

## focus on



### N.º 13 | AGO 2020

Colaboradores: Lori **Miller**, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA); Gary **Flory**, Departamento de Calidad Ambiental de Virginia

# Gestión de cadáveres en pequeñas y medianas explotaciones ganaderas

Consideraciones prácticas

### Introducción

### **Antecedentes**

En el caso de un brote de una enfermedad animal, como la gripe aviar altamente patógena, la fiebre aftosa, la peste porcina africana o la dermatosis nodular contagiosa, muchos animales morirán a causa de la enfermedad o pueden ser sacrificados para evitar la propagación del patógeno. En tales circunstancias, se requerirá sin tardanza una gestión segura de los cadáveres. Entre las opciones de gestión de cadáveres figuran el compostaje, el enterramiento o la quema en el lugar, así como el depósito en vertederos, la incineración o el procesamiento de los cadáveres fuera del lugar, si se dispone de estas tecnologías fácilmente.

Teniendo en cuenta las experiencias locales durante las respuestas a los recientes brotes de enfermedades animales, la gestión de los cadáveres puede ser muy difícil. Las técnicas de gestión de cadáveres pueden acarrear importantes riesgos para la biosequridad y el medio ambiente, según la forma en que se apliquen. Por ejemplo, el almacenamiento de los cadáveres antes de su eliminación puede aumentar el riesgo de que los patógenos se propaguen a través de varias rutas, entre ellas, la atracción de las moscas; durante el almacenamiento o el enterramiento, los líquidos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas y superficiales; la quema puede generar peligrosas emisiones a la atmósfera, y las pilas de compostaje mal construidas pueden no inactivar los patógenos.

Una gestión eficaz de los cadáveres logra dos objetivos principales: 1) contener los patógenos para evitar la propagación ulterior de enfermedades que afecten a los animales y los seres humanos, y 2) proteger el agua potable, el aire y el suelo. Ambos objetivos están relacionados con la salud de los seres humanos, los animales y el ecosistema, que forman parte del concepto de "Una Salud". "Una Salud" es un mecanismo para hacer frente a las amenazas y reducir los riesgos de enfermedades infecciosas en la interfaz entre animales, seres humanos y ecosistemas. Entre los aspectos clave de "Una Salud" fiquran la vigilancia de las enfermedades y la

Introducción

Enfoques de gestión de cadáveres

> 7 Ejemplo

Cita recomendada

9 Bibliografía

•

información sobre ellas en los tres ámbitos de salud, la bioseguridad efectiva durante los brotes de enfermedades infecciosas, y otras cuestiones importantes. La gestión eficaz de los cadáveres contribuye directamente a estos aspectos y se examinará con más detalle a lo largo de este artículo.

La gestión de los cadáveres puede realizarse en el sitio o fuera de él mediante diversos métodos; el método seleccionado depende de las condiciones específicas del lugar, incluidos los recursos disponibles localmente y el tipo y las dimensiones de la operación.

### **Alcance**

Este artículo se centra en las operaciones de pequeña y mediana escala (hasta 5 000 aves de corral, 128 cerdos o 25 reses, que suman unas 11 toneladas de material). Sin embargo, cabe señalar que, para las grandes operaciones de producción comercial de más de 5 000 aves de corral, 128 cerdos o 25 reses, se deben tener en cuenta diferentes consideraciones, que trascienden el alcance del presente documento. Se supone que la respuesta es el sacrificio sanitario, en el que se destruyen todos los animales susceptibles de la explotación y se eliminan sus restos, o una situación en la que los animales mueren a causa del patógeno. En este artículo no se aborda el consumo de proteínas por parte de los seres humanos. Además, se supone que el acceso a los vertederos artificiales, la incineración controlada y el procesamiento de desechos es limitado. Por lo tanto, el presente artículo se centrará exclusivamente en el enterramiento (enterramiento en profundidad tradicional y enterramiento innovador a nivel del suelo), la quema al aire libre en piras y el compostaje.

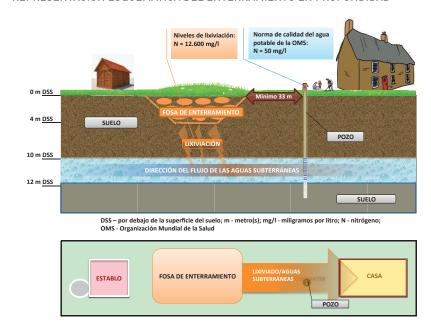
### Enfoques de gestión de cadáveres

### Selección de opciones de eliminación en función de las condiciones específicas del lugar

Lo ideal sería que cada explotación tuviera un plan de cómo gestionar los cadáveres en caso de un brote. El plan debería facilitar detalles de cómo implementar todas las opciones de eliminación aplicables al lugar y la situación específicos para facilitar la flexibilidad en la gestión de los cadáveres. Los implicados pueden optar por utilizar uno o más de los varios métodos de eliminación, según

### Figura 1

### REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL ENTERRAMIENTO EN PROFUNDIDAD



Fuente: Lori Miller, USDA, 2018.

las circunstancias. En las secciones siguientes de este artículo se presenta información detallada sobre las ventajas, inconvenientes, aplicabilidad, factores de costo y otras consideraciones relativas a cada opción de eliminación. Después de la exposición detallada de cada opción de eliminación figura una sección en la que se comparan las opciones.

### Descripción de las opciones de eliminación

En las siguientes subsecciones se describen de manera detallada las opciones relativas a los enterramientos (enterramiento en profundidad y enterramiento a nivel del suelo), las quemas (piras, incineradores con cortina de aire y crematorios móviles), y el compostaje.

### Enterramiento

A los efectos del presente artículo, el enterramiento comprende el enterramiento en profundidad tradicional, así como un nuevo e innovador proceso de enterramiento a nivel del suelo.

### Enterramiento en profundidad

El enterramiento en profundidad consiste en extraer la tierra del suelo hasta una profundidad de tres o cuatro metros, apilar la tierra cerca para su uso posterior, depositar los cadáveres en la zona excavada, y luego cubrirlos con la tierra que se había extraído previamente. Una vez enterrados, los cadáveres experimentan una descomposición anaeróbica y se descomponen en minerales y material orgánico. El proceso es lento y puede tardar decenios. La descomposición anaeróbica genera fluidos corporales (lixiviados) que penetrarán lentamente en el suelo de la explotación, debajo del lugar de enterramiento, y pueden llegar hasta las aguas subterráneas (véase la Figura 1).

Según el tipo de suelo y la profundidad de la capa freática, pueden generarse riesgos para la salud humana y el medio ambiente asociados a la contaminación de las aguas subterráneas. Por ejemplo, se ha demostrado que el lixiviado de los cadáveres contiene más de 12 000 miligramos por litro de



Fosa de enterramiento en profundidad.

nitrógeno en forma de amonio, mientras que algunos países consideran seguro un máximo de 10 miligramos por litro de nitratos en el agua potable. El exceso de nitratos puede causar metahemoglobinemia, que es potencialmente mortal para los lactantes, así como eutrofización, que mata a los peces. Diversos procesos físicos, químicos o biológicos pueden, en condiciones favorables, reducir con el tiempo la masa, la toxicidad, la movilidad, el volumen o la concentración de contaminantes en el suelo o las aguas subterráneas.

La descomposición de los cadáveres también produce metano, un gas explosivo que puede migrar a través del suelo a espacios cerrados como cobertizos y casas, donde puede reemplazar al aire y crear un peligro de asfixia o acumularse hasta alcanzar concentraciones explosivas en presencia de una chispa o llama. El metano es también un gas de efecto invernadero, que contribuye al cambio climático mundial. A pesar de estos riesgos, el enterramiento se ha utilizado históricamente para la gestión de la mortalidad y resulta familiar para la mayoría de las personas.

Las zanjas y fosas son los dos métodos de enterramiento *in situ* más utilizados. Las zanjas son mucho más largas que anchas, mientras que las fosas tienen una longitud más proporcional al ancho. La siguiente foto muestra una típica fosa de enterramiento.

El Cuadro 1 destaca las principales ventajas e inconvenientes del enterramiento en profundidad. En la sección titulada 'Comparación de opciones' se presenta una comparación más completa de las opciones de eliminación.

### El enterramiento a nivel del suelo

El enterramiento a nivel del suelo es un híbrido de enterramiento en profundidad y compostaje. Al igual que el enterramiento en profundidad, el enterramiento a nivel del suelo supone la eliminación de los cadáveres de animales dentro de una zanja excavada en la explotación. Sin embargo, la zanja de enterramiento a nivel del suelo es mucho menos profunda que la del enterramiento en profundidad y comprende una base de material carbonoso, como paja o virutas de madera. Las zanjas están diseñadas para aumentar la actividad microbiana y reducir al mínimo la posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas por el lixiviado de los cadáveres.

El enterramiento a nivel del suelo consiste en la excavación de una zanja poco profunda en la tierra a una profundidad de

### Cuadro 1

### VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL ENTERRAMIENTO EN PROFUNDIDAD

### Ventajas I

### • En la

explotación
• Fácil de
implementar

### Inconvenientes

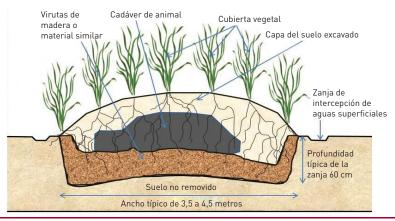
- Riesgo para la salud pública
- Riesgo de bioseguridad
- Los patógenos pueden sobrevivir
- No es sostenible
- Limita el aprovechamiento futuro de la tierra
- Requiere equipo pesado o trabajo excesivo

### Tiempo/Costo Consideraciones

- RápidoDe bajo costo
- El enterramiento puede ser viable para una cantidad pequeña de animales en suelos adecuados, pero es específico de cada sitio.

### Figura 2

### REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL ENTERRAMIENTO A NIVEL DEL SUELO



Fuente: Gary Flory



Enterramiento a nivel del suelo.

60 centímetros (véase la Figura 2 y la foto adjunta). En el fondo de la zanja se depositan 30 centímetros de material carbonoso seguido de una sola capa de cadáveres de animales. La tierra excavada se vuelve a colocar en la zanja, formando un montículo sobre el que se establece la cubierta vegetal. Para la cubierta vegetal se debe seleccionar una especie vegetal que se pueda conseguir fácilmente

y que sea adecuada a nivel regional y adaptable a las diferentes estaciones. Por último, en torno al perímetro del montículo se construye una zanja de intercepción para impedir que el agua de superficie penetre en el sistema. Una vez que los cadáveres se han descompuesto, es posible nivelar el sitio de eliminación y reutilizarlo como antes. En la mayoría de los ambientes esto llevará entre 9 y 12 meses.

ensayos sobre el

terreno y pruebas

de validación

### Cuadro 2

• Rápido de implementar

• Aceptación de la

opinión pública

### VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL ENTERRAMIENTO A NIVEL DEL SUELO

nueden desenterrar

los cadáveres

### Ventajas Inconvenientes Tiempo/Costo Consideraciones • Seguro • Los patógenos pueden sobrevivir • Rapido • La tecnología innovadora se está sometiendo a • Fácilmente disponible • Los carroñeros • De bajo costo • está sometiendo a



Quema al are libre.

### Cuadro 3

### VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA QUEMA ABIERTA

Ventajas	Inconvenientes	Tiempo/Costo	Consideraciones
<ul> <li>En la explotación</li> <li>Inactiva los patógenos</li> <li>Reduce el volumen</li> </ul>	<ul> <li>Riesgo en materia de bioseguridad</li> <li>No es sostenible</li> <li>Oposición de la opinión pública</li> <li>Ineficiente</li> <li>Difícil de operar</li> <li>Limitaciones normativas</li> </ul>	• Lento • Caro	<ul> <li>La quema al aire libre plantea el riesgo de producir incendios forestales</li> <li>Calidad del aire</li> <li>Olor</li> </ul>

El Cuadro 2 destaca las principales ventajas e inconvenientes del enterramiento a nivel del suelo. En la sección titulada 'Comparación de opciones' se presenta una comparación más completa de las opciones de eliminación.

### **Ouema**

La quema al aire libre (véase foto en la página 4) es un proceso que implica la construcción de un lecho de materiales combustibles, tal como la madera; la colocación de los cadáveres en el lecho; la adición de más material combustible sobre los cadáveres, y la ignición de la pila. No hay contención de materiales en este proceso. Históricamente, la quema al aire libre o no controlada se ha utilizado para destruir térmicamente los cadáveres de animales y materiales asociados durante las crisis de sanidad animal. La quema al aire libre se puede denominar quema no controlada porque las posibilidades de supervisar o regular lo que entra en la combustión y lo que sale de ella son pocas. Ni las entradas de combustible ni las de aire pueden controlarse de manera fiable o precisa, lo que puede dar lugar a una combustión

incompleta, que desprenda mucho humo, y a temperaturas relativamente bajas. La combustión a baja temperatura puede no inactivar efectivamente todos los patógenos, y la importante turbulencia de aire causada por el proceso de combustión puede transportar por vía aérea patógenos activos, propagando potencialmente el agente patógeno.

Los cadáveres se pueden quemar en campos abiertos, en pilas de combustible llamadas piras, o con otras técnicas de quema no asistidas por equipos de incineración. Debido a las importantes emisiones al aire y a las preocupaciones por la seguridad contra incendios, algunos gobiernos prohíben específicamente la quema de cadáveres a cielo abierto; antes de decidirse por el uso de este método, conviene controlar las reglamentaciones gubernamentales.

El Cuadro 3 destaca las principales ventajas e inconvenientes de la quema al aire libre. En la sección titulada *'Comparación de opciones'* se presenta una comparación más completa de todas las opciones de eliminación.

### Compostaje

El compostaje de cadáveres (véase la foto en la página 5) es un proceso que implica la construcción de una capa inferior porosa de material carbonoso, como virutas de madera, mezclando o superponiendo los cadáveres con material de carbono para el núcleo de la hilera, y cubriendo la mezcla con una capa de material carbonoso para favorecer la descomposición de los cadáveres a temperaturas elevadas. El compostaje de los cadáveres comprende dos fases: una fase activa y una fase de curación.

La fase activa se caracteriza por reacciones aeróbicas a temperaturas relativamente altas que dan lugar a una gran reducción del volumen de sólidos biodegradables. En esta fase se pueden desprender olores fuertes que son controlados por la capa de carbono. La temperatura del núcleo de la pila debe aumentar a 57-60 °C en 15 días y luego mantenerse en este rango durante varios días. Para mantener la temperatura deseada, puede ser necesaria una intervención, como el volteo de la pila. En el caso de los cadáveres intactos de animales grandes, no se recomienda el volteo y las condiciones aeróbicas de temperatura elevada deben mantenerse durante semanas.

En la fase de curación, que se produce después de la fase activa, la aireación no es tan importante. Durante este período, se producen una serie de reacciones lentas, como la descomposición de la lignina, a temperaturas



Compostaje.

### Cuadro 4

### VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL COMPOSTAJE

Ventajas	Inconvenientes	Tiempo/Costo	Consideraciones		
<ul><li>Seguro</li><li>Sostenible</li><li>En la explotación</li><li>Fácil de implementar</li></ul>	• Tiempo para terminar el proceso	• Lento • Caro	<ul> <li>Requiere un operador con conocimientos y experiencia para garantizar la construcción correcta.</li> </ul>		

### Cuadro 5

### MATRIZ DE OPCIONES DE ELIMINACIÓN

Ponderación	Criterios	Compostaje	Enterramiento a nivel del suelo	Enterramiento en profundidad	Quema al aire libre
Más importante (x3)	Riesgo para la salud     pública	9	6	3	6
	2. Bioseguridad	6	6	3	3
	3. Inactivación del patógeno	9	3	3	6
Importante (x2)	4. Sostenible ambientalmente	9	6	3	3
	5. Reducción del volumen	4	4	4	6
	6. Disponibilidad	4	4	6	2
	7. Capacidad de procesamiento	6	6	6	4
	8. Velocidad de implementación	6	6	4	6
	9. Aceptación de la opinión pública	4	4	4	2
Menos importante (x1)	10. Eficacia en función de los costos	2	3	3	1
	11. Eficiencia	1	2	2	1
	12. Operabilidad	1	2	3	2
Total de puntos		61	52	44	42
Puntuación media		5	4	4	4

inferiores a 41 °C. Al final de la fase de curación, las temperaturas internas dentro de la pila de compostaje oscilan entre 25 y 30 °C.

La densidad aparente del material se reduce en un 25% y el producto final tiene un aspecto entre marrón oscuro y negro y no emana olores desagradables.

En el caso del compostaje de aves de corral, voltear la pila puede acelerar la descomposición; sin embargo, si la pila se construye correctamente, el volteo no es necesario y no se recomienda dentro de los primeros 14 días para los cadáveres infectados. Los animales de mayor tamaño no se deben voltear antes de los 30 días.

En el Cuadro 4 se destacan las principales ventajas e inconvenientes del compostaje. En la sección titulada 'Comparación de opciones' se presenta una comparación más completa de las opciones de eliminación.

### Comparación de las opciones

En las secciones anteriores se describió cada una de las opciones y se resumieron sus principales ventajas e inconvenientes. En la presente sección se compararán las diversas opciones entre sí en función de una serie de criterios (véase el Cuadro 5, Matriz de opciones de eliminación). Como puede verse en el Cuadro 5, en la primera columna se enumeran los criterios y en las columnas siguientes se presentan las opciones de eliminación. Hay tres conjuntos de filas que representan respectivamente los criterios más importantes, los moderadamente importantes y los menos importantes. Los criterios más importantes se ponderaron tres veces más que los criterios menos importantes, y los criterios moderadamente importantes, se ponderaron dos veces más que los criterios menos importantes.

En el análisis que sigue al cuadro se facilita información adicional sobre cada criterio. Los números que figuran en cada casilla de la matriz representan la valoración de cada criterio en relación con las distintas opciones. Una valoración numérica más alta indica una opción preferible a las otras. Obsérvese que las clasificaciones son subjetivas, basadas en el juicio de los autores y supeditadas a la interpretación de los usuarios. Cuando las valoraciones numéricas de cada opción se ponderan en función de su importancia, se suman y se dividen por el número de criterios aplicables, las puntuaciones medias se pueden comparar para determinar la clasificación relativa de las diversas opciones. Las opciones de eliminación se enumeran de

izquierda a derecha en el cuadro, en orden de preferencia, sobre la base del promedio de la clasificación numérica. El rojo indica una puntuación menos favorable, el amarillo una puntuación moderada y el verde la puntuación más favorable.

Riesgo para la salud pública (fila 1) - Las clasificaciones de los riesgos para la salud pública que figuran en este cuadro se adaptaron del documento del Departamento de Salud del Reino Unido (ahora Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales) titulado "A Rapid Qualitative Assessment of Possible Risks to Public Health from Current Foot & Mouth Disposal Options, Main Report" (Evaluación cualitativa rápida de los posibles riesgos para la salud pública derivados de las opciones actuales de eliminación de la fiebre aftosa, informe principal), publicado en junio de 2001. La evaluación del Reino Unido analizó todos los riesgos para la salud humana por medio de todas las vías de exposición en relación con la quema y el enterramiento de los cadáveres infectados con la fiebre aftosa, así como con el procesamiento de los desperdicios, el depósito en vertederos y la incineración. Los riesgos para la salud incluían bacterias, priones, contaminantes químicos y partículas en el aire. Las vías de exposición eran el aqua potable, la natación, la pesca, la inhalación, el contacto directo y el consumo de cultivos y mariscos. El compostaje y el enterramiento a nivel del suelo no eran tecnologías de las que se disponía fácilmente en ese momento, por lo que los autores dieron clasificaciones cualitativas a las nuevas tecnologías de acuerdo con los criterios del Reino Unido. La evaluación del Reino Unido, y los autores, llegaron a la conclusión de que el compostaje era la opción más segura, y que el enterramiento y la quema a nivel del suelo eran más seguros que el enterramiento en profundidad.

Bioseguridad (Fila 2) - Se determinó que el nivel de bioseguridad que ofrecían las diferentes opciones de gestión de cadáveres era elevado si la zona de gestión de cadáveres podía contener los patógenos y desinfectarse fácilmente (valoración básica de 3 puntos). Si la zona de gestión de cadáveres garantizaba cierta contención, pero era difícil de desinfectar, como por ejemplo una pila de compostaje, o bien una parcela de enterramiento a nivel del suelo con una capa absorbente debajo de los cadáveres para reducir al mínimo el movimiento de líquidos, se daba a la opción una valoración básica de 2 puntos. Si la zona de gestión de cadáveres no podía contener los



Compostaje para controlar la gripe aviar: trabajadores finalizando las hileras de compostaje.

patógenos, se le daba una valoración básica de 1 punto. Por lo tanto, el compostaje y el enterramiento a nivel del suelo obtuvieron una puntuación superior al enterramiento en profundidad y a la quema.

Inactivación de patógenos (Fila 3) - Si la opción de gestión de cadáveres inactivaba completamente los patógenos, se le daba una alta valoración de 3 puntos; la inactivación parcial recibía una valoración de 2 puntos, y la no inactivación una valoración de 1 punto. Por consiguiente, el compostaje obtuvo la puntuación más alta, porque alcanza altas temperaturas al tiempo que mantiene los cadáveres totalmente cerrados; la quema al aire libre obtuvo la puntuación media, porque hay una importante turbulencia de aire de partículas parcialmente calentadas que pueden propagar los patógenos, y los enterramiento a nivel del suelo y en profundidad obtuvieron la puntuación más baja porque no se genera calor para inactivar los patógenos.

Sostenibilidad ambiental (Fila 4) - La sostenibilidad ambiental se define como una opción de gestión de cadáveres con un bajo riesgo de contaminación ambiental y la obtención de un producto final útil; a las opciones que cumplían con este definición se les daba una valoración básica de 3. A las opciones que presentaban ya sea un bajo riesgo de contaminación o un producto final útil se les daba una valoración básica de 2. A las opciones con un riesgo de contaminación ambiental y ningún producto final útil se les daba una valoración básica de 1. El compostaje obtuvo la clasificación más alta porque reduce al mínimo el impacto ambiental al tiempo que enmienda el suelo.

El enterramiento a nivel del suelo fue clasificado como moderado porque reduce el impacto ambiental, pero no proporciona un producto final útil. Los enterramientos en profundidad y las quemas al aire libre fueron los que ocuparon los puestos más bajos de la clasificación porque acarrean riesgos ambientales relativamente elevados y no proporcionan subproductos beneficiosos.

Reducción del volumen (Fila 5) - Este factor se relaciona con la capacidad del proceso para reducir el volumen de la biomasa. Si el proceso reducía el volumen, se le daba una valoración base de 3; si el proceso resultaba en el mismo volumen, se le daba una valoración base de 2; y si el proceso aumentaba el volumen, se le daba una valoración base de 1. La quema al aire libre obtuvo la valoración más alta para este criterio porque es la única opción que reduce apreciablemente el volumen de desechos. Las otras tres opciones recibieron una valoración moderada porque no reducen ni aumentan el volumen de desechos.

Disponibilidad (Fila 6) – La disponibilidad es la posibilidad de conseguir todos los insumos necesarios para el proceso. Por ejemplo, si no hay tierra disponible para enterrar y no hay forma de excavar zanjas, no será fácil recurrir a un enterramiento. Del mismo modo, si no se dispone de expertos en compostaje o de material carbonoso, como astillas de madera, entonces la disponibilidad del compostaje será reducida. En cuanto a la quema, la disponibilidad de tierras y las fuentes de combustible podrían limitar el recurso a esta opción. Si la disponibilidad de insumos para el proceso era amplia, se daba una valoración básica de 3; si los insumos eran regionales o

estaban solo en parte disponibles, se daba una valoración básica de 2; y si la disponibilidad de insumos era muy limitada, la valoración básica era de 1. El enterramiento en profundidad se clasificó con la puntuación más alta entre las opciones porque es fácil de entender e implementar. El enterramiento a nivel del suelo y el compostaje se calificaron como moderados porque no requieren equipo o material especializado, pero sí conocimientos especializados. La quema al aire libre ocupó el lugar más bajo porque requiere grandes cantidades de leña y combustible y conocimientos especializados para funcionar con seguridad.

Capacidad de procesamiento (Fila 7) -Para los propósitos de esta matriz de comparación, la capacidad de procesamiento se define como la cantidad de biomasa que puede ser procesada por día. Si se podía procesar más de 90 toneladas de material por día, la valoración básica era de 3; si la cantidad procesada por día se situaba entre 23 y 90 toneladas, la valoración básica era de 2; y si el método podía procesar menos de 23 toneladas por día, se le daba una valoración básica de 1. Todas las opciones tuvieron una valoración alta en cuanto a capacidad de procesamiento, excepto la quema al aire libre, que puede tomar un tiempo considerable para calentar suficientemente los cadáveres y reducirlos a cenizas.

Velocidad de implementación (Fila 8) -Este criterio se refiere a la cantidad de tiempo que toma el proceso para recibir los primeros cadáveres, incluso la obtención del permiso del gobierno, de ser necesario. Las opciones que podían procesar los cadáveres inmediatamente recibían una valoración básica de 3, las opciones que podían procesar los primeros cadáveres en cinco días o menos recibían una valoración básica de 2, y las opciones que tardaban más de cinco días en procesar los primeros cadáveres recibían una valoración básica de 1. Todas las opciones obtuvieron una valoración alta en esta categoría, excepto el enterramiento en profundidad, para el que hay que consequir equipo de excavación y excavar las zanjas, lo que puede llevar algún tiempo.

Aceptación de la opinión pública (Fila 9) - Este criterio se refiere a la probabilidad de que la comunidad tenga una opinión positiva de la opción de gestión de cadáveres. Las opciones que probablemente se consideraran positivas recibían una valoración básica de 3, las que probablemente no se consideraran ni positivas ni negativas recibían una valoración básica de 2, y las que probablemente se consideraran

negativas recibían una valoración básica de 1. El compostaje, el enterramiento a nivel del suelo y el enterramiento en profundidad recibieron una valoración más alta que la quema al aire libre, que probablemente se consideró negativa.

Eficacia en función de los costos (Fila 10) -En este contexto, la eficacia en función de los costos se refiere al costo relativo de una opción de gestión de cadáveres. Las opciones relativamente baratas recibían una valoración básica de 3, las opciones con costos medios recibían una valoración básica de 2, y las opciones relativamente caras recibían una valoración básica de 1. El enterramiento a nivel del suelo y el enterramiento en profundidad fueron valorados como los menos costosos, el compostaje fue valorado como moderadamente caro y la quema fue valorada como la más cara debido a la necesidad de grandes cantidades de combustible, mano de obra y tiempo.

Eficiencia (Fila 11) - La eficiencia se refiere a la cantidad relativa de insumos (servicios, productos químicos, combustible, fuente de carbono) para contener y estabilizar la biomasa en un corto período de tiempo. A las opciones con bajas necesidades de insumos se les asignaba una valoración básica de 3; a las opciones con necesidades de insumos moderadas se les asignaba una valoración básica de 2, y a las opciones con necesidades de insumos relativamente altas se les asignaba una valoración básica de 1. El enterramiento a nivel del suelo y el enterramiento en profundidad se valoraron como más eficientes que el compostaje y la quema sobre la base del tiempo de implementación y la necesidad de combustible y fuentes de carbono.

Operabilidad (Fila 12) - Este criterio se refiere a la facilidad de implementación. Por ejemplo, si la opción era fácil de aplicar y los operadores estaban ya capacitados y fácilmente disponibles, entonces se consideraba altamente viable con una valoración básica de 3. Si la opción era fácil de implementar o los operadores estaban fácilmente disponibles, entonces se le da una valoración básica de 2. Si la opción era difícil de implementar y los operadores capacitados eran escasos, entonces se le daba una valoración básica de 1. El enterramiento en profundidad se valoró como la opción más fácil, con operadores fácilmente disponibles; el enterramiento a nivel del suelo y la quema se valoraron como moderadamente viables, y el compostaje se valoró como menos viable debido a la necesidad de expertos en compostaje altamente capacitados.

Cuando se tomaron en conjunto y se consideraron en su totalidad, los beneficios del compostaje y del enterramiento a nivel del suelo superaron los beneficios del enterramiento en profundidad y la quema, a pesar del costo o de cualquier otro criterio individual.

### **Ejemplo**

El ejemplo que figura a continuación es ilustrativo de la forma en que los conceptos de gestión de cadáveres pueden aplicarse a una situación real. Tanto si se trata de una explotación de cría aves de corral que resultan infectadas por la gripe aviar, como de cerdos afectados por la peste porcina africana o de ganado afectado por la dermatosis nodular contagiosa, se puede utilizar un enfoque



Enterramiento de vacas.



Enterramiento de cerdos.

similar en todos los casos. Estas enfermedades, al igual que otras, pueden dañar la salud o causar la muerte de animales y, a veces, de seres humanos, por lo que es necesario contenerlas para proteger la salud pública y el suministro de alimentos. Es importante responder a estos brotes de manera que se reduzcan al mínimo las pérdidas para los agricultores, se les proteja de las enfermedades u otras repercusiones en la salud y se prevenga de las infecciones a las explotaciones agrícolas situadas en las inmediaciones. En el siguiente ejemplo, el Cuadro 5 se utilizará para ayudar en el proceso de toma de decisiones. Se supondrá que 5 000 aves de 2,3 kilogramos pesan lo mismo que 128 cerdos de 90 kilogramos o 25 vacas de 454 kilogramos, por un total de 11 340 kilogramos, o unas 11 toneladas de material infectado que debe gestionarse, independientemente de la especie o enfermedad.

Se supone que hay una explotación rural de 10 hectáreas que cría 128 cerdos. Un cerdo promedio pesa 90 kilogramos. Los cerdos están infectados con la peste porcina africana y deben destruirse para evitar la propagación del virus a las explotaciones vecinas. En los párrafos siguientes se examina la forma en que las diferentes opciones de eliminación pueden utilizarse en este caso.

Comenzando con la matriz que se muestra en el Cuadro 5, el compostaje fue la opción de eliminación más importante, por lo que el primer paso es determinar si el compostaje es viable en la explotación del ejemplo. El USDA ha desarrollado una herramienta basada en la matriz que incluye una lista de verificación para determinar si una determinada opción de gestión de cadáveres puede utilizarse en un sitio. La lista

de verificación incluye consideraciones sobre el espacio adecuado para construir la pila de compostaje, y la distancia suficiente respecto de las fuentes de agua potable – como las aguas subterráneas–, los vecinos, las zonas ambientalmente sensibles y las líneas de servicios públicos. El sitio no debe tener aguas estancadas y debe estar ubicado en una pendiente suave.

Debido a que la explotación del ejemplo tiene 10 hectáreas de tierra y la pila de compostaje para 128 cerdos necesitará unos 43 metros cuadrados (0,004 hectáreas) (calculadora de la USDA), se dispone de suficiente espacio para el compostaje. Se supone que el suelo de la explotación es de arena con base de piedra caliza, con agua subterránea a menos de 10 metros por debajo de la superficie del suelo en la capa de arena. Un estudio de la Universidad Estatal de lowa comprobó que las pilas de compostaje pueden, en determinados suelos, descargar lixiviados a 1-2 metros por debajo de la superficie del suelo, por lo que es probable que haya varios metros de suelo no afectado debajo de las pilas de compostaje, lo que probablemente proteja las aguas subterráneas. Será importante colocar la pila de compostaje al menos a 60-80 metros de distancia de las casas, arroyos o vías de agua y pozos de agua potable. La selección del lugar de compostaje debe tener en cuenta la conveniencia de la ubicación del ganado para reducir al mínimo el movimiento de los animales infectados.

Basándose en las consideraciones anteriores, el sitio parece ser adecuado para el compostaje. A continuación, hay que determinar si se dispone de personal capacitado para supervisar la construcción de la pila de compostaje y vigilarla periódicamente durante al menos tres meses para asegurarse de que se caliente lo suficiente como para inactivar los patógenos, pero no demasiado como para quemarse. Durante este tiempo, puede que haya que resolver problemas, entre ellos, la gestión de plagas. El equipo pesado, como una arrastradora-cargadora, simplificará y acelerará en gran medida el proceso, que de otro modo tendrá que realizarse manualmente.

Suponiendo que se disponga de personal capacitado y de todo el equipo necesario, habrá que determinar si existe una fuente fácilmente disponible de material carbonoso, como virutas de madera, aserrín, cascarillas de arroz o de trigo, o materiales similares. Se necesitan aproximadamente 2 kilogramos de este material por cada kilogramo de cadáveres; por tanto, se necesitarán unos 22 000 kilogramos, o 22 toneladas, de material carbonoso. Un termómetro de compostaje será muy útil para el proceso. Además, habrá que aplicar medidas estrictas de bioseguridad, por ejemplo, el uso de equipo de protección personal, como overoles y respiradores.

Al hacer compostaje con los cadáveres infectados, los patógenos pueden propagarse si las pilas están demasiado cerca de las aguas subterráneas o superficiales, si no están bien construidas, si no se calientan lo suficiente como para inactivar los patógenos o si los tejidos expuestos atraen vectores como moscas, aves, roedores u otros mamíferos. Por lo tanto, contar con personal capacitado es fundamental para los buenos resultados del compostaje.

Si los implicados desean considerar otras opciones además del compostaje, y remitirse de nuevo a la matriz del Cuadro 5, la siguiente mejor opción es el enterramiento a nivel del suelo.

Para llevar a cabo el enterramiento a nivel del suelo, se necesitarán las mismas condiciones de lugar que para el compostaje. Se supone que esas condiciones se cumplen en este sitio, por lo que la siguiente consideración es el acceso a personal capacitado, y a cualquier material y equipo necesarios. Contar con personal capacitado es lo ideal para el enterramiento a nivel del suelo. Sin embargo, este proceso puede tener éxito si un personal no capacitado sigue de cerca un protocolo escrito. También se necesitará suficiente material carbonoso para una capa de 30 centímetros en el fondo de la zanja. Según los cálculos del USDA, se necesitarán aproximadamente 154

metros cuadrados para 128 cerdos. Si las astillas de madera pesan alrededor de 314 kilogramos por metro cúbico, entonces se necesitarán unos 14 500 kilogramos de astillas de madera o material similar. Al igual que con el compostaje, el equipo pesado, si está disponible, facilitaría el enterramiento a nivel del suelo.

### Conclusiones y recomendaciones

El compostaje, el enterramiento a nivel del suelo, el enterramiento en profundidad y la quema son opciones adecuadas para la gestión de cadáveres en pequeñas explotaciones que tienen un acceso limitado a vertederos artificiales, plantas de procesamiento de desechos o incineradores controlados. En general, el compostaje tiene más ventajas que el enterramiento a nivel del suelo, que tiene más ventajas que el enterramiento en profundidad y la quema. Sin embargo, se pueden implementar varias opciones sin riesgo alguno en función de las condiciones específicas del lugar. Dado que se

necesitan cálculos y datos para determinar si las condiciones del sitio son adecuadas para un método específico, la planificación anticipada puede acelerar en gran medida la respuesta en caso de que se produzca un brote.

### Bibliografía

FAO. 2012. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor, Producción y Sanidad /Thoughts of FAO on 'One Health' (25 de septiembre de 2012). Obtenido en http://www.fao.org/ag/againfo/home/en/news\_archive/2010\_one-health.html

Glanville, T. D., T.L. Richard, L.E. Shiers, J.D. Harmon. 2009. Soil Contamination Caused by Emergency Bio-Reduction of Catastrophic Livestock Mortalities. Water, Air and Soil Pollution Vol. 198, 1-4, pp. 285-295.

Miller, L.P. 2017. Carcass Management Decision Tool. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Inspección Zoosanitaria y Fitosanitaria, Servicios Veterinarios, Riverdale, Maryland. Naciones Unidas. 1988. Departamento de Cooperación Técnica para el Desarrollo y Comisión Económica para África /Natural Resources/Water Series No. 18 Ground Water in North and West Africa. Obtenido en http://resources.bgs.ac.uk/sadcreports/ Coted'Ivoire1988undpgroundwater.pdf

Ouedraogo, I., P. Defoumy, M. Vanclooster. 2016. Mapping the groundwater vulnerability for pollution at the pan African scale. The Science of the total environment, Vol. 544, pp. 939-953.

Rathgeber, E.M. 1996. Water Management in Africa and the Middle East: Challenges and Opportunities, International Development Research Centre (Canada), pp. 110-111.

USDA - Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 2017. Servicio de Inspección Zoosanitaria y Fitosanitaria, Servicios Veterinarios/Carcass Management Calculator, v. 1.3 (Junio de 2017). Disponible previa solicitud en lori.p.miller@aphis.usda. gov. ●

Notas			

Notas	

Notas	



### focus on contacto

El Sistema de prevención de emergencias (EMPRES) es un programa de la FAO, establecido en 1994, con el objetivo de mejorar la seguridad alimentaria mundial, luchar contras las plagas y enfermedades transfronterizas de los animales y las plantas, y reducir las repercusiones adversas de las amenazas a la inocuidad de los alimentos. EMPRES-Sanidad Animal es un componente que se ocupa de la prevención y el control de las enfermedades transfronterizas de los animales (ETA).

Para suscribirse a este boletín o solicitar información sobre EMPRES-Sanidad Animal envíe un correo electrónico a **empres-animal-health@fao.org** o un fax a **+39 06 57053023** 

Para más información, diríjase a http://www.fao.org/ag/empres.html

EMPRES-Sanidad Animal puede prestar asistencia a los países en el envío de muestras para pruebas diagnósticas de ETA a los laboratorios y centros de referencia de la FAO. Sírvase contactar con EMPRES-Shipping-Service@fao.org para información antes del muestreo o el envío. Téngase en cuenta que para el envío de muestras fuera de un país se requiere un permiso de exportación del Jefe del Servicio Veterinario del país y un permiso de importación del país receptor.

### Cita recomendada

Lori Miller, Gary Flory. 2020. Gestión de cadáveres para pequeñas y medianas explotaciones ganaderas - Consideraciones prácticas. *FOCUS ON*, N.º 13, agosto de 2020. Roma. FAO

Foto de la cubierta: ©FAO/Florita Botts Foto de la contracubierta: ©FAO/Hoang Dinh Nam

