

DETERMINACIÓN DE LA ENTRADA EN PUBERTAD EN CABRAS BLANCAS CELTIBÉRICAS NACIDAS EN OTOÑO MEDIANTE OBSERVACIÓN DE CELOS Y ANÁLISIS DE PROGESTERONA

L. Torrano

J. Valderrábano

Servicio de Investigación Agroalimentaria
Apdo. 727. 50080 Zaragoza

España

RESUMEN

La entrada en pubertad de la cabra Blanca Celtibérica se evaluó sobre un grupo de 34 chotas nacidas en otoño a partir de la evolución de la secreción de progesterona plasmática y el comportamiento de celo desde los 6 meses hasta los 11 meses de edad.

Veintiséis chotas (76,5%) alcanzaron la pubertad durante el período de estudio. El 80,8% de los animales cíclicos presentó un ciclo inicial de duración normal (20,6 días) con comportamiento de celo asociado a la primera ovulación en la mayoría de los animales. El 15,4% de las chotas cíclicas presentó un ciclo ovárico inicial de corta duración (8,7 días de separación de dos celos consecutivos) previo a un ciclo normal.

El peso medio de los animales cíclicos en el momento de alcanzar la pubertad fue de $28,3 \pm 0,59$ kg PV, significativamente superior ($p < 0,001$) al peso al final del estudio (11 meses de edad) de las chotas que quedan impúberes ($22,2 \pm 0,91$ kg PV). El solapamiento de estas dos poblaciones indica la exigencia de un peso mínimo de $24,4 \pm 0,51$ kg PV con un intervalo de confianza del 95% para llegar a la pubertad. El comienzo de la ciclicidad se alcanzó a una edad media de $306 \pm 3,5$ días (10 meses), en los meses de Septiembre y Octubre, coincidiendo con la época reproductiva del ganado caprino adulto. Estos resultados sugieren una interdependencia entre tamaño corporal y fotoperíodo en la cabra Blanca Celtibérica para poder alcanzar la pubertad, lo que conlleva ventajas de manejo en la cría de las chotas nacidas en otoño al evitarse gestaciones precoces tras la introducción de machos en la cubrición de primavera.

Palabras clave: Caprino. Madurez sexual. Ciclicidad. Fotoperíodo.

SUMMARY

DETERMINATION OF THE ONSET OF PUBERTY IN AUTUMN-BORN BLANCA CELTIBERICA GOATS FROM OESTRUS BEHAVIOUR AND PROGESTERONE ANALYSIS

The onset of puberty in Blanca Celtibérica goat was evaluated in 34 autumn-born female kids by plasma progesterone determinations and oestrus behaviour from 6 to 11 months of age.

Twenty-six kids attained puberty for the study period. An 80.8% of cyclic animals had a first cycle of normal duration (20.6 days) with oestrus behaviour at first ovulation for the majority of kids. A 15.4% of cyclic kids showed an initial ovarian cycle of short duration (8.7 days between two consecutive oestrus) before a normal oestral cycle.

Mean liveweight of cyclic goats at puberty (28.3 ± 0.59 kg LW) was significantly higher ($p < 0.001$) than that of the animals that did not attained puberty by the end of the study (22.2 ± 0.91 kg LW). Liveweight overlapping of the two populations suggests that a minimum 24.4 ± 0.51 kg body weight, with a 95% confidence interval, is required to Blanca Celtibérica goats to reach puberty. Puberty was reached at 10 months (306 ± 3.5 days) of age in autumn, when adult goats are in breeding season. These results suggest a body size-photoperiod interaction in Blanca Celtibérica goats to attain puberty and this interdependence provides management advantages to prevent precocious pregnancies in autumn-born kids at the next spring mating.

Key words: Caprine. Sexual maturity. Cyclicity. Photoperiod.

Introducción

En condiciones de clima templado, las señales nutritivas y el fotoperíodo actúan en armonía para sincronizar la activación generadora de pulsos de GnRH en el cerebro que dan lugar, en las especies animales estacionales, a la aparición de la pubertad. Estas señales aseguran que dentro de las limitaciones impuestas por los cambios circunales del medio, el tamaño corporal al inicio de la pubertad sea apropiado para garantizar el éxito del proceso reproductivo (CLARE y ROBINSON, 1994).

La interdependencia entre tamaño corporal y estación reproductiva para alcanzar la pubertad se hace muy evidente en el caso de genotipos muy estacionales, como la cabra de Angora. En esta raza, la pubertad aparece, generalmente, en el segundo otoño, pero con crecimientos rápidos en los primeros meses de vida, la pubertad se manifiesta en el primer otoño (VALDERRABANO, datos sin publicar). En condiciones naturales, los partos de la mayoría de las razas caprinas en zonas templadas tienen lugar en primavera, durante los períodos de luz creciente, y la pubertad tiene lugar, ge-

neralmente, a edades relativamente tempranas durante los períodos de luz decreciente del primer otoño. En el caso de razas explotadas en condiciones extensivas, como la cabra Blanca Celtibérica, los ganaderos tienden a concentrar los partos en otoño para beneficiarse de los mejores precios del mercado de cabritos a final del año. En estas condiciones de explotación, resulta de especial interés determinar el inicio de la actividad reproductiva en las hembras de reposición así como los factores a los que va asociado, debido a que las gestaciones precoces, que afectarían negativamente a la futura vida reproductiva del rebaño, suponen habitualmente una complicación en el manejo.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el inicio de la pubertad en chotas de raza Blanca Celtibérica nacidas en otoño y su asociación con la evolución del peso vivo, la edad y el fotoperíodo.

Material y métodos

Este estudio se realizó en el Valle Medio del Ebro, situado a una altitud de 220 m y

con unas coordenadas de 41° 40' latitud N y 1° 10' de longitud E. La precipitación media anual es de 305 mm y la temperatura media anual en el área de estudio es 14,9 °C, con un rango medio de mínimas y máximas de -6 °C (febrero) a 39 °C (julio).

Se utilizaron 34 chotas de raza Blanca Celtibérica de 6 meses de edad y $19,9 \pm 0,59$ kg PV, nacidas en el mes de noviembre. El seguimiento se realizó desde el mes de mayo hasta el mes de octubre (11 meses de edad). Durante todo el período los animales permanecieron con un macho vasectomizado provisto de arnés marcador, determinándose el comportamiento de estro diariamente. Los animales estuvieron rotando por parcelas de alfalfa y polifitas, y recibían suplementación con heno y/o cebada cuando la disponibilidad forrajera de las praderas era escasa.

La aparición de la pubertad (inicio de la ciclicidad) se determinó mediante el análisis de progesterona plasmática. Para ello, se realizó una extracción de sangre semanal por punción en vena yugular, a lo largo de todo el período de estudio. La sangre se recogió mediante tubos de vacío heparinizados y el plasma recuperado postcentrifugación fue congelado a -20°C para su posterior análisis. La concentración de progesterona plasmática fue determinada por RIA utilizando Kits CoatRIA Biomerieux. La sensibilidad fue establecida en 0.05 ng/ml y los coeficientes de variación intra e interanálisis 15.3 y 18.6%, respectivamente (GARBAYO, 1990). Para cada animal se analizaron las muestras de plasma correspondientes a la época que presentaba celo (aproximadamente 10 muestras/animal, 4 antes y 6 después del primer celo). Cuando los animales no mostraron signos de celo se analizaron las muestras correspondientes al período de salida en celo de las chotas cíclicas y se extendió hasta el final del ensayo.

Se ha considerado como inicio de la ciclicidad la fecha de la muestra anterior a la primera en que la concentración de progesterona excedió 0,3 ng/ml a la que seguía un período de 5 muestras en el que no hubo dos consecutivas cuya concentración fuese inferior a 0,3 ng/ml. Las curvas medias de concentración de progesterona se construyeron a partir del muestreo considerado como inicio de la pubertad como fue definido antes.

Los animales fueron pesados al inicio del ensayo y posteriormente con una frecuencia de 14 días. La velocidad de crecimiento se calculó para el período comprendido entre los 6 meses de edad y la última fecha de pesada en que no hubo ninguna cabra púber mediante regresión lineal entre peso vivo y día.

Resultados

Veintiséis de las 34 chotas (76,5%) alcanzaron la pubertad durante el período de observación. La concentración de progesterona plasmática en las chotas que no entraron en ciclicidad permaneció en niveles basales ($0,05 \pm 0,008$ ng/ml, e inferior a 0,1 ng/ml) durante el ensayo. En los animales que alcanzaron la pubertad, las curvas construidas a partir de los niveles de progesterona plasmática muestran que los niveles basales previos a la entrada en ciclicidad se mantuvieron constantes, en torno a $0,05 \pm 0,005$ ng/ml y, se observaron dos tipos principales de patrones en el inicio de la pubertad. El 80,8% de las hembras cíclicas presentaron ciclos normales (figura 1), con un nivel máximo de progesterona de $1,38 \pm 0,108$ ng/ml y un intervalo entre el primer y segundo celo de $20,6 \pm 1,02$ días. En este grupo, hubo dos chotas que no

mostraron comportamiento de celo en todo el período y una chota no presentó celo en la primera ovulación, pero sí en la siguiente fase folicular.

Un segundo grupo de chotas, constituido por el 15,4% de los animales cíclicos, mostró un ligero aumento del nivel de progesterona ($0,13 \pm 0,021$ ng/ml) previo a un ciclo normal (nivel máximo de $1,42 \pm 0,280$ ng/ml); tres chotas de este grupo mostraron dos celos consecutivos separados por $8,7 \pm 1,20$ días en torno al ligero aumento de progesterona (figura 2), mientras que en un animal no se detectó celo en ningún momento.

Por último, un animal fue excepción a estos dos patrones descritos; durante 5 controles consecutivos presentó niveles de progesterona plasmática superiores a 1 ng/ml y únicamente mostró celo antes de la primera fecha con concentración de progesterona mayor de 1 ng/ml.

Los animales mostraron una buena agrupación en la llegada a la pubertad (figura 3). La pubertad se inició el 7 de septiembre en el 38,2% de los animales, a una edad de $295 \pm 2,5$ días y al final del ensayo, el 76,5% de los animales presentaron ciclicidad. La edad media de entrada en ciclicidad fue de $306 \pm 3,5$ días (10 meses), con un

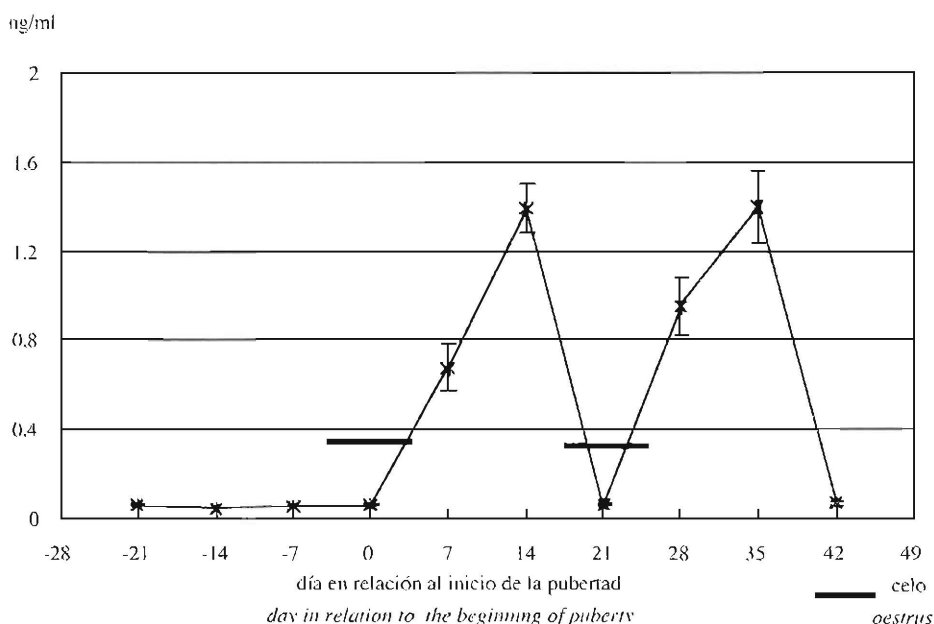


Figura 1. Evolución de la concentración de progesterona en chotas Blancas Celtibéricas que presentaron ciclos normales a la entrada en pubertad ($x \pm E.S.$)
 Figure 1. Evolution of progesterone concentration in Blanca Celtibérica goats showing normal cycles at the onset of puberty ($x \pm S.E.$)

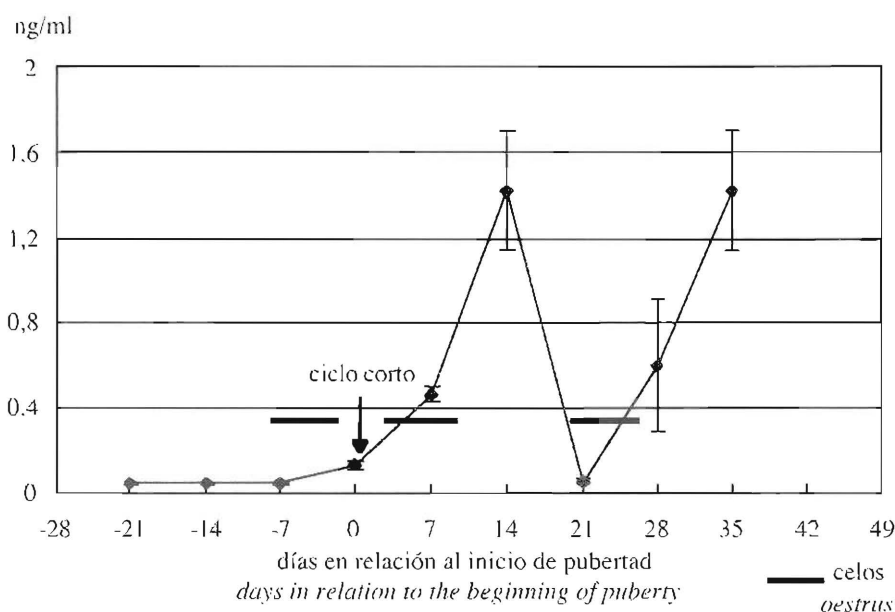


Figura 2. Evolución de la concentración de progesterona en chotas Blancas Celtibéricas que presentaron un ciclo corto previo a un ciclo normal a la entrada en pubertad ($x \pm E.S.$)

Figure 2. Evolution of progesterone concentration in Blancas Celtibéricas goats showing a short cycle before a normal cycle at the onset of puberty ($x \pm E.S.$)

peso medio de $28,3 \pm 0,59$ kg PV. El peso vivo adulto de las cabras de esta raza se ha estimado en 52 kg PV, lo que indica que este grupo de chotas ha necesitado alcanzar de media el 54,4% del peso vivo adulto para iniciar la pubertad.

El peso medio al inicio del estudio y la ganancia media diaria desde el inicio del estudio hasta la fecha de la última pesada en que no hubo ninguna cabra púber en el grupo de chotas que alcanzaron la pubertad ($21,0 \pm 0,54$ kg PV y $76,9 \pm 6,46$ g/día) fueron significativamente superiores ($p < 0,001$ y $p < 0,1$) a los valores registrados en los animales que no alcanzaron la pubertad ($16,3 \pm 1,06$ kg PV y $54,9 \pm 10,02$ g/día).

Por tanto, en el momento en que se inicia la pubertad, el peso de las chotas que no entran en ciclicidad ($21,4 \pm 0,82$ kg PV) fue significativamente inferior ($p < 0,001$) al peso medio de las chotas púberes ($28,0 \pm 0,58$ kg PV), y dicha diferencia se mantuvo hasta el final del estudio (figura 3).

Con el fin de determinar el peso umbral a la entrada en pubertad, se analizó la población resultante del solapamiento de la población que mostró ciclicidad en el momento de alcanzar la pubertad y la formada por las hembras que se mantuvieron impúberes al final del ensayo. Esta nueva población presentó una distribución de pesos vivos entre 23 y 26 kg y la media fue

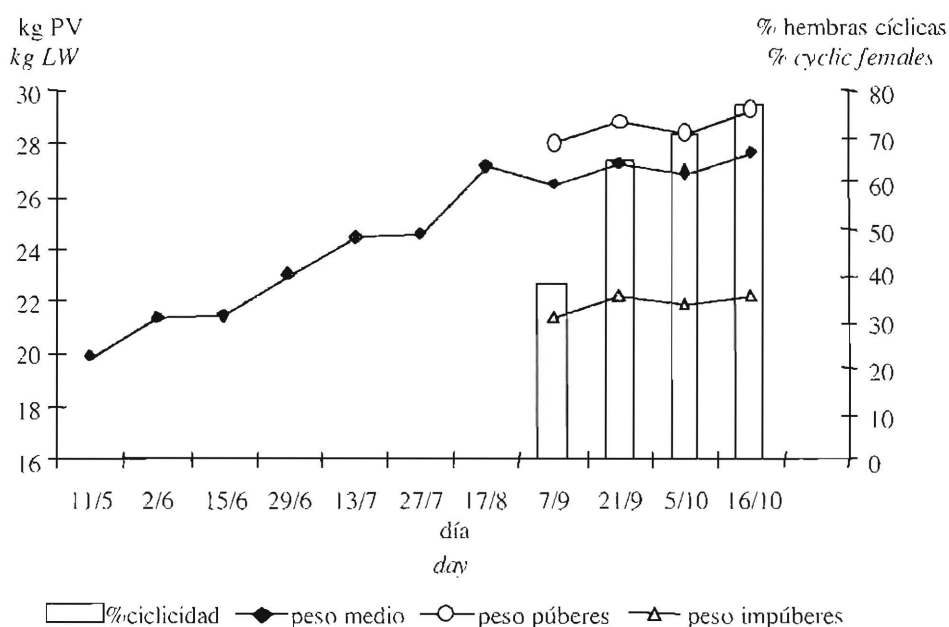


Figura 3. Evolución del peso vivo medio, peso de púberes, peso de impúberes y % acumulativo de hembras cíclicas

Figure 3. Evolution of mean liveweight, of cyclic and non cyclic females and accumulative percentage of cyclic ones

de $24,4 \pm 0,51$ kg PV con un intervalo de confianza del 95% de probabilidad.

Discusión

Los resultados obtenidos sugieren la existencia de dos patrones principales del ciclo estral en la entrada en la pubertad. En primer lugar, en la mayor parte de los animales en los que la pubertad se presentó a lo largo del estudio, se manifiesta un ciclo estral inicial de duración normal, con comportamiento de celo en la mayoría de las cabras en la primera ovulación. En un menor número de chotas púberes, el ligero aumento del nivel de progesterona plasmá-

tica previo a un incremento normal, unido al hecho de que 3 de las chotas mostraron dos celos consecutivos separados por un intervalo de 9 días en torno a dicho ligero aumento, sugiere la existencia de un ciclo corto previo a un ciclo normal en estos animales. La excepción señalada a estos dos patrones descritos (1 animal) podría reflejar un ciclo de duración larga o bien, podría enmascarar una fase folicular intermedia que el tipo de muestreo semanal no ha permitido detectar. No obstante, la manifestación de celo solamente en la primera ovulación parece sugerir que se ha producido un tipo de ciclo estral de duración superior a lo normal, descrito en el ganado caprino por RICORDEAU *et al.* (1984).

El bajo porcentaje de animales con ciclo corto previo al ciclo normal contrasta con un elevado porcentaje de cabras adultas que sometidas a "efecto macho" en anestro estacional presentaban inicialmente un ciclo corto tras el estímulo del macho en la raza Blanca Celtibérica (FOLCH *et al.*, 1993) y cabra de Angora (LORENZO *et al.*, 1996). La causa de cuerpos lúteos de corta duración parece ser una elevada concentración de receptores endometriales a la oxitocina debido a la escasez de progesterona por ausencia de fase lútea anterior (HUNTER, 1991), condición que se cumple en animales pre-púberes y en anestro estacional o de lactación. No obstante, en la cabra British Saanen, AMOAH y BRYANT (1984) observaron en el total de los animales púberes un primer ciclo normal en el momento de alcanzar la pubertad, sin estar precedido de ciclo corto. Tanto en nuestro estudio como en el de Amoah y Bryant, las chotas comenzaron a ciclar en plena época reproductiva del ganado adulto y una posible causa de la baja aparición de ciclos cortos podría ser una menor concentración de oxitocina, al haberse comprobado que la concentración de oxitocina disminuye conforme avanza la estación reproductiva (FREEMAN y CURRIE, 1985) o que el ritmo de tomas de sangre fue insuficiente para detectar dichos ciclos cortos.

El ganado caprino en zonas templadas presenta un anestro estacional que se extiende, generalmente, desde el mes de Marzo hasta Julio (LEITAO *et al.*, 1987; CHEMINEAU, 1981). El momento en que se alcanzó la pubertad en los animales de este estudio (Septiembre-Octubre) tuvo lugar en la época reproductiva del ganado caprino adulto, resultado que coincide con el obtenido por RICORDEAU *et al.* (1984) a partir de registros de explotaciones de cabras lecheras, quien determinó que el inicio de la

estación sexual de las chotas comenzaba entre fin de agosto y el principio de septiembre, 20-30 días después del inicio de la estación sexual en cabras adultas. Asimismo, chotas Serrana Portuguesa alcanzaban la pubertad entre fin de julio y comienzo de octubre (HORTA *et al.*, 1987) y cabras British Saanen, entre agosto y octubre (AMOAH y BRYANT, 1984). Esto sugiere, que en la raza Blanca Celtibérica, al igual que en otras razas caprinas, la pubertad ocurre generalmente durante la estación de reproducción de los animales adultos.

El peso vivo significativamente superior de los animales cíclicos respecto al peso del grupo de chotas que no alcanzaron la pubertad sugiere que en este ganado, como se ha señalado para otras razas caprinas (FASANYA *et al.*, 1992; WOLDE-MICHAEL *et al.*, 1989), un peso umbral de 24,4 kg (equivalente al 47% del peso vivo adulto) puede estar implicado en la llegada a la pubertad. El hecho de que el peso de las chotas que alcanzaron la pubertad fuera en algunos animales superior a este peso umbral, sugiere que el fotoperíodo ha podido limitar su entrada en pubertad con anterioridad. En este sentido, CLARE y ROBINSON (1994) señalan que para alcanzar la pubertad, ni las señales nutritivas o fotoperiódicas tienen prioridad, pero ambas son requeridas para tener estímulo.

Estos resultados sugieren que la cabra Blanca Celtibérica presenta una interdependencia entre tamaño corporal y fotoperíodo para alcanzar la pubertad. Las chotas nacidas en otoño pueden alcanzar la pubertad en el siguiente otoño si han alcanzado un peso vivo superior a $24,4 \pm 0,51$ kg en dicha época. Esta interacción fotoperíodo-peso vivo sugiere una importante ventaja en relación al manejo de estos animales, ya que la cría de las chotas nacidas en otoño puede realizarse con el resto del rebaño sin

que se produzcan gestaciones precoces tras la introducción de machos en la cubrición de primavera.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Jose Luis Alabart su constructiva discusión y sugerencias en la elaboración del manuscrito y a Pilar Sánchez, por la realización de las determinaciones hormonales. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INIA SC93-052.

Bibliografía

- AMOAH E.A., BRYANT M.J., 1984. Effect of pattern of lighting and time of birth on occurrence of puberty in female goat kids. *Anim. Prod.*, 38, 83-89.
- CHEMINEAU P., 1981. Eficiencia reproductiva de cabras de carne Criollas en asociación permanente con machos. *Proc. 8th Reun. Asoc. Lat. Am. Prod. Anim.*, Santo Domingo, abstr. F-50.
- CLARE L.A., ROBINSON J.J., 1994. The role of nutrition and photoperiod in the timing of puberty. *Proc. of the Nutr. Soc.*, 53, 89-102.
- FASANYA O.O.A., MOLOKWI E.C.I., EDUVIE L.O., DIM N.I., 1992. Dietary supplementation in the Savanna Brown goat. 1. Effect on attainment of puberty in the doe. *Anim. Repr. Sci.*, 29, 157-166.
- FOLCH J., GONZÁLEZ F., ALABART J.L., 1993. "Efecto macho" en cabras Blanca Celtibérica. *I.T.E.A.*, vol. extra, nº 12, 454-455.
- FREEMAN L.C., CURRIE W.B., 1985. Variation in the Oxytocin content of caprine corpora lutea across the breeding season. *Theriogenology*, 23(3), 481-486.
- GARBAUOP J.M., 1990. Relación entre concentración de progesterona plasmática y supervivencia embrionaria en la oveja. Tesis Master of Science C.I.H.E.A.M., junio 1990.
- HORTA A.E.M., RIBEIRO L., SANTOS P.F., 1987. Study of the onset of puberty in Serrana goats by plasma progesterone profiles-first approach. 38th Annual Meeting of the E.A.A.P., Lisboa, Portugal, 918-919.
- HUNTER M.G., 1991. Characteristics and causes of the inadequate corpus luteum. *J. Repr. Fert., Suppl.* 43, 91-99.
- LEITAO R.M., MAURICIO R., VASQUES M.I., 1987. Seasonal variation in the ovarian activity and sexual behaviour of Serrana goats. 38th Annual Meeting of the E.A.A.P., Lisboa, Portugal, 924-925.
- LORENZO I., ALABART J.L., VALDERRABANO J., 1996. Evolución de la concentración de progesterona plasmática y aparición de celos tras efecto macho en cabras de Angora en anestro estacional. *I.T.E.A.*, 92A(1), 3-9.
- RICORDEAU G., BOUILLON J., GAILLARD A., LAJOUS A., LAJOUS D., 1984. Modalités et caractéristiques de reproduction chez les caprins. Aspects génétiques. *Bull. tech. d'inform.*, 391, 367-381.
- WOLDE-MICHAEL T., MILLER H.M., HOMES J.H.G., MCGREGOR B.A., GALLOWAY D.D., 1989. Effect of supplementary feeding and zeranol on puberty in feral Cashmere goats. *Austr. Vet. J.*, 66(4), 124-126.

(Aceptado para publicación el 26 de febrero de 1998)