

# Evaluación económica de una vacunación protectora contra el riesgo de enfermedades contagiosas del ganado

MIRANDA P. M. MEUWISSEN (\*) (\*\*)

MARCEL A. P. M. VAN ASSELDONK (\*)

MONIQUE C. M. MOURITS (\*\*)

RUUD B. M. HUIRNE (\*)

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante más de diez años, las epizootias se han controlado mediante campañas urgentes de sacrificio y sacrificios selectivos preventivos, incluida la destrucción a gran escala de animales sanos. Estas políticas tuvieron una repercusión social evidente en las grandes epizootias ocurridas en los últimos años, como la peste porcina clásica (PPC) de 1997/98 en los Países Bajos y de 2006 en Alemania, la fiebre aftosa de 2001 en el Reino Unido y los Países Bajos, y la gripe aviar en Italia en 1997/98, en los Países Bajos en 2003 y en algunos otros Estados miembros de la UE en años posteriores. El debate social surgido a partir de estos episodios llevó a las autoridades responsables a declarar que, de cara a futuras brotes, se haría todo lo posible por salvar las vidas de los animales. La destrucción de rebaños seguiría aplicándose a los rebaños infectados y a los rebaños que hubieran estado en contacto con estos, pero es probable que no vuelva a recurrirse al sacrificio selectivo preventivo de forma generalizada. En cambio, es probable que se recurra a la vacunación de urgencia para evitar la propagación de una enfermedad y, más concretamente, la intención es recurrir a la vacunación *protectora* (1). Ahora se pretende que los animales acogidos a

---

(\*) *Institute for Risk Management in Agriculture, Wageningen University, The Netherlands.*

(\*\*) *Business Economics, Wageningen University, The Netherlands.*

(1) *Se pueden usar dos clases diferentes de vacunación de urgencia para controlar brotes de enfermedades epidémicas. La vacunación supresora implica que, después de la vacunación, todos los animales vacunados son sacrificados y destruidos. Por el contrario, en el caso de la vacunación protectora, se comercializan todos los animales vacunados y los productos obtenidos de ellos (CE, 2003). En los Países Bajos se suele recurrir a la vacunación protectora*

programas de sacrificio por motivos de bienestar animal sean sacrificados (y almacenados) en lugar de ser destruidos (2).

Aunque la vacunación de urgencia se lleva practicando desde hace muchos años, las consecuencias económicas esperadas que resultan por ejemplo de las restricciones a la exportación han limitado en muchos casos su aplicación práctica. El único ejemplo relativamente reciente de vacunación de urgencia puede encontrarse en la epidemia de fiebre aftosa de 2001 declarada en los Países Bajos. En aquella ocasión, sin embargo, todos los animales vacunados fueron destruidos y posteriormente se trataron sus residuos, de nuevo por motivos económicos. La intención actual de recurrir a la vacunación protectora –es decir, a la vacunación *sin* sacrificio selectivo de los animales vacunados– no significa que se resuelva «la cuestión económica», pero sí demuestra la creciente importancia de la presión pública en contra de la destrucción de animales sanos.

Se han realizado algunos estudios para cuantificar el «nuevo panorama económico» del control de los brotes de epizootias en un marco de vacunación protectora. Ahora bien, estos estudios proporcionan sólo cifras globales por sectores (Huirne *et al.*, 2002) y no diferencian claramente entre los distintos componentes del daño, como pérdidas por interrupción del negocio o pérdidas de mercado (Mangen *et al.*, 2001). Tener una perspectiva que diferencie sectores y componentes del coste resulta crucial para la financiación del riesgo, puesto que las partes afectadas en los sectores público y privado tienen que saber con precisión qué componentes del coste y qué circunstancias pueden cubrirse. En este sentido, los objetivos del presente artículo son 1) cuantificar las consecuencias económicas de las epizootias del ganado en un marco de vacunación protectora, diferenciando entre los tres componentes del coste: costes veterinarios, pérdidas por interrupción del negocio y pérdidas de mercado; y 2) considerar cualitativamente la posibilidad de asegurar cada una de esas pérdidas, de nuevo en un marco de vacunación protectora. Los análisis cuantitativos se centran en la fiebre aftosa en los Países Bajos y se realizan específicamente para los sectores del ganado de leche, el ganado bovino para carne, el ganado porcino, los terneros de engorde y el ganado ovino y caprino.

---

*ra cuando se producen brotes de peste porcina clásica y fiebre aftosa y en la actualidad se están realizando estudios de viabilidad para la gripe aviar.*

*(2) Durante las epidemias, las restricciones impuestas al movimiento de los animales pueden ocasionar problemas relacionados con el bienestar en las explotaciones de ganado para carne, como granjas de cerdos. En anteriores epidemias, algunos animales de esas explotaciones se sacrificaron y destruyeron como parte de los llamados programas de sacrificio por razones de bienestar.*

Los costes veterinarios están relacionados con el control de la enfermedad e incluyen, entre otros, los costes del sacrificio de urgencia de los rebaños infectados, el sacrificio selectivo preventivo de los rebaños en contacto con animales infectados, la indemnización por los animales destruidos y los costes de vacunación. La interrupción del negocio se produce en las explotaciones cuyos establos permanecen vacíos durante varias semanas o meses debido a la inmovilización del ganado (esto es, factores de producción inactivos) (3). Las pérdidas de mercado se producen, entre otras cosas, por distorsiones de la oferta y la demanda motivadas por los tratamientos térmicos especiales que precisa la carne procedente de animales vacunados y por la preocupación de los consumidores acerca de la seguridad de los productos procedentes de animales vacunados. Es de esperar también que se produzcan distorsiones del mercado en regiones no vacunadas como consecuencia, por ejemplo, de las restricciones a la exportación. Los programas actuales de financiación del riesgo cubren los costes veterinarios (Van Asseldonk *et al.*, 2006) y, aunque a una escala algo limitada, las pérdidas por interrupción del negocio. Por lo general, las pérdidas de mercado no son cubiertas.

## 2. ESTRATEGIAS DE CONTROL DE LAS EPIZOOTIAS Y PÉRDIDAS DERIVADAS DE ANTERIORES CRISIS

### 2.1. De la vacunación preventiva a la no vacunación

En 1992, la Unión Europea adoptó una política de no vacunación, lo cual significó que los animales dejaron de ser vacunados contra algunas enfermedades infecciosas, y la estrategia de control empezó a basarse en el sacrificio de urgencia cuando se declaraba una epizootia. Para ello era necesario inmovilizar el ganado (restricciones del movimiento), seguido del sacrificio selectivo de todos los animales infectados y de todos los animales sanos pero susceptibles de contagio en un radio de 1 a 3 km en torno al punto o zona en que se hubiese declarado el brote. Se consideró que esta política de no vacunación ofrecía dos ventajas sobre la vacunación preventiva. Primero, se pensó que estimularía el libre comercio de productos de origen animal entre los países que adoptaran tal política. Segundo, los cálculos indicaban que los costes de la vacunación preventiva serían mayores que los necesarios para controlar una epizootia (por

---

(3) En este artículo, las pérdidas por interrupción del negocio se refieren exclusivamente a las pérdidas de las explotaciones y no se incluyen otros eslabones de la cadena.

ejemplo, Berentsen *et al.*, 1992). Por lo tanto, en la totalidad de las epizootias más recientes declaradas en Europa, los animales no se vacunaron y la estrategia elegida fue el sacrificio de urgencia. Siguiendo dicha estrategia, se ordenó la destrucción no sólo de los animales infectados, sino también de animales sanos en un intento de erradicar la enfermedad. En el cuadro 1 se indica el número total de animales destruidos en anteriores epidemias del ganado declaradas en los Países Bajos. Esas cifras incluyen no sólo animales de producción destinados a la cadena alimentaria, sino también animales de granja mantenidos para fines recreativos no comerciales.

Cuadro 1

### DATOS EPIDEMIOLÓGICOS Y DAÑOS DECLARADOS EN RECIENTES EPIDEMIAS DE GANADO EN LOS PAÍSES BAJOS

	<b>Peste porcina clásica 1998/98</b>	<b>Fiebre aftosa 2001</b>	<b>Gripe aviar 2003</b>
Estrategia de control (1)	Sacrificio de urgencia	Vacunación supresora	Sacrificio de urgencia
Explot. ganaderas infectadas	429 explotaciones porcinas	24 explotaciones bovinas 3 explotaciones caprinas	241 explotaciones avícolas
Animales destruidos (2)	12 millones	85.186 vacas 8.297 cabras 32.633 ovejas 121.437 cerdos	30 millones
Costes veterinarios (euro)	1.500 millones	277 millones	270 millones
Interrupción del negocio en la explotación (euro)	423 millones	230 millones	no disponible
Interrupción del negocio en el resto de la cadena (euro)	596 millones	248 millones	no disponible

(1) *Sacrificio de urgencia*: destrucción de rebaños infectados y sacrificio selectivo preventivo de rebaños en contacto con animales infectados y rebaños vecinos; *Vacunación supresora*: destrucción de rebaños infectados, sacrificio selectivo preventivo de rebaños en contacto con animales infectados, y vacunación de urgencia de todos los rebaños susceptibles en un área de 2 km en torno a los rebaños infectados. Todos los animales vacunados son sacrificados al final de la epidemia.

(2) Se incluyen los animales infectados, los animales sacrificados selectivamente con carácter preventivo, si procede, y los animales vacunados.

*Fuente*: Peste porcina clásica: Meuwissen y cols. (1999); Fiebre aftosa: Huirne y cols. (2002); Gripe aviar: Mourits y cols. (2008).

La estrategia basada en el sacrificio de urgencia se considera que ha tenido un efecto devastador en la sociedad (Cohen *et al.*, 2007). En algunos Estados miembros, esta percepción ha reforzado la idea de

que es fundamental adoptar estrategias alternativas de cara a futuras epizootias, que tengan más en cuenta las consideraciones éticas imperantes en la sociedad sobre el sacrificio selectivo de animales sanos, el bienestar de los animales y el impacto psicológico en las personas directamente afectadas. Todo ello ha fraguado en una creciente demanda para que se reconsidere la política europea de no vacunación y para que en el futuro se tengan en cuenta otras estrategias de prevención y control que el conjunto de la sociedad pueda aceptar y apoyar.

## 2.2. De la no vacunación a la vacunación de urgencia

La vacunación de urgencia es uno de los caminos posibles para responder a algunas de las preocupaciones sociales antes mencionadas. Pero los Estados miembros no tienen obligación de aplicar esta estrategia; pueden seguir apostando por el sacrificio de urgencia y el sacrificio selectivo preventivo (generalizado). En cualquier caso, están obligados a adoptar las medidas mínimas establecidas por la Comisión Europea; esto es, la destrucción de los rebaños infectados y el sacrificio selectivo preventivo (limitado) de los rebaños en contacto con animales infectados. La combinación precisa de medidas a adoptar puede depender de varios factores. En los Países Bajos, por ejemplo, la presión pública en contra de la destrucción de animales sanos es considerable y se ha decidido que, para la peste porcina clásica, los responsables políticos opten por la vacunación protectora, en combinación con la destrucción de los rebaños infectados y el sacrificio selectivo preventivo de los rebaños en contacto con animales infectados. En cuanto a la fiebre aftosa, la intención es la misma, si bien su aplicación será dependiente de la magnitud prevista de la epizootia, ya que los brotes relativamente pequeños podrían seguir controlándose sin vacunación de urgencia.

En la vacunación de urgencia se diferencian tres fases y se definen tres áreas diferentes: círculos de vacunación, una zona de vacunación alrededor de los círculos de vacunación y una zona de vigilancia. La fase 1 corresponde al período en el que se vacunan todos los animales dentro de los círculos de vacunación. La fase 2 consiste en una inspección clínica y serológica de todas las explotaciones dentro de la zona de vacunación. Una vez inspeccionada una explotación, ésta se «transfiere» a la fase 3, que dura hasta que se recupera la condición de zona libre de enfermedades reconocida por la Oficina Internacional de Epizootias (OIE, [www.oie.int](http://www.oie.int)). A cada una de estas fases se aplican requisitos diferentes, como la canalización específica de los animales sacrificados, el deshuesado de la carne procedente de animales vacunados,

el tratamiento térmico de la carne y un etiquetado especial. A modo de ejemplo, en el apéndice A se indican los distintos requisitos aplicables en las fases 1, 2 y 3 a los terneros de engorde.

### 2.3. Pérdidas declaradas en anteriores epizootias

Los costes veterinarios, compartidos en su totalidad o en parte por los gobiernos, suelen hacerse públicos en informes muy detallados. En el cuadro 1 se muestran los costes veterinarios de las epizootias ocurridas recientemente en los Países Bajos. Los costes veterinarios de la peste porcina clásica de 1997/98 fueron especialmente elevados, ascendiendo a 1.500 millones de euros. Además de los costes veterinarios, en los informes de evaluación se suelen especificar también las pérdidas por interrupción del negocio. Pero para el cálculo de estas pérdidas no siempre se utilizan las mismas definiciones, ni se consideran las mismas zonas. Por ejemplo, Meuwissen *et al.* (1999) calcularon las pérdidas por interrupción del negocio ocasionadas por la peste porcina clásica exclusivamente en las explotaciones afectadas y limitándose a la duración de la epidemia. Huirne *et al.* (2002) calcularon las pérdidas por interrupción del negocio ocasionadas por la fiebre aftosa en explotaciones tanto de las regiones afectadas como de otras regiones no afectadas, y consideraron la duración de la epidemia (cuatro meses), así como los seis meses siguientes.

En cuanto a las pérdidas de mercado, en general sólo se hacen declaraciones cualitativas sobre los componentes del precio que determinan la magnitud de esas pérdidas. Por ejemplo Vrolijk y Poppe (2008) declararon que casi medio año después de que finalizara la epidemia de peste porcina clásica [...] «en noviembre de 1998 los precios alcanzaron sus niveles más bajos en el mercado desde la segunda Guerra Mundial». Huirne *et al.* (2002) estimaron que más de la mitad de las pérdidas por interrupción del negocio causadas por la fiebre aftosa en las explotaciones se debieron a pérdidas de ingresos una vez finalizada la epidemia. En cuanto a la gripe aviar, Mourits *et al.* (2008) estimaron unos daños cuantiosos como consecuencia de la pérdida de ingresos y que afectaron a diferentes eslabones de la cadena. Un año después de la epidemia de gripe aviar, los niveles de precios en las cadenas de producción avícola alcanzaron su mínimo histórico (LEI, 2005).

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para estimar los costes veterinarios y las pérdidas por interrupción del negocio, los parámetros del coste se basan en Meuwissen *et al.*

(1999), Mangen *et al.* (2002) y Meuwissen *et al.* (2003), entre otras fuentes. Los costes veterinarios (cuadro 2) son especialmente altos para las vacas lecheras: 735 euros por vaca en caso de destrucción y 8,80 euros en caso de vacunación. Los costes de vacunación son especialmente reducidos para los cerdos: 1,80 euros por animal. En el cálculo de los costes veterinarios se tiene también en cuenta una cantidad fija de costes generales (que no aparece en el cuadro 2); esto es, 35 millones de euros por epizootia. Estos gastos corresponden, entre otras cosas, a pruebas de detección, creación de centros de crisis y costes incurridos por el Ministerio de Agricultura, Naturaleza y Calidad de los Alimentos. La cifra se basa en los costes generales estimados para el brote de fiebre aftosa de 2001 y el de gripe aviar de 2003; esto es, 55 millones de euros y 30 millones de euros, respectivamente. Las pérdidas estimadas por interrupción del negocio (cuadro 2, última columna) varían entre 0,16 euros por oveja al día y 6,66 euros por vaca lechera al día. Para este cálculo hemos supuesto que no se produce préstamo temporal de cuota láctea y que no existe empleo alternativo para los ganaderos.

La estimación de las pérdidas de mercado se ha basado en el juicio de los expertos. Grupos de expertos de distintos sectores (uno para

Cuadro 2

### COSTES VETERINARIOS SUPUESTOS Y ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POR INTERRUPCIÓN DEL NEGOCIO, EN EUROS POR ANIMAL

	Costes veterinarios						Interrupción del negocio (por día)
	Valor del animal	Valor del pienso y la leche	Destrucción y limpieza (1)	Vacunación	Sacrificio por razones de bienestar (2)	Prohibición de reproducirse (al día) (2)	
Vacas lecheras	735	44	1.000	8,80	–	–	6,66
Animales jóvenes	558	–	1.000	8,80	–	–	–
Terneros de engorde (3)	446	26	150	2,60	90%	–	0,65
Cerdas	328	33	400	7,20	–	2,11	1,02
Cerdos	62	3,70	150	1,80	90%	–	0,18
Ovejas	73	1,60	100	2,60	–	–	0,16
Cabras	84	11	100	3,40	–	–	0,36

(1) Después de la vacunación, estos costes son del 10 por ciento.

(2) En el caso del sacrificio de urgencia, las restricciones del movimiento pueden causar problemas graves para el bienestar de los animales y es posible que se recurra a programas de sacrificio por razones de bienestar y que se prohíba la reproducción. En ese caso, los costes relacionados se consideran costes veterinarios.

(3) Media ponderada de números para la ternera rosada (20 por ciento) y la ternera blanca (80 por ciento).

el sector porcino, otro para el sector del ganado lechero y otro para el sector bovino, ovino y caprino) fueron entrevistados a principios de la primavera de 2004, todos ellos en el plazo de dos semanas. Los expertos trabajaban en empresas privadas, así como en organismos públicos. Los grupos contenían entre cuatro expertos para el sector lácteo y diez para el porcino. Como punto de referencia, los expertos examinaron primero los datos de precios durante y justo después de la epidemia de fiebre aftosa de 2001. Seguidamente se les pidió que estimaran los porcentajes *agregados* de pérdidas de mercado; es decir, no se solicitó a los expertos que diferenciaron entre distintos componentes de las pérdidas de mercado, entre distintos eslabones de la cadena ni entre distintos horizontes temporales. Se calcularon porcentajes con respecto a los niveles de precios pagados a las explotaciones (sólo en el caso del ganado lechero y la ternera blanca, se utilizaron los precios pagados en fábrica y matadero, respectivamente). Se estimaron los porcentajes de pérdidas para la vacunación protectora, así como para la vacunación supresora y el sacrificio de urgencia (4). En el cuadro 3 se muestran los resultados de las consultas realizadas a los expertos para la vacunación protectora.

En el caso de los animales vacunados, las pérdidas de mercado estimadas fueron especialmente altas para el ganado porcino (lechones y cerdos) y parte de la ternera blanca, con un descenso esperado en los precios del 75 por ciento y el 80 por ciento respectivamente. En cuanto a los lechones y los cerdos, se anticipó que el balance neto de las exportaciones en los Países Bajos causaría problemas graves de suministro y distribución y unos costes elevados por el almacenamiento temporal de grandes cantidades de carne certificada. El pronóstico de que las pérdidas serían elevadas se debió principalmente a la necesidad de vender la carne deshuesada después de la vacunación; normalmente el 80 por ciento de la ternera blanca se vende con huesos. Lo mismo puede decirse de la carne de ternera marmórea y la carne de oveja y cabra. En cuanto al porcentaje de carne ya deshuesada en circunstancias normales, se esperó un descenso generalizado de los precios hasta alcanzar los niveles de precios del mercado mundial de la carne madurada procedente de animales vacu-

---

(4) En nuestro estudio, las estrategias de control se describen de la siguiente manera. El sacrificio de urgencia se refiere a la destrucción de rebaños infectados y al sacrificio selectivo preventivo de rebaños en contacto con animales infectados y rebaños vecinos en un radio de 1 km. La vacunación supresora se refiere a la destrucción de los rebaños infectados, el sacrificio selectivo preventivo limitado y la vacunación de urgencia en un radio de 2 km, seguido de la destrucción de todos los animales vacunados al final de la epidemia. La vacunación protectora es similar a la vacunación supresora, pero los animales vacunados y los productos obtenidos de ellos se comercializan en los Países Bajos y en toda la UE, respectivamente.

Cuadro 3

## ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE MERCADO EN UN MARCO DE VACUNACIÓN PROTECTORA EN LOS PAÍSES BAJOS (\*)

	Precios medios (1)	Animales vacunados (8 meses) (2)		Sacrificio por razones de bienestar (duración de la epidemia) (2)		Otros animales en la región afectada (duración de la epidemia) (2)		Animales en regiones no afectadas (8 meses) (2) (3)	
		Producción afectada (%)	Repercusión en el precio (%)	Producción afectada (%)	Repercusión en el precio (%)	Producción afectada (%)	Repercusión en el precio (%)	Producción afectada (%)	Repercusión en el precio (%)
Productos lácteos (4)	0,57/kg	100	-10	-	-	100	-10	80/20	-8/-15
Carne de vacuno	2,50/kg	100	-35	-	-	100	-5	15	-5
Lechones (25 kg)	41,50/lechón	100	-75	100	-10	100	-20	100	-15
Cerdos (110 kg)	1,27/kg	100	-75	100	-10	100	-20	100	-15
Ternera rosada (5)	2,62/kg	80/20	-60/-35	100	-10	100	-10	15	-5
Ternera blanca (5)	5,65/kg	80/20	-80/-55	100	-10	100	-65	100	-25
Gan. ovino y caprino (5)	2,25/kg	80/20	-60/-35	-	-	100	-15	15	-5

(\*) La vacunación protectora consiste en la destrucción de los rebaños infectados, el sacrificio selectivo preventivo de los rebaños en contacto con animales infectados, y la vacunación de urgencia en un radio de 2 km en torno a los rebaños infectados. Se comercializan los animales vacunados y los productos obtenidos de ellos. Las estimaciones corresponden a la epidemia de fiebre aftosa en los Países Bajos.

(1) Precios pagados a la explotación. Sólo en el caso de los productos lácteos y la ternera blanca se utilizan otros precios; es decir, precios pagados en fábrica y en matadero, respectivamente.

(2) Período durante el cual se producen las pérdidas de mercado.

(3) Incluye animales no vacunados de la región afectada desde el final de la epidemia hasta el levantamiento de las restricciones a escala nacional (8 meses).

(4) La diferencia 80/20 se refiere al porcentaje de producto normalmente suministrado a los mercados neerlandés y comunitario (80 por ciento) y a otros mercados (20 por ciento).

(5) La diferencia 80/20 se refiere al porcentaje de producto normalmente no deshuesado (80 por ciento) y deshuesado (20 por ciento).

nados, que de acuerdo a las previsiones se situaría en un 35 por ciento por debajo de los precios normales del mercado. En cuanto a los productos lácteos, los expertos anticiparon que los costes extraordinarios y oportunidades de negocio perdidas produjeran un descenso próximo al 10 por ciento del precio medio. No obstante, en el caso de declararse una gran epizootia que exigiese extensas zonas de vacunación, las pérdidas de mercado aumentarían fácilmente hasta el 20 por ciento.

Los porcentajes en las otras columnas del cuadro 3 son generalmente mucho menores, aunque se esperaron pérdidas considerables en algunos sectores. Por ejemplo, los expertos del sector porcino anticiparon que el descenso de los precios repercutiría también en el 100 por cien de los lechones y cerdos en las regiones no afectadas, por las mismas razones antes mencionadas. También los expertos del sector lácteo anticiparon pérdidas considerables en las regiones no afectadas, porque se supone que el porcentaje de productos lácteos (20 por ciento) normalmente exportados a terceros países, es decir, fuera de la UE, se enfrentarían a problemas graves debido a una demanda cada vez menor. En general, se pensó que todos los sectores en «regiones no afectadas» sufrirían pérdidas de mercado; los expertos no creyeron que esas regiones fueran a beneficiarse de la declaración de una epidemia, como ocurrió temporalmente con la epidemia de peste porcina clásica ocurrida en 1997/98 en los Países Bajos. Los porcentajes de pérdida de mercado que esperados con las otras estrategias de control (sacrificio de urgencia y vacunación supresora) son iguales que con la vacunación protectora, salvo por el hecho de que esas otras estrategias tienen un porcentaje nulo de animales vacunados y la duración de las restricciones es generalmente más corta (6 meses en lugar de 8 meses).

El modelo epidemiológico de la epidemia de fiebre aftosa en el marco de vacunaciones protectoras se genera mediante un modelo de simulación (InterFMD) espacial, dinámico y estocástico que ha sido documentado entre otros por Jalvingh *et al.* (1999) y Mourits *et al.* (2002), si bien con modificaciones para incluir vacunaciones de emergencia. En el marco general de InterFMD, la simulación estocástica y espacial del contagio y control de la fiebre aftosa comienza con una fase de inicialización, en la cual los datos específicos de una granja (p.e. situación geográfica, número de animales) se cargan en el modelo y se asignan los parámetros del proceso de transmisión y mecanismos de control. Estos, a su vez, interactúan espacialmente usando las coordenadas geográficas de las granjas y se representan con funciones de probabilidad derivadas empíricamente. Al realizar

las simulaciones Monte Carlo, son necesarias varias replicaciones del modelo, cada una representando un posible curso de un brote de fiebre aftosa, para obtener una visión completa del rango de resultados posibles. Al comienzo de cada replicación, la granja primaria infectada ha de ser inicializada. La transmisión de la infección de la granja infectada se simula mediante tres mecanismos diferentes de transmisión: 1) contacto entre animales (= riesgo alto), vehículos (= riesgo medio) o profesionales (= riesgo bajo); 2) transmisión local/vecindad; y 3) transmisión por aire. Cuando los resultados de la transmisión dan lugar a la infección de otra granja, se asigna a esta granja recién identificada la fecha relevante (p.e. momento de infección) y entra a formar parte del listado de granjas infectadas. En el lugar en que una granja infectada ha sido detectada, se desencadenan las medidas de control, las cuales se aplican sobre la granja infectada (sacrificando todos los animales), y sobre todas las granjas en un radio alrededor de la infectada (con sacrificios preventivos, control de movimientos, vacunación supresiva) y sobre las granjas con las que hubo contacto y de las que se tenga seguimiento (con sacrificios preventivos y control de movimientos).

Las salidas del modelo InterFMD contienen una descripción epidemiológica de las características de la epizootia que se ha simulado, incluyendo el número de granjas infectadas, el número de animales sacrificados preventivamente, las granjas cuyos animales han sido vacunados y la duración de la epidemia. Los resultados presentados en este artículo corresponden a percentiles 95 de los resultados de la simulación; es decir, reflejan un escenario bastante pesimista de una epizootia de fiebre aftosa que afectase a una zona ganadera densamente poblada en la región centro-este de los Países Bajos. Esa región tiene, por término medio, 1.533 animales vulnerables (ganado bovino, porcino, ovino y caprino) por km<sup>2</sup> y un número relativamente alto de terneros de engorde. A efectos de comparación, hemos simulado no solo la vacunación protectora, sino también el sacrificio de urgencia y la vacunación supresora (véase en la nota a pie del cuadro 1 una descripción exacta de las estrategias de control simuladas).

#### 4. RESULTADOS

Los resultados del modelo indican que, en la zona considerada, la vacunación de urgencia como medida de control adicional reduce significativamente la magnitud de la epidemia (cuadro 4). En el percentil 95, la duración de la epidemia se reduce de 200 a 84 días y el

número de rebaños sacrificados por estar ya infectados o como medida preventiva se reduce de 2.400 a 178 (5). Con el sacrificio de urgencia, más de 460.000 animales son destruidos, siendo esa cifra de 328.000 y 43.000 para la vacunación supresora y la vacunación protectora, respectivamente. En el cuadro 4 se indica también la cantidad de leche y carne procedente de animales vacunados, ambas en cifras absolutas (1.000 kg) y como porcentaje de la producción anual normal de los Países Bajos. Los porcentajes indican que, en el percentil 95, en ninguno de los sectores considerados el porcentaje de productos procedentes de animales vacunados sobrepasa el 5 por ciento.

Cuadro 4

CONSECUENCIAS DE LA EPIDEMIA DE FIEBRE AFTOSA CON OTRAS ESTRATEGIAS DE CONTROL, Y CANTIDAD DE PRODUCTOS LÁCTEOS Y CARNE PROCEDENTES DE ANIMALES VACUNADOS (\*)

	Sacrificio de urgencia	Vacunación supresora	Vacunación protectora
Duración de la epidemia (días) (1)	200	84	84
Número total de rebaños en la región afectada	10.484	8.478	8.478
Rebaños infectados y sometidos a sacrificio selectivo preventivo	2.425	178	178
Rebaños vacunados	–	1.210	1.210
Rebaños acogidos a programas de sacrificio por razones de bienestar	1.389	777	777
Número total de animales destruidos (2)	463.041	327.839	43.707
Productos lácteos y carne procedentes de animales vacunados durante un período de 8 meses (3)			
Productos lácteos (1.000 kg de leche)	–	–	66.540 (0,6%)(4)
Carne de vacuno (1.000 kg de peso de sacrificio)	–	–	870 (0,4%)(4)
Carne de cerdo (1.000 kg de peso de sacrificio)	–	–	16.450 (1,1%)(4)
Ternera rosada (1.000 kg de peso de sacrificio)	–	–	810 (2,2%)(4)
Ternera blanca (1.000 kg de peso de sacrificio)	–	–	4.100 (2,8%)(4)
Ovino y caprino (1.000 kg de peso de sacrificio)	–	–	90 (0,4%)(4)

(\*) Se supone que la epidemia ocurre en una zona ganadera con una densidad de población relativamente alta en los Países Bajos. Los resultados corresponden a una situación pesimista; es decir, percentil del 95 por ciento.

(1) Número de días desde que se detecta el primer caso hasta 30 días después de la detección del último caso.

(2) Se incluyen animales infectados, sometidos a sacrificio selectivo y vacunados (si procede).

(3) El plazo mínimo de restricciones de mercado es de 8 meses.

(4) Expresado como porcentaje de la producción anual normal de los Países Bajos en su conjunto.

(5) El percentil 95 indica que existe una probabilidad del 5 por ciento de superar ese valor. Por ejemplo, en el caso del sacrificio de urgencia, el 5 por ciento de las epidemias simuladas excedieron los 200 días, mientras para la vacunación supresora, la duración se redujo a 84 días.

Cuadro 5

**DAÑOS CAUSADOS POR LA EPIDEMIA DE FIEBRE AFTOSA CON OTRAS ESTRATEGIAS DE CONTROL (MILLONES DE EUROS) (\*)**

	<b>Sacrificio de urgencia</b>	<b>Vacunación supresora</b>	<b>Vacunación protectora</b>
Costes veterinarios	421	174	94
Interrupción del negocio	65	14	2
Pérdidas de mercado			
– Animales vacunados	–	–	39
– Animales acogidos a programas de sacrificio por motivos de bienestar	2	1	1
– Otros animales en la región afectada	132	60	60
– Animales en regiones no afectadas (1)	511	512	687
<b>Total</b>	<b>1.132</b>	<b>762</b>	<b>883</b>

(\*) Se supone que la epidemia ocurre en una zona ganadera con una densidad de población relativamente alta en los Países Bajos. Los resultados corresponden a una situación pesimista; es decir, percentil del 95 por ciento.

(1) Se incluyen animales no vacunados de la región afectada desde el final de la epidemia hasta el levantamiento de las restricciones a escala nacional (8 meses).

Cuadro 6

**PÉRDIDAS DE MERCADO CAUSADAS POR LA FIEBRE AFTOSA EN UN MARCO DE VACUNACIÓN PROTECTORA, DESGLOSADAS POR SECTOR (MILLONES DE EUROS) (\*)**

	<b>Total</b>	<b>Productos lácteos</b>	<b>Vacuno</b>	<b>Porcino</b>	<b>Ternera rosada</b>	<b>Ternera blanca</b>	<b>Ovino/ Caprino</b>
Animales vacunados	39	4	0,8	16	1	17	0,1
Animales en programas de sacrificio por motivos de bienestar	1	–	–	1	0	0	–
Otros animales en la región afectada	60	9	0,3	8	0	420,1	
Animales en regiones no afectadas (1)	687	386	2,5	186	0	112	0,2
<b>Total</b>	<b>787</b>	<b>398</b>	<b>3,5</b>	<b>212</b>	<b>2</b>	<b>171</b>	<b>0,4</b>
Total (como % de facturación anual)	–	6,2%	0,6%	11,2%	2,1%	13,2%	–

(\*) Se supone que la epidemia se produce en una zona ganadera con una densidad de población relativamente alta en los Países Bajos. Los resultados corresponden a una situación pesimista; es decir, a un percentil del 95 por ciento.

(1) Se incluyen animales no vacunados de la región afectada desde el final de la epidemia hasta el abandono de las restricciones a escala nacional (8 meses).

En el cuadro 5, la magnitud de la epidemia se traduce en componentes de coste económico, distinguiendo, costes veterinarios, pér-

didadas por interrupción del negocio y pérdidas de mercado. Estas últimas se clasifican dependiendo de las pérdidas de mercado de animales vacunados, animales acogidos a programas de sacrificio por razones de bienestar, otros animales en regiones afectadas y animales en regiones no afectadas. Los costes veterinarios son claramente mayores con la estrategia del sacrificio de urgencia, ascendiendo a 421 millones de euros. Los costes son considerablemente menores con la vacunación supresora (174 millones de euros) y la vacunación protectora (94 millones de euros). Las pérdidas de mercado, por su parte, son mayores con la vacunación protectora: 787 millones de euros en total, la mayor parte de las cuales corresponden a pérdidas relacionadas con animales en regiones no afectadas. Después de desglosar las pérdidas de mercado en pérdidas por sectores, el cuadro 6 muestra que en cifras absolutas la mayor parte de esas pérdidas ocurren en las explotaciones lecheras y sobre todo en regiones no afectadas. No obstante, cuando las pérdidas de mercado se expresan como porcentaje del volumen anual de negocio de todo un sector, se observa que el sector porcino y el sector de la ternera blanca registran las pérdidas más cuantiosas: el 11,2 por ciento y el 13,2 por ciento del volumen de negocio anual, respectivamente.

## 5. DISCUSIÓN

Los costes veterinarios se financian en su mayor parte a través de alguna forma de partenariado público-privado, las pérdidas por interrupción del negocio se transfieren en algunos sectores y en algunos Estados miembros mediante pólizas de seguros privados, pero para las pérdidas de mercado no existen planes de financiación del riesgo. Los resultados de las simulaciones indican que, en un marco de vacunación protectora es posible que se reduzca el daño total, pero probablemente aumente el daño en la componente de coste no financiada; es decir, las pérdidas de mercado. Por este motivo, los gobiernos están actualmente reconsiderando los distintos planes de financiación del riesgo disponibles. Una de las alternativas consistiría en ampliar los actuales fondos de sanidad animal (véase, por ejemplo, Van Asseldonk *et al.*, 2006) para que no sólo incluyan los costes veterinarios, sino también las pérdidas por interrupción del negocio y parte de las pérdidas de mercado. Así pues, hemos evaluado la posibilidad de asegurar los distintos componentes del corte. Para que el análisis sea completo, hemos incluido también los costes veterinarios ya cubiertos.

Generalmente se tienen que cumplir una serie de requisitos básicos para que un riesgo pueda ser transferido al sector privado mediante

un sistema de agrupamiento de riesgos. Rejda (1998) elaboró una lista de condiciones ideales desde el punto de vista del asegurador. A continuación se considera cada una de esos requisitos en un contexto general y seguidamente se consideran los distintos componentes del daño causado por epidemias del ganado (cuadro 7). No siempre se dan las condiciones ideales para poder agrupar todas las componentes de las pérdidas. Puede haber problemas con algunas de esas condiciones. Pero eso no significa que un sistema de riesgo compartido sea imposible, ya que los problemas pueden resolverse en parte con un sistema bien diseñado de riesgo compartido entre el sector público y privado.

1. *Gran número de unidades de exposición.* Lo ideal es que haya un gran grupo de unidades de exposición más o menos similares, aunque no necesariamente idénticas, sometidas a los mismos riesgos o grupos de riesgos. Los costes de las pérdidas se reparten entonces entre todos los participantes del grupo que hayan suscrito el seguro (Rejda, 1998). Aunque la sensibilidad frente a un patógeno específico difiere dependiendo del tipo de producción ganadera, este problema puede resolverse fácilmente creando distintos grupos de riesgo o diferenciación de primas. Otros factores que también determinan el riesgo son la densidad de animales y de rebaños, la incidencia de animales silvestres que pueden ser portadores y la proximidad de aeropuertos y puertos de mar como vehículos de transmisión de las infecciones. Asimismo, la magnitud esperada de una epizootia varía de una zona a otra, dependiendo también en gran medida de la densidad de animales y de rebaños. Es probable que la diferenciación de primas según el emplazamiento de explotación ganadera aumente el interés de los ganaderos establecidos fuera de las zonas de mayor riesgo por suscribir el seguro (dando al asegurador la posibilidad de diversificar el riesgo).
2. *Pérdida accidental y no intencionada.* En una situación ideal, la pérdida debería ser fortuita y ajena al control del participante para evitar el riesgo moral (Rejda, 1998). Con el riesgo moral, las unidades de exposición al riesgo modifican su conducta de una forma imposible de predecir por la entidad aseguradora después de suscribir el seguro; por ejemplo, pueden empezar a mostrarse más descuidadas (Arrow, 1996).

El propietario de una explotación ganadera puede influir en la probabilidad estimada de que su rebaño se infecte. Algunos factores que influyen en esa probabilidad son las barreras sanitarias

y la higiene en la explotación, el número de contactos entre animales y el lugar donde se compran las cabezas de ganado (de fuentes con un registro sanitario conocida o en mercados, intermediarios y centros de distribución). Es probable que esta influencia de los ganaderos en la magnitud del riesgo cause problemas de selección adversa y riesgo moral en un régimen de seguro. La selección adversa se puede minimizar con la diferenciación de primas en función de los factores de riesgo (cuantificables). El riesgo moral se puede minimizar especificando en el contrato las «debidas diligencias» y con el uso de deducibles o franquicias. Por otro lado, la creación de un marco jurídico adecuado que incluya el fraude epidémico y contemple sanciones adecuadas puede reducir los incentivos para conductas fraudulentas.

Los gobiernos también pueden influir en las pérdidas dependiendo de las estrategias de control que utilicen. Los gobiernos deciden y son responsables de las medidas de control adoptadas durante una epidemia. La inmovilización relativamente generalizada del ganado, así como los programas de vacunación protectora, son una estrategia eficaz para erradicar la epidemia. Los costes veterinarios se reducen a costa de pérdidas de mercado. Por consiguiente, se necesitan medidas de control transparentes y aplicadas de forma sistemática. Los acuerdos entre gobiernos y aseguradoras sobre las estrategias de control que se aplicarán dependiendo de las circunstancias son necesarios para evitar desacuerdos sobre esta cuestión durante una epidemia.

3. *Pérdida determinable y cuantificable.* El término «pérdida determinable» significa que la magnitud de la pérdida se puede delimitar y que se puede conocer claramente si un cierto gasto está incluido o no en la pérdida declarada. Cuantificable significa que la pérdida es económica y que se puede determinar su magnitud, ya sea por cálculo o estimación. La indemnización de los costes veterinarios se puede basar en un valor del animal fijado de antemano o en el valor que el animal tenga en el mercado real en el momento de su sacrificio. La indemnización de las pérdidas causadas por la interrupción del negocio debe basarse en la pérdida real incurrida o en una estimación de la misma (basada, por ejemplo, en la duración multiplicada por el margen bruto medio). La cuantificación a priori de las pérdidas de mercado es bastante complicada o incluso problemática, puesto que apenas se han dado casos de reclamación. Su estimación puede basarse en el juicio de los expertos (cuadro 3) y estudios de simulación (cuadro 5).

4. *Pérdidas no catastróficas.* Para que el sistema de riesgo compartido sea viable, es necesario que no incurra en pérdidas al mismo tiempo una elevada proporción de las unidades de exposición. Cuando los riesgos son sistémicos (o correlacionados), numerosos participantes pueden sufrir pérdidas al mismo tiempo (Skees y Barnett, 1999). Las epidemias del ganado suelen afectar a muchas explotaciones al mismo tiempo y el problema se agrava con un programa masivo de vacunación protectora. El reparto del riesgo dentro de un mismo año plantea problemas y generalmente no se dispone de una capacidad adecuada de reaseguramiento cuando el riesgo sistémico se produce a gran escala (Jaffee y Russelsel, 1997; Miranda y Glauber, 1997). Además, el mercado de capitales todavía no está preparado para comprender e integrar los riesgos de las enfermedades epidémicas. Por ejemplo, las pérdidas ocasionadas por la pérdida del valor de mercado de los productos son difíciles de transferir. Esto podría hacer necesario algún tipo de reaseguro público limitado y transparente.
5. *Cálculo de la probabilidad de pérdida.* Para fijar una prima adecuada, previamente es necesario calcular con cierta exactitud la función de distribución acumulada tanto de la frecuencia como de la gravedad de las pérdidas (Rejda, 1998). Los datos históricos sobre enfermedades epidémicas y las correspondientes cifras de daños son demasiado escasos para derivar la función de distribución acumulada y, en cualquier caso, ésta podría no ser totalmente relevante si, por ejemplo, cambiaran las medidas de control. Los datos históricos sobre la probabilidad y las circunstancias en las que se aplicará la vacunación protectora son especialmente escasos. No obstante, los modelos de riesgo que estiman la repercusión de distintos escenarios epidémicos pueden servir de ayuda.
6. *Primas factibles.* El ganadero tiene que estar dispuesto a pagar la prima del seguro. Las investigaciones han demostrado que las personas tienen normalmente problemas para evaluar la probabilidad y/o la magnitud potencial de los riesgos (Kunreuther, 1976). Esos fallos de percepción hacen que la disposición de los ganaderos a pagar un seguro que cubra esos riesgos sea menor que la prima real requerida por ese tipo de seguros (Skees y Barnett, 1999). No obstante, se cubren las pérdidas por interrupción del negocio para indemnizar a los ganaderos en caso de declararse una epizootia (Van Asseldonk, 2006). Según Meuwissen *et al.* (2001), los ganaderos se muestran realmente interesados en suscribir un seguro si se les ofrecen regímenes nuevos e innovadores. Puede que una comunicación eficaz de los riesgos sea crucial en este sentido.

Cuadro 7

**GRADO EN QUE LOS COMPONENTES DEL DAÑO CAUSADO POR UNA EPIDEMIA DE GANADO  
EN UN MARCO DE VACUNACIÓN PROTECTORA CUMPLEN LOS REQUISITOS  
PARA UN SISTEMA DE RIESGO COMPARTIDO (\*)**

	<b>Costes veterinarios</b>	<b>Interrupción del negocio</b>	<b>Pérdidas de mercado</b>
Tiene que haber un gran número de unidades de exposición.	++	++	++
La pérdida tiene que ser accidental y no intencionada.	+	+	-
Se tiene que poder identificar y cuantificar la pérdida.	+	+	--
La pérdida no debe ser catastrófica.	-	+	--
Se tiene que poder calcular la probabilidad de pérdida.	+	+	-
Las primas tienen que ser económicamente viables.	+	++	-

(\*) Escala aplicada: --: requisito incumplido; -: requisito incumplido en parte; +: requisito cumplido en parte; ++: requisito cumplido.

## 6. CONCLUSIONES

Durante las epidemias de peste porcina clásica de 1997/98, de fiebre aftosa de 2001 y de gripe aviar de 2003 en los Países Bajos, muchos animales tuvieron que ser sacrificados y sus cadáveres destruidos. La presión de la opinión pública llevó a los responsables políticos a apostar por la vacunación protectora de cara a futuras epidemias. Los resultados del modelo descrito en este artículo indican que, en el caso de que se declarara una epizootia de fiebre aftosa que afectase a una zona ganadera densamente poblada de los Países Bajos, la vacunación protectora, en combinación con la destrucción de rebaños infectados y el sacrificio selectivo preventivo limitado de los rebaños en contacto con animales infectados, probablemente reduciría la cuantía total del daño al reducir los costes veterinarios y las pérdidas por interrupción del negocio. Pero es probable que las pérdidas de mercado aumentarían en cifras absolutas, sobre todo en las regiones no afectadas por la epidemia, mientras que si se considerasen las pérdidas por explotación, dichas pérdidas serían relativamente mayores en las explotaciones vacunadas.

Los resultados del modelo sólo pueden validarse para la estrategia de la vacunación supresora. Para esta estrategia, los resultados de la simulación (cuadro 5) y los resultados observados en la epidemia de

fiebre aftosa de 2001 (cuadro 1) son relativamente parecidos, si bien la epidemia de 2001 afectó a una zona ganadera con una densidad de población algo menor. Para proporcionar a las entidades de financiación del riesgo más información sobre la distribución de la probabilidad de pérdidas, se necesita mejorar el modelo de simulación para incluir también, por ejemplo, epidemias más pequeñas y zonas ganaderas con menor densidad de población. Se necesitan también análisis realizados en un marco de vacunación protectora para la epidemia de la peste porcina clásica que permitan dibujar un cuadro completo del riesgo de exposición para las entidades públicas y privadas de financiación del riesgo.

De entre los distintos componentes del daño considerados –es decir, costes veterinarios, pérdidas por interrupción del negocio y pérdidas de mercado–, estas últimas son las que se consideran más complicadas de repartir entre agentes privados. Se plantean más problemas relacionados con el carácter accidental y no intencionado de las pérdidas, con la capacidad de determinar y cuantificar dichas pérdidas, y con el cálculo de su probabilidad. Por consiguiente, para que los gobiernos pongan realmente en práctica la vacunación protectora, podría necesitarse algún tipo de asociación público-privada que financiara (en parte) las pérdidas de mercado. Este tipo de acuerdos o partenariados deben diseñarse con cuidado para que los ganaderos y otros eslabones de la cadena reciban incentivos adecuados que favorezcan una gestión responsable del riesgo y unas estrategias de marketing adecuadas en todo momento.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARROW, K. J. (1996): «The theory of risk-bearing: small and great risks». *Journal of Risk and Uncertainty*, 12: 103-111.
- BERENTSEN, P. B. M.; DIJKHUIZEN, A. A. y OSKAM, A. J. (1992): «A dynamic model for cost-benefit analyses of foot and mouth disease control strategies». *Preventive Veterinary Medicine*, 12: 229-243.
- COHEN, N. E.; VAN ASSELDONK, M. A. P. M. y STASSEN, E. N. (2007): «Social-ethical issues concerning the control of animal diseases in the European Union: a survey». *Agriculture and Human Values*, 24: 499-510.
- EC (European Commission) (2003): Council Directive 2003/85/EC of 29 September 2003 on Community measures for the control of foot-and-mouth disease, Bruselas.
- HUIRNE, R. B. M.; MOURITS, M. C. M.; TOMASSEN, F.; DE VLIJGER, J. J. y VOGELZANG, T. A. (2002): *Past, present and future situation of foot and mouth disease; on the prevention and control of foot and mouth disease epidemics*. Agricultural Economics Research Institute (LEI), Wageningen UR, the Netherlands, Report 6.02.14. (en holandés).

- JAFFEE, D. W. y RUSSELL, T. (1997): «Catastrophe insurance, capital markets, and uninsurable risks». *Journal of Risk and Insurance*, 64: 205-230.
- JALVINGH, A. W.; NIELEN, M.; MAURICE, H.; STEGEMAN, A. J.; ELBERS, A. R. W. y DIJKHUIZEN, A. A. (1999): «Spatial and stochastic simulation to evaluate the impact of events and control measures on the 1997/98 CSF-epidemic in the Netherlands». *Preventive Veterinary Medicine*, 42: 271-95.
- KUNREUTHER, H. (1976): «Limited knowledge and insurance protection». *Public Policy*, 24: 227-261.
- LEI (2005): *Agricultural Economic Data*. Agricultural Economics Research Institute, Wageningen UR, the Netherlands (en holandés).
- MANGEN, M. J. J.; JALVINGH, A. W.; NIELEN, M.; MOURITS, M. C. M.; KLINKENBERG, D. y DIJKHUIZEN, A. A. (2001): «Spatial and stochastic simulation to compare two emergency vaccination strategies with a marker vaccine in the 1997/98 Dutch classical swine fever epidemic». *Preventive Veterinary Medicine*, 48: 177-200.
- MIRANDA, M. J. y GLAUBER, J. W. (1997): «Systemic risk, reinsurance and the failure of crop insurance markets». *American Journal of Agricultural Economics*, 79: 206-15.
- MEUWISSEN, M. P. M.; HORST, S. H.; HUIRNE, R. B. M. y DIJKHUIZEN A. A. (1999): «A model to estimate the financial consequences of classical swine fever outbreaks: principles and outcomes». *Preventive Veterinary Medicine*, 42: 249-270.
- MEUWISSEN, M. P. M.; HARDAKER, J. B.; HUIRNE, R. B. M. y DIJKHUIZEN, A. A. (2001): «Sharing risks in agriculture: principles and empirical results». *NJAS Wageningen Journal of Life Science*, 49: 343-356.
- MEUWISSEN, M. P. M.; VAN ASSELDONK, M. A. P. M. y HUIRNE, R. B. M. (2003): «Alternative risk financing instruments for swine epidemics». *Agricultural Systems*, 75: 305-322.
- MOURITS, M. C. M.; MEUWISSEN, M. P. M.; OUDE LANSINK, A. G. J. M. y VELTHUIS, G. J. (2008): «Veterinary and phyto-sanitary policies». En: Silvis, H.; Oskam, A. J. y Meester, G. (eds): *EU policies for agriculture, food and nature; from policy to practice*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen: 175-189 (in Dutch).
- MOURITS, M. C. M.; NIELEN, M. y LEON, C. D. (2002): «Effect of control measures on the course of simulated foot and mouth disease epidemics that started on different farms in various Dutch areas». En: Menzies F. D. y Reis S. W. J. (eds): *Proceedings of the Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine Annual Conference*, April 3-5. Cambridge, England: 190-200.
- REJDA, G. E. (1998): *Principles of risk management and insurance*. Addison Wesley, New York.
- SKEES, J. R. y BARNETT, B. J. (1999): «Conceptual and practical considerations for sharing catastrophic/systemic risks». *Review of Agricultural Economics*, 21: 424-441.
- VAN ASSELDONK, M. A. P. M.; MEUWISSEN, M. P. M.; HUIRNE R. B. M. y WILKENS, E. (2006): «European public and private schemes indemnifying epidemic livestock losses: A review». En HOAG, D. L.; THILMANY, D. D. y

- KOONTZ, S. R. (editores): *The Economics of Livestock Disease Insurance: Concepts, Issues and International Case Studies*. 115-125. Cabi Publishing, Oxfordshire.
- VROLIJK, H. C. J. y POPPE, K. J. (2008): «Income volatility and income crises in the European Union». In: Meuwissen, M. P. M.; van Asseldonk, M. A. P. M. and Huirne, R. B. M. (eds) (2008): *Income stabilisation in European agriculture*, Wageningen Academic Publishers, Wageningen: 33-53.

## APÉNDICE A REQUISITOS EN LAS DISTINTAS FASES DE LA VACUNACIÓN PROTECTORA PARA LOS TERNEROS DE ENGORDE

En las *zonas afectadas*, durante la fase 1 se obtienen todas las canales de los terneros sacrificados, se deja madurar la carne 24 horas, se deshuesa y se somete a tratamiento térmico. La carne de ternera se marca con una cruz diagonal y se puede comercializar. Durante la fase 2, se obtienen todas las canales de los terneros sacrificados, se deja madurar la carne durante 24 horas, se deshuesa y se pone la marca sanitaria de la CEE. Esta carne se puede comercializar en el mercado de la UE con restricción de certificación. Durante la fase 3, se obtienen todas las canales de los terneros no vacunados y sacrificados, se les pone la marca sanitaria de la CEE y se pueden comercializar en la UE con restricción de certificación. Se obtienen todas las canales de los terneros vacunados y sacrificados o de la descendencia de vacas vacunadas, se deja madurar la carne durante 24 horas y se deshuesa. Se pone la marca sanitaria de la CEE y esta carne se puede comercializar en el mercado de la UE con restricción de la certificación. La carne de terneros sacrificados en *zonas no afectadas* de los Países Bajos se puede comercializar dentro de la UE sujeta a las restricciones de transporte que establezca el Ministerio Neerlandés de Agricultura, Naturaleza y Calidad Alimentaria previa consulta con los expertos.

## RESUMEN

### Evaluación económica de una vacunación protectora contra el riesgo de enfermedades contagiosas del ganado

En recientes epizootias ocurridas en los Países Bajos, muchos animales sanos hubieron de ser sacrificados y se solicitó a los responsables políticos impulsaran un plan de vacunación para prevenir futuros brotes. No obstante, se tiene poca experiencia sobre la eficacia de la administración de vacunas protectoras. Las consecuencias sobre el mercado de la venta de productos procedentes de animales vacunados son muy inciertas, y no están cubiertas por ningún plan de financiación del riesgo. En este artículo se cuantifican las consecuencias epidemiológicas y económicas de la vacunación protectora de epizootias de fiebre aftosa en los Países Bajos empleando un modelo de evaluación económica. Los resultados indican que los costes veterinarios y las pérdidas por interrupción del negocio probablemente disminuyan con la vacunación preventiva frente al sacrificio de urgencia en casi un 75 por ciento y un 95 por ciento, respectivamente. No obstante, es probable también que las pérdidas de mercado aumenten en casi un 20 por ciento, dada la importancia de las cadenas de suministro de carne de cerdo y ternera blanca, que se suministran en gran medida de explotaciones con animales vacunados. Si se consideran los distintos componentes del coste de una campaña de vacunación, las pérdidas de mercado son aparentemente las más difíciles de compartir, y podrían requerir algún tipo de contrato para compartir el riesgo entre el sector público y el privado para poner en práctica las campañas de vacunación protectora.

**PALABRAS CLAVE:** pérdidas de mercado, agrupación de riesgos, fiebre aftosa, vacunación de urgencia, modelo de simulación, juicios de experto.

## SUMMARY

### Epidemic disease risk financing in a protective vaccination framework

Recent livestock epidemics in the Netherlands, during which many healthy animals were destructed, urged policy makers to opt for protective vaccination for future epidemics. However, little experience is available with regard to the effectiveness of applying emergency vaccination, and market consequences of selling products from vaccinated animals are highly uncertain and not covered by any risk financing scheme. This paper quantifies the epidemiological and economic impact of protective vaccination for foot and mouth disease epidemics in the Netherlands. Results show that veterinary costs and business interruption losses are likely to decrease in case of protective vaccination compared to stamping-out, i.e. by about 75 por ciento and 95 por ciento respectively. Market losses however are likely to increase by about 20 por ciento, mainly on the account of pork and white veal supply chains and with a relatively large share for vaccinated farms. From the various damage components considered, market losses seem to be most difficult to pool and some form of public-private risk-sharing agreement might be needed to actually implement protective vaccination in practice.

**KEY WORDS:** Market losses, risk pooling, foot and mouth disease, suppressive vaccination, simulation modeling, expert judgment.