Selección para ganancia genética

MEJORAMIENTO GENETICO

Como se indicó en el capítulo anterior, un rasgo cualitativo puede poseer valores pequeños de categorías discretas (por ejm. pelo rojo o negro, presencia o ausencia de cuernos, etc.), pero los valores para los rasgos cuantitativos varían en una escala continua de posibilidades infinitas. Casi todos los rasgos de importancia económica en los animales de granja son cuantitativos. Por ejemplo, la producción de leche de las vacas lecheras para una lactancia va desde unos pocos cientos de kilos a más de 15.000 kilogramos. La producción de grasa y proteína puede variar de unos pocos kilogramos a más de 400 kilogramos por lactancia.

El mecanismo para la expresión de genes es idéntico para los rasgos cualitativos y cuantitativos. A pesar de ello, el número de posibles valores para los rasgos cuantitativos es mayor que para los cualitativos y es debido a:
- El mayor número de genes involucrados en la expresión de un rasgo, conduciendo a numerosos genotipos posibles;
- El mayor efecto del medio ambiente sumando la variabilidad a los posibles valores que un rasgo puede tener.

Por lo tanto, el efecto del cambio de genes individualmente no se refleja rápidamente en el fenotipo (la medición) de un rasgo cuantitativo como en el caso de un rasgo cualitativo. En promedio, los cambios genéticos en los rasgos cuantitativos son pequeños, pero ellos deben ser sumados a lo largo de las generaciones para obtener animales con las características deseadas. La genética poblacional es una rama de la genética que estudia los factores que afectan la media y la desviación desde la media (varianza) de los rasgos cuantitativos en una población. El método de esta ciencia permite la identificación de animales que están por arriba (o debajo) de la media de la población. Luego los criadores pueden seleccionar los animales deseados desde el punto de vista genético como padres para las futuras generaciones. Como resultado, el mérito genético promedio de los animales en toda la población puede ser mejorado.

La meta del mejoramiento genético del ganado lechero es la de producir vacas con un genotipo que le permitirá desempeñarse al máximo de su eficiencia y maximizar la ganancia del productor lechero cuando se le otorga un medio ambiente en el que el animal será sometido. En esencia, el mejoramiento genético significa que la frecuencia de ciertos alelos de genes es modificada. En la naturaleza, existen mecanismos para cambiar la frecuencia de ciertos genes. Estos cambios pueden tener efectos inmediatos, o pueden tener efectos lentos y progresivos a lo largo de las generaciones.

Dado el medio ambiente en el que el animal se someterá, la meta del mejoramiento genético en las vacas lecheras es la de producir una vaca con el genotipo que le permitirá desempeñarse al máximo de su eficiencia y maximizar la ganancia del productor lechero.

CAUSAS DEL CAMBIO GENETICO

Los cambios en la composición genética de los animales se presentan naturalmente. Existen básicamente cuatro fuerzas que alteran la frecuencia de algunos genes en la población de animales.

Migración

La migración involucra traer animales a la población provenientes de otra población que posee una diferente frecuencia de genes. La migración puede ser utilizada por los criadores para afectar ciertos rasgos. Un esfuerzo sistemático para incrementar la producción de leche en países tropicales mediante el cruzamiento recíproco (migración de genes) de especies locales de bovinos (Bos indicus) con razas europeas lecheras (Bos taurus) se remonta a comienzos de este siglo. La forma más importante de migración de genes en las poblaciones modernas de bovinos lecheros es el mercado internacional (importación y exportación) de semen.

Mutación

La mutación es el cambio espontáneo en la estructura del material genético. La incidencia de mutaciones varía entre genes, pero es probable que promedie alrededor de 1 en 1.000.000. Algunos genes mutados pueden mutar para "atrás" hacia su forma original. Por lo tanto, el efecto de la mutación en la frecuencia de ciertos genes es difícil de

predecir. A pesar de no ser siempre letal, la mayoría de las mutaciones son desfavorables y es probable que muchas mutaciones permanezcan sin detectarse. Otras mutaciones poseen pocas consecuencias. Por ejemplo, se cree que una mutación ha sido la responsable del nacimiento años atrás de terneros Jersey sin cuernos.

Cambio casual o al azar

La frecuencia de ciertos genes puede cambiar cuando la población se compone de un grupo pequeño de animales. En poblaciones con un gran número de individuos, el cambio al azar casi no posee efecto en la frecuencia genética debido a que el efecto del azar se encuentra equilibrado. Por ejemplo, la caseína, proteína que se encuentra en la leche, influencia la cantidad y tipo de queso que puede obtenerse de la leche. El tipo de caseína en la leche se encuentra regulado genéticamente, pero no es determinado generalmente por los animales en forma individual. Como consecuencia, algunos toros que se utilizaron en el hato son portadores del gen para un tipo en particular de caseína, luego de algunas generaciones, la frecuencia del gen será alta. Los toros utilizados en otro hato pueden no ser portadores del gen y su frecuencia permanecerá baja. Por lo tanto, las decisiones de cruzamiento en el hato pueden alterar la frecuencia de algunos genes no seleccionados en forma impredecible. Aún así, sobre toda la población de muchos hatos, puede haber muy poco o ningún cambio en la frecuencia del gen responsable de un tipo particular de caseína en la leche. Si los roductores deciden aparear en forma conciente los animales que son considerados mejores para un rasgo en particular, el proceso de selección sobrepasará cualquier cambio casual del gen(es) que se relaciona(n) con ese rasgo. Desde el punto de vista práctico, selección y migración de genes (cruzamiento) son las herramientas disponibles para los criadores para cambiar el valor genético de sus hatos para un rasgo en particular.

Selección

En la naturaleza, los animales que se encuentran mejor adaptados a un ambiente en particular tienden a sobrevivir mejor y a reproducirse mejor. La domesticación de los animales de granja permitió a los criadores elegir los animales que ellos querían que fuesen padres de las generaciones sucesivas. Hoy, las vacas Hereford convierten el pasto y semillas en carne con alta eficiencia, pero producen leche solam ente para su ternero. Por otro lado, las vacas lecheras producen leche en grandes cantidades pero poseen menor valor como animales de carne. A pesar de las diferencias obvias, ambas especies se originan de un antecesor común. Ambos tipos de animales son el resultado de un proceso de selección constante. La selección es el proceso que le permite a ciertos animales reproducirse más que otros.

La selección es el proceso que le permite a ciertos animales reproducirse más que otros. Como resultado, animales con un genotipo determinado dejarán una mayor descendencia. A medida que la selección es practicada generación tras generación, algunos genes se transforman en más frecuentes y otros en menos frecuentes en la población.

Por lo tanto, la selección genética es un proceso de dos etapas. Primero, los animales con un genotipo superior deben ser identificados y segundo, estos animales deben servir como padres de la próxima generación.

SELECCION

En las explotaciones lecheras, el proceso de selección se basa en el valor económico del animal. La venta de leche y animales es la mayor entrada de dinero para la mayoría de los productores lecheros. Por lo tanto, los rasgos de las vacas lecheras que poseen valor económico y un componente genético son:
- Rasgos de producción: producción de leche, grasa y proteína.
- Conformación corporal (tipo) del animal.

Debido a que estos rasgos poseen un componente genético, ellos deben someterse a la selección. Unos pocos rasgos relacionados a la conformación de la vaca afectan su producción para toda su vida; pero, en la mayoría de los casos, el tipo debe permanecer secundario a los rasgos de producción en las decisiones de apareamiento.

Los animales en los programas de selección son apareados de manera tal que existe un incremento en la proporción de alelos favorables para todos los genes que conciernen a la expresión de un rasgo de interés. Para un rasgo como producción de grasa en la leche, el mejoramiento consiste en un incremento de la proporción de alelos que resultan en una producción más alta de grasa en la leche. Uno puede pensar en los genes como una serie de interruptores eléctricos a lo largo de los cromosomas. El interruptor posee dos funciones posibles permitiendo diferentes niveles de expresión para la prueba deseada. El mejoramiento genético intenta incrementar la proporción de interruptores que poseen una posición que resulta en una expresión más alta del rasgo deseado.

LOS CONCEPTOS DETRAS DE LA SELECCION

Para entender como funciona la selección, necesitamos de un buen entendimiento de algunos conceptos importantes. La variación en un rasgo en particular entre animales es la clave del proceso de selección. En un hato con un promedio de producción de leche de 5500 kg, algunas vacas pueden llegar a producir más de 9000 kg, mientras que otras pueden producir solamente 2000 kg. Estos pueden ser los extremos, pero la producción individual de la vaca en el hato puede tomar cualquier valor entre esos dos extremos. Aú n dentro de un mismo hato, donde uno puede creer que el medio ambiente es similar para la mayoría de los animales, solamente el 25% de la variación total en la producción de leche es debido a causas genéticas.

Distribución normal

Distribución normal de los registros de producción

A pesar de que las vacas producen diferentes cantidades de leche, sus registros pueden agruparse en categorías. La Figura 7.1 dá 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 2000 a 2250 kg pertenecen al primer grupo (lado izquierdo del gráfico); moviéndose a la derecha, cada grupo sucesivo se define como el anterior. El último grupo (lado derecho del gráfico) incluye vacas que producen entre 8.875 y 9000 kg de leche. Esta representación, llamada histograma, nos dá una idea de la media y la variación en la producción de leche. En nuestro ejemplo, 19 vacas producen entre 5.250 y 5.500 kg, una vaca produce entre 2.250 y 2.500 kg y ninguna vaca produce más de 8.750 kg. Cuando se traza una línea en el extremo superior de cada pila de una punta a la otra, obtenemos una línea que posee la forma de una campana. La mayoría de los rasgos cuantitativos siguen este tipo de curva que se refiere como "Curva normal" o "Distribución normal". Análisis estadísticos de la curva de distribución normal son la base de nuestro conocimiento de los principios de selección.

Figura 7.1: Distribución de los registros de producción de leche, la curva de distribución normal

Media, varianza y desviación stándard

En una distribución normal, el mayor número de animales se encuentra agrupado alrededor de la media (la pila más alta), y a medida que nos movemos hacia más alta o más baja producción de leche, el número de animales de una clase disminuye. La manera en que las datos se distribuyen alrededor del punto central se llama varianza. La varianza es un parámetro importante debido a que determina, en parte, cuanto cambio genético puede esperarse de una generación a la siguiente. La Figura 7.2 ilustra una curva de distribución con diferentes medias y la misma varianza o la misma media y diferentes varianzas.

Figura 7.2: La media y la varianza son dos de las principales características de la distribución normal

La desviación stándard es también una medida de distribución alrededor de la media. Como oposición a la varianza, la desviación stándard se expresa en las mismas unidades que la media, lo que hace que la interpretación sea más fácilmente entendible. La desviación stándard dá una medida del porcentaje de vacas dentro de un rango de producción. En términos de distribución normal, una desviación stándard por arriba y por debajo de la media contiene el 68% de todas las observaciones (Figura 7.3). Asumamos una población de vacas con una media de 5.500 kg de leche por lactancia y una desviación stándard de 1.200 kg (5.500 +/- 1.200)* implica que el 68% de las vacas poseen una producción entre 4.300 kg (5.500 - 1.200) y 6.700 (5.500 +/- 1.200) kg de leche. Además, debido a la media, más o menos tres desviaciones stándard, contienen más del 99 % de la población, la más alta y la más baja producción es de

aproximadamente 9.100 y 1.900 kg (5.500 +/- 3.600 kg) respectivamente.

Figura 7.3: El porcentaje de la población incluída en intervalos definidos alrededor de la media o desde el punto más alto con respecto al valor más bajo de la distribución normal

* El número seguido del símbolo +/- se refiere al desvío stándard.

Valor de apareamiento

El valor de apareamiento es el mérito genético de un animal para un determinado rasgo. El valor de apareamiento se define en forma separada para cada rasgo. Por lo tanto, el valor de apareamiento de una vaca para producción de leche puede ser bajo, pero su valor de apareamiento para resistencia a enfermedades puede ser alto. Esto significa que la vaca no posee los genes para producción de leche, pero posee los necesarios para pelear contra los agentes infecciosos. Como se indicó en el Capítulo 6, el número de genes responsable por un rasgo cuantitativo es mayor y ellos se encuentran localizados en diferentes cromosomas. Por lo tanto, el valor de apareamiento sigue siendo un concepto útil pero no puede ser medido directamente. El valor de apareamiento debe ser estimado indirectamente con un rasgo fenotípico medible (producción de leche, porcentaje de proteína en la leche, estatura de la vaca, profundidad de la ubre, etc.).

El primer paso para identificar el valor genético de un animal es determinar donde se ubica el mismo en una curva de distribución normal. Para los rasgos de producción, un animal que se encuentra lejos hacia la derecha de la media es probable que tenga un alto mérito genético y aquellos que se encuentran lejos a la izquierda es probable que tengan bajo mérito genético.** De todas formas, esto puede no ser verdad, debido a que una vaca con un buen mérito genético puede sufrir de un manejo pobre o efectos medio ambientales (ejm, alimentación, enfermedades, dificultad de parto, etc.) que le disminuyen la producción de leche.

**Para algunos rasgos de tipo, tales como la ubicación de las patas traseras vistas lateralmente y el ángulo de pie, un rasgo intermedio es el más deseable.

Por otro lado, la ausencia de efectos negativos puede conducir a una producción de leche por arriba de la media, pero un mérito genético por debajo de la media. La producción de leche de una vaca en una población puede expresarse de la siguiente manera:

Producción de leche = M+G+A, donde:

M es la media de la población,

G es el mérito genético de la vaca (valor de apareamiento) que se debe a la combinación de genes y

A se refiere los efectos de manejo de la vaca y al medio ambiente.

Habilidad de transmisión

La habilidad de transmisión es el valor genético promedio para un determinado rasgo que el animal transmite a la descendencia. Algunos puntos importantes para recordar son:
- Las células reproductoras contienen solamente la mitad de los genes de un animal, por lo tanto la habilidad de transmisión es la mitad del valor de apareamiento de un animal;
- El mérito genético real transmitido en cualquier cruzamiento en particular incluye el azar debido a que el grupo de genes que recibe un animal de sus padres es completamente debido al azar.

Esto implica que cuando dos animales de alto mérito genético se aparean, el mérito genético de la descendencia no

será necesariamente alto. A pesar de que la descendencia es probable que se encuentre por arriba del promedio, es posible que su mérito genético se encuentre por debajo del promedio. La superioridad o inferioridad genética de un animal depende de la muestra de genes que recibió de cada padre. La habilidad de transmisión es la mitad del valor de apareamiento. El azar determina que genes son transmitidos en cada cruzamiento. Como resultado, el mérito genético de un descendiente es probable que difiera de aquel de cualquiera de los padres.

CLAVES PARA EL CAMBIO GENETICO A TRAVES DE LA SELECCION

Por medio de la selección, el cambio de los valores genéticos de los animales en la población se encuentra afectado por los siguientes factores:
- Variación genética en la población;
- Intensidad de selección;
- Exactitud de selección;
- Intervalo entre dos generaciones.

El cambio en el valor genético se puede resumir en la siguiente ecuación:

Cambio genético por año = (Exactitud x intensidad x variación genética)/Años por generación

Por lo tanto el cambio genético por año será el mayor cuando la exactitud, intensidad y variación genética son lo más altas posible y el intervalo generacional es lo más bajo posible.

Exactitud de selección

La exactitud de selección puede definirse como la relación entre nuestra predicción del valor genético y el valor genético verdadero del animal. La exactitud depende principalmente de tres factores:
- Heredabilidad;
- Precisión de la medición;
- El grado en el que los factores medio ambientales pueden predecirse y sus efectos removidos por medio de ajustes estadísticos.

Una adecuada medición y una correcta evaluación son necesarios para obtener una mayor exactitud al determinar el mérito genético de un animal. Cuando se realizan decisiones de apareamiento o compra de novillas de reposición, la genética, en lugar de las medidas fenotípicas, deben utilizarse para evaluar al animal. Recuerde que un alto valor fenotípico, como alta producción de leche, refleja el nivel de manejo (factor medio ambiental) más que el valor genético verdadero del animal. Los registros de alta producción de leche reflejan el nivel de manejo más que el verdadero valor genético del animal.

La perfección en predecir el valor genético de una vaca lechera es casi imposible de obtener. Cuanto más alto el número de lactancias, mayor es la exactitud en determinar el valor genético de la vaca. Utilizando los registros de lactancia como única fuente de información, la mayor exactitud que se puede conseguir para las vacas no irá más allá del 65%. El factor más importante que limita la exactitud de la estimación del mérito genético de las vacas es que ellas generalmente viven dentro del hato. En contraste, las pruebas de progenie hacen posible la obtención de alta exactitud al determinar el mérito genético de un toro.
Si un número suficiente de hijas son criadas en diferentes hatos, una medición de la habilidad de transmisión del toro puede ser predicha casi a la perfección (Tabla 7.1).

La información que ayuda a mejorar la exactitud de una evaluación genética de un animal es:
- Los registros propios de cada animal;
- La genealogía, esto es el registro de los animales emparentados (madre, hija, media hermana, etc.).

Como se indicó en la Tabla 7.1, cuando se reune más información acerca de un animal, la exactitud de la evaluación genética es mejorada. Además, es claro que poseer hijas en diferentes hatos (diferentes ambientes) es importante para maximizar la exactitud de la predicción genética de los toros. Finalmente, es importante darse cuenta que es costoso y que demanda tiempo obtener una mayor exactitud en la predicción del valor genético de un animal y no es siempre económicamente factible conseguir la más alta exactitud. La habilidad de transmisión puede determinarse con mayor exactitud en toros que en vacas.

Heredabilidad

La heredabilidad de un rasgo se define como la proporción de la varianza del fenotipo de los animales que se debe al genotipo. Un análisis estadístico cuidadoso de los registros de producción de leche le permite a uno determinar la proporción de la varianza que se debe a la herencia o a los efectos medio ambientales para ese rasgo en particular:

En esta fórmula, es el símbolo que representa la varianza. es la variación fenotípica observada en la población. es la variación genotípica observada que se debe a la combinación de genes (ver Capítulo 6). Finalmente, es la variación debido al medio ambiente (por ejm., alimentación, mastitis, clima, etc.).

Tabla 7.1: Exactitud (%) al predecir el valor genético para producción de leche en toros y vacas*

Para producción de leche, cerca del 75% de la variación entre vacas se debe al medio ambiente, y la variación genética es alrededor del 25% del total. La heredabilidad es el porcentaje de diferencia entre animales para un rasgo en particular que se debe a los genes que ellos han heredado. En otras palabras, la heredabilidad es igual a y promedia el 25% para producción de leche. La heredabilidad se representa generalmente con el símbolo "h2".

En general, cuanto más alta es la heredabilidad para ese rasgo, más alta es la exactitud de selección y mayor es la respuesta a la selección. Las heredabilidades que se indican en la Tabla 7.2 se pueden interpretar de la siguiente forma:
- Menos de 0,1—baja heredabilidad;
- De 0,1 a 0,3—moderada heredabilidad;
- Más de 0,3—alta heredabilidad.

Como se indica en la Tabla 7.2, los rasgos de producción, como también la mayoría de los rasgos de tipo, son de heredabilidad moderada, pero los porcentajes de proteína y grasa en la leche son altamente heredables. La heredabilidad de los rasgos relacionados con fertilidad, facilidad de parto o resistencia a mastitis son bajos (0,10 o menos) y los cambios genéticos como respuesta a la selección para estas pruebas serán extremadamente lentos. Por otro lado, una ganancia genética puede esperarse de la selección por rasgos de moderada y alta heredabilidad. La respuesta a la selección genética será mayor para rasgos que poseen una heredabilidad más alta.

Repetibilidad

La repetibilidad es una característica de los rasgos que se miden más de una vez en la vida del individuo. Los rasgos de carcasa en animales de carne se miden solo una vez; por lo tanto la repetibilidad no se aplica para este rasgo. De todas formas, los rasgos de lactancia en vacas lecheras son medidos en muchas ocasiones. Es intuitivo el considerar que registros de la segunda lactancia de la vaca proveen información que puede ser utilizada en conjunto con su primer registro para una mejor evaluación de su valor genético. Igualmente intuitivo es el hecho que los registros de la sexta lactancia no proveerán más infomación que la que se encuentra en las primeras cinco. Por lo tanto, el valor de los registros múltiples tiende a disminuir a medida que su número se incrementa.

Tabla 7.2: Heredabilidad aproximada e importancia económica de algunos rasgos en el ganado bovino*

* Adaptado de Bath DL, Dickinson FN, Tucker HA, Appleman RD. Dairy cattle: principles, practices, problems, profits. Philadelphia: Lea & Febiger; 1985.

** El valor económico de los rasgos de producción varía ampliamente de país a país. El tipo de rasgo y otros rasgos con importancia económica moderada son aquellos asociados con una larga vida productiva de las vacas.

La medición de un rasgo puede repetirse en un animal en diferentes momentos, los efectos genéticos y medio

ambientales permanecen sin cambios, pero los efectos ambientales temporarios (por ejm. mastitis, dificultad de parto) pueden cambiar de un registro al siguiente. Por lo tanto registros repetidos tienden a eliminar las diferencias ambientales temporarias que afectan una lactancia individualmente.

La repetibilidad es la medida de correlación entre dos registros cualquiera del mismo animal. La repetibilidad puede variar de 0, donde no existe correlación entre expresiones repetidas de un rasgo, a 1.0, donde la repetición de la expresión del rasgo es virtualmente constante. Por ejemplo, la repetibilidad del número de servicios requeridos por una vaca para preñarse de un año al siguiente es casi cero. En otras palabras, el número de servicios necesarios para una vaca para preñarse en un ciclo de parto en particular no tiene valor para predecir cuantos necesitará para preñarse en el próximo ciclo. En contraste, la repetibilidad en producción de leche es de 0,5. Vacas primerizas de alta producción tienden también a ser vacas de alta producción en la segunda lactancia.

Intensidad de selección

La intensidad de selección depende solamente de la fracción de población que se elige como padres (Figura 7.4). Refleja cuanto excede el promedio de la fracción seleccionada sobre el promedio de la población antes de la selección. El factor de intensidad se incrementa a mayor grado cuando el porcentaje seleccionado declina.

Figura 7.4: Intensidad de selección para varios porcentajes de la población retenida como padres para la próxima generación

El criador habituado puede hacer mucho para incrementar la ganancia genética incrementando la intensidad de selección. Un incremento de la selección viene muchas veces con muy poco costo adicional, pero existe un límite en el que aún el más experimentado de los administradores no puede pasar. El límite se encuentra principalmente establecido por los factores de manejo relacionados a reproducción tales como porcentaje de descarte voluntario o involuntario, intervalo entre partos, mortalidad de terneros y porcentaje de preñez. En un hato bien manejado, con un buen desempeño reproductivo, el números de terneros que se crian por año conduce a un abastecimiento de animales en el establecimiento. En el ejemplo que se presenta en la Figura 7.5, el productor tiene un exceso de 10 a 30 novillas de reposición. Si el productor no desea expandir el hato, el o ella puede elegir lo siguiente:

- Conservar todas las novillas y descartar las vacas que tienen la producción más baja;
- Vender las novillas sobrantes;
- Hacer una combinación de lo previamente mencionado.

Típicamente, en un hato bien manejado, cerca del 70% de las vacas deben ser conservadas como madres de la futura generación. La selección de hembras para ser madres de la siguiente generación de novillas no debe ser intensiva. Cuando el hato no se está expandiendo, el productor puede aplicar la presión de selección eliminando cada año las productoras más bajas del hato. Aún así, cuando un hato se encuentra en expansión, o cuando se encuentra mal manejado y posee problemas reproductivos, el productor puede no tener opción para el mejoramiento genético durante la selección de las vacas. Todas las vacas y casi todas las novillas criadas son necesarias para mantener oincrementar el tamaño del hato (Figura 7.5).

En forma opuesta a la selección de madres para novillas de reemplazo, la selección de vacas como madres de toros jóvenes, así como la selección de toros basada en la selección de registro puede ser muy intensiva. Los padres de toros jóvenes cuya progenie es probada por medio de empresas de inseminación artificial, pertenecen generalmente al 1 a 5 % más alto de la población de muchos hatos. Por lo tanto, la gran parte del progreso genético dentro del hato viene del uso de estos toros de inseminación artificial altamente seleccionados. Solamente una pequeña fracción de la ganancia genética proviene de la selección de vacas dentro del mismo hato.

Varianza genética (desviación stándard)

Algunos rasgos, especialmente aquellos involucrados en la sobrevivencia, muestran muy poca variación. Otros rasgos muestran una considerable variación genética. Si no existe una diferencia genética para un determinado rasgo, todos los animales poseen el mismo mérito genético. En este caso, es imposible conseguir cambios genéticos por medio de un programa de selección. La variación genética puede ilustrarse como una diseminación de la curva campana alrededor de la

media (Figura 7.2).

Figura 7.5: La intensidad de selección de las vacas en el hato depende del desempeño reproductivo.

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 aplicada a los toros. Como resultado, la mayoría del progreso genético en el hato proviene del semen disponible a través de inseminación artificial de toros altamente seleccionados.

Una pequeña variación produce una curva estrecha y una gran variación produce una curva ancha. La cantidad de variación genética influencia la cantidad de ganancia genética que se obtiene por medio del programa de selección, cuanto mayor la variación genética, mayor será la respuesta a la selección. Aún así, la desviación stándard genética es una característica de la población y no puede ser modificada por el criador. La desviación stándard genética se relaciona con la heredabilidad y la variación fenotípica:

= h x , donde:

= desviación stándard genética;

= desviación stándard fenotípico;

h = raíz cuadrada de la heredabilidad.

La Tabla 7.3 presenta la desviación stándard fenotípico y genética para producción de leche y total de sólidos en la leche en diferentes razas lecheras. Si todo lo demás es igual, se debe de esperar una mejora genética ligeramente mayor del programa de selección en Holstein y Pardo Suizo que en las otras razas debido a que la variación genética es la más alta para estas dos razas. En países donde el promedio de producción de leche es bajo, los valores para la desviación Standard probablemente sean proporcionalmente más bajas.

Tabla 7.3: La desviación stándard fenotípica y genotípica para producción de leche y otros rasgos en ganado lechero

Intervalo generacional

El intervalo generacional es el promedio de edad de los padres cuando su descendencia nació. 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.

El intervalo generacional influencia la cantidad de progreso genético por año. Cuanto más corto es el intervalo generacional, más progreso anual se puede realizar. Aún así, con un mayor intervalo generacional se puede incrementar la exactitud de selección debido a que más información estará disponible con el tiempo (registros lecheros de las hijas, desempeño en la lactancia, etc). Por lo tanto, una reducción en el intervalo generacional no es siempre deseable debido a que es obtenido a expensas de exactitud.

El intervalo generacional para un toro que se somete a un programa de prueba es dos años más largo que el de un toro utilizado en servicio natural (Tabla 7.4). Esto es debido al tiempo requerido por las hijas para finalizar sus registros de primera lactancia de manera que el toro pueda ser evaluado. El intervalo generacional de vacas a novillas de reemplazo es de cinco a seis años. Cuando todas las novillas son conservadas para reemplazo, el incremento en el índice de reemplazo de las vacas puede disminuir el promedio de edad relativa a la próxima generación en cerca de cuatro

años. Por otro lado, un desempeño reproductivo reducido de los animales puede incrementar el intervalo generacional en ocho o más años. Esta figura puede tener un valor más realista para hatos en regiones tropicales.

Algunas veces en un programa de apareamiento, se desea una alta exactitud. Es este el caso cuando un toro debe seleccionarse para un apareamiento concertado para producir toros jóvenes para las generaciones futuras. La mayor exactitud necesaria para identificar un toro superior con un alto grado de confianza significa que más tiempo es necesario para obtener registros de hijas adicionales. En este caso, el intervalo generacional puede ser de hasta nueve años (Tabla 7.4).

Un ejemplo del cálculo de ganancia genética para vacas seleccionadas de hatos y toros de organizaciones de inseminación artificial.

En la explotación lechera, los intervalos generacionales son relativamente difíciles de reducir. Un desempeño reproductivo pobre del hato disminuye la oportunidad de ganancia genética al incrementar los intervalos generacionales y al disminuir la intensidad de selección. Una alta intensidad de selección es difícil de conseguir en la explotación lechera. A pesar de que en aquellas explotaciones bien manejadas una baja intensidad de selección puede conseguirse descartando vacas con bajo mérito genético, la mayoría de las vacas deben ser utilizadas como madres de las novillas de reposición. Por lo tanto, existe poca oportunidad para el progreso genético al seleccionar hijas de vacas (Tabla 7.5).

A pesar de que existe un intervalo generacional más largo para toros que para vacas, la intensidad y exactitud de selección puede ser mucho mayor para ellos. Por lo tanto, la selección de toros ofrece una oportunidad mucho mayor de progreso genético comparado con las vacas (Tabla 7.5).

Tabla 7.4: Intervalo generacional para producción de leche por vacas lecheras (años)

Selección: Intervalo Toro-progenie Servicio natural 2,5 - 4 Toro-progenie Programa de IA 4 - 6 Madre-hija Novillas de reemplazo en el hato 4,5 - 6,5 Toro - toro Cruzamiento planeado 6,5 - 9

La ganancia genética depende de:
- Intensidad;
- Exactitud (heredabilidad),
- Variación genética;
- Intervalo generacional.

Las decisiones de manejo y de aparemiento modifican la ganancia genética que se puede obtener de un rasgo. La ganancia genética será más rápida cuando la heredabilidad y la varianza genética del rasgo seleccionado son altas. Por lo tanto, estos factores son importantes para considerar el establecer las metas de selección. Además, una mayor ganancia genética se puede obtener al reducir los intervalos generacionales, con una mayor intensidad de selección (utilizando inseminación artificial) y más alta exactitud de selección (mantenimiento de registros exactos).

Tabla 7.5: Ejemplo de posible ganancia genética seleccionando vacas y toros como padres de la siguiente generación.

Vacas* Toros** Exactitud*** 0,63 0,88 Intensidad**** 0,35 2,06Desviación stándard genética***** 613 613Intervalo generacional****** 5,0 5,5 GANANCIA GENETICA****** (kg de leche/año) 27 202

* Selección de vacas como madres de novillas de reemplazo
** Selección de toros utilizados por medio de inseminación artificial
*** Ver suposiciones acerca de vacas y toros en Tabla 7.1
**** Ver Figura 7.4
***** Valor promedio de Tabla 7.3
****** Ver Tabla 7.4
******* Ver fórmula en página 130.

QUE ESPERAR DE LA SELECCION

Lo inesperado

El valor de la habilidad de transmición predicha (del Inglés: Predicted Transmitting Ability, PTA) de un toro, es solamente un número promedio; es nuestra mejor estimación del valor genético de ese toro. El desempeño de cualquier hija en particular aún posee un componente impredecible debido a que cada hija recibe un grupo diferente de genes de cada toro. El azar, en el momento de la fertilización del óvulo por el espermatozoide, determina el mérito genético de la descendencia. El desempeño de las hijas del toro se distribuye de acuerdo a la curva campana, dependiendo de que el toro tenga un PTA de 1000 kg o 0 kg para producción de leche. Es importante darse cuenta que unas pocas hijas del toro A, que posee un PTA de 1000 kg, pueden tener un mérito genético por debajo del de algunas hijas del toro B, que posee un PTA de 0 kg (Figura 7.6). Aún así, el punto importante es que más hijas del toro que se encuentra por arriba del promedio (Toro A en la Figura 7.6) se encuentran por arriba de aquellas del toro que está por debajo del promedio (toro B en la Figura 7.6). Toma cerca de 50 hijas el tener una evaluación aceptable del PTA en un toro. El mérito genético real de una sola hija no puede ser exactamente pronosticado de ante mano (en el momento de la inseminación). Aún así, con el cálculo de confiabilidad dado al valor de PTA, podemos predecir un rango de los valores genéticos más probables para futuras hijas (ver la sección en confiabilidad luego en este capítulo).

En nuestro ejemplo, el uso de un toro en inseminación artificial resulta en aproximadamente siete veces más ganancia genética que vacas seleccionadas dentro del hato.

Figura 7.6: La frecuencia de distribución de hijas alrededor del promedio de PTA de dos toros

Respuesta correlacionada

Correlación

La correlación entre dos rasgos mide su tendencia a variar en la misma dirección (correlación positiva) o en una dirección opuesta (correlación negativa). La correlación puede determinarse entre dos rasgos (puntaje de tipo, porcentaje de proteína, porcentaje de preñez, peso corporal, etc.). Algunas correlaciones son más importantes que otras. En general, la correlación entre rasgos de importancia económica son esenciales para:
- Predecir el cambio en un rasgo en respuesta a la selección por otro;
- Determinar la posibilidad de seleccionar por múltiples rasgos simultáneamente;
- Anticipar los resultados generales de un programa de selección.

Por ejemplo, la correlación entre producción de leche y consumo de alimento es fuertemente positiva. Por lo tanto, vacas que son seleccionadas para mayor producción de leche tienden a comer más al mismo tiempo. En contraste, la correlación negativa entre producción de leche y porcentaje de grasa en la leche (Figura 7.7) hace más difícil seleccionar vacas para ambos, alta producción de leche y alto porcentaje de grasa en la leche. En realidad, el seleccionar vacas solamente por alto porcentaje de grasa o alto porcentaje de proteína en la leche podría forzar al criador a preferir animales con menor producción de leche comparado con aquellos de alta producción de leche.

Los PTA son nuestra mejor estimación del mérito genético promedio de un toro. El mérito genético de sus espermatozoides (que resultará en hijas) se distribuye alrededor del promedio de acuerdo con la curva campana. El hecho de que una hija en particular se ubicará por arriba o por debajo del promedio no se puede predecir en el momento que la vaca es servida, debido a que no podemos predecir que espermatozoide (entre millones) fertilizará el óvulo de la vaca.

Figura 7.7: Ejemplo de correlación entre PTA de 100 toros. La región sombreada fue trazada para incluír todos los toros. La región obscura entre la región sombreada indica el valor promedio de PTA de los 100 toros para un rasgo en particular.

La correlación entre dos rasgos indica que seleccionar por un rasgo producirá cambios en otro.

El coeficiente de correlación es un número que varía de -1 a 1. Una correlación positiva sugiere que los grandes valores para un rasgo tienden a producir grandes valores para otros rasgos, y bajos valores para ambos rasgos tienden a presentarse juntos. Por otro lado, una correlación negativa entre dos rasgos sugiere que grandes valores para un rasgo tienden a presentarse cuando el otro posee pequeños valores y viceversa.
Una correlación cercana a cero indica que los dos rasgos no varían juntos, en realidad son independientes entre sí.

Cuando se interpreta el coeficiente de correlación entre dos rasgos, es importante el considerar:
- El signo (positivo o negativo) que indica si los dos rasgos tienden a variar en la misma dirección (correlación positiva) o en direcciones opuestas (correlación negativa);
- La magnitud de la correlación que indica la magnitud del cambio en el rasgo en respuesta a la selección aplicada a otro rasgo.

El coeficiente de correlación puede ser interpretado de la siguiente forma:
- De 0,7 a 1,0, los rasgos cambiarán fuertemente en la misma dirección;
- De 0,35 a 0,7, los rasgos cambiarán algo en la misma dirección;
- De -0,35 a 0,35, los rasgos cambiarán casi independientemente uno del otro;
- De -0,07 a -0,35, los rasgos cambiarán algo en direcciones opuestas;
- De -1 a -0,7, los rasgos cambiarán fuertemente en direcciones opuestas.

La Figura 7.7 ilustra la correlación entre habilidad de transmisión predicha para varios rasgos por toros disponibles en los Estados Unidos en Enero de 1995. Esta figura fue realizada utilizando 100 toros con el "mérito puro" más alto (un índice de selección discutido en el Capítulo 8). En este gráfico, cada punto del mismo representa un toro en particular. El signo y la magnitud de la correlación pueden visualizarse mirando la forma de la región sombreada confeccionada trazando una línea a través de los puntos más extremos. Cuando la región sombreada forma un círculo, no existe correlación o hay una pobre correlación entre los dos rasgos (Figura 7.7b). A medida que la correlación se incrementa, los puntos tienden a tener una forma elíptica (la forma de un huevo; Figura 7.7 a y c). En el caso extremo de una correlación perfecta, todos los puntos deberían alinearse en una línea recta.

Correlaciones genéticas y fenotípicas

La comparación de dos valores fenotípicos conduce a correlaciones fenotípicas; a pesar de ello, la comparación de los valores de apareamiento o habilidad de transmisión para dos rasgos son correlaciones genéticas. Factores de manejo y genéticos (por ejm. alimentación) son las causas fundamentales de las correlaciones fenotípicas. Aún así, la correlación genética indica el grado de asociación entre los genes de los dos rasgos. Las correlaciones genéticas son importantes debido a que la selección para un rasgo en particular cambiará permanentemente también los rasgos correlacionados. La dirección y magnitud del cambio en un rasgo en respuesta a la selección por otro rasgo depende de la dirección y magnitud de la correlación genética entre las dos características. Por ejemplo, la fuerte correlación genética entre producción de leche y producción de proteína (correlación = 0,82 Tabla 7.6) indica que muchos de los genes para alta producción de leche pueden ser los mismos o pueden localizarse en los mismos cromosomas que los genes para alta producción de proteína. Aún así, una alta producción de leche se asocia también con un pequeño descenso en el porcentaje de proteína en la leche (correlación = -0,022).

Tabla 7.6: Correlaciones genéticas y fenotípicas entre producción de leche y otros rasgos

Correlación con producción de leche* Fenotípica Genética Producción de: Grasa 0,86 0,75 Proteína 0,92 0,82 Sólidos no grasos 0,98 0,95 Sólidos totales 0,96 0,92 Porcentaje de: Grasa -0,25 -0,40 Proteína -0,25 -0,22 Sólidos no grasos -0,15 -0,20 totales -0,20 -0,25 Puntaje de tipo 0,15 -0,23 Indice de concepción 0,10 0,10 Consumo de alimento 0,80 0,80 Peso corporal ---- 0,28 Correlación entre otros rasgos Producción de grasa (kg) y . . . • Producción de proteína 0,88 0,75 • Porcentaje grasa 0,28 0,40 • Porcentaje de proteína 0,00 0,20 Producción de proteína (kg) y . . . • Porcentaje de grasa 0,00 -0,10 • Porcentaje de proteína 0,10 0,30

* 0,7 a 1,0, fuerte cambio de los dos rasgos en la misma dirección; 0,35 a 0,7, los rasgos cambiarán algo en la misma dirección; -0,35 a 0,35, los rasgos cambiarán casi independientemente uno del otro;

0,7 a -0,35, los rasgos cambiarán algo en direcciones opuestas; -1 a -0,7, los rasgos cambiarán fuertemente en direcciones opuestas.

Las correlaciones presentadas en la Tabla 7.6 pueden utilizarse para predecir los cambios en los rasgos de producción cuando la selección se realiza por producción de leche únicamente. Realizando algunas asunciones acerca de la intensidad de selección, una ganancia genética de 100 kilos en producción de leche, por ejemplo, podría acompañarse con un incremento en producción de proteína (+2,6 kg) y producción de grasa (+3,0 kg), pero una disminución en el porcentaje de proteína (+0,004 %) y en el porcentaje de grasa (-0,01 %).

¿COMO SE PREDICE EL VALOR GENETICO DE UN ANIMAL?

La evaluación genética de los toros lecheros comenzó en Estados Unidos en 1935. En 1974, la Comparación Contemporánea Modificada (MCC) fue implementada como un método de evaluación de animales. Cada seis meses, en Enero y en Julio, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) calcula el valor genético de las vacas y toros cuyos registros son colectados por el programa de Mejoramiento de Hatos Lecheros (DHI). Desde Julio de 1989, la Habilidad de Transmisión Predicha (PTA) de vacas y toros ha sido computada utilizando un procedimiento estadístico llamado "Modelo Animal". En el modelo animal, hembras y machos son evaluados al mismo tiempo utilizando una computadora extremadamente poderosa.

RASGOS POR LOS QUE EL MODELO ANIMAL EVALUA A LAS VACAS Y A LOS TOROS

Las cinco pruebas de producción por las que se realiza la evaluación son:
- Producción de leche;
- Producción de grasa;
- Producción de proteína;
- Porcentaje de grasa;
- Porcentaje de proteína.

La dirección y magnitud del cambio en una prueba en respuesta a la selección por otro rasgo depende de la dirección y magnitud de la correlación genética entre los dos rasgos. Además, los rasgos conformacionales (principalmente ubre, patas y pezuñas, forma corporal y capacidad lechera) son también evaluados. La evaluación genética de los toros por vida productiva (expectativas de vida de las hijas en el hato) y conteo de células somáticas (una medida de resistencia a las infecciones en la glándula mamaria) han estado disponible en los Estados Unidos desde Enero de 1994.

HABILIDAD DE TRANSMISION PREDICHA O PTA (DEL INGLES PREDICTED TRANSMITTING ABILITY)

PTA es una forma de posicionar a los animales por su mérito genético. Antes de que el mérito genético pueda ser calculado para un animal, los efectos medio ambientales deben ser removidos. Luego, por cada uno de los cinco rasgos de producción considerados en el Modelo Animal, se predice el mérito genético combinando información de las siguientes tres fuentes:
- El mérito genético del padre;
- Desempeño del animal (cuando se puede aplicar);
- Información de progenie.

PTA es la forma de posicionar los animales por su mérito genética.

Como remover los factores ambientales de los registros lecheros: Un ejemplo

Utilicemos un ejemplo para ilustrar el principio que le permite a los genetistas predecir la habilidad de transmisión. Imagine que hay una vaca (vaca 1) que produce 4800 kg de leche en una población que posee un promedio de producción de 5600 kg. Utilicemos el modelo presentado previamente en este capítulo:

P = M+G+E donde,
P = registro de lactancia;
M = media de las vacas en la población;
G = mérito genético (PTA) de una vaca;
E = efectos ambientales.

La vaca 1 tiene 800 kg por debajo del promedio, pero nosotros no sabemos la causa de este bajo desempeño. Por ejemplo, ella podría tener un valor genético de -400 kg y un valor ambiental de -400 kg o un valor genético de +200 kg y un efecto ambiental de -1000 kg. En otras palabras, su registro de lactancia debe escribirse de la siguiente forma:

4800 = 5600 -400 -400 ó
4800 = 5600 +200 -1000.

Cualquier número que sume hasta 800 puede representar la contribución del ambiente y de los genes de la vaca 1. Por lo tanto la pregunta sigue siendo, ¿Cómo conocemos el valor genético de la vaca 1?

Como se indicaba anteriormente, no podemos encontrar un valor absoluto para su mérito genético; aún así, podemos comparar su desempeño con el de otras vacas que producen leche en un ambiente lo mas similar posible al de ella***. Por ejemplo, los análisis estadísticos de los registros de producción de leche de muchas vacas (n-vacas) indican que, en promedio, vacas en un ambiente similar a la vaca 1 podrían producir 4700 kg de leche. A pesar de que el valor genético promedio de las n-vacas puede diferir de aquel de la vaca 1, sabemos que los efectos ambientales fueron los mismos y que por lo tanto, la diferencia entre producción de leche de la vaca 1 y el promedio de producción de leche de las n-vacas es una estimación de su superioridad genética (+100) relacionada con las otras vacas en el grupo:

*** Esto es difícil de realizar en la práctica debido a que muchos efectos ambientales no pueden ser controlados por el productor. Aún así, análisis estadísticos de un gran número de registros pueden predecir con exactitud la magnitud de algunos efectos conocidos como edad, época de parto, número de ordeños diarios, etc.

vaca 1 4800 = 5600 + G1 + E1 - (n- vacas 4700 = 5600 + Gn + E1) 100 = 0 + G1-Gn + 0

Este ejemplo ilustra tres puntos importantes relacionados con los PTAs:
- Los PTAs pueden determinarse únicamente luego de que los efectos del ambiente han sido "ecualizados";
- Los PTAs se expresan como la diferencia del promedio de la población - este punto de referencia se llama base genética y;
- Una vaca (la hija de un toro) puede tener una producción de leche por debajo del promedio pero tener un mérito genético por arriba del mismo o viceversa.

Una vaca puede tener una baja producción de leche pero un alto mérito genético y viceversa.

Fuentes de información en los PTAs

Luego de que se ha determinado la magnitud de los efectos ambientales como edad o época de parto, se calcula el mérito genético con la siguiente ecuación:

PTA=

w1 x información de los padres +

w2 x información de producción +

w3 x información de progenie.

Los W's son los valores de medida proporcionales basados en la información disponible de cada fuente. La suma de w1, w2, y w3 es igual a 1,0. Para la Habilidad de Transmisión Predicha de las vacas, la información proviene principalmente de su propia producción de leche (altos valores para w2). Claramente, esto no es posible para los toros (w2=0). La información para evaluar el PTA de un toro para los rasgos de producción proviene principalmente del control de sus hijas (valor alto para w3). Aún así, para los rasgos de tipo, la medición puede realizarse tanto en el toro como en sus hijas.

BASE GENETICA

La base genética es el punto de referencia utilizado para evaluar el mérito genético de los animales para un rasgo. Todos los valores de PTA se expresan como un desvío de la base genética. La base se define estableciendo el promedio de la habilidad de transmisión predicha en "cero" para un grupo de animales. Por ejemplo, en los Estados Unidos hasta 1994, el PTA para producción de leche se estableció en cero para todas las vacas nacidas en 1985 y que estaban aún en lactancia en 1990. Existe una base separada para cada rasgo y para cada raza de vacas. Como un indicador del valor de la base genética, el promedio de producción de leche para las vacas nacidas en 1985 es presentado en la Tabla 7.7.

Tabla 7.7: Promedio de producción de vacas que participan de un programa de mejoramiento de hatos y nacidas en 1985

Raza	Leche	Grasa	Proteína	kg	kg	%	kg	%
Ayrshire	6.281	243	3,86	206	3,28			
Pardo Suizo	7.215	278	3,85	249	3,45			
Guernsey	5.767	260	4,51	200	3,47			
Holstein	8.620	308	3,58	267	3,10			
Jersey	5.831	275	4,71	215	3,68			

¿Por qué sigue cambiando la base genética?

No existe una razón estricta por la cual cambiar la base genética. Aún así, a medida que se realiza el progreso genético, los PTAs continúan incrementándose. Usualmente, las bases genéticas son adaptadas para ajustar el cálculo del valor genético de los animales a la población representativa de la situación actual. La comparación entre dos toros se hace más fácil al adaptar la base en forma regular. Por ejemplo, en relación a una base antigua, el PTA de leche para dos toros puede ser +3.680 kg y +4.190 kg; asumiendo un ajuste de la base de 3.500 kg, los PTAs de los mismos toros serían +180 kg y +690 kg, dos valores más fáciles de comparar entre sí.

La frecuencia de cambio en la base genética varía de país a país. Algunos países cambian la base genética todos los años (Canada) mientras que otros cambian solamente una vez cada 10 años. En los Estados Unidos, las bases genéticas se modifican cada cinco años.
En 1984, la base genética para producción de leche fue incrementada en 443 kg. En Enero de 1995, la base genética fue modificada nuevamente en 450 kg para producción de leche. Como grupo, a las vacas nacidas en 1990 se les asignó un valor genético de cero.

El impacto de cambiar la base genética

El cambio de la base genética no afecta el valor genético del animal. Un cambio de la base genética cambia los valores de PTA para todas las vacas y toros al mismo tiempo. La diferencia entre animales permanece igual a pesar de los cambios en la base genética. Una base genética nueva incluye animales de mérito genético más alto. Por lo tanto, algunos animales que fueron positivos antes del cambio pueden pasar a negativos luego de que la base genética ha sido actualizada. El valor genético real del animal no cambia, lo que cambia es solamente el punto de referencia desde el cual las diferencias son calculadas. Cuando la base genética se incrementa en un monto dado, todos los valores de PTA para todos los animales decrecen en la misma cantidad. En el ejemplo presentado en la Figura 7.8, la base genética se incrementa en 400 kg de leche. Un toro con un PTA de +200 kg en la antigua base genética pasa a -200 kg luego del cambio. Por lo tanto el valor de PTA para todos los animales ha sido reducido en 400 kg, pero el valor genético de cada animal permanece igual.

Figura 7.8: Efectos del cambio de base genética en los valores de PTA

CONFIABILIDAD

La confiabilidad es una medida de exactitud de los valores de PTA. La confiabilidad puede verse también como un reflejo de la cantidad de información en la evaluación de PTA. Cuanto mayor sea la cantidad de información disponible, mayor será la confiabilidad, y existirán menores posibilidades de que los futuros PTAs sean diferentes de los PTAs actuales. La confiabilidad depende principalmente de:
- La confiabilidad de los PTA de los padres y otros parientes;
- El número de registros (vacas);
- El número de hijas que el toro tiene y el número de hatos en los que las hijas se encuentran.

En otras palabras, la confiabilidad incluye información de los padres, el propio animal y su progenie. Aún así, las distintas fuentes de información contribuyen en forma diferente al cálculo de confiabilidad.

La confiabilidad es una medida de confianza que debe darse a un cálculo de PTA. Cuanto mayor es la confiabilidad, menor es la posibilidad de que los futuros PTAs sean diferentes a los actuales.

La heredabilidad y el número y distribución de las hijas en diferentes hatos son los factores principales que afectan la confiabilidad de los PTA de un toro. La confiabilidad aproximada de dos rasgos con diferente heredabilidad son listados en la Tabla 7.8. Toma aproximadamente 50 hijas en 50 hatos obtener un valor de PTA con una confiabilidad de 80% para producción de leche. Aún así, la misma distribución de hijas puede conducir a un PTA con confiabilidad de solo 60% para conteo de células somáticas, un rasgo menos heredable.

Tabla 7.8: Confiabilidad aproximada de PTA para producción de leche y PTA para conteo de células somáticas (SCC) proveniente del Modelo Animal

Confiabilidad (%)

No de hijas

(1 hija por hato)

Leche

h2= 0,25

SCC

h2=0,120 63 40 30 71 48 50 79 59 100 88 73 200 93 84 500 97 93 1000 99 96

Un valor de PTA con confiabilidad de 70% es probable que cambie en el futuro. La dirección del cambio es desconocida; aún así, a medida que más información se encuentra disponible, el PTA del toro puede incrementarse o disminuir o permanecer sin cambios. Por lo tanto el uso de estos toros representa un gran riesgo, pero al mismo tiempo, una mejor oportunidad que la de un toro que tenga un PTA muy confiable (más del 90%) que no se espera que cambie mucho más.

INTERVALO DE CONFIANZA

El intervalo de confianza refleja el intervalo entre el que se espera que se encuentre el 68% de las veces la verdadera habilidad de transmisión (dos de tres veces). Un intervalo de confianza es útil debido a que otorga una expectativa real de la magnitud del cambio que puede afectar el PTA de un toro.

El intervalo de confianza es fácil de calcular debido a que depende sólo de la confiabilidad y de la desviación Standard para el rasgo de interés. Un intervalo de confianza del 68% es el desvío alrededor del PTA (un valor central) que podría incluir el 68% de todas las hijas del toro.

El límite inferior y superior del intervalo de confianza puede ser calculado de la siguiente manera:

Límite inferior = PTA - desviación;
Límite superior = PTA + desviación;
donde el desvío =

Calculemos el intervalo de confianza para dos toros, ambos con un PTA de leche de 1.000 libras, pero con confiabilidades de 70% y 99%, respectivamente. Como se indica al pie de página de la Tabla 7.9, la desviación genética stándard para producción de leche es de 560 libras. Por lo tanto, para que un toro tenga un PTA con una confiabilidad de 70%, la desviación del PTA es x 560 = 307 libres. El límite inferior del intervalo de confianza es 1000 - 307 = 693 lbs, y el límite superior es 1000 + 307 = 1307 lbs. Por lo tanto, podemos predecir que dos de tres veces, el verdadero PTA del toro recae entre 693 lbs y 1307 lbs. Esto también significa que una de tres veces el valor verdadero del toro se ubica por fuera del rango; una de seis veces el verdadero PTA será menos que 693 libras de leche, y una de seis veces será más de 1307 libras de leche.

Una vez que la confiabilidad del PTA es de 99%, el intervalo de confianza es algo más pequeño. En nuestro ejemplo, un toro con un PTA de 1000 libras y una confiabilidad de 99% posee una habilidad de transmisión verdadera de entre 944 libras y 1056 libras dos de cada tres veces.

La razón de que el intervalo de confianza decrece a medida que la confiabilidad aumenta es debido a que a medida que más información (registros de las hijas) se encuentra disponible, el valor de PTA se transforma en un mejor anticipo del PTA del animal. Como resultado, el valor de PTA del toro A en nuestro ejemplo no se espera que cambie; aún así, el valor de PTA del toro B es muy probable que cambie. ¿En qué dirección cambiará? Nadie sabe; puede ir hacia arriba o hacia abajo.

Figura 7.9: Intervalo de confianza y confiabiliad de los PTA para producción de leche

Tabla 7.9: Desviación aproximada de la media que puede ser utilizada para calcular un intervalo de confianza en el que el verdadero PTA de un animal se encontrará dos de tres veces (ver el ejemplo del cálculo del intervalo de confianza en el texto)*

* Para el cálculo de las desviaciónes en esta tabla, las desviaciónes stándard genéticas se asumió que fuesen: Producción de leche 254 kg (560 libras); Producción de proteína 8,6 kg (19 libras); Producción de grasa 10.3 kg (22,5 libras).

SUMMARY

Given the environment to which the animal will be subjected, the goal of genetic improvement of dairy cattle is to produce a cow with a genotype that will allow her to perform at top efficiency and maximize the profit of the dairy farmer.

From a practical stand point, selection and gene migration (crossbreeding) are the tools available to breeders to change the genetic value of their herd for a particular trait.

Selection is the process that allows certain animals to reproduce more than others.
Transmitting ability is half the breeding value. Chance determines which genes are transmitted at each mating. As a result, the genetic merit of an offspring is likely to differ from that of either parent.

High milk production records reflect the level of management more than the true genetic value of the animal.

A cow can have a low average milk production but a high genetic merit and vice versa.

Transmitting ability can be determined with much greater accuracy in bulls than in cows.

Even when reproductive performance is good, the selection intensity of cows in a herd is minimal compare to the selection intensity applied to bulls. As a result, most of the genetic progress in a herd comes from the semen of highly selected bulls available through artificial insemination.

For a particular trait, genetic gain due to selection depends on:
- Intensity of selection;
- Accuracy of selection;
- Genetic variation in the population;
- Generation intervals.

Management and breeding decisions alter the genetic gain obtainable for a trait. Genetic gain will be more rapid when heritability and genetic variation of the selected trait are high. Thus these factors are important to consider in setting selection goals. In addition, more genetic gain can be obtained from reduced generation intervals, a higher selection intensity (use of artificial insemination) and a higher accuracy of selection (accurate record keeping).

In our example, the use of a bull selected and available through artificial insemination results in about seven times more genetic gain than selecting cows within the herd.

Predicted transmitting abilities (PTAs) are our best estimate of a bull’s average genetic. The genetic merit of his sperm cells (which ultimately result in daughters) is distributed around the average according to a bell-shaped curve. Whether a particular daughter will be above or below the average cannot be predicted at the time the dam is bred since we cannot predict which sperm (among millions) will fertilize the dam's egg.

PTAs allow us to rank animals for their genetic merit.

Reliability is the measure of the confidence that should be given to the PTA estimate. The higher the reliability, the less likely that future PTAs will be different from current PTAs.

The direction and magnitude of change in a trait in response to selection for another trait depends on the direction and magnitude of the genetic correlation between the two traits.

Esta publicación está autorizada por el Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera de la Universidad de Wisconsin Madison.

Estas tecnologías son responsabilidad de quien las aplique.