

INDICADORES DE SALUD Y PRODUCCION

Jorge Luis Parra A.⁹

La producción animal necesita ser cuantificada en términos que sean de utilidad para el Estado, el productor, el asistente técnico y el investigador ; deben ser sencillos, de fácil cálculo e interpretación y muy cercanos a la realidad que los origina.

La cuantificación puede tener cifras absolutas o relativas, las primeras son el recuento de eventos, que el productor y el asistente técnico deben determinar como importantes para los posteriores análisis de rentabilidad, y que deben plasmarse en los registros.

Ejemplo ; No. de abortos
No. de partos
No. de muertos
No. de animales vendidos como producto
No. de animales vendidos por descarte
No. de animales comprados
No. de litros de leche vendida

Las cifras absolutas tienen importancia en algunas enfermedades de control oficial como alerta para actuar en salud humana y animal por ejemplo : presentación de 10 casos de cólera humano en 1955 y 100 casos 1996, o 50 predios con rabia pareciente en 1995 y 2 en 1996.

Las cifras absolutas constituyen la base para construir las cifras relativas al ser relacionadas con componentes de población, tiempo y espacio. No es lo mismo hablar de 50 partos en 2 predios cuando la población de vacas en ellos es diferente.

Las medidas de frecuencia relativa generalmente son expresadas como tasas, razones y proporciones, conceptos diferentes pero erróneamente homologados entre sí.

⁹ DM. V. M. Sc. Investigador Asistente. Programa Regional de Investigación Pecuario. CORPOICA, Regional 8. C.I. La Libertad A.A. 3129. Villavicencio, Colombia.

TASAS

Las tasas describen la velocidad promedio a la cual un evento de interés ocurre por unidad de animal-tiempo (Martín et al., 1987), es decir, las tasas necesariamente tienen un componente interno de tiempo que puede ser expresado en años, meses, verano, invierno, etc. y al cual deben referirse el numerador y denominador.

Una regla básica al formar una tasa es que cada animal solamente debe presentar el evento una vez durante el período de tiempo en que se calcula, aunque para eventos de salud como mastitis donde en la lactancia un animal puede presentarlo más de una vez, se emplean períodos cortos sucesivos para su verdadero cálculo (Martín et al. 1987) y no tienen aplicación a nivel individual sino poblacional.

Así como la velocidad de un vehículo es expresada en km/hora o m/seg., las tasas en salud y producción animal se expresan como eventos por animales-año o por animales-mes (Alvarez, M.C. : 1993).

Cálculo de animal-tiempo : es la sumatoria generalmente en días, que cada animal permanece en un predio durante el período de estudio y tiene la probabilidad de presentar el evento de interés.

Ej : Vaca-año = 1 vaca que permanece 365 días en un predio
Vaca-año = 2 vacas cada una con 182 días en un predio
Vaca-año = 12 vacas cada una un mes en un predio

Este concepto es elaborado y requiere absoluta precisión en la información ; sin embargo, los soportes lógicos desarrollados para ganadería lo calculan con exactitud, siempre y cuando se alimente con las fechas de ingreso (Nacimiento, compra, transferencia) y de egreso (Muerte, venta, transferencia, otros) de cada uno de los animales.

Para obviar lo anterior las tasas se pueden calcular con un denominador que promedie el número de animales al inicio y al final del período de análisis que pueden presentar el evento de interés.

Tasa verdadera =
$$\frac{\text{No. animales presentan evento X en período Y}}{\text{animales} - \text{tiempo en período Y}}$$

Tasa verdadera aproximada =
$$\frac{\text{No. animales presentan evento X en tiempo Y}}{\text{No. promedio animales (NPA) que pueden presentar evento en el período de estudio (NPA)}}$$

Animales tiempo : sumatoria de período de tiempo que cada animal de la población en estudio estuvo expuesto a presentar el evento.

NPA : (No. animales inicio período - No. animales final período)/2

Tasa de riesgo : cuando no se conoce la población inicial o final, la aproximación a la tasa verdadera puede calcularse como :

$$\frac{\text{No. de animales presentan evento}}{\text{Población promedio en el período}}$$

Cuando se habla de una tasa de natalidad del 0.47 por año, se está expresando que por cada vaca que permanece un año en el predio, se obtiene 0.47 terneros, o por cada 100 vacas-año se obtienen 47 terneros. Si la tasa quiere expresarse en meses, se asume una tasa constante = $0.47/12=0.039$ terneros por vaca-mes ; sin embargo, como ya se anotó mensualmente se pueden calcular las tasas teniendo en este caso como numerador el número de terneros nacidos en 1 mes y como denominador vacas-mes del mismo período.

Las tasas más empleadas en salud y producción animal son :

- Tasa de natalidad
- Tasa de mortalidad por grupos etáreos
- Tasa de descarte
- Tasa de extracción
- Tasa de incidencia para enfermedades (morbilidad)

RAZONES

Los eventos relacionados no están contenidos el uno dentro del otro ; el evento que anuncia la razón constituye el denominados y se expresa como unidad.

Ejemplo : Razón vacas por toro

$$\frac{\text{No. de vacas en una población}}{\text{No. de toros en servicio}}$$

Ejemplo : Razón ternero (a)/vaca
 $150 \text{ terneros} / 396 \text{ vacas} = 0.38$

Por cada vaca hay 0.38 ternero (a) s
Por cada 10 vacas hay 3.8 ternero (a) s
Por cada 100 vacas hay 38 terneros

La razón anterior no es una tasa de natalidad o una probabilidad de partos, pero sí es una buena aproximación a la tasa de supervivencia al destete, y es un indicador útil en visitas para levantamiento inicial de poblaciones donde no se tienen registros y es difícil estimar una tasa de natalidad verdadera.

Las razones más empleadas en salud y producción animal son :

- Vacas/toro
- Novillo/vaca
- Ternero/vaca
- Bovinos/hectárea ganadera
- Mano de obra familiar/mano de obra asalariada
- Area agrícola/área ganadera

PROPORCIONES

El numerador está contenido dentro del denominador ; por tanto, su valor será menor de uno y es una expresión de probabilidad puntual o acumulada que puede manejarse por periodos de tiempo y subpoblaciones definidas.

Ejemplo : en una visita inicial a un predio se encuentran 8 terneros con diarrea de una población de 15.

Porcentaje de terneros con diarrea = $(8/15) \times 100 = 53\%$

En este sentido una proporción puntual como la del ejemplo (prevalencia) es una media y como tal puede calcularse su intervalo de confianza.

P = probabilidad del evento $(8/15 = 0.53)$
q = probabilidad del no evento $(1-p) = 0.47$

$$IC = p \pm (Es \times 1.96) \quad IC = 0.53 \pm \sqrt{\frac{0.53 \times 0.47 \times 1.96}{15}}$$

1.96 = Valor del para un grado de confianza de 95%

Muchas de las comúnmente denominadas tasas que se emplean en producción pecuaria son proporciones que expresan probabilidad de la ocurrencia de un evento en forma puntual o acumulada.

Indicadores de salud y producción más importantes

La literatura es prodiga en señalar gran cantidad de tasas, razones y proporciones ; sin embargo, vale la pena llamar la atención que con los indicadores más usuales pocas veces se dice cómo se obtuvieron.

A continuación se relaciona una lista incompleta de la gran cantidad de medidas biológicas y/o económicas ; sin embargo, unas están relacionadas o contenidas en otras y es necesario escoger las más sensibles relacionadas con ingreso, egreso, desarrollo y producción.

Edad al primer servicio
Edad a la concepción
Edad al primer parto
Tasas de supervivencias por edades
Tasa de destete
Tasa de natalidad cruda
Tasa de natalidad específica
Tasa de aborto
Tasa de extracción
Tasa de descarte
Tasas de mortalidad por edades
Tasa de fertilidad
Tasa de mortalidad perinatal
Tasa de mortalidad neonatal
Tasa de no retorno estro
Tasa de morbilidad
Tasa de letalidad
Tasa de mortalidad materna
Vida útil de la vaca
Intervalo entre partos
Días abiertos
Servicios por concepción
Intervalo, parto-primer servicio
Intervalo, parto-concepción
Producción de leche/vaca/día
Tasa de supervivencia
Producción de leche entre partos
Termeros por vida útil
Termeros destetos (o kg) por vida útil
Kg de leche/lactancia

Indicadores relacionados con ingreso de animales

Intervalo entre partos
tasa de preñez
Tasa de "importaciones"
Tasa de abortos
Tasa de reemplazo de vacas

Indicadores relacionados con egresos de animales

Tasa general de mortalidad
Tasas de mortalidad por grupo etéreo
Tasa de descarte
Tasa de extracción de animales-producto

Indicadores relacionados con desarrollo biológico

Edad al primer parto
Producción entre partos
Productos por vida útil

Razones de importancia respecto al sistema de producción

Razón novilla/vaca
Razones vacas/toro
Razón novillo/vaca

Razón ternero (as)/vaca
Bovinos/área ganadera
Porcentaje de vacas paridas en ordeño (no es una razón)

Tasa de natalidad cruda (TNC)
$$\text{TNC} = \frac{\text{No. de nacidos vivos en un período}}{\text{Población durante el mismo período}}$$

Es la tasa empleada por los organismos internacionales de salud humana para ver el incremento de la población e insumo importante, conjuntamente con la tasa de mortalidad cruda para proyectar crecimiento demográfico. Puede utilizarse en ganadería bovina para observar cuantos nacidos vivos se obtiene, por animal presente en el período.

Tasa de Natalidad específica (TN)

Es necesario normalizar el concepto o expresar claramente su forma de cálculo, ya que numerador y denominador están sujetos a diferentes interpretaciones, (Villamil, L.C. 1988).

Numerador : Terneros nacidos vivos y/o muertos incluyendo abortos
 Terneros nacidos vivos y/o muertos excluyendo abortos
 Terneros nacidos vivos
 Terneros destetos

Denominador : Vacas de cría
 Vacas de reemplazo
 Vacas más novillas de vientre
 Hembras mayores de 36 meses de edad
 Hembras edad reproductiva expuesta al toro

Tasa verdadera de Natalidad:
 (vacas) $\frac{\text{No. de terneros nacidos vivos}}{\text{Vacas-año}}$

Tasa verdadera de natalidad
 (vacas y novillas) $\frac{\text{No. de terneros nacidos vivos}}{\text{Hembras-año aptas expuestas al toro}}$

Tasa verdadera de
 natalidad (novillas) $\frac{\text{No. de terneros nacidos vivos hijos de novillas}}{\text{Novillas expuestas-año}}$

Tasa verdaderas de
 natalidad en vacas (mes) $\frac{\text{No. de terneros nacidos vivos mes x}}{\text{Vacas - mes}}$

La calidad de registros y un programa sistematizado (cuando la población es grande) permiten calcular la verdadera tasa de natalidad.

Este indicador puede estar sobreestimado si se incluyen las vacas y/o novillas que ingresaron preñadas, es decir una "natalidad importada" o vacías con un tiempo menor a la longitud de la gestión (280-282 días).

En la encuesta sobre producción y salud animal que el proyecto ICA/GTZ hizo en Córdoba, se calcularon y compraron diferentes fórmulas para la TN, obteniendo resultados estadísticamente similares para las 3 (Otte y cols : 1989).

$$TN = \frac{\text{No. de terneros en el grupo}}{100 - TMT (*)} \times \frac{1}{\text{No. total de vacas}}$$

$$TN = \frac{\text{No. terneros nacidos vivos}}{\text{No. total de vacas}} \times 100$$

$$TN = \frac{\text{Muertes reportadas} + \text{No. de terneros en el grupo}}{\text{No. total de vacas en el grupo}} \times 100$$

(*) TMT = Tasa de mortalidad en terneros

$$TMT = \frac{\text{Muertes reportadas de terneros}}{\text{No. de terneros nacidos vivos}}$$

Las fórmulas anteriores requieren registro o información confiable de terneros muertos en el período de análisis para calcular la natalidad en una visita.

Otra forma de estimar la tasa de natalidad es a través de la tasa de preñez (TP) obtenida de una muestra representativa al azar, situando en el numerador el número de animales con más de 7 meses de preñez (ya que se va a estimar la natalidad del año en curso y no una fracción de la misma tasa del próximo año). Este procedimiento es útil cuando la distribución de nacimientos es uniforme; cuando las pariciones son estacionales debe palpase 2 ó 3 meses antes del inicio/ de la época de partos (Villamil L. C : 1987).

$$TP = \frac{\text{No. de animales preñados con } > \text{ de 7 meses}}{\text{No. de animales}}$$

Una vez estimada la proporción anterior se calcula el intervalo entre partos (que es el inverso de la tasa de natalidad)

$$IP = \frac{7}{TP} \Rightarrow TN = \frac{12}{IP}$$

Ej : % vacas preñadas \geq y meses = 0.48

$$IP = \frac{7}{0.48} = 14.58 \Rightarrow TN = \frac{12}{14.58} = 0.82$$

La fórmula anterior sugiere que se pueden efectuar los cálculos con preñeces a 5 meses.

Intervalos entre partos (IP)

Es la medida más empleada para evaluar la fertilidad en una explotación (Esslemont ; 1985) y puede calcularse a partir de los registros individuales de las vacas. Es importante anotar que este período está compuesto por : el intervalo parto-concepción (IPC) y la gestación (G); a su vez, en algunos sistemas de producción intensivos, especialmente de producción de leche, se dan decisiones de manejo en donde un período variable del IPC no es empleado para inseminación o servicio (s), así los animales presenten estro.

$$IP = IPC + G \Rightarrow IPC = IP - G$$

Con un período de gestación constante (2.80 ± 1 día), si no hay pérdidas o interrupciones gestacionales, por diversas causas solas o asociadas, el período variable se encuentra en el intervalo parto concepción (DIAS-ABIERTOS) y es aquí donde concluyen y se expresan : aspectos fisiológicos normales, imbalance nutricional, enfermedades, manejo de puerperio, etc.

Es importante resaltar que esta variable no tiene una distribución normal y que el cálculo de la media puede estar sobrestimado, siendo más adecuados el uso de la mediana como medida de tendencia central.

Así mismo IP y TN están inversamente relacionadas

$$TN = \frac{1}{IP} \qquad IP = \frac{1}{TN}$$

Ejemplo : $TN = 0.50 \Rightarrow IP \text{ en días} = \frac{1 \times 365}{0.50} = 730 \text{ días}$

$$IP \text{ en meses} = \frac{1 \times 12}{0.50} = 24 \text{ meses}$$

$$IP \text{ en años} = \frac{1 \times 1}{0.50} = 2 \text{ años}$$

Mediana IP = 520 días

$$TN = \frac{1}{520} \times 365 = 0.71$$

(año) 520

$$TN = \frac{0.71}{365} \times 365 = 0.00194$$

(día) 365

$$TN = \frac{0.71}{12} = 0.005916$$

$$TN = \frac{0.71}{520} = 0.0136$$

Tasa de abortos (TA)

Generalmente es subestimada en razón a que los abortos como tal ocasionalmente son vistos por el productor, o cuando ello es así el feto es de edad avanzada generalmente > de 6 meses, pero los ocurridos entre > 45 días-meses, generalmente no son detectados y se observa o que el animal regresa al estro o muestra síntomas de expulsión de secundinas (sin que estas sean aparentes) sangrado o ubre lactante o "llena".

$$TA = \frac{\text{No. de abortos vacas en un año}}{\text{Vacas paridas + vacas abortaron}}$$

Proporción de importaciones (PI)

$$PI = \frac{\text{Animales comprados en periodos } X}{\text{Animales comprados + animales residentes en periodos}}$$

Tasa de descarte (TD)

Es un componente forzado de la tasa de extracción ya que es el descarte de animales capital por causas diferentes a la muerte como : infertilidad, enfermedades consuntivas, baja tasa de crecimiento, senilidad, etc.

Puede calcularse en forma general o para cada grupo etéreo.

$$TD = \frac{\text{No. animales descartados}}{\text{Animales - año}}$$

$$TD (\text{vacas}) = \frac{\text{No. vacas descartadas}}{\text{Vacas - año}}$$

Tasa de extracción (TEC)

Es la salida del hato de los animales por causas diferentes a la muerte incluyendo los animales capital descartados por cualquier causa.

$$\text{TEC} = \frac{\text{No. animales salen del hato}}{\text{Animales - año}}$$

Tasa de extracción específica (TE)

$$\text{TE} = \frac{\text{No. animales productos salen del hato}}{\text{Animales - año}}$$

$$\text{TE (terneros)} = \frac{\text{No. de terneros salen del hato}}{\text{Terneros - año}}$$

$$\text{Proporción vacas reemplazo} = \frac{\text{Vacas 1er parto}}{\text{Vacas} \geq 1 \text{ parto}}$$

Tasa cruda de mortalidad (TMC)

$$\text{TMC} = \frac{\text{No. de muertos en un período}}{\text{Población durante el período}}$$

Tasa de mortalidad específica (TM)

$$\text{TM} = \frac{\text{No. de muertes en un año}}{\text{Animales - año}}$$

Tasa de mortalidad en terneros (TMT)

Generalmente en la diferenciación de grupos etáreos los terneros se toman como animales menores de 1 año, Otte y Cols (1989) señalan las fórmulas que suceden como útiles en la estimación de este indicador en visitas puntuales :

$$\text{TMT} = \frac{\text{No. Terneros muertos en 1 año}}{\text{Terneros - año}}$$

$$\text{TMT} = \frac{\text{Muertes reportadas de terneros}}{\text{Muertes reportadas} + \text{No. terneros en el grupo}}$$

$$\text{TMT} = \frac{\text{Muertes reportadas de terneros}}{\text{No. terneros nacidos vivos}}$$

Si se desea ser más precisos y se considera ternero aquel animal macho y/o hembra antes del destete, se toma la edad promedio al destete como ternero-tiempo. Ejemplo : Si al destete en bovinos doble propósito ocurre a los 8 meses (240) días entonces un ternero octomes será la unidad de medida de ternero-tiempo.

$$\text{TMT} = \frac{\text{No. de terneros mueren antes destete}}{\text{Ternero - octomes}}$$

Tasa de mortalidad neonatal (TMN)

El periodo neonatal en el bovino se considera hasta los 28 días de edad

$$\text{TMN} = \frac{\text{Terneros muertos en los primeros 28 días de edad}}{\text{Terneros nacidos vivos en el período}}$$

Tasa de mortinatos (TMNA)

$$\text{TMNA} = \frac{\text{Terneros a términos nacidos muertos (TNM)}}{\text{TNM} + \text{Terneros nacidos vivos en el período}}$$

De acuerdo a lo señalado para terneros en igual forma se estima la mortalidad para los demás grupos etéreos.

Tasa de supervivencia en terneros (TS)

Se define como la proporción de terneros nacidos vivos que sobreviven al destete.

$$\text{TS} = \frac{\text{No. de terneros destetados}}{\text{No. de terneros nacidos vivos}}$$

Este indicador debe estimarse para los diferentes grupos de edad, así mismo la tasa de supervivencia puede expresarse como :

$$\text{TS} = 100 - \text{Porcentaje de Mortalidad por grupo}$$

De otro lado si se quiere estimar la tasa de viabilidad al destete para el Hato.

$$\text{TVD} = \frac{\text{No de terneros destetos}}{\text{Vacas} - \text{año}}$$

El indicador anterior es de gran utilidad pues cubre un período más allá de la natalidad hasta el destete, expresándonos la velocidad de terneros destetos por cada vaca-año ; la razón ternero (as) por vaca aproxima bien a este indicador en visitas puntuales (Villamil L, C, 1987).

$$\frac{\text{No. de terneros en el grupo}}{\text{No. de vacas}}$$

La producción en el período interpartal está compuesto por la leche extraída y el ternero desteto como unidad o peso en kg.

$$\begin{aligned} \text{PIP} &= (\text{kg leche extraída}) / \text{intervalo entre partos} \\ \text{PIP} &= (\text{kg de ternero desteto}) / \text{Intervalo entre partos} \\ \text{PIP} &= (\text{PIP leche, PIP carne}) \end{aligned}$$

Finalmente, hay que definir pocos indicadores que para los sistemas de producción de carne y/o doble propósito extensivo mejorado o intensivo pueden ser :

Edad al primer parto
Tasa de Natalidad
Tasa de Mortalidad
Producción en el período interpartos

Para ello es necesario como mínimo tener: una identificación precisa de los animales, tarjetas, registros o cuadernos donde se anote con fecha por animal por los siguientes sucesos : partos, muertes, ventas, ingresos, destete, eventos de salud, producción de leche.

Razones de importancia en identificación de sistemas de producción pecuaria.

Las razones relacionadas a continuación son indicadores de importancia que coadyuvan, analizados en forma conjunta, en la identificación de formas de organización social y económica de la producción pecuaria (Rosenberg, 1986).

Ternero/vaca
Ternero macho/ternero hembra
Novilla/vaca
Novillo/vaca
Bovinos/ha total
Bovinos/ha agropecuaria
Bovinos/ha ganadera
Bovinos/mano de obra asalariada

Razón ternero/vaca

Como ya se anotó esta razón aproxima a la tasa de destete y a la supervivencia al destete. En áreas con distribución estacional de nacimientos puede aproximar a la tasa de natalidad si la información se toma al finalizar la época de partos.

Razón ternero macho/ternero hembra

Indica la especialización del ganado en relación a la extracción o continuidad de los machos o hembras en los primeros días de edad.

Razón novilla/vaca

Aproxima sobre la proporción de descartes anuales de vacas ; sin embargo, este indicador suele reflejar aspectos conyunturales referidos al ciclo ganadero o al crecimiento potencial de la ganadería (Villamil L.C. ; 1987).

Razón novillo/vaca

Es muy empleada para identificar el tipo de especialización de la ganadería, representa la relación entre el animal producto y el animal capital. Agrupando los valores de este indicador en 4 categorías se obtienen aproximadamente a la forma de producción (Rosenberg, F.J. 1986).

Razón novillo/vaca = < 0.40

Mayor cantidad de vacas que de novillos, por cada novillo hay 2.5 vacas, indicando extracción del ternero al destete o inmediatamente después. Es compatible con cría extensiva o cría empresarial de áreas marginadas que no pueden dar por razones económicas o capacidad pastoril un mayor valor agregado a los animales producto del sistema cría bovina.

Razón novillo/vaca = > 0.40 <0.60

Extracción del novillo joven y representa las formas pre-empresariales de cría extractiva con levante de los machos, el sistema posee entre 1.66 y 2.5 vacas por cada novillo y también puede darse en formas familiares o empresariales de ciclo completo.

Razón novillo/vaca : >0.60 <1.00

El sistema posee entre 1 y 1.66 vacas por cada novillo, implicando la terminación de los machos producidos por las vacas y posiblemente el ingreso adicional de machos para su levante y/o acabado.

Razón novillo/vaca > 1.00

Es el neto predominio de los machos sobre las vacas y representa el ingreso de novillos para engorde como actividad económica principal, es característico de formas de producción de engorde intensivo o semi-intensivo.

Otras razones de utilidad en densidad ganadería son :

Bovinos/hectárea total

Bovinos/hectárea agropecuaria

Bovino/hectárea ganadera

En el primer caso interviene toda la superficie independiente de su uso actual (bosques, rastrojos, lagunas, construcciones, área ganadera y agrícola). En el segundo caso participa la agricultura permanente y temporal además de la superficie ganadera, la tercera razón específica del área ganadera, refleja la capacidad pastoril y un valor alto indica un elevado desarrollo empresarial de la ganadería.

Un alto valor de los 3 indicadores de densidad es encontrado en formas de ceba y cría empresarial de ciclo completo, con una importante rentabilidad agrícola y empleo de subproductores de cosecha y agroindustria para una ganadería intensiva. (Rosenberg, F.J. ; 1986).