

## Caracterización del comportamiento reproductivo de machos cabríos mestizos Criollo x Anglo Nubian en la región sur de Córdoba, Argentina. i. desencadenamiento de la pubertad - Characterization of reproductive behavior of goats crossbred Creole x Anglo Nubian, in the southern region of Córdoba, Argentina. I. Puberty triggering

**Torretta, M. E.**; Profesor Adjunto: Dpto Reproducción Animal. FAV - UNRC. Email: [mtorretta@ayv.unrc.edu.ar](mailto:mtorretta@ayv.unrc.edu.ar) | **G. A. Alanís**; Jefe de Trabajos Prácticos: Dpto Reproducción Animal. FAV -UNRC. Email: [galanis@ayv.unrc.edu.ar](mailto:galanis@ayv.unrc.edu.ar) | **L. Castelo**; Ayudante de Primera: Dpto Reproducción Animal. FAV -UNRC [icastelo@ayv.unrc.edu.ar](mailto:icastelo@ayv.unrc.edu.ar) | **M. F. Flores**; Ayudante de Primera: Dpto Reproducción Animal. FAV - UNRC. [florescandela@hotmail.com](mailto:florescandela@hotmail.com) | **F. Garcia A.**; Jefe de Trabajos Prácticos: Dpto Reproducción Animal. FAV -UNRC. Email: [fgarcia@ayv.unrc.edu.ar](mailto:fgarcia@ayv.unrc.edu.ar) | **F. Morcos**; Ayudante alumno: Dpto Reproducción Animal. FAV - UNRC. [fernandomorcos@hotmail.com](mailto:fernandomorcos@hotmail.com).

Dpto. de Reproducción Animal. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto: Ruta 36, Km 601, Río Cuarto (5800), Córdoba, Argentina

---

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue caracterizar, en la región sur de Córdoba, Argentina, la pubertad de machos cabríos mestizos Criollo x Anglo Nubian. Se trabajó con 20 machos prepúberes nacidos en otoño en un rodeo de la zona. Se los mantuvo bajo un régimen de manejo intensivo en las condiciones ambientales naturales, alimentándolos con maíz molido y heno de alfalfa, según los requerimientos para dicha categoría y con suministro de agua ad libitum. Mensualmente se registraron los niveles de testosterona y los siguientes indicadores de desarrollo corporal y testicular: morfometría, peso y tono testicular. Dos veces por semana se los expuso a una hembra en celo para observar el comportamiento sexual y entrenarlos en el uso de vagina artificial. El inicio de la pubertad se determinó según la calidad del semen, en base a valores prefijados. Estadísticamente, fueron realizados análisis exploratorios de los datos y correlaciones mediante el test de Spearman ( $p < 0,01$ ) y los resultados se expresaron en medias  $\pm$  DE. Se observó que la pubertad aconteció a los  $232,77 \pm 29,20$  días de vida en reproductores de  $26,18 \pm 2,07$  Kg de peso vivo,  $21,43 \pm 1,30$  cm de circunferencia escrotal y  $6,89 \text{ ng/ml} \pm 0,64 \text{ ng/ml}$  de testosterona sérica, en promedio. La edad a la pubertad se correlacionó positivamente con el peso corporal ( $r = 0,96$ ,  $p = 0,002$ ), la circunferencia escrotal ( $r = 0,85$ ,  $p = 0,001$ ) y los niveles séricos de

testosterona ( $r= 0,74$ ,  $p=0,001$ ), parámetros que, a su vez, se correlacionaron positivamente entre sí; y negativamente con el tono testicular ( $r=- 0,46$ ,  $p=0,002$ ).

Se concluye que en la región sur de Córdoba, Argentina, la pubertad en machos cabríos mestizos Criollo local x Anglo Nubian se inicia alrededor de los 7,5 meses de edad y que el peso corporal, el tamaño testicular y los niveles de testosterona inciden positivamente sobre su desencadenamiento.

**Palabras claves:** Reproducción | - Comportamiento reproductivo | machos cabríos | pubertad | Anglo Nubian | Anglo Nubian | raza Criolla

---

## Abstract

The aim of this study was to characterize in the southern region of Córdoba, Argentina, puberty of crossbred goats Criollo x Anglo Nubian. We worked with 20 prepubertal males born in autumn in a herd from the region. They were managed in an intensive system in natural environmental conditions, fed with ground corn and alfalfa hay, according to the requirements for that category, and water ad libitum. Monthly levels of testosterone and the following indicators of body and testicular development: morphometry, testicular weight and tone were recorded. Weekly, males were exposed to a female in estrus to observe the sexual behavior and trained for semen collection in artificial vagina. The onset of puberty was determined by the quality of semen, based on default values. Statistically, exploratory data analysis and correlations by Spearman test ( $p < 0.01$ ) were performed and the results were expressed as mean  $\pm$  SD. Puberty occurred at  $232.77 \pm 29.20$  days of life on males with  $26.18 \pm 2.07$  kg of weight, scrotal circumference of  $21.43 \pm 1.30$  cm and  $6.89 \pm 0.64$  ng/ml of serum testosterone on average. Age at puberty was positively correlated with testicular development, body weight and the concentration of testosterone. These parameters were also positively correlated between each other; and negatively with testicular tone. We conclude that in the southern region of Córdoba, Argentina, puberty in crossbred goats local Criollo x Anglo Nubian starts about 7.5 months of age and is positively affected by body weight, testicular size and testosterone levels.

**Key words:** Reproduction reproductive behavior | goats | puberty | Anglo Nubian | creole race.

---

---

## INTRODUCCIÓN

A pesar de que en Argentina la explotación caprina tiene poco impacto sobre el total de la producción animal del país; en la región sur de la provincia de Córdoba, se cuenta con rodeos caprinos que están incorporando razas exóticas como potenciales mejoradoras de las razas locales. En este sentido, la raza Anglo-Nubian es una de las más utilizada por ser de doble propósito (carne y leche) y fácilmente adaptable a las condiciones regionales.

Los índices de producción obtenidos hasta ahora son escasos. Una de las maneras de incrementarlos es aumentando el número de crías. Lo cual exige conocer en profundidad el comportamiento reproductivo de estos nuevos grupos genéticos. Especialmente en los machos por su alta incidencia sobre los índices reproductivos (Nishimura y col., 2000). Las características más importantes a evaluar son la edad a la pubertad y la estacionalidad reproductiva (Galina y col., 1995).

La edad a la pubertad en caprinos, puede variar debido a la estacionalidad, la época de nacimiento y la alimentación. Sin embargo, en los machos la estacionalidad reproductiva es menos marcada y pueden alcanzar la pubertad tanto durante la estación reproductiva como no reproductiva, sin ser afectados significativamente por la época de nacimiento (Freitass y col., 2004; Helbig y col. 2007). La alimentación es importante en cuanto determina el crecimiento corporal. Los animales en general, alcanzan la pubertad cuando poseen alrededor del 40 y 70 % del peso corporal adulto (Abi-Saab y col. 1997, Walkden-Brown y Bocquier, 2000; Roa y col., 2010; Kauffman, 2010). La edad a la pubertad se puede predecir a través de indicadores como la circunferencia escrotal (Chemineau y col., 1984; Baril y col., 1993; Nishimura y col., 2000, Ljungvall y col., 2008) y los niveles séricos de testosterona (Illius y col., 1976; Foster y col., 1978; Georgie y col., 1985; Mehta y col., 1987; Chakraborty y col., 1989; Zubieta, 1990; Nishimura y col., 2000; Moura y col., 2002; Romeo y col., 2002; Wánkowska y col., 2010).

A nivel mundial existe una considerable cantidad de estudios acerca de la fisiología reproductiva de los machos cabríos de diferentes razas puras o mestizas, tanto en su zona de origen como en otro medioambiente (Louw & Joubert, 1964; Elwishy & Elsayaf, 1971; Georgiey col., 1985; Chemineau, 1986; Madani & Rahal, 1988; Chakraborty y col., 1989; Zubieta, 1990; Pérez Llanos, 1992; Bilaspuri & Singh, 1992; Chemineau, 1993; Santos y col., 2005; Delgadillo y col., 2007; Raji y col., 2008; Keith y col., 2009; Gibbons y col., 2009; García y col., 2010; Barreto de Souza, 2011; Chentouf y col., 2011, entre otros). En Argentina existe alguna información relacionada a razas nativas como Criolla serrana de Tucumán (De la Vega y col., 2010), Criolla de los llanos de la Rioja (Vera y col., 2002 a b) y Criolla Neuquina (Gibbons y col., 2009). En algunas de estas investigaciones se ha caracterizado a la pubertad en machos de diversas razas (Louw & Joubert, 1964; Elwishy & Elsayaf, 1971; Madani & Rahal, 1988; Chakraborty y col.,

1989; Bilaspuri & Singh, 1992; Gibbons y col., 2009; García y col., 2010; Chentouf y col., 2011). Sin embargo, éstos estudios no se han realizado en cruzas entre Anglo Nubian y Criollos de la región central del país. Contar con esos datos, permitiría mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de la zona.

El propósito de este trabajo es caracterizar la etapa de pubertad en machos cabríos mestizos Criollos locales x Anglo Nubian en la región sur de Córdoba, Argentina.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en las instalaciones del Dpto. de Reproducción Animal de la Facultad de Agronomía y Veterinaria del Campus de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina (33° 08' S, 64° 20' O'; altitud 467,61 s.n.m). Región de clima templado, con temperatura media anual de 16°C (10 – 22), y promedios anuales de precipitación y humedad relativa de 847 mm y 68 %, respectivamente.

Se trabajó con 20 machos mestizos Criollos x Anglo Nubia, prepúberes, nacidos en otoño, con un peso promedio de 3,13 Kg y procedentes de un rodeo de la zona. Al destete (2,5 meses), fueron trasladados al campo experimental, donde se los alojó en corrales bajo condiciones de fotoperíodo y temperatura natural. Durante 15 días se los mantuvo en período de recepción, para acostumbrarlos a las condiciones de manejo y mejorar sus condiciones sanitarias. Durante ese lapso se les suministró una dieta en base a 300g/animal/día de heno de alfalfa entero y 40g/animal/día de un alimento preiniciador con 24,40 % de proteína bruta.

El estudio se inició cuando los animales alcanzaron los 3 meses de edad con un peso promedio de 10,41 Kg. A partir de ese momento se cambió la dieta a maíz molido y heno de alfalfa, según los requerimientos para dicha categoría (NRC, 2007), con suministro de agua ad-libitum.

Mensualmente se registraron los siguientes datos:

\*Peso vivo, a la mañana, previo a la entrega de alimento (18 hs de desbaste y con libre acceso al agua), se los pesó en una balanza electrónica Kretz ® para 150 kg máximos y 2,5 Kg mínimos.

\*Tamaño corporal, en base a la determinación con cinta métrica con precisión de 1 mm, de los siguiente indicadores:

-Altura a la cruz, distancia desde el punto más elevado de la línea media de la cruz al suelo;

-Altura a la grupa,distancia desde el punto más elevado de la articulación lumbosacra al suelo

-Perímetro torácico, contorno alrededor del tórax, desde el hueco subesternal a la apófisis dorsal de la 5<sup>o</sup> vértebra dorsal.

-Condición corporal, en forma manual de acuerdo a la descripción de Villaquiran y col. (2005).

\*Tamaño testicular, por medición de la circunferencia escrotal mediante un escrotímetro con precisión de 1 mm; colocado en el sitio de máximo diámetro testicular, con los testículos en su posición normal colgando en el escroto(Hahn y col.,1969).

\*Tono testicular, por palpación de los testículos con las yemas de los dedos, sin ejercer presión en el cuello escroto. Los datos se registraron de acuerdo a la escala realizada para toros (Blockey,1977).

\*Niveles séricos de Testosterona, por dosaje en suero sanguíneo mediante el método de radioinmunoanálisis ( Coat – A - Count®).

Desde los 3,5 meses, los machos fueron expuestos dos veces por semana, durante 10 minutos, a una hembra con estro inducido, sujeta en un potro de salto, a fin de observar el comportamiento reproductivo. A medida que iban manifestando interés sexual se los comenzaba a entrenar para colectar semen por el método de vagina artificial.

A partir de la primera eyaculación el semen fue analizado mediante las pruebas convencionales, para determinar el comienzo de la producción espermática y la fecha de inicio de la pubertad, definida como "el momento en que los reproductores son capaces de producir como mínimo  $150 \times 10^6$  espermatozoides/ml con por lo menos 30 % de motilidad rectilínea progresiva y 50 % de espermatozoides con morfología normal".

## **Análisis estadísticos**

Con el software estadístico Infostat2012, se realizaron análisis exploratorios de los datos y correlaciones mediante el test de Spearmann. El nivel de significancia se estableció en  $p < 0,01$  y los resultados se expresaron en medias  $\pm$  DE.

## **RESULTADOS**

El desarrollo de la conducta sexual fue disímil entre los reproductores, pero en todos se produjo gradualmente.

El comportamiento reproductivo completo y la eyaculación de semen con espermatozoides móviles se produjo a los  $158,22 \pm 7,4$  días (aproximadamente 5 meses de vida), con  $17,64 \pm 1,20$  Kg de peso vivo,  $14,63 \pm 0,79$  cm de circunferencia escrotal y  $2,46 \pm 0,31$  ng/ml de testosterona sérica.

La pubertad se registró en promedio a los  $232,77 \pm 29,20$  días de edad (7,5 meses), durante la estación reproductiva.

La evolución de las variables indicadoras del desarrollo corporal y de las características testiculares y hormonales registradas al inicio de la pubertad, se muestran en las tablas N° 1 y N° 2, respectivamente.

**Tabla N° 1.** Valores promedio de los indicadores de desarrollo y estado corporal registrados al inicio de la pubertad en 20 machos cabríos mestizos Criollos x Anglo Nubian, nacidos en otoño, en la zona sur de Córdoba, Argentina. n= 160.

INDICADORES DE DESARROLLO Y ESTADO CORPORAL				
PESO VIVO (Kg) X ± DE	TAMAÑO			CONDICIÓN CORPORAL (Escala 1 -4) X ± DE
	Altura a la cruz (cm) X ± DE	Altura a la grupa (cm) X ± DE	Perímetro torácico (cm) X ± DE	
26,18 ± 2,07	65,97 ± 2,64	63,58 ± 4,90	71,98 ± 4,82	3,00 ± 0,26

**Tabla N° 2.** Valores promedios de las características testiculares y hormonales registradas al inicio de la pubertad en 20 machos cabríos mestizos Criollos x Anglo Nubian, nacidos en otoño, en la zona sur de Córdoba, Argentina. n= 160.

CARACTERÍSTICAS TESTICULARES		CARACTERÍSTICAS HORMONALES
Circunferencia escrotal (cm) X ± DE	Tono testicular (escala 1-4) X ± DE	Niveles séricos de testosterona (ng/ml) X ± DE
21,43 ± 1,30	3,00 ± 0,19	6,89 ± 0,64

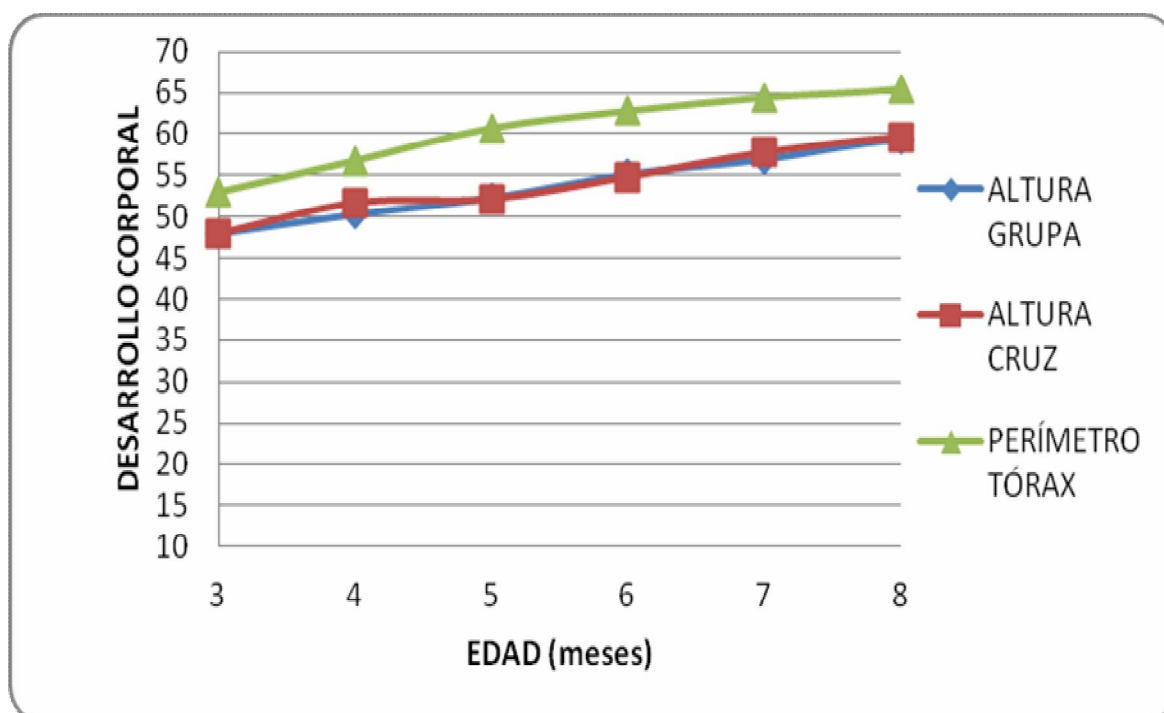
En la siguiente tabla se pueden observar los valores promedios de las características seminales marcadoras del inicio de la pubertad.



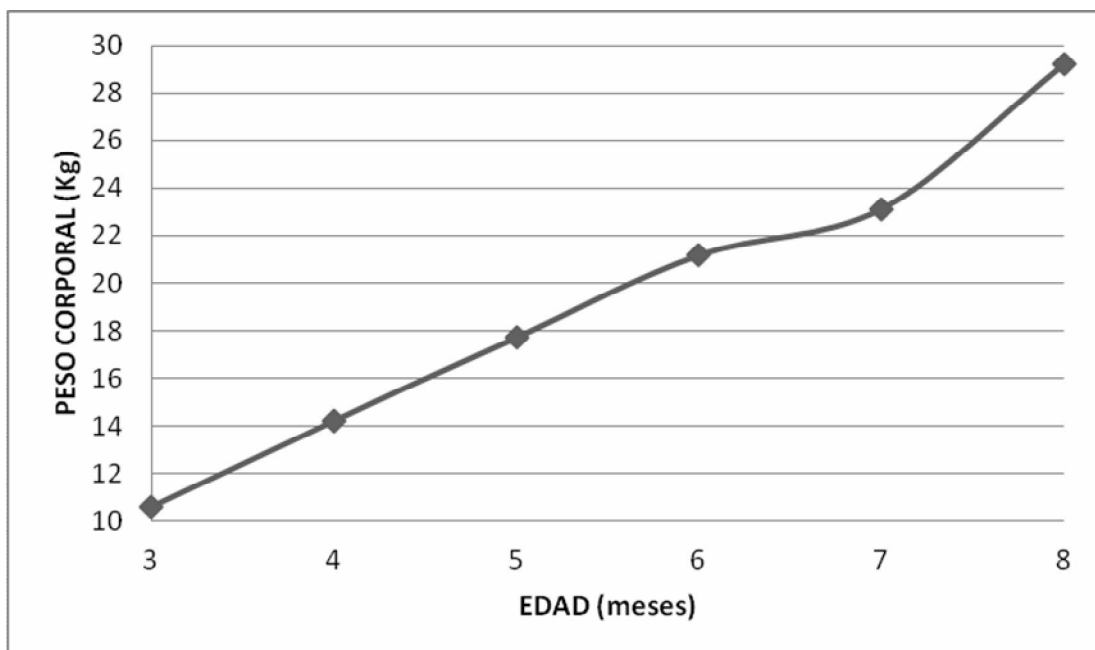
**Tabla N° 3.** Valores promedios y desvíos estándar en las características seminales registradas como marcadoras de inicio de la pubertad en 20 machos cabríos mestizos Criollos x Anglo Nubian, nacidos en otoño, en la zona sur de Córdoba, Argentina. n= 160.

CARACTERÍSTICAS SEMINALES	VALORES PROMEDIOS ± DE
Volumen (ml)	0,36 ± 0,13
Concentración (N°X10 <sup>9</sup> /ml)	1,91 ± 15,17
Motilidad individual (%)	45,00 ± 10,00
Espermatozoides normales (%)	55,00 ± 5,00

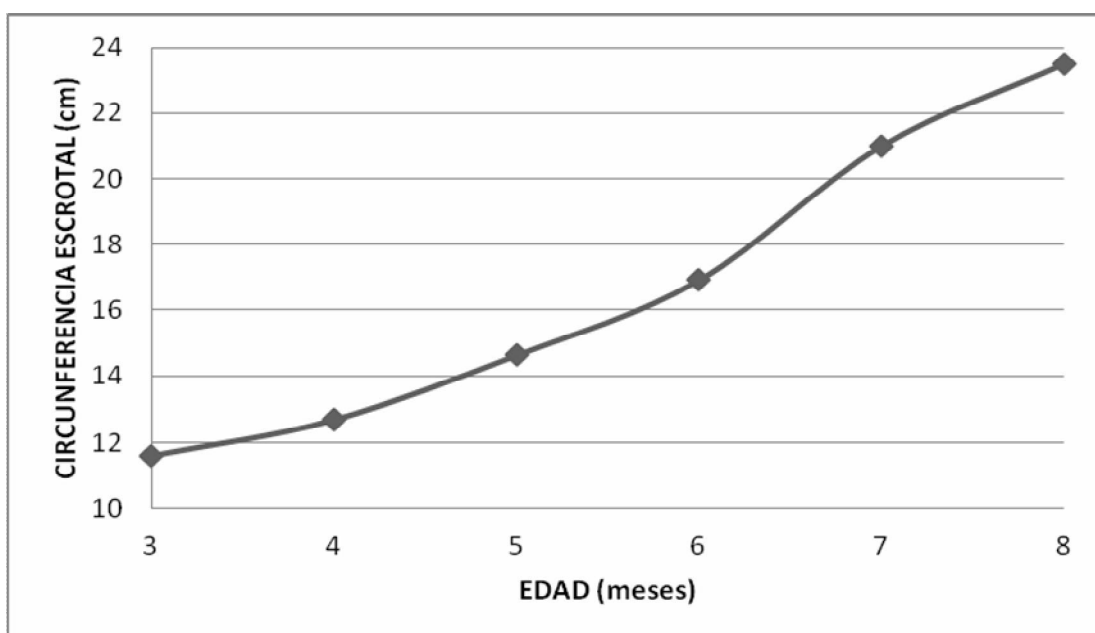
Desde el nacimiento a la pubertad, la condición corporal se mantuvo estable valor 3, dentro de una escala de 1 a 4, mientras que el peso vivo, el crecimiento corporal y el desarrollo testicular fueron aumentando con diferentes patrones de desarrollo como se muestra en los Gráficos 1, 2 y 3. El tono testicular fue descendiendo a medida que los reproductores se desarrollaban hasta alcanzar un valor óptimo en el período peripuberal (Gráfico N° 4). Y la secreción de testosterona sérica mostró incremento desde el tercer al octavo mes de vida, las cuales pueden observarse en el Gráfico N° 5.



**Gráfico N° 1.** Comportamiento mensual de los indicadores de desarrollo corporal desde el nacimiento a la pubertad, en 20 machos cabríos mestizos Criollos x Anglo Nubian, nacidos en otoño, en la zona sur de Córdoba, Argentina. n= 160

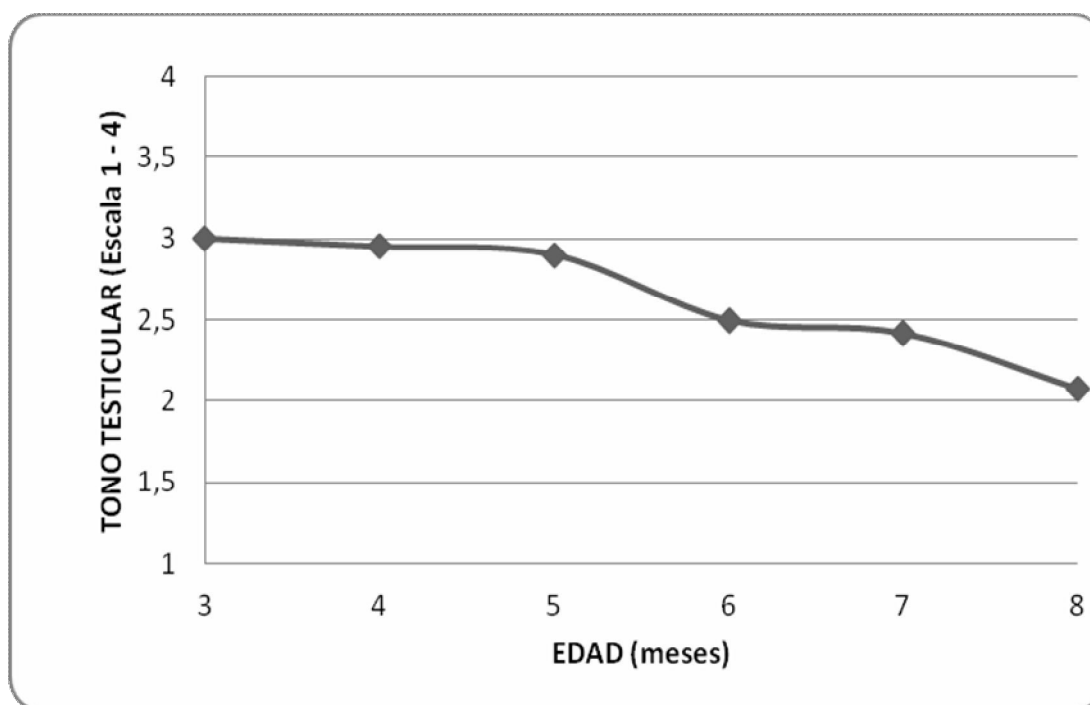


**Gráfico N° 2.** Incremento mensual del peso corporal desde el nacimiento a la pubertad, en 20 machos cabríos mestizos Criollos x Anglo Nubian, nacidos en otoño, en la zona sur de Córdoba, Argentina. n=160.

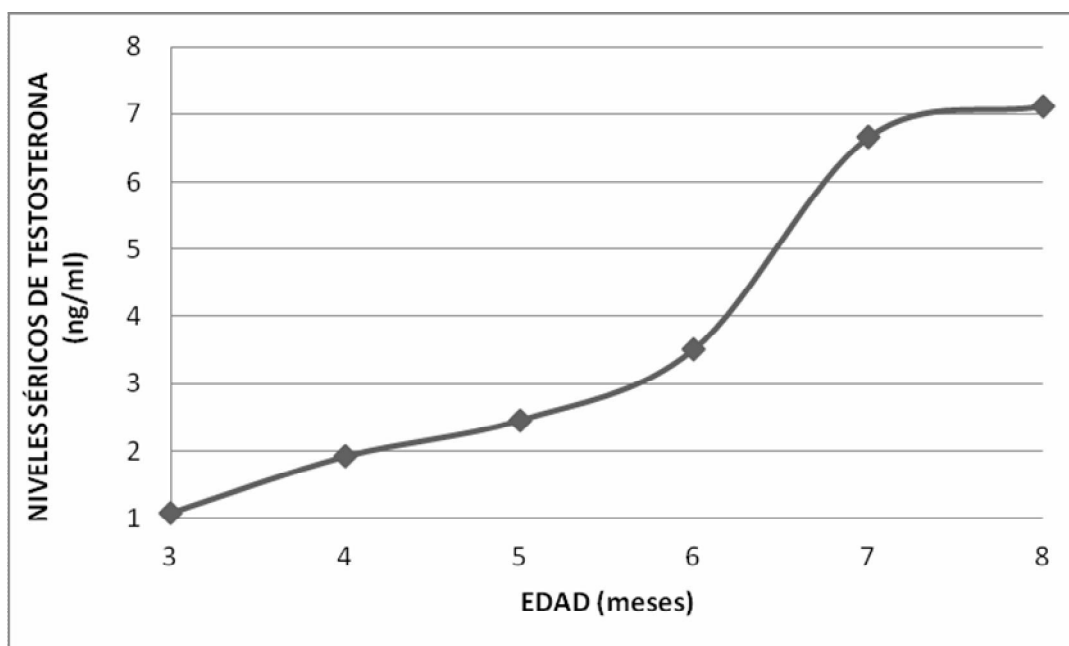


**Gráfico N° 3.** Evolución mensual de la circunferencia escrotal desde el nacimiento a la pubertad, en 20 machos cabríos mestizos Criollo x Anglo Nubian, nacidos en otoño, en la zona sur de Córdoba, Argentina. n= 160.





**Gráfico N° 4.** Variación mensual en el tono testicular desde el nacimiento a la pubertad, en 20 machos cabríos mestizos (Criollos x Anglo Nubian), nacidos en otoño, en la zona sur de Córdoba, Argentina. n= 160.



**Gráfico N° 5.** Niveles séricos de testosterona registrados mensualmente desde el nacimiento hasta la pubertad, en 20 machos cabríos mestizos Criollos x Anglo Nubian, nacidos en otoño, en la zona sur de Córdoba, Argentina. n= 160.

La edad a la pubertad se correlacionó positivamente con el peso corporal ( $r= 0,96$ ,  $p= 0,002$ ), la circunferencia escrotal ( $r= 0,85$ ,  $p= 0,001$ ) y los niveles séricos de testosterona ( $r= 0,74$ ,  $p=0,001$ ), parámetros que, a su vez, se correlacionaron positivamente entre sí; y negativamente con el tono testicular ( $r=- 0,46$ ,  $p=0,002$ ).

## DISCUSIÓN

-El desempeño reproductivo completo con eyaculación de espermatozoides móviles, se produjo en promedio a los 5 meses de vida en coincidencia con otros autores que consideran a este evento como inicio de la pubertad (Madani y Rahal, 1988; Nishimura y col., 2000; Gauthier y col., 2001; García y col., 2010; Barreto de Souza y col., 2011).

-La pubertad, considerada como el momento en que los reproductores son capaces de proveer una alta cantidad y calidad de espermatozoides maduros y viables para llevar a cabo una fertilización exitosa (Senger 1999; Pijoan y col., 1987; Gallego y col., 1994; Daza 1997; Madani y col., 1989; Chicoteau y col., 1990 y Troconiz y col., 1991) se produjo a los 7,5 meses, en similitud con AliSaab y col., (1997) y Barreto de Souza y col. (2011). Lo que es explicado histológicamente por Bongso y col. (1982), quienes demostraron que en machos cabríos, el comienzo de la espermatogénesis activa concomitante a un marcado aumento del tamaño testicular, ocurre entre los 5 y 7 meses de edad.

El inicio de la pubertad puede modificarse debido a diferencias raciales, de latitud, fecha de nacimiento y sistema de manejo (Madani y Rahal, 1988; Ahmad y Noakes, 1996; Abi Saab y col., 1997; Almeida y col., 2007).

De acuerdo a Mancio y col. (2005), en las latitudes mayores a  $40^{\circ}$  el fotoperiodo es el factor que más influye, mientras que en las regiones más próximas a la línea de Ecuador el nivel nutricional tiene más efecto sobre el desenlace de la pubertad. No obstante, algunos autores no encontraron diferencias con relación a la latitud y a los sistemas de manejo. Así, la edad de inicio de la pubertad fue semejante entre machos Anglo Nubian criados en Brasil ( $14^{\circ} 53' S$ ,  $40^{\circ} 48' O$ ) (Barreto de Souza y col. 2001) y en Alabama, USA ( $31^{\circ} 13' N$ ,  $85^{\circ} 23' O$ ) (Skalet y col., 1988), confirmando que la latitud y por ende el fotoperiodo, influyen escasamente sobre desencadenamiento de la pubertad. Del mismo modo, no se observaron diferencias entre sistemas de manejo intensivo (Nishimura y col. 2000 y Gauthier y col. 2001) y semiintensivo (Barreto de Souza y col. 2001).

La genética y la alimentación parecen tener mayor incidencia por estar íntimamente relacionadas al peso vivo (Wood y col. 1991 y Walkden-Brown y Bocquier, 2000). La genética determina el grado de precocidad de los animales, en tanto que la alimentación influye sobre el desarrollo en las fases tempranas de vida. Abi Saab y col. (1997) sostienen que los reproductores alimentados con una dieta alta en proteínas tardan menos en alcanzar la pubertad.

En cuanto a la época de nacimiento, los machos cabríos nacidos en invierno (época natural de partos) son más precoces que los nacidos en verano (Madani y Rahal, 1988; Chemineau, 1993; García y col., 2010). Aunque Delgadillo y col. (1997) comunican menor precocidad que en los trabajos precedentes, para la raza Criolla del subtrópico mexicano, nacida en invierno. En Argentina, De la Vega y col. (2010) concluyeron que en

machos Criollos Serranos de Tucumán (26° 51' S), la época de nacimiento influye en la evolución del peso corporal y de la circunferencia escrotal, parámetros íntimamente relacionados al comienzo de la pubertad.

Desde el nacimiento a la pubertad la condición corporal se mantuvo estable debido al manejo controlado de la alimentación. Mientras que el tamaño corporal y testicular se incrementaron con diferentes patrones de desarrollo.

El peso vivo se incrementó linealmente hasta la pubertad. Cuando los reproductores alcanzaron aproximadamente los 18 Kg aparecieron los primeros espermatozoides móviles en el eyaculado en semejanza con Delgadillo y col. (1997) y a diferencia de otros autores que al inicio de la producción espermática registraron mayor peso vivo (Madani y Rahal, 1988; Nishimura y col., 2000; Gauthier y col., 2001; Barreto de Souza y col. 2011; García y col., 2010).

La pubertad se desencadenó aproximadamente a los 26 kg de peso vivo, correspondiendo aproximadamente al 76 % del peso adulto; en concordancia con lo expresado por Walkden-Brown y Bocquier (2000). El peso corporal se correlacionó positiva con la edad a la pubertad en concordancia con (Pérez Llanos, 1992; Raji y col., 2008; Keith y col., 2009 y Barreto de Souza, 2011) y a diferencia de García y col. (2010).

El tamaño testicular comenzó a aumentar alrededor del 4° mes de vida y se incrementó rápidamente entre los 5 y 7 meses, en la fase previa al comienzo de la espermatogénesis activa, tal lo observado por otros investigadores (Bongso y col., 1982; Xavier Eloy y col., 1986; Madani y Rahal, 1988; Zubieta y col., 1990; Pérez Llanos, 1992; Barreto de Souza y col. 2011) y mostrando estar relacionado no sólo al desarrollo del animal sino también a su propia producción de espermatozoides y de testosterona. Histológicamente, ello se traduce en un aumento del diámetro de los túbulos seminíferos desde los 5 meses de edad, cuando se inicia la espermatogénesis y en un rápido crecimiento testicular al comienzo de la espermatogénesis activa, concomitante a la aparición de los primeros espermatozoides en la luz de los túbulos seminíferos (Bongso y col., 1982).

La circunferencia escrotal fue de aproximadamente 15 cm al comienzo de la producción espermática (5 meses) y de 21,43 al inicio de la pubertad (7,5 meses). En varios trabajos señalan valores semejantes o algo superiores a los 5 meses, pero no indican datos referidos a los 7 - 8 meses de edad (Madani y Rahal, 1988; Nishimura y col., 2000; Gauthier y col., 2001; Barreto de Souza y col. 2011; García y col., 2010. Aunque, Chemineau y col., (1984), consideran que los machos cabríos Criollos están aptos para la primera cubrición cuando el diámetro testicular alcanza entre 25 y 39 cm.

La circunferencia escrotal se correlacionó positivamente con la edad a la pubertad, tal como se manifiesta en otros estudios (Lunstra y col., 1978; Bongso y col., 1982; Zubieta y col., 1990; Pérez Llanos, 1992; Raji y col., 2008; Keith y col., 2009 y Barreto de Souza, 2011) y a diferencia de García y col., (2010). Y con el peso corporal. Semejante a lo hallado por Bongso y col., (1982); Raji y col., (2008), Keith y col. (2009); García y col., (2010) y Barreto de Souza (2011).

Para algunos investigadores el desarrollo testicular es influenciado por la edad y por el peso vivo del animal, independientemente de la latitud y la raza (Raji y col., 2008, Keith y col., 2009 y Barreto de Souza, 2011). Para otros, el peso incide más que la edad, porque

alcanza una correlación mayor con el tamaño testicular, sugiriendo que los animales más pesados tendrían testículos de mayor tamaño independientemente de su edad (Chemineau y col., 1984; Zubieta, 1990; Pérez Llanos, 1992).

Considerando que en general, existe alta correlación entre circunferencia escrotal, peso corporal, características seminales y edad a la pubertad (Alexopoulos y col., 1991; Chicoteau y col., 1990), hay quienes aconsejan utilizar a la circunferencia escrotal como predictor de la pubertad, por ser más fácil de evaluar que la producción espermática y la libido (Coulter y col., 1975; Lunstra y col., 1978; Braun y col., 1980; Bongso y col. 1982; Chemineau y col., 1984; Zubieta, 1990; Delgadillo y col., 1991; Barily col., 1993).

El tono testicular comenzó siendo de 3 dentro de la escala de 1 – 4 y así se mantuvo hasta el 5° mes de vida, sugiriendo que los testículos aún no se encontraban en su máxima actividad. En los meses 6° y 7° descendió a 2,5, revelando incremento de la actividad testicular y en el 8° a 2, indicando testículo activo y con buena producción espermática. No se encontraron estudios donde se haya analizado este parámetro por lo que no se han podido establecer comparaciones.

La secreción de testosterona a los 3 meses de edad fue de 1,08 ng/ml, aumentando constantemente hasta el 8° mes donde alcanzó 7,12 ng/ml.

La raza, edad y desarrollo testicular pueden provocar variaciones en el nivel y/o en el ritmo de secreción de testosterona en machos cabríos prepúberes. Sin embargo, varios investigadores registraron incrementos en la secreción alrededor de los 6 meses de edad, momento de mayor crecimiento testicular (Illius y col., 1976; Foster y col., 1978; Georgie y col., 1985; Chakraborty y col., 1989; Mehta y col., 1987; Zubieta, 1990; Xavier Eloy y col., 1998; Nishimura y col., 2000; Moura y col., 2002, Barreto de souza, 2011). Asimismo, observaron un patrón de secreción bifásico postnatal (Georgie y col., 1985; Chakraborty y col., 1989; Mehta y col., 1987; Zubieta, 1990); que podría corresponder a la disminución de actividad secretoria de las células de Leydig fetales y su sustitución por células de Leydig postnatales, que se vuelven activas, durante el desarrollo testicular cercano a la pubertad, precediendo al comienzo de la espermatogénesis, como resultado de la maduración del eje hipotálamo- hipófiso - gonadal. La reactivación de las células de Leydig, asociada con la proliferación de las células germinales, es un evento fisiológico esencial para lograr la pubertad (Nishimura y col., 2000; Moura y col., 2002).

Los niveles de testosterona se correlacionaron positivamente con edad a la pubertad, peso corporal, tamaño testicular, circunferencia escrotal y edad, confirmando que la producción de esta hormona aumenta paralelamente al desarrollo testicular y a la edad del animal.

En consecuencia, Ózsar y col. (1990) recomiendan utilizar la concentración de testosterona junto con la libido y el tamaño testicular para determinar si un macho está en condiciones de reproducirse.

## CONCLUSIONES

En las presentes condiciones de trabajo se puede concluir que en machos cabríos mestizos Criollos locales x Anglo Nubian de la región sur de Córdoba, Argentina:

\*Los primeros espermatozoides aparecen en el eyaculado cuando los machos tienen aproximadamente a los  $158,22 \pm 7,4$  días de edad,  $17,64 \pm 1,20$  Kg de peso vivo,  $14,63 \pm 0,79$  cm de circunferencia escrotal y  $2,46 \pm 0,31$  ng/ml de testosterona sérica.

\*El inicio de la pubertad se produce alrededor de los  $232,77 \pm 29,20$  días de edad, cuando los reproductores alcanzan aproximadamente  $26,18 \pm 2,07$  Kg de peso vivo,  $21,43 \pm 1,30$  cm de circunferencia escrotal y  $6,89 \pm 0,64$  ng/ml de testosterona sérica.

\*El desarrollo corporal, el tamaño testicular y los niveles de testosterona inciden positivamente sobre la edad a la pubertad.

## AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ciencia y Tecnología (SeCyT) de la Universidad Nacional de Río Cuarto por financiar el proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABI SAAB, S.; F. T. SLEIMAN; K. H. NASSAR; I. CHEMALY & R EL-SKAFF. 1997. Implication of high and low protein levels on puberty and sexual maturity of growing male kids. *Small Ruminants Research*.25: 17 - 22.
- AHMAD, N. & D. E. NOAKES. 1996. Seasonal variations in the semen quality of young British goats. *Brit. Vet. J.*, 152: 225-236.
- ALEXOPOULOS, K.; A. KARAGIANNIDIS & P. TSAKALOF. 1991. Development of Macroscopic and Microscopic characteristics of ejaculates from Chios, Serres and Karaguniki Breed Lambs. *Theriogenology* 36: 667 - 677.
- ALMEIDA, A. M.; L. M. SCHWALBACH & L. A. CARDOSO. 2007. Scrotal, testicular and semen characteristics of young Boer bucks fed winter veld hay: the effect of nutritional supplementation. *Small Ruminants Reseach*. 73: 216 - 220.
- AMANN, R. P.; B. D. SCHANBACHER.1983. Fisiología de la reproducción masculina. *Journal of Animal Science*. 57 (2): 380 - 403.
- BARIL G. P.; Y. CHEMINEAU; Y. COGNIE; B. GUÉRI; P. LEBOEUF, P. ORGEUR & J. VALLET. 1993. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. FAO, Roma. 231 Pag.
- BARRETO DE SOUZA, L. E.; J.FERREIRA DA CRUZ.; M. REZENDE TEIXEIRA NETO; R. SANTOS NUNES. & M. H. COELHO CRUZ. 2011. Puberty and sexual maturity in Anglo-Nubian male goats raised in semi-intensive system. *R. Bras. Zootec*.40 (7). 1533 – 1539.
- BILASPURI., G. S.; K. SINGH. 1992. Developmental changes in body weight and testicular characteristics in Malabari goat kids. *Theriogenology*. 37: 507 – 520.



- BLOCKEY, M. A. 1977. A Technical Manual on the Examination of Bulls for Breeding Soundness. The Bull Book, Dpt. Agr. Hamilton, Victoria, Australia.
- BONGSO, T. A.; M. R. JAINUDEEN & A. SITI ZABRAH. 1982. Relationship of scrotal circumference to age, body weight and onset of spermatogenesis in goats. *Theriogenology*. 18 (5): 513 - 524.
- BRAUN, W. F.; J. M. THOMPSON & C. V. ROSS. 1980. Ram scrotal circumference measurements. *Theriogenology*. 13 (3): 221 - 229.
- CHAKRABORTY, P. K.; L. D. STUART & L. L. BROWN. 1989. Puberty in the male Nubian goat: Serum concentrations of LH, FSH and testosterone from birth through puberty and semen characteristics at sexual maturity. *Anim. Reprod. Sci.* 20: 91 – 101.
- CHEMINEAU, P.; J. M. BOCHE; E. SHITALOU & D. GAUTBIER. 1984. Testicular growth of young Creole bucks: mathematical model and Relationships with sexual behaviour. 10th mt. Congr. on Anim. Reprod. and AI. Illinois, Urbana. USA. 166 - 168.
- CHEMINEAU, P. 1986. Sexual behaviour and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. II. Male mating behaviour, testis diameter ejaculate characteristics and fertility. *Reprod. Nutr. Develop.* 26: 453 - 460.
- CHEMINEAU, P. 1993. Reproducción de las cabras originarias de las zonas tropicales. *Rev. Latamer. Peq. Rumiantes*. 1: 2 - 13.
- CHENTOUF, M.; J. L. BISTERB, B. BOULANOUAR. 2011. Reproduction characteristics of North Moroccan indigenous goats. *Small Ruminant Research*. 98: 185–188.
- CHICOTEAU, P.; D. THIOMBIANO; Y. BOL & C. CLOE. 1990. Contribution à l'étude de la puberté chez les bovins de race Baoulé. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*. 43: 535 - 539.
- COULTER, G. H.; L. L. LARSON, & R. H. FOOTE. 1975. Effect of age on testicular growth and consistency of Holstein and Angus bulls. *J. Anim. Sci.* 41(5): 1383 - 1389.
- DAZA ANDRADA, A. 1997. Reproducción y sistemas de explotación del ganado ovino. Mundi Prensa, Madrid. 250 Pág.
- DE LA VEGA, A. C.; O. E. ARCE & O. R. WILDE. 2010. Desarrollo corporal y testicular en caprinos Criollos serranos de diferentes épocas de nacimiento. *Arch. Zootec.* 59 (226): 291-294.
- DELGADILLO, J. A.; B. LEBOEUF & P. CHEMINEAU. 1991. Decrease in the seasonality of sexual behaviour and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology* 36: 755–770.
- DELGADILLO J. A., B. MALPAUX & P. CHEMINEAU. 1997. La reproduction des caprins dans les zones tropicales et subtropicales. *INRA Prod. Anim.* 10 (1): 33-41.
- DELGADILLO, J. A.; M. A. SANTIAGO-MIRAMONTES; E. CARRILLO. 2007. Season of birth modifies puberty in female and male goats raised under subtropical conditions. *Animal*. 1 (6): 858-864.
- ELWISHY, A. B. & S. A. ELSAWAF. 1971. Development of sexual activity in male Damascus goats. *Indian Journal of Animal Science*. 41: 350 – 356.
- FOSTER, D. L.; I. H. MKKELSON.; K. D. RYAN.; G. A. COON.; R. A. DRONGOWSKI & J. A. HOIT. 1978. Ontogeny of pulsatile Luteinizing Hormone and testosterone secretion in male lambs. *Endocrinology* 102 (4): 1137-1146.



- FREITAS V. J. F; E. S. LOPES-JUNIOR; C. S. B. D'RONDINA, H. O. SALMITO-VANDERLEY; [http://www.smallruminantresearch.com/article/S0921-4488\(03\)00282-7/abstract](http://www.smallruminantresearch.com/article/S0921-4488(03)00282-7/abstract) A. A. SIMPLÍCIO; G. BARIL & J. SAUMANDE. 2004; Puberty in Anglo-Nubian and Saanen female kids raised in the semi-arid of North-eastern Brazil. *Small Ruminant Research*. 53 (1):167 – 172.
- FURTOSS, V.; I. DAVID; B. LEBOEUF; P. GUILLOUET; P. BOUÉ & L. BODIN. 2009. Genetic and non-genetic parameters of several characteristics of production and semen quality in young bucks. *An. Reprod. Sci.* 110: 25 – 36.
- GALINA, M. A. 1995. Sistema de producción en pequeños rumiantes. Edit. Agrosys, Colima, México – Ottawa, Canadá. 170 Pg.
- GALLEGO L.; A. TORRES & G. CAJA. 1994. Ganado ovino raza Manchega. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. 93 - 98 Pág.
- GARCÍA, O. A.; F. G VÉLIZ DERAS; E. CARRILLO CASTELLANOS. & R. RIVAS MUÑOZ. 2010. Determinación del inicio de la pubertad en machos cabríos de la raza alpino nacidos en invierno en el subtrópico mexicano. Disponible en:
- URL:<http://www.engormix.com/MA-ovinos/articulos/determinacion-inicio-pubertad-machos-t3060/p0.htm>.
- GAUTHIER, M.; J. PIERSON & M. DROLET. 2001. Sexual maturation and fertility of male Nigerian Dwarf goat (*Capra hircus*) clones produced by somatic cell nuclear transfer. *Cloning and Stem Cells*. 3 (3):151 - 163.
- GEORGIE, G. C.; S. N. MEHTA; V. DIXIT.; B. P. SENGUPTA & A. S. KANAUIA. 1985. Peripheral plasma Testosterone levels in two indian breed of goats and heir reciprocal crosses. *An. Repr. Sci.* 9: 95-98.
- GIBBONS, A., M. CUETO; M. R. LANARI & E. DOMINGO. 2009. Pubertad en cabritos Criollo Neuquinos de la Patagonia Argentina. *Arch. Zootec*, 58: 129 - 132.
- HAHN, J.; R.H. FOOTE & G.E. SEIDEL. 1969. Testicular growth and related sperm output in dairy bulls". *J. Anim. Sci.* 29 (4) 1 - 47.
- HELBIG, L., M. R. WOODBURY; J. C. HAIGH. & A. D. BARTH. 2007. The onset of puberty in North American bison (*Bison bison*) bulls. *Animal Reproduction Science*, 97: 12 -24.
- ILLIUS, A. W.; N. B. HAYNES; K. PURVIS & G. E. LAMMING. (1976). Plasma concentrations of testosterone in the developing ram in different social environments. *J. Reprod. Fert.* 48: 17 - 24.
- INFOSTAT. 2012. Software estadístico, versión 2012. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Disponible en:
- URL: <http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=46>.
- KEITH, L.; C. OKERE; S. SOLAIMAN. 2009. Accuracy of predicting body weights from body conformation and testicular morphometry in pubertal boer goats. *Research Journal of Animal Science*. 3 (2): 26 - 31.
- LOUW, D.F.J. & D. M. JOUBERT. 1964. Puberty in the male Dorper sheep and Boer goat. *S. Afr. J. Agric. Sci.* 7: 509 – 520.
- LUNSTRA, D. D.; J. J. FORD & S. E. ECBTERNKAMP. 1978. Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.* 46 (4): 1054 - 1062.
- MADANI, M. O. K. & M. S. RAHAL. 1988. Puberty in Libyan mate goats. *Anim. Reprod. Sci.* 17: 207 - 216.

- MADANI M. O.; RAHAL M. S.; ZAWIA M. T. & B. A. ELUWHAISHI. 1989. Puberty and early sexual development in libyan fat-tailed ram lambs. *British Veterinary Journal* 145 (3): 276 - 287.
- MANCIO, A.B.; L.L. SANTIAGO; R.H.T GOES; L.F. MARTINS; P.R. CECON.2005. Perímetroscrotal e idade à puberdadeem ovinos Merino Atralianosubmetidos a diferentes regimes alimentares. *Acta Animal Science*, 27 (4)449-457.
- MEHTA, S. N.; G. C. GEORGIE; V. P. DÍXIT; M M. GALHOTRA & A. S. KANAUIA. 1987. Plasma testosterone and gonadotrophin levels up lo puberty in Black Bengal mate kids. *Indian J. Anim. Sci.* 57 (6): 517 - 521.
- MOURA, A. A.; G. C. RODRIGUES & R. MARTINS FILHO. 2002. Desenvolvimento ponderal e testicular, concentrações periféricas de testosterona e características de abate em touros da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31 (2): 934 - 943.
- Nutritional Research Council (NRC). 2007. Disponible en URL: <http://sites.nationalacademies.org/NRC/>
- NISHIMURA, S.; K. OKANO; K. YASUKOUCHI; T. GOTOH; S. TABATA & H. IWAMOTO. 2000. Testis developments and puberty in the male Tokara (Japanese native) goat. *Anim. Reprod. Sci.*, 64: 127 - 131.
- ÓZSAR, S; B. GIIVEN; M. CELEBI; G. KAIKANDELEN & D. F. VAN DE WIEL. 1990. Testosterone and LH concentrations in the male Angora goat during puberty. *Anim. Reprod.Sci.* 23, 3: 19 - 326.
- PÉREZ LLANOS, B. 1992. Estudio de los parámetros de valoración del rendimiento reproductivo en macho cabrío de las razas Verata y Malagueña. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 187 pg
- PIJOAN A. P. J.; A. A. GARCIA & T. J. DE LUCAS. 1987. Determinación de la pubertad en corderos y corderas Suffolk nacidos en dos épocas, bajo las condiciones del altiplano Mexicano. *Técnica Pecuaria en México* 25: 302 - 307.
- RABASA, A., J. FERNÁNDEZ & S. SALDAÑO. 2001. Parámetros reproductivos de una majada caprina con manejo tradicional en el dpto. Río Hondo. *zootecniatrop*.19: 81 - 87.
- RAJI, A.O.; J. U. IGWEBUIKE; J. ALIYU. 2008. Testicular biometry and its relationship with body weight of indigenous goats in a semi arid region of Nigeria. *Journal of Agricultural and Biological Science*. 3 (4): 6 - 9.
- ROA, J. & M. TENA SEMPERE.2010. Energy balance and puberty onset: emerging role of central mTOR signaling. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 21 ( 9): 519 – 578.
- ROMEO, R. D.; H. RICHARDSON. & C. L. SISK. 2002. Puberty and the maturation of the male brain and sexual behavior: Recasting a behavioral potential. *Neuroscience and Behavioral Reviews*. 26: 379 - 389.
- SANTOS, F. C. B.; B. B. SOUZA; C. E. P. ALFARO. 2005. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do nordeste brasileiro. *Ciência e Tecnologia*. 29 (1): 187 - 199.
- SILVA, E. M. N.; B. B. SOUZA; G. A. SILVA. 2006. Avaliação da adptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. *Ciência e Agrotecnologia*. 30 (3): 516 - 521.
- SENGER P. L. 1999. Pathways to pregnancy and partition. *Current Conceptions*. INC. 102 - 186.

- SKALET, L. H.; H. D. RODRIGUES,;H. O. GOYAL,; M. A. MALONEY, M. A.; M. M. VIG & R. C. NOBLE. 1988. Effects of age and season on the type and occurrence of sperm abnormalities in Nubian bucks. Am. J. Vet. Res. 49 (8): 1284 - 1289.
- TROCONIZ J F; J. BELTRAN; H. BASTIDAS; H. LARREAL & P. BASTIDAS. 1991. Testicular development, body weight changes, puberty and semen traits of Guzerat and Nellore bulls. Theriogenology 35: 815 - 825.
- VERA, T., CHAGRA DIB, P. Y D. LEGUIZA. (2002a). Influencia de la época del año sobre los valores de circunferencia escrotal de machos caprinos Criollos biotipo regional de los llanos de La Rioja. Disponible en:
- URL:  
[www.inta.gov.ar/larioja/info/documentos/ganaderia/caprinos/Art\\_cap11.htm](http://www.inta.gov.ar/larioja/info/documentos/ganaderia/caprinos/Art_cap11.htm). 2 pp.
- VERA, T.; D. B. CHAGRA; P. DIBD & D. LEGUIZA. 2002b. Evolución de la circunferencia escrotal en caprinos Criollos biotipo regional, en los llanos de La Rioja. Disponible en:
- URL:  
[www.inta.gov.ar/larioja/info/documentos/ganaderia/caprinos/Art\\_cap11.htm](http://www.inta.gov.ar/larioja/info/documentos/ganaderia/caprinos/Art_cap11.htm). 2 pp.
- VILLAQUIRAN, M.; T. GIPSON; R. MERKEL; A. GOETSCH & T. SAHLU. 2005. Body Condition Scores in Goats. Proc. 22nd Ann. Goat Field Day, Langston, University Langston, OK. 125 – 131.
- WALKDEN-BROWN, S. W.; F. BOCQUIER 2000. Nutritional regulation of reproduction in goats. 7th International Conference on Goats. France. 389 - 395.
- WOOD, R. I.; F. J. EBLING; H. I'ANSON & D. L. FOSTER. 1991. The timing of neuroendocrine sexual maturity in the male lamb by photoperiod. Biology of Reproduction 45: 82 – 88.
- XAVIER ELOY, A.M.X; C.T.F LIMA; M.A.L. OLIVEIRA 1986. Aspectos andrológicos em caprinos da raça Anglonubiana. Caderno Ômega, 2: 17- 32.
- XAVIER ELOY, A.M. & J. SANTA ROSA. 1998. Perfis plasmáticos de testosterona durante a pubertad de machos caprinos da raga Moxotó. Pesquisa Agropec. Brasileira 33 (10): 1730 - 1738.
- ZUBIETA, M. 1990. Evolución y valoración de la actividad funcional en machos reproductores caprinos durante su desarrollo. Tesis Master. Zaragoza.

### REDVET: 2017, Vol. 18 N° 10

Este artículo Ref. 101728\_RED VET (101017\_cabritos1) está disponible en  
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101017.html>  
 concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101017/101728.pdf>

**REDVET®** Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) <http://www.veterinaria.org> y con  
**REDVET®**- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>