

UNIDAD TEMÁTICA 2: MEJORAMIENTO GENÉTICO ANIMAL

Capítulo III: Apareamientos

Tema 1: Conceptos. Estrategias de apareamiento basadas en performance animal: apareamiento al azar y selectivo.

APAREAMIENTOS

Introducción

Como se vio anteriormente, las herramientas básicas de MGA son la selección y los apareamientos, en la primera se decide que individuos se convierten en padres, cuántos hijos podrían producir, y cuanto tiempo permanecerán en la población de cría, mientras en la segunda se decide que machos aparear con que hembras. A partir de ahora se iniciará el estudio de la segunda herramienta

Estrategias de apareamiento basadas en performance animal: apareamiento al azar y selectivo

Algunas de las *estrategias de apareamiento* se basan en el P del animal (o mérito genético) e incluyen:

- ~ **Apareamiento aleatorio simple**
- ~ **Apareamiento selectivo positivo**
- ~ **Apareamiento selectivo negativo.**

Existen otras dos estrategias de apareamiento basadas en las relaciones genealógicas que serán tratadas en el siguiente tema, ellas son la **endocría o consaguinidad** y la **exocría o cruzamiento**.

Las estrategias de apareamiento que se basan en el P animal pueden ser definidas en dos contextos. El primero es **individual**, y son las estrategias para aparear dos animales en particular, y el segundo es de **población**, y se refiere a las estrategias para aparear razas o líneas.

ESTRATEGIAS PARA REALIZAR APAREAMIENTOS INDIVIDUALES

Las estrategias para realizar apareamientos individuales consisten en apareamientos de machos específicos con hembras específicas. A continuación desarrollamos los distintos tipos de apareamiento.

Apareamiento aleatorio

Es un sistema de apareamiento en el cual el macho y la hembra son elegidos al azar. Con el apareamiento al azar verdadero, todos los apareamientos concebibles son igualmente posibles. Para hacer apareamientos aleatorios, un criador podría decidir estadísticamente asignando a cada hembra un número de una tabla de números al azar, luego colocar las hembras a las que les correspondieron los números más bajos a un determinado macho, aquellas hembras con la siguiente categoría de números al azar más altos a otros machos y así sucesivamente.

Un procedimiento más clásico para apareamiento al azar incluye subdividir las hembras de acuerdo al orden de llegada a la puerta de aparte, eligiendo la dosis de semen para la inseminación artificial aleatoriamente. A veces se confunde el apareamiento al azar con la selección al azar. Se asume que los criadores que hacen apareamientos al azar, en realidad no toman ni decisiones de apareamiento ni decisiones de selección. Sin embargo, los apareamientos al azar no tienen nada que ver con la selección. Un grupo altamente seleccionado

de animales de una raza pueden ser apareados al azar. Los apareamientos al azar pueden ser o una forma fácil de aparear animales o bien una técnica deliberada y cuidadosamente elegida.

El apareamiento al azar es fácil, no requiere registros del P o predicciones genéticas e insume muy poco tiempo en decidir los apareamientos, por esta razón es popular entre los productores comerciales donde generalmente no disponen de información del P o donde hay tantos animales que otro enfoque es impracticable.

Los apareamientos al azar pueden ser muy útiles desde el punto de vista de la evaluación genética. Si un macho es asignado a un número suficientemente grande de hembras y éstas son elegidas completamente al azar, es poco probable que la evaluación de ese macho se beneficie por tener un particular grupo de hembras o viceversa.

Apareamiento selectivo

Es el apareamiento de individuos similares (**apareamiento selectivo positivo**) o individuos no similares (**apareamiento selectivo negativo**). “Similar” en este contexto significa tener P similar en un carácter o conjunto de caracteres, asimismo, también puede significar tener predicciones genéticas similares. Cualquier estrategia de apareamiento que no sea aleatoria con respecto al P o a predicciones genéticas es necesariamente una forma de apareamiento selectivo.

El apareamiento selectivo es más difícil que el apareamiento aleatorio, ya que requiere registros del P, predicciones genéticas, o algún otro criterio de apareamiento. Los animales deben ser clasificados (no siempre un tema simple), especialmente cuando se consideran múltiples caracteres.

El apareamiento selectivo favorece a algunos individuos con respecto al P de la progenie, por ejemplo un macho apareado solamente con las mejores hembras tiene una ventaja distintiva sobre los machos relegados a las hembras del “extremo inferior”. A menos que usemos tecnología de predicción que responda al apareamiento no aleatorio, el apareamiento selectivo causará que las predicciones genéticas para esos machos sean sesgadas.

a) Apareamiento selectivo positivo

Aparear selectiva y positivamente significa aparear los más grandes con los más grandes, los más pequeños con los más pequeños, los más rápidos con los más rápidos, machos con los DEPs más altos con hembras con DEPs similarmente altos y así sucesivamente en la misma dirección.

Tiende a crear más variación genética y fenotípica en la generación siguiente, de lo que podría encontrarse en una población comparable apareada aleatoriamente.

En la siguiente figura se muestra las distribuciones de los BV o P en una población apareada al azar y en una población sometida a apareamiento selectivo positivo. Aparear los más altos con los más altos y los más bajos con los más bajos tiende a esparcir la distribución lejos del centro y hacia los extremos.



La uniformidad es usualmente valorada por los criadores, entonces el aumento de la variación fenotípica causada por el apareamiento selectivo positivo, es normalmente considerado una desventaja de la estrategia. No obstante, el aumento de la variación genética,

puede ser beneficiosa desde el punto de vista de la selección. Cuanto mayor es la variación genética, mayor es la tasa de cambio genético. Por lo tanto, el apareamiento selectivo positivo representa una forma de acelerar el cambio genético aumentando la variación genética.

Sin embargo, pocos criadores usan esta estrategia para el propósito expreso de incrementar la variación genética. Comúnmente aparean sus mejores machos con sus mejores hembras con el objetivo de incrementar la probabilidad de producir hijos verdaderamente superiores. *Usan el apareamiento selectivo positivo para producir individuos extremos.* Si esos individuos extremos son machos, mejor, ya que pueden tener un mayor impacto en la próxima generación.

Por ejemplo, un criador de equinos Pura Sangre de Carrera podría aparear su yegua más rápida con el semental más rápido disponible, pagando una fortuna por este privilegio. Está apostando a que el apareamiento va a producir un potro particularmente rápido. Si el potro es tan bueno como espera, sus futuras ganancias y servicios pagarán por él muchas veces más.

Aparear para producir extremos, tiene sentido si el objetivo de mejoramiento es cambiar el \bar{P} en una población, por ejemplo, si el objetivo principal de un programa de mejora en lechería es incrementar el rendimiento de leche, entonces aparear las vacas con mayor P con los toros con las DEPs más altas para la leche es un enfoque correcto.

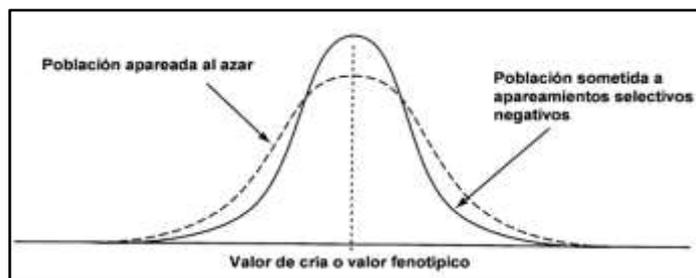
Por otro lado, si el nivel de \bar{P} es óptimo y hay gran uniformidad, el apareamiento selectivo positivo podría ser inapropiado. Por ejemplo tiene poco sentido, aparear gallinas con BV para tamaño de huevo extremadamente alto, con gallos con BV similarmente extremo si lo óptimo es un tamaño de huevo intermedio.

b) Apareamiento selectivo negativo

Aparear selectiva y negativamente significa aparear el más grande con el más chico, el más rápido con el más lento, machos con los DEPs más altos con hembras con los DEPs más bajos y así sucesivamente.

Mientras que los apareamientos selectivos positivos tienden a crear más variación genética y fenotípica en la generación descendiente, los apareamientos selectivos negativos tienden a disminuir la variación. Aparear animales que son extremos en una dirección con animales que son extremos en la dirección opuesta tiende a producir más tipos intermedios y reduce el número de hijos extremos.

La siguiente figura ilustra la disminución de la variación genética y fenotípica causada por el apareamiento selectivo negativo.



El apareamiento selectivo negativo no es una buena

estrategia si se quiere acelerar la tasa del cambio genético direccional. La variación genética reducida disminuye la respuesta a la selección. Sin embargo, si la meta principal es incrementar la uniformidad fenotípica hacia cerca de un óptimo intermedio, esta estrategia de apareamiento puede ser beneficiosa. En el ejemplo de las ponedoras, los gallos con BV altos para tamaño del huevo, apareados con gallinas que producen huevos pequeños (o viceversa) debería resultar en una mayor proporción de ponedoras que producen huevos de tamaño intermedio. *El apareamiento selectivo negativo es mejor utilizar para producir intermedios.*

Algunos apareamientos selectivos negativos pueden ser considerados **apareamientos correctivos**. Estos son apareamientos diseñados para corregir las fallas o defectos en la progenie de uno o ambos padres. Por ejemplo, si se crían caballos, y su yegua favorita es muy angulada en los miembros posteriores, podría corregir la falla en sus potros apareándola con un semental que tenga poca angulación en las patas.

Los apareamientos selectivos negativos son ejemplos de **complementariedad**, es decir, un mejoramiento del P general de la progenie resultado del apareamiento de individuos con BV diferentes pero *complementarios*. El semental poco angulado complementa a la yegua muy angulada. El gallo con el BV alto para tamaño del huevo complementa a la gallina cuyos huevos son muy pequeños.

Estos ejemplos ilustran la complementariedad para un solo carácter. Igualmente importante es la complementariedad para una combinación de caracteres. Por ejemplo, aparear ovejas que producen vellón liviano pero de alta calidad con carneros que producen vellones más pesados pero con menor calidad puede resultar en una progenie que produzca lana de peso y calidad aceptables. Los diferentes tipos de ovinos se complementan entre sí con respecto a ambos caracteres.

ESTRATEGIAS COMBINADAS

Los productores comúnmente usan más de una estrategia a la vez. Un criador de ganado lechero registrado podría usar el apareamiento selectivo positivo con las vacas de mayor producción, apareándolas con toros con DEPs extremadamente altos para la producción de leche, con la esperanza de producir una cría especialmente valorable. Al mismo tiempo, podría usar el apareamiento selectivo negativo para corregir en sus hijos defectos estructurales de algunas de sus vacas. Probablemente tenga algunas vacas con problemas de conformación de la ubre y elige aparearlas con un toro cuyas hijas son particularmente fuertes en ese aspecto.

Podría aparear aleatoriamente una porción de sus vacas con toros jóvenes pero prometedores. El apareamiento aleatorio ahorra tiempo y proveería datos insesgados de aquellos toros, cuando sus hijas entren en producción.

Estrategias para cruzar razas o líneas

En teoría, las mismas estrategias usadas al hacer apareamientos individuales pueden ser usadas para diseñar **programas de cruzamientos**. Las razas o líneas dentro de las razas pueden ser cruzadas aleatoriamente o apareadas selectivamente.

En la práctica, los criadores raramente cruzan poblaciones al azar, casi siempre hay una estrategia selectiva involucrada en los programas de cruzamientos. Los criadores comúnmente no usan el término "*apareamiento selectivo positivo*" en el contexto de los cruzamientos, pero en la práctica es usual. Los sistemas de cruzamientos rotacionales funcionan mejor cuando se utilizan tipos biológicos similares (apareamientos selectivos positivos).

El apareamiento selectivo negativo entre razas es común en ovejas, cerdos y bovinos de carne. La estrategia permite a los criadores, usualmente productores comerciales, sacar ventaja de la **complementariedad racial**, un mejoramiento en el P general de la progenie cruza resultante del cruzamiento entre razas de tipos biológicos diferentes pero complementarios.

Así como la complementariedad asociada a los apareamientos individuales, la complementariedad racial puede involucrar un solo carácter o varios. Un ejemplo de complementariedad racial de un carácter simple y único es el apareamiento de una raza de carne

que es baja en marmoleado (Limousin) con una raza mejor en ese aspecto (Angus) para producir animales de mercado con veteado aceptable.

Más comúnmente la complementariedad racial involucra varios caracteres. En ovejas, cerdos y ganado de carne la complementariedad racial típicamente proviene de cruzar **razas maternas** (razas que sobresalen en **caracteres maternos** de fertilidad, ausencia de distocia, producción de leche, y habilidad maternal) con **razas paternas** (razas que son fuertes en **caracteres paternos** como la tasa y eficiencia de ganancia de peso, calidad de la carne y rendimiento de la carcasa).

Lo último en complementariedad racial se logra en sistemas de cruzamientos de machos terminales, en los cuales las hembras de razas maternas son apareadas con machos de razas paternas para producir eficientemente progenie que sea especialmente deseable desde el punto de vista del mercado. Las hijas de **machos terminales** no se guardan como reemplazos, sino que se venden con su contraparte masculina (capones, pollos parrilleros) como animales de sacrificio.

En las ovejas un sistema de machos terminal podría involucrar carneros Suffolk con ovejas Border Leicester. En bovinos de carne un sistema similar podría involucrar cruzar toros Charolais con vacas Hereford x Angus.

Tal como la complementariedad asociada con los apareamientos individuales, la complementariedad racial resulta de la combinación de los BV. Los tipos biológicos son mezclados y apareados de tal forma que la performance general de los hijos cruza es mejor que la performance de las razas paternas (la raza del padre y de la madre).

La complementariedad de razas es a veces una función *sumatoria* del BV de las razas parentales. Por ejemplo, cuando una raza de carne es poco lechera se cruza con una raza muy lechera para producir hembras de moderada producción lechera. El \overline{BV} para la producción de leche en la población cruzada es simplemente el promedio de \overline{BV} para el carácter en las razas paternas. Los BV de las razas paternas se combinan en forma *aditiva*. Sin embargo, debido a que una producción de leche moderada es más deseable que la producción baja o muy alta, el cruzamiento es complementario.

Otras veces, la complementariedad racial es una función *multiplicativa* de los BV de las razas parentales. Cuando verracos de una raza sobresaliente por un crecimiento rápido son apareados con cerdas de una raza que producen camadas grandes, hay un efecto multiplicativo en el peso al destete de la camada. Más cerdos destetados y pesos al destete individuales más altos, traducido a mayor peso al destete de la camada para los cerdos cruzados que para cualquiera de las razas parentales.

Debido a que la complementariedad racial (y complementariedad en general) resulta de combinar BV, es particularmente diferente del vigor híbrido, el otro gran beneficio de los cruzamientos. Como veremos más adelante, el vigor híbrido no tiene nada que ver con el BV, es una función del VCG.