CRUZAMIENTOS EN OVINOS

XIMENA GARCÍA F.[1]

Departamento de Ganadería y Producción Pratense
Facultad de Agronomía. Universidad de Chile
Casilla 1004, Santiago, Chile

INTRODUCCION

El mejoramiento en la producción animal puede enfocarse desde dos puntos de vista no excluyentes, mejoramiento del ambiente y mejoramiento genético. En este último aspecto existen, a su vez, dos grandes vías, selección y exocría o cruzamientos. En este trabajo se analizan sólo las posibilidades de la exocría como método de mejoramiento.

Los cruzamientos en ovinos se usan extensivamente en muchos países principalmente para el mejoramiento de la eficiencia reproductiva y producción de carne, con muy buenos resultados. Por lo tanto, es de interés recopilar antecedentes con miras a una posible utilización de estos sistemas en el país.

ASPECTOS GENERALES

Cruzamiento es el apareamiento entre individuos de dos o más poblaciones o líneas que han estado aisladas genéticamente durante algunas generaciones (Turner y Young, 1969). Para que los cruzamientos puedan ser utilizados comercialmente en cualquier tipo de ganado, debe existir por lo tanto, una fuente de grupos genéticamente distintos, o de lo contrario debe ser económicamente posible producir esos grupos. Además las cruzas resultantes deben tener una clara ventaja económica sobre las existencias convencionales de mercado (Willham, 1970).

En la práctica, estos grupos o poblaciones corresponden generalmente a razas o variedades de una raza, dada la dificultad práctica y económica de desarrollar y probar, en ganado mayor, líneas consanguíneas para aumentar la diferencia entre los grupos por cruzar. La unidad básica para efectuar cruzamientos son entonces las razas disponibles. En el Cuadro 1 se presentan algunas características de varias razas puras de interés, expresadas en forma relativa. Los valores del cuadro se basan en resultados experimentales y en la experiencia del autor del cuadro.

Los datos presentados deben considerarse dentro del contexto de condiciones ambientales y de mercado en el cual se obtuvieron (California, EUA). Esto es importante ya que como lo señala Bowman (1966), las razas no son poblaciones estáticas sino en evolución constante. Las características de las razas varían al cambiar los objetivos de los criadores, ya sea por circunstancias ambientales o económicas. Algunas razas incluso están tan extendidas geográficamente, que las diferentes líneas o variedades que la componen, a pesar de ser físicamente similares, tienen diferencias considerables en características productivas y reproductivas.

UTILIZACION DE CRUZAMIENTOS

La utilidad que presentan los cruzamientos, desde un punto de vista genético, es la siguiente:

[1]Ing. Agr. Mg. Sci. Prof. adjunto del Departamento de Ganadería y Prod. Pratense, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

Avances en Producción Animal, 4(1):3-22, 1979.

Cuadro 1
COMPORTAMIENTO RELATIVO ESTIMADO DE DIFERENTES GRUPOS DE RAZAS (BRADFORD, 1974a)

Característica	*Rambouillet, Merino*	*Targhee, Columbia × Rambouillet, Romedale*	*Dorset*	*Finnish Landrace, Romanov*	*Suffolk, Hampshire*
Pubertad temprana	–	0	0	+ +	0
Encaste todo el año	+	0	+	0	–
Partos múltiples	0	+	+	+ + +	+ +
Sobrevivencia	+	+	+	+ +	–
Producción de leche	0	0	+	–	+ +
Crecimiento rápido	0	0	0	–	+ +
Calidad de canal	–	–	+	– –	+ +
Longevidad	+ +	+ +	0	–(?)	– –
Producción lana	+ +	+ +	–	–	– –

0 = Comportamiento aceptable para condiciones promedios.
+, – = Superioridad o inferioridad relativa.

— Producción de heterosis. Heterosis o vigor híbrido es la diferencia, expresada en porcentaje, entre el valor promedio de la descendencia de las dos razas que se cruzan y el promedio de las razas padres.

Al cruzar dos poblaciones, la cantidad de heterosis esperada en la descendencia es:

$$H_{F_1} = \Sigma\, dy^2$$

donde:

H_{F_1} = Heterosis en la generación F_1.
Σ = Sumatoria sobre todos los loci que afectan al carácter.
d = Grado de dominancia entre los genes.
y = Diferencia en frecuencia génica entre las dos poblaciones para un locus determinado.

La heterosis depende entonces del cuadrado de la diferencia en frecuencia génica entre las poblaciones que se cruzan y será máxima cuando un alelo esté fijado en una población y el otro alelo en la otra población (Falconer, 1964). En cruzamientos triples se obtiene mayor heterosis a mayor diferencia en frecuencia génica entre la tercera raza y las dos primeras que se cruzan (Willham, 1970).

Por grado de dominancia se entiende la no dominancia, dominancia intermedia, dominancia completa y sobredominancia. Esta última permite explicar los casos en que el híbrido tiene marcadas ventajas sobre el promedio de los padres (Crow, 1952; Hazel, 1961).

La fórmula anterior no incluye las interacciones génicas complejas entre loci (epistasis) que pueden contribuir a la heterosis, aunque el monto de su contribución, aparentemente, no es importante (Hazel, 1961).

Para evaluar el tipo de acción génica que se produce en los cruzamientos, Turner y Young (1969) proponen lo siguiente:

Si el promedio de la descendencia del cruzamiento entre dos grupos (F_1) está cercano al promedio de los padres, no tienen importancia los efectos de dominancia y epistasis.

Si el promedio de los F_1 se desvía del promedio de los padres, pero está dentro del rango de valores de cada padre, los genes deben ser dominantes o parcialmente dominantes.

Si el promedio de los F_1 está fuera de ese rango, es importante la sobredominancia y la epistasis.

— Incorporación de material genético deseable. La incorporación de genes deseables a través de cruzamientos es más rápida que la producida por los sistemas convencionales de selección intrapoblacional. Willham (1970) considera que frecuentemente los beneficios logrados por este concepto son más importantes que los obtenidos a través de heterosis.

— Combinación de diferentes características de interés en un animal para mercado. Esto depende del grado de dominancia y de la diferencia en frecuencia génica entre los grupos que se cruzan.

Estas cualidades del apareamiento entre grupos genéticamente diferentes puede utilizarse para distintos objetivos, los cuales han sido indicados por Rae (1952), Hazel (1961), Bowman (1966), Turner y Young (1969) y Ponzoni (1973), cualidades que se discuten a continuación.

Producción de animales para consumo

La exocría permite combinar en un animal, características deseables de dos o más razas (Bradley *et al.*, 1972). En ciertas regiones de Inglaterra es común cruzar hembras de razas de montaña tales como la Cheviot, Swaledale, Scottish Blackface, Welsh Mountain, con machos Border Leicester. En la hembra F_1 se combina, por lo tanto, la adaptabilidad a condiciones rigurosas de las razas de montaña con la alta fertilidad y buena producción de leche de la raza Border Leicester. Estas hembras cruza se aparean con machos de razas de buen crecimiento y calidad de canal como Suffolk y Hampshire, produciendo corderos híbridos con alta tasa de crecimiento nacimiento-beneficio. Esta alta tasa está dada por el potencial genético de la raza paterna y la habilidad materna de las hembras F_1. Este sistema se esquematiza en la Figura 1.

Figura 1. *Sistema de producción de corderos para consumo en Gran Bretaña.*

Este sistema tiene la ventaja de utilizar, como población base, razas o líneas adaptadas a la región en la cual se realizarán los cruzamientos, lo que es importante desde el punto de vista económico. Permite además mejorar en poco tiempo la habilidad materna de una gran parte de la población, a través del uso de un número relativamente bajo de machos (Bradford, s.f.).

Esta estructura puede aplicarse, además, para producir hembras altamente prolíficas utilizando machos de razas tales como Finnish Landrace, Romanov East Friesian, con lo cual es posible obtener, en una generación, aumentos en la fertilidad que demorarían 20 o más generaciones de selección intrapoblacional.

Otra ventaja de los cruzamientos en la producción de animales para consumo es la posibilidad de producir corderos de alto peso al beneficio a partir de ovejas pequeñas o de tamaño intermedio. Esto se obtiene apareando machos de razas o líneas grandes con hembras de razas medianas o pequeñas, de modo de obtener corderos con un rápido potencial de crecimiento sin tener que solventar el alto costo de mantención de las ovejas de razas grandes.

Para aplicar este sistema es necesario, sin embargo, probar diferentes combinaciones de carneros grandes y ovejas pequeñas para determinar la combinación más eficiente si la diferencia en tamaño entre la línea padre y madre es muy grande, los corderos únicos

pueden producir problemas de distocia a las madres y los triples y posiblemente los dobles pueden ser demasiado pequeños, en relación a su "tamaño genético" (promedio entre ambas razas padres) y tener, por lo tanto, baja sobrevivencia. Además la oveja puede no tener suficiente leche como para que se manifieste el potencial genético del cordero (Bradford, 1972).

Las razas o líneas padres, que son aquellas destinadas principalmente a la producción de carneros para generar corderos híbridos para consumo (Bradford, 1974b), deben tener buenas características de crecimiento y canal, para lo cual es necesario dar fuerte énfasis a la selección por rápido aumento de peso, aun cuando esto conduzca a un mayor tamaño adulto de estos individuos (Bradford, 1972; Smith, 1977).

Por otra parte, las razas o líneas madres conviene que estén bien adaptadas al ambiente en el cual se desarrollan, deben tener buen comportamiento reproductivo, buena habilidad materna y tamaño pequeño o intermedio.

Este sistema de producción de corderos se esquematiza en la Figura 2.

Figura 2. *Sistema de producción de corderos para consumo.*

La obtención de razas o líneas con rápido crecimiento inicial y lenta tasa de crecimiento posterior, es difícil realizarla a través de sistemas de selección intrapoblacional. Hay razas que presentan esta curva de crecimiento en forma más marcada que otras, entre éstas se cuenta la Dorset en relación a Merino, o la Suffolk comparada con Rambouillet (Bradford, 1972). A partir de estas razas podría producirse líneas con curvas de crecimiento más deseables, pero esto implicará mucho mayor tiempo que utilizando cruzamientos.

La exocría, finalmente, permite aprovechar la heterosis que se produce en determinados tipos de cruzamientos. La heterosis es la interpretación del mayor vigor, tamaño, rapidez de crecimiento, resistencia a enfermedades que manifiestan los organismos cruza o híbridos, comparado con los padres puros (Harrison, 1952).

Se manifiesta principalmente en características relacionadas con eficiencia reproductiva y vigor general, tales como número de corderos nacidos, peso al nacimiento, producción de leche, crecimiento temprano, sobrevivencia, etc. (Falconer, 1964), es decir, características en las cuales los efectos genéticos no aditivos (dominancia, sobredominancia, epistasis) son importantes.

La utilización de exocría para explotar la heterosis implica cruzamientos continuos y mantención de las razas puras, ya que al aparearse individuos F_1, la heterosis disminuye a la mitad en la generación siguiente (Turner y Young, 1969). La retrocruza, vale decir, cruzamientos entre F_1 y una de las razas paternas, también produce una disminución de la heterosis a la mitad (Willham, 1970).

Absorción y formación de nuevas razas o líneas

Son formas de migración y corresponden a la incorporación rápida de material genético planteada por Willham (1970).

En el cruzamiento absorbente, los animales se cruzan generación tras generación con machos de la raza que interesa, hasta que finalmente el rebaño se perpetúa sin recurrir nuevamente a la raza padre (Rae, 1952).

Bradford (s.f) considera que generalmente el cruzamiento absorbente realizado con el objeto de reemplazar una raza por otra, no sería una práctica conveniente. Opina que antes de realizar el reemplazo convendría pro-

bar las nuevas razas y dejar sólo aquellas que demostraran ser superiores por uno o dos ciclos de vida completos. Agrega que en las zonas donde hay una industria ovina bien desarrollada, en general las razas locales están bien adaptadas para sobrevivir en el lugar, son resistentes o tolerantes a las enfermedades de la zona, se reproducen satisfactoriamente y se ajustan a las demandas de mercado existentes.

Uno de los aspectos más notables en la producción ovina en los últimos decenios ha sido el desarrollo de nuevas razas (Terrill, 1958). Los métodos que se han usado para producirlas son básicamente cruzamientos entre diferentes razas y posterior selección de las cruzas resultantes (Boaz y Read, 1966).

Diversos autores entre ellos Rae (1952a), Terril (1958), Bowman (1966) Boaz y Read (1966) Meyer *et al.*, (1977), han indicado el origen de varias razas formadas a través de cruzamientos. En el Cuadro 2 se presenta un resumen de la revisión de dichos autores.

Cuadro 2
ORIGEN DE DIFERENTES RAZAS OVINAS

Razas formadas	*Razas que la originan*	*País de origen*
Border Leicester	English Leicester y Cheviot	Inglaterra
Berry	Romney Marsh, Leicester y Southdown	Francia
Blackheaded Mutton	Hampshire y Oxford Down	Alemania
Corriedale	Lincoln, Leicester y otros × Merino	Nueva Zelandia
Corriedale Ruso	Lincoln y Rambouillet	Rusia
Corriedale Canadiense	Corriedale × Lincoln Rambouillet	Canadá
Colbred	Clun Forest, Dorset Horn, Border Leicester y East Friesland	Inglaterra
Columbia	Lincoln × Rambouillet	EUA
Coopworth	Border Leicester × Romney	Nueva Zelandia
Charmoise	Romney y Marsh × Hembras nativas (Sologne, Berry Touraine y Merino)	Francia
Debouillet	Merino Delaine y Rambouillet	EUA
Dormer	Dorset Horn × Merino Alemán	Sudáfrica
Dorset Down	Southdown × Hampshire	Inglaterra
Ile de France	Dishley Leicester y Merino	Francia
Montadale	Columbia × Cheviot	EUA
Mele	Border Leicester y Merino	Alemania
Oxford Down	Cotswold × Hampshire	Inglaterra
Panamá	Rambouillet × Lincoln	EUA
Perendale	Cheviot × Romney	Nueva Zelandia
Polwarth	Merino, Lincoln	Australia
Romnelet	Romney Marsh × Rambouillet	Canadá
Romeldale	Romney Marsh × Rambouillet	EUA
Suffolk	Norfolk Horned y Shouthdown	Inglaterra
Southdale	Southdown y Corriedale	EUA
South Suffolk	Suffolk y Southdown	Nueva Zelandia
Targhee	Rambouillet × Lincoln-Rambouillet y Corriedale × Lincoln-Rambouillet	EUA
Thribble Cross	Costswold × Merino Español	EUA
Teutoburg	Westphalian, Hampshire y Oxford Down	Alemania

Las diferentes razas formadas han sido creadas para cumplir necesidades específicas. Por ejemplo la raza Colbred fue diseñada para reemplazar a la Border Leicester, Teeswater y razas similares, en la tradicional estratificación de la industria ovina británica. La nueva raza tiene mayor prolificidad y producción de leche que la Border Leicester (Bowman, 1966). La raza Dormer se sintetizó con el propósito de retener las características carniceras del Dorset y la resistencia a parásitos pulmonares del Merino Alemán.

En la URSS se ha investigado y aplicado extensivamente los cruzamientos como método para mejorar las razas nativas. Se ha tratado de retener la adaptabilidad, resistencia y vigor de las razas locales que son de lana gruesa y, al mismo tiempo, aumentarles la producción

de lana fina, con lo cual se ha logrado desarrollar una serie de razas tales como Rambouillet Caucásico, Rambouillet Siberiano, Merino Siberiano, etc.

PRODUCTIVIDAD DEL REBAÑO

Los cruzamientos cuyo objetivo principal es obtener animales para consumo se realizan principalmente para mejorar producción de carne y eficiencia reproductiva. La característica que reúne ambos aspectos y que es la de mayor importancia económica y la mejor medida de la productividad del rebaño es "kilos de cordero destetados por oveja encastada" (Sidwell y Miller, 1971a).

Esta variable es el producto de dos componentes principales:

A = Tasa reproductiva total (número de corderos destetados por oveja encastada).
B = Peso promedio individual al destete.
luego

kg destetados/oveja encastada = A × B.

La tasa reproductiva total es, a su vez el producto de:

C = Fertilidad (número de ovejas paridas por ovejas encastadas).
D = Prolificidad (número de corderos nacidos por oveja parida = tamaño de camada).
E = Viabilidad (número de corderos nacidos vivos por cordero nacido).
F = Sobrevivencia (número de corderos destetados por corderos nacidos vivos).

$$A = C \times D \times E \times F$$

El mejoramiento de la tasa reproductiva total es de fundamental importancia ya que la variable kilos de cordero destetado por oveja, depende más del número de corderos destetados que de los pesos individuales (Sidwell y Miller, 1971a). Además, el aumento en el número de corderos por oveja produce una disminución en los costos por cordero producido (Owen, 1969).

Eficiencia reproductiva

La eficiencia reproductiva, a pesar de ser uno de los factores más importantes por considerar en cualquier especie animal, es uno de los más difíciles de mejorar. El mejoramiento genético de la eficiencia reproductiva es muy lento si se hace a través de sistemas de selección dado los bajos índices de herencia de las variables que la componen. Los cruzamientos, por otra parte, ofrecen una mejor alternativa, ya sea a través de la utilización de heterosis o por introducción de germpoplasma con mayores niveles de tasa reproductiva total.

Una forma de aumentar el total de corderos logrados por una oveja durante su vida productiva y con ello ayudar significativamente a la disminución de los costos, es mediante el encaste precoz de borregas en razas o cruzas que tengan una alta fertilidad. Se ha determinado que las hembras encastadas por primera vez, alrededor del año de edad, tienen mayor número de corderos en su vida productiva que los encastados al año y medio de edad por primera vez, como es tradicional (Laster *et al.*, 1972).

Cedillo *et al.* (1977) estudiaron el encaste precoz en hembras Suffolk y Columbia cruzadas con machos de diferentes razas. Determinaron que las hembras Suffolk iniciaban la madurez sexual 10 días antes que las Columbia (210 vs. 200 días de edad).

Dickerson y Laster (1975) estudiaron el efecto de diferentes factores sobre la aparición de la pubertad antes de una fecha fija (10 de noviembre) en borregas cruza hijas de machos Finnish y Rambouillet y en borregas puras hijas de machos Suffolk, Hampshire, Dorset, Targhee, Corriedale, Rambouillet y razas de lana gruesa. Determinaron que un mayor porcentaje de borregas cruza hijas de machos Finnish (72%) entró en pubertad antes del 10 de noviembre, comparado con hembras puras (34%) y hembras cruza hija de machos Rambouillet (38%). Los autores estimaron que la mayor parte del efecto de los Finnish sobre esta característica se debería a heterosis y un menor porcentaje a la acción de los genes Finn introducidos. La magnitud exacta de la heterosis no la calcularon en las cruzas con Finnish, pues no tenían la información de la raza pura. En esta variable se obtuvo heterosis en las cruzas Rambouillet × Suffolk (16 ± 12%) Rambouillet × Hampshire (24 ± 10%) y Hampshire × Dorset (11 ± 12%). El resto de las cruzas prácticamente no mostró heterosis. Las cruzas Finn alcanzaron la pubertad antes (219 días de edad) y a menores pesos (40 kg) que las cruzas Rambouillet (238 días y 44 kg) o los puros (245 días y 45 kg). La

raza de la hembra afectó también el porcentaje de borregas que alcanzaron la pubertad antes del 10 de noviembre (Targhee: 62%-Rambouillet 35,8%) y el peso a la pubertad (Suffolk: 47,7 kg-Dorset 36,2 kg), pero no afectó la edad a la pubertad.

En un estudio sobre la pubertad y la estación sexual en borregas Romanov, Finnish, Landrace, Berrichon du Cher, Prealpes y cruzas entre ellas, Thimonier (1975) encontró que las Romanov y Finnish difieren de la mayoría de las razas francesas en que comienzan su vida sexual más temprano. Tal es así que todas las borregas nacidas en primavera entran en estro durante su primer año de vida y tienen una larga estación de cría (5 meses). Además, las hembras cruza Romanov tienen una duración cercana al promedio de las razas padres. El autor opina que el aumento de la productividad de los rebaños franceses por cruzamiento o creación de nuevas razas no es el único aspecto de interés de estas razas prolíficas (Romanov, Finnish). Sugiere que el análisis de los mecanismos ováricos y hormonales que conducen a las ovulaciones múltiples, pueden proporcionar un nuevo criterio para seleccionar por prolificidad y largo de estación de encaste. Land (1974) propone, al respecto, medir la actividad de la hormona LH en machos y hembras y seleccionar por esta característica a edades tempranas.

Además un mejoramiento en la eficiencia reproductiva se puede conseguir aumentando la fertilidad, prolificidad y sobrevivencia nacimiento-destete. Al respecto Bradley *et al.* (1972) llevaron a cabo un ensayo de cruzamientos dobles y triples entre las razas Suffolk (S), Targhee (T) y Shropshire (Sh). Estudiaron fertilidad, prolificidad, sobrevivencia nacimiento-destete y porcentaje de corderos destetados por oveja encastada. No obtuvieron diferencias entre el promedio de las razas puras y el promedio de las cruzas recíprocas en todas las variables analizadas. Más interesante que la comparación entre el promedio de todas las cruzas y el promedio de las razas puras, es el análisis de la heterosis obtenida en cada cruzamiento realizado (Cuadro 3). Las hembras cruza TSh y ShT mostraron heterosis negativa en todas las características. Del mismo modo, las hembras ST y TS tuvieron un comportamiento inferior al promedio de las razas puras en prolificidad y tasa reproductiva total. Sólo las mestizas SSh y ShS mostraron heterosis importante, principalmente en números de corderos destetados por oveja encastada.

Cuadro 3
HETEROSIS EN EFICIENCIA REPRODUCTIVA

Referencia[2]	*Raza de la hembra*[3]	*Fertilidad* %	*Prolificidad* %	*Sobrevivencia*[1] *A* %	*B* %	*C*	*Corderos dest./oveja encast.* %
Sidwell y Miller (1971a)	S, T	−12,10	7,20	3,70		3,05	0,35
	S, D	−10,35	1,95	6,50		15,10	4,75
	S, Cs	4,10	5,35	−1,00		9,05	15,65
	S, H	2,95	2,80	7,60		10,40	23,50
	H, D	24,80	9,20	5,80		4,20	54,95
	H, Cs	23,60	−3,80	0,60		7,45	28,65
	H, T	22,95	2,45	−4,00		9,00	30,30
	D, T	2,45	10,10	5,95		7,75	24,35
	D, Cs	−4,30	−3,45	7,70		9,00	6,35
Bradley *et al.* (1972)	S×T, T×S	2,17	−8,00		0,12		−6,59
	S×Sh, Sh×S	3,87	17,38		−1,55		21,40
	T×Sh, Sh×T	−5,70	−2,52		−1,88		−9,40

[1] A = Corderos nacidos vivos por cordero nacido.
B = Corderos destetados por cordero nacido.
C = Corderos destetados por cordero nacido vivo.
[2] Información elaborada a partir de datos obtenidos en las referencias citadas.
[3] S = Suffolk, T = Targhee, D = Dorset, Sh = Shropshire, H = Hampshire, Cs = Línea formada con las razas Columbia y Southdale.

En el grupo de hembras cruza no hubo diferencias en fertilidad, prolificidad y tasa reproductiva total. En sobrevivencia, sin embargo, la cruza Tx (SxSh) fue significativamente menos viable hasta el destete (73,3%) y las cruzas T × (Sh × S) y S × (T × Sh) mostraron mayor sobrevivencia (91,5%).

Estos mismos autores encontraron que las Suffolk puras tuvieron menos fertilidad y sobrevivencia, mientras que las Targhee presentaron mayor prolificidad y tasa reproductiva total (Cuadro 4).

Sidwell y Miller (1971a) estudiaron eficiencia reproductiva en 5 razas y sus cruzas,

Cuadro 4

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LAS RAZAS PURAS

Referencia	*Raza*	*Fertilidad* %	*Prolificidad* %	*Sobrevivencia*[1] *A*	*B* %	*C*	*Corderos dest./oveja encast.* %
Bradley *et al.* (1972)	Suffolk	86,0	169,0		76,7		113,0
	Targhee	98,0	181,0		90,9		160,0
	Shropshire	95,0	136,0		90,3		116,0
Sidwell y Miller (1971a)	Suffolk	70,0	156,9	91,0		80,0	79,0
	Targhee	84,4	167,2	93,7		79,2	102,2
	Hampshire	56,3	155,8	89,0		76,9	87,8
	Línea Cs	79,8	171,7	89,6		83,1	99,7
	Dorset	53,8	145,1	84,2		83,6	55,2
Botkin y Paules (1965)	Suffolk	–	–				70,0
	Corriedale	–	–				96,8
Sidwell *et al.* (1962)	Hampshire	89,5	153,7	91,5		81,9	100,3
	Shropshire	86,9	123,4	93,8		79,6	80,3
	Southdown	84,0	126,5	90,6		81,4	78,6
	Merino	92,5	130,4	96,4		83,9	98,0
	Línea Cs	87,1	152,6	93,8		75,1	90,2

[1] A = Corderos nacidos vivos por cordero nacido.
B = Corderos destetados por cordero nacido.
C = Corderos destetados por cordero nacido vivo.

medida a través de fertilidad, prolificidad, viabilidad, sobrevivencia y tasa reproductiva total. Las razas utilizadas fueron Hampshire (H), Targhee (T), Suffolk (S), Dorset (D) y una línea formada por las razas Columbia, Southdown y Corriedale (Cs).

Considerando solo las razas puras, la Targhee fue la más fértil, de mayores viabilidadad y tasa reproductiva total. La línea Cs fue la más prolífica y la Dorset presentó menor fertilidad, prolificidad y viabilidad, y tuvo el más bajo número de corderos destetados por oveja encastada. La Suffolk y Hampshire mostraron también una baja tasa reproductiva total (Cuadro 4).

El comportamiento promedio de las hembras al actuar en cruzamientos fue diferente que al hacerlo como raza pura. En cruzas la Targhee mostró el promedio más alto en fertilidad, prolificidad y tasa reproductiva total, mientras que la Suffolk tuvo los valores más bajos en fertilidad y corderos destetados por oveja encastada. Las ovejas Hampshire mostraron la menor prolificidad y sobrevivencia de sus corderos (Cuadro 5).

Los autores analizaron, además, el efecto de la raza del macho sobre tasa reproductiva total y determinaron que la mejor fue Cs (104,9%) seguida por la Hampshire (98,3%), Suffolk (97%), Targhee (91,4%) y finalmente Dorset (78,2%).

Al estudiar la heterosis obtenida, los autores señalan que el mayor porcentaje se observó en tasa reproductiva total. En esta variable la máxima heterosis se obtuvo en el cruzamiento D×H (61,1%) luego H×T (54,1%) y H×D (48,8%). En general, las mayores heterosis se encontraron en cruzamientos que incluían la raza Hampshire. Hay que hacer notar, sin embargo, que los valores anotados como heterosis en el trabajo no fueron calculados considerando el promedio de las

Cuadro 5
EFECTOS DE LA RAZA DE LAS HEMBRAS AL ACTUAR COMO CRUZA EN EFICIENCIA REPRODUCTIVA

Referencia	*Raza de la hembra*	*Fertilidad* %	*Prolificidad* %	*Sobrevivencia*[1] *A* %	*B* %	*C*	*Corderos dest./ oveja encastada* %
Sidwell y Miller (1972)	Suffolk	56,8	168,5	94,9		88,8	77,6
	Hampshire	77,3	154,4	91,6		85,1	90,3
	Targhee	80,7	179,2	93,4		87,6	114,0
	Dorset	73,7	159,9	90,2		87,6	90,7
	Linea Cs	75,3	160,4	90,0		91,6	97,4
Flinn y Whiteman (1974)	Western		139,6				
	Dorset × Western		150,9				
Sidwell *et al.* (1962)	Merino						
	Hampshire	85,9	144,1	97,1		91,5	108,2
	Shropshire	86,3	122,2	92,7		75,7	74,5
Meyer *et al.* (1977)	Romney	75,0	104,0		68,0		53,0

[1]A = Corderos nacidos vivos por cordero nacido.
B = Corderos destetados por cordero nacido.
C = Corderos destetados por cordero nacido vivo.

cruzas recíprocas y, por lo tanto, incluyen efectos maternos. Por ejemplo, el valor 54,1% de la cruza H × T incluye, además de la heterosis, los efectos maternos de la hembra Targhee, esto se comprueba considerando el valor de la cruza recíproca T × H que mostró una heterosis de sólo 6,5%. La heterosis real sería entonces de alrededor del 30% (Cuadro 3).

Botkin y Paules (1965) analizaron datos de 7 años de cruzamientos entre ovinos Suffolk (S) y Corriedale (C). Compararon las razas puras con las cruzas S × C, C × F_1 y S × F_1. En tasa reproductiva total hubo una clara superioridad de las cruzas principalmente en relación a Suffolk (S × S = 70%, C × C = 96,8%, S × F_1 = 100%, S × C = 106,3% y C × F_1 = 108%). La baja tasa reproductiva de las hembras Suffolk fue consecuencia de un mayor porcentaje de ovejas secas y mayores pérdidas al nacimiento. Esta información corrobora la obtenida por Bradley *et al.* (1972) y Sidwell y Miller (1971a) en relación a la menor eficiencia reproductiva de la raza Suffolk.

Sidwell *et al.* (1962) analizaron información de 8 años de cruzamientos dobles, triples y cuádruples entre las razas Hampshire (H) Shrospshire (Sh) Southdown (Sd), Merino (M) y Columbia-Southdale (Cs). En tasa reproductiva total las razas Hampshire y Merino fueron las mejores. El buen comportamiento del Hampshire se debió fundamentalmente a una excelente prolificidad que fue similar a la de Cs, en cambio en Merino se debió a una mejor fertilidad, viabilidad y sobrevivencia hasta el destete.

Actuando como madre en los cruzamientos, estas razas se comportaron en forma similar a las razas puras en prolificidad, fertilidad y tasa reproductiva total. Sin embargo, la progenie cruza de la hembra Merino mostró menor viabilidad que la descendencia pura (Cuadro 5).

En los cruzamientos dobles hubo una cierta tendencia a que las cruzas fueran similares a la raza materna. La tasa reproductiva total y sus componentes fueron generalmente mayores en las cruzas doble que en los puros, aunque las diferencias no fueron significativas. Hubo una tendencia a un mejor comportamiento reproductivo al aumentar el número de razas involucradas. Este aumento significativo en número de corderos destetados por oveja encastada en los cruzamientos triples (103,5%) y cuádruples (117,2%), comparado con las cruzas dobles (91,49%) muestra una ventaja importante de las madres cruza en relación a las puras y resulta de un aumento en cada fase de la reproducción. Estos resultados no concuerdan con los de Bradley *et al.* (1972).

Sin embargo, Thrift y Whiteman (1969) estudiando el comportamiento reproductivo de hembras Dorset × Western y Western (principalmente Rambouillet) cruzadas con machos Dorset y caras negras (Suffolk o Hampshire), determinaron que las hembras cruza fueron más fértiles (7,7%), más prolíficas

(0,19%), criaron más corderos (22,6%) y parieron 3 días antes que las hembras puras.

Flinn y Whiteman (1974) presentan datos sobre cruzamientos dobles, retrocurza y cruzamientos triples entre las mismas razas estudiadas por Thrift, y Whiteman (1969). Los resultados indican, en prolificidad, ventajas de los cruzamientos triples (153,1%) sobre la retrocruza (148,8%) y los cruzamientos dobles (140,0%). Además muestran ventaja de las hembras cruza sobre las puras (Cuadro 5).

Donald *et al.* (1963) realizaron durante 10 años diferentes tipos de cruzamientos entre 2 razas inglesas de montaña, Scottish Blackface y Swaledale. Ambas razas son relativamente similares y adaptadas a condiciones rigurosas. Los porcentajes de heterosis obtenidas para tasa reproductiva total fueron nulos en ovejas de 2 y 3 años, y de 9,5% en ovejas de 4 años. En este último caso las cruzas sobrepasan al mejor de los padres. Los autores consideran que el aspecto más importante del experimento es la demostración de que 2 razas similares son capaces de mostrar heterosis al ser cruzadas.

Cedillo *et al.* (1977) trabajando con borregas, estudiaron el efecto de la raza del padre (Cheviot, Dorset, Finnish y Romney) y de la madre (Columbia y Suffolk), sobre el comportamiento reproductivo de borregas híbridas al ser cruzadas con machos Hampshire. Demostraron que las hijas de machos Finnish tuvieron mayor fertilidad, prolificidad y mayor número de corderos destetados por oveja encastadas que el resto de las razas. La sobrevivencia hasta el destete de los corderos cruza Finnish fue menor que las otras razas (Cuadro 6). Al comparar las razas que actuaron como madres, los autores determinaron que la Suffolk fue superior a Columbia en fertilidad (53 vs. 39%), sobrevivencia hasta el destete (82 vs. 62%) y corderos destetados por oveja encastada (55 vs. 37%). La prolificidad fue similar en ambas razas.

Dickerson *et al.* (1975) en un ensayo iniciado en 1969, diseñado con el objeto de conocer la utilidad de razas prolíficas como la Finnish Landrace en sistemas de cruzamientos, evaluaron el efecto de la raza del padre, de la madre y efectos de heterosis sobre viabilidad y sobrevivencia de los corderos hasta el destete (10 semanas de edad). Al comparar padres Finnish con Rambouillet, se determinó que los primeros confirieron a sus progenies cruza mayor sobrevivencia hasta las 4 semanas (83 vs. 63%) y al destete (81 vs. 61%). Esta diferencia fue más marcada al cruzar machos Finnish con hembras Hampshire. Las razas que actuaron como hembras (Hampshire, Suffolk, Corriedale, Dorset, Targhee, Navajo, etc.) no mostraron diferencia en la sobrevivencia de sus crías.

En general las cruzas excedieron a los puros en sobrevivencia a las 4 y 10 semanas, pero los errores fueron muy altos como para que este efecto fuera estadísticamente significativo. En promedio, considerando todas las cruzas, la heterosis para sobrevivencia fue de 4% a las 4 semanas y 5% a las 10 semanas. Las cruzas Finnish con razas de carne, mostraron alta heterosis en mortalidad al destete. Los valores fueron de 12% para Finnish × Suffolk y Finnish × Dorset, y 21% para Finnish × Hampshire.

Barker (1975), en Gran Bretaña, realizó un ensayo de 7 años de duración para determinar si la alta fertilidad de la raza Finnish podría ser transmitida a su progenie cruza, al mantenerla bajo condiciones comerciales. Para tal objeto cruzó machos Finnish con hembras de razas locales en 18 fundos. Como población control utilizó machos no Finnish cruzados con hembras similares en raza, edad, etc., a las anteriores. La progenie hembra de ambos tipos de cruzamientos se encastó por primera vez a los 7 meses, luego a los 1,5; 2,5 y 3,5 años, para evaluar su comportamiento reproductivo.

El peso al encaste fue siempre menor en las hembras cruza Finnish (F) que en las no Finnish (NF), diferencia que aumentó con la edad. La fertilidad al primer parto fue mayor en las F que en las NF; en los partos siguientes no hubo diferencias significativas. Esto demuestra la habilidad del Finnish para transmitir su temprana madurez sexual a la progenie cruza. Las hembras F, en todas las edades tuvieron mayor número de corderos nacidos por oveja parida (Cuadro 6). Por lo tanto, la raza Finnish tiene la habilidad de transmitir su prolificidad a la progenie. La sobrevivencia nacimiento-destete fue un poco menor en los corderos de las hembras F, aunque la diferencia no fue significativa. Aun así las hembras cruza F produjeron un mayor número de corderos destetados por oveja encastada.

Cuadro 6

EFECTO DE LA RAZA DEL PADRE EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LAS HEMBRAS CRUZA

Referencia	*Raza del padre*	*Fertilidad* %	*Prolificidad* %	*Sobrevivencia*[1] %	*Corderos dest./ oveja encastada* %
Cedello *et al.* (1977) (borregas)	Cheviot	38,0	116,0	80,0	38,0
	Dorset	42,0	123,0	74,0	42,0
	Finnish	72,0	**162,0**	65,0	77,0
	Romney	31,0	115,0	70,0	27,0
Barker (1975)	Finnish (1er parto)	78,2	147,0	75,2	88,2
	No Finnish (1er parto)	61,4	117,0	71,0	55,7
	Finnish (3° y 4° parto)	97,2	207,0	85,4	170,6
	No Finnish (3° y 4° parto)	94,7	169,0	92,5	149,4
Meyer *et al.* (1977) (ovejas de 2 dientes)	Finnish	98,0	161,0	86,0	136,0
	East Friesian	98,0	141,0	93,0	129,0
	German Mutton	85,0	109,0	89,0	83,0
	Border Leicester	83,0	121,0	87,0	87,0
	Cheviot	90,0	116,0	64,0	67,0
	Dorset	94,0	126,0	87,0	103,0

[1]Corderos destetados por cordero nacido.

Bunel *et al.* (1975) compararon hembras Finnish y Romanov de 2 y 3 años, y determinaron que las ovejas Romanov fueron superiores a las Finnish en prolificidad (2,36 vs. 2,20%) tuvieron menor mortalidad hasta los 90 días (27,8 vs. 31,2%) y mayor habilidad para lactar 2 ó 3 corderos. Ambas razas fueron igualmente fértiles; pero las Finnish fueron más pesadas al encaste y al parto.

Meyer *et al.* (1977) cruzaron machos Finnish, East Friesian, German Mutton, Border Leicester, Cheviot, Dorset y Romney con hembras Romney. En la progenie cruza estudiaron diferentes características reproductivas. Los autores señalan que, aunque los resultados son preliminares, se observa en las hembras cruza Finnish y East Friesian, una muy baja incidencia de ovejas secas, un alto tamaño de camada y una buena sobrevivencia de los corderos a pesar de la alta frecuencia de partos múltiples que presentan (Cuadro 6).

Los autores encontraron que hubo muy pocos corderos trillizos dentro del conjunto de partos múltiples con lo cual se cuestionará la idea generalizada de que la primera cruza con estas razas, sería demasiado prolífica y, por lo tanto, produciría y perdería una gran proporción de trillizos.

Ricordeau (1975) en una revisión bibliográfica muestra los resultados más importantes obtenidos en prolificidad y sus componentes en las razas Finnish Landrace, Romanov, cruzamientos con estas razas y otras razas prolíficas. Del análisis de los datos revisados el autor puntualiza lo siguiente:

- La tasa de ovulación es una variable que se comporta en forma fundamentalmente aditiva en las cruzas de razas Finnish y Romanov.
- Los efectos heteróticos para estas razas en prolificidad son nulos o extremadamente pequeños.
- Los efectos maternos para prolificidad son muy bajos.
- Al comparar ovejas Romanov y Finnish, se obtienen los mejores resultados con Romanov. El autor estimó que la diferencia entre las dos razas puede ser explicada por el tipo de animal elegido por los criadores de Finnish, es decir, animales con máximo tamaño, lana blanca y sobre todo sin manchas negras en la piel.

Los machos Finnish o Romanov siempre trasmiten la esperada ganancia en prolificidad a la progenie cruza, no así las otras prolífica (Border Leicester, Cotentin, Texel, Blen du Maine) en las cuales la progenie cruza da resultados inferiores al promedio de los padres. Estos antecedentes no concuerdan con lo planteado por Bradford (1974a) en el sentido que la raza Border Leicester trasmite su mayor potencial para partos múltiples a su progenie cruza.

Características de crecimiento y productividad total

La característica kilos de cordero destetados por oveja encastada, es lo de mayor importancia económica desde el punto de vista de la producción de carne. Para maximizar esta variable, además de mejorar eficiencia reproductiva, es necesario producir corderos con rápida velocidad de crecimiento, de manera que alcancen altos pesos al destete. Los cruzamientos ofrecen una buena alternativa para conseguir estos objetivos, aun cuando no se esperan altos niveles de heterosis, debido a la magnitud de los índices de herencia de las características relacionadas con peso vivo.

Botkin y Paules (1965) en un ensayo de cruzamientos de carneros cara negra (Suffolk) con hembras cara blanca productores de lana (Corriedale), determinaron que el peso al destete de las cruzas dobles (S × C = 37,1 kg) y retrocruzas (S × F y C × F = 38,0 kg) fue similar aunque levemente inferior al de la raza Suffolk, que fue la más pesada (38,4 kg). Las cruzas, por otra parte, produjeron más kilos destetados por oveja encastada que ambas razas puras, con una diferencia que fue de aproximadamente 10 kg de peso. Esto se debió fundamentalmente al bajo comportamiento reproductivo de la hembra Suffolk. Considerando sólo las razas puras, la Corriedale fue superior a la Suffolk en esta característica (Cuadro 7).

Cuadro 7
CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD TOTAL EN LAS RAZAS PURAS

Referencia	*Raza*	*Peso nacer kg*	*Peso destete 70 ds kg*	*Peso destete 120 ds kg*	*Aumento peso diario nac.-dest.*	*kg destetados por oveja encast.*
Botkin y Paules (1965)	Suffolk			38,40		26,90
	Corriedale			33,60		32,60
Holtmann y Bernard (1969)	Suffolk	4,14		33,95	0,217	
	Oxford	3,94		30,76	0,193	
Bradley *et al.* (1972)	Suffolk			38,10		50,60
	Targhee			33,10		45,70
	Shropshire			29,50		28,30
Rastogi *et al.* (1975)	Suffolk	5,16	28,59		0,338	
	Targhee	4,77	23,72		0,268	
	Columbia	4,77	23,29		0,261	
Sidwell y Miller (1971b)	Suffolk	5,30		30,30	0,297	
	Hampshire	4,75		27,00	0,259	
	Targhee	4,82		24,60	0,231	
	Dorset	3,88		23,90	0,223	
	Lineals	4,12		23,60	0,219	
Sidwell *et al.* (1964)	Hampshire	3,98		29,24		
	Línea Cs	3,76		25,65		
	Shropshire	3,35		23,02		
	Merino	3,20		19,29		
	Southdown	2,77		19,07		
Smith (1977)	Suffolk	4,60				
	Hampshire	3,90				
	Rambouillet	4,10				
	Dorset	3,30				
	Targhee	4,20				
	Corriedale	4,40				
Salah *et al.* (1972)	Merino	2,70		14,55		
	Ossimi	3,11		17,46		
	Barki	2,92		16,85		

En un ensayo en el cual utilizaron diferentes sistemas de apareamiento (puros, cruzamientos dobles, triples y retrocruza), Holtmann y Bernard (1969) encontraron que los cruzamientos dobles y triples fueron significativamente superiores a los puros y retrocruzas en peso a los 28 y 120 días (destete) y en aumento de peso diario. En peso al nacer los cruzamientos triples superaron al resto.

Las razas utilizadas fueron Suffolk (S), Oxford (O) y North Country Cheviot (C) esta última raza sólo se utilizó en las cruzas. Dentro de los puros, los corderos Oxford fueron más livianos que los Suffolk en todas las edades. Esta diferencia se mantuvo en los cruzamientos dobles, salvo en peso al nacer donde no hubo diferencias. Las cruzas superaron el promedio de los puros, los grupos CS y OS fueron incluso mejores al mejor de los padres medidos (S). No hubo diferencias entre CO y SO ni entre CS y OS, esto indicaría que la causa principal de las diferencias en peso vivo sería la diferencia en habilidad materna de las razas. Las retrocruzas entre hembras cruza y machos puros tendieron a superar a las que incluían machos cruza y hembras puras, en todas las variables analizadas, lo cual se explicaría por la existencia de heterosis para efectos maternos. Dentro de cruzamientos triples hubo muy pocas diferencias. Las cruzas S(CO) y (CS) O tendieron a ser más livianas en todas las edades, aunque en algunos casos las diferencias no fueron significativas.

En los cruzamientos dobles la raza Suffolk fue consistente aunque no significativamente superior a la Oxford en habilidad combinatoria general, pero sí lo fue en habilidad materna. En retrocruzas la Suffolk tuvo mejor habilidad materna que la Oxford, y ésta fue mejor que la Cheviot en peso al nacer y a los 28 días. Sin embargo, la Oxford se comportó mejor como madre que la Suffolk en peso al destete y aumento de peso diario. Estimaciones para Cheviot sugieren que tiene el peor efecto materno. El vigor híbrido de las hembras cruza fue particularmente importante en las retrocruzas (Cuadro 8).

Estos y otros análisis realizados por los autores, les permitieron determinar que la mayor parte de las diferencias observadas entre las cruzas, dentro de cada sistema de apareamiento, puede explicarse por habilidad combinatoria general y efectos maternos de las razas. Por lo tanto, aparentemente dentro de cada sistema de apareamiento se produce una cantidad constante de heterosis. Los autores no estudiaron eficiencia reproductiva, de ahí que no estimaron la variable kilos de cordero destetados por oveja encastada.

Comparando las razas Suffolk (S) Targhee (T) y Shrospshire (Sh) sus cruzas recíprocas y cruzas triples, Bradley *et al.* (1972), determinaron que la Suffolk fue significativamente superior al resto, como raza padre y como raza madre, en peso del cordero a los 120 días de edad (destete) (Cuadros 9 y 10).

Cuadro 8
HETEROSIS EN CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO

Referencia	*Raza*	*Peso nacer* %	*Peso destete* 70 ds %	120 ds %	*Aumento peso diario nac.-dest.* %	*kg destetados por oveja encast.* %
Holtmann y Bernard (1969)	S,Ch,O (promedio retrocruzas)	9,86		11,24	11,96	
Bradley *et al.* (1972)	S, T			3,37		6,12
	S, Sh			3,25		7,48
	T, Sh			2,87		6,62
Rastogi *et al.* (1975)	C, S, T	1,65	1,52		2,10	
Sidwell y Miller (1971b)	S, H	−0,50		0,70	0,36	
	S, D	2,25		5,65	8,66	
	S, T	1,78		−1,45	− 2,83	
	H, T	3,14		6,55	8,37	
	H, D	2,67		9,50	11,58	
	T, D	3,90		12,40	14,50	

Cuadro 9

EFECTO DE LA RAZA DEL PADRE

Referencia	Raza	Peso nacer kg	Peso destete 70 ds kg	Peso destete 120 ds kg	Aumento peso diario nac.-dest. kg	kg destetados por oveja encast. kg
Bradley *et al.* (1972)	Suffolk			35,80		47,93
	Targhee			33,70		41,77
	Shropshire			33,10		40,47
Sidwell y Miller (1971b)	Suffolk	4,97		29,40	0,285	
	Hampshire	4,89		28,20	0,272	
	Targhee	4,85		26,40	0,252	
	Dorset	4,19		26,30	0,251	
	Linea Cs	4,49		25,80	0,245	
Smith (1977)	Suffolk	4,30				
	Hampshire	4,10				
	Oxford	4,10				
Meyer *et al.* (1977)	Finnish		19,00			
	Oxford		21,00			
	East Friesian		21,00			
	Finn. × Romney		19,00			
	Border Leicester		20,00			
	Dorset		20,00			
	Cheviot		19,00			

El efecto materno, estimado como la diferencia entre el efecto de la raza de la madre y del padre, fue de 1,4 kg para Suffolk, 0,4 kg para Targhee y 1,8 para Shrospshire, lo cual indica la superioridad de la Suffolk como madre en características de crecimiento. El promedio de las cruzas recíprocas fue sólo levemente superior al promedio de los padres puros (Cuadro 8); sin embargo, ninguna cruza fue superior a la raza pura Suffolk, lo cual concuerda con lo encontrado por Sidwell y Miller (1971b). En los cruzamientos triples hubo indicios de heterosis en las cruzas Sh ×ST y T ×SSh, sin embargo, ningún tipo de cruza sobrepasó el peso de la raza Suffolk. No se observó superioridad de los cruzamientos triples sobre los dobles.

Los kilos de cordero destetados por oveja encastada tendió a ser mayor en cruzas que incluyeran a la Targhee como hembra, aunque no hubo diferencias significativas por el bajo número de animales utilizados (Cuadro 10).

La calidad de la hembra Targhee en cuanto a habilidad materna en esta característica se detecta comparando las cruzas recíprocas ST (54,5 kg) vs. TS (47,7 kg) y Sh T (47,0 kg) vs. T Sh (31,9 kg). Los cruzamientos triples no destetaron más kilos de cordero por oveja encastada que los cruzamientos dobles.

Rastogi *et al.* (1975) estudiaron peso al nacimiento, al destete (70 días de edad), aumento de peso pre y postdestete y edad a peso de venta (50-55 kg), en las razas Suffolk, Columbia y Targhee y en sus cruzas recíprocas. No detectaron heterosis en ninguna de las características predestete (Cuadro 8), pero sí en aumento de peso postdestete (4%) y edad a la venta (3%). Sin embargo, esta cantidad de heterosis no fue importante particularmente al comparar el comportamiento de las cruzas con el mejor de los puros.

La raza Suffolk, actuando como pura fue significativamente superior en todas las variables estudiadas (Cuadro 7), excepto en aumento de peso postdestete, en que fue similar a la Targhee. Presentó además la mejor habilidad materna en aumento de peso nacimiento-destete, peso al destete (70 días) y edad a la venta (Cuadro 10). La raza Columbia mostró la mejor habilidad materna en aumento de peso postdestete, aun así la Suffolk alcanzó peso de mercado a una edad inferior al resto por tener mejores pesos al destete. La raza Columbia fue en general similar a la Targhee. Los autores no analizaron característica reproductiva, por lo tanto las ventajas de la Targhee en este aspecto y por ende en productividad total (kilos de cordero destetado por oveja encastada) no pudieron ser evaluadas.

Sidwell y Miller (1971b) estudiaron peso al nacer, peso al destete, aumento de peso nacimiento-destete y aumento de peso diario en 5 razas puras y sus cruzas dobles. Las razas analizadas fueron Suffolk (S), Targhee (T), Hampshire (H), Dorset (D) y una línea formada por las razas Columbia y Southdale (Cs).

La Suffolk fue superior al resto en todas las características analizadas, al actuar como raza pura; en segundo lugar se ubicó la raza Hampshire y luego las razas restantes, que fueron en general muy similares (Cuadro 7). Esta misma raza al actuar como padre en cruzamientos fue superior en todas las variables, seguida por la Hampshire (Cuadro 9), y como raza madre tendió a ser superada por la Dorset y Targhee, lo que no concuerda con los resultados de Rastogi *et al.* (1975; Cuadro 10).

Cuadro 10
EFECTO DE LA RAZA DE LA MADRE

Referencia	*Raza*	*Peso nacer kg*	*Peso destete 70 ds kg*	*Peso destete 120 ds kg*	*Aumento peso diario nac. dest. kg*	*kg destetados por oveja encast.*
Bradley *et al.* (1972)	Suffolk			37,20		48,13
	Targhee			34,10		49,07
	Shrosphire			31,30		32,97
Rastogi *et al.* (1975)	Suffolk	4,84	26,23		0,304	
(Habilidad materna)	Targhee	5,02	24,70		0,282	
Sidwell y Miller	Columbia	4,85	24,67		0,281	
(1971b)	Suffolk	4,78		26,90	0,257	
	Hampshire	4,60		27,10	0,261	
	Targhee	4,69		27,40	0,262	
	Dorset	4,78		27,80	0,268	
	Línea Cs	4,54		26,70	0,255	
Sidwell *et al.*	Hampshire	3,84		28,24		
(1964)	Shropshire	3,54		25,29		
	Merino	3,53		23,79		
Barker (1975)	Cruzas Finn.					
	únicos	3,60	19,60			
	Mellizos	2,90	17,30			
	Cruzas no					
	Finn. únicos	4,40	22,80			
	Mellizos	3,60	19,90			
Smith (1977)	Cruzas Finn.	3,70				
	Cruzas Rambouillet	4,50				
	Razas Puras	4,20				
Cedillo *et al.*	Cruzas Finnish			28,0		22,80
(1977)	Cruzas Dorset			30,0		13,53
(borregas)	Cruzas Cheviot			29,0		11,45
	Cruzas Romney			28,0		8,23

La magnitud de la heterosis observada fue en general baja, los mayores porcentajes se obtuvieron en las cruzas recíprocas de Dorset con Targhee con valores que fluctuaron de 3,9 a 15,1%, según la característica (Cuadro 8). Las cruzas Cs, S y DS fueron las de mejor comportamiento y mostraron una leve superioridad respecto a la Suffolk pura en todas las variables, excepto peso al nacer. Este mejor comportamiento se debió fundamentalmente a la habilidad materna de la hembra Suffolk y se comprueba comparando las cruzas recíprocas. Por ejemplo, peso al destete de Cs S fue 30,8 kg y S Cs 25,5 kg, DS 30,5 kg y SD 26,8 kg. En el resto de las cruzas no hubo diferencias entre los recíprocos, salvo TH que fue superior a HT.

La raza Hampshire (H) actuando como pura, en un ensayo realizado por Sidwell *et al.* (1964), tuvo los mejores pesos al nacer, al destete y los mayores aumentos de peso nacimiento-destete, seguido por la línea Colum-

bia-Southdale (Cs), luego Shrospshire (Sh) y, por último, Merino (M) y Southdown (Sd) (Cuadro 7). Este ordenamiento tendió a mantenerse en las cruzas dobles.

En promedio, para todas las características analizadas, las cruzas dobles fueron superiores a los puros, pero inferiores a los cruzamientos triples. Las cruzas cuádruples (macho puro apareado con hembra triple), fueron levemente inferiores a las triples. Los autores opinan que esto último se debió a las cruzas particulares que se realizaron y no a la falta de vigor híbrido adicional al aumentar en una raza el cruzamiento. En los cruzamientos dobles, triples y cuádruples ninguna cruza superó a las Hampshire puras, salvo la cruza H × Sh H que fue la mejor.

Los cruzamientos triples que incluían machos mestizos y hembras puras (Sd H × M; Sh H × M), tendieron a mostrar un comportamiento inferior a los de machos puros con hembras cruza (M × Sd H, M × Sh H), lo cual se explicaría por efectos heteróticos para habilidad materna. En los cruzamientos dobles, las cruzas que incluían madres Hampshire tendieron a ser superiores a los hijos de madres Shrospshire y éstos, a su vez, fueron mejores que los hijos de madres Merino (Cuadro 10).

En los últimos años se han estado estudiando razas de mayor prolificidad para aumentar los kilos de cordero destetados. Los resultados indican que las variables peso al nacer, aumentos de peso y peso al destete son, en general, menores en la progenie cruza de estas razas.

Barker (1975) encontró una diferencia de 12% en peso al nacer a favor de la progenie de hembras cruzas no Finnish de primer parto comparado con las hembras cruza Finnish. Esta diferencia aumentó con la edad de la hembra, alcanzando valores de 16 a 26% al segundo y tercer-cuarto parto, respectivamente. Smith (1977) obtuvo resultados similares al comparar descendientes de hembras cruza Finnish con los de hembras cruza Lambouillet y razas puras (Cuadro 10). Dickerson *et al.* (1975) obtuvieron una diferencia de menos-tres kilos entre hijos de machos Finnish y Rambouillet en esta misma característica. Esta diferencia en el peso al nacer entre descendientes de Finnish y de otras razas es menos en corderos nacidos múltiples (Dickerson *et al.*, 1975; Barker, 1975).

Smith (1977) estimó el porcentaje de corderos débiles producidos por hembras puras (14% en mellizos, 11% en únicos), hembras cruzas Rambouillet (10% en únicos y mellizos) y hembras cruza Finnish (4% en mellizos, 9% en únicos). Basándose en estos y otros antecedentes, el autor señala que aparentemente los corderos de las hembras cruzas Finnish, especialmente los nacidos como mellizos, son más vigorosos de lo que podría esperarse de acuerdo a sus pesos al nacer.

La diferencia observada en peso al nacer entre descendientes de Finnish y no Finnish disminuye en pesajes posteriores (Cedillo *et al.*, 1977; Barker, 1975). Dickerson *et al.* (1975) no encontraron diferencias en aumento de peso nacimiento-destete y peso al destete (10 semanas), entre hijos de machos Finnish, Rambouillet y puros.

La productividad total (kilos de cordero destetado por oveja encastada) es superior en las hijas de machos Finnish, que en otro tipo de cruzas, principalmente en borregas y hembras de primer parto. Barker (1975) obtuvo sólo un 2% de superioridad de las cruzas Finnish de primer parto respecto a los no Finnish en productividad a las 10 semanas; sin embargo, si estos resultados se expresan como peso de la camada por 50 kg de peso metabólico, esta superioridad aumenta a 16%. Cedillo *et al.* (1977), trabajando con borregas, encontraron diferencias mayores en esta característica a favor de las hembras cruza Finnish (Cuadro 10).

Estudiando características de canal y aumentos de peso postdestete en la misma población descrita por Cedillo *et al.* (1977), Hohenboken (1977) determinó que los hijos y nietos de Suffolk, Cheviot y Dorset superaron a los hijos y nietos de Finnish y Romney en aumento de peso y características de canal. Al respecto Theriez y Tissier (1975) consideran que el mayor inconveniente de los cruzamientos con razas Finnish y Romanov es la depreciación de la canal en los corderos F_1 debido a que tienen una menor proporción de cortes de primera. Esta depreciación es consecuencia de un alargamiento de la canal, de una modificación de la forma de los costados del animal que reduce el área de la chuleta y de un mayor desarrollo del tren delantero, inconveniente que son menos importantes en cruzamientos con razas rústicas. Peyraud y Manno (1975) sostienen que en Francia sería más

económico utilizar los Finnish y Romanov como razas puras para producción de carne y no en cruzamientos con razas francesas, lo cual, según estos autores, es válido aun en caso de depreciación comercial de los corderos o aumento en los costos variables. Agregan, sin embargo, que la creación de rebaños puros o cruza basado en estas razas es aún difícil desde el punto de vista práctico y económico.

Los cruzamientos se han utilizado extensamente para mejorar las razas rústicas, las que generalmente se encuentran muy bien adaptadas al medio, pero tienen baja productividad. Donald *et al.* (1963) al cruzar dos razas inglesas nativas muy similares: Scottish Blackface y Swaledale, obtuvieron heterosis, aunque en bajo porcentaje. Hicieron comparaciones contemporáneas entre las razas puras y cruzas recíprocas y determinaron que el promedio de las cruzas fue significativamente superior al promedio de los padres en peso al nacer (4,8%) y al destete (3,3%). La raza Swaledale mostró efectos maternos positivos en ambas características mientras que la Scottish Blackface tuvo mayores aumentos de peso, por lo tanto el peso al destete fue similar en las dos razas.

La raza Merino se ha utilizado mucho en cruzamientos para mejorar diversas características de razas nativas. En Egipto, por ejemplo, se ha cruzado con ovejas nativas Barki, que tienen baja productividad, pero son muy resistentes y adaptadas. Salah *et al.* (1972) estudiaron razas puras y sus cruzas recíprocas en Merino, Ossimi y Barki y observaron que, comparando las razas puras, la Ossimi fue superior en todas las características, seguida por la raza Barki y finalmente la Merino (Cuadro 7). Las cruzas recíprocas entre Ossimi y Barki tuvieron la mayor habilidad combinatoria específica en todas las características, excepto peso al nacer donde fue superior la cruza Merino-Ossimi. La cruza Merino-Barki mostró la peor habilidad combinatoria específica y la raza Merino, la peor habilidad materna. Los autores concluyen que para obtener corderos para mercado, las cruzas entre las razas nativas Ossimi-Barki dan los mejores resultados.

Fahmy *et al.* (1969) realizando cruzamientos entre Merino, Barki y Syrian Awassi, determinaron que las cruzas 50% Merino y 50% Barki fueron superiores, en todas las características analizadas (peso al nacer, al destete, al año, aumento de peso nacimiento-destete y aumento de peso destete-año), excepto de heterosis en rangos que variaron de 7% (peso al nacer) a 21% (aumento de peso destete-año).

Sidwell (1956) comparó hembras puras de la raza Navajo, con hembras cruza entre Navajo y razas introducidas y no obtuvo diferencias en kilos de cordero destetado por oveja. Esto se debió a que el mayor peso al destete de la cruza fue compensado por una mayor sobrevivencia y mayor porcentaje de ovejas melliceras de la raza nativa.

CONCLUSIONES

Los cruzamientos ofrecen una alternativa de interés para aumentar la producción de carne en ovinos. Los mecanismos a través de los cuales opera son, principalmente, introducción o aumento rápido en la frecuencia de genes favorables y heterosis.

El primer mecanismo, introducción de genes favorables, es útil en los puntos que se señalan a continuación:

— Mejoramiento de características productivas en razas nativas muy rústicas y bien adaptadas al ambiente en el cual se desarrollan, a través del cruzamiento con razas mejoradas. Por ejemplo, cruzamiento de ovinos Barki, Awassi, Ossimi, con Merino, en Egipto. Este tipo de cruzamiento muchas veces no produce un gran mejoramiento debido a la alta adaptabilidad de las razas nativas.

— Mejoramiento de prolificidad y, por lo tanto, de los kilos de cordero producidos por oveja, en razas tradicionales, a través de la utilización de razas altamente prolíficas (Finnish Landrace, Romanov). Este tipo de cruzamiento se está investigando y ya se aplica en muchos países con buenos resultados. Esta alternativa es interesante para Chile en la medida que se intensifique la explotación ovina. La raza más adecuada para utilizar como raza materna sería cualquiera que presentara buenas características de crecimiento y canal dado el bajo nivel de estas variables en las razas prolíficas. En principio la raza Suffolk es más adecuada para este propósito. Sin embargo, hay que investigar el comportamiento de las diferentes razas que existen, debido a que no es un concepto estático y

rígido y, por lo tanto, el comportamiento y diferencias entre razas puede variar según el ambiente en el cual se han desarrollado y los sistemas de selección utilizados.

— Reunir en un animal diferentes características que interesen. Por ejemplo, el cruzamiento entre machos Suffolk y hembras Targhee permite aprovechar el excelente comportamiento de la Targhee en eficiencia reproductiva y de la Suffolk en características de crecimiento.

El segundo mecanismo, explotación de heterosis, es de interés especialmente en características conectadas con eficiencia reproductiva, no así en características de crecimiento. En este último caso, en general, el promedio de las cruzas recíprocas no supera la mejor raza paterna.

La heterosis es más importante en cruzamientos triples que en los dobles, debido a que en el primer caso, además de la heterosis para sobrevivencia y crecimiento del cordero, se aprovecha la heterosis para habilidad materna de la hembra cruza.

En los cruzamientos triples interesa que las razas o líneas que den origen a la hembra mestiza sean superiores en eficiencia reproductiva y adaptabilidad y las razas o líneas padres, en características de crecimiento.

De acuerdo a la información revisada, la raza más adecuada para utilizar como macho en cruzamientos dobles o triples, sería la Suffolk por su mayor tasa de crecimiento y peso al destete. Como raza materna, la que ha demostrado mejor comportamiento en eficiencia reproductiva y sobrevivencia de los corderos es la Targhee. Esta raza, sin embargo, no tiene muy buena habilidad materna para características de crecimiento, probablemente debido a que en su formación intervino en alta proporción el Merino Rambouillet.

Los cruzamientos triples, en los cuales el macho es mestizo, tienden a dar resultados inferiores a aquellos en que la hembra es mestiza. La diferencia se debería a efectos maternos de la hembra cruza.

LITERATURA CITADA

BARKER, J.D. 1975. A field trial of Finnish Landrace rams as sires of crossbred ewes. Animal Production 20:371-380.

BOAZ, T.G. y READ, J.L. 1966. Crossbreeding of sheep in Britain, Edinburgh, European Association for Animal Production. Session of the Commission on Sheep and Goat Production N° 552. 13 p.

BOTKIN, M.P. y PAULES, L. 1965. Crossbred ewes compared with ewes of parent breeds for wool and lamb production. J. Anim Sci. 24:1111-1116.

BOWMAN, J.C. 1966. Meat from sheep. Animal Breeding Abstracts 34:293-319.

BRADFORD, G. E. 1972. How big is big enough. Some comments on size in sheep. U.S. California Livestock News. 7 p.

———. 1974a. Genetic potential for growth and fertility. *In:* California Livestock Symposium, Fresno, California, May 30, 1974. 7 p.

———. 1974b. Breeding plans for improvement of meat production and carcass merit in the meat breeds of sheep. *In:* Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Ganadera, I, Madrid, Octubre 7-11. pp. 725-738.

———. s.f. Maximizing genetic potential for livestock production. v. s. Davies, University of California, Department of Animal Science. 8 p.

BRADLEY, *B.P. et al.* 1972. Two and three-way crosses estimating combining ability of Suffolk, Targhee and Shropshire breeds of sheep. J. Anim. Sci. 34:541-548.

BUNEL, J.C., LEFEVRE, C. y TCHAMITCHIAN, L. 1975. Performances de reproduction et d'elevage de brebis finnoises et romanov en race pure. *In:* Journees de la Recherche Ovine et Caprine, I, Paris, Décembre 2-3 et 4. Les races prolifiques. Paris, INRA-ITOVIC. v. 2, pp. 3-17.

CEDILLO, R.M., HOHENBOKEN, W. y DRUMMOND, J. 1977. Genetic and environmental effects on age at first estrus and on wool and lamb production of crossbred ewe lambs. J. Anim. Sci. 44:948-957.

CROW, J.F. 1952. Dominance and overdominance. *In:* Gowen, J.W. Heterosis. U.S., Iowa State College Press. pp. 282-297.

DICKERSON, G.E., GLIMP, H.A. y GREGORY, R.E. 1975. Genetic ressources for efficient meat production in sheep: preweaning viability and growth of finnisheep and domestic crossbred lambs. J. Anim. Sci. 41:43-53.

————, y LASTER, D.B. 1975. Breed, heterosis and environmental influences on growth and puberty in ewe lambs. J. Anim. Sci. 41:1-9.

DONALD, H.P., READ, J.L. y RUSSELL, W.S. 1963. Heterosis in crossbred hill sheep. Animal Production 5:289-299.

FAHMY, M.H. *et al.* 1969. Crossbreeding of sheep under semi-arid conditions. Animal Production 1:351-360.

FALCONER, D.S. 1964. Introduction to quantitative genetics. Edinburgh, Oliver and Bloyd. 365 p.

FLINN, L.D. y WHITEMAN, J.U. 1974. Reproductive perfomance of Dorset × Western ewes when mated to Dorset or Blackface rams. J. Anim. Sci. 39:18-23.

HARRISON, G.S. 1952. Beginning of the heterosis concept. *In:* Gowen, J.W. Heterosis. U.S., Iowa State College Press. pp. 14-48.

HAZEL, L.N. 1961. Extent and usefulness of hybrid vigor in animal improvement. *In:* Germ. Plasm Resources. Washington, American Association for the Advancement of Science. pp. 205-211.

HOHENBOKEN, W. 1977. Genetic and enviromental effects on postweaning growth and carcass merit of crossbred lambs. J. Anim. Sci. 45:1261.

HOLTMANN, W.B. y BERNARD, C. 1969. Effect of general combining ability and maternal ability of Oxford, Suffolk and North Country Cheviot breeds of sheep on growth performance of lambs. J. Anim. Sci. 28:155-161.

LAND, R.M. 1974. Physiological studies and genetics selection for sheep fertility. Animal Breeding Abstract 42:155-158.

LASTER, D.B., GLIMP, H.A. y DICKERSON, G.E. 1972. Factors affecting reproduction in ewe lambs. J. Anim. Sci. 35:79-83.

LERNER, I.M. 1954. Genetic homeostasis. Edinburgh, Oliver and Bloyd. 134 p.

MEYER, H.H., *et al.* 1977. Reproductive performance, growth and wool production of exotic sheep and their crosses with the Romney. Proc. Soc. An. Prod., II, 37:220-229.

OWEN, J.B. 1969. Sheep production-View of the future. University of Cambridge. 19 p.

PEYRAUD, D. y MANND, J.M. 1975. Description de l'utilisation des races prolifiques romanov et finnoise et de leurs croisses avec des races francaises dans differents systemes de productions-Estimation de leur valeur technico-economique. *In:* Journees de la Recherche Ovine et Caprine, I, Paris, Decembre 2-3 et 4. Les races prolifiques. Paris, INRA-ITOVIC, v. 2, pp. 103-119.

PONZONI, R. 1973. Aspectos modernos de la producción ovina. Segunda distribución. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. 166 p.

RAE, A.L. 1952. Crossbreeding of sheep. Animal Breeding Abstracts 20:197-207.

RASTOGI, *R. et al.* 1975. Lamb perfomance and combining ability of Columbia, Suffolk and Targhee breds of sheep. J. Ani. Sci. 41:10-15.

RICORDEAU, G. 1975. Parameters de prolificite des brebis romanov, finnoises et croisses. Comparison avec d'autres races prolifiques, *In:* Journees de la Recherche Ovine et Caprine, I, Paris, Decembre 2-3 et 4. Les races prolifiques. Paris, INRA-ITOVIC. v. 2, pp. 38-63.

SALAH, E. *et al.* 1972. Estimates of combining abilities and maternal influence in crosses between Merino, Ossimi and Barki sheep. An. Prod. 15:47-52.

SIDWELL, G.M. 1956. Some aspects of twin versus single lambs of Navajo and Navajo crossbred ewes. J. Anim. Sci. 15:202-210.

————, EVERSON, D.O. y TERRILL, C. E. 1962. Fertility prolificacy and lambs livability of some purebreeds and their crosses. J. Anim. Sci. 21:875-879.

————, ———— y ———— 1964. Lamb weight in some pure breeds and crosses. J. Anim. Sci. 23:105-110.

———— y MILLER, L.R. 1971a. Production in some pure breeds of sheep and their crosses. I. Reproductive efficiency in ewes. J. Anim. Sci. 32:1084-1089.

———— y ———— 1971b. Production in some pure breeds of sheep and their crosses. II. Birth weights and weaning

weights of lambs. J. Anim. Sci. 32:1090-1094.

SMITH, G.M. 1977. Factors affecting birth weight, dystocia and preweaning survival in sheep. J. Anim. Sci. 44:745-753.

TERRILL, C.E. 1958. Fifty years of progress in sheep breeding. J. Anim. Sci. 17:944-959.

THERIEZ, M. y TISSIER, M. 1975. L'utilisation des races prolifiques. Valeur d'elevage des animaux croises et qualite des carcasses. *In:* Journees de la Recherche Ovine et Caprine, I, Paris, Décembre 2-3 et 4. Les races prolifiques, Paris, INRA-ITOVIC. v. 2, pp. 64-81.

THIMONIER, J. 1975. Etude de la puberte et de la saison sexuelle chez les races prolifiques et leur croisements avec des races francaises. *In:* Journees de la Recherche Ovine et Caprine, I, Paris, Décembre 2-3 et 4. Les races prolifiques. Paris, INRA-ITOVIC. v. 3, pp. 18-37.

THRIFT, F.A. y WHITEMAN, J.V. 1969. Reproductive perfomance of Western and Dorset X Western ewes under a fall lambing program. J. Anim. Sci. 28:734-741.

TURNER, H.N. y YOUNG, S.Y. 1969. Quantitative genetics in sheep breeding. Melbourne, Australia, Macmillan. 332 p.

WILLHAM, R.L. 1970. Genetic consequences of crossbreeding. J. Anim. Sci. 30:690-693.