



IMPLEMENTACION DE PLANES DE MEJORAMIENTO GENETICO EN OVINOS II. ESTRUCTURA POBLACIONAL Y SISTEMAS DE APAREAMIENTO¹

Joaquín Mueller
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Bariloche

INTRODUCCION

Los pasos a seguir en el diseño de un programa de mejoramiento genético comprenden la definición explícita del objetivo de mejoramiento, la elección de las mediciones a realizar, el criterio de selección a utilizar y el apareamiento de los individuos seleccionados.

La estructura genética de la población ovina representa el sistema de apareamiento a gran escala. Dentro de majadas los sistemas de apareamiento se pueden clasificar en aquellos que son al azar, aquellos que se basan en el grado de parentesco entre individuos y aquellos que se basan en el grado de similitud fenotípica.

En este trabajo se describen las características genéticas del sistema de cría tradicional. Se considera el tamaño y la composición de majada como elementos de diseño de un plan de mejoramiento y se tratan sistemas de apareamiento basados en grados de similitud fenotípica.

ESTRUCTURA GENETICA DE LA POBLACION OVINA

Propiedades del Sistema de Cría Tradicional

El sistema de cría tradicional se caracteriza desde el punto de vista del mejoramiento genético por su estructura jerárquica de flujo genético unidireccional. En el ápice de la estructura se ubican los planteles que transfieren a través de los carneros genes de alta (o baja) productividad hacia las majadas de estratos inferiores.(Figura I). Se puede estimar que los planteles comprenden el 1.5% de la población ovina, mientras el 98.5% corresponde a majadas generales. Esto significa que una pequeña proporción de la población es responsable de todo cambio genético sin contribuir mayormente a la producción mientras que una gran proporción de la población no influye sobre su constitución genética, pero es responsable de prácticamente toda la producción ovina.

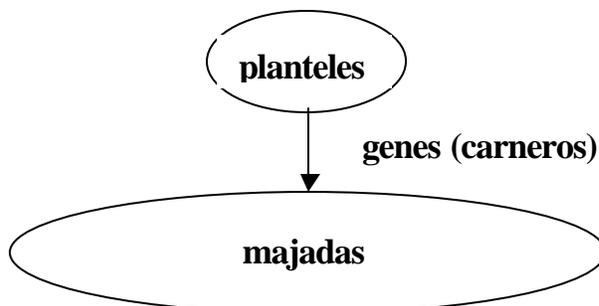


Figura 1: Flujo de genes en el sistema de cría tradicional

¹ INTA Bariloche, Comunicación Técnica Nro 7 1985, Area Producción Animal.

Cuando una majada utiliza regularmente carneros de determinado plantel o cabaña reduce rápidamente la diferencia genética que la separa para alcanzar el mismo nivel de producción potencial del plantel al cabo de algunos años. Las diferencias que persistan entre plantel y majada son ambientales y por lo tanto no heredables (Figura 2).

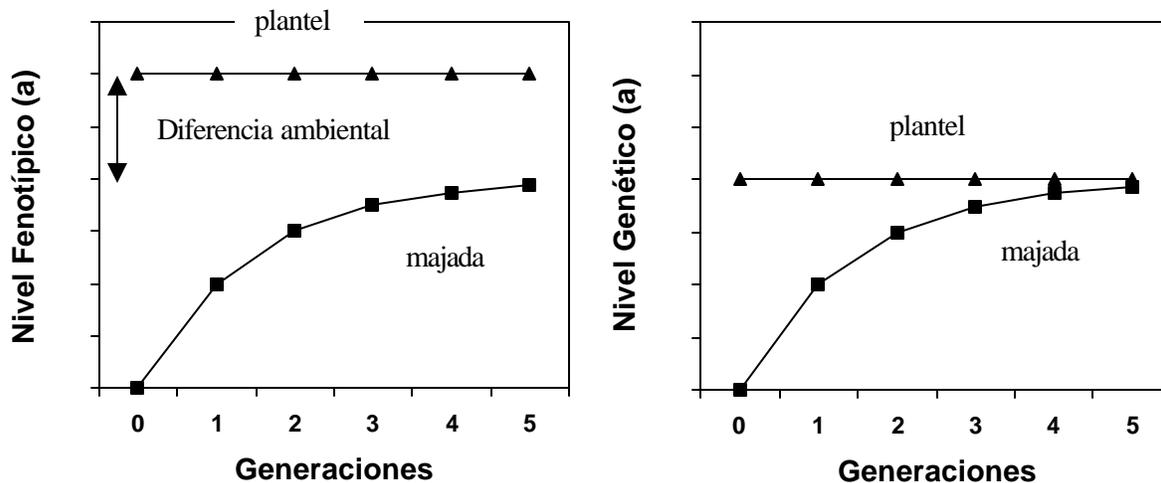


Figura 2: Nivel fenotípico (a) y genético (b) de producción de las majadas cuando no hay mejoramiento en los planteles.

En el caso en que el plantel está sujeto a un proceso de mejoramiento genético constante, la majada incrementará su nivel de producción al mismo ritmo que el plantel, pero con un retraso en el nivel de hasta dos generaciones de mejoramiento. Este atraso genético de las majadas se reduce cuando la majada adquiere carneros por sobre el promedio del plantel, con un rápido recambio de carneros, con una utilización intensiva de los mismos (vía inseminación artificial) y mediante una adecuado selección de vientres de reemplazo. (Figura 3).

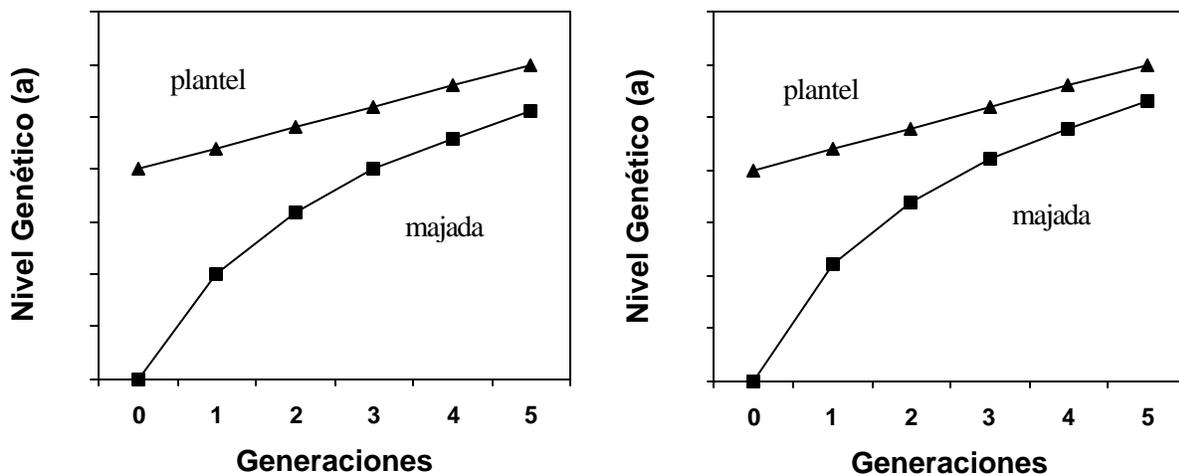


Figura 3: Nivel genético de producción cuando hay mejoramiento en los planteles y las majadas no seleccionan (a) o si seleccionan (b) borregos de reemplazo.

Los gráficos ilustran la dependencia de las majadas de las decisiones zootécnicas adoptadas en los planteles. En la estructura tradicional es evidente que la responsabilidad de elegir correctamente la meta de cría e imprimir un alto ritmo de mejoramiento a toda la población ovina, recae en los planteles (cabañas).

El proceso de selección y apareamiento en los planteles se determina en general subjetivamente sobre las bases de los condicionamientos que imponen los estándares de raza y las preferencias estético-productivas del cabañero.

El productor de majada deberá tratar de adquirir careros de un plantel genéticamente muy superior y deberá tratar de achicar el retraso genético que su propia majada puede tener con el plantel. Para ello debe elegir la cabaña que persiga objetivos de cría similares a los propios y que esté aplicando un plan de mejoramiento eficiente. La elección correcta de la cabaña es difícil porque normalmente el productor no dispone de una evaluación objetiva de careros.

Formación de planteles

Cuando el productor de majada no está dispuesto a pagar los precios de exposición o plantel, o cuando el productor no está satisfecho con el objetivo de cría de las cabañas y tiene dudas respecto a la existencia de un verdadero retraso genético de su majada respecto a la cabaña, o cuando sospecha de una interacción genético-ambiental manifiesta en una baja correlación genética entre la performance de careros producidos a campo y en la cabaña, entonces el productor tiene dos opciones: producir sus propios careros de reemplazo o asociarse con otros productores para cooperar en la producción de careros para todo el grupo.

Se puede estimar que al menos un carerito de 40 de su propia producción supera el valor genético a los careros adquiridos de la cabaña proveedora. Con la implementación de un buen programa de mejoramiento un número mayor de careritos pueden competir favorablemente con careros comprados.

En el caso de majadas grandes el paso inicial es el establecimiento de un núcleo o plantel con los mejores vientres propios y careros comprados para luego incorporar progresivamente careritos de la propia producción al núcleo y al resto de la majada. Esta estructura jerárquica dentro del propio establecimiento puede trasladarse a un grupo de productores y conformar las denominadas cooperativas de mejoramiento, estructuras que gozan de gran popularidad en el exterior (McMaster, 1982; Dodd *et al*, 1982; Peart, 1982).

Cooperativas de mejoramiento

La opción de establecer una cooperativa de mejoramiento tiene virtudes estrictamente genéticas como otras de orden comercial y social derivadas de la cooperación y participación de productores en actividades con una meta común (McMaster, 1982.) Estas cooperativas establecen un núcleo productor de careros a partir de los mejores animales en las majadas miembro. La mayoría de estos sistemas adoptan características de núcleos abiertos basándose en el hecho, que los mejores animales nacidos en niveles jerárquicamente inferiores pueden superar a los peores animales de los estratos superiores. Los sistemas de núcleos abiertos mantienen la estructura jerárquica del sistema tradicional, pero admiten incorporación al plantel o núcleo de animales desde las majadas base, con lo cual un extracto inferior en la jerarquía tiene participación directa en la definición del objetivo de cría.

Diez a quince productores de majadas seleccionan el 10% mejor de sus ovejas para formar un núcleo que es manejado por un miembro del grupo. Luego todos los años los miembros aportan con el mejor 3% de sus borregas para el reemplazo de ovejas viejas en el núcleo obteniendo en cambio carneritos por las borregas contribuidas (Figura 4).

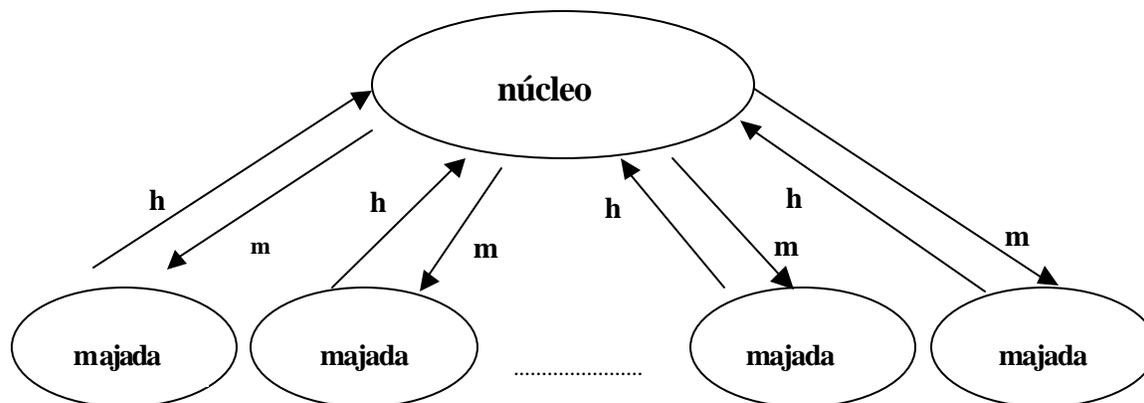


Figura 4: Flujo de genes en un sistema cooperativo de núcleo abierto.

La organización de estos sistemas requieren una estrecha colaboración y confianza entre los participantes y fundamentalmente acertar en la elección del encargado del núcleo. Al encargado se le asigna normalmente la producción de lana y carne del plantel a cambio de hacerse cargo de los gastos de manejo y administración. A menudo en los sistemas de núcleos cooperativos se dictan reglamentos especificando derechos y obligaciones de los miembros, asegurando así la continuidad del sistema.

Los primeros sistemas de este tipo se formaron en 1967 a iniciativa de cabañeros de la raza Merino y Romney Marsh en Australia y Nueva Zelanda respectivamente (Parker,1970). Los cabañeros llegaron a un trato con sus clientes por el cual se intercambian las mejores borregas por carneros. El sistema Australiano fue desarrollando en el ahora, ampliamente conocido con el nombre de AMS (Sociedad Australiana de Merino), una estructura de tres estratos abiertos que ya cuenta con más de 1000 productores adheridos, con 2.5 millones de ovejas de las cuales 160.000 son inseminadas (Anderson,1984). A partir de los años 70 se fueron creando cooperativas de 10 a 15 productores en varios países ovejeros. En 1974 se crea en Nueva Zelanda la Federación de Grupos de Cría Cooperativos con 25 grupos inscriptos (Rae,1976). En 1980 el 20% de las ovejas de Nueva Zelanda se sirvieron con carneros de núcleos cooperativos y actualmente más del 50% de los núcleos lograron ser registrados por las Asociaciones de Criadores (Turner y Parker, 1984). En la República de Sudáfrica estos sistemas se extendieron rápidamente a partir de 1971, formándose una Federación de 19 miembros en 1977. Hace poco la Federación Sudafricana de Grupos de Cría Cooperativa también ha logrado la inscripción de sus núcleos.

TAMAÑO DE MAJADA

Probabilidad de éxito

El tamaño de la majada tiene importancia por dos razones. En primer lugar porque determina lo que puede denominarse probabilidad de éxito (Nicholas, 1981) del programa de mejoramiento a aplicar. Un programa exitoso en este sentido sería aquel que cumple las predicciones de mejoramiento.

A mayor tamaño, mayor probabilidad de éxito. Esto se debe al fenómeno de deriva génica en pequeñas poblaciones. La probabilidad que un gen quede fijado por el azar es mucho mayor en pequeñas poblaciones. La consecuencia de esto es que, un programa pequeño puede dar resultados más erráticos que un programa grande, donde esa probabilidad de fijación es muy baja. Esto significa en la práctica que dos productores con majadas pequeñas aún haciendo el mismo trabajo de selección pueden obtener resultados muy distintos. La diferencia entre ellos será simplemente el factor suerte.

Otra consecuencia de la deriva génica es la menor respuesta a la selección en el largo plazo, al fijarse genes por el azar se pierde variabilidad genética y por lo tanto potencial de mejoramiento.

Consanguinidad

La segunda razón de importancia del tamaño de majada en el diseño de un plan de mejoramiento genético, es el incremento de la consanguinidad que se produce en majadas pequeñas que se autoreemplazan. Es bien conocido el efecto negativo que produce un alto ritmo de incremento de consanguinidad en ovinos. La depresión por endogamia es un fenómeno opuesto al vigor híbrido de las cruza, y se acentúan en pequeñas poblaciones donde es mayor la probabilidad de que las dos copias de un gen en un individuo provengan de un mismo cromosoma ancestral. La depresión en productividad es particularmente notable en caracteres de baja heredabilidad. Por cada 10% de consanguinidad se disminuye en un 20% el porcentaje de destete, un 7% el peso corporal y un 8% el peso del vellón (Turner y Young, 1967).

Tamaño efectivo

Tanto la probabilidad de éxito como el incremento de consanguinidad son inversamente proporcionales al tamaño efectivo del plantel. El tamaño efectivo N_e de una población se calcula en base al número de carneros (M) y ovejas (H) de reemplazo que se utilizan anualmente en ellas y el intervalo generacional (L) o edad promedio de los padres.

$$\text{Entonces } N_e = 4 M * H * L / (M + H)$$

El incremento anual de la consanguinidad de una población es $1/2 N_e * L$. Por ejemplo un plantel de 100 ovejas y 4 carneros que reemplaza 25 ovejas viejas y 2 carneros cada año y cuyo intervalo generacional es de tres años tendrá un tamaño efectivo de $N_e = 4 * 2 * 25 * 3 / (25 + 2) = 22$, y al ritmo anual de incremento en consanguinidad será de $1/2 * 22 * 3 = 0.0075$ o 0.75% por año o 7.5% en 10 años que originaría una reducción de aproximadamente 15% en el porcentaje de destete.

Es fácil observar que para asegurar un nivel de consanguinidad tolerable y contar con un plan exitoso se requiere utilizar al menos 4 carneros nuevos anualmente. Si los carneros se mantienen por dos servicios al 4% un plantel debería tener al menos 200 ovejas en servicio.

Debe tenerse presente además que una majada aparentemente grande, puede estar sujeta a depresión endogámica cuando los carneros que utiliza provienen de un plantel pequeño ya que la consanguinidad se exporta.

COMPOSICION DE MAJADAS

En este capítulo nos referimos brevemente al efecto de la composición de majada sobre el progreso genético. La edad al primer servicio y la edad al último servicio influyen sobre los resultados de un plan de mejoramiento al determinar el ritmo de reemplazos y el diferencial de selección obtenibles.

Edad al Primer y Último Servicio

En condiciones de pobre cría de borregas es posible que el resultado del servicio a los 2 dientes sea limitado en términos de corderos logrados y la producción de lana sea menor en borregas con cría que sin cría. Por ello algunas majadas de la región patagónica toman servicio a los 4 dientes.

Las consecuencias de tres estrategias de servicio y refugo de ovejas sobre la respuesta a la selección se describen en el Cuadro I. Las estrategias son:

- 5 servicios a partir de los 2 dientes
- 4 servicios a partir de los 4 dientes y
- 4 servicios a partir de los 2 dientes.

Se asume un 50% de destete en borregos y 75% en ovejas y para mayor simplicidad se asume que la mortandad entre categorías es insignificante.

Cuadro: Respuesta a la selección con tres estrategias de servicio y refugo de ovejas.

edad (años)	2	3	4	5	6	total	% destete	difer de selección (1)	intervalo generación (2)	resp a selección (3)
% destete	50	75	75	75	75					
ovejas	20	20	20	20	20	100				
corder	10	15	15	15	15	70	70	1.35	3.32	0.41
ovejas	20	20	20	20	20	100				
corder.	0	15	15	15	15	60	75	1.28	3.50	0.36
ovejas	25	25	25	25	0	100				
corder	12	19	19	19	0	69	69	1.22	3.07	0.40

(1) diferencial de selección en unidades de heredabilidad X desvío estandar

(2) intervalo generacional en años.

(3) respuesta a la selección: (1) dividido (2).

Con el ejemplo se pretende demostrar que el apareamiento de animales más jóvenes permite incrementar el número de procreos sin variar el número de reemplazos necesarios y en consecuencia permite aumentar la presión de selección, además se disminuye la edad media de madres. Si la incorporación de borregas de 2 dientes al servicio se ve acompañada de una reducción en una categoría de edad se disminuye aún más la edad media de madres pero se pierden procreos y por lo tanto presión de selección.

Refugio Progresivo

Entre los sistemas de cría que utilizan la estructura de la población para el mejoramiento puede considerarse la estrategia del refugio progresivo desarrollado por Hopkins (1978). Esta estrategia de selección se basa en el hecho que en un programa de mejoramiento continuo los animales jóvenes superan a los viejos en mérito genético ya que son producto de mas años de selección. Para que la progenie de ovejas viejas pueda competir con la progenie de ovejas jóvenes, deben pertenecer a una fracción más seleccionadas de ovejas. El principio puede aplicarse utilizando la primera distribución de mediciones para predeterminar el número de años que cada animal debería permanecer en el campo para que su progenie no sea superada por la de otra categoría (Figura 5).

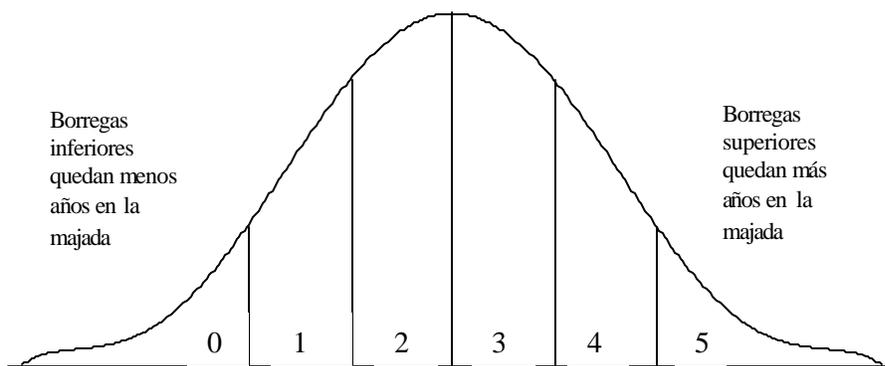


Figura 5: Distribución de peso de vellón sucio de borregas y número de servicios a recibir (esquemático).

SISTEMAS REGULARES DE EVALUACION Y MEJORAMIENTO

Cuando se dispone de información sobre parentesco de animales es posible refinar los sistemas de mejoramiento genético incrementando la precisión de los índices de selección y optimizando los apareamientos.

Pruebas de Progenie.

En un sistema regular de pruebas de progenie una parte de la población (la base) se utiliza para probar carneritos y aquellos con la mejor progenie pasan a ser padres de la otra parte de la población (el núcleo) donde a su vez nacen los nuevos candidatos para la prueba. Estos sistemas requieren del apareamiento al azar como premisa para la validez de los resultados. Es decir, se requiere asignar ovejas al azar a cada carnerito de prueba.

La selección de candidatas en la primera etapa puede basarse en características de alta heredabilidad (lana, finura, peso corporal) y la prueba de progenie puede basarse en características de baja heredabilidad (tasa reproductiva). Un sistema de este tipo permite un mayor ritmo de mejoramiento cuando la característica de baja heredabilidad es importante como objetivo de mejoramiento.

El sistema descrito puede tener características de núcleo abierto y se adecua a los sistemas cooperativos. Los participantes requieren emplear algún método de identificación de hijas de un mismo carnerito. Por ejemplo inseminación artificial, servicio a corral, chalecos marcados y potreros de parición por carnero, identificación de corderos a la parición, etc.

Otros Sistemas Regulares

El mayor problema desde el punto de vista genético de las pruebas de progenie es el alargamiento del intervalo generacional ya que carneritos que en la base aprueban una evaluación de fertilidad de sus hijas vuelven a ser padres recién a los 5 años de edad en el núcleo. Para evitar esa pérdida de tiempo se pueden hacer la prueba en base a la performance de medias hermanas. El sistema requiere, al igual que el anterior, identificar la progenie de un mismo carnero, pero no requiere de una majada dividida en núcleo y base.

Otro sistema más común en Nueva Zelanda para aumentar la tasa reproductiva de las majadas es la promoción al núcleo de ovejas melliceras o borregas nacidas mellizas en las majadas miembro. En ese país también se implementó un sistema de pruebas de progenie, en el cual a las borregas se les efectúa una laparoscopia antes del primer servicio y se seleccionan aquellos carneritos cuyas hijas tienen mejor promedio de tasa ovulatoria. En este caso la edad de los carneros del núcleo es de 4 años en lugar de 5 como en las pruebas de progenie.

SISTEMAS DE APAREAMIENTO SEGUN FENOTIPO

Fenotipos similares o apareamientos estratificados

Partiendo de una población simple, se diferencian grupos según el fenotipo y luego se hace uso de las diferencias genéticas dentro y entre progenies de los grupos tal que los animales de mayor nivel genético estén en el núcleo y los demás en la base. La promoción de borregas superiores al núcleo asegura un 10% adicional de mejoramiento si se lo compara con la estructura de flujo unidireccional. El diseño óptimo depende de las mediciones que se obtienen de los animales. Si tales mediciones son las mismas en el núcleo y en la base, el mejor diseño será mantener un núcleo que abarque un 10% de la población y los reemplazos para el núcleo deben provenir en partes iguales de las mejores borregas nacidas en la base y el núcleo. Por razones prácticas en general todos los carneros se producen en el núcleo, los mejores sirven en el núcleo y los siguientes en la base.

El diseño debe ser tal que se maximice el ritmo de mejoramiento en el núcleo para lo cual debe acortarse el intervalo generacional al máximo compatible con un adecuado diferencial de selección. Con porcentajes de destete del 80% una estructura óptima para el plantel es de utilizar carneros 2 veces y ovejas 4 veces. Con porcentajes menores se debería dar un servicio adicional a las ovejas.

En el núcleo se debe buscar la máxima precisión de selección posible. Si se logra duplicar la precisión a través del uso de índices de selección adecuados entonces el ritmo de mejoramiento se incrementa proporcionalmente y la base debe aportar un menor porcentaje de los reemplazos en el núcleo.

La incorporación de borregas de la base al núcleo reduce el ritmo de incremento de consanguinidad en el sistema a la mitad del que alcanzaría en la estructura tradicional. Es por ello que la apertura del núcleo es particularmente interesante para cabañas y majadas pequeñas.

Más detalles sobre la optimización del diseño de planes de mejoramiento para una población estratificada están descriptas por Parker y Rae (1982) y Mueller (1984).

Fenotipos disímiles o apareamientos correctivos

El apareamiento de fenotipos disímiles se utiliza para corregir y así reducir la variabilidad de una característica como finura de lana, por ejemplo. Los apareamientos correctivos son poco eficaces debido a que menos de la mitad de la varianza genética puede ser reducida, vale decir menos del 20% de la variabilidad fenotípica del diámetro de fibra. Teóricamente la reducción en varianza fenotípica por apareamiento correctivo solo alcanza el 10%, mientras que la reducción en la varianza genética es el doble. Esto puede constituir un efecto indeseado al reducir la potencialidad de cambiar genéticamente la característica supuestamente corregida. (Howe,1984).

LITERATURA

- ANDERSON,R.D.M, 1984. AMS Merino Breeding, Proceedings Second World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding, Paper 20.
- DODD,C,J; MILLIGAN,K.E; y WICKHAM, B.W. 1982. An overview of New Zealand Group Breeding Schemes. Proceeding First World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding. Vol 2: General, 103-112.
- HOPKINS, I.R. 1978. Some optimum age structures and selections methods in open nucleus breeding schemes with overlapping generations. Anim. Prod. 26, 267-276.
- HOWE, R.R. 1984. The genetic effects of corrective mating. Australian Association of Animal Breeding and Genetics. 4, 14-15.
- McMASTER, J.C. 1982. Co-operative breeding schemes in the Republic of South Africa. Proceedings First World Congress on Sheep Cattle Breeding. Vol.2: General, 123-132.
- MUELLER, J.P. 1984. Single and two-stage selection on different indices in open nucleus breeding systems. Génét. Sél. Evol. 16, 103-120.

- NICHOLAS, F.W. 1980. Size of population required for artificial selection. *Genet. Res.* 5, 85-105.
- PARKER, A.G.H. 1970. The New Zealand Romney development group. *Wool Technology and Sheep Breeding.* 17, 19-25.
- PARKER A.G.H. y RAE, A.L. 1982. Underlying principles of cooperative group breeding schemes. *Proceedings First World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding.* Vol.2: General, 95-101.
- PEART, G.R. 1982. Australian group breeding schemes. *Proceedings First World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding.* Vol.2: General, 113-121.
- RAE, A.L. 1976. The development of co-operative breeding schemes in New Zealand, *Proceedings International Sheep Breeding Congress,* 154-164.
- TURNER, R.W. y PARKER, A.G.H. 1984. New Zealand Group Breeding Schemes. *Proceedings First World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding.* Paper 19.
- TURNER, H.N. y YOUNG, S.Y. 1969. *Quantitative Genetics in Sheep Breeding,* McMillan, New York.