

Aumento de peso e inicio de la actividad sexual en machos caprinos Criollos con distintas épocas de nacimiento en la provincia de Tucumán (R. Argentina)

Adolfo C. de la Vega*, Osvaldo E. Arce*, Juan J. Jorrat* y Oscar R. Wilde*

RESUMEN

Se estudió la influencia de la época de nacimiento y el inicio de la actividad sexual (AS) sobre el aumento de peso de machos caprinos Criollos en dos grupos de 12 animales, nacidos en primavera y en otoño, respectivamente. A los cuatro meses de edad, los animales se trasladaron al módulo experimental, iniciándose las mediciones una semana después. A los seis meses de edad, se inició el entrenamiento de los animales para la extracción de semen con vagina artificial. El estudio estadístico se realizó siguiendo la metodología de modelos lineales mixtos. Las ecuaciones de predicción definidas para el peso corporal (PC) representaron un polinomio de grado 1. Se observó un intercepto menor y una mayor pendiente en el caso de los animales nacidos en otoño que, si bien iniciaron el estudio con menor peso, a los 18 meses alcanzaron valores similares a los de los animales nacidos en primavera. Para estos últimos, se observó que la recta modelada minimizó una caída de peso que se verificó en todos los animales y que coincidió con el inicio de la AS, recuperándose este en un promedio de 40 días. Esto sería determinante para marcar una menor pendiente en la curva modelada para los caprinos nacidos en primavera. Para los nacidos en otoño, la curva real se ajustó más apretadamente a la predictiva, ya que no se observaron importantes variaciones de peso, debido al inicio más tardío de la AS. Se concluye que la época de nacimiento incide en la velocidad de aumento del PC de los animales y que el inicio de la AS en los machos provoca una caída de peso pasajera, que en el modelado realizado determina una menor pendiente.

Palabras clave: estacionalidad reproductiva, crecimiento, modelos mixtos, machos caprinos.

ABSTRACT

Weight gain and initiation of sexual activity in bucks native to Tucumán (Argentina), born at different dates

This experiment studies the influence of birth date and the onset of sexual activity (AS) on weight gain in male goats native to Tucumán (Argentina). Two groups of 12 animals, born in spring and autumn respectively, were studied. Animals were taken to an experimental site at the age of four months and measurements began a week later. Their training for semen extraction with an artificial vagina began when goats were six months old. Data were analyzed using the linear mixed models method. Body weight (PC) prediction equations represented a first degree polynomial. Data of goats born in autumn showed a lower intercept and a steeper slope than that of spring born goats, which achieved similar body weight at 18 months old, even though they had lower body weight at the beginning of the study. Goats born in spring showed greater body weight loss than was predicted by the modeled curve. This weight loss was verified in all the animals at the onset of sexual activity, but weight was later regained in an average 40 days' time. This would determine the need to soften the slope of the modeled curve for spring born goats. For autumn born goats the observed curve adjusted better with the predicted curve, because these animals did not show relevant body weight losses as a consequence of a delayed onset of sexual activity. On the basis of these results it can be concluded that birth date influences weight gain speed in male goats and that the onset of their sexual activity causes temporary body weight loss, as reflected by a less steep slope in the modeled representation.

Key words: reproductive seasonality, growth, mixed models, male goats.

* Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán. adolfofelavega@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los caprinos son reproductores estacionales de días cortos. Sin embargo, en zonas tropicales y subtropicales dicha estacionalidad es nula o poco marcada, por lo que se puede presentar actividad reproductiva todos los meses del año (Pérez Llano and Mateos Rex, 1996; Chemineau *et al.*, 1998). Esto mismo se observa en majadas locales, en las cuales se registran nacimientos a lo largo de todo el año (Molina *et al.*, 1997; Rabasa *et al.*, 2001). Chemineau (1993), trabajando con caprinos Criollos de Guadalupe, señala la ausencia de estacionalidad en individuos adultos, pero indica que es factible encontrar diferencias en la edad de comienzo de la pubertad, según la época de nacimiento de los animales.

Asimismo, existen evidencias que el peso al nacimiento de los animales está influenciado por la época de parición (de Gea *et al.*, 2005; Chagra Dib *et al.*, 2005) debido, principalmente en regiones tropicales y subtropicales, a la incidencia de las altas temperaturas sobre el consumo voluntario de los animales, cuando las hembras cumplen con el período de gestación durante el verano (Lu, 1989; Acharya *et al.*, 1995; Martín, 2002). En relación a este concepto, la época de nacimiento puede condicionar de alguna manera el desarrollo inicial de los animales. Asimismo, un peso menor en el animal recién nacido puede generar, en alguna medida, un crecimiento compensatorio (Mc Donald *et al.*, 1995; Molina *et al.*, 2007).

También es conocido el hecho de que existe vinculación entre el peso de los animales y el inicio de la actividad reproductiva. Según Senger (1999), la hembra necesita cierto grado de engrasamiento para iniciar su pubertad, y es probable que en el macho se verifique la misma situación, aunque por el momento el mismo autor expresa que “el concepto de engrasamiento para el inicio de la pubertad en los machos no es entendido” (Senger, 1999). Los procesos reproductivos necesitan de cierta cantidad de energía para llevarse a cabo, energía que no está disponible durante los primeros meses de vida del animal, ya que ella se utiliza exclusivamente para el crecimiento. El umbral de acumulación de grasa requerido no está bien determinado, pero esta acción es reconocida por el hipotálamo, ya que existen evidencias de que los pulsos de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) estarían influenciados por los niveles de glucosa y ácidos grasos en sangre (Senger, 1999).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la influencia de la época de nacimiento sobre el aumento de peso de machos caprinos Criollos y determinar si el inicio de la actividad sexual tiene alguna incidencia sobre el peso de los animales, en base al modelado de la curva de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) (Finca “El Manantial”) ubicado a 26°51' latitud Sur y 65°17' longitud Oeste y a una altitud de 440 m.s.n.m. en el pedemonte húmedo perhúmedo de la provincia de Tucumán, R. Argentina.

El pastizal natural del campo está compuesto por gramíneas, leguminosas y latifoliadas, que se alternan a lo largo del año constituyendo un tapiz vegetal compacto y con un alto grado de consociación, asegurando una cobertura de buena calidad y cantidad suficiente durante todas las estaciones. Los valores de proteína bruta varían entre 9,97% y 20,13%, según las especies analizadas, y el contenido de fibra cruda entre 27,18% y 35,00%. Los animales pastoreaban libremente por el campo, por lo que tenían una alta capacidad de selección del material consumido. Al pastoreo diario, se sumó el aporte de heno de alfalfa a voluntad durante las horas de encierre y el suministro de una ración complementaria, en base a maíz (300 g/animal/día) y harina de soja (200 g/animal/día).

Los animales eran del biotipo Criollo serrano, originarios de la zona montañosa de la provincia de Tucumán, pertenecientes a la majada experimental que la Facultad de Agronomía y Zootecnia poseía en el Campo Experimental Regional (CER) Leales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), ubicado en la llanura deprimida, a 27°11' latitud Sur y 65°17' longitud Oeste.

Dos grupos de 12 machos se diferenciaron de dicha majada: uno de ellos compuesto por caprinos nacidos en primavera y el otro, por machos nacidos en el otoño. Los animales del primer grupo habían nacido entre el 13 de octubre y el 8 de noviembre (27 días de dispersión) y los del segundo, entre el 19 de abril y el 26 de mayo del año siguiente (38 días de dispersión).

Los animales se trasladaron al módulo experimental con cuatro meses de edad promedio y las mediciones se iniciaron una semana después, utilizando una báscula tipo romana con plataforma. Las experiencias se repitieron cada 14 días, hasta los 18 meses.

A los seis meses de edad, se inició el entrenamiento de los animales para la extracción de semen con vagina artificial, utilizando como súcubo una hembra estrogenizada sujeta a un brete de caños. Ambas camadas recibieron el mismo tratamiento en igualdad de oportunidades. Las extracciones se realizaron cada 14 días, 24 horas después de las pesadas.

Los machos que respondieron al estímulo montando sobre el súcubo y eyaculando normalmente, se consignaron como **sexualmente activos** (SA); en cambio, los que no respondieron al estímulo se consideraron **sexualmente inactivos** (SI), hasta tanto esta situación no se revirtiera. Todo reproductor ingresado a la cate-

ría de SA se mantuvo en ella, aunque eventualmente pudiera haber fallado en alguna extracción seminal. En consecuencia, se define como inicio de la actividad sexual (AS) el día en que el reproductor logra su primera eyaculación completa con vagina artificial, montando sobre una hembra súcubo y alcanzando el estatus de SA.

El estudio estadístico de la evolución del peso de los animales nacidos en las diferentes estaciones consideradas se realizó aplicando la metodología de modelos lineales mixtos desarrollada por Pinheiro and Bates (2000), ya que la base la constituyó un conjunto de datos con medidas repetidas en el tiempo para cada animal y porque la inferencia debió hacerse para la población de individuos de ambas épocas de nacimiento. Para el estudio de los datos, se utilizó el paquete estadístico R (R Development Core Team, 2011). Los individuos participantes fueron considerados como una muestra aleatoria dentro de cada época.

En dichos análisis se buscó modelar la curva marginal (o curva respuesta), a partir de un ajuste individual para cada animal. La primera medición obtenida fue considerada para estos estudios como tiempo 0. Para la estimación de los parámetros, se utilizó la técnica de verosimilitud restringida (REML). Se utilizaron los paquetes nlme y lattice, incluidos en R. El análisis se inició en forma descriptiva para luego ajustar la curva de regresión individual, a fin de determinar el grado del polinomio para la parte fija y decidir qué efectos aleatorios debían incluirse en el modelo y con qué estructura de covarianza. Una vez decidida la forma funcional de la parte fija, se ajustó la parte aleatoria usando modelos alternativos. La comparación de los modelos anidados con idéntica parte fija y diferentes partes aleatorias se realizó mediante tests de razón de verosimilitud y los criterios de información de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC). La signifi-

cancia de los efectos fijos se determinó mediante tests F condicionales (Pinheiro and Bates, 2000). Por último, para el modelo de mejor ajuste obtenido se verificaron los supuestos de distribución subyacentes, tanto para los errores como para los efectos aleatorios.

El impacto del inicio de la AS sobre la evolución del peso se determinó mediante la comparación de las curvas individuales de aumento de peso con el momento en que cada individuo lograba el estatus de SA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo lineal mixto definido para el peso corporal (PC) correspondió a polinomio de grado 1, tal como lo representan las ecuaciones de predicción marginales determinadas en el estudio (Tabla 1). La Figura 1 presenta las curvas marginales modeladas, las cuales responden a las ecuaciones de predicción definidas. En estas, se evidencia un intercepto menor y una mayor pendiente en la evolución del peso de los individuos nacidos en otoño: los animales presentaban menor peso al inicio del estudio, pero alcanzaron valores similares a los de los nacidos en primavera a los 18 meses de edad. En la Figura 2 se observa la evolución individual del peso ($R^2 = 0,92$; $p < 0,001$), con los ani-

Tabla 1. Ecuaciones de predicción definidas.

Época	Ecuación de predicción
Otoño	$PC = 12,319 + 0,053 * \text{Tiempo (T)}$ ($p < 0,001$) ($p < 0,001$)
Primavera	$PC = 17,111 + 0,037 * \text{Tiempo (T)}$ ($p < 0,001$) ($p < 0,001$)

PC: peso corporal.

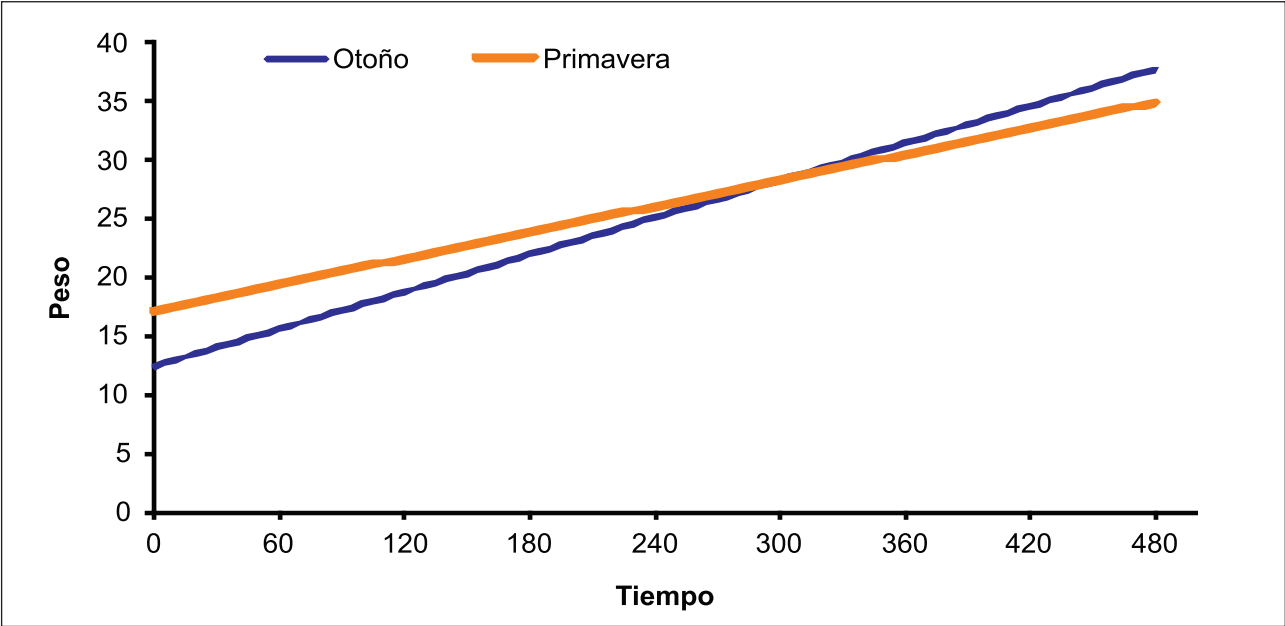


Figura 1. Evolución marginal de los pesos de los animales evaluados según el modelo predictivo (Tucumán, 2009-2010).

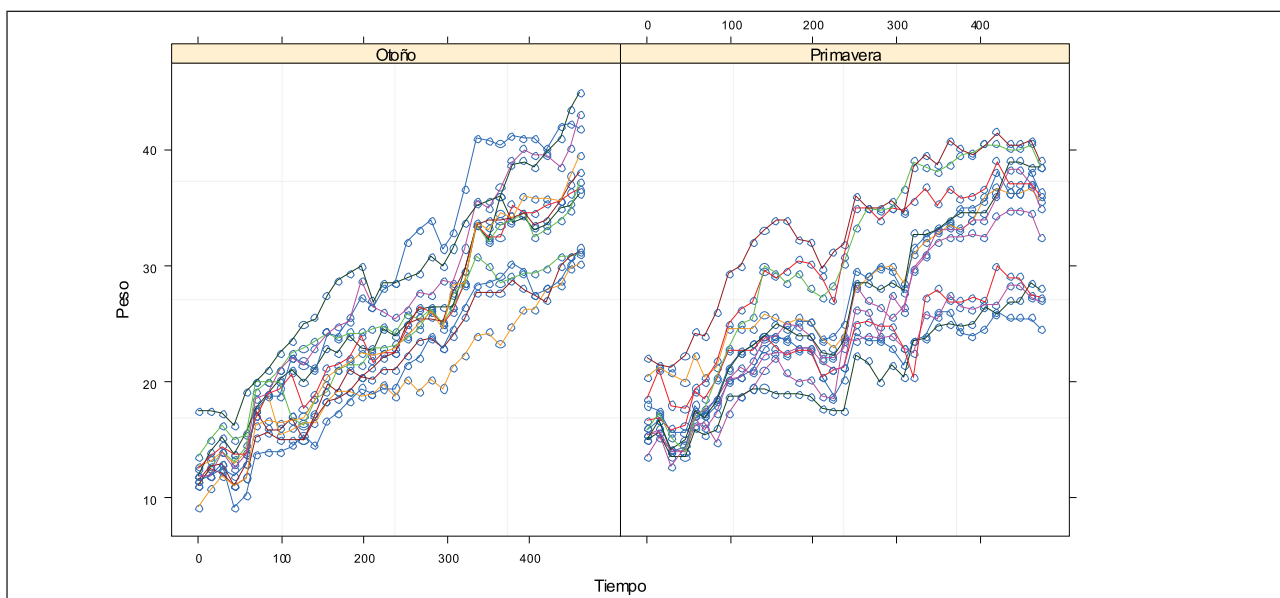


Figura 2. Evolución del peso corporal (PC) por época de nacimiento, para cada animal evaluado (Tucumán, 2009-2010).

males agrupados por época de nacimiento.

Se estableció, asimismo, una autocorrelación de orden 1, es decir que cada medición tuvo una alta correlación ($r = 0,98$) con la inmediata posterior. El tiempo (T) presentó diferencias significativas en las sucesivas mediciones efectuadas ($p < 0,001$). También se observó una fuerte interacción entre época y tiempo ($p < 0,001$).

El polinomio de grado 1 definió una curva de crecimiento lineal para ambas camadas, con diferencias significativas entre épocas. Los animales nacidos en primavera tuvieron mayor peso al comenzar el ensayo, que se corresponde con el mayor peso al nacimiento observado en esa camada. Esto está relacionado con la época de gestación: en el caso de las madres de los machos nacidos en otoño, cumplen esta etapa durante el verano, cuando las pasturas tienen menor calidad y el consumo voluntario se encuentra deprimido por las altas temperaturas, cuyos efectos se potencian por los elevados porcentajes de humedad (Lu, 1989; Acharya *et al.*, 1995; de Gea *et al.*, 2005; Chagra Dib *et al.*, 2005).

Este menor peso inicial favorece la mayor velocidad de aumento de peso que se observa, ya que los animales más livianos tienen menores requerimientos para su mantenimiento y experimentan lo que se califica como crecimiento compensatorio (Mc Donald *et al.*, 1995; Molina *et al.*, 2007).

La Figura 3 muestra que la curva de crecimiento lineal (recta) definida para el grupo de nacimiento en primavera minimiza una caída de peso, que puede notarse en la curva real y verificarse en las curvas individuales de todos los animales, que es coincidente con el inicio de la AS. La curva de los valores observados corresponde al promedio de todos los animales en cada fecha de medición. Si se observa lo graficado en la Figura 2, panel derecho, se puede constatar que esta disminución de peso se

produjo en la totalidad de los individuos.

Esta caída se observó en la pesada correspondiente al día 196 o 210 ($341 \pm 3,55$ días de vida), alcanzando su punto mínimo el día 224 para retornar posteriormente al promedio previo. La recuperación de peso se verificó en la pesada del día 238 o 252 ($381 \pm 3,55$ días de vida). La pérdida de peso promedio en la camada fue de $2,00 \pm 0,78$ kg y, como se indicó anteriormente, fue coincidente con el inicio de la actividad sexual de la mayoría del grupo, ya que 10 animales lograron su primer eyaculado en una fecha intermedia entre el inicio de la pérdida de peso y el comienzo de su recuperación. Los restantes machos iniciaron su AS días después de haber comenzado a recuperar el peso. Mayoritariamente, la pérdida de peso se verificó en la pesada previa al inicio de la AS, recuperándose este en un promedio de $40 \pm 2,9$ días.

La constatación de estos fenómenos de caída brusca y pronta recuperación sería determinante para marcar una menor pendiente en la curva general, favoreciendo la diferencia de pendiente señalada entre ambas camadas. La pérdida de peso en los días previos y posteriores a la primera monta exitosa puede deberse a la situación de estrés por la que atraviesa el animal y al gasto energético que le demanda el inicio de la actividad sexual (Senger, 1999). Asimismo, numerosos autores asocian el inicio de la actividad sexual con el peso corporal, marcando de alguna manera la importancia que tiene esta variable para el establecimiento del comportamiento reproductivo (Gibbons *et al.*, 2003 y 2009).

En el caso de los animales nacidos en otoño, la curva real se ajustó más estrechamente a la predictiva (Figura 4), ya que no se observaron importantes variaciones de peso. Estos caprinos iniciaron su AS más tardíamente, a tal punto que, concluido el estudio, solo cinco animales habían logrado eyaculaciones completas. De estos, dos que iniciaron su

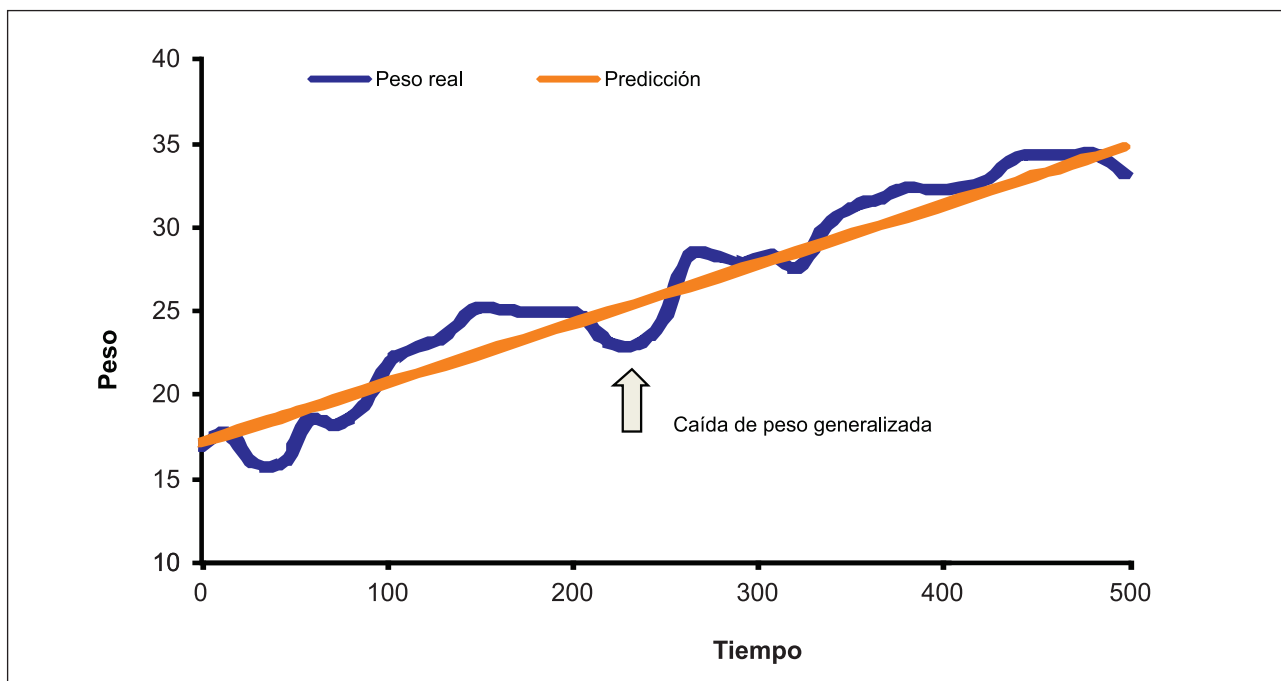


Figura 3. Curvas predictiva y real de la evolución del PC en los machos nacidos en primavera (Tucumán, 2009-2010).

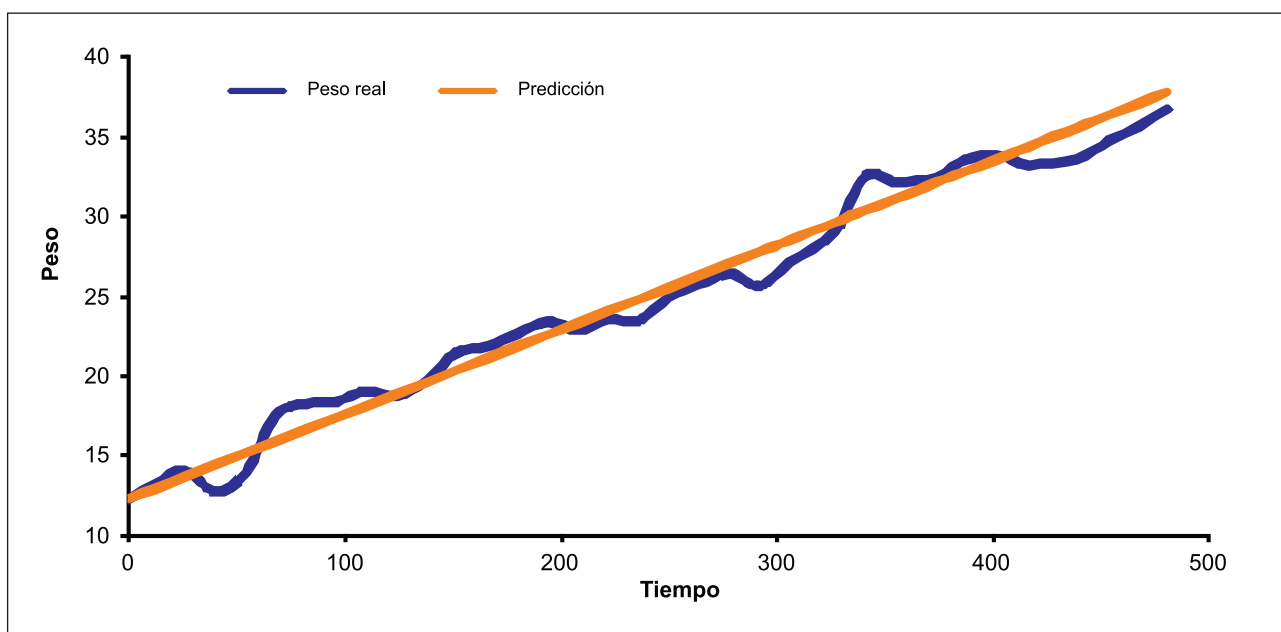


Figura 4. Curvas predictiva y real de la evolución del PC de los animales de la camada de otoño (Tucumán, 2009-2010).

AS a los 13 meses presentaron, en su curva individual, la misma situación que los nacidos en primavera, pero con una pérdida de peso de 0,5 kg. Un tercero, que inició su actividad a los 14 meses, presentó una disminución de peso en la semana posterior (0,75 kg). Los dos restantes alcanzaron el estatus de SA con 18 meses ya cumplidos, sin alteraciones en su curva de aumento de peso. Por esta razón, la curva modelada no se vio afectada.

El hecho que los machos nacidos en otoño que iniciaron su AS a temprana edad hayan presentado un com-

portamiento similar al del otro grupo, refuerza la teoría de la necesidad energética de los animales para iniciar su actividad reproductiva. No ocurre lo mismo cuando el estatus de SA se alcanza a una mayor edad.

CONCLUSIONES

Se concluye que la época de nacimiento incide en la velocidad de aumento de peso de los animales. En ambos casos estudiados, el de animales nacidos en otoño

y el de aquellos nacidos en primavera, la curva modelada corresponde a un polinomio de grado 1 con una alta correlación entre mediciones consecutivas. En tanto, el inicio de la actividad sexual en los machos provocaría una caída de peso pasajera, de rápida recuperación, que en el modelado realizado se manifiesta por una menor pendiente de la recta definida para primavera.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Acharya, R.; U. Gupta; J. P. Sehga and M. Singh. 1995.** Coat characteristics of goats in relation to heat tolerance in the hot tropics. *Small Ruminant Research* 18: 245-248.
- Chagra Dib, E. P.; H. Leguiza; T. Vera y C. Valdivia. 2005.** Factores que inciden en el consumo de leche y crecimiento de los cabritos criollos biotipo regional. En: Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 19, Tampico, México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 13 (Supl. 1): 184-185.
- Chemineau, P. 1993.** Reproducción de las cabras originarias de las zonas tropicales. *Rev. Latamer. Peq. Ruminantes* 1 (1): 2-13.
- Chemineau, P.; B. Malpau; J. A. Delgadillo et B. Leboeuf. 1998.** Photopériodisme et reproduction chez les caprins. Communication présentée au colloque de Reproduction caprine: nouveaux contextes, derniers acquis. [En línea]. Disponible en: <http://wcentre.tours.inra.fr/prc/internet/resultats/melatonine/melatonine.htm> (consultado 24 mayo 2011).
- De Gea, G.; A. Petryna; A. Mellano y A. Turielo. 2005.** El ganado caprino en la Argentina. UNRC, Córdoba, R. Argentina.
- Gibbons, A.; M. Cueto; M. R. Lanari y E. Domingo. 2003.** Pubertad en cabritos Criollos Neuquinos de la Patagonia Argentina. En: Actas del Congreso Iberoamericano de Razas Criollas y Autóctonas, 6, y Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos, 4, Recife, Brasil, 2003, p. 2.
- Gibbons, A.; M. Cueto; M. Lanari y E. Domingo. 2009.** Actividad sexual en cabritos Criollos de la Patagonia argentina. *Archivos de Zootecnia* 58 (221): 129-132.
- Lu, C. D. 1989.** Effects of heat stress on goat production. *Small Ruminant Research* 2 (2): 151-162.
- Martín, G. (h). 2002.** Mantenga la sombra de sus poteros y reduzca el estrés animal. *Prod. Agroindustrial del NOA* 14 (137): 22-23.
- Mc Donald, P.; R. Edwards; J. Greenhalgh and C. Morgan. 1995.** Nutrición Animal. Acribia, Zaragoza, España.
- Molina, F.; D. Carmona y A. Ojeda. 2007.** Evaluación del crecimiento compensatorio como estrategia de manejo en vacunos de carne a pastoreo. *Zootecnia Tropical* 25 (3): 149-155.
- Molina, S.; J. Fernández; M. Fernández y G. Martin (h). 1997.** Frecuencia y distribución mensual de pariciones en majadas de caprinos Criollos. En: Congreso Argentino, 21, y Congreso Uruguayo de Producción Animal, 2, Paysandú, Uruguay, 1997, Supl. 1, pp. 271-272.
- Pérez Llano, B. and E. Mateos Rex. 1996.** Effect of photoperiod on semen production and quality in bucks of Verata and Malaguena breeds. *Small Ruminant Research* 22: 163-168.
- Pinheiro, J. C. and D. M. Bates. 2000.** Mixed-effects models in S and S-plus. Springer, New York, USA.
- Rabasa, A.; J. Fernández y S. Saldaño. 2001.** Parámetros reproductivos de una majada caprina con manejo tradicional en el Dpto. Río Hondo (Santiago del Estero, Argentina). *Zootecnia Tropical* 19 (1): 81-87.
- R Development Core Team. 2011.** R: a language and environment for statistical computing. [En línea]. Disponible en: <http://www.R-project.org> (consultado 27 julio 2011). R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria.
- Senger, P. L. 1999.** Pathways to pregnancy and parturition. Current conceptions, Pullman WA, USA.