

Capítulo 16

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

Un *sistema de apareamiento* puede ser definido como un conjunto de reglas que se utilizan para tomar decisiones de apareamiento. Por lo tanto, no hay límite en el número de sistemas posibles. Hay sin embargo, solo unas pocas *estrategias de apareamiento*. Algunas están basadas en la performance del animal (o expectativa de performance o mérito genético) e incluyen el apareamiento aleatorio simple, apareamiento selectivo positivo, y apareamiento selectivo negativo. Estas estrategias son el tema de este capítulo. Otras dos estrategias de apareamiento, endocria y cruzamiento, están basadas en las relaciones genealógicas. Son el tema del capítulo 17.

Examinaremos las estrategias de apareamiento que se basan en la performance animal en dos contextos. El primero es un contexto *individual*. Aquí nos referimos a las estrategias para aparear animales particulares. El segundo contexto es de *población*. Aquí nos referimos a las estrategias para cruzar razas o líneas.

ESTRATEGIAS PARA REALIZAR APAREAMIENTOS INDIVIDUALES

Primero miremos las estrategias para hacer apareamientos individuales – apareamientos de padres específicos con madres específicas. Comenzaremos con una estrategia que podría no considerarse “estrategia”. El apareamiento aleatorio.

Apareamiento Aleatorio

El **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 de performance o predicciones genéticas e insume muy poco tiempo en decidir los apareamientos. Por esta razón el apareamiento al azar es popular entre los criadores comerciales donde la información de la performance no está disponible 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. Como se explicó en el capítulo 11, hay menos de que preocuparse si la metodología BLUP es utilizada para evaluar a los machos, porque los mejores modelos BLUP toman en cuenta los apareamientos no al azar. Sí es un problema si este tipo de técnicas no son utilizadas.

No hay arte en los apareamientos al azar. Muchos criadores sienten que apareando al azar es como renunciar a las medidas de control, un cierto poder sobre la naturaleza que es legítimo de ellos. Verdaderamente, como veremos en la discusión que sigue sobre los apareamientos selectivos, hay veces en que los apareamientos planificados tienen sentido. Aún los apareamientos al azar son subestimados por muchos. Dada la aleatoriedad de la herencia, la habilidad de un criador para controlar los resultados de un apareamiento es limitada. Los apareamientos al azar deslindan menos control de lo que usted puede pensar y los “errores” que suelen resultar de estos a menudo se balancean con “sorpresas satisfactorias”.

Apareamiento aleatorio: es un sistema de apareamiento en el cual el macho y la hembra son elegidos al azar.

Apareamiento selectivo

El **apareamiento selectivo** es el apareamiento de individuos similares (**apareamiento selectivo positivo**) o individuos no similares (**apareamiento selectivo negativo**). “Similar” en este contexto tradicionalmente significa tener performance similar en un carácter o conjunto de caracteres. También puede significar tener expectativa similar de performance – predicciones genéticas similares. Cualquier estrategia de apareamiento que no sea aleatoria con respecto a la performance o expectativa de performance es necesariamente una forma de apareamiento selectivo.

Al igual que los estudiantes a veces confunde el apareamiento aleatorio con ausencia de selección, a menudo cometen el mismo error con el apareamiento selectivo. Cuando hablamos de aparear “el inferior con el inferior” y el “mejor con el peor” (formas de apareamiento selectivo positivo y negativo respectivamente), es fácil inferir que los inferiores y los peores están disponibles para criar porque no se ha producido selección. Sin embargo, ese no es el caso. Los inferiores y los peores son simplemente con la inferior y

la peor información de aquellos individuos que fueron seleccionados. De hecho podrían ser muy selectos – no particularmente inferior o peor.

El apareamiento selectivo es más difícil que el apareamiento aleatorio. Requiere registros de performance, predicciones genéticas, o algún otro criterio de apareamiento. Los animales deben ser clasificados – no siempre un tema simple, especialmente cuando se consideran múltiples caracteres.

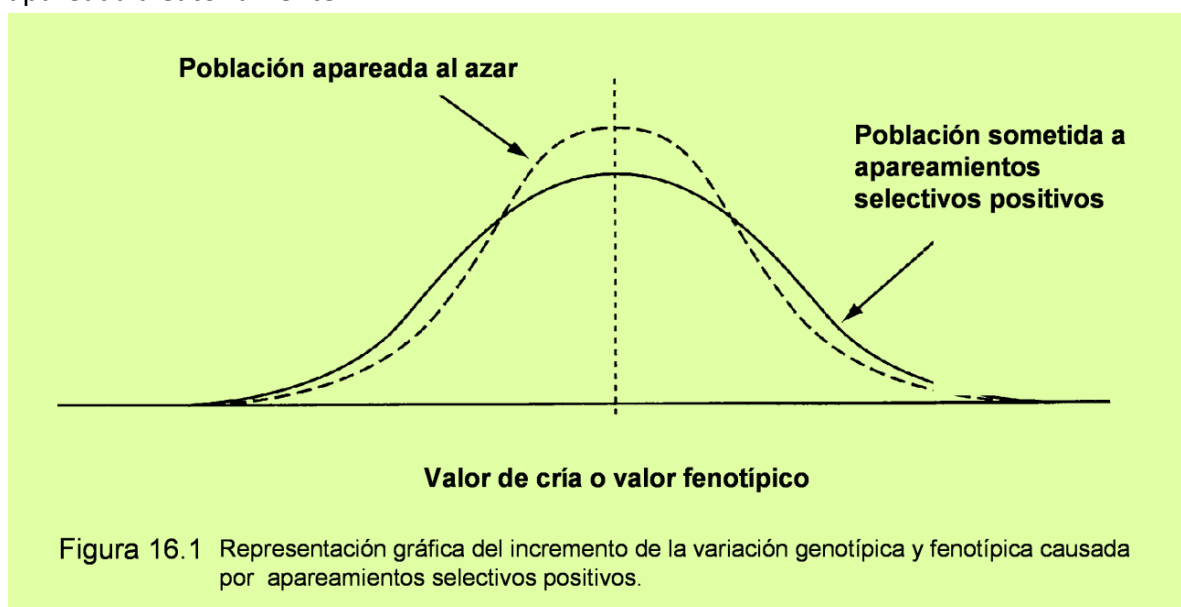
El apareamiento selectivo favorece a algunos individuos con respecto a la performance de la progenie. Un padre apareado solamente con las mejores hembras tiene una ventaja distintiva sobre los padres relegados a las hembras del “extremo inferior”. A menos que usemos tecnología de predicción que responda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

Apareamiento selectivo: es el apareamiento de individuos similares (apareamiento selectivo positivo) o individuos no similares (apareamiento selectivo negativo).

Apareamiento selectivo positivo

Ejemplos de apareamiento selectivo positivo incluyen aparear los machos más altos con las hembras más altas, o aparear machos con los EPDs más altos con hembras con EPDs similarmente altos. 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, y así sucesivamente.

Los apareamientos selectivos positivos tienden a crear más variación genética y fenotípica en la generación descendiente, de lo que podría encontrarse en una población comparable apareada aleatoriamente.



La Figura 16.1 muestra las distribuciones de los valores de cría y fenotípicos 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 considerada una desventaja de la estrategia. Sin embargo, como se explica en el capítulo 10, 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. En cambio, 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, tanto mejor; pueden tener un mayor impacto en la próxima generación.

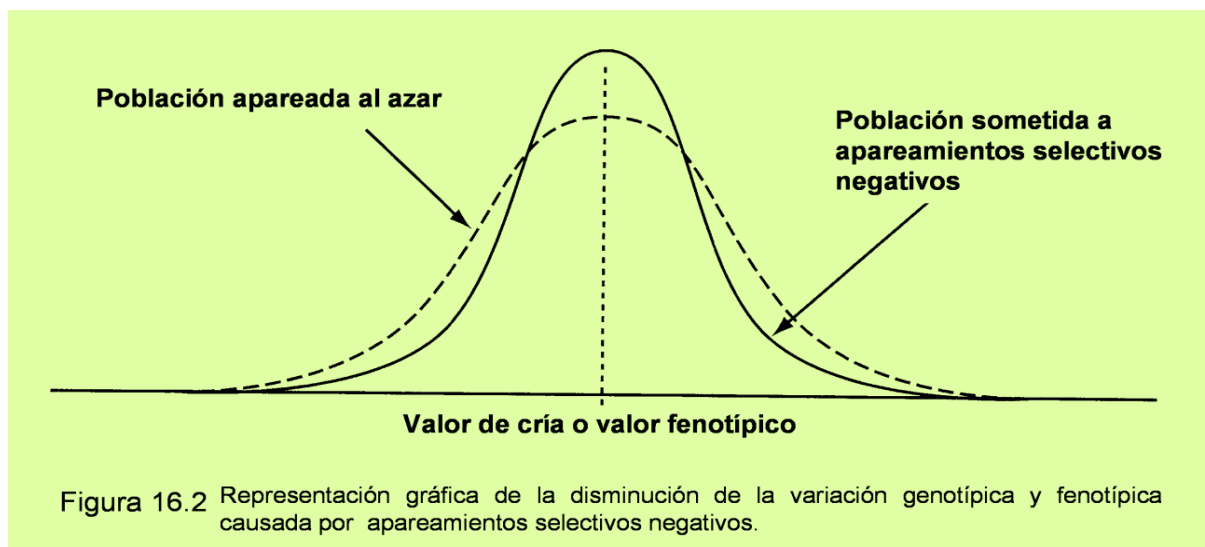
Por ejemplo, un criador de equinos Pura Sangre de Carrera podría aparear su yegua más rápida con el semental más rápido disponible, pagando una fortuna por este privilegio. Está apostando a que el apareamiento va a producir un potrillo extremadamente rápido y un potro particularmente rápido. Si el potro 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 cría es cambiar la performance media 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 que más producen con los toros con las EPDs más altas para la leche es un enfoque sabio. Por otro lado, si el nivel de performance medio es el óptimo y la uniformidad acerca del óptimo es importante, el apareamiento selectivo positivo es inapropiado. Por ejemplo tiene poco sentido, aparear gallinas con valores de cría para tamaño de huevo extremadamente altos, con gallos con valores de cría similarmente extremos si lo óptimo es un tamaño de huevo intermedio.

Apareamiento selectivo negativo

Ejemplos de apareamientos selectivos negativos incluye aparear los machos más altos con las hembras más bajas, o aparear machos con los EPDs más altos con hembras con los EPDs más bajos. Aparear selectiva y negativamente significa aparear el más grande con el más chico, el más rápido con el más lento y así sucesivamente.

Al igual 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 disminución de la variación genética y fenotípica causada por el apareamiento selectivo negativo es ilustrada en la figura 16.2



El apareamiento selectivo negativo no es una buena estrategia si usted quiere acelerar la tasa del cambio genético direccional. La variación genética reducida disminuye la respuesta a la selección. Sin embargo si su meta principal es incrementar la uniformidad fenotípica acerca de un óptimo intermedio, esta estrategia de apareamiento puede ser beneficiosa. En el ejemplo de las ponedoras, los gallos con valores de cría altos para tamaño del huevo, apareados con gallinas que producen huevos pequeños (o viceversa) debería resultar en una mayor proporción de ponedoras produciendo huevos de tamaño moderado. *El apareamiento selectivo negativo es mejor utilizado para producir intermedios.*

Algunos apareamientos selectivos negativos pueden ser considerados **apareamientos correctivos**. Estos son apareamientos diseñados para corregir las fallas de la progenie de uno o ambos padres. Por ejemplos, si usted cría 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.

Un apareamiento correctivo es un ejemplo de aparear por **complementariedad**, un mejoramiento de la performance general de la progenie resultando del apareamiento de individuos con valores de cría diferentes pero *complementarios*. El semental poco angulado complementa a la yegua muy angulada. El gallo con el valor de cría 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.

La complementariedad, así involucre un solo carácter o varios caracteres, resulta de la combinación prudente de valores de cría. Puede pensar como “mezclar y combinar” valores de cría de tal forma que la performance general de un hijo sea superior a la performance de sus padres.

Apareamientos correctivos: apareamientos diseñados para corregir las fallas de la progenie de uno o ambos padres.

Complementariedad: un mejoramiento de la performance general de la progenie resultado del apareamiento de individuos con valores de cría diferentes pero *complementarios*.

Estrategias combinadas

Los criadores 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 diferencias de progenie extremadamente altas para la producción de leche con la esperanza de producir un hijo especialmente valorable. Al mismo tiempo, podría usar el apareamiento selectivo negativo para corregir en sus hijos defectos estructurales de algunas de sus vacas. Probablemente el tenga algunas vacas con problemas de conformación de la ubre y elige aparearlas con un toro cuyas hijas son particularmente fuertes en ese respecto. Podría aparear aleatoriamente una porción de sus vacas con toros jóvenes pero prometedores. El apareamiento aleatorio le ahorraría 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 – apareamiento de padres específicos con madres específicas – 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. (Sin embargo, luego de ver varios rebaños o lotes, usted podría creer que no es así).

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 no es inusual. Los sistemas de cruzamientos rotacionales funcionan mejor cuando se utilizan tipos biológicos similares (es decir cuando los individuos se aparean con sus semejantes).

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

Como con 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 veteado (una medida de la calidad de la carne indicada por manchas de grasa en la carne) con una raza mejor veteada 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 maternales** (razas que sobresalen en **caracteres maternales** de fertilidad, ausencia de distocia, producción de leche, mantenimiento de la eficiencia, y habilidad maternal) Con **razas paternales** (razas que son fuertes en **caracteres paternales** como la tasa y eficiencia de ganancia de peso, calidad de la carne y rendimiento de la carcasa).

Lo último en complementariedad racial es logrado en sistemas de cruzamiento de padres terminales en los cuales las hembras de razas maternales son apareadas con padres de razas paternales para producir eficientemente progenie que sea especialmente deseable desde el punto de vista del mercado. Las hijas de **padres terminales** no se guardan como reemplazos, sino que se venden con su contraparte masculina como animales de sacrificio.

En las ovejas un sistema de padre terminal podría involucrar carneros Suffolk con ovejas Columbia. En el ganado 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 de razas resulta de la combinación de los valores de cría. Los tipos biológicos son mezclados y apareados de tal forma que la performance general de los hijos cruce es mejor que la performance de las razas paternales.

La complementariedad de razas es a veces una función *sumatoria* del valor de cría de las razas paternales. Por ejemplo, cuando una raza de carne es poco lechera se cruza con una raza muy lechera para producir hembras moderadamente lecheras. El valor de cría medio para la producción de leche en la población cruzada es simplemente el promedio de la media de los valores de cría para el carácter en las razas paternales. Los valores de cría de las razas paternales 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 valores de cría de las razas paternales. Cuando verracos específicos de una raza

sobresaliente por un crecimiento especialmente rápido son apareados con cerdas de una raza que producir camadas especialmente 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 valores de cría, es particularmente diferente del vigor híbrido – el otro gran beneficio de los cruzamientos. Como veremos en el próximo capítulo, el vigor híbrido no tiene nada que ver con el valor de cría; es una función del valor combinatorio de los genes.

Cruzamientos: El apareamiento de padres de una raza o combinación de razas con madres de otra raza o combinación de razas.

Cruzamiento en línea: El apareamiento de padres de una línea o combinación de líneas con madres de otra línea o combinación de líneas.

Complementariedad de razas: un mejoramiento en la performance general de la progenie cruce resultante del cruzamiento entre razas de tipos biológicos diferentes pero complementarios.

Razas maternas: razas que exceden en los caracteres maternos.

Caracteres maternos: Caracteres especialmente importantes en hembras de cría ejemplos incluyen fertilidad, libertad de distocia, producción de leche, mantenimiento de la eficiencia, y habilidad maternal

Razas parentales: razas que son fuertes en caracteres paternos

Caracteres paternos: Un carácter especialmente importante en hijos de mercado. Ejemplos incluyen la tasa y eficiencia de ganancia, calidad de la carne y rendimiento de la carcasa.

Sistemas de cruzamiento de padres terminales: Sistemas de cruzamientos en los cuales las hembras de razas maternas son apareadas con padres de razas paternas para producir eficientemente progenie que sea especialmente deseable desde el punto de vista del mercado. Las hijas de padres terminales no son guardadas como reemplazos, pero son vendidas con su contraparte masculina como animales de sacrificio.

Padrillo terminal: un padrillo de una raza paterna utilizado en un sistema de cruzamiento terminal