

Principios generales de la desinfección

R.F. KAHRS *

Resumen: *La limpieza y la desinfección de las superficies que han estado en contacto con animales o materias orgánicas representan un aspecto esencial de la lucha contra las enfermedades bacterianas y virales, y permiten garantizar la salubridad y la inocuidad de los alimentos. La minuciosidad de la limpieza que precede la desinfección es el factor más importante en la eficacia de las operaciones de desinfección.*

Los usuarios de desinfectantes y los agentes responsables del uso de desinfectantes deben tener objetivos claros y un programa de acción bien determinado. Deben elegir productos apropiados, limpiar y preparar convenientemente el área de operaciones y tomar las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los animales, las personas, los equipos y el medio ambiente. Por otra parte, deben evaluar objetivamente los resultados de las operaciones de desinfección.

El establecimiento de estrategias seguras y eficaces requiere un conocimiento perfecto de la acción y la toxicidad que puedan tener los productos elegidos, un programa de acción definido con claridad, el respeto de las reglamentaciones, una documentación completa, una vigilancia seria y controles después de la desinfección. Las operaciones y los métodos de desinfección deben contemplar las exigencias jurídicas y de protección del medio ambiente, así como responder a las expectativas cambiantes de la sociedad.

PALABRAS CLAVE: Desinfección – Desinfectantes – Enfermedades bacterianas – Enfermedades virales – Limpieza – Productos químicos – Reglamentación.

INTRODUCCIÓN

DESINFECTANTES, ANTISÉPTICOS, AGENTES DE SANEAMIENTO Y ESTERILIZADORES

La desinfección es el proceso que consiste en eliminar a microorganismos infecciosos mediante el uso de agentes químicos o físicos (1). Los agentes antimicrobianos designados como desinfectantes son a veces utilizados alternativamente como agentes esterilizadores, agentes de saneamiento o antisépticos. En su mayoría, los desinfectantes que se usan en 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 usan en la industria agroalimentaria

* Director, National Center for Import and Export, United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Veterinary Services, 4700 River Road, Unit 38, Riverdale, MD 20737-1231, Estados Unidos de América.

son generalmente menos tóxicos y también menos concentrados. Los desinfectantes modernos se componen de formulaciones complejas que comprenden sustancias químicas, jabones, detergentes y compuestos que favorecen la penetración de las sustancias activas. En el marco de la acuicultura, los desinfectantes sirven para descontaminar los viveros, las cisternas y los diversos equipos.

En muchas definiciones de estos términos, también se designa como productos de saneamiento y como antisépticos a los productos para curar heridas, limpiar las manos y brazos de los cirujanos antes de una operación, bañar las tetas de las vacas, y en general a todas las preparaciones que se aplican directamente sobre los tejidos. La sutil distinción semántica entre los términos de desinfectante, agente de saneamiento, antiséptico y esterilizador se refiere a la meta que se persigue con dichos productos, así como a la composición y grado de concentración de sus sustancias químicas; también entran en juego el tiempo durante el cual se ha de mantener el producto en contacto con las superficies por tratar, el nivel de residuos que se puede aceptar y el entorno en el que se desarrolla el proceso.

Los agentes esterilizadores se usan para obtener una destrucción total de microorganismos dentro de condiciones específicas (plantas industriales, laboratorios, hospitales) y según un proceso controlado. Los principales métodos para esterilizar son el tratamiento térmico, el uso de ciertas sustancias químicas y la irradiación.

La acción de los agentes de saneamiento combina limpieza y desinfección; las superficies que se pueden tratar de esta manera son las que muestran una relativa ausencia de macrocontaminación. El saneamiento permite mantener a un nivel de seguridad el contenido bacteriano de los equipos que están en contacto con alimentos o con agua, sin que se adultere el producto. Tanto los agentes de saneamiento como los desinfectantes son de uso corriente en sanidad animal.

Los antisépticos inhiben el crecimiento de los microorganismos en los tejidos. Se usan para tratar las heridas y preparar la piel en caso de intervención quirúrgica. Los antisépticos son los menos tóxicos y poderosos de todos los productos antimicrobianos de superficie.

Los artículos reunidos en estos dos volúmenes especiales de la *Revista científica y técnica* de la Oficina internacional de epizootias (OIE) describen detalladamente el uso de los esterilizadores, productos de saneamiento y antisépticos, con fines de limpieza, saneamiento, higiene y desinfección, todas estas funciones consideradas en relación con la sanidad animal y la producción y transformación de alimentos.

LA DESINFECCIÓN EN PERSPECTIVA

Desinfectantes y productos de saneamiento se usan a lo largo de toda la cadena de producción/transformación alimenticia.

En la fase de producción, estos productos ayudan a prevenir la propagación de enfermedades de los animales.

En la fase de transformación, desinfectantes y agentes de saneamiento permiten reducir el contenido microbiano en los productos comestibles, controlar el deterioro de los alimentos y reducir la posibilidad de transmisión de agentes patógenos a través de los alimentos o la basura. Sin embargo, la desinfección, pasteurización, irradiación y tratamiento térmico no siempre alcanzan estos objetivos. El interés que despiertan

actualmente los métodos capaces de reducir la presencia de residuos y de controlar el contenido bacteriano de los alimentos producidos por la industria de masa que se venden preempaquetados y listos para el consumo, ha conducido al desarrollo de la estrategia del análisis de riesgos mediante el control de los puntos críticos (*hazard analysis and critical control points*: HACCP). Esta estrategia determina los puntos o fases críticas que pueden dejar penetrar a los contaminantes dentro de la cadena de producción y permiten una intervención eficaz. Tanto los organismos de reglamentación como las plantas de transformación de productos de origen animal aplican esta estrategia HACCP.

Para que la desinfección sea eficaz, se debe proceder a una buena limpieza antes de aplicar los productos químicos. Este requisito es tan importante que se podría considerar la expresión «limpieza-desinfección» como una sola palabra para designar un solo concepto, como lo refleja el empleo bastante corriente en inglés de las siglas *C & D*, es decir *cleaning and disinfection*, limpieza y desinfección consideradas como un solo proceso.

La complejidad de las operaciones de limpieza y desinfección en el manejo de rutina, tanto en sanidad animal como en la industria de transformación de productos alimenticios, es frecuentemente infravalorada. Es corriente también que no se examinen con suficiente detenimiento los numerosos factores variables que pueden complicar el proceso.

El arte y ciencia de la desinfección precedió a la elaboración de la teoría de los gérmenes infecciosos. Inicialmente, 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. A partir de tales bases empíricas, el uso de desinfectantes se fue desarrollando hasta formar una ciencia de considerable magnitud. Sin embargo, sus aplicaciones en veterinaria carecen de los elementos cuantitativos que distinguen su uso en medicina o en el ámbito de la transformación de productos alimenticios. Actualmente, los méritos o defectos de muchos productos, procesos y métodos de evaluación están criticados, sin que los expertos lleguen a un consenso al respecto. Sin embargo, gracias 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 (8), y está emergiendo una metodología científica de la desinfección (4, 28).

La desinfección es una ciencia en constante evolución. Nuevos productos han aparecido, como las espumas, los nebulizadores y los compuestos sintéticos complejos. Las implicaciones tecnológicas, políticas y medioambientales de la ciencia de la desinfección cobran cada vez mayor importancia, lo que tiende a complicar pero también a revolucionar las prácticas de desinfección y de saneamiento.

Considerada desde el punto de vista de los programas de control sanitario reglamentarios y de campo, la desinfección también es una manera de limitar la transmisión de enfermedades animales. Pero 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. Por lo tanto, las autoridades de control deben examinar cada paso de la compleja red epidemiológica, es decir seguir la evolución de los agentes patógenos desde el reservorio donde sobreviven y se reproducen hasta los nuevos huéspedes sensibles. Muchas enfermedades infecciosas se transmiten por contacto entre una población sensible y animales afectados por una enfermedad aguda o portadores de una infección crónica. Otras enfermedades se

propagan por insectos vectores específicos de su huésped y del agente patógeno involucrado. La desinfección es claramente apropiada para luchar contra aquellas enfermedades no transmitidas por vectores y que se contraen por contacto con secreciones corporales y otras materias presentes en los corrales, cuadras de establos, suelos, vehículos o equipos. La mayoría de estas enfermedades son causadas por bacterias que pueden sobrevivir y reproducirse fuera del cuerpo de los animales; incluyen las infecciones bacterianas entéricas y respiratorias, las clostridiosis, y otras como la tuberculosis y la brucelosis.

Los principales métodos para controlar las enfermedades virales consisten en limitar el contacto entre los animales o en vacunar a los mismos. Sin embargo, la desinfección puede jugar un papel importante, ya que los desinfectantes modernos neutralizan la mayoría de los virus (10). Asimismo, la desinfección de las superficies es fundamental para controlar los virus que sobreviven en el entorno de los animales cuando éstos han sido evacuados.

La ciencia de la desinfección está constantemente confrontada a nuevas clases de agentes infecciosos.

El primer grupo de agentes nuevos lo componen los virus de la inmunodeficiencia, incluyendo el del síndrome de la inmunodeficiencia adquirida (SIDA) del hombre y los virus emparentados que atacan a varias especies animales. Estos virus abren el paso a la invasión de ciertos microorganismos, considerados en el pasado como saprófitos oportunistas.

El segundo grupo es el constituido por los priones. Éstos no se han podido identificar hasta ahora. Los priones no inducen una respuesta inmunitaria, persisten durante años en los animales infectados y son resistentes al calor y a los desinfectantes. La preocupación provocada a nivel internacional por el riesgo de propagación de ciertas enfermedades causadas por priones (como por ejemplo el prurigo lumbar y la encefalopatía espongiiforme bovina) condujo a que se adoptaran drásticas medidas sanitarias internacionales.

Los procedimientos de desinfección han conocido importantes cambios estructurales, debidos tanto a los adelantos de las técnicas microbiológicas y de la tecnología de la desinfección como a la evolución de la opinión pública en favor de una mayor consideración de la seguridad del personal, seguridad alimentaria y protección del medio ambiente. Al ser cada vez más complejas las ramas de los mencionados progresos, parece ahora necesario que el personal encargado de la desinfección reciba una formación sobre los procedimientos que garantizan la seguridad del uso y almacenamiento de los productos de desinfección.

DESINFECCIÓN: RESPONSABILIDADES Y CONOCIMIENTOS INDISPENSABLES

Las personas responsables de la aplicación, certificación o programación de las operaciones de limpieza y desinfección y de su reglamentación deben reevaluar regularmente la lógica que rige sus programas, desde los puntos de vista científico, técnico y pragmático. Los requisitos deben ser conformes a la tecnología más avanzada pero también deben responder a las expectativas de la sociedad contemporánea. Para que la desinfección sea eficaz, se necesitan los adecuados conocimientos, un plan de acción claramente definido, el respeto de las reglamentaciones y la capacidad de hacer evaluaciones correctas.

El personal que usa los desinfectantes y los supervisores deben tener objetivos claros para cada operación en cada contexto particular. Deben conocer el espectro efectivo de acción del desinfectante que se va a usar, pero también sus límites y los riesgos que el desinfectante puede representar para los usuarios y demás personas presentes, los animales, los equipos y el medio ambiente. Los riesgos para la salud humana se deben a la toxicidad eventual del desinfectante utilizado, o a la presencia de agentes de zoonosis en los recintos que se están desinfectando. Las exigencias relativas a la seguridad deben prevalecer sobre toda consideración de índole económica.

Se pueden adquirir los conocimientos necesarios para la desinfección asistiendo a cursos de capacitación, leyendo detenidamente las instrucciones que acompañan los productos, consultando las listas de chequeo y estudiando la literatura científica sobre el tema. Existen muchas publicaciones que tratan del saneamiento en las industrias alimenticias, mientras que los datos sobre la desinfección en sanidad animal son más bien escasos y dispersos. Existe sin embargo una obra completísima (1) consagrada a la desinfección, la esterilización y la protección, que describe detalladamente los compuestos, los métodos de chequeo antimicrobiano y las aplicaciones de la desinfección. Además, varios tratados han sido publicados sobre la desinfección en relación con los animales de renta y la veterinaria (20, 13, 24, 25); también se pueden encontrar algunas breves informaciones sobre el tema en libros de veterinaria (26, 27, 31) o de microbiología (9, 22, 30).

PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DESINFECCIÓN

Plan de acción para la desinfección

El establecimiento de buenos procedimientos, directivas y reglamentaciones de desinfección no sólo necesita conocimientos adecuados, sino que requiere además un plan de acción que sea sucinto y claro para cada aplicación específica de desinfectantes. El plan de acción debe describir los objetivos de la aplicación y los microorganismos específicos que se quieren destruir. También debe describir el proceso de limpieza previo a la desinfección, las medidas de seguridad, las instrucciones de dilución y aplicación, así como los procedimientos de post-desinfección mediante los cuales se va a evaluar la eficacia del proceso; el plan debe también describir detalladamente la documentación necesaria para establecer los certificados reglamentarios.

Política reglamentaria y normas de desinfección

La vigilancia reglamentaria debe poder garantizar las siguientes condiciones:

- el producto ha sido usado rindiendo su mayor eficacia;
- todas las medidas de seguridad imaginables han sido tomadas para proteger a las personas, los animales y el medio ambiente;
- se realizó eficaz y cuidadosamente una limpieza previa a la desinfección;
- los desinfectantes fueron aplicados correctamente sobre las superficies que necesitaban ser desinfectadas.

A nivel normativo, los procedimientos de desinfección y las reglamentaciones deben ser constantemente revisados y reevaluados a la luz de los adelantos de la tecnología y de los valores cambiantes de la opinión pública respecto de la seguridad de las personas, la protección del medio ambiente y los riesgos inducidos por los residuos.

Aplicaciones y estrategias en sanidad animal

En las aplicaciones zoonosológicas, las medidas de desinfección dirigidas para destruir microorganismos específicos se realizan en los institutos de investigación, o en los locales que se deben desinfectar después de una despoblación. Como tiene un objetivo bien definido, esta operación permite seleccionar un desinfectante con un espectro de actividad antimicrobiana limitado pero específico.

La desinfección de rutina, o desinfección general, requiere en cambio un amplio espectro de actividad antimicrobiana para combatir una serie de organismos diferentes que no pueden ser especificados de antemano. La desinfección general se realiza en las fincas, establos de mercados, cercados, suelos de ferias, estaciones de cuarentena, jardines zoológicos, mataderos, incubadoras avícolas y acuícolas, y plantas de transformación de productos alimenticios.

La estrategia de desinfección adecuada se escoge basándose en un determinado cuadro de control de enfermedades, y en función del o de los microorganismos sospechosos. La selección de un desinfectante constituye en sí un verdadero reto, pues casi todas las publicaciones de veterinaria sobre desinfectantes siguen un orden de presentación que parte de las sustancias químicas empleadas. Por el contrario, se adoptó en estos dos volúmenes especiales de la *Revista* de la OIE un orden que presenta a los distintos productos en función de dónde se han de aplicar y dentro de qué cuadro de control. Sólo se conservó el orden que parte de las sustancias químicas al presentar informaciones básicas sobre el tema (16).

Muchos países enfocan sus programas de eliminación de enfermedades a partir de ciertas enfermedades específicas de las Listas A y B de la OIE, y seleccionan los desinfectantes prescritos conforme a ese enfoque. Son generalmente las autoridades zoonosológicas que seleccionan y aprueban los desinfectantes que se han de usar durante las operaciones obligatorias de limpieza y desinfección, y que promulgan los reglamentos que hacen exigible el uso de esos productos en procedimientos reglamentarios específicos.

En las condiciones de campo, sólo se puede tener una idea aproximada del riesgo de transmisión de enfermedades por contacto con superficies contaminadas. El grado de ese riesgo depende de la concentración de los microorganismos contaminantes, y de las condiciones específicas del medio que pueden influir sobre la multiplicación o la mortalidad natural de estos organismos.

Las bacterias y los hongos pueden sobrevivir y multiplicarse en las superficies húmedas, sobre todo cuando hay rastros de materia orgánica. Las bacterias son generalmente frágiles (18), salvo algunas que son naturalmente resistentes en condiciones del campo (por ejemplo *Mycobacterium tuberculosis*, y también algunos miembros del género esporífero *Clostridium*). Ciertas bacterias mostraron una resistencia natural o adquirida a los desinfectantes (6).

En general, los virus suelen duplicarse únicamente en las células vivas. Sin embargo, algunos virus pueden sobrevivir fuera de las células o de tejidos vivos, y mostrar una gran resistencia ante condiciones normales del medio ambiente (9). Algunos virus (como por ejemplo los picornavirus responsables de la fiebre aftosa y de la enfermedad vesicular porcina) pueden sobrevivir durante meses dentro de ciertas condiciones ambientales. Algunos poxvirus (por ejemplo los agentes de la viruela ovina y del ectima contagioso) pueden sobrevivir durante años en condiciones naturales favorables, pues tienen una envoltura proteica recubierta de costras que los protege cuando caen al suelo.

FACTORES QUE PUEDEN COMPROMETER LA EFICACIA DE LOS DESINFECTANTES

La limpieza previa a la aplicación de desinfectantes es un paso crucial dentro del proceso de limpieza y desinfección. La eficacia de un desinfectante también depende de los organismos que se quieren combatir, de su modo de multiplicación y de su resistencia al medio ambiente y a las sustancias químicas. La concentración del desinfectante, el tiempo de contacto con las superficies, la temperatura ambiente, y muchos otros factores, también tienen importancia (19).

Sin embargo, la presencia o no de materia orgánica extranjera es un factor preponderante que determina el éxito de cualquier operación de desinfección, pues esta materia diluye y neutraliza rápidamente las sustancias químicas biocidas. Por esta razón, se debe cepillar vigorosamente y baldear con abundante agua las superficies antes de aplicar los desinfectantes. Esta limpieza prudente y minuciosa es imprescindible, y nunca podrá ser remplazada, ni por una mayor cantidad de desinfectante ni por la aspersión en alta presión.

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LOS DESINFECTANTES

La única prueba evidente e indiscutible de que una operación de desinfección ha sido eficaz es cuando se observa que es seguida por un perfecto estado de salud de los animales o de salubridad de los alimentos, según sea el caso. Existen varias maneras de evaluar el espectro antimicrobiano de los desinfectantes (5), pero son escasos los estándares aceptados a nivel internacional para el chequeo y la evaluación de los desinfectantes utilizados en programas de sanidad animal. Existen listas, adoptadas por ciertos países o convenios comerciales regionales, que designan los desinfectantes que se han de usar en situaciones reglamentarias específicas. En otros países, estos desinfectantes deben ser previamente aprobados mediante pruebas implementadas por organismos reglamentarios. Ciertos países aceptan las listas que han sido elaboradas y aprobadas en otros países, o determinan arbitrariamente sus propios requisitos para la aprobación. Por último, algunos países sólo implementan requisitos mínimos.

Los desinfectantes modernos suelen ser mezclas complejas de sustancias químicas. Para medir su actividad biocida, un análisis químico no basta sino que es necesario someterlos a bioensayos complejos.

Varias perspectivas pueden ser adoptadas al probar la actividad de un desinfectante sobre los virus, esporas o formas bacterianas vegetativas (4, 5, 22, 30, 21). Numerosos estudios sobre la eficacia biocida se elaboraron utilizando bacterias. Pero estos procedimientos de prueba obedecen a múltiples variables que conducen a resultados incoherentes, interpretaciones contradictorias y controversias. Esto representa un importante desafío para la armonización internacional de normas de desinfección en sanidad animal. El contexto en el que se desarrollan las pruebas de desinfección puede también complicar la tarea, debido a la imbricación de competencias entre los varios organismos involucrados en la producción, evaluación, autorización, chequeo y uso de los desinfectantes y agentes de saneamiento.

En general, las pruebas que determinan la eficacia de los desinfectantes contra microorganismos específicos son elaboradas a partir del modelo del coeficiente

fenólico. Este método se desarrolló para evaluar la eficacia de ciertos productos químicos contra *Salmonella typhi*, agente de la fiebre tifoidea. A pesar del debate sobre la aplicabilidad real de este método a los productos modernos y sobre su aparente vetustez comparado con la tecnología actual, el método del coeficiente fenólico o métodos parecidos son todavía practicados.

El método del coeficiente fenólico y otros métodos para medir y comparar la actividad germicida han sido regularmente modificados. Varios modelos han sido aprobados por autoridades y organizaciones como la Asociación de Químicos Analíticos Titulares (*Association of Official Analytical Chemists*). Muchos métodos determinan la «más baja concentración» (es decir el mayor grado de dilución de la solución) de un germicida capaz de neutralizar un agente patógeno en condiciones estándares de prueba. Este valor es comparado con el de los compuestos estándares, lo que permite determinar un grado de dilución del producto que sea eficaz en las condiciones del campo contra la bacteria involucrada.

La posibilidad de probar las propiedades virulicidas de los desinfectantes es un verdadero desafío, y hasta hoy no se ha logrado desarrollar una metodología que sea universalmente aceptada (5). Los desinfectantes suelen destruir los cultivos celulares. Otros reactivos biológicos utilizados en pruebas virales y en mezclas de virus y de desinfectantes deben ser diluidos antes de proceder a la prueba. Por lo tanto, la ausencia de virus detectado no necesariamente significa que se haya logrado eliminar el riesgo de un nivel infeccioso de contaminación (7). Esto explica que la actividad antivírica de los desinfectantes o agentes de saneamiento se exprese frecuentemente en grados de neutralización y se transcriba en términos de «reducción por diez (log) del título de virus presente» en la superficie sometida a prueba.

En las aplicaciones prácticas, estas determinaciones pueden calcularse utilizando una de las siguientes técnicas:

- cultivo de bacterias y hongos a partir de escobillados de superficie o de impresiones de gelosa;
- ensayos de aislamiento de virus u observación de animales centinelas;
- pruebas de control de la calidad de los productos alimenticios en varias fases de su transformación.

TIPOS DE DESINFECTANTES USADOS EN LOS PROGRAMAS DE CONTROL DE ENFERMEDADES DE LOS ANIMALES

Los compuestos, mezclas y productos desinfectantes naturales o sintéticos utilizados en el mundo son demasiado numerosos para que el autor los pueda describir individualmente en el marco de este trabajo; además, las listas de desinfectantes y agentes de saneamiento autorizados se vuelven rápidamente caducas al desarrollarse nuevos productos. A continuación se describen los compuestos y desinfectantes tradicionales o más recientes, de uso corriente en sanidad animal. Incluyen el agua caliente, los surfactantes ácidos aniónicos (sustancias que mejoran la penetración reduciendo la tensión superficial del agua), los surfactantes anfotéricos, los bromuros, los cloruros, la clorhexidina, los yoduros, los compuestos fenólicos y los amonios cuaternarios.

El agua

El agua es el elemento más importante desde el punto de vista del concepto de HACCP y dentro del proceso de limpieza y desinfección. A pesar de que el agua es más bien un limpiador que un desinfectante, al ser calentada tiene importantes aplicaciones desinfectantes. El agua caliente suele ser el principal componente de la limpieza y desinfección en los mataderos y en las plantas de transformación, donde los residuos químicos deben ser evitados. El agua caliente de alta presión limpia gracias al baldeado y al impacto hidráulico, emulsifica las grasas, desprende las partículas orgánicas y tiene una breve acción bactericida antes de que la superficie se enfríe. Cuando se usa para limpiar, sanear o desinfectar, la calidad microbiológica del agua debe ser aceptable: el agua debe mantenerse a la temperatura requerida y aplicarse abundantemente.

El agua caliente debe ser usada con precaución para evitar las salpicadas que podrían escaldar al usuario o demás personas presentes en el local. Cuando la presión es excesiva, el agua puede producir huequitos en el hormigón y fracturas en el mortero, las tejas y los revestimientos. Estos huecos y fracturas crean microecosistemas en los que la materia orgánica puede acumularse, creando un medio favorable para las bacterias.

Hidróxido de amonio

El hidróxido de amonio es eficaz contra los oocistos de *Coccidia* spp. que atacan a las aves de corral y los conejos. Esta sustancia no suele ser eficaz contra las bacterias. Para obtener un efecto antimicrobiano suficiente cuando se usa el hidróxido de amonio, es necesario efectuar seguidamente una desinfección general con un compuesto adaptado al caso.

Óxido de calcio

Cuando se mezcla con agua, el óxido de calcio (cal viva) se transforma en lechada de cal. La lechada de cal tiene una acción biocida contra ciertas bacterias y virus pero no es muy eficaz contra el virus de la fiebre aftosa. Se usa a veces la cal viva esparciéndola sobre los pisos de los locales después de una despoblación, pero su eficacia no es comúnmente aceptada. La cal viva se usa también para retrasar la putrefacción de los cadáveres enterrados después de una despoblación. Pero en casos como éstos, es poco probable que tenga algún efecto directo sobre el virus de la fiebre aftosa.

Los desinfectantes a base de cloro

El cloro se encuentra en la naturaleza mezclado con otros elementos. Tiene propiedades de blanquimiento y germicidas y se usa corrientemente para la desinfección, el saneamiento, o para purificar el agua. Se le utiliza también a altas concentraciones para tratar las aguas de albañal. Los desinfectantes y agentes de saneamiento a base de cloro se encuentran fácilmente, son baratos, tienen un amplio espectro antimicrobiano y representan un riesgo mínimo para el medio ambiente. Las soluciones acuosas de cloro (que se obtienen al disolver hipocloritos) tienen una rápida acción bactericida; también tienen un efecto virulicida a través de un mecanismo de acción que todavía no se ha llegado a explicar completamente, pero que está probablemente relacionado con la destrucción de sistemas esenciales de enzimas.

Cuando se pone en solución, el cloro (que es un agente oxidante) reacciona inmediatamente a los iones metálicos, a varios radicales y a la materia orgánica. Al terminarse esta reacción, la cantidad de cloro que sigue activa, rápidamente interactúa con los agentes patógenos en un proceso que resulta desinfectante. Casi todos los desinfectantes a base de cloro acuoso han sido remplazados por compuestos a base de cloro orgánico.

Las bacterias, los virus y las esporas muestran una resistencia variable a los desinfectantes clorados (7). Los protozoarios también muestran una sensibilidad variable. Por ejemplo, *Giardia* spp. son sensibles pero no *Cryptosporidia* spp. Los desinfectantes a base de cloro son muy eficaces cuando no hay materia orgánica en las superficies que se están desinfectando. Otros factores pueden influir sobre la eficacia de los desinfectantes a base de cloro, por ejemplo la concentración, el pH, la presencia de proteínas naturales y de amoníaco (un importante componente de la orina animal).

Los hipocloritos se usan todavía corrientemente en los programas de sanidad animal. Ese grupo incluye los hipocloritos de sodio (que se obtienen mediante electrólisis de sales) y los hipocloritos de calcio (cloruro de calcio o cal clorada). Los hipocloritos tienen un amplio espectro antibacteriano y antivírico, y son compatibles con casi todos los detergentes. Pero estas sustancias también son corrosivas, son fácilmente neutralizadas por la materia orgánica y se descomponen rápidamente. La cal clorada (un polvo blanco e higroscópico que contiene varios compuestos de calcio y de cloro) es frecuentemente aplicada en forma de pulverizaciones dentro de los corrales y sobre las pilas de estiércol, pues el cloro que se desprende de estos polvos actúa como desinfectante general.

Clorhexidina

La clorhexidina y las sustancias análogas se usan corrientemente en concentraciones inferiores al 4% como limpiadores de la piel, para los baños de las tetas de las vacas y como antisépticos: también se usan para la esterilización en frío de los instrumentos quirúrgicos, y para desinfectar equipos, cuadras y edificios. La clorhexidina no es esporicida, pero sí destruye hongos, bacterias Gram-positivas y, con menos éxito (7), virus y bacterias Gram-negativas (de los cuales algunos son resistentes a la clorhexidina). La clorhexidina conserva un cierto grado de actividad cuando está en contacto con pequeñas cantidades de materia orgánica no contaminada (por ejemplo la leche, el suero o la harina de pescado), pero pierde esa actividad cuando hay una fuerte contaminación por materia fecal. Su leve toxicidad permite que sea usada combinada con otros desinfectantes. Tiene amplias aplicaciones en acuicultura y en la limpieza de los equipos utilizados en la producción lechera.

Yodo y desinfectantes a base de yodo

Varios tipos de desinfectantes a base de yodo son usados corrientemente en sanidad animal y en las plantas de transformación de productos alimenticios. El yodo existe en forma natural, pero siempre mezclado con otras sustancias. Se encuentra abundantemente en las algas marinas que son la fuente principal de abastecimiento. También se la puede extraer del agua de mar y otras aguas salobres, así como de los depósitos de nitrato (donde existe en forma de yodato). En su forma pura, el yodo se presenta como un sólido cristalino negro y dulce. El organismo de los mamíferos necesita una pequeña cantidad de yodo; la carencia de yodo es factor de papera. Pero un grado excesivo de yodo en el organismo ocasiona una intoxicación que puede ser aguda o crónica. El yodo acuoso (solución de Lugol) o las soluciones en alcohol (tintura de yodo) se usan corrientemente como antisépticos.

Los yodóforos son desinfectantes producidos con una mezcla de yodo y de varios componentes portadores. El yodo se libera al contacto de un medio ácido. Estos productos tienen propiedades que atacan las bacterias, los virus y algunas esporas (13). Los yodóforos se usan en las operaciones generales de desinfección y limpieza, y también para el baño corto de las tetas de las vacas y la limpieza pre-quirúrgica de

manos y antebrazos. La eficacia de los yodóforos se reduce al contacto de aguas duras o de grandes cantidades de materia orgánica, pero estos desinfectantes pueden funcionar eficazmente cuando sólo quedan rastros de materia orgánica.

Compuestos a base de amonio cuaternario

Los compuestos a base de amonio cuaternario son sustancias bioquímicas naturales que participan en la transmisión de los impulsos neuromusculares de los mamíferos. Los amonios cuaternarios sintéticos son surfactantes catiónicos, que se usan como limpiadores/desinfectantes y como detergentes suaves. Utilizados en soluciones acuosas o combinados con detergentes, pueden combinar la limpieza y la desinfección en una sola aplicación. Son generalmente más eficaces en un medio ligeramente alcalino. Se utilizan ampliamente en los establecimientos médicos, en las plantas de transformación alimenticia, en los lugares donde se manipulan productos comestibles y en las fincas. Cuando han sido diluidos correctamente, los amonios cuaternarios son desinfectantes eficaces, no tóxicos y biodegradables. Aún cuando están en contacto con aguas duras y/o con un poco de materia orgánica, muestran un amplio espectro de actividad antibacteriana, fungicida, antivírica y esporicida. Los amonios cuaternarios, no obstante, son ineficaces contra *Mycobacterium tuberculosis*.

Se están desarrollando continuamente nuevas generaciones de amonios cuaternarios. Cuando se modifica el prototipo básico de cloruro de benzalkonio, se mejora aparentemente la seguridad de uso y el poder limpiador y desinfectante del producto. Actualmente, los amonios cuaternarios son excelentes desinfectantes con muchas aplicaciones veterinarias. Cuando se usan debidamente diluidos, son insípidos, inodoros y virtualmente no tóxicos. Sin embargo, pueden causar irritación conjuntival al ser aplicados directamente sobre los ojos. Algunas personas que están diariamente expuestas a los amonios cuaternarios por su trabajo pueden desarrollar una dermatitis que suele ser una reacción de hipersensibilidad.

Hidróxido de sodio

En los años 1930, se recomendaba el hidróxido de sodio (lejía, sosa cáustica o ceniza de sosa) en solución concentrada al 2% como desinfectante contra el carbunco bacteriano. En caso de diagnóstico de fiebre aftosa, también se utilizaba antiguamente la lejía concentrada al 2% para desinfectar equipos, vehículos de transporte de animales y la ropa impermeable. El hidróxido de sodio al 2% es eficaz contra muchas otras enfermedades animales y bacterianas, y se utilizó contra el cólera aviar y la pulorosis (12). Desde entonces lo remplazaron desinfectantes modernos, menos corrosivos y menos irritantes. Sin embargo, el hidróxido de sodio puede ser una alternativa en casos de emergencia, pues se obtiene fácilmente y es muy eficaz.

Inicialmente, la lejía se obtenía empapando cenizas de madera en agua. El producto inicial contenía seguramente un poco de hidróxido de potasio (potasa) y otros contaminantes presentes en la ceniza de sosa. Actualmente, el hidróxido de sodio puro se vende en casi todos los países, pues se le utiliza corrientemente en la industria química y en las fábricas de papel. También se usa como limpiador de los alcantarillados de desagüe. Debe ser usado con máxima prudencia y bajo control, porque tiene propiedades corrosivas e irritantes y puede ser peligroso para el medio ambiente y los usuarios. El personal debe llevar overoles y gorros de protección impermeables, botas y anteojos de protección; las superficies de aluminio deben protegerse pues no deben estar en contacto con la lejía; también es importante saber que la lejía puede desprender la pintura de las superficies.

Compuestos fenólicos

Existen numerosos procesos que permiten la producción de varios compuestos fenólicos a partir de distintos orígenes. El fenol puro (ácido carbólico) no es sino ocasionalmente usado como desinfectante. Pero existen compuestos aparentados que son componentes corrientes de ciertos desinfectantes, y que son utilizados para la desinfección de las caballerizas. Estas mezclas son aceptadas para la desinfección general. Si bien algunos compuestos sintéticos de fenol son inodoros, muchos fenólicos desprenden un olor característico que identifica tradicionalmente a los desinfectantes. Puede ocurrir que ese olor persista, dando una sensación de limpieza cuando en realidad las propiedades desinfectantes se han agotado. Esto ocurre por ejemplo con los pediluvios a la entrada de los distintos locales para animales, cuando su contenido no es cambiado con suficiente regularidad, y en los que se va acumulando estiércol y paja contaminados.

Los fenoles derivados del alquitrán de hulla son destilados de la hulla fundida, y se parecen a los compuestos de alquitrán de madera que se obtienen mediante destilación de la madera de pino. Se hablará en la próxima sección sobre el aceite de pino. Los compuestos fenólicos que se usan actualmente son casi todos sintéticos, y son más puros y menos picantes que los antiguos destilados del alquitrán de hulla. Son eficaces contra las bacterias Gram-positivas, Gram-negativas, las levaduras, los hongos y ciertos virus. Los fenoles sintéticos no suelen ser eficaces contra las esporas bacterianas.

La actividad antivírica de los fenoles es variable. En general, los virus más sensibles a estos desinfectantes son los virus con envoltura y los virus lipofílicos sin envoltura. Contrariamente a casi todos los demás fenoles, los 2-fenilfenoles son eficaces contra los bacilos tuberculosos. Los fenoles producen un olor fuerte, que permite percatarse de su efecto destructivo sobre el caucho y el plástico y de sus propiedades extremadamente irritantes y tóxicas. Pero es esencial precisar que el consumo accidental de fenol puede ser mortal y que el producto puede intoxicar el organismo al penetrar a través de la piel. Los porcinos y los gatos son particularmente sensibles a los fenoles, y dosis mínimas del producto pueden serles fatales (12). A pesar de todo, los fenoles son desinfectantes generales de uso corriente y muy eficaces.

Los bifenoles, que se producen acoplando dos moléculas de fenol, son aún más eficaces que los fenoles simples y tienen una mayor actividad bactericida y bacterioestática. El descubrimiento de los bifenoles permitió sintetizar el hexaclorofeno, lo que abrió el paso a una nueva generación de antisépticos/agentes de saneamiento.

Aceite de pino

El aceite de pino se obtenía en el pasado destilando tea, piñas y agujas de pino; actualmente se produce sintéticamente. El aceite de pino es un líquido transparente o color de ámbar, con un olor característico que es más agradable que el de los compuestos de creosota derivados del alquitrán de hulla. Es insoluble en el agua cuando se usa solo, y por lo tanto suele ser emulsificado con jabones o mezclado con detergentes u otros compuestos. Es más eficaz como desinfectante general cuando se usa caliente (17). Los antiguos aceites de pino naturales han sido remplazados por mezclas en las que los fenoles clorados sintéticos del mercado desempeñan el principal papel desinfectante, y a las que se añade aceite de pino más bien para conferir al producto final su característico olor desinfectante, que como ingrediente realmente activo.

La eficacia antimicrobiana del aceite puro de pino está puesta en duda desde hace ya mucho tiempo. Mezclado, puede ser un aditivo útil desde el punto de vista sanitario, aunque fuera por su característico olor.

Ácidos inorgánicos

Los ácidos inorgánicos más usados para el control de enfermedades animales son el ácido sulfúrico y el ácido clorhídrico. Ambos son eficaces contra la fiebre aftosa pero también son tóxicos al consumo, muy irritantes para la piel y los ojos, y muy corrosivos para los metales. Por lo tanto, estos ácidos sólo se usan en situaciones bien definidas.

Ácidos orgánicos

Ciertos ácidos orgánicos con propiedades bactericidas y ligeramente virulicidas son utilizados como desinfectantes en sanidad animal y en las plantas de transformación, pues son menos tóxicos y menos corrosivos que los ácidos inorgánicos que se acaban de mencionar. El ácido acético se obtiene fácilmente ya que se encuentra en el vinagre (al 4%). Al 2%, el ácido acético puede reducir significativamente la presencia del virus de la fiebre aftosa en superficies contaminadas; también se usa para controlar el contenido bacteriano en los frigoríficos. Los ácidos acético, cítrico, láctico, fórmico y propiónico se usan a veces en las plantas frigoríficas productoras de carne bovina y de ave, en los corrales de terneros y en las porquerizas. Estos ácidos también han sido añadidos a las raciones alimenticias de animales para controlar la contaminación por *Salmonella* (15).

Formaldehído

En su forma natural, el formaldehído se presenta como un gas. Pero se encuentra más fácilmente en una solución acuosa al 40%, denominada «formalina». El formaldehído gaseoso se utiliza para fumigar edificios, locales o vehículos que pueden cerrarse y dejarse sin ventilar. La fumigación de formaldehído combate eficazmente la mayoría de los virus, bacterias, incluyendo a las *Mycobacteria* que son ácidosresistentes.

El gas de formaldehído es relativamente poco estable y puede ser explosivo. Es difícil lograr una propagación y penetración regular del formaldehído en los edificios, lo que puede implicar un efecto incompleto (13). Para que sea completa una fumigación de formaldehído, la temperatura debe mantenerse a 13°C y la humedad relativa debe ser superior al 70%. Para obtener estas condiciones, es a veces necesario rociar agua caliente. El gas de formaldehído puede producirse oxidando formalina con permanganato de potasio, calentando paraformaldehído, generando mecánicamente vapor de formalina, o también aplicando mezclas complejas que liberan lentamente el formaldehído después de su aplicación. La fumigación de formaldehído es peligrosa y debe ser efectuada con máxima vigilancia. El lector encontrará más detalles sobre el uso del formaldehído en otros artículos de estos volúmenes especiales de la *Revista* (2, 11, 29).

Una solución al 1-5% de formalina se usa a veces para desinfectar diversos locales; también se usa para bañar los pies como medida de prevención de la necrobacilosis interdigital ovina y bovina. Pero el uso de este producto está declinando, debido a su olor fuerte e irritante, a su acción corrosiva, a sus propiedades fibrolíticas y a su toxicidad. En algunos países, su uso será probablemente prohibido por razones medioambientales. La posibilidad de usar productos alternativos como el ozono, los bromuros y otras sustancias de fumigación está siendo estudiada (32).

Glutaraldehído

El glutaraldehído es un líquido que se solía usar para la esterilización en frío de los instrumentos quirúrgicos; sigue usándose ocasionalmente como desinfectante de superficies. Como ocurre con el formaldehído, está siendo remplazado por nuevos productos.

Carbonato sódico

El carbonato sódico o sosa de lavar o de blanquear, se solía usar en una solución caliente (82°C) para desinfectar locales que habían alojado animales aftosos. Esta sustancia no es bastante eficaz contra ciertas bacterias ni contra la mayoría de los virus, incluyendo el virus de la enfermedad de Newcastle. El carbonato sódico es más eficaz como limpiador que como desinfectante.

CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS SOBRE LAS APLICACIONES DE LOS DESINFECTANTES

Cada situación particular requiere un procedimiento de desinfección específico. La desinfección de las instalaciones pecuarias (13, 25) implica generalmente los siguientes pasos:

- sacar de los recintos a los animales, utensilios y equipos,
- fregar, raspar y baldear para eliminar todas las partículas gruesas de materia orgánica, usando un limpiador/agente de saneamiento o un detergente,
- pre-enjuagar abundantemente,
- aplicar el desinfectante escogido y dejarlo actuar sobre las superficies lo más tiempo posible,
- enjuagar abundantemente,
- dejar los locales vacíos durante un tiempo suficiente.

Uso de desinfectantes para baños de ruedas y en los pediluvios

Los pediluvios se colocan a la entrada de los recintos para animales, en las cuadras de ferias, estaciones de cuarentena, establecimientos de investigación, etc. Sirven para impedir el paso de agentes infecciosos y prevenir la salida de microorganismos. Los pediluvios son muy eficaces cuando se cambia frecuentemente su contenido con los debidos productos y cuando el personal usuario lleva puestas botas de caucho que se pueden dejar al remojo durante algunos minutos después del paso. Si no se cumplen estos requisitos, los pediluvios probablemente no sirven sino como señal de bioseguridad, y no constituyen un método eficaz de controlar las enfermedades (25).

Los pediluvios desinfectantes pueden ser eficaces si se cambia su contenido cada dos o tres días, si se colocan en un lugar que tenga lógica, donde estén protegidos de la lluvia y de la nieve (que pueden diluir el desinfectante) y donde no hiela. Cuando el clima implica riesgos de helada, es necesario calefaccionar los pediluvios y no usar antihielo o sal que pueden desactivar el desinfectante. Si hay demasiada suciedad (estiércol, paja, barro, etc.), se debe colocar un pediluvio para limpiar las botas antes de remojarlas en un desinfectante. Las mismas normas valen para las duchas de ruedas, por las que pasan los camiones al entrar y salir de las instalaciones. El lector encontrará más detalles sobre la preparación de pediluvios y duchas de ruedas en el artículo sobre la desinfección de las instalaciones para el ganado, firmado por Fotheringham (11).

Consideraciones que se han de tomar en cuenta antes de la desinfección

Antes de empezar la limpieza previa a la desinfección, es necesario especificar el establecimiento y sus propietarios. Se debe poner por escrito el objetivo de la

desinfección y el plan de acción adoptado. Seguidamente, considerando el propósito de la desinfección, el tipo de material que se ha de desinfectar y los microorganismos contaminantes que se quieren destruir, se puede seleccionar el desinfectante que mejor convenga a la situación y que sea al mismo tiempo el más seguro para los animales, los hombres, los equipos y el medio ambiente. El producto escogido debe ser eficaz contra los microorganismos del caso, y también debe haber sido aprobado por las autoridades nacionales responsables de la reglamentación.

Además de escoger un desinfectante con un espectro antimicrobiano apropiado, es importante que se evalúen los riesgos que representan los microorganismos contaminantes para el personal de desinfección y demás trabajadores. El estudio previo también debe considerar el posible efecto tóxico del desinfectante, así como sus propiedades irritantes para la piel y los ojos, sus propiedades corrosivas, la posibilidad de que desprenda la pintura, y los daños que puede ocasionar en la madera, el metal, las fibras, el hormigón, el caucho y las tomas eléctricas. Si el microorganismo contaminante es exótico, o si se trata de un agente de zoonosis, o si el desinfectante es tóxico, irritante o corrosivo, entonces el personal debe llevar ropa protectora, máscaras de trabajo y botas de caucho.

La forma del desagüe en los locales y particularmente del desagüe de los productos desinfectantes debe ser estudiada; debe considerarse la distancia de las vías de agua y pozos más cercanos; también debe examinarse el riesgo de contacto con personas, y con animales salvajes y domésticos. Como se subraya en otros artículos de estos números de la *Revista* (3, 23), se debe vigilar la fauna salvaje local, los pájaros y los roedores, y determinar si existen casos de infección entre las especies sensibles o si estos animales pueden servir de vectores pasivos o biológicos. El área que se desinfecta debe ser perfectamente aislada y cerrada para impedir que animales salvajes penetren en ella. Se debe estudiar el ecosistema local para determinar cómo conviene mejor eliminar los cadáveres, si quemándolos, enterrándolos o aprovechándolos para abono.

La desinfección realizada en presencia de los animales

Cuando las circunstancias exigen que los animales permanezcan en el área que se ha de desinfectar o en su proximidad, esto tendrá un impacto significativo en el proceso previo a la desinfección, así como determinará la selección del producto desinfectante y del método de aplicación. En tales circunstancias, es imposible proceder a una limpieza completa previa a la desinfección; el producto usado debe ser no tóxico y actuar como biocida cuando se aplica con un nebulizador o aerosol. Las sustancias químicas que funcionan bien en estas condiciones son los *o*-fenilfenolatos, el hexilresorcinol, el resorcinol, el cloroxifenol, el propileno glicol y el trimetileno glicol. En la medida de lo posible, es preferible evitar este tipo de aplicaciones y optar más bien por una práctica de manejo siguiendo el método *all-in/all-out*, es decir un método en el que se desinfecta durante el tiempo en que los locales están totalmente vacíos.

Limpieza previa a la desinfección

La limpieza previa a la desinfección es el momento crucial dentro del proceso de desinfección, y debe en principio eliminar la mayoría de los microorganismos presentes (13, 25). Para poder limpiar los locales, es necesario hacer salir antes a todos los animales. El estiércol, las camadas, la paja, deben sacarse y quemarse o aprovecharse para abono, según los casos. El artículo de Haas y col. (14) trata precisamente de la desinfección de estas materias.

Todo el equipo móvil y los utensilios deben ser sacados del lugar y limpiados uno por uno, restregados y enjuagados. Todas las superficies del local deben ser remojadas para evitar que el polvo o la tierra se levanten durante la operación de limpieza. En caso de sospecha de zoonosis, un desinfectante apropiado debe ser esparcido con esta agua de remojo, antes de la desinfección, y el personal debe llevar máscaras y overoles de protección. Se debe limpiar, raspar o fregar toda la materia fecal, la tierra, el lodo, etc.; también se puede usar un equipo de aspersión de alta presión.

Luego hay que regar por todas partes el jabón detergente o el agente de saneamiento, o un limpiador/desinfectante clásico (por ejemplo una solución al 2-4% de carbonato sódico). Las superficies deben seguidamente enjuagarse para eliminar el producto limpiador y evitar que pueda reducir la eficacia del desinfectante.

Proceso de desinfección

Antes de aplicar el producto desinfectante, se deben enjuagar los recintos prelavados para eliminar hasta el mínimo rastro de los productos usados durante la limpieza, pues los residuos de la limpieza pueden diluir, neutralizar o desactivar el desinfectante. Los usuarios deben haber leído atentamente la etiqueta que envuelve el desinfectante y conformarse exactamente con las instrucciones de dilución, lo que permite asegurarse de que se aplicará la concentración más segura y efectiva.

Luego el desinfectante se aplica sobre cada superficie, y en los nichos, empezando por arriba y descendiendo paulatinamente. Durante este proceso, el estado de salud del personal usuario y de las demás personas presentes debe ser constantemente vigilado; también se debe vigilar continuamente el chorro, pues puede ocurrir que se desvíe de la dirección esperada.

El desinfectante debe permanecer en remojo sobre las superficies lo más tiempo posible (como mínimo durante el tiempo recomendado por el fabricante); luego hay que enjuagar abundantemente los recintos y locales y dejarlos vacíos lo más tiempo posible, antes de colectar muestras para las pruebas de post-desinfección y/o antes de introducir animales centinelas en el área desinfectada.

Sólo se podrá reintroducir a los animales (cuidando de que éstos estén sanos y no infectados) cuando las pruebas de post-desinfección y/o la observación de animales centinelas hayan establecido una muy baja probabilidad de supervivencia de agentes patógenos en los locales desinfectados.

Motivos de fracaso de la desinfección

Los principales motivos por los que un proceso de desinfección puede fracasar son los siguientes:

- el producto fue demasiado diluido al ser mezclado o aplicado;
- la limpieza previa fue incompleta o inadecuada;
- el desinfectante no penetró suficientemente o no cubrió toda la superficie;
- el tiempo de contacto fue insuficiente;
- la temperatura o el porcentaje de humedad fueron inadecuados durante la aplicación del producto.

También puede ocurrir, como ya se ha dicho, que el desinfectante sea inactivado o neutralizado por residuos de los líquidos limpiadores cuando éstos no han sido correctamente enjuagados. Un error que se comete frecuentemente es el de seleccionar

un producto que no es eficaz contra el microorganismo que se quiere destruir. Cuando la observación de los animales centinelas o las pruebas de laboratorio a partir de muestras medioambientales indican que los agentes patógenos sobrevivieron al proceso de desinfección, éste debe ser repetido por completo.

Existe otro motivo de fracaso aparente de la desinfección: es en realidad la reintroducción de animales infectados, lo que resulta frustrante pues implica la anulación de todo el proceso, que debe ser repetido íntegramente.

LA PREPARACIÓN DE PROTOCOLOS, REQUISITOS Y REGLAMENTOS DE DESINFECCIÓN

Los reglamentos, requisitos y protocolos de desinfección deben ser coherentes con la legislación del país que los adopta. Deben tener una sólida base técnica, y ser claros y explícitos. Esto significa algo más que redactar meros requisitos burocráticos para hacer alarde de autoridad o mantener a la gente ocupada.

Conforme a los convenios comerciales internacionales, los requisitos sanitarios y fitosanitarios deben tener un auténtico fundamento sanitario y no funcionar como barreras no arancelarias. Estos requisitos deben basarse en argumentos científicos y medioambientales, y ser claramente expuestos en las reglamentaciones; su implementación práctica y su supervisión por los profesionales deben ser factibles y adaptadas a la infraestructura zoonosanitaria y a la legislación del país o de la región.

Los productos y procedimientos exigidos deben ser eficaces contra los microorganismos que se quieren destruir. Una limpieza cabal por aspersión de agua debe siempre preceder a la aplicación de los desinfectantes. El proceso de certificación también debe incluir alguna forma de inspección y de prueba post-desinfección.

Establecimiento de los certificados de desinfección

Los certificados de desinfección exigidos por los organismos reglamentarios pueden tomar diversas formas. La información mínima para poder establecer estos certificados es la siguiente:

- ubicación de los locales desinfectados y nombre del o de los propietarios;
- fecha, naturaleza de la limpieza previa a la desinfección y nivel de limpieza logrado;
- microorganismos combatidos;
- nombre del producto químico utilizado, lista de sus elementos activos y grado de concentración (dilución) del uso;
- temperatura del medio y de las superficies durante la aplicación;
- tiempo de contacto del desinfectante con las superficies tratadas;
- nombre de las personas que aplicaron el desinfectante y de los inspectores.

Lista de chequeo de la desinfección

A continuación de este artículo, el lector encontrará una lista que presenta los puntos que deben ser considerados para garantizar que los desinfectantes han sido utilizados de modo responsable en los programas reglamentarios o en las aplicaciones de rutina en

sanidad animal o en las plantas de transformación de productos alimenticios. Esta lista de chequeo puede ser adaptada a situaciones específicas y modificada conforme a los estándares y reglamentos nacionales y regionales. Esta lista proporciona a los supervisores y a los usuarios de desinfectantes un marco que les permitirá revisar los puntos cruciales, y plantea cuestiones que de otra manera serían pasadas por alto debido a la urgencia de las actividades de rutina.

El hecho de tener una lista de chequeo cuando se planea, ejecuta, documenta o evalúa una operación de desinfección aumenta considerablemente la eficacia de esta última y su conformidad con los reglamentos y requisitos sanitarios y medioambientales.

*
* *

Anexo

Lista de chequeo para la desinfección

Esta lista de chequeo presenta los factores que deben tomarse en cuenta y consignarse durante la planificación, implementación y evaluación de cualquier procedimiento de desinfección.

Informaciones sobre el área, los locales, las instalaciones

- Propietario
- Ubicación, dirección
- Función de los locales
- Descripción de los locales, instalaciones o equipos por desinfectar: edificio, camión, avión, barco, otros

Consideraciones legales

- Permiso de proceder a la desinfección
- Autorización del propietario
- Reglamentos locales y nacionales vigentes

Factores medioambientales

- Localización urbana o rural
- Tipo de terreno
- Desagüe
- Poblaciones de ganado
- Poblaciones de animales salvajes
- Vectores
- Vía de agua más cercana
- Pozo, reservorio, fuente de agua más cercanos
- Viviendas más cercanas
- Ganado y aves de corral más cercanos
- Factores de seguridad medioambiental

Objetivos de la desinfección

- Tipo de desinfección prevista
- Microorganismos sospechados
- Desinfección general
- Desinfección después de despoblación

Limpieza previa a la desinfección

- Traslado de los animales fuera del área
- Eliminación del estiércol, paja, camadas
- Protección de los equipos eléctricos
- Circuito eléctrico cerrado
- Método de limpieza física
- Remojo previo a la limpieza
- Modo de aplicación del agua
- Chequeo del desagüe correcto del agua de remojo sobre las superficies, los suelos y debajo de los suelos
- Inspección post-limpieza
- Tiempo de secado después de la limpieza

Informaciones sobre el producto desinfectante

- Nombre del producto
- Fabricante
- Producto autorizado o aprobado en el país y la región
- Ingredientes activos
- Lectura completa de las instrucciones de uso del fabricante por los usuarios y los supervisores
- Medidas de seguridad indicadas sobre la etiqueta
- Medidas de precaución contra los residuos indicadas sobre la etiqueta
- Otros productos usados con el desinfectante o mezclados al desinfectante
- Grado de dilución
- Concentración final
- Temperatura del medio de dilución
- Toxicidad del producto; contacto oral, con la piel o los ojos
- Producto carcinógeno
- Producto corrosivo para el aluminio, la pintura, el hormigón, el plástico, el caucho
- Otros

Datos sobre la seguridad/la protección del hombre

- Riesgo zoonótico del medio
- Overoles protectores, botas, impermeables, anteojos de protección, gorros
- Otros

Datos sobre la seguridad/la protección medioambiental

- Riesgos para el ganado y las aves de corral
- Riesgos para la fauna salvaje
- Riesgos para las vías de agua y acueductos
- Aprobación de las autoridades responsables de la protección del medio ambiente

Datos sobre la aplicación de los desinfectantes

- Nombre de las personas que aplican los desinfectantes
- Fecha de la aplicación
- Tiempo de aplicación
- Condiciones climáticas durante la aplicación
- Temperatura ambiente
- Aislamiento hermético del área desinfectada para impedir la entrada de pájaros, roedores, animales salvajes
- Variaciones de la temperatura
- Presión durante la aplicación
- Tiempo de contacto con las superficies

- Visita de chequeo después de la aplicación

Informaciones sobre la post-desinfección

- Inspección post-desinfección
- Muestras post-desinfección enviadas a un laboratorio
- Observación de animales centinelas
- Prueba de repoblación
- Establecimiento del certificado de desinfección.

*

* *

BIBLIOGRAFÍA

1. BLOCK S.S. (edit.) (1991). – Disinfection, sterilization, and preservation, 4ª edición. Lea & Febiger, Filadelfia & Londres, 1.162 págs.
2. CANCELLOTTI F.M. (1995). – Aircraft and ship disinfection. *In* Desinfectantes: acciones y aplicaciones (H.A. McDaniel, edit.). *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **14** (1), 177-189.
3. CORN J.L. & NETTLES V.F. (1995). – Disinfection and wildlife. *In* Desinfectantes: acciones y aplicaciones (H.A. McDaniel, edit.). *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **14** (2), 455-468.
4. COTTRAL G. (edit.) (1978). – Preservation and inactivation of microorganisms. *In* Manual of standardized methods for veterinary microbiology. Cornell University Press, Ithaca, Estado de Nueva York, 94-101.
5. CREMIEUS A. & FLEURETTE J. (1991). – Methods of testing disinfectants. *In* Disinfection, sterilization, and preservation, 4ª edición (S.S. Block, edit.). Lea & Febiger, Filadelfia & Londres, 1009-1021.
6. CHOPRA I. (1990). – Bacterial resistance to disinfectants, antiseptics, and toxic metal ions. *In* Mechanisms of action of chemical biocides, their study and exploitation (S. Denyer & W.B. Hugo, edit.). Society for Applied Bacteriology, Technical Series No. 27. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 45-64.
7. CHOPRA I. (1987). – Microbial resistance to veterinary disinfectants and antiseptics. *In* Disinfection in veterinary and farm animal practice (A.H. Linton, W.B. Hugo & A.D. Russell, edit.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, 43-65.
8. DENYER S. & HUGO W.B. (1990). – Mechanisms of antibacterial action. *In* Mechanisms of action of chemical biocides, their study and exploitation (S. Denyer & W.B. Hugo, edit.). Society for Applied Bacteriology, Technical Series No. 27. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 171-187.
9. FENNER F., BACHMAN P., GIBBS E., MURPHY F., STUDDERT M. & WHITE D. (edit.) (1987). – Veterinary virology. Academic Press, Londres, 660 págs.
10. FENNER F., BACHMAN P., GIBBS E., MURPHY F., STUDDERT M. & WHITE D. (1987). – Disinfection. *In* Veterinary virology (F. Fenner, P. Bachman, E. Gibbs, F. Murphy, M. Studdert & D. White, edit.). Academic Press, Londres, 310-311.
11. FOTHERINGHAM V.J.C. (1995). – Disinfection of livestock production premises. *In* Desinfectantes: acciones y aplicaciones (H.A. McDaniel, edit.). *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **14** (1), 191-205.
12. FRASER C. (1991). – Antiseptics and disinfectants. *In* The Merck veterinary manual, 7ª edición. Merck and Company, Rahway, New Jersey, 1527-1532.
13. GRAHAM-MAHR T. & SPREULL J. (1969). – Disinfection in veterinary practice. *N.Z. vet. J.*, **7**, 1-31.

14. HAAS B., AHL R., BÖHM R. & STRAUCH D. (1995). – Inactivation of viruses in liquid manure. *In Desinfectantes: acciones y aplicaciones* (H.A. McDaniel, edit.). *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **14** (2), 435-445.
 15. HINTON M., LINTON A.H. & PERRY F.G. (1985). – Control of salmonella by acid disinfection of chicks' food. *Vet. Rec.*, **116** (18), 502.
 16. JEFFREY D.J. (1995). – Chemicals used as disinfectants: active ingredients and enhancing additives. *In Desinfectantes: acciones y aplicaciones* (H.A. McDaniel, edit.). *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **14** (1), 57-74.
 17. JEFFREY D.J. & MATTHEWS N. (1981). – The effect of temperature and concentration on the antimicrobial effect of UK pine fluids. *In Disinfectants: their use and evaluation of effectiveness* (C.H. Collins, M.C. Allwood, S.F. Bloomfield & A. Fox, edit.). Academic Press, Londres, 85-90.
 18. KAMADA M., WADA R., FUKUNAGA Y. & KUMANOMIDO T. (1984). – Effects of disinfectants against *Klebsiella pneumoniae* capsule type 1 isolated from horses with metritis. *Bull. equine Res. Inst. Jpn. Raceway Assoc.*, **21**, 28-38.
 19. KASTENHUBER H. (1991). – Physical factors influencing the activity of antimicrobial agents. *In Disinfection, sterilization, and preservation*, 4ª edición (S.S. Block, edit.). Lea & Febiger, Filadelfia & Londres, 59-72.
 20. LINTON A.H., HUGO W.B. & RUSSELL A.D. (edit.) (1987). – Disinfection in veterinary and farm animal practice. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 335 págs.
 21. McCULLOCH E. (1936). – Disinfection and sterilization. Lea & Febiger, Filadelfia, 525 págs.
 22. MARKIEWICZ Z. (1980). – Resistance. *In Veterinary virology* (Wirusologia weteryaryjna). National Academy of Sciences, Washington, 525 págs.
 23. MEROZ M. & SAMBERG Y. (1995). – Disinfecting poultry production premises. *In Desinfectantes: acciones y aplicaciones* (H.A. McDaniel, edit.). *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **14** (2), 273-291.
 24. MORGAN-JONES S. (1981). – Cleaning and disinfection of farm buildings. *In Disinfectants: their use and evaluation of effectiveness* (C.H. Collins, M.C. Allwood, S.F. Bloomfield & A. Fox, edit.). Academic Press, Londres, 199-212.
 25. QUINN P. (1991). – Disinfection and disease prevention in veterinary medicine. *In Disinfection, sterilization, and preservation*, 4ª edición (S.S. Block, edit.). Lea & Febiger, Filadelfia & Londres, 846-870.
 26. RADOSTITS O., LESLIE K. & FETROW J. (1994). – Cleaning and disinfecting of swine barns. *In Herd health: food animal production medicine*. W.B. Saunders, Filadelfia, 465.
 27. RADOSTITS O., LESLIE K. & FETROW J. (1994). – Sanitation and disinfection in calf barns. *In Herd health: food animal production medicine*. W.B. Saunders, Filadelfia, 194-195.
 28. RUSSELL A.D. & HUGO W.B. (1987). – Chemical disinfectants. *In Disinfection in veterinary and farm animal practice* (A.H. Linton, W.B. Hugo & A.D. Russell, edit.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, 12-42.
 29. SAMBERG Y. & MEROZ M. (1995). – Application of disinfectants in poultry hatcheries. *In Desinfectantes: acciones y aplicaciones* (H.A. McDaniel, edit.). *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **14** (2), 365-380.
 30. SOLTYS M. (1979). – Sterilization and disinfection. *In Introduction to veterinary microbiology*. Rajan & Co., Ipoh, Malasia, 386-397.
 31. THOMAS P. (1982). – Cleaning and disinfection in pig housing. *Pig News and Info.*, **3**, 157-160.
 32. WHISTLER P. (1989). – Biocidal activity of ozone versus formaldehyde against poultry pathogens in a prototype setter. *Poult. Sci.*, **68**, 1068-1073.
-