

SALUD DE HATO

DEFINICIÓN Y ESTRATEGIAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PROGRAMAS DE MEDICINA VETERINARIA PREVENTIVA

Zambrano JL¹

Clinica de la Reproducción
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Sede Bogotá
Universidad Nacional de Colombia

RESUMEN

El objetivo principal de un programa de Salud de hato en animales de producción es el mantenimiento de la salud animal y la producción en el nivel más eficiente que ofrezca rentabilidad económica competitiva al productor. Algunos objetivos secundarios igualmente importante, incluyen proporcionar bienestar animal, garantizar la calidad de los productos producidos, minimizar el impacto medio ambiental generado por los residuos de origen animal, la prevención de las enfermedades zoonóticas y disminución de la presentación de contaminantes y residuos en productos de origen animal. En todos los programas de medicina de la producción, se deben establecer objetivos claros. Así mismo, se deben comparar los niveles reales de eficiencia con los objetivos previamente planteados; la diferencia corresponde a las deficiencias en la productividad. A través de utilizar un sistema de problema orientado se busca identificar las problemáticas de salud de forma sistemática, con el objetivo de establecer e implementar los correctivos necesarios, los cuales deben ser adecuadamente monitoreados. Para tal fin, la epidemiología veterinaria se ha convertido en una herramienta cuantitativa muy importante para la evaluación y el seguimiento de los problemas de salud en los programas de salud de hato. Los objetivos del presente documento son discutir algunos de los principios básicos de la salud del hato y presentar un enfoque práctico utilizar herramientas epidemiológicas en la investigación de los problemas de salud de hato.

Palabras clave: Epidemiología, salud de hato, medidas de enfermedad

HERD HEALTH

DEFINITION AND STRATEGIES FOR THE ESTABLISHMENT OF VETERINARY PREVENTIVE MEDICINE PROGRAMS

ABSTRACT

The primary objective of a herd health program for food animals is the maintenance of animal health and production at the most efficient level that provides competitive economic returns to the farmer. Some equally important secondary objectives include providing animal welfare, ensuring the product's quality, minimization of pollution of the environment by animal wastes, the prevention of zoonoses, and the avoidance of contaminants and residues in animal products. Targets of performance need to be considered when establishing a production medicine management program. In a herd health program, the actual levels of efficiency are compared to the objectives previously set; the difference corresponds to sub

1 jlzambranov@unal.edu.co

optimal production problems. Using an oriented problem-solving approach to adequately identify health issues that may negatively impact the production system, it is possible to implement the necessary corrective actions to health problems. The reasons for failure are then identified, recommendations for improvement are made and performance is monitored to assess the effectiveness of the action taken. Veterinary epidemiology has become a very important quantitative tool to assess and follow herd health programs. The objectives of the present paper are to discuss some of the basic principles of herd health, and to present a practical approach to use epidemiological tools for herd health problem investigations.

Key words: Epidemiology, herd health, measures of disease

INTRODUCCIÓN

El término salud de hato se puede definir como una filosofía moderna del ejercicio de la Medicina Veterinaria Preventiva, con todo el rigor y las definiciones epidemiológicas pertinentes dentro del un marco conceptual de medicina de poblaciones. En este contexto, los programas de Salud de Hato representan un esfuerzo importante para ejercer planes adecuados de asesoría para la implementación de programas de monitoreo, control y prevención de enfermedades, dentro de un contexto de trabajo multidisciplinario que incluye al médico veterinario, el personal de administración y trabajadores, y por su puesto al productor. Estos programas siempre están orientados hacia el logro de una mayor eficiencia productiva. De manera más aplicada, en general un programa de salud de hato significa el establecimiento de un acuerdo y compromiso de trabajo entre un asesor y un productor con miras a mantener una producción sana. El concepto de salud de hato se encuentra estrechamente ligado al desarrollo de la epidemiología y la medicina veterinaria preventiva, las cuales exigen el uso de técnicas cualitativas y cuantitativas para facilitar el análisis de la información obtenida de los hatos y su correcta interpretación con el fin de orientar el diagnóstico poblacional de una manera más adecuado y eficiente.(1) En este sentido la epidemiología veterinaria se ocupa de la investigación de enfermedades, que afectan de la productividad y del bienestar en

poblaciones de animales.(1) Se utiliza para describir la frecuencia de la ocurrencia de la enfermedad y cómo la enfermedad afecta la productividad y cuáles son las interacciones entre los diversos factores o factores de riesgo que producen una enfermedad. Esta información entonces se utiliza para manipular los factores de riesgo con el ánimo de reducir la frecuencia de la ocurrencia de la enfermedad.

Existen tres principios básicos en el establecimiento de un programa de salud de hato:

1. Minimizar las pérdidas ocasionadas por la enfermedad. Prevenir siempre es preferible que tratar animales enfermos. (2)
2. Organizar, planear y ejecutar todos los procedimientos y métodos que sean necesarios para implementar un sistema saludable.(3)
3. Utilización de un buen sistema de registros, que permita manejar y analizar correctamente la información con el fin de plantear metas de trabajo, tomar correctivos, instituir normas de manejo, y establecer de un programa de seguimiento de las mismas. (4, 5)

COMPONENTES ESENCIALES DE UN PROGRAMA DE SALUD DE HATO

Incluyen la ejecución de una serie de programas sobre los cuales se debe trabajar en

cada visita programada a la finca, dichas visitas deber realizarse con regularidad por lo menos una vez al mes con el objetivo de generar la información necesaria para producir datos de buena calidad para ser analizados y adecuadamente interpretados como parte del programa:

- 1) Sanidad general: Evaluación y tratamiento de animales enfermos
- 2) Reproducción
- 3) Salud de la glándula mamaria, control y prevención de mastitis, y calidad de la leche
- 4) Nutrición
- 5) Seguimiento y selección de los animales de reemplazo
- 6) Bioseguridad y vacunación estratégica

El concepto de salud de hato, hace énfasis especial en todos los aspectos relacionados con la eficiencia productiva, la cual se traduce en lograr beneficios de tipo económico (2, 6)

1. SANIDAD GENERAL

El ejercicio de la medicina de poblaciones debe influir de una manera positiva en la productividad de las explotaciones pecuarias al reducir los efectos negativos de una producción subóptima a expensas de la presentación de enfermedades. De ésta manera los aspectos de manejo sanitario permiten implementar esquemas de medicina preventiva orientados a la reducción de las pérdidas ocasionadas por la enfermedad y enfocados a incrementar los índices de crecimiento y supervivencia.

Las problemáticas de salud de cada hato o finca deben ser claramente definidas en términos de casos y casuística, y deben ser cuantificadas adecuadamente (7) toda vez que esto permite establecer los factores de riesgo de enfermedad y por ende los mecanismos de control y prevención. El conocimiento de las enfermedades que

son prevalentes o de obligatorio control permite también tomar decisiones acerca de normas de bioseguridad del hato que incluyan determinar y programar actividades necesarias como: Esquemas de vacunación, y control de parásitos externos e internos o el manejo adecuado de factores medio ambientales que influyan en la presentación de enfermedades.

Se deben utilizar para este fin todas las ayudas diagnosticas (8-11) y terapéuticas disponibles en la medicina interna individual así como todas las disciplinas paraclínicas, dentro de un marco racional y siguiendo los esquemas del problema clínico orientado con el fin de racionalizar y maximizar los esquemas de diagnóstico de enfermedades y sus tratamientos. El control y prevención de enfermedades zoonóticas es uno de los grandes compromisos en los programas de salud de hato, por ello y como norma general se debería realizar una evaluación de los hatos población de manera rutinaria al menos una vez al año para conocer la situación de enfermedades con potencial zoonótico y así contribuir al desarrollo de esquemas adecuados de control y vigilancia epidemiológica, dentro del concepto de una sola medicina, el cual implica mejorar la salud de los humanos, los animales y el medio ambiente que ellos comparten.(12)

Por otro lado se deben también generar las políticas referentes al de manejo de sustancias potencialmente tóxicas así como control y prevención de intoxicaciones, tanto en la población humana como la animal; y de manera más importante, establecer los mecanismos de control y uso racional de drogas y antibióticos que generen residuos que puedan afectar a la población humana y/o crear y aumentar la resistencia a los antibióticos en la población humana o de animal (13, 14)

En general la información obtenida a través del monitoreo de los programas

de salud permite generar el conocimiento básico de las enfermedades que limitan la producción (15-17). Por ello, debe evaluarse la casuística de cada hato, incidencia y tipo de enfermedad por grupo etáreo y el impacto de la misma en términos de morbilidad, mortalidad y productividad, así como la correlación de la casuística con factores de manejo, nutrición o de medio ambiente a fin de detectar los factores de riesgo (18, 19). También contribuye a la generación de otras políticas de descarte de animales y criterios de selección de los reemplazos.

Para lograr una buena aproximación hacia los aspectos de manejo que se cruzan de manera transversal en todos los puntos del programa de salud de hato, se debe caracterizar el tipo de explotación con el fin de ubicar de una manera eficiente aquellos puntos críticos del manejo que pueden influir de manera positiva o negativa en el desempeño de las explotaciones pecuarias. Es claro que muchas de las políticas de la medicina preventiva se fundamentan en situaciones de manejo particulares que deben converger en una producción saludable, equilibrada y económicamente sostenible. En la actualidad además se debe considerar el manejo del impacto ambiental.

2. CONTROL REPRODUCTIVO

La mayoría de las prácticas de manejo de una finca tienen su origen en eventos de tipo reproductivo, (20) así pues, es necesario establecer un número de visitas a los hatos con una periodicidad mínima que permita el adecuado y eficiente control y monitoreo de los mismos, en este sentido por ejemplo se requiere de por lo menos una visita mensual a fin de cumplir con los compromisos adquiridos. (15) Los objetivos mínimos del programa de reproducción en la salud del hato son

- Garantizar el óptimo periodo seco a través de un acertado diagnóstico de preñez.

- Identificar vacas vacías de manera temprana.
- Tratamiento oportuno de las condiciones patológicas del útero y los ovarios
- Identificar vacas de descarte de origen reproductivo
- Diagnosticar y reducir la presentación de pérdidas fetales
- Garantizar el parto de novillas de reemplazo a alrededor de los 24 meses de edad, o antes dependiendo de los criterios de la finca.

La rutina general de evaluación reproductiva en hatos idealmente implica: Examen de las vacas post parto, diagnóstico de preñez hacia el día 45 de la gestación o antes si se utiliza ultrasonido para el diagnóstico de preñez temprana en vacas inseminadas, vacas problema que no han sido inseminadas o que son repetidoras habituales, rechequeo de vacas que han sido diagnosticadas y tratadas previamente y aquellas que no han presentado celos, reconfirmar preñez al día 120 de la gestación y de nuevo al secado. Aunque este sistema puede parecer excesivo por el número de palpaciones por vaca, no se busca suplir deficiencias en las técnicas de diagnóstico gestacional, sino que brinda la oportunidad de realmente evaluar y detectar posibles problemas de la gestación durante periodos de riesgo conocidos. El conocimiento de las problemáticas y los factores de riesgo asociados a los problemas de pérdida embrionaria o fetal permiten la realización y diseño de programas de control, (21) como por ejemplo la implementación de programas de vacunación en los grupos de alto riesgo en aquellos casos en que el programa lo requiere, como también la realización de tratamientos o protocolos de sincronización de celos al momento de la visita, de esa forma no solo se maximiza la efectividad de los tratamientos ya que son administrados en el momento oportuno,

sino que también se garantiza la correcta administración de los mismos.

Con base en la información reproductiva del hato, se debe definir la redistribución de los grupos etéreos en aquellos casos en que la organización se hace basada en el estado reproductivo de los animales, por ejemplo reconfirmar preñez en vacas con 6-7 meses de gestación permitirá decidir cuándo se deberán ser secadas y movidas a los grupos de vacas secas, por tanto se pueden establecer normas de manejo para cada uno, particularmente enfatizando en el periodo de transición, (22) en el manejo adecuado de los partos y la disminución de los casos de distocia, (23) e infecciones uterinas postparto (24).

La información acerca del desempeño reproductivo individual y de la población provee datos sobre fechas y número de partos, inseminaciones previas o servicios, número de lactancia y producción actual o total, o en el caso de ganado de carne datos de peso de las crías al destete y número de días transcurridos entre el parto y la una nueva preñez. Esta información puede entonces ser evaluada y convertida en de indicadores de evaluación de la productividad como: Días Abiertos, Servicios por concepción, Intervalo entre partos, porcentaje y eficiencia en la detección de celos, tasas de concepción, tasas de natalidad entre muchos otros (15). De manera adicional permite establecer la incidencia/prevalencia de las enfermedades que afectan la reproducción a través de la casuística obtenida en cada visita (prevalencia) y así tomar decisiones diagnósticas, terapéuticas o de control y prevención (25) Una aplicación más del correcto uso de la información es que permite ajustar en la implementación de normas de manejo como por ejemplo en cuanto a horarios y métodos de detección de celos, manejo adecuado del semen, técnicas y tiempos de inseminación tanto en vacas como en novillas. En gene-

ral, provee los elementos necesarios para el diagnóstico, control y prevención de problemas que impactan la eficiencia reproductivas, lo cual permite el establecimiento de rutinas de diagnóstico (26).

De manera adicional, la buena utilización de la información generada a través del seguimiento de los programas de salud de hato permite establecer criterios de selección diferencial basados en los aspectos fertilidad, eficiencia reproductiva o productiva (27) La eficiencia reproductiva de un hato es directamente proporcional a la eficiencia productiva, por ésta razón es la responsable de un gran porcentaje de la evolución y desarrollo de cada hato. De ésta manera es posible establecer algunos criterios de mejoramiento genético a través de la adecuada programación de reproductores o de la selección de los toros para inseminación artificial, lo cual permite utilizar herramientas tales como: la evaluación lineal, el estudio de las líneas familiares tanto de los ascendentes paternos y maternos como de la progenie.

3. SALUD DE LA GLÁNDULA MAMARIA, CONTROL Y PREVENCIÓN DE MASTITIS Y CALIDAD DE LA LECHE

Un aspecto fundamental en la medicina de la producción tiene que ver con la cantidad de leche producida, la salud de la glándula mamaria (28) y la prevención de mastitis (29) pero también vela por la calidad de la misma, en virtud a la vigencia de los acuerdos de competitividad las cuales obligan a:

- Producción de leche de gran calidad tanto nutricional como desde el punto de vista microbiológico. Para ello deben ser utilizados los resultados de evaluación de: Sólidos totales, % proteína, grasa, y otros que expresan calidad nutricional; Tiempos de reductasa, grado de de acidez e índice de acidez coagulada y crioscopia, recuentos bacteriológicos

que permiten evaluar la posibilidad de contaminación ambiental, el uso de inhibidores y la adulteración de la leche.

- Adecuado manejo en la reducción y eliminación de fármacos y sus residuos en leche y carne.
- Reducción del número de células somáticas por vaca y en tanque
- Genera eventos de manejo rutinario del sistema de ordeño
- Obliga a la implementación de técnicas diagnósticas periódicas tales como la evaluación del sistema y funcionamiento de los equipos, recuentos de células somáticas, evaluación de los estados inflamatorios clínicos y subclínicos, recuentos bacteriológicos y cultivos microbiológicos.
- Provee información importante en términos de: Producción promedio, número y duración de la lactancia, producción en lactancia terminada, duración del periodo seco.
- Establece criterios de manejo sanitario en cuanto a la utilización de selladores de pezón, selección de los antibióticos a utilizar en el período seco orientados al control y prevención.
- Permite correlacionar y entender problemáticas reproductivas, nutricionales, sanitarias o medio ambientales que impactan y afectan la producción.
- Establece excelentes criterios de selección.

El médico veterinario debe en cada visita, evaluar el sistema y generar índices e indicadores de salud que le permitan monitorear y controlar los problemas derivados de la producción de leche.

4. NUTRICIÓN

Los aspectos nutricionales sin duda alguna son decisivos y de gran importancia y en

nuestro medio representan una de las grandes limitantes en la eficiencia productiva de los hatos (30). De una buena nutrición dependen factores de manejo fundamentales tanto en la eficiencia productiva como también de la salud general y el desempeño reproductivo (31).

Algunos de los parámetros que reflejan el programa nutricional y que pueden ser normalmente evaluados en general son: Evaluación de la condición corporal por grupo de animales y estado de la producción (16), promedios de producción, pico de lactancia y persistencia de la misma, días en lactancia, % de grasa y proteína en leche y la relación existente entre las dos, peso y edad al primer servicio y primer parto (32), en animales jóvenes, ganancias de peso, curvas de crecimiento o pesos al destete en el caso de ganado de carne. La consistencia de la materia fecal es un buen indicador del adecuado balance de la ración.

El monitoreo constante del programa de nutrición permite establecer el modelo adecuado animal con miras a decidir sistemas y tipos de pastoreo, clase y siembra de forrajes, tiempos de rotación y esquemas de fertilización de los mismos y permite definir la capacidad de carga de una explotación. Además, decide el tipo de sistema de alimentación y suplementación de concentrados y minerales, así como la utilización de subproductos de cosecha o conservación de forrajes. Existen herramientas adicionales como son los análisis bromatológicos y de suelos, los cuales en presencia de la alteración de uno o algunos de los parámetros mencionados y con la correcta asesoría de un nutricionista permitirán implementar los correctivos pertinentes. El programa de nutrición juega un papel fundamental en la disminución de la presentación de enfermedades metabólicas y carenciales, también es fundamental en los fenómenos de inmunidad de hato.

5. SEGUIMIENTO Y SELECCIÓN DE LOS ANIMALES DE REEMPLAZO

Es de vital importancia monitorear y seguir las tasas de crecimiento y ganancias de peso de los animales de reemplazo como indicador de sanidad (33) y también como método de evaluación del sistema nutricional, el cual está asociado con la futura eficiencia reproductiva de las novillas (34). Parámetros como peso al nacimiento, peso al destete, ganancia diaria, peso al primer servicio, entre otros son de gran utilidad no solo para la evaluación del sistema, sino también para fijar metas y criterios de selección diferencial mínimos (27).

6. BIOSEGURIDAD Y VACUNACIÓN ESTRATÉGICA

Los programas de salud de hato requieren de la implementación adecuada de un programa de bioseguridad y biocontención de enfermedades. La meta es disminuir las pérdidas económicas asociadas a la introducción o falla en el control de enfermedades en el hato (35, 36). Los esquemas de vacunación forman parte activa del esquema de bioseguridad y constituyen un factor muy importante en el control y prevención de enfermedades. Sin embargo los factores de manejo relacionados con el diseño de los programas de vacunación, no serán discutidos en este artículo, sobra resaltar la importancia de dichos programas mismos en el mantenimiento de explotaciones sanas que no sean impactadas por procesos patológicos que afecten la productividad

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS

HERRAMIENTAS CUANTITATIVAS Y MEDIDAS EPIDEMIOLÓGICAS

La epidemiología provee herramientas importantes para el desarrollo de los programas salud de hato (37). La recolección

y el análisis de los datos de la finca son importantes para detectar los problemas y también para poder poner en práctica de los planes terapéuticos y diagnósticos encaminados a corregir problemáticas que afecten la salud y el desempeño productivo, así mismo, permiten la supervisión y evaluación de los resultados. El médico veterinario comprometido con la salud de hato podrá maximizar sus horizontes de trabajo con el uso de las técnicas cuantitativas aplicadas al diagnóstico poblacional. La idea es unificar algunos conceptos en la forma en que se miden las frecuencias de presentación de una enfermedad con el objeto de producir información homogénea y comparable entre distintas poblaciones de animales (38, 39).

MEDIDAS DE FRECUENCIA DE LA ENFERMEDAD

- **Cuenta:** Enumeración simple del número de casos de la enfermedad o de una condición en una población. Puesto que el tamaño de la población no se considera, las cuentas tienen un valor epidemiológico limitado
- **Radios o Cocientes:** Representan la relación existente entre dos números. Ej. El radio entre la conversión de alimentación de terneras es de 2,5 a 1. Quiere decir que por cada 2,5 unidades de alimento consumido, las terneras aumentaron 1 unidad.
- **Proporción:** Es una fracción donde el numerador (número de animales con la enfermedad) se incluye en el denominador (número total de animales a riesgo de desarrollar la condición)
Ej. De 1000 terneros nacidos en una finca, 946 fueron destetados.
La proporción de terneros destetos es $946/1000 = 0,946$, o 94,6%
- **Odds o Probabilidad:** Es una fracción en la cual el numerador no es un subconjunto del denominador

Ej. Si se presentaron 3 mortinatos y 120 nacimientos vivos, la probabilidad de que se presentaran los mortinatos sería de $3:120 = 0,025:1$ o 25 mortinatos por cada 1.000 nacimientos vivos

- **Tasa:** Es un radio o cociente en el cual el denominador es el número de animales a riesgo durante un periodo de tiempo

Ej. En una ganadería se han presentado 30 casos de neumonía en un grupo de 100 terneras en los últimos tres meses, la tasa o incidencia de neumonía entonces es $30/(100 \times 3) = 0,1$ o lo que equivale a 0,1 casos por ternera por mes.

- **Prevalencia:** Describe qué proporción de la población presenta una enfermedad o la condición en un punto específico en tiempo. La prevalencia es como tomar una fotografía actual del estado de una enfermedad en una población, es decir solo nos indica el número de animales que presentan una condición determinada en un momento determinado.

Ej. Se tomaron 250 muestras de sangre en un grupo de novillas de una finca para realizar serologías para IBR, el resultado mostró que 25 tenían anticuerpos, entonces la sero-prevalencia de anticuerpos de IBR para esa población de novillas es de $25/250$ o del 10%.

$$\text{prevalencia} = \frac{\text{\#de individuos enfermos en un tiempo específico}}{\text{\#de individuos en la población en un tiempo específico}}$$

- **Incidencia:** describe la frecuencia de presentación de los casos nuevos en una población definida que ocurren durante un período del tiempo específico. La incidencia a diferencia de la prevalencia ofrece una medida dinámica de la velocidad con que ocurre una enfermedad en una población, es como rodar una “película” del estado de la enfermedad

Ej. Al sangrar de nuevo las novillas del ejemplo anterior al mes siguiente se encontraron otras 5 novillas con anticuerpos de IBR, entonces la incidencia mensual de IBR para esa población de novillas sería de $5/225$ o 2,2%

Nota: Las 25 novillas que se encontraron positivas el mes anterior no fueron incluidas en el denominador para este rea-

lizar el cálculo, pues se considera que ya no estaban a riesgo de desarrollar anticuerpos contra IBR puesto que ya los tenían.

Existen dos formas de medir la incidencia:

Incidencia acumulada (IA) (también llamada riesgo de la incidencia) su rango va desde 0 a 1, no tiene ninguna unidad, pero va siempre ligada a un intervalo de tiempo específico. Esta medida se puede utilizar para hacer predicciones individuales.

Por ejemplo un estudio pudo encontrar que una vaca de cuatro años y positiva por ELISA a paratuberculosis tiene una probabilidad del 15% de desarrollar enfermedad clínica durante el año próximo.

La IA se calcula así

$$\text{Incidencia Acumulada} = \frac{\text{\#de animales que se enferman durante un periodo de tiempo}}{\text{\#de animales a riesgo al inicio del periodo de tiempo}}$$

Tasa de la incidencia (llamada a veces densidad de la incidencia). Esta no es una proporción; por lo tanto puede ser mayor de 1. Suponga que usted está siguiendo 10 Toros para determinar si hay evidencia de la presentación de hidrocele durante 12 meses. Ocho de los toros no desarrollaron signos clínicos de hidrocele, es decir que contribuyeron $8 \times 12 = 96$ toros por mes, 1 toro mostró signos clínicos después de 4 meses, y otro después de 10 meses. La tasa de presentación o incidencia de hidrocele

entonces se puede medir como $2/(96 + 4 + 10) = 2/110 = 0,018$ casos/toro/mes. La interpretación sería que cada toro tiene 21,8% ($12 \times 0,018$) de probabilidad de desarrollar hidrocele en un periodo de 12 meses bajo esas mismas condiciones.

Cuando el tamaño de la población no cambia con relación al tiempo, entonces se puede decir cuando las enfermedades son poco frecuentes (menos del 5%),

La TI se calcula así

$$\text{Tasa de incidencia} = \frac{\text{\#de animales que se enferman durante un periodo de Tiempo}}{\text{suma del periodo libre de enfermedad de todos los individuos a riesgo}}$$

Es importante aclarar que la prevalencia depende de la incidencia de la enfermedad y de la duración media de la misma. Un cambio en la prevalencia puede ser el resultado de un cambio en incidencia o la duración de la enfermedad. La prevalencia elevada puede ser un reflejo de un alto riesgo de sufrir una enfermedad o de la supervivencia o persistencia prolongada a la misma sin que se logre una cura; por otro lado, la prevalencia baja se puede deber a un riesgo bajo, a la progresión fatal y rápida de la enfermedad, o a la curación rápida de la misma. Por estas razones es más recomendable utilizar la incidencia como medida de enfermedad, aunque en la práctica veterinaria rutinaria estos indicadores de enfermedad son menos comunes de usar y resultan un poco confusos al principio (39).

MEDIDAS CRUDAS Y ESPECÍFICAS

Medidas crudas Son una medida de la cantidad total de enfermedad que está pre-

sente en una población; no toman en cuenta la estructura de la población afectada de manera estratificada, por ejemplo: edad, sexo, la raza o el tipo de sistema de producción, los cuales pueden tener un efecto profundo en la ocurrencia de una enfermedad en una población (40).

Medidas específicas Describen la ocurrencia de la enfermedad en las categorías específicas en que se distribuye la población en relación con ciertas cualidades del huésped. El numerador y el denominador aplican a una o más categorías de una población con cualidades específicas, es muy útil a la hora de comparar diferentes grupos de población (40).

Ejemplo: La tasa cruda semanal del tratamiento para diarrea en dos fincas con número de animales similar es el 3% para la finca A y del 10% para la finca B. Si se analizan los datos desde el punto de vista la tasa de tratamiento por el número de días en la finca, vemos el siguiente

MEDIDAS DE ASOCIACIÓN PARA ESTABLECER CAUSALIDAD

POSTULADOS DE HENLE-KOCH: (41)

En epidemiología, la causalidad se define como el estudio de la relación etiológica entre la exposición a un patógeno o factor de riesgo y la presentación clínica de la enfermedad. La búsqueda de la causa, tiene al menos dos justificaciones:

En primer lugar, el hecho de entender la causa nos permitirá generar cambios. Podríamos definir la relación causal entre la exposición y el efecto en términos del cambio que sufre el último cuando se modifica el primero. Un nivel de intervención orientado a alterar la exposición es exitoso en modificar el efecto, solamente si la exposición es la causa real del desenlace. La exposición puede ser un excelente predictor del efecto, sin ser necesariamente su verdadera causa. Es decir, que la asociación no siempre prueba la causalidad. En segundo lugar, el estudio de las etiologías o de las causas conlleva a estudiar y aprender sobre los diferentes mecanismos de enfermedad, lo cual sirve de base para generar nuevas hipótesis y para planear intervenciones que modifiquen los efectos.

Los Postulados de Henle Koch han sido utilizados para establecer la etiología de las enfermedades infecciosas y son:

- 1) El organismo debe estar presente en cada caso de la enfermedad
- 2) El organismo no debe estar presente en otras enfermedades, o en tejidos normales
- 3) El organismo se debe aislar del tejido(s) en cultivos puros
- 4) El organismo debe ser capaz de inducir la enfermedad bajo condiciones experimentales controladas.

Así mismo los criterios de Bradford-Hill deben ser considerados a la hora de establecer causalidad, estos principios generales son: (38)

- 1) Secuencia en el tiempo: una causa debe ocurrir siempre antes de su efecto.
- 2) Fuerza de la asociación: riesgo relativo, odds ratio (probabilidades, riesgo atribuible.
- 3) Relación de la Dosis con la respuesta
- 4) Consistencia de los resultados: los resultados se han replicado en otra parte.
- 5) Plausibilidad biológica: hay un mecanismo subyacente que tenga sentido.
- 6) Especificidad: Se refiere al grado de la relación entre la causa y el efecto.
- 7) Analogía: es la enfermedad análoga a otra que se conozca como causal.

También es importante conocer la dinámica de las enfermedades y con el objetivo de saber la relación que pueda existir entre el patógeno y las causas asociadas a la presentación clínica de la enfermedad ya que la sola presencia de un agente etiológico no obliga a la presentación de una enfermedad. Por ello es importante reconocer tanto las causas suficientes como las necesarias que favorecen la presentación de una entidad, las cuales se podría definir de la siguiente manera:

- Causas Suficientes: un grupo de condiciones y de acontecimientos mínimos que producen inevitable un efecto en este caso la enfermedad. Puede existir más de una causa suficiente para la presentación de una enfermedad

Por ejemplo, Fiebre de embarque en los bovinos. Pasteurella, estrés o transporte

- Causas Necesarias: Una causa sin la cual la enfermedad no puede ocurrir.

Por ejemplo, La presencia de E. coli es necesaria para la presentación de colibac-

losis, pero no necesariamente su presencia es causa de diarrea.

Una causa puede ser necesaria pero no suficiente. Un ejemplo podría ser la actinobacilosis, el *Actinobacillus ligniersi* es el agente necesario, pero se debe combinar con una lesión a la mucosa bucal para que la enfermedad ocurra. La combinación de acontecimientos, incluyendo el insulto y el agente, producen la causa suficiente.

EL USO DE LAS TABLAS DE CONTINGENCIA

Una de las metodologías más comunes en epidemiología para medir y calcular la fortaleza de la asociación entre la presencia de enfermedad y la exposición, es la utilización de tablas de contingencia de 2 x 2 las cuales permiten realizar una serie de cálculos matemáticos, para calcular medias de asociación, como se presentara a continuación:

Una tabla de 2x2, útil para mostrar la relación existente entre variables dicótomas

		Enfermo	No enfermo	
		+	-	Total
Expuesto	F+	A	B	a + b
No expuesto	F-	C	D	c + d
Total		a + c	b + d	n = a + b + c + d

Medidas de asociación Epidemiológicas para proporciones independientes en tablas de 2x2(37, 38, 40, 41)

Medida	Como se calcula:	Comentarios
Fortaleza		
Riesgo Relativo (RR)	$= [a/(a + b)] / [c/(c + d)]$	No usar en estudios de caso-control
RR Poblacional (RR_{pop})	$= [(a + c)/n] / [c/(c + d)]$	Estudios de prevalencia
Odds Ratio (OR)	$= ad/bc$	Todo tipo de estudios
Efecto		
Tasa Atribuible (TA)	$= [a/(a + b)] - [c/(c + d)]$	No en estudios casos-control
Fracción Atribuible (FA)	$= AR/[a/(a + b)]$ $= (RR - 1)/RR$	Estudios de prevalencia o longitudinales
FA Estimada	$= (OR - 1)/OR$	Para casos y controles
Efecto Total (importancia)		
Tasa Poblacional Atribuible (TPA)	$= [(a + c)/n] - [c/(c + d)]$ $= [(a + b)/n] \times AR$	Estudios de prevalencia
Fracción Poblacional Atribuible (FPA)	$= PAR / [(a + c)/n]$	

USO DEL CHI CUADRADO Y LAS MEDIDAS DE ASOCIACIÓN

A continuación se ilustra con un ejemplo el uso del chi cuadrado como medida estadística con el uso de tablas de contingencia. Se desea investigar un problema en un hato Holstein que viene presentando problemas de distocias durante el último año. Particularmente se quiere saber si la elevada condición corporal de las vacas, definida como una condición corporal ≥ 4

de una escala de 5, al momento del parto aumenta el riesgo de presentación de distocias. Usted realiza un estudio de cohorte en la finca y recolecta la información referente a la observación de los datos de todas las vacas que están próximas al parto y durante el mismo y las clasifica de acuerdo a si recibieron asistencia durante el mismo o no. Los resultados de sus observaciones se presentan a continuación en una tabla de 2x 2:

Condición Corporal	Parto asistido		Total	Tasa de distocia
	Si	No		
≥ 4	60 (a)	41 (b)	101	59,4 por 100
< 4	157 (c)	359 (d)	516	30,4 por 100
	217	400	617	35,2 por 100

A continuación se calculan e interpretan algunas medidas de asociación con base en el anterior ejemplo

Medida Epidemiológica de la asociación	Interpretación
Riesgo Relativo = $(59,4)/(30,4) = 1,95$	Las vacas con CC ≥ 4 tienen 1,95 más probabilidades de tener un parto distócico que las que tienen CC < 4
Odds Ratio = $(60 \times 359)/(41 \times 157) = 3,35$	La probabilidad de distocia en vacas con CC ≥ 4 es 3,35 veces mayor que en vacas con CC < 4
$RR_{pop} = (35,2)/(30,4) = 1,16$	La tasa de distocia en la población se incrementa 1,16 veces debido a la alta CC.
$RA = 59,4 - 30,4 = 19,0$ por 100	La tasa de distocia en vacas con CC ≥ 4 que puede ser atribuida a estar sobre condicionada es 19,0 por 100.
$AF = (59,4 - 30,4)/(59,4) = 0,488$	49% de las distocias que ocurren en vacas sobre condicionadas se puede atribuir a la alta condición corporal al parto.
$PAR = 35,2 - 30,4 = 4,8$ por 100	La tasa de distocia en la población que puede ser atribuida a la alta CC es 4,8 por 100. Es decir que se esperaría que la tasa de distocia disminuya en un 4,8 por 100 si todas las vacas llegan al parto con una CC < 4 .
$PAF = (4,8)/(35,2) = 0,136$	14% de los casos de distocia se pueden atribuir a la presencia de algunas vacas con elevada CC.

Para calcular la probabilidad de que un error en el muestreo sea el responsable de las diferencias observadas, se requiere de una prueba estadística. Si las diferencias observadas son significativamente diferentes, se puede concluir que es poco probable que un error en el muestreo haya sido el responsable de haber producido las diferencias observadas. En este caso se puede concluir que el factor y la enfermedad están asociados. Esto no implica que la diferencia fue debida a la exposición; implica solamente que era poco probable que el error de muestreo hubiera producido la diferencia. Otros factores además del azar o de la variable independiente habrían podido causar las diferencias. En el caso del ejemplo anterior se recomienda realizar una prueba del chi-cuadrado utilizando la siguiente fórmula para los valores e la tabla de 2x2:

$$x^2 = \frac{((a'd) - (b'c))^2 \cdot n}{(a+b)'(c+d)'(a+c)'(b+d)}$$

Donde obtenemos para este ejemplo que el valor de Chi-cuadrado = 31,1. El valor crítico del Chi-cuadrado a un nivel de significancia del 5 % es 3,84. Considerando que el valor del Chi-cuadrado obtenido en es mucho mayor de 3,84, uno puede asumir con seguridad que las diferencias observadas no se deben solamente al azar o a la casualidad; es decir, que la presentación de distocias y la elevada condición corporal ≥ 4 , tienen un nivel de asociación alto para esta población. El paso siguiente a seguir para solucionar el problema en este caso hipotético sería revisar el manejo de la nutrición durante el periodo seco y de transición para establecer los correctivos adecuados, también valdría la pena revisar si la duración del periodo seco es adecuada o si existen otras causas que puedan estar influyendo en la alta condición corporal de las vacas al parto.

REFERENCIAS

1. Frankena K, Noordhuizen JP, Stassen EN. Applied epidemiology: another tool in dairy herd health programs? *Vet Res.* 1994;25(2-3):234-238.
2. Radostits OM, Leslie KE, Fetrow J. *Herd health: Food animal production medicine* 2nd edition ed. Philadelphia, PA: W.B. Saunders 1997.
3. Van Horn HH, Wilcox CJ. *Large Dairy Herd Management* 1st edition ed. Champaign, IL: Management Services. American Dairy Science Association; 1992.
4. Noordhuizen JPTM, Brand A, Dobbelaar P. Veterinary herd health and production control on dairy farms I. Introduction to a coupled basic system and flexible system. *Preventive Veterinary Medicine.* 1983;1(3):189-199.
5. Engelken TJ, Trejo CHE, Voss K, et ál. Reproductive Health Programs for Beef Herds: Analysis of Records for Assessment of Reproductive Performance. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology (Second Edition).* Saint Louis: W.B. Saunders; 2007:490-496.
6. LeBlanc SJ, Lissemore KD, Kelton DF, Duffield TF, Leslie KE. Major advances in disease prevention in dairy cattle. *J Dairy Sci.* Apr 2006;89(4):1267-1279.
7. Esslemont RJ, Kossaibati MA. Incidence of production diseases and other health problems in a group of dairy herds in England. *Vet Rec.* Nov 16 1996;139(20):486-490.
8. McConnel CS, Garry FB, Lombard JE, Kidd JA, Hill AE, Gould DH. A necropsy-based descriptive study of dairy cow deaths on a Colorado dairy. *J Dairy Sci.* May 2009;92(5):1954-1962.
9. Behymer DE, Riemann HP, Utterback W, C DE, Franti CE. Mass screening of cattle sera against 14 infectious disease agents, using an ELISA system for monitoring health in livestock. *Am J Vet Res.* Oct 1991;52(10):1699-1705.

10. Carrier J, Stewart S, Godden S, Fetrow J, Rapnicki P. Evaluation and use of three cow-side tests for detection of subclinical ketosis in early postpartum cows. *J Dairy Sci.* Nov 2004;87(11):3725-3735.
11. Lastein DB, Vaarst M, Enevoldsen C. Veterinary decision making in relation to metritis a qualitative approach to understand the background for variation and bias in veterinary medical records. *Acta Vet Scand.* 2009;51:36.
12. Conrad PA, Mazet JA, Clifford D, Scott C, Wilkes M. Evolution of a transdisciplinary "One Medicine-One Health" approach to global health education at the University of California, Davis. *Preventive Veterinary Medicine.* 2009;92(4):268-274.
13. Aarestrup FM. Monitoring of antimicrobial resistance among food animals: principles and limitations. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health.* Oct-Nov 2004;51(8-9):380-388.
14. Hill AE, Green AL, Wagner BA, Dargatz DA. Relationship between herd size and annual prevalence of and primary antimicrobial treatments for common diseases on dairy operations in the United States. *Prev Vet Med.* Apr 1 2009;88(4):264-277.
15. Noordhuizen JPTM, Brand A. Veterinary herd health and production control on dairy farms III. Index list on reproduction and lameness. *Preventive Veterinary Medicine.* 1983;1(3):215-225.
16. Noordhuizen JPTM, Wilbrink H, Dobbelaar P, Brand A. Veterinary herd health and production service on dairy farms V. Index list on metabolic/nutritional diseases, body condition score and ration composition. *Preventive Veterinary Medicine.* 1985;3(3):289-300.
17. Kelton DF, Lissemore KD, Martin RE. Recommendations for recording and calculating the incidence of selected clinical diseases of dairy cattle. *J Dairy Sci.* Sep 1998;81(9):2502-2509.
18. Bartlett PC, Kaneene JB, Kirk JH, Wilke MA, Martenuik JV. Development of a computerized dairy herd health data base for epidemiologic research. *Preventive Veterinary Medicine.* 1986;4(1):3-14.
19. Van Dorp RT, Martin SW, Shoukri MM, Noordhuizen JP, Dekkers JC. An epidemiologic study of disease in 32 registered Holstein dairy herds in British Columbia. *Can J Vet Res.* Jul 1999;63(3):185-192.
20. Ayres SL, Robert S Y, Dvm, et ál. Reproductive Health Program. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology (Second Edition).* Saint Louis: W.B. Saunders; 2007:597-602.
21. Thurmond MC, Branscum AJ, Johnson WO, Bedrick EJ, Hanson TE. Predicting the probability of abortion in dairy cows: a hierarchical Bayesian logistic-survival model using sequential pregnancy data. *Prev Vet Med.* May 10 2005;68(2-4):223-239.
22. Mulligan FJ, O'Grady L, Rice DA, Doherty ML. A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. *Animal Reproduction Science.* 2006;96(3-4):331-353.
23. Norman S, Youngquist RS, Robert S Y, et ál. Parturition and Dystocia. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology (Second Edition).* Saint Louis: W.B. Saunders; 2007:310-335.
24. Risco CA, Youngquist RS, Shore MD, et ál. Postpartum Uterine Infections. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology (Second Edition).* Saint Louis: W.B. Saunders; 2007:339-344.
25. Sheldon IM, Wathes DC, Dobson H. The management of bovine reproduction in elite herds. *The Veterinary Journal.* 2006;171(1):70-78.
26. Grohn YT, Rajala-Schultz PJ. Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Anim Reprod Sci.* Jul 2 2000;60-61:605-614.
27. Noordhuizen JPTM, Van Meurs GK, Braun RK, Brand A. Veterinary herd health and production service on dairy farms IV. Index list on calf rearing and cow culling. *Preventive Veterinary Medicine.* 1985;3(3):277-287.

28. Noordhuizen JPTM, Brand A, Dobbelaar P, Wilbrink H. Veterinary herd health and production control on dairy farms II. Index list on milk production and udder health. *Preventive Veterinary Medicine*. 1983;1(3):201-213.
29. Pyorala S. New strategies to prevent mastitis. *Reprod Domest Anim*. Aug 2002;37(4):211-216.
30. Nordlund KV, Cook NB. Using herd records to monitor transition cow survival, productivity, and health. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2004;20(3):627-649.
31. Heuer C, Schukken YH, Dobbelaar P. Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *J Dairy Sci*. Feb 1999;82(2):295-304.
32. Stassen EN, Noordhuizen JP, Goelema JO, Perez E, van Wuijckhusie-Sjouke LA, Wertenbroek CJ. Age and weight at first calving and subsequent performance in Dutch dairy cattle from rearing farms. *Vet Q*. Jul 1991;13(3):180-184.
33. Heikkilä AM, Nousiainen JI, Jauhiainen L. Optimal replacement policy and economic value of dairy cows with diverse health status and production capacity. *J Dairy Sci*. Jun 2008;91(6):2342-2352.
34. Larson RL, Randle RF, Robert S Y, et ál. Heifer Development: Nutrition, Health, and Reproduction. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology (Second Edition)*. Saint Louis: W.B. Saunders; 2007:457-463.
35. Faust MA, Kinsel ML, Kirkpatrick MA. Characterizing biosecurity, health, and culling during dairy herd expansions. *J Dairy Sci*. Apr 2001;84(4):955-965.
36. Ortiz-Pelaez A, Pfeiffer DU. Use of data mining techniques to investigate disease risk classification as a proxy for compromised biosecurity of cattle herds in Wales. *BMC Vet Res*. 2008;4:24.
37. Schwabe CW, Riemann HP, Franti CE. *Epidemiology in veterinary practice*. Philadelphia, U.S.A.: Lea & Febiger; 1977.
38. Thrusfield M. *Veterinary epidemiology*. 3rd edition ed. Oxford, England: Blackwell Science; 2005.
39. Dohoo IR, Martin W, Stryhn H. *Veterinary epidemiologic research*. Prince Edward Island, Canada: Atlantic Veterinary College Inc. University of Prince Edward Island; 2003.
40. Rothman KJ, Greenland S. *Modern Epidemiology*. 2nd edition ed. Philadelphia, U.S.A.1998.
41. Pfeiffer DU. *Veterinary Epidemiology. An Introduction*.: Royal Veterinary College, University of London, United Kingdom; 2002.