaveau, etc., siendo Davaine el que demostró definitivamente en 1863 que la filtración en filtros de porcelana, retenía estos microorganismos.

DESINFECCIÓN POR AGENTES BIOLÓGICOS

Contrariamente a lo que sucede en el caso de la desinfección química o física, la desinfección por agentes biológicos no representa un procedimiento puro, sino que se fundamenta, en último extremo, en bases químicas o físicas.

Desde un punto de vista histórico cabe señalar el interés del **enterramiento**, que constituye uno de los métodos más corrientes de desinfección, en particular de los cadáveres (humanos o animales), como consecuencia de un proceso biológico extremadamente complejo consistente en su degradación enzimática, pero también en la variación del contenido de oxígeno, presión, pH, temperatura, etc.

Este método es, sin duda, el más antiguamente utilizado por el hombre y representa casi una reflexión animal: desembarazarse de las materias que producen mal olor o putrescibles, enterrándolas. Es así, que según recoge el Deuteronomio, los soldados hebreos debían ir siempre provistos de una pala con el fin de enterrar sus deyecciones para evitar extender epidemias. Este método pareció más eficaz, incluso que la incineración, en el caso de los romanos, si se juzga un texto de Virgilio. Al comienzo del siglo V^o, Végèce ordena también enterrar profundamente los caballos que morían como consecuencia de las enfermedades contagiosas, fundamentalmente en la época de la invasión de los Hunos.

En 1502, las autoridades de Nördlinger eran responsables del enterramiento de los cadáveres de los animales muertos de rabia y, si se trataba del cadáver de un perro, el enterrador era remunerado con ocho pfennings. En 1523 Fitzherbert recomendaba enterrar los cadáveres de animales muertos de carbunco, con excepción de la piel, que era enviada a las tenerías, y la cabeza, que era plantada en el extremo de una pica para señalar al vecindario que la enfermedad estaba presente en el lugar.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA DESINFECCIÓN

La selección y uso de desinfectantes químicos para situaciones concretas, debe de relacionarse con las condiciones prácticas en las que se lleva a cabo el proceso, así como la relación con los agentes de infección que estén presentes. En el mundo animal, no siempre resulta fácil la limpieza de todas las partes de las explotaciones, por lo que es conveniente seleccionar desinfectantes que mantengan su actividad en presencia de materia orgánica.

Los desinfectantes halogenados, en particular el hipoclorito sódico, se inactivan rápidamente por la materia orgánica, mientras que los desinfectantes fenólicos retienen gran parte de su actividad en condiciones semejantes. En la tabla se enumera una selección de desinfectantes convenientes para la desinfección de edificios. La superficie de un edificio puede ser tratada con una solución desinfectante mediante brocha o con spray a presión baja o alta. Los recipientes deben lavarse en un tanque de desinfectante. Para que un programa de desinfección tenga éxito, la dilución correcta del desinfectante tiene que actuar el tiempo suficiente a la temperatura adecuada. Trazas de sustancias inhibitorias tales como jabones y detergentes pueden interferir con la actividad bactericida y virucida de DAQ o biguanidas. Algunos factores ambientales que pueden interferir con la actividad de desinfectantes, se encuentran en la tabla. Cuando los edificios poseen un diseño adecuado, puede utilizarse la fumigación como fase final del procedimiento.

En los programas de desinfección de rutina, los fallos en la inactivación de agentes infecciosos pueden estar relacionados con la selección y uso del desinfectante o para los factores ambientales. La Tabla enumera el espectro de la actividad antimicrobiana de algunos de los desinfectantes más comunes. Las tablas pueden ser el resultado de la reintroducción de la infección mediante animales portadores u otras fuentes. La tabla enumera los factores que contribuyen a los fallos en los programas de desinfección. Finalmente en la tabla se enumeran los factores que influyen en la actividad de los desinfectantes en situaciones prácticas, incluyendo la composición del desinfectante, la temperatura de tratamiento y el tipo de microorganismo.

Lugares de acción de los agentes químicos con actividad antimicrobiana

Agente	Pared celular	Membrana celular	Proteínas	Ácidos nucleico	Enzimas con grupos - SH	Amino ácidos
Ácidos inorgánicos		+	+		+	
Alcoholes		+	+		+	
Alcalis		+	+		+	
Agentes alquilantes		+		+	+	+
Biguanidas		+				
Colorantes (acridina)				+		
Halógenos		+			+	+
Metales pesados			+		+	
Fenoles	+	+	+			
DAQ		+	+			

CONSIDERACIONES PRE-DESINFECCIÓN

Antes de comenzar la limpieza deben especificarse varias premisas. El objetivo de la desinfección y el plan de acción deben estar escritos. Luego, atendiendo a los propósitos de la desinfección debe especificarse en el plan el tipo de material que se va a desinfectar y el microorganismo contaminante sospechoso; en función de ello se elegirá el mejor desinfectante, para que considerando cada situación en particular, proporcione una seguridad óptima para animales, humanos, equipo y ambiente. Evidentemente, el producto elegido debe ser efectivo frente a los microorganismos en cuestión y debe estar aprobado para su uso por las disposiciones y normas legales del país.

Además, para elegir un desinfectante con un espectro antimicrobiano apropiado, debe evaluarse el potencial zoonótico de los microorganismos sospechosos, así como los posibles riesgos para el operario que lleva a cabo la desinfección y otros trabajadores. En un plan previo debe considerarse también el potencial tóxico del desinfectante, así como sus propiedades irritantes para la piel, ojos, su capacidad corrosiva, la capacidad para alterar la pintura de revestimiento y potenciales efectos perjudiciales sobre la madera, metales, fibras, hormigón, gomas o cables eléctricos. Si los microorganismos contaminantes sospechosos son exóticos o poseen potencial zoonótico, o si el desinfectante posee propiedades tóxicas, irritantes o corrosivas, deben utilizarse ropas protectoras, mascarillas y botas de goma.

Debe considerarse también el drenaje del lugar y las posibles filtraciones respecto de la proximidad de corrientes de agua y pozos, así como el posible contacto con humanos, fauna silvestre, animales domésticos y aves. Por esta razón, el área de desinfección debe de estar bien identificada y en lo posible "sellada" para prevenir cualquier accidente indeseable

LIMPIEZA PREVIA A LA DESINFECCION

Constituye el elemento más crucial en el proceso de desinfección y por sí misma eliminará ya la mayoría de los microorganismos si se realiza convenientemente. Hay que tener presente que muchos microorganismos pueden sobrevivir durante largos periodos en el suelo, heces, agua, productos animales, camas, alimentos y fómites.

Este tipo de limpieza exige primero la retirada de los animales. El estiércol, la cama y otros desechos deben de ser retirados y tratados convenientemente, dependiendo de la situación.

Todas las superficies contaminadas deben de ser limpiadas cuidadosamente y eliminadas las partículas más groseras de materia orgánica, con el fin de asegurar un contacto directo entre el desinfectante y el microorganismo patógeno, pues solo en este caso los productos son efectivos.

Todos los equipos y utillaje de la explotación deben ser limpiados individualmente. Si se sospechan agentes de zoonosis puede utilizarse un desinfectante conveniente antes de la desinfección, llevando a cabo la limpieza en condiciones de protección por parte de los operarios. Las heces, polvo, fango u otros materiales deben de ser eliminadas por raspado o con agua caliente a presión.

Existen facilidades para la limpieza si se utilizan un jabon detergente o un desinfectante clásico (por ejemplo una solución de carbonato sódico al 2-4%).

LA DESINFECCION PROPIAMENTE DICHA

Antes de la aplicación del producto desinfectante todos los restos de los materiales utilizados deben de ser eliminados con el fin de que no neutralicen el desinfectante.

El desinfectante se aplica sobre cada superficie comenzando por el punto más alto y trabajando hacia abajo. Durante este proceso el estado de salud de los trabajadores debe de estar sometido a observación constante.

El desinfectante debe de mantenerse sobre las superficies durante tanto tiempo como sea posible. Después, pueden tomarse muestras y/o colocar animales centinelas antes de que las naves sean ocupadas de nuevo.

DESINFECCION CON LOS ANIMALES PRESENTES

Si las circunstancias en las que se desenvuelven las actividades de lucha y control requieren que los animales permanezcan en el área que se está desinfectando o en áreas contiguas, esto tendrá un impacto significativo sobre el proceso de pre-desinfección, el producto desinfectante elegido y el método de aplicación. En tales circunstancias resulta imposible una limpieza completa antes de la desinfección y el producto desinfectante utilizado debe de ser no-tóxico y debe de poseer efectos biocidas cuando se aplica como una niebla o un aerosol.

Sustancias químicas que funcionan bien en estas condiciones incluyen por ejemplo los 0-fenilfenoles, el hexilresorcinol, resorcinol, cloroxifenol, propilenglicol y trimetilenglicol.

Si resulta posible, tales aplicaciones deben de llevarse a cabo en favor de un sistema "todo dentro-todo fuera", en la que la desinfección se lleva a cabo durante el periodo de "descanso", cuando las naves estan vacias.

CAUSAS DE FALLOS EN LA DESINFECCION

Algunas de las posibles causas de fallos en la desinfección incluyen las siguientes:

1. Sobredilución del desinfectante durante la premezcla o en la aplicación
2. Limpieza completa o inadecuada
3. Penetración o espectro insuficiente del desinfectante
4. Temperatura inadecuada y humedad mientras estan aplicándose los desinfectantes.

Los fallos tambien pueden derivarse de la inactivación o neutralización del desinfectante debido a la presencia de liquidos residuales de la limpieza que no han sido adecuadamente eliminados antes de la aplicación del desinfectante.

Finalmente, una causa de fracaso aparente de la desinfección tiene lugar cuando se produce la reinfeción de los animales por reintroducción de animales infectados, lo que resulta frustrante, pues implica la anulación de todo el proceso, que debe de ser repetido integramente.

LA DESINFECCION EN PERSPECTIVA

Los desinfectantes se utilizan a lo largo de toda la cadena de producción/ transformación alimentaria. En la fase de producción, estos productos ayudan a prevenir la propagación de las enfermedades de los animales. En la fase de transformación, los desinfectantes permiten reducir el contenido microbiano de los productos comestibles,

controlar el deterioro de los alimentos y reducir la posibilidad de transmisión de agentes patógenos a través de los alimentos o los residuos.

El interés que despiertan actualmente los métodos capaces de reducir la presencia de residuos y controlar el contenido microbiano de los alimentos producidos por la industria, que se venden listos para el consumo, ha llevado al desarrollo de la estrategia de análisis de riesgos mediante el control de los puntos críticos (ARYCPC), que determina los puntos o fases críticas que pueden dejar penetrar a los contaminantes dentro de la cadena de producción y permitir una intervención eficaz.

Para que la desinfección sea eficaz, se debe proceder con carácter previo a una buena limpieza. Este requisito es tan importante, que se podría considerar la expresión "limpieza-desinfección", como una sola palabra para designar un solo concepto. En las operaciones de rutina, la complejidad de limpieza y desinfección, tanto en el caso de la Sanidad Animal como la Industria de transformación alimentaria, no siempre se valora en su justa medida; tampoco se valoran habitualmente, con suficiente detenimiento, los numerosos factores variables que pueden influir en este proceso.

IMPACTO AMBIENTAL DE LOS DESINFECTANTES UTILIZADOS EN LA AGRICULTURA

La utilización de los desinfectantes en la agricultura y ganadería exige la consideración, cada vez con más reflexión, de los efectos indirectos que aquellos pueden ocasionar sobre el medio ambiente y la salud pública. En la actualidad, la información de que se dispone sobre estos aspectos, es muy limitada, siendo muy conveniente por tanto, reunir toda la información disponible en cada caso con el fin de poder evaluar con precisión su posible impacto.

Por otra parte, aunque sobre la información básica existente, se puedan enunciar principios generales de seguridad, para establecer métodos óptimos de uso y aplicación es preciso conocer perfectamente las características específicas de cada desinfectante. Es conveniente, en cualquier caso, fijar las normas aplicables a cada producto, mediante pruebas de eficacia.

Las ventajas del uso de los desinfectantes en la lucha contra las enfermedades de los animales deben apreciarse también en función de su efecto sobre el medio ambiente, que resultan variables según se trate de una aplicación en situación de emergencia o de un tipo de uso periódico, habitual. Siempre que se vayan a utilizar desinfectantes a gran escala, deberían de ser objeto con anterioridad, de una evaluación de su impacto medioambiental.

RESPONSABILIDADES Y CONOCIMIENTOS INDISPENSABLES: Los responsables de la aplicación, certificación o programación de las operaciones de limpieza y desinfección y de su reglamentación, deben reevaluar de modo periódico la lógica que rige sus programas desde el punto de vista científico, técnico y pragmático. Los requisitos deben de ser conformes a la tecnología más avanzada, y responder a las expectativas de la sociedad contemporánea. Para que la desinfección sea eficaz, se necesitan conocimientos adecuados, un plan de acción definido con claridad, respeto de las reglamentaciones y capacidad para llevar a cabo evaluaciones correctas.

El personal que utiliza los desinfectantes así como los responsables, han de disponer de ideas claras en relación con los objetivos que se pretenden con la práctica de la desinfección. Es muy conveniente que conozcan el espectro de actividad, así como sus límites y riesgos para el usuario y otras personas presentes, animales, equipos y medio ambiente. Para la salud humana, los riesgos de la desinfección incluyen como añadidos los que se refieren a la posible presencia de agentes de zoonosis en los recintos que se están desinfectando, lo que obliga a adoptar las medidas de protección más convenientes. Siempre, las medidas que se refieren a la seguridad, han de prevalecer sobre toda consideración económica.

LA DESINFECCION EN LOS PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA LAS ENFERMEDADES DE LOS ANIMALES

Típicamente, en la mayor parte de las regulaciones de los distintos países, en relación con la desinfección, las alusiones a esta práctica suelen ser por lo general ambiguas e imprecisas, por ejemplo: "para prevenir la difusión de la enfermedad, todas las materias primas, los materiales y otros elementos contaminados por o expuestos a la enfermedad, deben desinfectarse", o bien "las materias primas, los materiales y otros ítems deben ser limpiados y desinfectados cuando sea necesario para el control y la erradicación de la enfermedad". Por lo general, las normas legislativas no proporcionan instrucciones detalladas acerca de los procedimientos específicos de limpieza y desinfección, lo que debe cumplimentarse, el orden en el que los distintos objetivos deben llevarse a cabo o los productos y equipos que deben utilizarse.

En un programa de desinfección deben tenerse en cuenta los siguientes factores: 1. Las condiciones ambientales; 2. La susceptibilidad del agente microbiano; 3. Tipo de facilidades y la construcción del elemento a desinfectar; 4. Tipos de superficies y su limpieza; 5. El equipo requerido para llevar a cabo el trabajo de desinfección; 6. La necesidad de suministros para la limpieza y desinfección; 7. Los planteamientos de bioseguridad; 8. Recursos; 9. Personal; 10. Costes

Antes de llevar a cabo el plan final, cada una de estas áreas debe de estar descrita con detalle, descubiertos los elementos comunes y establecidas las prioridades. En la preparación de una norma sobre desinfección se deben aportar respuestas precisas a cuestiones como: "acerca de que, cuándo, dónde, por quién y cómo desinfectar" todas las cuales deben quedar incluidas después en el plan concreto para responder a planteamientos concretos como ¿qué debe limpiarse y desinfectarse?, ¿dónde está localizado?, ¿qué consideraciones o precauciones especiales se necesitan para cada artículo y superficie? ¿Cuáles son las primeras necesidades, las segundas, las terceras, etc., y por qué? ¿cuándo deben llevarse a cabo los trabajos? ¿cuál es el orden de los procedimientos? ¿quién debe llevar a cabo cada tarea? ¿cuánto tiempo debe dedicarse a cada trabajo?

Selección de desinfectantes:

Debe tener en cuenta numerosas consideraciones; por un lado, el conocimiento de que cada microorganismo específico resulta más sensible, sensible o resistente a un determinado compuesto químico desinfectante. Además, la eficacia de un desinfectante, varía en función de determinadas condiciones de ambiente, como pueden ser la humedad, el frío extremo, el pH, etc., o la capacidad de eliminación de materia orgánica con anterioridad

a la desinfección, en función de las características del material a desinfectar (por ejemplo en el caso de suelos o paredes).

Seguridad en el uso de desinfectantes

Deben seguirse con todo detalle las instrucciones del fabricante para minimizar el daño al medio ambiente y prevenir la transmisión de procesos causados por ellos.

Todos los individuos responsables de la aplicación de desinfectantes deben de conocer las características de los desinfectantes que están utilizando y deben seguir las instrucciones del fabricante y otras precauciones de seguridad recomendadas para prevenir posibles daños. Los desinfectantes químicos con frecuencia son corrosivos y venenosos y, por ello, deben de manejarse con todas las precauciones posibles. Las normas para su utilización incluyen una lista de materiales protectores necesarios. Debe proporcionarse información sobre el uso correcto de ropas protectoras, botas, guantes y gafas protectoras, para prevenir la exposición de ojos y piel. Otro tipo de materiales protectores (por ejemplo, mascarillas respiratorias) también pueden añadirse en ocasiones, según el caso, junto con sus instrucciones de uso y los datos necesarios para saber en qué casos son necesarios. También se necesita incorporar datos acerca de números de teléfono del hospital más cercano y de un centro de toxicología para ser utilizado en caso de emergencia.

La desinfección en la normativa española de lucha contra las enfermedades de los animales:

En la Ley de Epizootias (20.12.1952, BOE 23.12), se incluye la Desinfección (conjuntamente con la desinsectación), como una medida sanitaria "de carácter general" aplicable a las enfermedades contagiosas de los animales, en su artículo 8º apartado j.

En el Reglamento de Epizootias (D.4.2.1955, BOE de 25.3.), que desarrolla la anterior Ley, define primero (Capítulo II, art. 3) la desinfección como la "destrucción de microorganismos patógenos en el medio exterior o en vectores, por medios químicos aplicados directamente". Dentro del Capítulo V, dedicado a la "Circulación y Transporte del Ganado", existen numerosas referencias a la desinfección, en especial cuando lo hace al transporte por ferrocarril que establece como base a la que se refiere al comentar el resto de los medios de transporte de ganado. En el art. 42 y siguientes especifica la desinfección de los vagones y detalla las operaciones de limpieza y lavado preliminares, después el uso de soluciones de formol o hidróxido sódico, seguido del sistema a seguir para la identificación de los mismos. En el Capítulo XVI, íntegramente dedicado a Desinfección y Desinsectación, que comprende los artículos 169 y siguientes, se pasa revista a todos los supuestos de desinfección, desde los locales a los medios de transporte o los arneses, utillajes de la explotación, etc. estableciendo el uso preferencia de lejía de sosa al 2-5% o formol al 1 por mil (o cualquier de otros desinfectantes autorizados). El título V, que se refiere a las medidas sanitarias especiales, aplicables a cada enfermedad en concreto, abunda en referencias a la práctica de la desinfección.

El Reglamento General de Sanidad Animal de Castilla y León, recientemente publicado por Decreto 266/1998, de 17 de diciembre, se refiere a la desinfección en numerosos puntos de su contenido. En su art. 11, que se refiere a las explotaciones animales, establece las condiciones que deben reunir, haciendo referencia a un programa de higiene y

limpieza de los locales, complementado con prácticas habituales de desinfección. En el art. 82, que se refiere a las condiciones generales de transporte de los animales, establece la necesidad de limpieza y desinfección previa y posterior al transporte, acreditada documentalmente. En los lugares en los que se vayan a producir concentraciones animales, deben disponerse de instalaciones para la desinfección de vehículos y en los locales, antes de su utilización, deben de ser adecuadamente limpiados y desinfectados. Los desinfectantes han de utilizarse también antes del enterramiento de cadáveres de animales, cualquiera que haya sido la causa de su muerte. En el art. 101, se relaciona la desinfección como una acción sanitaria complementaria y medio ambiental, estableciendo su práctica habitual por parte de ganaderos, tratantes y transportistas, respecto de utensilios, vehículos, lugares e instalaciones que estén en contacto con animales, utilizando solo productos autorizados.

En la legislación comunitaria, la referencia a la desinfección es igualmente constante en todo tipo de normas, generales y específicas. En el caso de la enfermedad vesicular porcina, por ejemplo, la directiva 92/119, establece que se apliquen los medios de desinfección apropiados a la entrada y salida de la explotación, así como de los edificios y locales donde se alojen los animales de las especies sensibles; en el anexo II se establecen los procedimientos de limpieza y desinfección en una explotación infectada, estableciendo 3 etapas: preliminar, intermedia y final.

En el caso de la enfermedad de Newcastle, la Decisión 93/342, detalla las prácticas de desinfección entre las medidas mínimas (anexo c) cuando se practique el sacrificio obligatorio para eliminar los brotes de influenza aviar o Enf. de Newcastle. Por último, la Directiva 80/217, referida a la PPC, refiere también, en su artículo 10 la desinfección. En el documento VI/1778/98 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación español, por el que se establecen las acciones marco para la lucha contra la PPC, cuanto se refiere a la desinfección ocupa un amplio capítulo, que incluye desde la desinfección con sosa caústica al 2% de todo tipo de utensilios, así como de los purines.

BIBLIOGRAFIA

Blancou, J., 1994. Les anciennes méthodes de surveillance et de contrôle de la peste bovine. *Rev. Elev.Méd.vét.Pays trop*, 47:21-31

Blancou, J., 1995. Les méthodes de désinfection de l'Antiquité à la fin de XVIII^e siècle. *Rev.Sci.Tech.Off.Int.Epiz.*, 14:1, 21-30

Block, S.S. *Disinfection, sterilization and preservation*. 4th Edit., Lea & Febiger, Philadelphia, 1991

Bruins, G., and J.A.Dyer. 1995. Environmental considerations of disinfectants used in agriculture. *Rev.sci.tech.Off.int.Epiz.*, 14:1, 81-94

Decisión 93/342/CEE, por la que se establecen los criterios para la clasificación de terceros países en relación con la influenza aviar y la enfermedad de Newcastle.

Decreto 266/1998, de 17 de diciembre, de la Consejería de Agricultura y Ganadería de Castilla y León, por la que se aprueba el Reglamento General de Sanidad Animal

Directiva del Consejo 80/217/CEE. Por la que se establecen medidas comunitarias para la lucha contra la peste porcina clásica.

Directiva 92/119/CEE, por la que se establecen medidas comunitarias generales para la lucha contra determinadas enfermedades de animales y medidas específicas respecto de la enfermedad vesicular porcina

Favero, M.S., Sterilization, Disinfection and Antisepsis. In Rose. ASM. Clinical Microbiology.

Fox, J.L. Renewed concern to monitor and test disinfectants. ASM news, 52:10, 534-536

Gerhardt, P., Murray, R.G.E. et al., Manual of Methods for General Bacteriology. American Society for Microbiology. Washington, 1981

Grow, A.G.. 1995. Writing guidelines to require disinfection. Rev.sci. tech. Off. int. Epiz. 14:1, 469-477

Gutierrez, C.B., Rodríguez Barbosa, J.I., Suárez, J., González, O., Tascon, R.I., and E.F. Rodríguez Ferri. 1995. Efficacy of a variety of disinfectants against *Actinobacillus pleuropneumoniae* serotype 1. Am.J.Vet.Res., 56:8, 1025-1029

Jeffrey, D.J., 1995. Chemical used as disinfectants: active ingredients and enhancing additives. Rev.Sci.Tech.Off.Int.Epiz., 14(1), 57-74

Kahrs, R.F., 1995. Principios generales de desinfección. Rev.sci.tech. Off. int. Epiz., 14:1, 143-163

Maris, P., 1995. Modes of action of disinfectants. Rev.sci.tech. Off.int.Epiz., 14:1, 47-55

Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Kingdom of Spain. National Mark for Actions in Combating Classical Swine Fever (CSF). Doc. VI/1778/98. Standing Vet. Committee. 3-4 Feb. 1998

Mollereau, H., Porcher, Ch., y E. Nicolas. Vademecum del Veterinario. Edic., GEA, Barcelona, 1976

Quinn, P.J., Carter, M.E., Markey, B.K., and G.R. Carter. Clinical Veterinary Microbiology. Wolfe,

Ramirez, V., 1994. Los antiguos métodos de profilaxis de las enfermedades animales. In Anciennes méthodes de prophylaxie des maladies animales. Rev.sci.tech.Off.int.Epiz., 13:2, 343-360

Schmid, G.H. Química Biológica. Las bases químicas de la vida. Edit. Interamericana. McGraw-Hill. Mexico, 1987

Wilson, G. Bacterial resistance, disinfection and sterilization. In Topley and Wilson. Principles of Bacteriology, Virology and Immunity. Vol. I. pag. 70-91