

## 15) PRINCIPIOS DE SELECCION

Michel A. Wattiaux  
Instituto Babcock

Los rasgos cuantitativos del ganado lechero, como producción de leche, grasa y proteína, son económicamente importantes para productores. Estos rasgos varían de los cualitativos, como color de pelo, dado que en lugar de caer dentro de categorías discretas (rojo, blanco, negro), los valores de los rasgos cuantitativos varían en una escala continua de posibilidades infinitas. El gran número de posibilidades para un rasgo cuantitativo es debido a:

- El gran número de genes involucrados en la expresión;
- El efecto significativo del medio ambiente agregando variabilidad a los posibles valores del rasgo.

La meta del mejoramiento genético del ganado lechero es de modificar la proporción de ciertos genes de manera de que, dado a el medio ambiente en el que el animal se encuentra sujeto, los rasgos de interés se expresen en una forma que maximicen la ganancia del productor lechero. Por ejemplo, el mejoramiento genético para producción de leche trata de incrementar los genes que maximizan la producción de leche en el medio ambiente (clima, alimentación, manejo, etc) en que la vaca expresa su potencial.

### FUERZAS QUE CAMBIAN LA FRECUENCIA DE CIERTOS GENES

Los cambios en la composición genética de los animales se presentan de forma natural. Existen básicamente cuatro fuerzas que alteran la frecuencia de genes en la población. **Mutación** (cambio en la estructura del material genético) y **cambio casual** (efecto del azar, especialmente en

poblaciones pequeñas) son impredecibles y por lo tanto inútiles. Aún así, desde el punto de vista práctico, la **selección** y la **migración** son las herramientas disponibles al productor para cambiar el valor genético de sus hatos para un rasgo en particular.

**Selección** permite que ciertos animales se reproduzcan más que otros. Como resultado, animales con un genotipo deseado dejarán la mayor descendencia. A medida que la selección es practicada de generación en generación, algunos genes se hacen más frecuentes y otros menos frecuentes en la población. La selección genética es un proceso de dos pasos. Primero, los animales con un genotipo superior son identificados y, segundo, estos animales deben servir como padres para la nueva generación.

**Migración** envuelve el traer animales a la población de otra población que posee una frecuencia de genes diferente. El cruzamiento de especies locales de bovinos (*Bos indicus*) con razas lecheras Europeas (*Bos taurus*) es un ejemplo de migración genética. La forma más importante de migración de genes en las poblaciones modernas de ganado lechero es el mercado internacional (importación y exportación) de semen.

### LOS PRINCIPIOS DE LA SELECCION

Para entender como funciona la selección para un rasgo cuantitativo, necesitamos un buen entendimiento de algunos conceptos importantes. La variación de un rasgo en particular entre animales es la clave para el proceso de selección. En un hato con un promedio anual de producción de 5.500 kg, algunas vacas pueden producir más de

**Cuadro 1: Heredabilidad y correlación genética en algunos rasgos**

Rasgos	Heredabilidad	Correlación genética <sup>1</sup>
<i>Pruebas de producción:</i>		
Producción de leche	0,25	1
Producción de grasa	0,25	0,75
Producción de proteína	0,25	0,82
Producción sólidos totales	0,25	0,92
Porcentaje de grasa	0,50	-0,40
Porcentaje de proteína	0,50	-0,22
<i>Pruebas de tipo:</i>		
Puntaje final en tipo	0,30	-0,23
Estatura	0,40	--
Patas (vista lateral)	0,16	--
Angulo de pie	0,10	--
Profundidad de ubre	0,25	--
Soporte de ubre	0,15	--
Ubicación de pezones	0,20	--
<i>Otros rasgos:</i>		
Velocidad de ordeño	0,11	--
Conteo de células somáticas <sup>2</sup>	0,10	--
Facilidad de parto	0,05	--
Peso al nacimiento	0,35	--
Fertilidad (días de vacía)	0,05	--

<sup>1</sup> Correlación genética con producción de leche

<sup>2</sup> Una medida de susceptibilidad a mastitis

9.000 kg, mientras que otras producen solamente 2.000 kg. Estos pueden ser solo los extremos, pero la producción de leche de vacas individuales en un hato puede tener cualquier valor entre estos dos extremos. Aún dentro de un hato, donde el medio ambiente es similar para la mayoría de los animales, solamente cerca del 25% de la variación total en producción de leche se debe a causas genéticas (ver heredabilidad en Cuadro 1).

**Distribución normal**

*Distribución de los registros de producción*

A pesar de que las vacas producen diferentes cantidades de leche, sus registros pueden agruparse dentro de categorías. La Figura 1 es un ejemplo de la distribución de los registros de producción de leche de 200 vacas categorizadas en 28 grupos. En este gráfico, cada bloque representa una vaca. Las vacas que producen de 2.000 a 2.250 kg pertenecen al primer grupo; hacia la derecha, cada grupo sucesivo se define de acuerdo al anterior. El último grupo incluye

vacas que producen entre 8.875 y 9.000 kg de leche. Esta representación, nos da una idea de la media y la variación en producción de leche. En nuestro ejemplo, 19 vacas produjeron de 5.250 a 5.500 kg, una vaca produjo entre 2.250 y 2.500 kg y ninguna vaca produjo más de 8.750 kg. Cuando una línea es trazada en la parte superior de cada barra de un lado a otro, obtenemos una línea que posee la forma de una campana. La mayoría de los rasgos cuantitativos siguen este tipo de curva, "curva o distribución normal". El análisis de los registros (producción de leche, puntaje de tipo, etc.) que se encuentran distribuido como "curva normal" es la base de nuestro conocimiento del mérito genético de vacas y toros para un rasgo en particular.

En una distribución normal, el número más grande de animales se encuentra agrupado alrededor de la media (la barra más alta), y a medida que nos movemos hacia alta o baja producción de leche, el número de animales en cada grupo decrece. La forma en que los registros se distribuyen alrededor del punto central se llama varianza, o desviación típica.

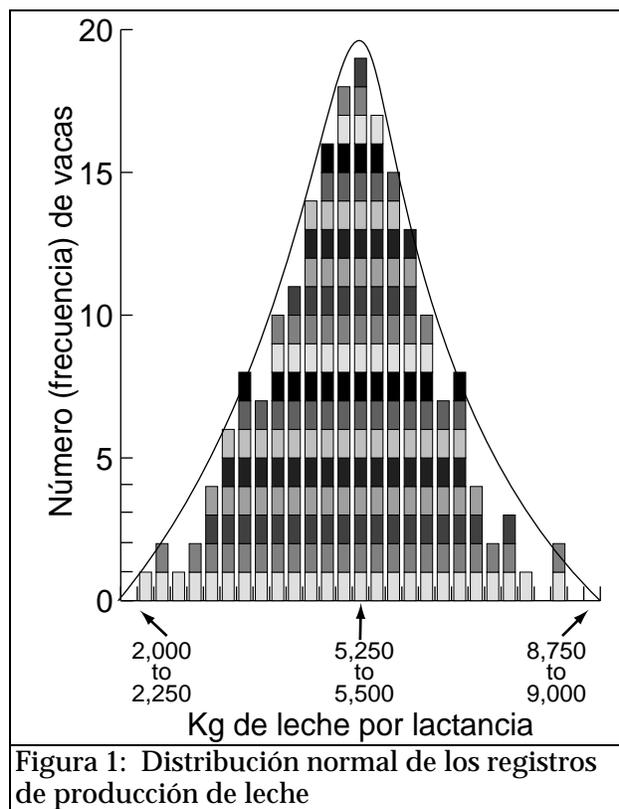


Figura 1: Distribución normal de los registros de producción de leche

Por ejemplo, los registros de producción de las hijas de un toro forman una distribución normal. Un animal que se encuentra lejos y a la izquierda de la media probablemente tenga alto mérito genético. Aún así, esto puede no ser verdad; una vaca con un buen mérito genético puede tener una pobre lactancia debido a una mala alimentación, dificultad de parto u otros aspectos negativos de manejo y del medio ambiental. Como contraste, una vaca puede tener registros de producción artificialmente altos que otras en el hato debido a tratamientos diferenciales. Es necesario analizar cuidadosamente los registros de las vacas y reconocer los efectos del medio ambiente en su desempeño. Así, podemos revelar el verdadero mérito genético que puede ser transmitido a la nueva generación.

### **CLAVES PARA EL CAMBIO GENETICO POR MEDIO DE LA SELECCION**

Por medio de la selección, el cambio en el valor genético de los animales de una población se encuentra afectado por la variación genética en la población, la intensidad de selección, exactitud de selección e intervalo generacional. El cambio en el valor genético puede resumirse en una simple ecuación:

**Cambio genético por año=**

$$\frac{\text{Exactitud} \times \text{Intensidad} \times \text{Variación Genética}}{\text{Años por generación}}$$

El cambio genético por año será el mayor cuando la exactitud, intensidad y variación genética son lo más grandes posibles y el intervalo generacional es lo más pequeño posible.

#### **Exactitud al seleccionar vacas y toros**

El factor principal que limita la exactitud de la estimación del mérito genético de las vacas es que viven dentro de un hato, y así en estrecho rango de efectos medio ambientales. En contraste, la prueba de toros registrando el desempeño de muchas de sus hijas en muchos hatos (prueba de

progenie) hace posible obtener una alta exactitud al determinar su mérito genético.

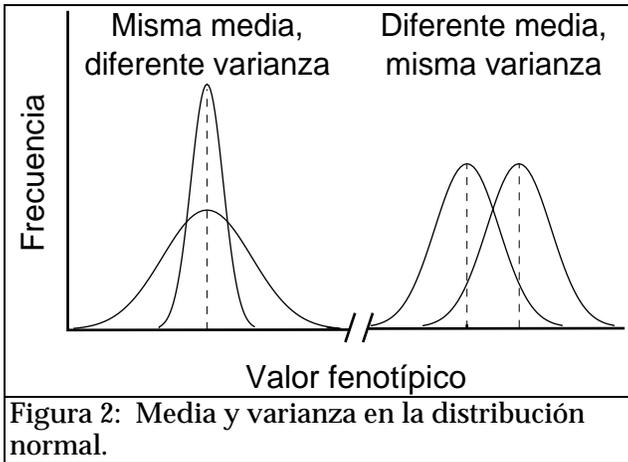
#### *Heredabilidad o $h^2$*

La heredabilidad es el porcentaje del total de variación entre animales para un rasgo en particular que se debe a los genes (el resto debido al medio ambiente). En general, cuando más alta es la heredabilidad de un rasgo, más alta es la exactitud de selección y mayor es la posibilidad de obtener una ganancia genética por medio de la selección. Las heredabilidades que se indican en la Cuadro 1 se pueden interpretar de la siguiente manera:

- Menos de 0,1—baja heredabilidad y baja posibilidad de ganancia genética por medio de la selección;
- De 0,1 a 0,3—moderada heredabilidad y moderada posibilidad de ganancia genética por medio de la selección;
- Más de 0,3—alta heredabilidad y alta posibilidad de ganancia genética por medio de la selección.

#### **Intensidad de selección para vacas y toros**

La intensidad de selección depende solamente de la porción de población que se elige como padres. Refleja cuanto del promedio de los padres seleccionados excede el promedio de la población antes de la selección. Aún cuando el desempeño reproductivo es bueno, la intensidad de selección de las vacas en el hato es mínima comparada con la intensidad de selección que se aplica a los toros. Como resultado, la mayoría del progreso genético en el hato proviene del semen de toros altamente seleccionados disponible a través de la inseminación artificial. El potencial de ganancia genética al seleccionar vacas es limitado por el hecho de que la mayoría de las vacas deben permanecer en el hato para mantener su tamaño y el número de descendientes (que pueden ser probados en su progenie) se limita mucho más para vacas que para toros.



### Variación genética (desviación típica)

La variación genética se puede ilustrar como la dispersión de la curva campana alrededor de la media. Una variación estrecha produce una curva estrecha y una variación amplia produce una curva amplia (Figura 2). La cantidad de variación genética influye la cantidad de ganancia genética de un programa de selección, cuanto mayor es la variación genética, mayor será la respuesta a la selección. La variación genética es una característica de la población y no puede ser cambiada por el criador.

En los Estados Unidos las desviaciones típicas para la producción de leche, grasa y proteína son 560, 22,5, y 19 libras respectivamente. La desviación típica para producción de proteína comparado con la de grasa indica que es más difícil hacer progreso genético para proteína que para grasa. En países donde el promedio de producción de leche es más bajo que en los Estados Unidos las desviaciones típicas, son, proporcionalmente menores.

### Intervalo generacional

El intervalo generacional es la edad promedio de los padres cuando nace su descendencia. La edad a la pubertad y duración de la gestación no se pueden cambiar; pero el intervalo generacional

puede incrementarse significativamente cuando el índice de mortalidad es alto o el porcentaje de preñez es bajo. Un intervalo generacional típico es el tiempo que toma completar la primer evaluación genética de un toro para inseminación artificial: nueve meses de preñez para obtener la ternera, dos años para que la ternera comience la lactancia y otros 10 meses para que complete la lactancia. Así, en este caso, el intervalo generacional es de cerca de cuatro años.

Cuanto más corto es el intervalo generacional, más progreso genético por año puede realizarse. Aún así, un intervalo generacional más largo puede incrementar la exactitud de selección debido a que más información se encuentra disponible de las hijas.

### RESPUESTA CORRELACIONADA

Cuando se realiza la selección en algunos rasgos, otros rasgos tienden a o a variar independientemente en la misma dirección (correlación positiva) o en la dirección opuesta (correlación negativa). La interpretación de la magnitud de la correlación entre dos rasgos como se presenta en la Cuadro 1 son las siguientes:

- De 0,7 a 1,0, los rasgos cambian juntos fuertemente;
- De 0,35 a 0,7, los rasgos cambian juntos de cierta forma;
- De 0 a 0,35, los rasgos cambian casi independientemente el uno del otro.

Por ejemplo, la correlación negativa entre producción de leche y porcentaje de grasa en la leche (Cuadro 1), hace difícil la selección de vacas para ambos rasgos, alta producción de leche y alto porcentaje de grasa. Como contraste, la correlación entre producción de leche y consumo de alimentos es fuertemente positiva (+0,80). Así las vacas seleccionadas por alta producción de leche tienden a comer más.