

PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PEQUEÑOS RUMIANTES

Joquín Mueller

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)



INTRODUCCIÓN: A pesar de la cantidad de pequeños rumiantes en el mundo (1800 millones) los programas de mejoramiento genético formal son mucho menos comunes que en otras especies como bovinos, porcinos y aves. La genética formal, como ciencia, tiene apenas 100 años de existencia pero si consideramos la domesticación como un proceso de mejora genética entonces el ovino y el caprino (junto al perro) han sido las primeras especies sujetas a mejora genética. En la región del actual Irán se encontraron evidencias de la domesticación de ovinos de hace 6000 años.

La tendencia mundial en la producción de rumiantes menores es hacia la intensificación. Así sistemas más laneros se intensifican hacia la producción de carne y sistemas de carne se intensifican hacia la producción de leche para queso. Otra tendencia mundial en la producción de rumiantes menores es hacia la especialización. Sistemas de carne utilizan razas cada vez más especializadas en conformación y prolificidad, y sistemas de lana utilizan genotipos productores de lanas más finas o de fibras especiales. Para los sistemas de leche también se acentúa el uso de razas especializadas. Incluso existen nichos para la producción de cuero con razas de ovinos deslanados y ciertos caprinos.

Estas tendencias mundiales hacia la intensificación y hacia la especialización también indican el aumento de la necesidad de programas de mejora genética. Aquí se hará un repaso de las herramientas de mejora genética aplicadas a pequeños rumiantes y se presentan algunos ejemplos de programas de mejoramiento aplicados en diferentes países.

UTILIZACIÓN DE RAZAS

Razas Puras: La primera decisión genética del productor es la elección del genotipo a usar. En general ya existe un genotipo "local" y la decisión más bien es si mantener, reemplazar o absorber ese genotipo local. La experiencia indica que muchos productores y técnicos ven en el cambio del genotipo la solución a problemas de productividad, sin considerar que el genotipo local suele ser el mejor adaptado al sistema de producción vigente. El sistema de producción incluye el mercado al cual se destinan los productos. Un cambio drástico en el genotipo en general también implica la necesidad de un cambio drástico en el ambiente productivo, es decir el sistema de producción, el mercado, etc. Las propuestas de reemplazo o modificación de genotipos existentes deberían estar precedidas por un exhaustivo análisis de sus consecuencias biológicas y socioeconómicas en el sistema de producción. En general debe privar el concepto de intentar primero mejorar el genotipo disponible, aun cuando sea no definido ó criollo, antes de promover su reemplazo por otro.

Los rumiantes menores suelen tener adaptaciones extraordinarias a diferentes ambientes. Así hay genotipos extraordinarios para aprovechar ambientes extremos como el caso de las razas de cola gorda que acumulan grasa en periodos de abundancia y la consumen en periodos de escasez, caprinos con fibras que reflejan altas dosis de radiación en Asia Central, camélidos adaptados a la altura y a la

escasez de agua, etc.

No es intención aquí repasar las razas de ovinos y caprinos existentes en el mundo y su adaptación y uso, un sitio excelente para obtener dicha información es Cruzamientos.

Los cruzamientos generan cambios de genotipos drásticos. A veces tan drásticos que se generan problemas de adaptación o interacciones genotipo ambiente no esperados.

Típicamente no se contemplan efectos secundarios y sus costos. Otro problema muy frecuente que se observa en diferentes partes del mundo respecto a los cruzamientos es que suele no existir un plan para la generación cruzada cuando no se destina todo el producto al mercado y se retiene la progenie hembra. Cualquiera de las 3 opciones, retro cruza, F2 o absorción, implica complicaciones de manejo y menor vigor híbrido directo.

De todos modos los cruzamientos bien planeados son una poderosa herramienta de cambio genético que tienen conceptualmente 3 motivaciones: (1) se desea cambiar de raza absorbiendo la raza local por otra, exótica, considerada mejor, (2) se desea complementar las características deseables de la raza local con características de interés en otra raza y (3) se desea aprovechar el vigor híbrido que genera el "choque de sangre" entre dos razas. Los 3 motivos para el uso de cruzamientos son comunes y se pueden extender a más de una raza exótica y a combinaciones entre ellas. Aquí repasamos los aspectos teóricos básicos.

Absorción: El cambio de raza por absorción es un proceso lento pero suele ser más barato que la venta de los animales locales y la compra de exóticos. El proceso lento tiene la virtud de permitir el mantenimiento de genes de adaptación por selección artificial y natural. Para caracteres de herencia cuantitativa la proporción de sangre exótica en las progresivas generaciones es de $1/2$, $3/4$, $7/8$, $15/16$, etc y representan el progreso genético hacia la raza exótica. La absorción sin embargo también exige tiempo para lograr uniformidad en el nuevo genotipo y en general solo se justifica cuando la raza exótica es muy escasa o muy cara.

Complementación: La complementación entre razas y posterior selección ha sido la base de la formación de muchas razas. Por ejemplo la raza ovina Corriedale se obtuvo por complementación de Lincoln con Merino. El desarrollo de nuevas razas sin embargo requiere mucho tiempo y un buen nivel de manejo ya que la cruza en que se basa la nueva raza debe estabilizarse genéticamente y para ello se requiere margen de descarte de los animales que segregan caracteres indeseados.

Vigor híbrido: Muchos caracteres de interés presentan "vigor híbrido" o heterosis que es el exceso sobre el promedio de las razas puras. Por ejemplo si en iguales condiciones el peso al destete de la raza A es 25 kg y el de la raza B es 20 kg y el peso de sus cruza recíprocas (promedio de ambas F1) es 24 kg entonces la heterosis para peso al destete es $(24-22.5) / 22.5 = 7\%$. Vigor híbrido se observa típicamente en habilidad materna y sobrevivencia de corderos (Nitter 1978).

Menor es el vigor híbrido en caracteres de crecimiento y prácticamente ausente en caracteres de lana.

La performance de un determinado cruzamiento depende de la contribución de las razas intervinientes (efectos aditivos directos) y del vigor híbrido (directo) entre ellas. En caracteres expresados a temprana edad, por ejemplo el peso al destete, importan también los efectos maternos es decir la contribución de razas en la madre del individuo (efectos aditivos maternos) y su vigor híbrido (vigor híbrido materno). Asumiendo que las pérdidas por recombinación no son importantes solo es necesario conocer esos 4 parámetros para predecir el resultado de cualquier cruzamiento (Dickerson 1969).

Idealmente deberíamos determinar esos parámetros en ambientes de interés y de esa manera evitar la repetición de experiencias de cruzamientos.

MEJORAMIENTO GENÉTICO DE RAZAS PURAS

El diseño de un programa de mejoramiento genético requiere cumplir secuencialmente los siguientes tres pasos: la determinación del tipo de animal a criar o el objetivo de su mejora; la elección de la información a utilizar o los criterios de selección a aplicar; y el diseño del apareamiento de los animales seleccionados.

Objetivos y criterios de selección: La definición del objetivo de cría es el primer paso en un programa de mejora porque si el objetivo es confuso o erróneo toda eficiencia en los pasos siguientes solo permitiría llegar más rápido a un lugar equivocado. Desde el punto de vista económico el productor intentará maximizar una función de beneficio económico que contemple los caracteres que aportan a los ingresos o egresos en la cría de sus animales. Hay abundante metodología disponible para la definición de funciones de beneficio y las ponderaciones de los caracteres que la integran.

En cuanto a los criterios de selección estos pueden ser visuales o pueden ser objetivos.

En general ambos criterios son necesarios, pero las variables a considerar deben ser parte de la función de beneficio o tener correlacionadas genéticas con ella. Nuevamente, la metodología para la construcción de índices de selección que maximizan la correlación de los criterios de selección con la función objetivo, es ampliamente difundida. Aquí solamente se resumen las características que típicamente aportan a los ingresos (leche, carne y lana) y las que generan egresos (consumo de forraje, enfermedades, etc). Se proponen algunos criterios de selección.

Leche:

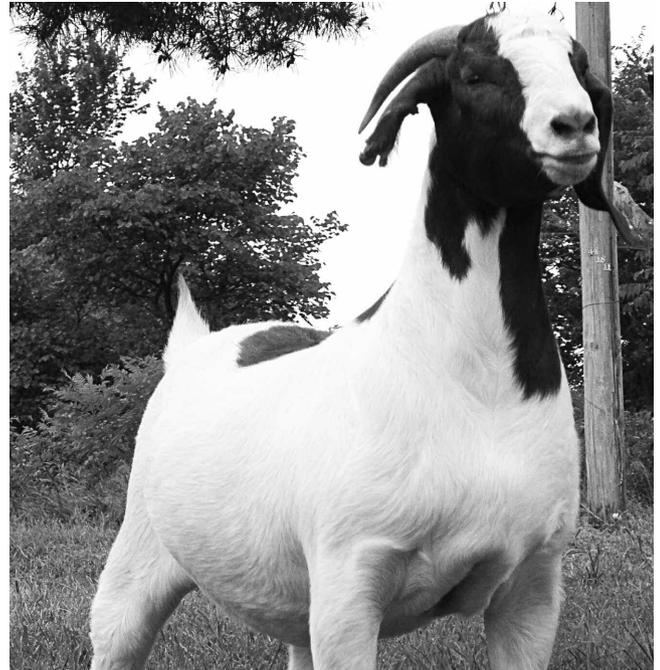


Cantidad y calidad de leche: La leche producida por pequeños rumiantes se destina principalmente a la elaboración de quesos. Por ello más que la cantidad de leche por lactancia interesan los kg de sólidos en leche (proteínas, en particular alfa caseína). Para este objetivo resulta simple definir el objetivo de cría pero arduo o costoso registrar la información relevante para utilizar como criterio de selección. Técnicas de muestreos periódicos permiten optimizar esos esfuerzos. Otros caracteres de interés en sistemas lecheros están relacionados con la facilidad de ordeño mecánico (conformación de ubre y pezones, mansedumbre, etc.) y normalmente se consideran visualmente.

Carne:

Tasa reproductiva efectiva: La tasa reproductiva (progenie para venta x hembra en servicio) es de gran importancia económica en todos los sistemas de producción pero su baja heredabilidad le resta relevancia como objetivo de mejora genética dentro de la raza. El mejoramiento de la tasa reproductiva por vía genética sólo se justifica en sistemas intensivos y cuando los niveles de reproducción ya

son altos (mayores al 90%) y los niveles de mortandad son muy bajos (menos del 10%). Caracteres como fertilidad y sobrevivencia son de muy baja herencia, y la prolificidad requiere expresarse para tener margen de selección. En muchos casos el objetivo es alcanzar un determinado nivel reproductivo y con una baja variabilidad fenotípica. Los criterios de selección que apuntan a la tasa reproductiva efectiva son el tipo de nacimiento y el tipo de crianza (por ejemplo: nacido doble y criado simple).



Tasa de crecimiento y peso corporal: La modificación de la tasa de crecimiento debe analizarse cuidadosamente por su alta correlación con peso adulto. Para razas carniceras, o sistemas intensivos, altas tasas de crecimiento pueden ser deseables por implicar mayor eficiencia de conversión. En sistemas pastoriles el mayor consumo asociado a mayores pesos corporales implica una reducción de la dotación animal por superficie de campo. El resultado de los efectos antagónicos dependerá del sistema de producción. Los criterios de selección por tasa de crecimiento de interés son el crecimiento debido a la leche materna, en ovinos 0-50 días o peso ajustado a 50 días (habilidad materna) y 50 - 100 días o peso ajustado a 100 días (precocidad). Para ello son necesarias pesadas periódicas, por ejemplo 3 pesadas espaciadas 30 días. Otros pesos corporales de interés se ajustan en forma similar.

Calidad de carne. Se refiere al rendimiento de la carcasa y a las proporciones de cortes carniceros de alto valor y a la proporción y distribución de la grasa en la carcasa. La conformación puede ser considerada seleccionando por área de ojo de bife determinado por técnicas de ultrasonido. También se logran mejoras de conformación por la vía de cruzamientos terminales. El grado de terminación puede ser controlado eficazmente con la fecha de faena y con alimentación estratégica. Los mercados no hacen prever un énfasis sustancial en aspectos cualitativos de la carne de rumiantes menores que merezcan especial atención en los planes de mejora actuales.

Lana:



Cantidad de lana. Al productor de lana le interesa aumentar la cantidad de lana limpia producida por unidad de recurso (cabeza o superficie) y tiempo (año o vida útil). En general el primer peso de vellón limpio (peso de vellón sucio x rendimiento al lavado) tiene alta reproductibilidad y alta heredabilidad, por lo que es un buen criterio de selección por cantidad de lana. La situación es similar para caprinos y camélidos productores de fibra.

Calidad de lana. Para determinar los caracteres que hacen al valor de la lana (en particular las finas) analizamos su importancia en el procesamiento industrial.

En la etapa del hilado y producción de bobinas (tops), el diámetro medio de fibras es de gran importancia porque define el grosor del hilo y en consecuencia el peso de la eventual tela. En los últimos 20 años se observa una clara tendencia de la demanda por menores pesos de las telas. En esa etapa también interesa el largo de mecha (su CV), la resistencia a la tracción (su CV y su punto de corte) y el contenido de materia vegetal (y el tipo de materia vegetal). En la etapa del tejido importa la calidad del hilo, que también depende del diámetro de las fibras. En el teñido y terminado de telas claras importa la blancura de la lana y la ausencia de contaminantes. Finalmente, en la etapa de la confección interesa la finura por su efecto sobre la suavidad, el peso y el confort de la prenda. El principal criterio de selección por lana claramente es el diámetro medio de fibras y luego el largo de mecha y la resistencia a la tracción todos caracteres determinados a través de un análisis de muestra de lana tomada del costillar del animal que suele representar a todo el vellón. Lanas destinadas a la confección de alfombras requieren características diferentes, deben ser gruesas y resistentes a la abrasión. Fibras especiales de caprinos y camélidos deben estar libres de fibras contaminantes, etc.

Otros caracteres: Consumo de forraje y eficiencia de conversión. Estos caracteres influyen en la función de beneficio sobre los costos. La reducción del consumo de forraje sería una modificación genética deseable si no implica una reducción equivalente del valor del producto. Por otro lado el mejoramiento genético de la producción no debería implicar un aumento equivalente de los costos. Para una provisión fija de alimento es razonable proponer al aumento de la eficiencia de conversión como un objetivo a perseguir. Para la producción de lana se ha probado que majadas seleccionadas por alto peso de vellón producen más por mayor eficiencia de conversión, efecto que será mayor a mayores niveles de alimentación. La selección por eficiencia de conversión puede llevar a resultados ilógicos ya que altas eficiencias de conversión también pueden lograrse con muy bajos niveles de producción. Tanto el consumo de forraje como la eficiencia de conversión son caracteres de difícil medición a los fines de computar algunos de estos costos en los objetivos de mejora genética se suele aplicar el costo al producto. Resistencia a parásitos y adaptación.

El interés por la cría de animales resistentes a parásitos ha crecido fuertemente en todo el mundo por la resistencia de los parásitos a los fármacos. El criterio de selección preferido es el conteo de huevos de parásitos en heces. Del mismo modo las exigencias de adaptación a diversos factores ambientales reducen costos y son objeto de selección.

Edad a la pubertad, longevidad y sobrevivencia. Estas características tienen un fuerte componente ambiental y pueden ser modificadas por medio de técnicas de manejo reproductivo y nutricional o a través de cruzamientos apropiados.

SISTEMAS DE APAREAMIENTO Y ESTRUCTURAS GENÉTICAS

Sistemas sin estructura genética: Muchas poblaciones de rumiantes menores en el mundo carecen de estructura genética definida y formal. Por ejemplo es común que los machos sean animales nacidos en el propio campo y seleccionados como padre a temprana edad o que provengan del intercambio con otro productor o que sean de un productor que no ejecuta un programa de mejoramiento formal. En estas situaciones la estrategia de intervención es el establecimiento de una estructura transformando a algunos productores en criadores.

Sistemas piramidales tradicionales: En estos sistemas un pequeño número de animales con registros genealógicos está en manos de pocos criadores conformando un estrato de plantales de pedi-

grí, en general cerrado a la incorporación de animales de estratos inferiores. Un segundo estrato de plantales multiplicadores recibe machos del primero y produce machos para los productores generales. La estrategia de intervención en estos sistemas es fortalecer y tecnificar los procedimientos de mejora genética en el estrato superior y progresivamente abrir el estrato superior con animales probadamente superiores.

Sistemas de núcleo abierto centralizado: Sistemas de núcleo abierto son similares a los sistemas piramidales con la salvedad de que el estrato superior o núcleo es abierto a la entrada de animales superiores de niveles inferiores. Estos sistemas superan a los sistemas tradicionales porque adecuan el objetivo de cría a las necesidades reales de los productores generales, porque tienen mayor progreso genético, y porque tienen menor tasa de consanguinidad. Existe mucha metodología para el diseño de sistemas de núcleo abierto centralizado.

Sistemas de núcleo abierto disperso: En este caso el núcleo no tiene una localización definida. Los animales superiores productores de machos están dispersos en los campos de varios productores. Estos sistemas son mucho más complejos y solo posibles y prácticos en casos especiales ya que el esfuerzo de control de producción y genealogía debe ser realizado por todos los productores en al menos parte de sus animales (ver ejemplo de Merino Fino de Uruguay). Hay muchas variantes para estos sistemas, cada caso requiere un diseño específico

NUEVAS TECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS Y GENÉTICAS

En este capítulo se sintetizan las denominadas nuevas técnicas de mejora genética y de diseminación genética que pueden ser de interés en los programas de mejoramiento genético de pequeños rumiantes.



Tecnologías reproductivas: Existen varias tecnologías reproductivas que pueden acelerar el proceso de mejoramiento genético o mejorar el proceso de su diseminación. Son ellas la inseminación artificial (IA), la ovulación múltiple (OM), la recuperación y transferencia de embriones (TE), la producción de embriones *in vitro*, el sexado de semen o de embriones y la clonación.

La IA, es la tecnología de mayor difusión, permite principalmente incrementar la intensidad de selección. También permite que el número de prole deseado pueda producirse más rápidamente que a través del servicio natural, de manera que el intervalo generacional pueda reducirse y la evaluación del mérito genético sea más precisa. Finalmente favorece el desarrollo a gran escala de las pruebas de prole además de ser una herramienta de suma utilidad en programas de difusión. En ese sentido ha sido útil en achicar las diferencias genéticas entre estratos. La tecnología del semen congelado también ha permitido el acceso a germoplasma superior.

La OMTE ofrece beneficios similares a los de la IA, pero mientras la IA incrementa el uso de machos superiores la OMTE permite incrementar el uso de hembras superiores. Sin embargo las hembras tienen un número de hijos mucho menor por lo que esos beneficios son también comparativamente menores. A ello se suma el mayor costo y la menor eficiencia. La OMTE en pequeños rumiantes solo se justifica en casos muy especiales, como lo es la multiplicación de una raza muy escasa.

El incremento del progreso que puede conseguirse mediante la utilización de estas dos técnicas, puede estar acompañado con incrementos en las tasas de consanguinidad, con la consecuente pérdida de variabilidad y depresión en la producción. Estos efectos negativos también pueden minimizarse con adecuados diseños de los esquemas de mejoramiento.

La producción in vitro de embriones puede ser utilizada para producir una mayor cantidad de embriones transferibles que los que pueden conseguirse a través de la OMTE convencional, y por consiguiente incrementar la tasa de progreso en un esquema de mejoramiento con utilización de OMTE.

El sexado de semen o de embriones puede ser utilizado en programas de mejoramiento para incrementar la intensidad de selección aplicada en hembras, al producir mayor cantidad de descendencia de este sexo. Es importante también cuando los registros de performance están limitados a un determinado sexo, producción lechera por ejemplo, al producir más animales informativos. Esta técnica puede ser de mucha utilidad en programas de difusión en conjunto con la IA.