

EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE UNA EPIDEMIA DE FIEBRE AFTOSA PARA EL SECTOR BOVINO DE ESPAÑA

An evaluation of the consequences of a foot and mouth epidemic for the Spanish bovine industry

Albert Picado^{1*}, Sebastian Napp¹, Jordi Casal^{1,2}, Alfonso Martín³

¹Centre de Recerca en Sanitat Animal (CRESA), Barcelona. ²Departament Sanitat i de Anatomia Animals, Facultat de Veterinària, UAB, 08193 Bellaterra, Barcelona. ³AGROSEGURO C/ Gobelos 23, 28023 Madrid, España

* Autor para correspondencia: Albert Picado. E-mail: ALBERT.PICADO@lshm.ac.uk

RESUMEN

Este estudio evalúa el riesgo de introducción de la fiebre aftosa (FA) en España y las consecuencias de una epidemia para el sector bovino. El riesgo medio de introducción de la FA en España es de 0,079 por año. Andalucía y Cataluña son las comunidades con mayor probabilidad de aparición de un foco primario. Para determinar la difusión de la epidemia, se han simulado tres escenarios en función de su dispersión geográfica. El número medio de granjas de bovinos sacrificadas sería de entre 90 y 509 (con una población total de entre 10.500 y 45.400 animales). El número medio de explotaciones inmovilizadas oscilaría entre 1.103 y 4.477 con un censo de 28.000 y 185.500 bovinos respectivamente. Los resultados de este estudio han sido empleados para determinar la viabilidad y el costo de la inclusión de la FA en un seguro agrario.

Palabras clave: fiebre aftosa, bovino, consecuencias, análisis de riesgo, España.

ABSTRACT

In this paper we evaluate both the risk of Foot-and-Mouth disease introduction into Spain and the consequences of an epidemic for the cattle industry. The mean risk of FMD introduction into Spain is 0,079 per year. Andalusia and Catalonia are the regions with the highest risk of a primary outbreak appearance. In order to determine the spread of the epidemic, we have simulated three likely scenarios according to the geographic distribution. The mean number of stamping out herds would be between 90 and 509 (with a cattle population between 10.500 and 45.400 bovines). The mean number of herds affected by the stand-still of livestock transport varies between 1.103 and 4.477 with a census of 28.000 and 185.500 bovines respectively.

The results of this study are used by an agricultural insurance company to determine the feasibility and the cost of the inclusion of FMD insurance in their products.

Key words: foot and mouth disease, cattle, consequences, risk analysis, Spain.

INTRODUCCIÓN

Desde hace cierto tiempo, se considera la Fiebre aftosa (FA) como una enfermedad exótica en Europa, cuya vacunación está prohibida desde 1991 (Leforban y Gerbier, 2002). La epidemia de FA de 2001 que afectó especialmente al Reino Unido, pero también a Holanda, Irlanda y Francia, comportó el sacrificio de 6,5 millones de animales y enormes pérdidas económicas (Anderson, 2002). Esta epidemia demostró que el riesgo de introducción de patógenos exóticos en general, y de la Fiebre aftosa en particular, no es despreciable y que las consecuencias de una epidemia pueden ser catastróficas. Esta última epidemia tuvo repercusiones políticas (modificación de leyes), económicas y científicas con la aplicación de modelos epidemiológicos predictivos durante la epidemia (Kao, 2002). Esta crisis y otras crisis sanitarias recientes (como por ejemplo la EEB o la gripe aviar) han influido en el desarrollo del análisis de riesgo de introducción de enfermedades exóticas y de modelos de simulación epidemiológicos para prever las consecuencias de este tipo de crisis, así como para valorar la eficacia de diferentes métodos de control (Morley et al., 2003; Pfeiffer, 2006).

Generalmente son los organismos nacionales o supranacionales los que impulsan estos estudios, pero últimamente el sector privado ha mostrado también interés por este tipo de análisis y probablemente esta tendencia aumentará. Las empresas relacionadas directa o indirectamente con la producción animal han descubierto en la epidemiología una buena herramienta para mejorar y optimizar sus decisiones estratégicas. La presencia de estos nuevos actores, con una visión bastante más práctica y «resolutiva» de los estudios epidemiológicos, implica un cambio conceptual por parte de los epidemiólogos. En efecto, los estudios deben ser científicamente rigurosos pero también deben ser prácticos y aplicables

rápidamente. Un resultado técnicamente correcto pero que no es aplicable por el «cliente» es de hecho un resultado inútil y por tanto es un mal resultado.

La necesidad de obtener, en un tiempo limitado, resultados prácticos que deben responder a situaciones a menudo complejas supone un verdadero reto para los epidemiólogos.

Los seguros agrarios son un buen ejemplo de esta nueva necesidad. Los productos que ofrecen estas compañías a los granjeros se basan en tres elementos: (1) el riesgo y (2) las consecuencias (a menudo bajo el principio de «worst case scenario») de una situación determinada; por ejemplo la introducción de una enfermedad exótica en un país indemne, y (3) por una visión global del mercado: los productos se ofrecen a un sector productivo concreto (productores de bovinos por ejemplo) pero sin tener en cuenta casos particulares.

Este estudio evalúa el riesgo y las consecuencias para el sector bovino español de una epidemia de fiebre aftosa. Los resultados se presentan para toda España y de manera fácilmente interpretable y utilizable por los responsables de la empresa.

MATERIAL Y MÉTODOS

Construcción del modelo general

Para realizar el estudio se dividió el proceso en varias etapas. La figura 1 presenta de forma simplificada la estructura del modelo utilizado. A grandes rasgos, el modelo comporta dos grandes partes: la evaluación del riesgo de introducción del virus de FA en España y la simulación de su dispersión (según diversos escenarios) a nivel nacional.

Fuentes de información

En este trabajo se han utilizado tres fuentes diferentes de información.

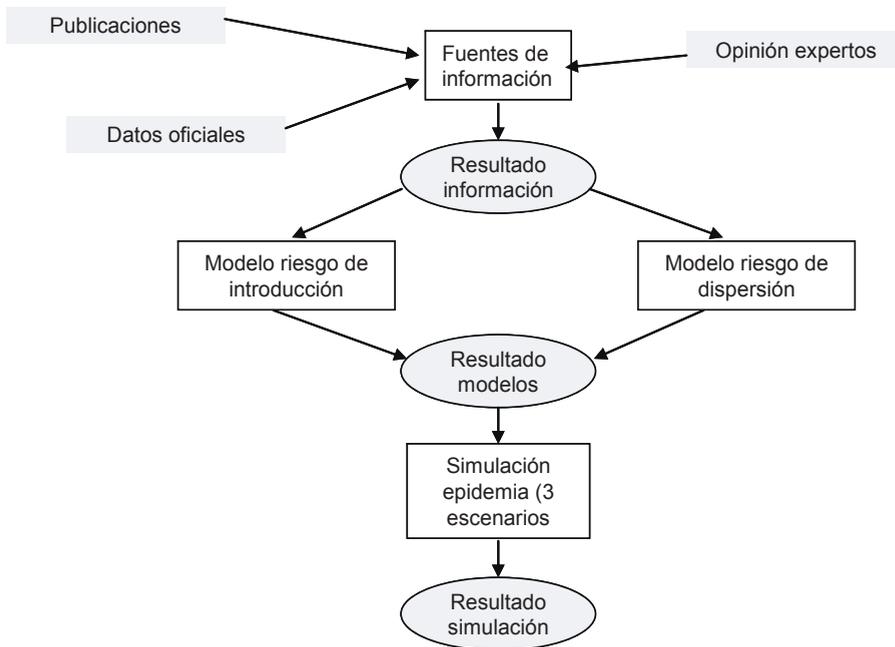


Figura 1. Esquema general del modelo.

1. Datos oficiales

Se han utilizado los datos sobre importaciones y exportaciones de animales y de productos de origen animal de las especies susceptibles a la FA en España, estos datos se han obtenido a partir de la Agencia Tributaria (www.aeat.es) y se han reagrupado por países de origen en función del riesgo de introducción del virus de FA en España (Gallagher et al., 2002).

El número de animales y de explotaciones de especies susceptibles a la FA por provincia se ha obtenido a partir del último censo agrícola realizado en 1999 (Instituto Nacional de Estadística, www.ine.es). A partir de estos datos y de la superficie de cada provincia se han calculado las densidades de animales y de explotaciones de las especies susceptibles a la FA por provincia.

2. Publicaciones

La información sobre las vías de introducción y de dispersión del virus, las regiones y el número de animales y de especies afectadas, así como las medidas de control aplicadas en las distintas epidemias de FA en Europa entre 1991 y 2003 se han obtenido a partir de la bibliografía (Maragon et al., 1994, Kitching, 1998, Leforban y Gerbier, 2002) y de los informes de la Comisión Europea para el Control de la Fiebre Aftosa.

3. Consulta a expertos

Se ha utilizado la consulta a expertos para la obtención de datos sobre el riesgo de introducción y de dispersión del virus de la FA en España. Se han organizado dos reuniones con expertos nacionales elegidos en función de su

responsabilidad y su experiencia en el control de enfermedades animales. En la primera reunión los expertos debían evaluar el riesgo de entrada del virus de la FA en España. En la segunda reunión, el objetivo era evaluar el riesgo de dispersión en caso de que se produjese la introducción del virus. Los detalles de estas reuniones se han presentado en otro artículo (Picado et al, 2006).

Evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo de introducción y de dispersión del virus de la FA en España se ha basado en la opinión de expertos y en los datos oficiales. Se ha utilizado el programa de ordenador @Risk (Palisade inc.) que permite la incorporación en el modelo de la incertidumbre y de la variabilidad a través de la utilización de distribuciones de probabilidad.

1. Riesgo de introducción

El objetivo era la cuantificación del riesgo de aparición de una epidemia de Fiebre aftosa por Comunidad Autónoma (CA). La Figura 2 representa el esquema utilizado para obtener estos valores y los inputs utilizados se detallan a continuación:

- los valores obtenidos de los expertos en relación al número de epidemias de FA en España en 20 años (valor mínimo: 1, valor más probable: 1.5 y valor máximo: 2.5) se han representado mediante una función Beta Pert (OIE, 2004).
- La estimación anual del riesgo de introducción del virus de FA en España se ha obtenido a partir de los datos anteriores utilizando una distribución Gamma (γ) (OIE, 2004):

$$\lambda = \gamma\left(x, \frac{1}{t}\right) \quad (1)$$

Donde λ es el número de epidemias esperadas, x es el número estimado (por los expertos) y t es el periodo de tiempo considerado (en este caso 1 año). Se asume un proceso de Poisson.

- España se ha dividido en cuatro regiones (noroeste, noreste, centro y sur), el riesgo de introducción de la FA en cada una de ellas se ha obtenido a partir de la opinión de expertos.
- El riesgo de introducción por CA se obtuvo finalmente mediante la combinación del riesgo por región y los censos por CA de las distintas especies susceptibles

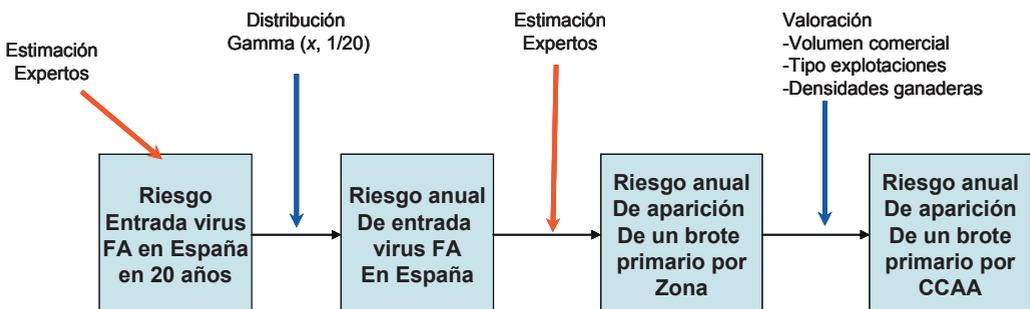


Figura 2. Esquema utilizado para obtener el riesgo de aparición de una epidemia de Fiebre aftosa por Comunidad Autónoma (CA).

a la FA, teniendo también en cuenta el volumen de importaciones de animales y de productos de origen animal por CA.

2. *Número de granjas infectadas por provincia*

El objetivo de esta parte del modelo era evaluar para cada provincia las consecuencias sobre el sector bovino de una epidemia de FA. Se ha calculado el número de granjas afectadas –y sacrificadas– y de granjas inmovilizadas. A continuación detallamos los criterios utilizados (representados esquemáticamente en la figura 3).

– Las expertos han estimado el número total de granjas infectadas por tipo de animales (ovino, caprino, bovino y porcino) y la duración de una epidemia en tres provincias que se han elegido como ejemplos (Barcelona, Granada y Asturias).

– A partir de estas estimaciones se ha extrapolado el número total de granjas infectadas y la duración de una epidemia en las otras provincias, en función de las densidades de animales susceptibles por provincia (Censo de 1999)

– El número de granjas sacrificadas a causa de «relaciones epidemiológicas» se ha calculado

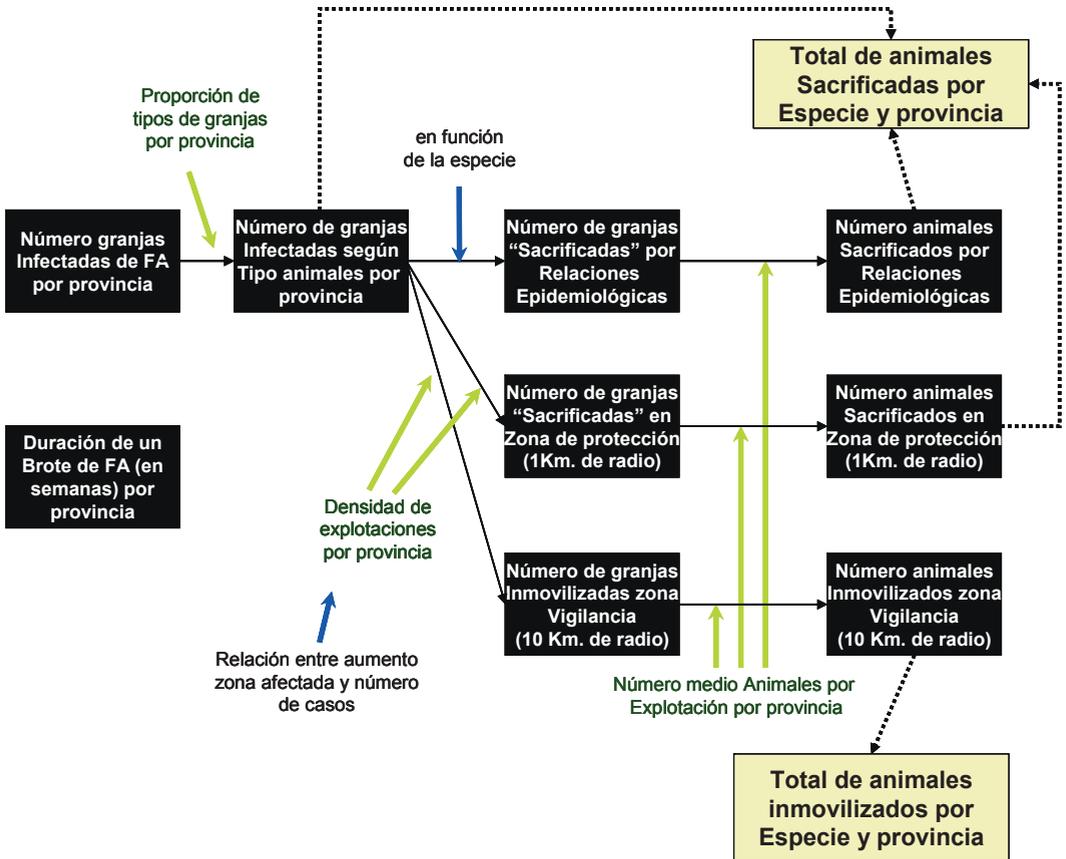


Figura 3. Esquema utilizado para obtener el número de granjas y de animales afectados (sacrificados e inmovilizados) por provincia.

a partir de las granjas infectadas mediante una función Beta Pert definida mediante los valores 0, 1 y 2,5 como valores mínimo, más probable y máximo respectivamente para las granjas de bovinos. Estos valores se han obtenido a partir de los datos de la epidemia de FA de Gran Bretaña en 2001 (Gibbens et al, 2001).

– En el modelo se asume que se aplican medidas de control para evitar la dispersión local consistentes en el sacrificio de los animales localizados en un radio de un kilómetro alrededor de las granjas infectadas (fórmula 2). Para tener en cuenta el aumento progresivo de la «zona de sacrificio» en función del número de granjas infectadas se ha aplicado una función exponencial (fórmula a)

$$\text{Num. granjas sacrificadas en } x \text{ Km} = \text{Superficie} \times \text{Densidad Granjas} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Superficie} &= \pi \times x \text{ Km}^2 + [(1 - e^{-0.025(GI-1)}) \\ &\times \pi \times x \text{ Km}^2] \quad (a) \\ GI &= \text{Granjas Infectadas} \\ x &= \text{radio medidas control: 1 Km.} \\ &\text{sacrificio, 10 Km. inmovilización} \end{aligned}$$

$$\text{Densidad Granjas} = \text{Num granjas} / \text{Km}^2 / \text{provincia (censo agrario 1999)} \quad (b)$$

– Para este modelo se asume que se inmovilizan las granjas comprendidas en un radio de 10 Km. alrededor de una granja infectada. Para calcular el número de granjas inmovilizadas por provincia se ha utilizado una fórmula similar a la fórmula 2 pero eliminando las granjas «sacrificadas» por proximidad.

A partir del número total de granjas afectadas (infectadas y sacrificadas, sacrificadas por proximidad o por relaciones epidemiológicas e inmovilizadas) se ha calculado el número de bovinos sacrificados y de bovinos inmovilizados por provincia, para ello se ha utilizado el número medio de animales (de las diferentes especies) por granja a partir de los datos del censo de 1999.

3. Número total de granjas afectadas

La simulación de una epidemia de FA en España tenía como objetivo la obtención del número de explotaciones y de bovinos afectados (sacrificados e inmovilizados) y la duración de la epidemia. Se han definido tres escenarios diferentes, basados en las epidemias observadas en Europa durante los últimos 15 años:

Escenario 1: Situación parecida a las epidemias de Fiebre aftosa en Italia y Grecia en 1993-1994 y 1996 y 2000 respectivamente (Maragon et al., 1994 y Kitching, 1998). En estas epidemias se afectó un número limitado de granjas y la dispersión espacial se limitó a 1 - 3 provincias. Para representar esta situación, en nuestra simulación el número de provincias afectadas se ha limitado a un máximo de tres. La probabilidad de infección en 2 y 3 provincias se ha establecido a partir de la opinión de expertos, en 50% y 20% respectivamente.

Escenario 2: Epidemia limitada en el espacio y el tiempo, donde se ha afectado una sola provincia.

Escenario 3: Situación definida por la epidemia de FA de Gran Bretaña en 2001 o «worst case scenario». En este caso se considera que se afectan 3 Comunidades Autónomas y 3 provincias por CA (en caso de comunidades con menos de tres provincias se afectan todas las provincias).

Para cada escenario se ha partido de los resultados descritos anteriormente y se han aplicado a un programa escrito en Visual Basic que permite definir que provincias se afectan durante la epidemia, los resultados se han obtenido mediante 1000 iteraciones.

Los resultados obtenidos para las evaluaciones de riesgo (introducción y dispersión) y las simulaciones de epidemias de Fiebre aftosa se presentan mediante distribuciones de valores, de manera que se puede observar la variabilidad de los resultados. Este tipo de presentación se adapta perfectamente a las necesidades de las

empresas de seguros, ya que permite elegir los cuartiles superiores de las distribuciones para calcular sus tarifas.

Los resultados de las simulaciones representan el número de explotaciones de bovinos y de bovinos afectados por la epidemia en toda España.

RESULTADOS

Evaluación del riesgo de aparición de un foco de FA en España

El valor medio del riesgo de introducción de la Fiebre aftosa en España es de 0,079 por año, y los cuartiles 25 y 75 son 0,03 y 0,10 (figura 4). La distribución del riesgo no es uniforme: Andalucía es la CA con un riesgo más elevado

(valor medio de 0,014) y Navarra la que tiene un riesgo más bajo (0,001). El riesgo anual medio por Comunidad Autónoma se representa en la figura 5.

Consecuencias de una epidemia por provincia

Se han calculado las consecuencias de una epidemia por provincia (número de explotaciones y de bovinos sacrificados e inmovilizados), en la figura 6 se presenta el número medio de bovinos sacrificados por provincia.

Simulación de una epidemia de FA

La tabla 2 representa los resultados obtenidos en cada uno de los escenarios estudiados.

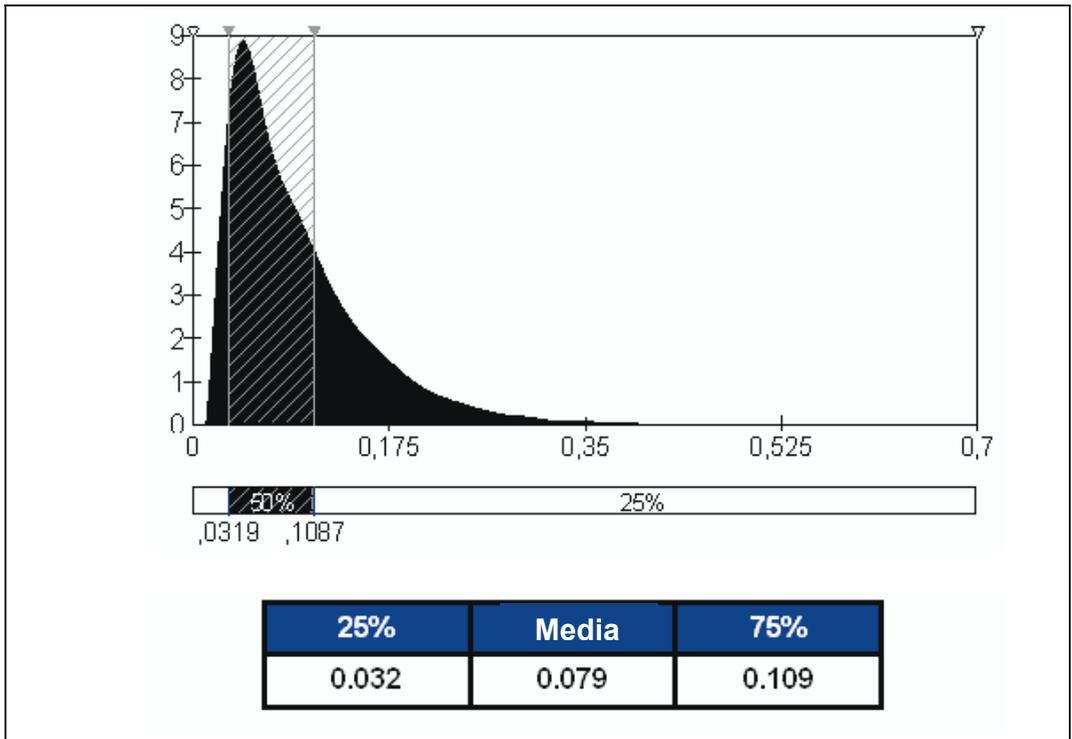


Figura 4. Distribución del riesgo de aparición de un foco de FA en España.

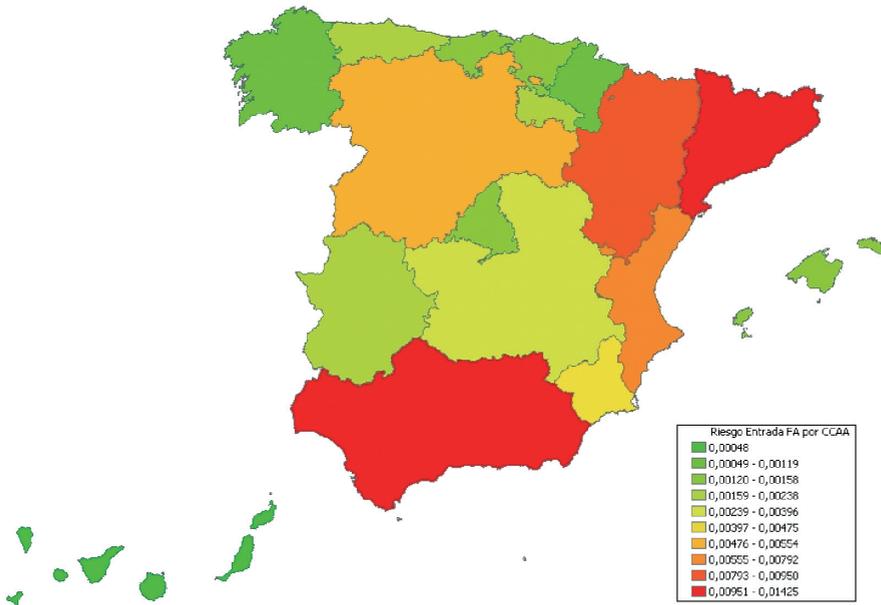


Figura 5. Riesgo anual medio de aparición de una epidemia de Fiebre aftosa por Comunidad Autónoma (CA).

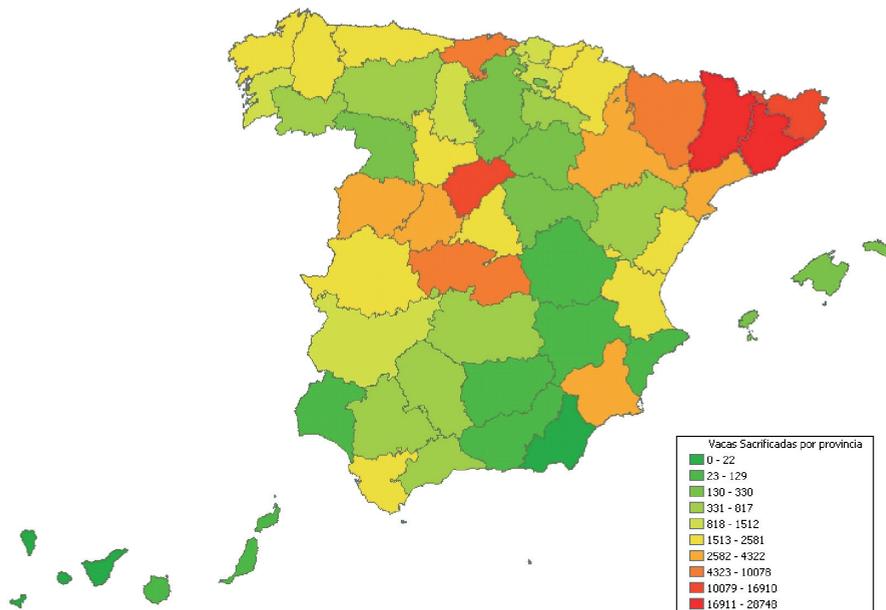


Figura 6. Número medio de bovinos sacrificados por provincia en caso de epidemia de Fiebre Aftosa.

Tabla 2: Número de granjas y de animales afectados (sacrificados e inmovilizados) en cada uno de los escenarios estudiados (mediana y valores de los cuartiles superior (75%) e inferior (25%)).

	Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3		
	25%	Mediana	75%	25%	Mediana	75%	25%	Mediana	75%
Explotaciones sacrificadas	76	152	259	43	90	157	313	509	737
Explotaciones inmovilizadas	630	1414	2569	471	1103	2000	2352	4477	7448
Bovinos Sacrificados	7951	16815	2941	4822	10579	18937	25584	45418	70064
Bovinos inmovilizados	23707	46787	80018	13238	28031	50573	119947	185468	259836

Escenario 1: entre una y tres provincias de una Comunidad Autónoma afectadas

Escenario 2: una sola provincia afectada.

Escenario 3: tres Comunidades Autónomas y 3 provincias por CA afectadas.

Se presentan en dicha tabla la media y los valores de los cuartiles superior (75%) e inferior (25%) para el número de granjas y de animales afectados (sacrificados e inmovilizadas).

Si la epidemia afecta entre una y tres provincias de una Comunidad Autónoma (escenario 1), la mediana de granjas de bovinos sacrificadas e inmovilizadas sería 150 y 1.400 respectivamente. Este tipo de epidemia tendría como resultado el sacrificio de 16.800 bovinos y la inmovilización de 47.000 animales de esta especie (valores de la mediana).

Si la epidemia es limitada en el espacio a una sola provincia (escenario 2), las consecuencias serían más limitadas, con 90 explotaciones sacrificadas y 1.103 inmovilizadas y 10.500 y 28.000 animales sacrificados e inmovilizados respectivamente.

En caso de una epidemia muy importante (escenario 3: tres Comunidades Autónomas y 3 provincias por CA), el número de granjas sa-

crificadas e inmovilizadas sería de 510 y 4.500 de mediana respectivamente, y el número de bovinos afectados sería de 45.500 animales sacrificados y 185.500 inmovilizados (valores de la mediana). Los valores máximos en este supuesto serían muy importantes (por ejemplo se sacrificarían 180.000 bovinos).

DISCUSIÓN

Los análisis de riesgo y las simulaciones son métodos en expansión en epidemiología veterinaria. La mayoría de los estudios en los que se utilizan estas metodologías son impulsados y financiados por organismos oficiales. Sin embargo, también pueden ser utilizadas para ayudar en el análisis y la toma de decisiones por parte de empresas con intereses económicos en el sector de la sanidad animal. El estudio que se presenta en este trabajo ha sido financiado por una empresa de seguros agrarios con el objetivo

de optimizar sus tarifas a partir de los resultados de las simulaciones.

Martínez-López y colaboradores (2005) realizaron un trabajo con el mismo objetivo. En un principio desarrollaron un modelo usando las granjas como unidad epidemiológica y estudiando individualmente las diferentes vías de introducción del virus de la FA. Si bien el modelo es interesante no presenta valores de forma global. Posteriormente el modelo fue modificado usando elementos similares a los expuestos en el presente artículo (Martínez-López et al., 2006). El riesgo de introducción de FA en España que obtuvieron ($4,75 \times 10^{-5}$) parece sensiblemente inferior al presentado en este trabajo. Si bien la comparación es difícil ya que no presenta una referencia temporal asociada al riesgo.

Si se considera la complejidad de la transmisión de la Fiebre aftosa (diferentes especies y modos de transmisión posibles), el modelo utilizado es relativamente simple ya que el objetivo final de era obtener unas estimaciones a nivel nacional del número de bovinos y de explotaciones de bovinos que se afectarían en caso de epidemia.

Otro de los objetivos era la presentación de los resultados de forma interpretable y utilizable por la empresa de seguros. Para ello se presentan los resultados de los análisis y de las simulaciones bajo la forma de la distribución de valores, ello permite un cálculo más ajustado de las tarifas.

La utilización de distribuciones permite tener también en cuenta la variabilidad y la incertidumbre de los datos utilizados para construir el modelo epidemiológico. Los datos se han obtenido de diferentes fuentes, pero se trata principalmente de datos oficiales (censo agrario, transacciones comerciales) y de la opinión de expertos. Los censos agrarios nacionales presentan errores en relación a la situación real y el último publicado es relativamente antiguo. La alternativa sería usar censos locales (provincias, comunidades autónomas) pero las

fechas de obtención serían diferentes y la calidad de la información dependería también de la CA, de manera que se podrían subestimar o sobreestimar la importancia de algunas zonas. La consulta de expertos es un método subjetivo pero es una buena herramienta para los estudios sobre Fiebre aftosa (Gallagher et al., 2002; Picado et al. 2006). La utilización de métodos como el análisis conjuntos o el método de los tres puntos (Horst et al., 1998; Picado et al. 2006) permite minimizar o tener en cuenta la variabilidad y la subjetividad de la opinión de los expertos.

En caso de epidemia, se pueden emplear diferentes estrategias de erradicación. La vacunación estaba prohibida hasta la epidemia de 2001 del Reino Unido. Actualmente es un método de control aceptado, pero comporta una serie de restricciones comerciales (Pluimers, 2004) de manera que la erradicación por sacrificio de los animales afectados y de los sospechosos sigue siendo la primera opción (Elbers et al., 2003). En este trabajo no se ha considerado la utilización de la vacunación como estrategia de lucha, sin duda su utilización tendría un impacto sobre el número de animales afectados, y por tanto deberían estudiarse las consecuencias de la vacunación en caso de epidemia.

Las estimaciones obtenidas sobre el número de bovinos sacrificados para el escenario 1 es superior al número real durante las epidemias que se han utilizado como modelos (Italia y Grecia, ver tabla 1). Esta sobreestimación es debida a que en la simulación solamente se han tenido en cuenta las explotaciones de bovinos, pero en realidad los ovinos y los caprinos representaron la mayor parte de los animales sacrificados durante estas epidemias. La susceptibilidad de las diferentes especies depende del serotipo responsable de la epidemia (Kitching et al., 2005) y este factor no se ha tenido en cuenta en este estudio.

En conclusión, este trabajo presenta un estudio con unos objetivos específicos determi-

Tabla 1. Epidemias de Fiebre aftosa en Europa entre 1991 y 2002.

Año	País	Animales sacrificados				
		Bovinos	Ovinos	Caprinos	Cerdos	Otros
1991	Bulgaria	99		400		
1993	Bulgaria	510		1516	17	
	Italia			8000 ^a		
1994	Grecia	1241	12450	4738	139	5 ciervos
1995	Rusia				5800	
	Turquía	6				
	Turquía	16				
	Grecia	1800		5000 ^b	30	
1996	Bulgaria	47	7	11		
	Albania	463		74 ^b	86	
	Macedonia	4363				
	Kosovo	2298		734 ^b	496	
	Georgia	9394		14392	231	
1997	Georgia	19909		2379 ^b	538	
	Armenia	83952	73372			
1998	Armenia					
2000	Grecia	5400	2300 ^b		300	
	Turquía					
	Reino Unido			6500000 ^a		
	Francia			57968 ^a		
	2001	Irlanda	1029	47958	98	70
	Holanda			260000 ^a		
	Turquía					

^a Total contabilizando Bovinos, Ovinos, Caprinos, Cerdos y Otros^b Total contabilizando Ovinos y Caprinos

nados por un patrocinador privado. Los nuevos sectores con intereses económicos en la salud animal representan una nueva oportunidad de financiación pero exigen la adaptación de los investigadores a las condiciones que dictan las empresas.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, I. 2002. Foot and Mouth Disease 2001: Lessons to be learned inquiry. (<http://archive.cabinetoffice.gov.uk/fmd/nav/report.htm>)
- ELBERS AR, DEKKER A, DE KOEIJER A, BARTELS C, VELLEMA P, VAN DER WAL P, VAN ROOIJ EM, PLUIMERS FH, DE JONG MC. 2003. The foot-and-mouth disease epidemic in The Netherlands in 2001. Bouma A., *Prev. Vet. Med.* 57:155-66.
- EUROPEAN COMMISSION FOR THE CONTROL OF THE FOOT-AND-MOUTH DISEASE. Report of the 33rd Session; 7-9 April 1999, Rome. Food and Agriculture Organization, Rome. 1999, <http://www.fao.org>.
- EUROPEAN COMMISSION FOR THE CONTROL OF THE FOOT-AND-MOUTH DISEASE. Report of the 34rd Session; 21-23 March 2001, Rome. Food and Agriculture Organization, Rome. 2001, <http://www.fao.org>.
- EUROPEAN COMMISSION FOR THE CONTROL OF THE FOOT-AND-MOUTH DISEASE. Report of the 35rd Session; 9-11 April 2003, Rome. Food and Agriculture Organization, Rome. 2003, <http://www.fao.org>
- EUROPEAN COMMISSION FOR THE CONTROL OF THE FOOT-AND-MOUTH DISEASE (2002). Report of the 67th Session of the Executive Committee, 25-26 April 2002, Budapest Hungary. Food and Agriculture Organization, Rome. 2002, <http://www.fao.org>
- EUROPEAN COMMISSION FOR THE CONTROL OF THE FOOT-AND-MOUTH DISEASE. Report of the 68th Session of the Executive Committee, 7-8 November 2002, Vilnius Lithuania. Food and Agriculture Organization, Rome. 2002, <http://www.fao.org>
- GALLAGHER E, RYAN J, KELLY L, LEFORBAN Y & WOOLDRIDGE M. 2002. Estimating the risk of importation of foot-and-mouth disease into Europe. *Vet. Rec.* 150: 769-772.
- GIBBENS J., SHARPE C., WILESMITH J., MANSLEY L., MICHALOPOULOU E., RYAN J., HUDSON M. 2001. Descriptive epidemiology of the 2001 foot-and-mouth disease epidemic in Great Britain: the first five months. *Vet. Rec.* 149: 729-743.
- HORST HS., DIJKHUIZEN AA., HUIRNE RBM., DE LEEUW PW. 1998. Introduction of contagious animal diseases into The Netherlands: elicitation of expert opinions. *Liv. Prod. Sci.* 53: 253-264.
- KAO R.R. The role of mathematical modelling in the control of the 2001 FMD epidemic in the UK. 2002. *Trends Microbiol.* 10: 279-286.
- KITCHING RP. 1998. A recent History of Foot-and-Mouth Disease. *J. Comp. Pathol.* 118: 89-108.
- KITCHING RP., HUTBER AM., THRUSFIELD MV. 2005. A review of foot-and-mouth disease with special consideración for the clinical and epidemiological factors relevant to predictive modelling of the disease. *Vet J.* 169:197-209.
- LEFORBAN Y., GERBIER G. 2002. Review of the status of foot and mouth disease and approach to control/eradication in Europe and Central Asia. *Rev. Sci. Tech.* 21: 477-92.
- MARAGON S., FACCHIN E., MOUTOU F., MASSIRIO I., VINCENZI G., DAVIES G. 1994. The 1993 Italian foot-and-mouth disease epidemic: epidemiological features of the four outbreaks identified in Verona provincia (Veneto region). *Vet. Rec.* 135: 53-57.

- MARTÍNEZ-LÓPEZ, B., DE LA TORRE, A., SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, J.M., 2005. Análisis del riesgo potencial de entrada y difusión de la fiebre aftosa en España. I.S.B.N. 84-89456-69-0. DL. M-7094-2005.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ, B., DE LA TORRE, A., SÁNCHEZ-VIZCAÍNO J.M., 2006. Risk assessment model of FMD introduction into Spain. Proceeding of the 11th Symposium of International Society of Veterinary Epidemiology and Economic, 465, Cairns, Australia.
- MORLEY RS., CHEN S., RHEAULT N. 2003. Assessment of the risk factors related to bovine spongiform encephalopathy. *Rev Sci Tech.* 22: 157-78.
- OIE 2004. Handbook on Import Risk Analysis for Animals and Animal Products, Volume 1: Introduction and qualitative risk analysis. OIE, World organisation for animal health.
- PICADO A., CASAL J., MARTIN A. 2006. Le risque de Fièvre Aphteuse en Espagne: l'opinion d'experts. *Epidemiol. Santé Anim.* 50: 1545-152.
- PFEIFFER D. Assesmente of H5N1 HPAI risk and the importance of wild birds.
- FAO and OIE International Scientific Conference on Avian Influenza and Wild Birds, 2006.
- PLUIMERS FH. 2004. Foot-and-Mouth disease control using vaccination: the Dutch experience in 2001. *Dev Biol (Basel).* 119: 41-9.