

Bioseguridad Regional y Vigilancia Epidemiológica

Enrique Mondaca, MVZ, PhD^{1,2}; Peter Davies, BVSc, PhD²

¹SPR Soles. ²Universidad de Minnesota

El monitoreo epidemiológico y el control de las enfermedades porcinas desde una perspectiva regional son fundamentales para resguardar el estado sanitario de los hatos, especialmente dado el dinamismo de los mercados nacionales e internacionales de productos cárnicos y cerdo en pie, y ante la emergencia y re-emergencia de síndromes que están mostrando ser retos formidables para la industria porcina.

Es relativamente fácil lograr consenso en cuanto a la necesidad de establecer programas regionales para el control de enfermedades, lo difícil es convencer a las partes involucradas de la factibilidad de su ejecución. Este tipo de programas requieren de sistemas de inteligencia epidemiológica, acceso a herramientas apropiadas para diagnóstico y control, y recursos humanos y financieros adecuados. Las estrategias fundamentales en que se basan la mayoría de los programas incluyen: la cuarentena de las piaras infectadas (y de poblaciones sospechosas); restricciones en movimiento de animales; protocolos de prueba y eliminación; despoblación de la piara, con limpieza y desinfección; y aplicación de biológicos. Cada una de ellas implica costos, y el éxito de los programas depende de la participación y el compromiso de todos los elementos involucrados en el sector (productores, veterinarios de campo, laboratorios, universidades, instituciones oficiales), a menudo requiriendo de acciones regulatorias y de supervisión por parte de instancias gubernamentales.

Tanto la viabilidad como el costo de un programa de control se dan en función de la complejidad epidemiológica de la enfermedad. Debido a sus ciclos vitales simples, la virtual eliminación de algunos parásitos zoonóticos (*T. solium*, *T. spiralis*) de las poblaciones comerciales de cerdos en las principales áreas productoras han exigido poco más que la modificación de algunas prácticas de manejo. El éxito con enfermedades más complejas (tuberculosis, brucelosis, peste porcina, enfermedad de Aujeszky) por países o regiones ha dependido de substanciales recursos públicos y de la industria. Casi invariablemente, la dificultad y el costo de suprimir una enfermedad se ha subestimado inicialmente, a menudo porque su epidemiología no era completamente entendida (p. ej.: el desconocimiento de la importancia de la fauna silvestre como reservorio para TB en varios países).

La ciencia veterinaria tiene siglos de experiencia en el control de enfermedades a gran escala, lo que probablemente culminará con la erradicación global de la peste bovina (*rinderpest*), anticipada para alrededor del año 2010. En el caso de la mayoría de las naciones desarrolladas, la condición de “libres” a muchas enfermedades animales infecciosas (lista de enfermedades A y B de la OIE) refleja la acertada asignación de recursos veterinarios a tales enfermedades. Mientras tanto, continuaremos enfrentando 1) enfermedades que no sean fáciles de controlar con las herramientas contemporáneas, o 2) enfermedades emergentes acerca de las cuales el conocimiento epidemiológico sea escaso. La detección temprana de enfermedades nuevas es sumamente importante y las estrategias tradicionales de control basadas en restricciones de movimiento y despoblación pueden ser acertadas si son aplicadas rápidamente, aun cuando el entendimiento epidemiológico sea mínimo (p. ej.: virus de Nipah en Malasia)¹. Sin embargo, la posibilidad de controlar el tipo de enfermedades complejas a las que nos

enfrentamos actualmente (y a las que enfrentaremos en el futuro) dependerá cada vez más de la aplicación de tecnologías mejoradas. La pseudorabia o enfermedad de Aujeszky proporciona el ejemplo más familiar de cómo los avances tecnológicos (vacunas gen-suprimido y pruebas serológicas diferenciadas) pueden influir en la viabilidad y la rentabilidad de implementar un programa de control regional. Comparadas con iniciativas de control de enfermedades en el pasado, los proyectos futuros de control regional serán caracterizados por 1) mayor complejidad epidemiológica; 2) mayor dificultad para obtener recursos públicos; y 3) dependencia creciente en los avances tecnológicos. Ahora discutiremos algunos avances conceptuales y tecnológicos relevantes para el control de las enfermedades y las oportunidades futuras que éstos pueden representar para el manejo del estado sanitario de las poblaciones porcinas a nivel regional.

El papel de la investigación en el control regional de la enfermedad

Hanson y Hanson (1983) describen los programas de control de enfermedades como “experimentos a gran escala que prueban conceptos, métodos técnicos y estructuras organizacionales”². Como en otras actividades gerenciales, la toma de decisiones concernientes a programas de control de enfermedades suele hacerse con conocimiento imperfecto, siendo los errores una parte inevitable (y esperanzadoramente instructiva) del proceso. La investigación, en su sentido más amplio, tiene un papel fundamental como soporte para la toma de decisiones en la planeación, operación, y evaluación de los programas de control de enfermedades. La tabla 1 presenta los puntos básicos para la toma y evaluación de decisiones.

Tabla 1: Puntos básicos para la toma de decisiones (adaptado de Hanson y Hanson, 1983)²
Definición del problema
Adquisición de información
Análisis de datos
Evaluación
Ejecución

Las decisiones fundamentales que deben ser tomadas incluyen si comenzar o no los programas, definir estrategias y tácticas sobre operaciones, y si y cuándo un programa necesita ser modificado, concluido, o abandonado. La definición clara de los objetivos finales y de los puntos clave (operacionales y financieros) es esencial para que las decisiones sean evaluadas con eficacia. ¿Es la erradicación completa el objetivo final?, y si no ¿cómo serán definidos y medidos el progreso y el objetivo final del programa? Tanto la toma de decisiones en sí, como la evaluación del curso de las mismas, son perfeccionadas por la adquisición y análisis eficaz de la información, incluyendo la supervisión de procedimientos, la investigación aplicada, y la elaboración de modelos. La tecnología moderna de información y de comunicaciones tiene el potencial de reforzar todas estas actividades. Lo que tendríamos que preguntarnos es si en la comunidad veterinaria especialista en cerdos de México poseemos el número de profesionales convenientemente entrenados para permitirnos aprovechar las ventajas de tales avances. Es interesante observar que la industria porcina danesa emplea a más de 10

epidemiólogos veterinarios en gran parte para apoyar iniciativas de control de enfermedades con investigación y otras actividades.^b

Conceptos básicos en dispersión geográfica de enfermedades: conectividad y proximidad

La primera ley de Tobler en geografía dice que “todo está relacionado con todo, pero las cosas cercanas entre sí están más relacionadas que las distantes”. Intuitivamente aceptamos que el estado sanitario de un animal o de un hato está influenciado por otros individuos o poblaciones a su alrededor. La densidad animal o de granjas en la vecindad es uno de los primeros criterios que observamos al intentar calcular los riesgos relativos a la ubicación de la granja. Además de la cercanía espacial (proximidad), la práctica consagrada de restricciones al movimiento animal para prevenir la difusión geográfica de enfermedades en humanos y animales es testimonio del papel de las redes de interrelación (o conectividad no-espacial) en la difusión de los agentes de la enfermedad. Aunque es obvio para los veterinarios en porcicultura que la proximidad y la conectividad son factores fundamentales para la transmisión de las enfermedades (y por lo tanto para su control), hasta el día de hoy no se ha tenido prisa para avanzar más allá del pensamiento intuitivo y acceder a los avances teóricos y experimentales que han ocurrido en otros campos. Los investigadores en las ciencias sociales han desarrollado herramientas sofisticadas para analizar proximidad y conectividad entre los individuos en las poblaciones. Estas herramientas incluyen el uso de los sistemas de información geográfica (SIG o GIS, por sus siglas en inglés), del análisis espacial, y del análisis de redes de interrelación.

Sistemas de información geográfica (SIG) y análisis espacial

El control regional de enfermedades es, por definición, ejecutado en un contexto geográfico, y el mapeo de las granjas involucradas ha sido siempre la pieza fundamental de los programas coordinados de control. Lógicamente, los avances en la disciplina de la geografía favorecen nuestros esfuerzos para controlar las enfermedades, y los años recientes han visto un aumento exponencial en la sofisticación de los SIG y de los métodos analíticos para aprovecharlos. Los sistemas modernos de SIG pueden facilitar enormemente los proyectos epidemiológicos^{3,4}. La información geo-referenciada es vital para supervisar el progreso de los programas de control y también permite crear modelos predictivos de los efectos probables de las diversas opciones de control^{5,6}. Desde hace algunos años, ciertos países (Nueva Zelandia, Suiza) han tenido en operación bases de datos integrales de las explotaciones pecuarias. La industria porcícola danesa ha invertido en sistemas nacionales de SIG para la ejecución tanto de proyectos de investigación como de control de enfermedades, y los SIG son vistos como herramientas muy promisorias en la industria avícola.^{7,8} El rápido avance de las técnicas para análisis temporo-espaciales ha incrementado en gran medida nuestra capacidad para entender los patrones de distribución de enfermedades en las poblaciones animales^{6,9}.

La tercera reunión de la nueva sociedad GISVET fue celebrada el año pasado en Italia, contando con la asistencia de profesionales a nivel mundial interesados en impulsar el uso de los SIG en el estudio de la salud animal^b. El fundamento de GISVET se basa en

^b Jan Dahl, Danske Slagterier (comunicación personal)

^b<http://www.gisvet.org>

la observación de que el uso de los SIG en salud animal no está progresando tan rápidamente como la tecnología. La aparición reciente de este grupo promete un incremento considerable en la aplicación global de los SIG a los problemas de salud animal. Fuera del contexto de los sistemas de respuesta a emergencias (bioterrorismo, enfermedades exóticas) en las agencias gubernamentales de Estados Unidos, estas tecnologías están sub-aprovechadas actualmente por la industria porcina tanto en Estados Unidos como Canadá y México. Nuestro grupo en el Centro de Erradicación de Enfermedades Porcinas de la Universidad de Minnesota ha estado utilizando los GIS para estudiar la epidemiología y el control de PRRS en dos regiones de Minnesota^{10,11} y en otros proyectos, como el iniciado hace algún tiempo en el Estado de Sonora¹². Actualmente, las principales clínicas de asesoría porcícola en Minnesota han reconocido el potencial de este tipo de herramientas para apoyar a sus clientes en el control de las enfermedades en sus hatos y regiones. Qué tanta ventaja se pueda tomar de estas tecnologías dependerá de la comunicación y del trabajo en equipo entre los veterinarios, la academia y las instituciones oficiales.

Análisis de redes de interrelación

El análisis de redes utiliza técnicas analíticas avanzadas para entender la estructura y funcionamiento de las relaciones entre entidades (personas o hatos) en una población. Una vez más, los geógrafos han sido líderes en la aplicación de los análisis de redes a situaciones diversas que implicaban interacciones humanas en el espacio y el tiempo, y estos conceptos han incorporados a los estudios teóricos de enfermedades infecciosas¹³. En medicina veterinaria, estas aplicaciones han sido mínimas al día de hoy^{14,15}. En el contexto del control regional de enfermedades, existen muchas redes de interés potencial (granjas fuente de reemplazos, flujos de cerdos a sitios de desarrollo-engorda, redes de centros de inseminación, flujos de visitas a granja de asesores y supervisores, camiones de alimento y rastro, etc.) en la industria porcina. Históricamente, el análisis de redes no ha utilizado datos geo-referenciados, sino sólo teoría de gráficos para representar las relaciones de redes; sin embargo, es muy probable que las técnicas de análisis de redes integren cada vez más análisis espacial y SIG en un futuro próximo. Un estudio del potencial de distribución de fiebre aftosa en Dinamarca reconoce la necesidad de integrar SIG al análisis de redes¹⁵. Aunque la aplicación práctica de estas herramientas pudiera aparecer remota, las dos restricciones principales a su uso son la disponibilidad de datos y la experiencia.

Transmisión “local” o “lateral”

Se considera que la característica principal de una enfermedad para determinar la necesidad de control regional es su capacidad de cruzar una “barrera” (sea ésta una barrera física como una cerca o todo un sistema de procedimientos de bioseguridad) y transmitirse de granja a granja. Las infecciones que se presentan entre granjas contiguas (llamadas “transmisión local” o “infecciones laterales”) en ausencia de relaciones de intercomunicación tales como movimiento animal desde la unidad inicialmente infectada han sido una característica predominante en epidemias recientes (fiebre aftosa, peste porcina) en varias partes del mundo^{16,17,18}. En los sistemas pecuarios tradicionales (con transporte costoso y mínima bioseguridad), el agrupamiento espacial (*clustering*) de la enfermedad infecciosa a un nivel “local” se explicaba en gran parte por el movimiento

de animales entre granjas. Simplemente, la conectividad entre granjas era proporcional a la proximidad, y el impacto de las restricciones en el movimiento de animales ocurría predominante en un nivel local. La infraestructura moderna de transporte ha ampliado la conectividad entre granjas de cerdos a una escala continental (cerdos destetados en Carolina del Norte y Canadá que son finalizados en Dakota del Sur o Minnesota), tratando de invertir en bioseguridad para prevenir transmisiones a nivel local. Sin embargo, incluso con los mejores protocolos de bioseguridad, el riesgo de transmisión lateral continúa presente, particularmente en áreas de densidad animal.

Las medidas para prevenir la introducción de enfermedades como PRRS vía animales o semen han sido generalmente eficaces pero continúan dándose nuevos brotes cuya fuente de infección es desconocida o se atribuyen, sin certeza plena, a ciertos lapsos en la bioseguridad de hato a del transporte, o a transmisión lateral entre granjas por vía aerógena o por insectos vectores¹⁹. Existen dos aspectos de obvia importancia para la transmisión lateral:

- El entendimiento de los mecanismos de transmisión local para diseñar las estrategias de bioseguridad; y
- La cuantificación del riesgo de transmisión lateral en relación a la distancia entre granjas, la densidad poblacional del área, y algunos otros factores.

Los estudios experimentales pueden adentrarnos en el entendimiento de posibles mecanismos de transmisión lateral de las enfermedades y proporcionan una guía para optimizar las inversiones en protocolos de bioseguridad^{20,21}. Si bien es difícil discernir la importancia relativa de todos los posibles mecanismos para la transmisión lateral en el contexto del riesgo, uno puede asumir con seguridad que el perfil de riesgo variará entre localizaciones y a través del tiempo. Los principales factores de riesgo para la transmisión durante el verano son probablemente diferirán de aquéllos para el invierno y algunos factores específicos regionales como las condiciones atmosféricas y la topografía pueden así mismo ejercer una cierta influencia. Desde la perspectiva de la investigación, necesitamos estudiar estos fenómenos a través de diversas escalas, desde la individual (p. ej.: estudios experimentales de transmisión) hasta la regional (los determinantes demográficos y climáticos de riesgo para la transmisión regional).

Modelos de enfermedad y cálculo de riesgo

Existe el axioma de que “todos los modelos son incorrectos, aunque algunos son útiles”, que suele ser aplicable para el área de la salud animal y del control de enfermedad. La epidemia de aftosa del 2001 generó considerable controversia con respecto al uso de modelos como base para la toma de decisión en el control de la enfermedad. Una vez más, los avances en informática han abierto la puerta a incluso mayores oportunidades para el uso de escenarios simulados que permitan explorar problemas complejos y sus soluciones. Se tienen numerosos ejemplos de la aplicación del modelaje de enfermedades a problemas de salud animal (fiebre, peste porcina, rabia, EEB), ocupándose sobre todo de cuestiones de control regional²²⁻²⁷. Tales modelos pueden utilizarse para una amplia gama de propósitos, incluyendo la predicción de la propagación de epidemias y los recursos a necesitar; soporte para la toma de decisiones para control (despoblar o no, vacunar); predicción del riesgo de transmisión aerógena; y óptima asignación de recursos. Ahora los modelos más sofisticados incorporan información acerca de la localización y otras características de las granjas, y pueden incluir instrumentos de soporte para la toma de

decisiones para los sistemas de respuesta de emergencia a enfermedades²¹. En salud porcina, los mejores ejemplos del uso de modelos de simulación pueden hallarse en los esfuerzos para manejar y analizar la epidemia de peste porcina de 1997-98 en Holanda²⁷. En Estados Unidos no ha habido intentos significativos de aplicar técnicas de modelaje a las enfermedades porcinas en general, aparte de aquéllos dirigidos a la fiebre aftosa en el contexto de los sistemas de respuesta de emergencia^{28,29}.

Innovaciones en los sistemas de vigilancia epidemiológica

La gran atención pública prestada hacia la enfermedad de las vacas locas (EEB), la fiebre aftosa, y la amenaza del agro-terrorismo, ha hecho de la mejora de los métodos de vigilancia epidemiológica un área de gran actividad por parte del profesional veterinario a nivel internacional. Aunque en principio orientados básicamente hacia enfermedades exóticas o emergentes, los sistemas evolucionados de vigilancia epidemiológica pueden también contribuir poderosamente a la investigación de las enfermedades endémicas³⁰. Preocupaciones similares acerca del surgimiento de patógenos en salud humana han conducido al desarrollo de los sistemas de la vigilancia que permiten detectar patrones cambiantes de las enfermedades en diferentes niveles de la población^c. Los veterinarios somos la primera línea de respuesta a los problemas de salud animal; sin embargo, los esfuerzos colectivos de los veterinarios practicantes son un recurso virtualmente sin aprovechar para la consolidación de la información epidemiológica^{31,32}.

La consolidación de la producción pecuaria (y sus servicios veterinarios) junto con los avances en las tecnologías de la información están incrementado el potencial para aprovechar los esfuerzos de los clínicos veterinarios dirigidos a la vigilancia epidemiológica. Algunos esfuerzos iniciales para aprovechar información fresca, de primera mano de los veterinarios practicantes se han puesto en marcha en las explotaciones de ganado lechero en Nueva Zelanda³¹ y con los veterinarios de ganado para carne en Kansas³². Ambas iniciativas veterinarias utilizan los procesadores manuales (*palm*) para la captura de datos de campo, integrando la información en bases de datos centralizadas para analizar los patrones de enfermedad y permitir a los veterinarios practicantes tener acceso a datos resumidos por áreas o sitios localizados. Estas iniciativas son la base para algunos proyectos que pueden tener un gran potencial en la industria porcícola. Desde luego, quedan por responder cuestiones con respecto a la privacidad y la propiedad intelectual, así como a sensibilidad y especificidad, y valor (contra costo) de los datos que puedan ser obtenidos. En tanto que las preguntas técnicas tendrán respuestas técnicas, las barreras sociológicas (buena voluntad y disposición para compartir datos sobre el estado de salud de los hatos) probablemente sean más problemáticas. En este contexto, el desafío para los veterinarios y para los productores es definir que es lo que finalmente desean.

Concluyendo, el enfoque actual del profesional veterinario para el manejo de las enfermedades animales a escalas regionales no va al ritmo de los avances tecnológicos. La integración de la vigilancia clínica en tiempo casi-real con los SIG y las herramientas avanzadas para análisis temporo-espaciales puede resultar en un entendimiento epidemiológico que excedería con mucho a los resultados obtenidos según los

^c <http://www.eurekalert.org/features/doe/2001-06/danl-rsv061302.php>

procedimientos actuales. Con sólo un poco de imaginación, uno puede visualizar una infraestructura de investigación más avanzada que proporcione un mayor entendimiento de los patrones regionales de transmisión de enfermedades, de los riesgos relativos a la ubicación de las explotaciones, y una mejor detección y seguimiento tanto de enfermedades comunes como de síndromes de enfermedad emergentes. La pregunta es si estamos preparados para aprovechar lo que la tecnología nos ofrece. Existen desde luego muchos obstáculos a vencer, pero los principales son sociológicos más que tecnológicos. El progreso dependerá en gran parte de la capacidad de las partes involucradas (productores, veterinarios, universidades, instituciones públicas) de establecer relaciones funcionales de trabajo.

Bibliografía

1. Nor MN, Ong BL (2000). The Nipah virus outbreak and the effect on the pig industry in Malaysia. Proceedings, 17th Congress of International Pig Veterinary Society, Melbourne, Australia, pp.548-550.
2. Hanson RP, Hanson MG (1983). Animal Disease Control - Regional Programs. The Iowa State University Press, Ames, IA. ISBN 0-8138-0121-4
3. McGinn TJ, Cowen P, Wray DW. (1996). Geographic information systems for animal health management and disease control. J Am Vet Med Assoc. 209:1917-1921.
4. Morris RS, *et al.* (2002). Decision-support tools for foot and mouth disease control. Rev. Off. Int. Epizoot. 21:557-567.
5. Sanson RL, *et al.* (1991). The use of a geographical information system in the management of a foot- and-mouth disease epidemic. Prev. Vet. Med. 11: 309-313
6. Wilesmith JW, *et al.* (2003). Spatio-temporal epidemiology of foot-and-mouth disease in two counties of Great Britain in 2001. Prev Vet Med 61:157-170
7. Colby MM, Johnson YJ (2002). Potential uses for geographic information system-based planning and decision support technology in intensive food animal production. Anim Health Res Rev. 3:31-42.
8. Colby MM, *et al.* (2003). The development and validation of a geographic information system database for the poultry industry on the Delmarva Peninsula. Avian Dis. 47:108-115
9. Stegeman JA, *et al.* (2002). Rate of inter-herd transmission of classical swine fever virus by different types of contact during the 1997-8 epidemic in The Netherlands. Epidemiol Infect. 128:285-291.
10. Mondaca E, *et al.* (2004). Area based prevalence of PRRSV and the initiation of a regional control program. Proceedings, International Pig Veterinary Society, Hamburg, p. 104.
11. Morrison R, Mondaca E. (2006). Regional eradication of PRRSV – A pilot project. Proceedings, 2006 International PRRS Symposium. Chicago, IL, p. 54.
12. Pijoan, C, *et al.* (2004). PRRSV eradication in Sonora, Mexico. Proceedings, Fourth International Symposium on Swine Disease Eradication, St. Paul, MN, p. 39.
13. Read JM, Keeling MJ. (2003). Disease evolution on networks: the role of contact structure. Proc R Soc Lond B Biol Sci. 270:699-708.
14. Corner LA, *et al.* (2003). Social-network analysis of *Mycobacterium bovis* transmission among captive brushtail possums (*Trichosurus vulpecula*). Prev Vet Med. 59: 147-167.
15. Bigras-Poulin M, Thompson A. (2004). Foot and Mouth Disease (FMD) - Impact of trade patterns and animal movements. Report, International Epilab, Denmark, pp. 1.70. <http://www.dfvf.dk/Files/Filer/EpiLab/P2%20Michel%20BigrasPoulin/report2.pdf>
16. Mintiens K, *et al.* (2003). Risk analysis of the spread of classical swine fever virus through "neighbourhood infections" for different regions in Belgium. Prev Vet Med. 60:27-36.

17. Crauwels AP, *et al.* (2003). Neighbourhood infections of classical swine fever during the 1997-1998 epidemic in The Netherlands. *Prev Vet Med.* 61:263-277.
18. Matthews L, *et al.* (2003). Neighbourhood control policies and the spread of infectious diseases. *Proc R Soc Lond B Biol Sci.* 270:1659-66.
19. Desrosiers R (2004). Epidemiology, diagnosis and control of swine diseases. Howard Dunne Memorial Lecture, Proceedings, American Association of Swine Veterinarians, Des Moines, IA, March 6-9, 2004, pp. 9-37.
20. Dee S, Deen J, Pijoan C. (2004). Evaluation of 4 intervention strategies to prevent the mechanical transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Can J Vet Res.* 68:19-26
21. Otake S, *et al.* (2004). Studies on the carriage and transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus by individual houseflies (*Musca domestica*). *Vet Rec.* 154:80-85.
22. Morris RS, *et al.* (2002). Decision-support tools for foot and mouth disease control. *Rev. Sci Tech.* 21:557-567.
23. Jalvingh AW, *et al.* (1999). Spatial and stochastic simulation to evaluate the impact of events and control measures on the 1997/1998 classical swine fever-epidemic in the Netherlands. I. Description of simulation model. *Prev. Vet. Med.* 42: 271-295.
24. Mangen MJ, *et al.* (2002). Simulated effect of pig-population density on epidemic size and choice of control strategy for classical swine fever epidemics in The Netherlands. *Prev Vet Med* 56:141-163.
25. Smith DL, Lucey B, *et al.* (2002). Predicting the spatial dynamics of rabies epidemics on heterogeneous landscapes. *Proc Natl Acad Sci USA.* 99:3668-3372.
26. Klinkenberg D, *et al.* (2003). Quantification of the effect of control strategies on classical swine fever epidemics. *Math Biosci.* 186:145-173.
27. Keeling MJ, *et al.* (2003). Modelling vaccination strategies against foot-and-mouth disease. *Nature* 421(6919): 136-42.
28. Bates TW, *et al.* (2003). Results of epidemic simulation modeling to evaluate strategies to control an outbreak of foot-and-mouth disease. *Am J Vet Res.* 64:205-210.
29. Bates TW, *et al.* (2003). Description of an epidemic simulation model for use in evaluating strategies to control an outbreak of foot-and-mouth disease. *Am J Vet Res* 64:195-204.
30. McIntyre L, Davies PR, *et al.* (2002). The relative value of farmer, veterinary practitioner and diagnostic laboratory records in providing epidemiologically sound endemic disease surveillance. Proceedings, Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine, Cambridge, UK, April 2-5, 2002. pp.128-136.
31. McIntyre LH, Davies PR, *et al.* (2003). VetPAD - Veterinary Practitioner Aided Disease Surveillance System. Proceedings, 10th Symposium, International Society for Veterinary Epidemiology and Economics, November 17-21, Viña del Mar, Chile, p. 335.
32. De Groot BD, *et al.* (2003). Preliminary assessment of syndromic surveillance for early detection of foreign animal disease incursion or agri-terrorism in beef cattle populations. Proceedings, 10th Symposium, International Society for Veterinary Epidemiology and Economics, November 17-21, Viña del Mar, Chile, p.539.