

ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA EN MACHOS CAPRINOS CRIOLLO-NEUQUINOS DE LA PATAGONIA ARGENTINA*

REPRODUCTIVE SEASONALITY IN CRIOLLO-NEUQUINO MALE GOATS OF PATAGONIA ARGENTINA

Silvestre, P.¹, Naim, P.¹, Cueto, M.^{1*} y Gibbons, A.¹

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Bariloche. Bariloche. Argentina. *mcueto@bariloche.inta.gov.ar

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Capacidad de servicio. Semen caprino. Libido.

ADDITIONAL KEYWORDS

Sexual behavior. Buck semen. Libido.

RESUMEN

Debido a la gran población caprina y a la identidad genética del caprino Criollo de la provincia de Neuquén, en la Patagonia Argentina, se consideró la necesidad de profundizar el conocimiento sobre los aspectos reproductivos del macho. Durante un año, diez machos adultos mantenidos bajo condiciones extensivas de manejo y fotoperíodo natural (41° S) fueron evaluados en sus parámetros reproductivos. Se determinaron mensualmente las siguientes variables: peso vivo (PV), circunferencia testicular (CT), total de espermatozoides en el eyaculado (TEE), porcentaje de machos con capacidad de servicio (PMCS) y media de montas efectivas (MME). El PV y la CT presentaron un marcado incremento durante el período primavera-estival, alcanzando sus valores máximos en febrero, a los dos meses después del solsticio de verano (68,1 kg y 34 cm, respectivamente). En el período otoño-invernal, dos meses después que la circunferencia testicular alcanzara su máximo desarrollo, se evidenció el máximo valor del TEE en abril (5213 millones). El PMCS y la MME variaron a lo largo del año, alcanzando los valores medios más altos en el trimestre abril-junio (100% y 3 montas efectivas, respectivamente). Los valores medios más bajos para estas variables se presentaron en el trimestre septiembre-noviembre (53% y 1,7 montas, respectivamente). Las variables PV, CT, TEE, PMCS

y MME se correlacionaron en forma positiva entre sí. La actividad reproductiva del caprino Criollo-Neuquino presentó una variación estacional, evidenciando su máxima expresión en el trimestre abril-junio (otoño) y manifestando un período de baja actividad reproductiva en el trimestre septiembre-noviembre (primavera).

SUMMARY

The reproductive activity of small ruminants is influenced by genetic and environmental factors that determine different levels of reproductive seasonality. Due to the large population of goats and the genetic identity of Criollo goats in the province of Neuquén, in Argentina Patagonia, the present study was undertaken to characterize seasonal variations in male reproductive activity. During a period of one year, ten adult males were evaluated on their reproductive parameters. They were kept under extensive management conditions and natural photoperiod (41° S). Body weight (PV), testicular circumference (CT), total sperm in the ejaculate (TEE), percentage of males with serving capacity (PMCS) and mean effective mounts (MME) were monthly determined. The PV and CT showed a marked increase during the spring-summer period, reaching their peak (68.1 kg and 34 cm, respectively) in February, two months after the summer solstice. In the autumn-winter period, two months after testicular circumference reached its maximum development, the TEE evidenced its maximum value in April (5213

*Fuente de financiación, Programa de conservación y mejoramiento de la población caprina criolla del Neuquén (PID 073/99).

Recibido: 10-2-11. Aceptado: 22-9-11.

Arch. Zootec. 61 (233): 119-128. 2012.

SILVESTRE, NAIM, CUETO Y GIBBONS

millions). The PMCS and the MME varied throughout the year, reaching the highest average values (100% and 3 mounts, respectively) in Autumn (April-June). The lowest average values for these variables (53% and 1.7 mounts, respectively) were registered in Spring (September-November). The variables PV, CT, TEE, PMCS and MME were positively correlated with each other. The reproductive activity of Criollo-Neuquino males exhibited a seasonal variation, showing its highest expression in Autumn (April-June), and evidenced a period of low sexual activity in Spring (September-November).

INTRODUCCIÓN

El ambiente es un factor que influye sobre el potencial genético de los individuos determinando el período reproductivo y la intensidad del mismo (Chemineau, 1992). En cada especie, existen diferencias muy importantes entre razas en su respuesta sexual al fotoperíodo, observándose una gran variabilidad en cuanto a la duración y las fechas de inicio y finalización de la actividad reproductiva tanto para hembras (Santiago Moreno *et al.*, 2000, 2003; Martínez Rojero *et al.*, 2005) como para machos (Pérez y Mateos, 1995, 1996; Delgadillo *et al.*, 2004; Delgadillo, 2011). De tal manera que existirían respuestas diferenciales del eje hipotálamo-hipófisis a los cambios lumínicos, que determinarían las diferencias en la longitud e intensidad de la estación reproductiva de las distintas razas (Fernández Abella, 1993).

La duración de la temporada de apareamiento, la libido y el comportamiento sexual y social son codificados por los factores genéticos y se modifican por la acción de los factores externos como el fotoperíodo, disponibilidad de alimento, temperatura, régimen pluvial y humedad. Existen numerosos antecedentes que demuestran una importante variación de la actividad reproductiva entre genotipos, en particular la libido. Esta variación implica que los aspectos reproductivos no pueden extrapolarse entre las distintas razas y que deben ser evaluados

para cada sistema de producción (Pérez y Mateos, 1995, 1996; Islam y Land, 1977).

En la provincia de Neuquén, en la Patagonia Argentina, se crían unas 340 000 cabras de tipo criollo, de buena conformación, compactas y de buen tamaño, adaptadas a las extremas condiciones ambientales patagónicas y con un alto potencial como productoras de carne y fibra. Unos 1600 pequeños productores o *crianceros* manejan sus hatos en un sistema extensivo y trashumante, con escasa incorporación de tecnología (Lanari, 2004).

Existen estudios sobre la actividad reproductiva de los caprinos Criollo-Neuquinos, que comprenden los aspectos relacionados con la fisiología reproductiva de la hembra durante la pubertad (Gibbons y Cueto, 2008), la manifestación de la pubertad en el macho (Gibbons *et al.*, 2009) y la estacionalidad reproductiva de la hembra adulta (Cueto *et al.*, 2004, 2006, 2008), quedando aún por evaluar la estacionalidad reproductiva de los machos adultos. Con el objetivo de completar la información reproductiva de esta raza caprina, se planteó la necesidad de realizar un estudio descriptivo del macho, en sus principales características reproductivas y establecer su variación durante el año.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Pilcaniyeu (INTA Bariloche) situado en la Provincia de Río Negro (41° 02' S, 70° 34' O), a 920 msn y con precipitación media anual de 270 mm. El fotoperíodo tiene su valor mínimo de 9 horas 24 minutos aproximadamente el 21 de junio y su valor máximo de 15 horas y 21 minutos el 21 de diciembre.

El grupo experimental se conformó por 10 machos caprinos adultos Criollo-Neuquinos, con dos años de edad al comienzo del estudio, clínicamente sanos, de condición corporal media y un alto grado de mansedumbre (Chemineau y Thimonier, 1986). Se dispuso de 8 hembras caprinas

ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA EN MACHOS CAPRINOS CRIOLLOS

adultas Criollo-Neuquinas, elegidas al azar, que fueron utilizadas para la evaluación de capacidad de servicio a corral. Los animales fueron mantenidos bajo condiciones de pastoreo extensivo y expuestos a condiciones naturales de fotoperíodo.

PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES

Las siguientes variables fueron medidas mensualmente, durante el transcurso de un año a partir del mes de septiembre.

Peso vivo (PV): la variación mensual del peso vivo, quedó sujeta a la oferta y a las condiciones del forraje natural, tanto en cantidad como en calidad, asegurándose un nivel nutricional medio durante el período de estudio. Se determinó el peso mediante una balanza Tru-test 703 (Tru-Test Ltd., Auckland, New Zealand).

Circunferencia testicular (CT): se utilizó una cinta métrica flexible, que se amoldó a la forma del testículo. Los testículos fueron manipulados dentro del saco escrotal para realizar la medición en la región de mayor circunferencia (Braun *et al.*, 1980).

Evaluación seminal: se evaluó la concentración espermática y volumen del eyaculado, calculándose el valor promedio del total de espermatozoides del eyaculado (TEE). La concentración espermática se determinó mediante recuento de espermatozoides en cámara de Neubauer y se expresó en número de espermatozoides/mL de eyaculado (Evans y Maxwell, 1987). El volumen del eyaculado se determinó mediante la utilización de una pipeta graduada. Posteriormente se calculó el TEE a partir del producto de la concentración espermática/mL por el volumen de cada eyaculado.

Capacidad de servicio: los registros fueron tomados 4 horas después de la extracción del eyaculado destinado a la evaluación seminal. La prueba consistió en colocar cada uno de los machos dentro un corral de 3x3 m, con una hembra inducida en estro artificial, inmovilizada en un cepo. Se consideraron montas efectivas a todas aquellas en las que se producía eyaculación. La

prueba se realizó mensualmente durante un lapso de 20 minutos por macho (Kilgour y Whale, 1980). Se consideraron las siguientes variables:

Porcentaje de machos con capacidad de servicio (PMCS).

Media de montas efectivas en 20 minutos (MME).

Para las determinaciones de evaluación seminal y capacidad de servicio a corral se contó con la presencia de hembras en celo artificial, mediante una administración i.m. de cipionato de estradiol, administrado 48 horas antes de la evaluación (2 mg, Ecp estradiol®, Laboratorios König S.A., Argentina).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados con el programa estadístico Sigma Stat para Windows Version 3.10 (2004). Los parámetros evaluados fueron analizados mediante el análisis de la correlación de Spearman. La significancia estadística fue aceptada con un $p < 0,05$.

Se reagruparon los parámetros evaluados en dos períodos y se les realizó un análisis de varianza (SAS, 2003). Los períodos comparados fueron primavera-verano (septiembre a febrero) y otoño-invierno (marzo a agosto). La significancia estadística fue aceptada con un $p < 0,05$.

RESULTADOS

El mínimo valor promedio de PV se registró en el mes de septiembre (42,9 kg), a partir del cual se evidenció un marcado incremento hasta su máximo valor promedio en el mes de febrero (68,0 kg) (**figura 1**). El PV presentó diferencias significativas entre los períodos primavera-verano y otoño-invierno ($p < 0,05$) (**tabla I**).

La CT presentó su mínimo valor promedio de 24,8 cm y un máximo valor promedio de 34 cm, en los mismos meses en que se registraron para el peso vivo. La CT calculada para el período primavera-verano no

SILVESTRE, NAIM, CUETO Y GIBBONS

presentó diferencias significativas con la obtenida en el período otoño-invierno ($p > 0,05$).

El TEE presentó su mínimo valor promedio en el mes de septiembre (1476 millones) y un máximo valor promedio en el mes de abril (5792 millones). El valor de TEE obtenido en primavera-verano difirió significativamente del hallado en el período otoño-invierno ($p < 0,05$).

El PMCS y la MME variaron a lo largo del año alcanzando los valores medios más altos en el trimestre abril- junio (100% y 3 montas, respectivamente). Los valores medios más bajos para estas variables se presentaron en el trimestre septiembre-noviembre (53% y 1,7 montas, respectivamente). Los valores mensuales se presentan en la **figura 2**. Se encontraron diferencias significativas en la MME entre el período prima-

vera-verano y otoño-invierno ($p < 0,05$).

En la **tabla II** se presentan las correlaciones entre las variables evaluadas. Todas las variables PV, CT, TEE, PMCS y MME estuvieron positivamente correlacionadas entre sí.

DISCUSIÓN

El macho caprino Criollo Neuquino, en el área de Sierras y Mesetas Occidentales, exhibió una variación de la actividad sexual a lo largo del año. Durante el período de estudio todas las características evaluadas presentaron una variación de tipo estacional, alcanzando valores significativamente diferentes para las distintas épocas del año.

El peso vivo de los animales varió significativamente entre los períodos evaluados, manteniendo un estado corporal entre bueno a muy bueno. Registró un mar-

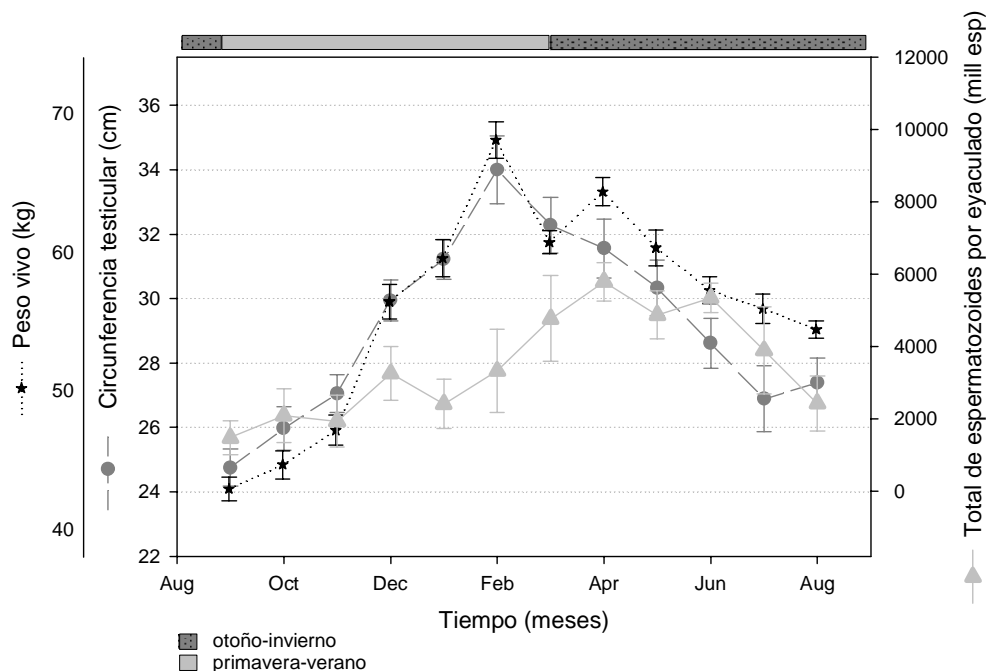


Figura 1. Variación mensual del peso vivo, circunferencia testicular y total de espermatozoides del eyaculado en machos caprinos Criollo-Neuquinos. (Monthly variation of mean live weight, testicular circumference and total sperm in the ejaculate in Criollo-Neuquino caprine males).

ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA EN MACHOS CAPRINOS CRIOLLOS

Tabla 1. Variación estacional del peso vivo, circunferencia testicular, total de espermatozoides en el eyaculado y media de montas efectivas en machos caprinos Criollo-Neuquinos. (Seasonal variation of body weight, testicular circumference, total sperm in the ejaculate and mean effective mounts in Criollo-Neuquino caprine males).

	Primavera-verano Septiembre-febrero	Otoño-invierno Marzo-agosto
Peso vivo (kg)	52,7 ± 1,0 ^a	58,9 ± 1,0 ^b
Circunferencia testicular (cm)	28,7 ± 0,5 ^a	29,5 ± 0,5 ^a
Total de espermatozoides en el eyaculado (millones)	2381,6 ± 333,2 ^a	4511,1 ± 342,3 ^b
Media de montas efectivas	1,5 ± 0,1 ^a	2,5 ± 0,1 ^b

Valores con distintos índices presentan diferencias significativas (p<0,05).

cado incremento durante el período primavera-verano, hasta alcanzar el máximo valor dos meses después del solsticio de verano (febrero). Este resultado concuerda con lo

hallado en carneros de raza Merino en la misma región y condiciones que el presente estudio (Gibbons *et al.*, 1991). El peso vivo fue incrementándose desde septiembre a

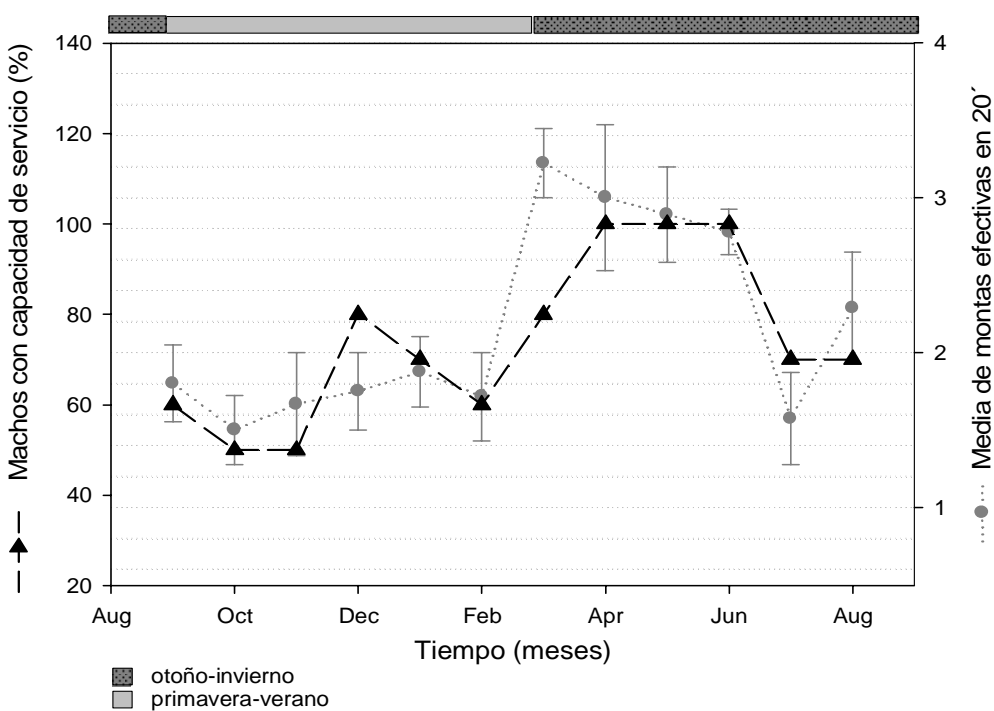


Figura 2. Variación mensual del porcentaje de machos con capacidad de servicio y media mensual de montas efectivas en caprinos Criollo-Neuquinos. (Monthly variation of the percentage of males with serving capacity and mean effective mounts in Criollo-Neuquino breed).

SILVESTRE, NAIM, CUETO Y GIBBONS

Tabla II. Coeficientes de correlación de Spearman de distintos parámetros reproductivos en machos caprinos Criollo-Neuquinos y la probabilidad asociada. (Spearman correlation coefficients of different reproductive parameters in Criollo-Neuquino caprine males and associated probability).

	CT	TEE	PMCS	MME
PV	0,671; p=0,000	0,392; p=0,000	0,525; p=0,000	0,331; p=0,000
CT	-	0,339; p=0,000	0,357; p=0,000	0,239; p=0,01
TEE	-	-	0,451; p=0,000	0,285; p=0,002
PMCS	-	-	-	0,518; p=0,000

PV: peso vivo; CT: circunferencia testicular; TEE: total de espermatozoides del eyaculado; PMCS: porcentaje de machos con capacidad de servicio; MME: media de montas efectivas.

diciembre y continuó aumentando entre diciembre y febrero como se observa en la **figura 1**. La falta de significancia estadística entre estas dos variables, estaría supeditada al efecto de una ganancia compensatoria del peso vivo entre diciembre y febrero, cuando se produce la mayor oferta cuantitativa y cualitativa de forraje por los pastizales naturales. Por tanto, la estacionalidad descrita para el peso vivo estaría modulada por las variaciones fotoperiódicas pero condicionada a la oferta del forraje natural (Lincoln, 1978; Delgadillo *et al.*, 1991, 2003).

La circunferencia testicular presentó sus valores mínimos y máximos en los mismos meses que el peso vivo, a fines del invierno y verano respectivamente, alcanzando el valor más alto dos meses después del solsticio de verano (febrero). Estos resultados concuerdan con lo hallado en otros estudios realizados en latitudes más bajas (Pérez Llano y Mateos Rex, 1993; Delgadillo *et al.*, 2004). Sin embargo, al analizar los valores de CT entre períodos, se observó que no hubo diferencias significativas entre el período invierno-primaveral y otoño-estival. De manera similar Benavente *et al.* (2007) hallaron diferencias en el volumen testicular de machos cabríos Tinerfeños para los distintos meses, pero no pudieron realizar un agrupamiento según los meses, pues-

to que su variación era continúa.

El crecimiento testicular presentó una alta correlación con la ganancia de peso vivo, evidenciando la influencia del aporte cualitativo y cuantitativo del forraje en el desarrollo gonadal de los machos cabríos. Al igual que el peso vivo, el diámetro testicular se incrementó entre septiembre y febrero. Los resultados de De la Vega *et al.* (2006) en caprinos Criollos de la provincia de Tucumán concuerdan con los de este trabajo, concluyendo que el tamaño testicular presenta una variación estacional, siendo el alimento el responsable de dicha variación. Sin embargo en otros sistemas de producción de latitudes templadas y frías, donde la producción estacional de forraje no sería limitante, el fotoperíodo ha demostrado ser el principal determinante de las variaciones reproductivas (Ortavant, 1977; Delgadillo *et al.*, 1999, 2004; Benavente *et al.*, 2007).

La circunferencia testicular presentó una correlación moderada y positiva con el total de espermatozoides de los eyaculados. Braun *et al.*, 1980 ya habían confirmado en carneros la correlación positiva entre el peso testicular, indirectamente medido por la circunferencia testicular, con la producción espermática o las reservas espermáticas. Un aumento de la circunferencia testicular, indicaría un incremento de la actividad

ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA EN MACHOS CAPRINOS CRIOLLOS

testicular que se traduce en una mayor cantidad de espermatozoides producido (Walkden-Brown *et al.*, 1994).

Los parámetros seminales difirieron significativamente con la época del año, y en coincidencia con lo observado en otras razas (Roca *et al.*, 1992; Karagiannidis *et al.*, 2000). En el período otoño-invernal se presentó un incremento en el total de espermatozoides por eyaculado, alcanzando su valor máximo en el mes de abril, en concordancia con lo hallado por Álvarez *et al.* (1999); dos meses después que la circunferencia testicular alcanzara su máximo valor promedio (febrero). Debido a la duración de la espermatogénesis y al tránsito y maduración de los espermatozoides hasta el epidídimo, se evidencia el transcurso de un tiempo hasta que ambas variables (tamaño testicular y cantidad de espermatozoides totales) alcanzan su máximo valor (Ortavant *et al.*, 1985; Fernández Abella, 1993; Hafez, 1996).

El porcentaje de machos con capacidad de servicio varió conjuntamente con el valor medio de montas efectivas durante el año de estudio, lo que se evidencia en la correlación positiva determinada entre ambas variables. La estación sexual se manifestó a partir de diciembre hasta agosto, considerando que más del 60% de los machos realizaron montas efectivas. En los meses de septiembre a noviembre se registró la época de reposo sexual (menos del 60% de los machos con capacidad de servicio). En la estación reproductiva, los machos mostraron un comportamiento sexual más activo, siendo más agresivos, con peleas frecuentes. Presentaron un intenso olor, característico de la época de apareamiento. En cambio durante la época de reposo sexual, la capacidad de servicio disminuyó hasta niveles mínimos, mostrándose indiferentes hacia la hembra en celo, así también como hacia el resto de los machos.

La media de montas efectivas presentó diferencias significativas entre los períodos evaluados, observándose los valores

más altos en el período otoño-invernal. Se evidenciaron correlaciones positivas con el peso vivo, la circunferencia testicular y el total de espermatozoides en el eyaculado. La disminución de las horas de luz, en los días cortos del período otoño-invernal, produciría una mayor producción de melatonina, ocasionando una estimulación en la liberación pulsátil de GnRH, y consecuentemente, un incremento de la secreción de LH y de FSH. La variación en los niveles gonadotróficos podría haber inducido un aumento progresivo de la producción seminal y de los niveles de testosterona, provocando el comportamiento sexual activo y el aumento en la producción de feromonas (Martin *et al.*, 1990; Fernández Abella, 1993; Chemineau y Delgadillo, 1993). Estos cambios incrementarían la libido de los machos y por consiguiente el número de montas efectivas durante la estación reproductiva. Los resultados obtenidos en este trabajo en la raza Criollo-Neuquina son coincidentes con lo observado en otras razas, sistemas de producción y latitudes (Al-Ghalban *et al.*, 2004; Todini *et al.*, 2007; Zarazaga *et al.*, 2009; Carrillo *et al.*, 2010; Hammoudi *et al.*, 2010), evidenciando una variación estacional en los parámetros analizados.

En conclusión, los caprinos Criollo-Neuquinos presentaron el máximo valor promedio de peso vivo y circunferencia testicular en febrero, alcanzando dos meses después, la máxima capacidad de servicio y media de montas efectivas, con la mayor producción espermática total por eyaculado. La información de referencia podrá ser utilizada para un mejor manejo de los servicios a campo o a corral y permitirá ajustar la estación de colectas seminales con destino a la inseminación artificial para los programas de conservación o mejoramiento genético del caprino Criollo-Neuquino. A su vez, la información sobre la fisiología reproductiva del macho adulto obtenida en esta experiencia, completa el conocimiento general sobre la actividad reproductiva del caprino Criollo-Neuquino.

SILVESTRE, NAIM, CUETO Y GIBBONS

AGRADECIMIENTOS

A todo el personal del Campo Experi-

mental Pilcaniyeu, en especial al Sr. José María Garramuño.

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Ghalban, A.M., Tabbaa, M.J. and Kridlib, R.T. 2004. Factors affecting semen characteristics and scrotal circumference in Damascus bucks. *Small Ruminant Res*, 53: 141-149.
- Álvarez, M., Kaabi, M., Anel, L., Anel, E., Rodríguez, C., Pérez, J.J., Aparicio, N., Méndez, P. y Martínez, S. 1999. Variación estacional de la producción espermática en moruecos de la raza Assaf. Reproducción XXIV: Comunicación 4. SEOC. Soria. pp. 193-196.
- Benavente, M.F., Fresno, M.R. y Delgado, J.V. 2007. Volumen testicular en macho cabrío Tinerfeño. *Arch Zootec*, 56: 551-556.
- Braun, W.F., Thompson, J.M. and Ross, C.V. 1980. Ram scrotal circumference measurements. *Theriogenology*, 13: 221-229.
- Carrillo, E., Meza-Herrera, C.A. and Véliz, F.G. 2010. Reproductive seasonality of young French-alpine goat bucks adapted to subtropical conditions in Mexico. *Téc Pecu Méx*, 48: 169-178.
- Chemineau, P. 1992. Medio ambiente y reproducción animal. *Rev Mundial Zootecn*, FAO, 77: 2-14.
- Chemineau, P. and Thimonier, J. 1986. Methods for evaluation of reproductive and growth-rate performance in local breeds of tropical sheep and goat in an experimental station. *World Rev Anim Prod*, 22: 27-33.
- Chemineau, P. y Delgadillo, J.A. 1993. Neuroendocrinología de la reproducción en el caprino. *Rev Cient*, 3: 113-121.
- Cueto, M., Gibbons, A. y Alberio, R. 2004. Efecto macho en cabras Criollas Neuquinas en la estación reproductiva. *Rev Arg Prod Anim*, 24: 297-299.
- Cueto, M., Gibbons, A., Alberio, R., Taddeo, H. and González-Bulnes, A. 2006. Timing of emergence of ovulatory follicles in polyovulatory goats. *Anim Reprod Sci*, 91: 275-284.
- Cueto, M., Gibbons, A., Lanari, M.R., Taddeo, H. y Alberio, R. 2008. Variación estacional de los estros y las ovulaciones en cabras Criollas Neuquinas de Patagonia Argentina. *Arch Zootec*, 57: 541-544.
- Delgadillo, J.A. 2011. Environmental and social cues can be used in combination to develop sustainable breeding techniques for goat reproduction in the subtropics. *Animal*, 5: 74-81.
- Delgadillo, J.A., Leboeuf, B. and Chemineau, P. 1991. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology*, 36: 755-770.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D. and Malpoux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*, 52: 727-737.
- Delgadillo, J.A., Flores Cabrera, J.A., Véliz Deras, F.G., Duarte Moreno, G., Vielma Sifuentes, J., Poindron Massol, P. y Malpoux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet Méx*, 34: 69-79.
- Delgadillo, J.A., Cortez, M.E., Duarte, G., Chemineau, P. and Malpoux, B. 2004. Evidence that the photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. *Reprod Nutr Dev*, 44: 183-193.
- De la Vega, A.C., Morales, P., Zimmerman, M. y Wilde, O. 2006. Variación anual de la circunferencia escrotal en caprinos Criollos Serranos. *Arch Zootec*, 55: 113-116.
- Evans, G. and Maxwell, W.M.C. 1987. Salomon's artificial insemination of sheep and goats. Butterworths. Sydney. Australia. 185 pp.
- Fernández Abella, D. 1993. Principios de fisiología reproductiva ovina. Agropecuaria Hemisferio Sur SRL. Universidad de la República. Uruguay. 247 pp.
- Gibbons, A., Willems, P., García Vinent, J.C. y González, R. 1991. Variación estacional de la actividad reproductiva del carnero Merino australiano en la Patagonia. *Rev Arg Prod Anim*, 11: 449-455.
- Gibbons, A. y Cueto, M. 2008. Determinación de la capacidad productiva durante la pubertad en

ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA EN MACHOS CAPRINOS CRIOLLOS

- hembras caprinas Criollas del Neuquén. Serie Prod. Anim. INTA-EEA-Bariloche. Com. Técnica Nº 525. 2 pp.
- Gibbons, A., Cueto, M., Lanari, M.R. y Domingo, E. 2009. Pubertad en cabritos Criollo Neuquinos de la Patagonia Argentina. *Arch Zootec*, 58: 129-132.
- Hafez, E.S.E. 1996. Reproducción e inseminación artificial en animales. 6ª Edición. Interamericana, Mc Graw-Hill. México. 542 pp.
- Hammoudi, S.M., Ait-Amrane, A., Belhamiti, T.B., Khiati, B., Niar, A. and Guetarni, D. 2010. Seasonal variations of sexual activity of local bucks in western Algeria. *Afr J Biotechnol*, 9: 362-368.
- Islam, A.B.M.M. and Land, R.B. 1977. Seasonal variations in testis diameter and sperm output of rams breeds of different prolificity. *Anim Prod*, 25: 311-317.
- Karagiannidis, A., Varsakeli, S. and Karatzas, G. 2000. Characteristics and seasonal variations in the semen of Alpine, Saanen and Damascus goat bucks born and raised in Greece. *Theriogenology*, 53: 1285-1293.
- Kilgour, R.J. and Whale, R.G. 1980. The relations between mating activity of rams in pens and subsequent flock mating performance. *Aust J Exp Agr Anim Husb*, 20: 5-8.
- Lanari, M.R. 2004. Variación y diferenciación genética y fenotípica de la Cabra Criolla Neuquina en relación con su sistema rural campesino. Tesis Doctoral. Universidad del Comahue. Centro Regional Universitario Bariloche. Argentina.
- Lincoln, G.A. 1978. Induction of testicular growth and sexual activity in rams by a «skeleton» short-day photoperiod. *J Reprod Fertil*, 52: 179-181.
- Martin, G.B., Ford, J.R. and Purvis, I.W. 1990. Environmental and genetic factors affecting reproductive activity in the Merino ram. In: C.M: Oldham, G.B. Martin and I.W. Purvis (Eds.). Reproductive physiology of Merino sheep. Concepts and consequences. School of Agriculture. Animal Science. University of Western. Australia. pp: 109-129.
- Martínez Rojero, R.D., Mastache Lagunas, A.A., Reyna Santamaría, L. y Valencia Méndez, J. 2005. Comportamiento reproductivo de tres razas caprinas bajo condiciones de trópico seco en Guerrero, México. *Vet Méx*, 36: 147-157.
- Ortavant, R. 1977. Photoperiodic regulation of reproduction in the sheep. In: C. Terril (Ed.). Management of reproduction in sheep and goats. University of Wisconsin. Madison. pp: 58-71.
- Ortavant, R., Pelletier, J., Ravault, J.P., Thimonier, J. and Volland-Nail, P. 1985. Photoperiod: main proximal and distal factor of circannual cycle of reproduction in farm mammals. *Ox Reprod Rev Biol*, 7: 305-345.
- Pérez Llano, B. y Mateos Rex, E. 1993. Evolución del tamaño testicular en machos cabrios de las razas Verata y Malagueña. *Invest Agr Prod Sanid Anim*, 8: 257-268.
- Pérez, B. and Mateos, E. 1995. Seasonal variations in plasma testosterona levels in Verata and Malagueña bucks. *Small Ruminant Res*, 15: 155-162.
- Pérez, B. and Mateos, E. 1996. Effect of photoperiod on semen production and quality in bucks of Verata and Malagueña breeds. *Small Ruminant Res*, 22: 163-168.
- Roca, J., Martínez, E., Vázquez, J.M. and Coy, P. 1992. Characteristics and seasonal variations in the semen of Murciano-Granadina goats in the Mediterranean area. *Anim Reprod Sci*, 29: 255-262.
- Santiago Moreno, J., González Bulnes, A., Gómez Brunet, A., Campo, A. del, Picazo, R. and López Sebastian, A. 2000. Nocturnal variation of prolactin secretion in the mouflon (*Ovis gmelini musimon*) and domestic sheep (*Ovis aries*): Seasonal changes. *Anim Reprod Sci*, 64: 211-219.
- Santiago Moreno, J., Gómez Brunet, A., González Bulnes, A., Malpoux, B., Chemineau, P., Pulido Pastor, A. and López Sebastián, A. 2003. Seasonal ovulatory activity and plasma prolactin concentrations in Spanish ibex (*Capra pyrenaica hispanica*) maintained in captivity. *Reprod Nutr Dev*, 43: 217-224.
- SAS. 2003. Statistical Software Package. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.
- SigmaStat for Windows. 2004. Version 3.1. Systat Software, Inc.
- Todini, L., Malfatti, A., Terzano, G.M., Borghese, A., Pizzillo, M. and Debenedetti, A. 2007. Seasonality of plasma testosterone in males of four Mediterranean goat breeds in three different climatic conditions. *Theriogenology*, 67: 627-631.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J. and Taylor, W.A. 1994. Testicular and epididymal sperm

SILVESTRE, NAIM, CUETO Y GIBBONS

content in grazing cashmere bucks: Seasonal variation and prediction from measurements *in vivo*. *Reprod Fertil Dev*, 6: 727-736.
Zarazaga, L.A., Guzmán, J.L., Domínguez, C.,

Pérez, M.C. and Prieto, R. 2009. Effects of season and feeding level on reproductive activity and semen quality in Payoya buck goats. *Theriogenology*, 71: 1316-1325.