

Avances en reproducción caprina

E. Mateos Rex
CIT-INIA

La tendencia, observada durante los últimos años en la ganadería caprina española, hacia una optimización de la producción láctea, no sólo exige una mayor demanda de productores de las razas de mayor producción lechera, sino que también nos obliga a tener el máximo provecho de estos productores, mediante la incorporación a los sistemas de producción de una serie de técnicas reproductivas que hagan posible la aplicación de programas rápidos de mejora genética.

La mayoría de investigadores en reproducción animal coinciden al afirmar que la congelación de semen de toro es sin duda el mayor aporte que esta disciplina ha hecho a la producción animal. El uso de semen congelado bovino en los programas de Inseminación Artificial de esta especie ha permitido a muchos países incrementar muy considerablemente, y en muy pocos años sus niveles de producción de carne y leche, al maximizar la utilización de los sementales con mejores características genéticas.

El desarrollo de nuevas técnicas reproductivas como, la sincronización artificial del estro, la super ovulación y la transferencia de embriones, ofrece nuevas posibilidades de acelerar la mejora genética al permitirnos también maximizar la utilización de las hembras de mayor producción.

La situación actual de la ganadería caprina en nuestro país, en la que las razas de mayor producción lechera constituyen tan sólo un 30% del censo nacional, mientras que el 70% restante lo forman animales, en su mayoría cruzados, explotados en sistema de tipo extensivo y en régimen de doble aptitud, carne y leche, junto al lecho del desconocimiento del potencial genético de nuestras razas por la casi inexistencia de controles de producción adecuados, hace en muchos casos difícil la aplicación en esta especie de algunas de estas técnicas reproductivas. Sin embargo, consideramos que en pocos años la simplificación en el desarrollo de estas nuevas tecnologías permitirá facilitar su aplicación a nivel de campo, aunque para ello es también necesario incrementar los controles de producción a fin de poder determinar cuáles son aquellos animales que por sus características genéticas mejorantes son susceptibles de ser utilizados como reproductores.

REPRODUCCION EN EL MACHO

I. Valoración y elección de sementales

Bajo el punto de vista de la eficacia reproductiva de un

rebaño, el macho tiene siempre una mayor importancia que la hembra dado que, ya sea natural o artificialmente un macho puede cubrir un elevado número de hembras, por consiguiente una disminución en la fertilidad del macho o los machos de un rebaño repercute directamente en el nivel de fertilidad y eficacia reproductiva del mismo; es por ello que la valoración y elección de sementales ha de tener en cuenta no sólo su capacidad de mejora genética sino también ha de estar regida por normas que califiquen aquellas características de los machos correlacionadas con la fertilidad.

Todo semental ha de tener una buena capacidad de producir espermatozoides viables y también el deseo de detectar y cubrir a las hembras en celo que existan en su rebaño, por tanto la capacidad de producción espermática, la calidad de esta producción y el comportamiento sexual son las características de los machos que mayor correlación tienen con su nivel de fertilidad.

I.1. Producción espermática

Las medidas del tamaño testicular han sido utilizadas como indicadoras del estados reproductivo y de la capacidad espermatógena; los trabajos desarrollados por distintos autores (Fowler, 1984; Gipson et al, 1985; Wiemer y Ruttle, 1987; Ruttle y Southward, 1988) han demostrado la existencia de una buena correlación del tamaño testicular con la calidad seminal y la fertilidad de los machos ovinos y bovinos. En el caso del toro la correlación existente entre el tamaño testicular y la producción total de esperma es muy alta cuando se realiza en animales jóvenes ($r = 0,81$), disminuyendo este coeficiente a medida que se incrementa la edad ($r = 0,64$ para toros de más de cuatro años de edad) (Hahn et al, 1969).

Entre las técnicas utilizadas para determinar el tamaño testicular, se considera que la circunferencia escrotal, tomando como tal la circunferencia que corresponde al área donde el diámetro del testículo tiene la máxima amplitud, tiene un gran valor como indicador del peso testicular, correlaciones de $r = 0,96$ y $r = 0,92$ entre circunferencia escrotal y peso testicular han sido encontrados por Notter et al (1981) en corderos y por Hahn et al (1969) en toros.

Este parámetro está además correlacionado con otras características reproductivas como pueden apreciarse en la Tabla I.

Tabla I
Correlaciones de la circunferencia escrotal con los parámetros reproductivos en rumiantes

Espezie	Parámetros reproductivos	Circunferencia escrotal	Autores
Caprina	Volumen eyoculado	0,25*	Borgohaiw et al (1983)
	Concentración espermática	0,76**	
	Anormalidades espermática	0,31*	
Ovina	Peso testicular	0,96**	Notter et al (1981)
	Volumen eyaculado	0,14*	
	Motilidad	0,11*	
	Núm. de cubriciones	0,79**	
Bovina	Núm. cubriciones/Núm. montas	0,54*	Schoeman et al (1987)
	Porcentaje de preñez	0,58*	
	Peso testicular	0,95**	
	Producción espermática	0,81**	

* P < 0,05
 ** P < 0,01

Todo ello sugiere que la medida de la circunferencia escrotal utilizada como criterio de selección de sementales puede mejorar los niveles de fertilidad de los mismos, siendo indudablemente necesario seleccionar estos reproductores dentro de cada raza y por grupos de edades.

1.2. Comportamiento sexual

Se han descrito diversos métodos o tests para evaluar el comportamiento sexual de los rumiantes domésticos. La mayoría de estos tests se basan en la valoración de tres parámetros, la libido, la capacidad de cubrición y el tiempo de reacción (Blokey, 1975; Chewoweth, 1976; Shoeman et al, 1987). Estos autores definen la libido como la disposición del macho para identificar, seguir y cubrir a las hembras en celo, la capacidad de cubrición como el número de cubriciones realizadas por un macho en un tiempo determinado y el tiempo de reacción como el tiempo transcurrido desde que el macho toma contacto con las hembras hasta el momento en el que se produce la primera cubrición.

Este tipo de test puede realizarse en diferentes condiciones si bien el más generalizado es aquel que involucra a un solo macho con un grupo reducido (3-4) de hembras en celo. El tipo de estímulo utilizado tiene gran importancia por lo que se considera aconsejable utilizar hembras ovariectomizadas en las que se ha provocado un celo artificial. La duración del test también ha de ser la adecuada aunque existe una alta correlación entre los resultados obtenidos en los test de corta duración (10 minutos) y los de larga duración (60 minutos). Chenoweth (1986).

Si bien en ningún trabajo científico se ha demostrado cla-

ramente que exista una correlación significativa entre el comportamiento sexual de un semental y el porcentaje de fertilidad alcanzado por el mismo Mateos (1979) y Smith et al (1981), observaron correlaciones significativas entre la calificación de libido obtenida por los toros y el número de hembras que éstos servían en el rebaño, Chenoweth (1986) comprobó que existía una alta correlación entre la libido y el número de hembras preñadas durante el primer período de la estación de cubrición y Wiggins et al (1953) encontraron una correlación negativa pero significativa entre el tiempo de reacción de los moruecos y el porcentaje de hembras preñadas por los mismos.

Recientemente Mateos y Zubietá (1990), en un estudio sobre la influencia del estímulo sexual en la secreción de testosterona de machos cabriolos, han encontrado correlaciones significativas entre los parámetros de comportamiento sexual y el incremento de la secreción de testosterona como respuesta a la acción del estímulo sexual.

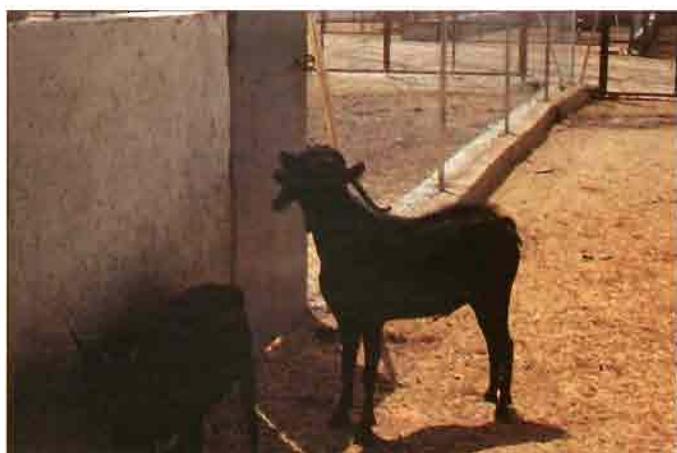
En el estudio del comportamiento sexual hemos de tener muy en cuenta tanto en ganado caprino como en el ovino la época del año en la que se desarrollan los test ya que estas especies son reproductoras estacionales y existen diferencias en el comportamiento como consecuencia de la influencia del fotoperíodo (Folch y Roca, 1982; Mateos y Zubietá, 1990).

1.3. Calidad Seminal

Aunque los trabajos de Neville et al (1988) consideran que la calidad seminal sólo explica el 60% del porcentaje de preñez obtenido, esta sigue siendo la principal caracte-

rística que se exige a los sementales. Tradicionalmente la calidad seminal se evalúa mediante la valoración del volumen, concentración y motilidad tanto masal como progresiva del semen, así como la determinación del porcentaje de espermatozoides vivos y normales bajo el punto de vista morfológico; la búsqueda de nuevos test de valoración del esperma que estén más correlacionados con el nivel de fertilidad del mismo han hecho énfasis en otros aspectos morfológicos del espermatozoide como es la valoración de la integridad del acrosoma que hoy día se utiliza de forma rutinaria en la evaluación de la calidad seminal.

Sin embargo, podemos encontrar en la bibliografía resultados contradictorios obtenidos por los distintos autores al intentar comprobar la existencia de correlaciones significativas entre los parámetros de valoración de la calidad seminal y la fertilidad, así Wiggins et al (1953), no encontraron correlaciones significativas entre el porcentaje de espermatozoides móviles o el grado de motilidad masal y el porcentaje de fertilidad en moruecos utilizados en monta natural, por el contrario, Brickson y Graham (1959), y posteriormente



Test de comportamiento sexual.

del año sobre la producción y calidad espermática está enmascarada al tratarse de animales en crecimiento.

Las características seminales en machos adultos de raza Murciano-Granadina han sido estudiadas por Roca (1989) quien encontró valores medios del volumen del eyaculado de $1,07 \pm 0,17$; una motilidad nasal media de $4,5 \pm 0,35$ e individual de $4,33 \pm 0,38$ (clasificadas ambas de 0 a 5), observó además una concentración espermática de $3,52 \pm 0,88 \times 10^9$ y un número total de espermatozoides por eyaculado de $3,64 \pm 0,88 \times 10^9$; indicando la presencia de variaciones de las características seminales como consecuencia de la influencia de la estación del año, siendo por lo general mejor la calidad seminal obtenida durante los últimos meses del verano y en el otoño que en el resto del año.

II. Congelación del semen

Existen una serie de factores que influyen de forma directa sobre la crioconservación de las células espermáticas. De acuerdo con Fiser (1989) estos factores pueden clasifi-



Test de comportamiento social.

otros autores (Salisbury y Van-Demark, 1961; Mateos, 1979), observaron un nivel de correlación significativo entre el porcentaje de espermatozoides móviles y fertilidad, pero en ningún caso estos resultados fueron mejores que los obtenidos por Saake y White (1972) en el toro y Chandler et al (1988), en el macho cabrío, al comparar el grado de fertilidad obtenido con el porcentaje de acrosomas intactos; todo ello nos indica que la valoración del porcentaje de acrosomas intactos es en la actualidad el mejor método de predecir de forma rápida la capacidad fertilizante del semen.

La calidad seminal de las razas caprinas españolas ha sido muy poco estudiada, en las Tablas II, III y IV se presentan los resultados obtenidos por Zubieta (1990), al estudiar machos de raza Murciano-Granadina de los 8 a los 14 meses de edad. Se aprecia no sólo una mejora de esta calidad al incrementar la edad de los individuos, sino también la influencia que la estación del año tiene sobre dicha calidad, si bien en este estudio la influencia de la estación



«Fleming».

Tabla II
Valores medios de acuerdo con la edad, el mes y la estación, del volumen del eyaculado, la concentración seminal y el número total de espermatozoides

Mes	Edad (meses)	Volumen (ml.)		Concentración ($\times 10^6$ /ml.)		N.º total de Esp. $\times 10^6$	
		\bar{x}	d.s.	\bar{x}	d.s.	\bar{x}	d.s.
Diciembre	8	,61	,23	3,543	,021	2,219	,1,058
Enero	9	,68	,30	4,516	,739	3,011	,1,271
Febrero	10	,58	,26	3,809	,878	2,158	,875
Marzo	11	,69	,23	3,616	,637	2,458	,846
Abril	12	,67	,22	3,471	,673	2,422	,9,44
Mayo	13	,73	,28	3,749	,624	2,755	,1,242
Junio	14	,82	,33	4,015	,640	3,256	,1,344
x				3,789	,640	2,565	,1,107
n = 104							
Estación							
Invierno	9-11	,65	,26	3,993	,838	2,553	,1,062
Primavera	12-14	,73	,27	3,684	,664	2,710	,1,161
n = 87				*		n.s.	
* $p < 0,05$							
ZUBIETA (1990)							

carse en dos categorías. Dentro de la primera categoría están todos aquellos factores internos o fijos inherentes a la propia célula a congelar y que por tanto no podemos moldear a nuestra conveniencia, entre ellos se encuentran la fuente (origen, especie) la morfología propia de la célula, la permeabilidad de la membrana, etc. En la segunda categoría se encuentran los factores externos o variables que incluyen todas las fases del procedimiento de criopreservación y que por tanto podemos modificar con el fin de poderlos adaptar para mejorar el proceso de congelación de cada tipo celular en particular; entre estos factores de segunda categoría tenemos la composición de los diluyentes, tipo de criopreservante, tiempo de equilibración, velocidad de congelación, etc.

En la congelación del semen caprino existe una dificultad adicional a las encontradas en la congelación del semen bovino debido a la presencia en el plasma seminal de una enzima la fosfolipasa A que hidroliza las lecitinas de la yema de huevo originando ácidos grasos y lisolecitina. Esta última, la lisolecitina, es tóxica para el espermatozoide.

Esta característica del semen caprino hace difícil utilizar para su congelación medios que contengan yema de huevo que son aquellos más ampliamente utilizados para la criopreservación del esperma de otras especies animales (toro, etc.). Sin embargo, podemos reducir sustancialmente el efecto tóxico de la lisolecitina si previamente a la congelación del semen procedemos a la eliminación del plasma seminal mediante un proceso de lavado de los espermatozoides (Iritani et al, 1969). Esta eliminación del plasma seminal es aconsejable incluso cuando se utilizan diluyentes para la congelación que no contengan yema de huevo.

ción del semen que no contengan yema de huevo (Corteel, 1974), aunque presenta el inconveniente de producirse una cierta pérdida del número total de espermatozoides, nunca superior a un 10% como consecuencia del proceso de lavado.

Uno de los trabajos más interesantes sobre la influencia del lavado en la criopreservación del semen caprino fue el realizado por Memow et al en 1985. Estos autores utilizaron tres tipos de diluyentes, uno sin yema de huevo (leche descremada) y otros dos con ella (lactosa-yema de huevo, TRIS-yema de huevo) y observaron que la eliminación del plasma seminal mediante un doble lavado con solución de Ringer mejoró significativamente tanto el porcentaje de espermatozoides móviles como el de acrosomas intactos postcongelación (Tabla V).

Este procedimiento de eliminación del plasma seminal nos permite en la actualidad congelar el semen caprino y conservarlo indefinidamente en nitrógeno líquido para su posterior utilización en programas de I.A. con buenos resultados aunque aún estamos lejos de alcanzar el nivel conseguido en los programas de I.A. con semen congelado bovino.

REPRODUCCION EN LA HEMBRA

I. Sincronización del Estro

Es sin duda la técnica reproductiva que mayor difusión ha tenido entre las ganaderías ovinas y caprinas de nuestro país durante los últimos años. La sincronización del estro

Tabla III

Valores medios de la motilidad masal y el porcentaje de espermatozoides móviles de los eyaculados, de acuerdo con la edad, el mes y la estación

Mes	Edad (meses)	Motilidad masal	% de espermatozoides móviles				
		\bar{x}	d.s	\bar{x}	d.s		
Diciembre	8	3,7 ± 0,9	74,1 ± 15,4				
Enero	9	4,3 ± 0,6	72,3 ± 8,2				
Febrero	10	4,0 ± 0,8	79,7 ± 10,6				
Marzo	11	4,3 ± 0,9	77,3 ± 10,6				
Abril	11	4,5 ± 0,6	80,5 ± 7,4				
Mayo	13	4,8 ± 0,3	77,7 ± 10,8				
Junio	14	4,7 ± 0,4	83,1 ± 2,5				
x d.s		4,3 ± 0,8	77,5 ± 10,7				
n = 111							
Estación							
Invierno	9-11	4,2 ± 0,8	76,7 ± 10,2				
Primavera	2-14	4,7 ± 0,5	79,8 ± 8,6				
n = 94		**	n.s				

** p < 0,01
ZUBIETA (1990)

puede llevarse a cabo de forma natural (Efecto Macho) o de forma artificial (Tratamientos Hormonales).

La acción del «Efecto Macho» fue puesto de manifiesto en el ganado caprino por Shelton en el año 1960 al comprobar que la introducción de machos en un rebaño de cabras que habían permanecido separadas de los mismos por un período de tiempo no inferior a 3 ó 4 semanas provoca en las hembras un aumento de la actividad hipofisaria que se manifiesta con una elevación de la frecuencia y un aumento de la amplitud de las descargas pulsátiles de LH, lo que lleva a una estimulación del crecimiento folicular y de la secreción estrogénica provocando así el pico preovulatorio de LH y por consiguiente la ovulación.

El efecto macho conduce a que casi la totalidad de las hembras del rebaño presenten celo entre los días 1 y 12 posteriores a la introducción, con dos picos de animales en celo

Tabla IV

Valores medios de los porcentajes de espermatozoides y de acrosomas normales en los eyaculados, respecto a la edad, el mes y la estación

Mes	Edad (meses)	% acrosomas normales		% de espermatozoides normales	
		\bar{x}	d.s	\bar{x}	d.s
Diciembre	8	84,0 ± 7,5		78,7 ± 6,5	
Enero	9	82,6 ± 4,1		76,0 ± 4,4	
Febrero	10	86,7 ± 6,6		80,0 ± 5,6	
Marzo	11	87,6 ± 5,0		81,5 ± 4,4	
Abril	12	88,3 ± 2,4		82,1 ± 6,2	
Mayo	13	89,5 ± 6,6		82,6 ± 7,6	
Junio	14	93,0 ± 4,1		82,8 ± 4,7	
x d.s		87,1 ± 6,1		80,4 ± 6,1	
n = 111					
Estación					
Invierno	9-11	85,8 ± 5,7		79,3 ± 5,6	
Primavera	12-14	89,7 ± 5,0		82,4 ± 6,4	
n = 94		**		**	

** p < 0,01
ZUBIETA (1990)

claramente manifiestos, el primero entre los días 1 y 5 después de la introducción y el segundo entre los días 7 y 12 (Figura 1). Una gran mayoría de los animales que salen en celo entre los días 1 y 5 vuelven a presentar celo 5 ó 7 días más tarde debido a que la primera ovulación, que no siempre es acompañada de signos externos de celo, es de mala calidad y va seguida de un ciclo luteal corto de 3 a 5 días, presentándose a continuación una segunda ovulación de buena calidad que como decíamos suele coincidir entre los días 7 y 12 posteriores a la introducción del macho. Esta segunda ovulación es mucho más fértil que la primera (92% vs 40%) (Mateos, 1985).

En la Tabla VI se presentan los resultados de la utilización del efecto macho en un rebaño comercial durante un período de 3 años.

La administración de progesterona y progestágenos a hem-

Tabla V
Efecto de la eliminación del plasma seminal sobre la calidad post-congelación del semen caprino

TIPO DE DILUYENTE	% Células móviles		% Acrosomas intactos	
	Sin lavar	Lavado	Sin lavar	Lavado
Leche descremada	42,1 ± 6,1	61,4 ± 2,1	40,0 ± 5,6	63,3 ± 3,02
Lactosa-yema de huevo	20,7 ± 8,2	59,3 ± 2,0	42,8 ± 7,1	56,4 ± 3,3
Tris-yema de huevo	50,4 ± 4,7	53,1 ± 5,3	66,1 ± 5,1	59,3 ± 4,61

Adaptado de MEMON et al (1985)

bras cíclicas prolonga los efectos de la progesterona segregada por el cuerpo lúteo; de tal forma que, cualquiera que sea la fase del ciclo estral en que se encuentra cada uno de los animales de un grupo, si el tratamiento comienza al mismo tiempo en todos ellos y tiene la duración suficiente, la mayoría de las hembras del grupo presentan celo de uno a tres días después del final del tratamiento. La mayor o menor efectividad del mismo dependerá de la interacción de una serie de factores como son la vía de administración utilizada, la dosis de progesterona o progestágeno y la duración del tratamiento.

De acuerdo con el tipo de progestágeno se han utilizado distintas vías de aplicación; vaginal (FGA), oral y vaginal (MAP) y subcutánea (SC 2100). Todos estos progestágenos son inhibidores efectivos del ciclo estral, aunque el grado

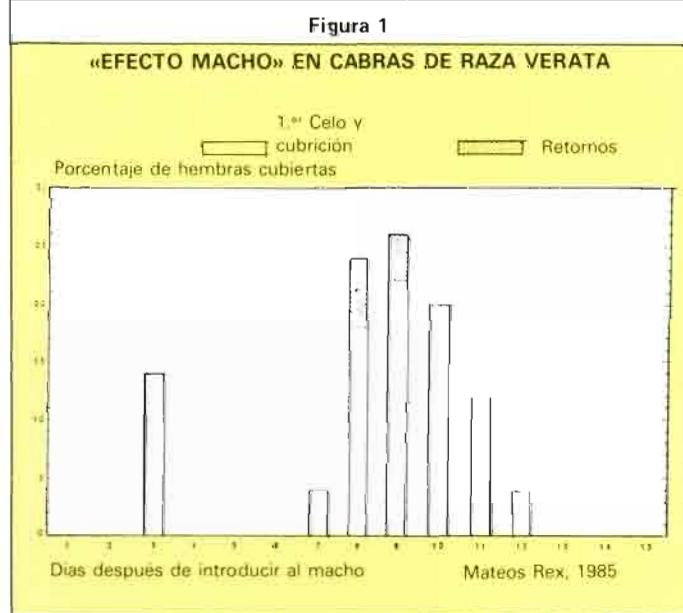
durante un período de 21 días. La necesidad de estos tratamientos largos se explica desde que Bosu (1978) demostró que los progestágenos no aceleran el proceso luteolítico en el ganado caprino.

La dosis de PMSG es un factor a tener en cuenta cuando se realiza sincronización de celos en el ganado caprino. Morrow (1980) comprobó que tanto el grado de sincronización como la fertilidad disminuyen cuando la dosis de PMSG son inferiores a 600 UI. Abad (1982) utiliza, en cabras españolas de distintas razas, tres dosis de PMSG (400, 600 y 800 UI) obteniendo una mayor fertilidad con la dosis de 600 UI (Tabla VII). El momento de aplicación de la PMSG ha de ser diferente si el tratamiento se realiza durante la estación sexual o fuera de la misma. Durante la estación sexual, Corteel, obtiene los mejores resultados con esponjas vaginales conteniendo 45 mg de FGA por un período de 21 días e inyectando de 500 a 800 UI de PMSG en el momento de la retirada de la esponja; cuando la sincronización se realiza en el período de reposo sexual el tratamiento progestativo es el mismo, 45 mg de FGA durante 21 días, pero la dosis de PMSG debe aplicarse 48 horas antes de la retirada de la esponja.

Recientemente se han publicado una serie de trabajos en los que se utiliza prostaglandina $F_{2\alpha}$ o sus análogos con objeto de provocar una sincronización del celo en la cabra. El método se basa en la acción luteolítica de la $PGF_{2\alpha}$, sin embargo, esta luteolisis sólo puede producirse si existe en el ovario un cuerpo lúteo funcional, esto es entre los días 5 y 19 del ciclo, de tal forma que sólo los animales que se encuentren en la fase luteal del ciclo responderán a la aplicación de la prostaglandina o su análogo; este problema se ha resuelto mediante la aplicación de dos inyecciones de $PGF_{2\alpha}$ de manera que cuando se aplica la segunda dosis tenemos la seguridad de que la gran mayoría de los animales tratados poseerán un cuerpo lúteo funcional y responderán al tratamiento saliendo en celo entre uno y tres días más tarde.

Los resultados obtenidos con la utilización de este método han sido muy satisfactorios tanto en sincronización de celos como en la fertilidad conseguida. OTT y colaboradores (1980) obtuvieron un 94% de hembras en celo y de ellas concibieron el 76,5% cuando aplicaron dos inyecciones de 8 mg. de $PGF_{2\alpha}$ cada una, con un intervalo de once días entre ambas. Resultados similares han sido comunicados por otros autores tanto con prostaglandina $F_{2\alpha}$ como con sus análogos (Serna et al, 1978; González et al, 1980; González y Madrid, 1981).

El inconveniente que presenta la aplicación de PGF_2 es que sólo es efectiva cuando los animales son cíclicos, por tanto, su utilización queda reservada al período de actividad sexual de los mismos. Con objeto de obviar este problema, Corteel y colaboradores (1984) utilizaron, en cabras fuera de estación sexual, una combinación de esponjas vaginales con 45 mg de FGA y la aplicación intramuscular de 200 ug de cloprostenol ($PGF_{2\alpha}$ análogo) y 500 UI de PMSG cuarenta y ocho horas antes de la retirada de la esponja, obteniendo una fertilidad del 66,2%.



de sincronización del celo obtenido y la fertilidad post-tratamiento son satisfactorios siempre que se administren dosis adecuadas de hormonas gonadotrópicas (PMSG o HCG) cuando el tratamiento concluye (Corteel et al, 1967). En la actualidad, tanto por resultados obtenidos, como por facilidad de manejo, sólo se emplean en la práctica las vías vaginal y subcutánea, siendo la vaginal la más común.

La dosis a utilizar dependerá de la potencia del progestágeno y de la vía de aplicación. González y Madrid (1980) emplean 2 y 3 mg de SC 21009 en implante subcutánea y obtienen una sincronización del celo del 46,7% con dosis de 2 mg y del 76,7% con dosis de 3 mg (Tabla n.º VII). Cuando se aplica FGA por vía vaginal se alcanzan mejores resultados de sincronización si se utilizan esponjas que contienen 40-45 mg que si se emplean dosis de 20-25 mg (Corteel, datos no publicados). Este mismo autor combina distintas dosis de FGA (20, 30, 40 y 45 mg) con diferentes duraciones del tratamiento (14 a 23 días), la fertilidad obtenida fue siempre superior en los tratamientos de larga duración que en los de corta duración. Por otra parte, en los tratamientos largos la fertilidad aumenta con el incremento de la dosis de FGA, el autor recomienda dosis de 45 mg

TABLA VI
Resultados del «efecto macho» en un rebaño comercial

Año	N.º cabras total	N.º cabras cubiertas	N.º cabras paridas	
1985	50	37 (74%)	30	60% Total 81% cubiertas
1986	54	47 (87%)	40	74% Total 85% cubiertas
1987	60	48 (80%)	41	68,3% Total 85,4% cubiertas
MATEOS (S.P.)				

Tabla VII

Sincronización del celo y parámetros reproductivos en cabras con implantes de progestágenos

Tratamiento	% Celo	% Fertilidad	Prolificidad
2 mg. de SC 21009 + 500 U.I. de PMSG	46,7	50,0	1,29
3 mg. de SC 21009 + 500 U.I. de PMSG	76,7	69,6	1,44
GONZALEZ y MADRID (1980)			

Tabla VIII

Parámetros reproductivos en cabras sincronizadas con 45 mg. de FGA y distintas dosis de PMSG

Dosis PMSG	400 U.I.	600 U.I.	800 U.I.
N.º de cabras	40	40	40
Fertilidad	42,5	52,5	50
N.º partos simples	8	4	1
N.º partos dobles	7	10	10
N.º partos triples	2	4	10
N.º partos cuadruplés	0	3	5

ABAD y col. (1982)

II. Inducción a la Superovulación

El incremento de la tasa de ovulación puede enfocarse bajo dos puntos de vista: a) estimular la capacidad del ovario a fin de obtener un mayor número de partos múltiples y b) estimular el ovario muy por encima de su nivel fisiológico con objeto de conseguir un alto número de ovocitos que una vez fecundados haga posible alcanzar el máximo aprovechamiento del potencial genético de las hembras de alta producción mediante la transferencia de embriones.

En el primer caso los tratamientos hormonales se basan en la aplicación de distintas dosis de PMSG (dependiendo de la raza y nivel de producción lechera de la cabra) como

se indicaba en el apartado correspondiente a la sincronización del estro. En ovejas se trabajaba actualmente en el incremento de la tasa de ovulación mediante la inmunización de los animales contra las hormonas esteroides, los estudios de esta metodología en el ganado caprino son muy escasos y su futura aplicación práctica dependerá en gran medida de los resultados que se obtengan en el ovino.

En el segundo caso, los tratamientos hormonales se basan en la aplicación de gonadotropinas. Se han utilizado tres tipos, la FSH purificada de origen porcino (FSH-P), la gonadotropina de suero de yegua preñada (PMSG) y el extracto de la adenohipofisis equina (HAP), la conclusión más generalizada es que los resultados obtenidos con la FSH-P son superiores a los de las otras hormonas (Tabla IX).

Como puede apreciarse la FSH-P provoca una tasa de ovulación mayor y la variabilidad en la respuesta individual, aunque muy elevada, es inferior a la que proporciona la PMSG, sin embargo esta última tiene una serie de ventajas como son su menor coste y la sencillez de su aplicación, una sola inyección frente a las 6 u 8 inyecciones de SFH-P aplicadas cada 12 horas. Armstrong et al (1987) proponen como solución intermedia la aplicación combinada de ambas hormonas, sustituyendo las cuatro últimas aplicaciones de FSH-P por una sola inyección de 250 UI de PMSG.

Un problema adicional con el que nos encontramos en los tratamientos de superovulación del ganado caprino es la regresión temprana de los cuerpos lúteos, observada por primera vez en cabras de Angora por Eppleston en 1978, que se produce hacia el cuarto día después del celo por lo que en estos casos el proceso de recogida de embriones ha de realizarse antes del día cuatro cuando éstos aún no han alcanzado el útero, el lavado de los oviductos y ambos cuernos uterinos es imprescindible. La regresión del cuerpo lúteo sólo ha sido observada hasta el momento en cabras de Angora.

III. Inseminación Artificial

La inseminación artificial caprina está muy poco difundida en España a pesar de que su desarrollo tecnológico es superior al alcanzado en otras especies animales (ovino). Las causas de esta escasa utilización hay que buscarlas no sólo en la estructura de la cabaña caprina española, sino también en la falta de un apoyo tecnológico adecuado. Entre los países europeos, Francia insemina cada año más de 100.000 animales (10% del censo), lo que le ha permitido convertirse en el líder europeo en producción de leche de cabra.

Podemos utilizar tres tipos de semen; a) semen fresco conservado a 30º C para su uso inmediato, b) semen refrigerado a 5º C que mantiene su calidad durante un período aproximado de 14-16 horas y c) semen congelado que nos permite su uso indefinido en el tiempo. En todos los casos se requiere un semen de la máxima calidad y unas dosis de inseminación que oscilan entre los 50 millones/dosis para el semen fresco y los 200 millones/dosis en caso de semen congelado.

Además de la calidad intrínseca del semen existen otra serie de factores a tener en cuenta en la I.A. caprina, fundamentalmente el número de inseminaciones (Tabla XI) el momento de la inseminación (Tabla XII) y el sitio de deposición del semen (Tabla XIII), así como la adecuada detección del celo de la hembra si inseminamos con celo natural o el tipo de tratamiento hormonal utilizado en los casos de provocación artificial del estro.

tamiento de sincronización del celo más utilizados son las de esponjas vaginales con 45 mg de FGA durante 17-21 días o la combinación de estos con análogos de PGF₂ durante 11 días. En estas condiciones Corteel et al (1988) han obtenido los resultados expuestos en las Tablas XIII y XIV.

El uso del semen congelado en IA requiere un semen de muy buena calidad, por lo general recolectado durante la

Tabla IX
Superovulación en cabras de Angora

Tratamiento	N.º Anim.	Tasa de ovulac.	N.º emb. recolc.	N.º cabritos nacidos
1000 U.I. (PMSG)	27	10,1 ± 1,2	8,5 ± 1,0	4,7 ± 0,7
18 mg. (FSH-P)	47	16,8 ± 0,8	13,3 ± 0,7	7,7 ± 0,6
AMSTRONG et al 1982				

Tabla XIII
Fertilidad con semen congelado caprino - Efecto del lugar de deposición del semen

Tratamiento hormonal	Lugar de cervix	Depósito del semen utero
FGA (21 días)	51,7% (3392)	62,6% (2848)*
FGA + PGF ₂ (11 días)	59,3 (3970)	64,3% (2156)*
CORTEEL et al (1988)		
() Número de cabras inseminadas		
* P < 0,01		

Tabla XIV
Fertilidad con semen congelado caprino - Efecto de la motilidad del esperma

Tratamiento hormonal	Grado de Motilidad (0-4)		
	1,0	1,5	2
FGA (21 días)	46,3% (1222)	51,6% (533)	57,9% (1344)*
FGA + PGF ₂ (11 días)	53,9% (349)	60,9% (220)*	61,0% (264)
CORTEEL et al (1988)			
() Número de cabras inseminadas			
* P < 0,01			

La utilización del semen fresco o refrigerado en los programas de I.A. ha sido una práctica común en la India con resultados muy satisfactorios (Tablas XI y XII).

Las inseminaciones en todos los casos fueron realizadas a hembras con celo natural y con dosis de semen de 0,1 ó 0,2 ml con un número total de espermatozoides no inferior a 50 millones por dosis.

El avance obtenido durante los últimos años en la criopreservación del semen caprino permite su utilización de forma competitiva en los programas de IA. Los tipos de tra-

estación sexual, y un alto número de espermatozoides por dosis (200 millones) lo que disminuye de forma drástica el número de dosis que podemos obtener de cada eyaculado.

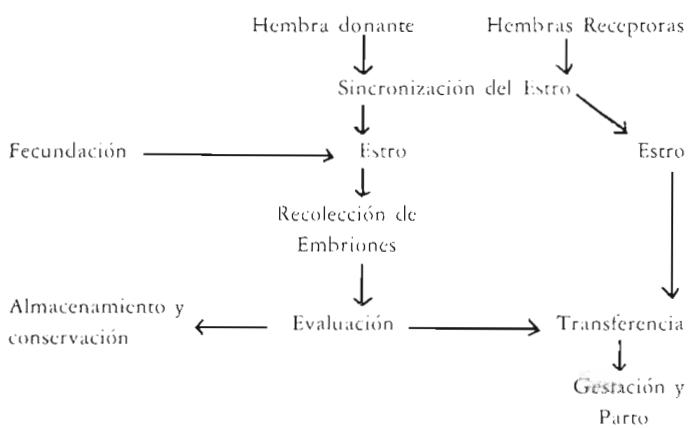
IV. Transferencia de embriones

La tecnología de la transferencia de embriones engloba una serie de técnicas reproductivas de gran importancia como son: selección de reproductores, tanto paternos como maternos, sincronización del estro de las hembras donantes y

receptoras, superovulación de las donantes, fertilización de los ovocitos, recogida de embriones, evaluación de estos embriones así como su cultivo, almacenamiento y conservación y finalmente la transferencia de los embriones a las hembras receptoras. Por tanto, cualquier avance en el desarrollo de estas técnicas reproductivas repercutirá en el éxito de la transferencia embrionaria.

La aplicación inmediata de la transferencia de embriones es la de optimizar la capacidad reproductiva de aquellas hembras de excepcional calidad productiva, sin embargo es posible que la mayor ventaja de esta nueva tecnología sea la de proporcionarnos un material idóneo que nos permita desarrollar nuevas investigaciones en campos tan interesantes como la fertilización in vitro, el sexaje de embriones, la clonación y la obtención de animales transgénicos.

En teoría la metodología de la transferencia embrionaria es muy simple como puede apreciarse en el siguiente esquema.



En la práctica el primer problema con el que nos encontramos es el de no disponer de un método de superovulación adecuado que nos proporcione una respuesta homogénea en todos los animales por lo que no podemos predecir ni siquiera de forma aproximada el número de embriones que obtendremos de cada hembra donante y mucho menos el número de embriones que una vez evaluados son susceptibles de ser transferidos; como puede apreciarse en la Tabla IX entre la tasa de ovulación observada y el número de cabritos nacidos hay una disminución superior al 50% en ambos tratamientos.

Tabla X
Fertilidad en ganado caprino con I.A. - Efecto del tipo de diluyente

Diluyente	N.º Cabras	N.º cabras paridas	Fertilidad
Semen puro	34	26	76,4%
Cornell.	19	14	73,6%
Leche de vaca	8	5	62,5%
SAHNI (1987)			

Por otra parte sería deseable el poder utilizar las hembras donantes en varias ocasiones, pero para ello nos encontramos con dos problemas fundamentales, el primero es que desconocemos por completo cuál va a ser la respuesta fisiológica de estos animales cuando sean sometidos a sucesivos tratamientos de estimulación ovárica con gonadotropinas y el segundo es que hasta el momento no se ha desarrollado un método no-quirúrgico apropiado para la recolección de embriones en el ganado caprino, lo que nos obliga a someter a las hembras donantes a repetidas operaciones quirúrgicas que provocan adherencias en el aparato reproductor que terminan por dificultar enormemente la recolección de embriones.

Una vez recogidos los embriones, éstos pueden conservarse en un medio fresco por un período de 3 ó 4 horas hasta su trasplante, teniendo especial cuidado en que no se produzcan cambios bruscos en la temperatura del medio. Al igual que con los embriones de ovino y vacuno, los embriones caprinos pueden conservarse a temperatura de refrigeración (5°C) durante un período de tiempo no superior a 2 días; finalmente se han realizado algunos trabajos sobre congelación y conservación de embriones caprinos en nitrógeno líquido (Bilton y Moore, 1976) obteniéndose buenos resultados cuando la operación se realizaba con embriones en fase de bastocitos expandidos recolectados 7 días después de la fecundación.

En el ganado ovino se han utilizado con éxito métodos no quirúrgicos de transferencia, como la deposición de los embriones en el útero por laparoscopia (Walter et al, 1984), este tipo de metodología puede aplicarse también en el ganado caprino.

Finalmente, indicar que en la transferencia embrionaria

Tabla XI
Fertilidad en ganado caprino con I.A. - Efecto del n.º de inseminaciones

N.º de inseminaciones	N.º cabras	N.º de cabras paridas	Fertilidad
Simple	61	45	73,7%
Doble	19	15	78,9%
SAHNI (1987)			

Tabla XII
Fertilidad en ganado caprino con I.A. - Efecto del momento de inseminación

Estado del Estro	N.º de cabras	N.º de cabras paridas	Fertilidad
Temprano	22	14	63,6%
Medio	18	13	72,2%
Tardío	11	9	81,8%
SAHNI (1987)			

en caprino nos encontramos con el problema adicional de la posible regresión temprana del cuerpo lúteo, lo que dificulta aún más el proceso.

BIBLIOGRAFIA

- ABAD, M. et al (1982): *Influencia del nivel de PMSG en la inducción del celo en la cabra en anoestro estacionario*. VII Jorn. de la Soc. Esp. Ovinotecnia. Murcia.
- AMSTRONG, D. et al (1983): *Superovulation Treatments and embryo transfer in Angora goats*. J. Rept. Fert. 67.
- AMSTRONG, D. et al (1987): *Gene Transfer in goats. methodology and potential applications*. IV Inter. Conf. on Goats Vol. I. pp. g01. Brasilia.
- BILTON, R. y MOORE (1976): *In vitro. culture, storage and transfer of goat embryos*. Aust. J. Biol. Sci. (29) 125.
- BCLOCKEY, M. (1975): *Studies on the social and sexual behaviour of Bulls*. PhD. Thesis University of Melbourne.
- BORGOHAIN, B. et al (1983): *The testicular consistency and scrotal circumference in relation to the seminal characteristics among goats*. Indian J. of Ani. Sci. Vol. 53. n.º 11.
- BOSU, W. T. K. et al (1978): *Levels of progesterone in goats treated with FGA and PGF_{2α} during oestrus cycle*. Theriogenology. 9 (3).
- CORTEEL, J. (1974): *Viabilité des spermatozoïdes de boeuf conservés et congelés avec ou sans leur plasma seminal: effet du glucose*. Ann. Biol. Anim. Bich Biophys. Vol. 14, 741.
- (1967): *Essais d'obtention des gestations synchrones avant le début de la saison sexuelle de la chèvre à l'aide de FGA par la voie vaginale*. Ann. Zootch. Vol. 16 (4).
- (1984): *A comparison of two hormonal treatments to provoke oestrus and ovulation in the anoestrus dairy goats*. 10th. Int. Conf. Anim. Repr. and AI (Urbane), Illinois.
- (1988): *Artificial Breeding of Adult goats and Kids induced with hormones to ovulate outside the Breeding Season*. Small Ruminants Research. Vol. 1. pp. 19.
- CHANDLER, J. et al (1988): *Semen quality characteristics of dairy goats*. Journ. of Dairy Sci. Vol. 71, n.º 6.
- CHENOWETH, P. (1976): *Consideration of behavioral aspects of the natural breeding bull*. Proc. Ann. Meeting of Society of Theriogenology. Lexington. Kentucky.
- CHENOWETH, P. (1986): *Libido testing in: Current therapy in theriogenology*. Vol. 16, n.º 2.
- EPPELESTON, J. (1978): *Studies on the selection and breeding of goats*. Master Thesis, University of Sidney.
- ERICKSON, N. y GRAHAN, E. (1959): *Factors affecting the fertility of frozen bovine spermatozoa*. Journal of Dairy Sci. Vol. 42, 520.
- FISER, P. (1989): *Criobiología de Gametos*. I Conferencia Internacional de Reproducción Animal. Bilbao.
- FOLCH, J. y ROCA, M. (1982): *Características sexuales del morroco de raza Rasa-Aragonesa durante el 1^{er} año de vida. Influencia de la época de nacimiento*. Ann. INIA. Vol. 16, pp. 99.
- FOOTE, R. (1984): *General evaluation of male reproductive capacity*. X Congress of Anim. Repr. and AI, pp. 1-8.
- FOWLER, D. G. (1948): *Reproductive behaviour of rams*. In Reproduc-
tion in sheep. D.R. Lindsay and D.T. Pearce. Cambridge University Press, pp. 34-36.
- GIPSON, T. A. et al (1985): *Associations of scrotal circumference with semen traits in young beef bulls*. Theriogenology. Vol. 24, n.º 2.
- GONZÁLEZ, C. y MADRID (1980): *Empleo de progesterona y progestágenos en implantes en la sincronización del celo caprino*. VI Sem. Nac. Ovin. y Caprino. Venezuela.
- (1981): *Comparación de distintos tratamientos en el control del ciclo de cabras criollas*. 31 Convención Anual de la Ass. Venez. para desarrollo de la Ciencia.
- GONZALEZ, C. et al (1980): *Administración de PGF_{2α} en ovejas y cabras*. 30 Conv. Anual de la Ass. Venez. para el desarrollo de la Ciencia.
- HAHN et al (1969): *Tonometer for measuring testicular consistency of bulls to predict semen quality*. J. Anim. Scienc. 29: 483.
- IRITANI, A. et al (1969): *Studies on the egg yolk coagulation factor in goat semen*. Zoot. e Veter. 17: 322-325.
- MATEOS, E. (1979): *Libido y caracteres seminales del toro y su relación con la fertilidad*. Simp. Repr. ovinos y bovinos de carne. Ed. INIA, pp. 223-235.
- (1985): *Estrus synchronization and «male effect» on semana goats out of breeding season*. 36 Annual Ann. Meeting of FEZ. Tesalaouska.
- MATEOS, E. y ZUBIETA, M. (1990): *Influencia del estímulo sexual en los niveles de testosterona plasmática en machos cabritos* (en prensa).
- MENON, M. et al (1985): *Effect of washing on motility and acrosome morphology of frozen-thawed goat spermatozoa*. Ann. J. Vet. Res. Vol. 46-2.
- MORROW, D. A. (1980): *Current therapy in theriogenology diagnosis and prevention of reproductive diseases in animals*. Ed. W. B. Saunders. Londres.
- NEVILLE, W. et al (1988): *Relationship between BSE score and its components with reproductive performance of beef bulls*. Theriogenology. Vol. 30-3.
- NOTTIER, et al (1981): *Accuracy estimations of testis weight from in situ testis measures in ram lambs*. Theriogenology. Vol. 15-2.
- OTT, R. S. et al (1980): *Fertility of goats following synchronization of estrus with PGF_{2α}*. Theriogenology., Vol. 13-2.
- ROCA, A. (1989): *Parámetros reproductivos del macho cabrío de raza Murciana Granadina*. Tesis Doctoral Universidad de Murcia.
- RUTTLE, J. y SOWTHMAR (1988): *Influence of age and scrotal circumference on BSE of range rams*. Theriogenology. Vol. 29-4.
- SAAKE, R. G. y WHITE (1972): *Semen quality tests and their relationship to fertility*. Proc. 4th Conf. on Ai and Repro (NAAB): 22.
- SAHNI, K. L. (1987): *Practical Aspect of AI of goats in Indian*. Proc. of IV International Conference on Goats. Vol. I. pp. 549. Brasilia.
- SALISBURY, G. y VANDEMARK (1961): *Physiology of reproduction and AI of cattle*. Ed. W. H. Freeman and Company. San Francisco. Londres.
- SERNA, J. A. et al (1978): *Sequential administration of cronolone and PGF_{2α} for estrus synchronization in goats*. Theriogenology. Vol. 9-2.
- SHELTON, M. (1960): *The influence of presence of the male goat on the initiation of estrus cyclin and ovulation in Angora goats*. J. Anim. Scienc. Vol. 19-2.

SCHOEMAN, S. J. et al (1987): *The relationship between testis size and stimulated plasma testosterone and its influence on mating performance in Dorper rams*. *Sur Afric. Journal of Anim. Sci.* Vol. 17-2.

SMITH, M. et al (1981): *Relationships among fertility, scrotal circumference, seminal quality and libido in Santa Gertrudis bulls*. *Theriogenology*. Vol. 16-4.

WALKER, S. K. et al (1984): *Artificial insemination and transfer of embryos by laparoscopy in "Reproduction in Sheep"*. Ed. Lindsay and Pearce. Aust. Acad. Sci. Camberra.

WIELMER, K. E. y RUTTLE (1987): *Semen characteristics, scrotal circumference and bacterial isolates on fine wool range rams*. *Theriogenology*. Vol. 28-5.

WIGGINS, E. L. et al (1953): *Relationship between libido semen characteristics and fertility in range rams*. *J. of Anim. Science*. Vol. 12. 684-696.

ZUBIETA, M. (1990): Evolución y valoración de la actividad funcional en machos reproductores caprinos durante su desarrollo. M. Thesis. IAMZ. Zaragoza.



EXPOSICION
DE MAQUINAS
PARA CRIADEROS
DE ANIMALES



MODENA (ITALIA)
7 - 11 NOVIEMBRE 1990

Organizada por UNACOMA con la colaboración de
A.N.A.C.O.ZOO y de ENTE AUTONOMO FIERE DI BOLOGNA

EIMA - 00161 ROMA, VIA LAZZARO SPALLANZANI, 22/a
TEL. 84.19.441/2/3/4/5 FAX 06-4402722 - TLX 614126
TELEGR.: UNACOMA ROMA