




## Consideraciones acerca de la precisión necesaria en el conteo de huevos de parásitos internos en heces de ovinos

Sánchez Ana L<sup>1\*</sup> , Bell Washington<sup>1</sup> , Ponzoni Raúl W <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Animal y Pasturas. Garzón 780, 12900 Montevideo, Uruguay. \*Correo electrónico: analausan@fagro.edu.uy

Recibido: 05-04-2017      Aceptado: 19-09-2018

### Resumen

Las parasitosis gastrointestinales (PGI) causadas por nematodos constituyen una limitante sanitaria y económica de la producción ovina en sistemas pastoriles. Su control ha dependido del tratamiento con productos antihelmínticos, y esto ha resultado en el desarrollo de resistencia de los parásitos a los productos utilizados. Las consecuencias de las PGI sobre la producción ovina varían de acuerdo a la severidad del efecto del parásito considerado, la carga parasitaria, la categoría ovina considerada, y el estado nutricional y fisiológico, y llegan a decenas de millones de dólares. El método más difundido para la identificación de ovinos resistentes es el conteo de huevos de parásitos por gramo de materia fecal (HPG). La precisión utilizada más comúnmente para la medición de esta variable es de 100 HPG, pero no hay estudios que indiquen si debería ser mayor o si podría ser menor. Utilizando propiedades de la distribución uniforme, estimamos con qué precisión debería registrarse para distintos valores de desvío estándar de HPG y de la magnitud del error de medición en relación a este parámetro. Concluimos que la precisión con que usualmente registran esta característica los laboratorios (100 HPG) es más que suficiente. En programas de mejora genética, en caso de existir capacidad ociosa de medición, sería más beneficioso aumentar el número de animales medidos que la precisión con que se mide HPG.

**Palabras clave:** precisión, conteo, huevos por gramo, ovinos

## Considerations About the Necessary Precision in Internal Parasite Egg Count in Ovine Faeces

### Summary

Gastro-intestinal parasite infections (GPI) caused by nematodes constitute a health and economic limitation to sheep production in pastoral systems. Their control has relied on treatment with anthelmintic drugs, which has resulted in parasite resistance to such products. The consequences of GPI on sheep production are variable, depending on the severity of the effect of the parasite in question, the worm load, the sheep class, and the nutritional and physiological status of the sheep. Losses can reach tens of millions of dollars. The most widely used method to identify resistant sheep is by faecal egg count (FEC). The most commonly used precision when recording FEC is 100 eggs per gram of faecal matter, but there are no studies indicating whether the precision should be greater or if it could be smaller. Using properties of the uniform distribution, we estimated the precision with which FEC should be estimated for different values of the standard deviation of FEC and of the measurement error in relation to this latter parameter. We concluded that the precision with which laboratories measure FEC (100 eggs per gram) is more than enough. In genetic improvement programs, if there were surplus measurement capacity, increasing the number of animals recorded would be more beneficial than increasing measurement precision.

**Keywords:** precision, count, eggs per gram, sheep

## Introducción

Las parasitosis gastrointestinales (PGI) causadas por nematodos constituyen una de las principales limitantes sanitarias y económicas de la producción ovina en sistemas pastoriles<sup>(1)</sup>. Su control ha dependido del tratamiento con productos antihelmínticos. Esta estrategia ha resultado en el desarrollo de resistencia de los parásitos a los productos utilizados, y la consiguiente pérdida de efectividad. Las consecuencias de las PGI sobre la producción ovina varían de acuerdo a la severidad del efecto del parásito considerado, la carga parasitaria, la categoría ovina considerada, y el estado nutricional y fisiológico. Castells y otros<sup>(2)</sup> determinaron que en Uruguay el impacto en cordeiros puede alcanzar hasta un 50 % de mortandad, afectar en un 24 % la evolución del peso vivo y reducir en un 29 % la producción de lana. Estos autores estimaron que si no se aplicase ningún control de parásitos internos, las pérdidas económicas alcanzarían anualmente U\$S 41 millones, solamente contabilizando la disminución en producción de lana. En otros países, las pérdidas son igualmente alarmantes (Australia U\$S 123 millones, India U\$S 81 millones<sup>(3)</sup>).

Los métodos para la determinación de la resistencia genética se clasifican en directos, a través de la genética molecular (estudio del complejo principal de histocompatibilidad (MHC)), o indirectos basados en la expresión fenotípica de la resistencia. Esta última se puede determinar directamente mediante la estimación de la carga parasitaria a través de la identificación y conteo de parásitos. También puede estimarse indirectamente a través del conteo de huevos por gramo (HPG) en la materia fecal, y por estudio del hematocrito (titulación de anticuerpos, estudio de antígenos linfocitarios ovinos y conteo de eosinófilos). El método más difundido para la identificación de ovinos resistentes es el conteo de huevos de parásitos por gramo de materia fecal<sup>(4)</sup>.

Para medir HPG la técnica utilizada es la de Mac Master modificada<sup>(4)</sup>. En el contexto de este trabajo llamamos 'precisión' a la diferencia entre dos valores consecutivos de medición. La precisión utilizada más comúnmente es de 100 HPG (i.e. los registros toman los valores 0, 100, 200, y así sucesivamente). Para evitar un porcentaje alto de contajes de «cero», algunos laboratorios aumentan la precisión a 50 HPG o menos.

La pregunta que surge es: ¿con qué precisión es aconsejable tomar el registro de HPG? Es válido preguntarnos si un conteo más preciso (intervalos de menor magnitud)

sería beneficioso, o si un conteo menos preciso sería perjudicial por aumentar el porcentaje de ceros y reducirse la capacidad de discriminación entre animales que caen entre mediciones consecutivas. El objetivo de este trabajo es efectuar una serie de consideraciones que provean un marco lógico para decidir con qué precisión se debe medir una característica, prestando especial atención a HPG.

## Materiales y métodos

Siempre que realicemos una medición con un instrumento o técnica, estaremos suponiendo un cierto error de medición, la misma no será perfecta. La distribución uniforme (conocida también como distribución rectangular por el aspecto de su función de densidad) es un buen modelo para describir el error de medición (distribución de la probabilidad que tienen los distintos valores comprendidos entre dos unidades de la escala en una determinada medición, Figura 1)<sup>(5)(6)(7)</sup>. La distribución uniforme es útil para describir una variable aleatoria con probabilidad constante sobre el intervalo  $(a,b)$  en el que está definida, y se denota por  $U(a,b)$ . Una peculiaridad importante de esta distribución es que la probabilidad de un suceso depende exclusivamente de la amplitud del intervalo considerado y no de su posición en el campo de variación de la variable.

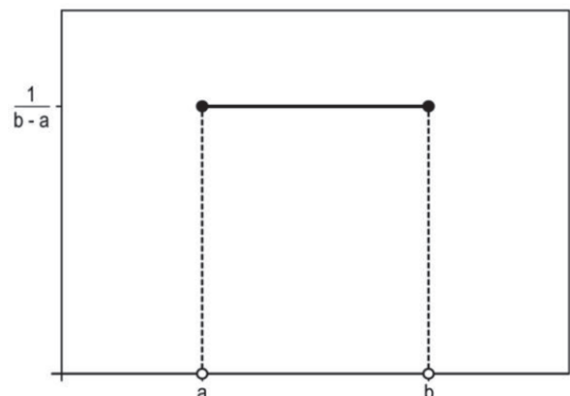


Figura 1. Función de densidad de la distribución uniforme.

La función de densidad de la distribución uniforme es definida por:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0 & \text{en otros casos} \end{cases}$$

Usando la definición de valor esperado se llega a:

$$E(x) = \frac{b+a}{2} \tag{1}$$

De acuerdo a la fórmula de varianza podemos derivar ese parámetro para la distribución del error de la medición como:

$$\sigma_M^2 = \frac{(b-a)^2}{12} = \frac{u^2}{12} \tag{2}^{(5/7)}$$

donde  $u$  es la precisión con que se mide el carácter en cuestión (por ejemplo 1/10 kg, o 1/100 kg, o 100 HPG).

Llamemos  $m$  a la relación entre varianza del error de medición ( $\sigma_M^2$ ) y la varianza fenotípica de la característica ( $\sigma_P^2$ ):

$$m = \frac{\sigma_M^2}{\sigma_P^2} \tag{3}$$

Sustituyendo la ecuación (2) en la (3) obtenemos:

$$m = \frac{u^2}{12\sigma_P^2} \tag{4}$$

Reordenando la ecuación (4) surge:

$$u^2 = m12\sigma_P^2 \tag{5}$$

Supongamos que queremos que la varianza debida al error de medición sea 100 veces menor que la varianza fenotípica de la característica, o sea que  $m = 1/100$ .

Sustituyendo dicho valor de  $m$  en la ecuación (5) obtenemos:

$$u^2 = \frac{12\sigma_P^2}{100} \tag{6}$$

De la ecuación (6) podemos despejar la precisión con que se mide el carácter en cuestión como:

$$u = 0,346\sigma_P \cong \frac{1}{3}\sigma_P \tag{7}$$

Por lo tanto, la precisión tal como la definimos, con el requisito que la varianza del error sea un centésimo de la varianza fenotípica total, es aproximadamente un tercio del desvío estándar fenotípico del carácter. He aquí entonces un criterio para decidir qué precisión necesitamos para registrar determinada característica. Nótese que lo que importa es la dispersión de la variable ( $\sigma_P$ ) y no la media. Las ecuaciones presentadas se pueden usar con otros valores, más o menos exigentes de  $m$ .

## Resultados y discusión

Las técnicas que se utilizan en los laboratorios que prestan el servicio de medición de HPG lo miden con una precisión de 100 y en algunos casos de 50 HPG. No existe actualmente un criterio definido para determinar con qué precisión se debe realizar el conteo de HPG. En la sección anterior llegamos a la conclusión de que para un valor de  $m$  bastante exigente (1/100), la precisión solo necesita ser de alrededor de 1/3 del desvío estándar fenotípico del carácter. A continuación presentamos ejemplos numéricos ilustrando cómo proceder a efectos de decidir con qué precisión debemos realizar el conteo de HPG.

Supongamos que contamos con un cúmulo de registros de HPG que nos permiten estimar los parámetros media y desvío estándar para esta característica (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Ejemplos de valores (media y desvío estándar) para HPG.

Unidad de medición Número de huevos por gramo (HPG)	Media	Desvío estándar
1. Datos no publicados de majadas de Facultad de Agronomía	1100	950
2. Datos de Goldberg and others <sup>(8)</sup>	1290	1597

Usando el valor del desvío estándar de HPG arriba presentado en primer término, y aumentando la exigencia para que en lugar de que la precisión sea un tercio del desvío estándar fenotípico, esta sea de un cuarto del desvío estándar fenotípico; la precisión necesaria para el conteo de HPG sería:

$$u = \frac{1}{4}\sigma_P = \frac{1}{4}950 = 237,5 \tag{8}$$

Por lo tanto, para HPG, medir con una precisión de unos 200 huevos por gramos es suficiente dado el desvío estándar de la característica en este ejemplo. Podemos repetir el ejercicio usando los datos de Goldberg y otros<sup>(8)</sup>. En este caso, con una exigencia de un cuarto del desvío estándar fenotípico; la precisión necesaria en el conteo de HPG sería:

$$u = \frac{1}{4}\sigma_P = \frac{1}{4}1597 = 399,3$$

Medir con una precisión de unos 400 huevos por gramo aproximadamente sería suficiente dado el desvío estándar de la característica.

La precisión usada en general de 100 HPG correspondería a valores de  $u$  obtenidos multiplicando  $\sigma_P$  por 1/10 y 1/16 aproximadamente, para los dos ejemplos presentados, respectivamente. Estos valores son marcadamente menores que lo indicado (1/3) por la Ecuación (7), y corresponden a valores de  $m$  de aproximadamente 1/1000 y 1/3000 para los dos ejemplos, respectivamente, siendo excesivamente pequeños.

## Conclusión

Desde el punto de vista estadístico los cálculos presentados indican que la práctica común de conteo de HPG en intervalos de 100 es de suficiente precisión dado el desvío estándar del carácter. Desde el punto de vista de la mejora genética es mejor pensar en registrar muchos animales y repetir registros para aumentar la exactitud de la evaluación genética, que en aumentar innecesariamente la precisión de cada medición (por ejemplo, pasar de intervalos de 100 HPG a intervalos de 50 o de 10), especialmente si esto requiere más trabajo y costo.

## Agradecimientos

Al Dr. Daniel Castells, quien en primera instancia llamó la atención sobre el problema que tratamos en este artículo.

## Contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron de igual forma al contenido.

## Bibliografía

- (1) **Perry BD, McDermott JJ, Randolph TF, Sones KR, Thornton PK.** Investing in animal health research to alleviate poverty. Nairobi: ILRI; 2002. 139 p.
- (2) **Castells D, Nari A, Rizzo E, Marmol E, Acosta D.** Efecto de los nematodos gastrointestinales sobre diversos parámetros productivos del ovino en la etapa de recría. *Prod. Ovina.* 1995; 8:17-32.
- (3) **Bishop S, de Jong M, Gray D.** Opportunities for incorporating genetic elements into the management of farm animal diseases: policy issues. Roma: FAO; 2003. 36 p. (Background study Paper; 18).
- (4) **Castells D.** Nuevo enfoque en el control parasitario de ovinos. In: Castells D, editor. *Resistencia genética del ovino y su aplicación en sistemas de control integrado de parásitos.* Roma: FAO; 2002. p. 17-24.
- (5) **Kempthorne O, Folks L.** The Rectangular Distribution. In: *Probability, statistics and data analysis.* Iowa: The Iowa State University Press; 1971. p. 104.
- (6) **Kaps M, Lamberson WR.** Random variables and their distributions. In: *Biostatistics for animal science.* Oxfordshire: CABI Publishing; 2004. p. 26-52.
- (7) **HELM.** The Uniform Distribution [Internet]. [place unknown]: [publisher unknown]; 2004 [cited 2017 Apr 4]. Available from: [http://www.personal.soton.ac.uk/jav/soton/HELM/workbooks/workbook\\_38/38\\_2\\_uniform\\_dist.pdf](http://www.personal.soton.ac.uk/jav/soton/HELM/workbooks/workbook_38/38_2_uniform_dist.pdf).
- (8) **Goldberg V, Ciappesoni G, DeBarbieri I, Rodríguez A, Montossi F.** Factores no genéticos que afectan la resistencia a parásitos gastrointestinales en Merino uruguayo. *Prod. Ovina.* 2011;21: 1-11.