

Evaluación genética de vida productiva

Asignación de Créditos Decrecientes

El cálculo de vida productiva se basa parcialmente en el método utilizado por AIPL-USDA, según se describe en Van Raden et. al (2006). De acuerdo con este método a la vaca se le asignan “créditos” por cada día en ordeño que permanece en el hato (no se asignan créditos a los días secos!). Estos créditos se suman a lo largo de todas las lactancias disponibles para obtener un acumulado final que se interpreta en términos de (días, meses, o años) de vida productiva. En el caso de una vaca ya descartada, este acumulado representa el estimado de vida productiva que será utilizado (previas correcciones) en la evaluación genética. En el caso de una vaca que todavía continúa en el hato, el acumulado se utiliza para predecir su vida productiva, de manera similar a como se predice la producción de leche a 305-d con base en una lactancia incompleta.

Los pasos a seguir para obtener el estimado de vida productiva por el método de créditos se resumen como sigue:

1. Asignar las lactancias de cada vaca a la lactancia estándar correspondiente según zona, raza, nivel de producción, época y edad de parto, ver archivo [curvas de lactancias](#). Las lactancias no registradas (en VAMPP) de cada vaca deben ser igualmente asignadas, ya que en estos casos se conoce al menos su duración, la cual se utiliza en el cálculo de vida productiva.
2. Definir una lactancia base para cada raza. Esta lactancia base tiene un valor de 305 créditos (un crédito equivale aprox. a un día de ordeño). Esta lactancia base se utiliza como estándar de comparación para asignar los créditos de vida productiva a cada lactancia de cada vaca. La lactancia base dentro de cada raza corresponde a la lactancia estándar del grupo de vacas de la Zona BMH-P, Nivel de producción 2, Epoca 1 y Edad 2.

3. Asignar los créditos correspondientes a cada lactancia de cada vaca. Estos créditos se calculan mediante una fórmula que considera los valores esperados de producción por día en la lactancia estándar en comparación con la lactancia base respectiva de cada raza ([ver ejemplo de cálculo de vida productiva](#)). Como se observa el valor de estos créditos difiere según sea el número de lactancia, el día dentro de cada lactancia y la desviación de la lactancia con respecto a la lactancia base correspondiente. Es decir, una segunda lactancia recibe mayor crédito que una primera lactancia y la producción en el día pico recibe mayor crédito que la producción al final de la lactancia. Además en la fórmula se incluye un valor mínimo de producción (5 kg) bajo el cual no se asignan créditos. Asimismo, tampoco se otorgan créditos en lactancias muy extensas, después de 16 meses en ordeño.
4. Una vez asignados los créditos a cada día de la lactancia, estos se suman (día 1 hasta día de secado) y se acumulan en un estimado final, el cual puede expresarse en su equivalente de días, meses o años de vida productiva. En el caso de una vaca ya descartada, este acumulado representa el estimado de vida productiva que será utilizado en la evaluación genética (previas corrección por edad a primer parto y días abiertos). En el caso de una vaca que todavía continúa en el hato, el acumulado se utiliza para predecir su vida productiva (ver sección siguiente), de manera similar a como se predice la producción de leche a 305-d con base en una lactancia incompleta.

Predicción de Vida Productiva para Vacas Presentes en el Hato

Después de realizar la asignación de los créditos es necesario todavía estimar la vida productiva futura de animales presentes en el hato. El método utilizado está basado en

modelos de regresión Weibull. En este modelo de regresión la vida productiva futura está en función de:

- Raza (Holstein o Jersey).
- Nivel de producción (Alto, Medio o Bajo, ver definición en curvas de lactancia estándares).
- La edad a primer parto (se restringe entre un mínimo de 18 meses y máximo de 70 meses).
- La producción corregida a 305-d durante la última lactancia.
- Los créditos de vida productiva acumulados durante la última lactancia.
- Los créditos acumulados durante las lactancias previas (en caso de lactancias no restringidas estos créditos se estiman con base en información edad a primer parto, intervalo entre partos, fechas de parto y secado, lactancias estándar correspondiente asumiendo nivel de producción medio).
- La edad al último parto
- El intervalo entre partos promedio hasta el último parto (se restringe a un máximo de 1000 d).

Con base en el modelo de regresión Weibull se generan [curvas estándares de sobrevida](#) con base en las cuales se puede estimar la Vida Productiva Futura de una vaca. En estas curvas se grafica la probabilidad (en eje y) de una vaca con determinadas características de seguir produciendo hasta una edad dada (en eje x). La vida productiva (esperada) para vacas aún no descartadas se define como la edad a la cual el animal tiene un 99% de probabilidad de haber sido descartado del hato, de acuerdo con la curva estándar correspondiente.

Corrección de Vida Productiva

Antes de la evaluación genética, deben realizarse todavía los siguientes ajustes:

- Los valores de vida productiva (reales o predichos) son restringidos entre un mínimo de 1 mes y un máximo de 168 meses (para evitar valores extremos).
- Solo se reportan valores de vida productiva (real o predicha) para vacas con al menos 4 años a la fecha de actualización de la finca. Esto se realiza así porque muchos animales jóvenes tienden a recibir valores predichos de vida productiva muy bajos, simplemente por no contar todavía con suficientes datos de producción.
- El valor de vida productiva se corrige por longitud de intervalo entre partos (muchas vacas tienen lactancias cortas o extendidas por efecto de cortos o largos días abiertos) y por edad al primer parto (menor vida productiva a mayor edad a primer parto). Los factores de corrección que se utilizan según raza y clase de días abiertos o edad a primer parto se indican a continuación

Tabla 1. Factores de corrección por Días Abiertos para Vida Productiva

	<u>Raza Holstein</u>		<u>Raza Jersey</u>	
	Media de Vida Prod	Factor de Corrección	Media de Vida Prod	Factor de Corrección
Clases				
Días Abiertos				
<-60	29.13	1.40	31.54	1.37
60-90	35.73	1.14	41.24	1.04
90-120	41.97	0.97	44.10	0.98
120-150	40.64	1.00	43.06	1.00
150-180	39.64	1.03	39.65	1.09
180-210	36.32	1.12	33.78	1.28
210-240	32.64	1.25	31.08	1.39
240-270	30.50	1.33	31.51	1.37
>270	24.78	1.64	22.33	1.93
Clases de				
Edad a Primer				
Parto				
18-24	37.38	1.01	35.78	1.03
24-30	37.63	1.00	36.73	1.00
30-36	34.21	1.10	35.79	1.03
36-42	32.79	1.15	33.52	1.10
42-48	32.55	1.16	32.66	1.12
48-54	33.01	1.14	37.72	0.97

Estimación de valores de cría

Los valores de cría para vida productiva se obtienen ajustando el siguiente modelo animal univariado.

$$Y_{ijk} = HAE_i + AN_j + HS_k + a_l + e_{ijkl}$$

donde:

Y_{ijk} = Estimado de Vida Productiva,

- HAE_i = Efecto fijo de la i-ésima clase de hato-año-época de parto,
- AN_j = Efecto fijo de la j-ésima clase de año de nacimiento,
- HS_j = Efecto aleatorio de la j-ésima clase hato-semental,
- a_k = Efecto aleatorio del l-ésimo animal,
- e_{ijk} = Error aleatorio.

El efecto HAE se incluye con el fin de clasificar las vacas dentro de grupos contemporáneos que se forman según procedencia (hato), año y época de parto. Se espera que los animales dentro de estos grupos hayan recibido manejos similares.

El efecto AN se incluye con el fin ajustar por posibles tendencias ambientales causadas por el año de nacimiento.

El efecto HS se incluye con el fin de cuantificar las posibles diferencias en rendimiento entre progenies de un mismo semental nacidas en distintos hatos.

Los componentes de varianza y los parámetros genéticos de heredabilidad (h^2) y repetibilidad (r) se estiman utilizando este mismo modelo, mediante el método de Máxima Verosimilitud Restringida REML , según se implementa en el programa computacional VCE (Groeneveld 1995). La heredabilidad (h^2) se estima como la proporción de la varianza atribuida al factor animal (σ^2_a) con respecto a la varianza fenotípica (σ^2_F) de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_F^2}$$

- Se incluyen únicamente sementales de inseminación artificial que cuentan con un mínimo de 5 hijas con una primera lactancia registrada.

- Se ajusta el tamaño de los grupos contemporáneos (HAE) hasta contar con un mínimo de 3 hembras. Esto se logra mediante la combinación de grupos adyacentes hasta reunir el mínimo requerido.

Estas restricciones se realizan con el fin de obtener una base de datos reducida más consistente que permitiera la obtención de parámetros genéticos más confiables.

Siguiendo el procedimiento anterior se obtuvieron los siguientes resultados:

Estimados estandarizados de varianza para Vida Productiva

	<i>Holstein</i>	<i>Jersey</i>
Varianza residual	0.84	0.85
Interacción Hato-Semental	0.08	0.09
Heredabilidad	0.08	0.07

*Se utilizaron los estimados de varianza obtenido para Holstein debido a la similitud entre ambas razas

Los *valores de cría* se calculan se obtienen aplicando mismo modelo a la población total y obteniendo las soluciones respectivas para el factor *animal* (*a*) mediante el método de *Mejores Estimaciones Lineales Insesgadas* (*Best Linear Unbiased Prediction*-BLUP; Wiggans *et al.* 1988), según se implementa en el programa de cómputo PEST (Groeneveld 1990). Los valores de cría obtenidos se estandarizan a una misma *base genética*. En los reportes de evaluación los valores de cría son transformados a índices de *Habilidad Transmisora Predicha* ($PTA = \frac{1}{2} \times VC$, Simm 1998).

Estimación de confiabilidad

Adicionalmente, se obtiene un estimado de *confiabilidad* (r_{IH}) para cada valor de cría. Esta confiabilidad se aproxima con base en los errores estándar de predicción (P.E.V) suministrados por PEST, utilizando la siguiente fórmula:

$$r_{IH} = 1 - \left(\frac{PEV^2}{\sigma_a^2} \right)$$

donde

r_{IH} = Estimado de confiabilidad (rango 0 a 100),

PEV = Varianza del error de predicción,

σ_a^2 = Varianza genética aditiva

Para vacas que NO han sido descartadas, el estimado de confiabilidad anterior debe corregirse (hacia abajo) debido a que se trata de un valor predicho (al igual que se reduce la confiabilidad de una vaca con lactancias incompletas). Los factores de corrección están ligados al número de partos de la vaca al momento de evaluación. A menor número de partos, mayor es la reducción en confiabilidad pues la vaca se asume más distante de su fecha de descarte. Los factores utilizados son los siguientes:

Lactancias acumuladas	Factor de ajuste
1	0.36
2	0.49
3	0.61
4	0.71
5	0.80
6	0.87
7	0.92

8	0.96
9	0.99
>9	1.00

En la presente evaluación se realizó además un ajuste adicional de la confiabilidad con base en el número de lactancias no registradas (faltantes) de la vaca. A mayor número de lactancias faltantes mayor la reducción en el estimado de confiabilidad, de acuerdo con los siguientes factores.

Lactancias faltantes	Factor de ajuste
0	1.00
1	0.90
2	0.80
3	0.70
4	0.60
5 o más	0.50

Referencias:

Bourdon, R M. 1997. Understanding Animal Breeding. Prentice Hall Inc. New Jersey, United States. 523 p.

Groeneveld, E 1990. PEST user's manual. Institute of Animal Behavior. (FAL) Federal Agricultural Research Center, Germany. 80 p.

Simm, G. 1998. Genetic improvement of cattle and sheep. Farming Press. United Kingdom. 433 p.

VanRaden, P. M.; Dematawewa, C. M. B. ; Pearson, R. E. ; Tooker M. E. 2006. Productive Life Including All Lactations and Longer Lactations with Diminishing Credits. J. Dairy Sci. 89:3213–3220