

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**“DESCRIPCIÓN CUANTITATIVA DEL CRECIMIENTO PRE-DESTETE DE LOS
OVINOS CRIOLLOS DEL PARQUE NACIONAL DE SAN MIGUEL”**

Por

PIERUCCIONI BANCHERO, Florencia

TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias
Orientación: Medicina

MODALIDAD: Ensayo Experimental

MONTEVIDEO
URUGUAY
2012

PÁGINA DE APROBACIÓN

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos los que hicieron posible este trabajo.

Muy especialmente a mis tutores, Elly y Fernando, por confiar, apoyarme constantemente y brindarme, más allá de sus conocimientos, mucho cariño.

Al Servicio de Parques del Ejército y su personal por la colaboración brindada.

Al Área de Mejora Genética de la Facultad de Veterinaria por impulsar el desarrollo de mi formación profesional.

A mi familia, por su permanente e incondicional apoyo en este proceso.

A todas aquellas personas que forman parte de mi vida y han estado para acompañarme y alentarme a seguir adelante.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
TABLA DE CONTENIDO.....	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	8
SUMMARY	9
INTRODUCCIÓN.....	10
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
Producción ovina en Uruguay	11
Recursos zoo-genéticos.....	11
Recursos zoo-genéticos ovinos en Uruguay.....	12
Estrategias para la conservación de los recursos genéticos animales	12
Ovinos Criollos en Uruguay.....	12
Origen e historia.....	13
Caracterización morfológica.....	13
Aspectos generales de las curvas de crecimiento.....	16
Crecimiento de músculo, grasa y hueso	17
Crecimiento pre-destete en corderos	18
Factores que influyen sobre el crecimiento de los corderos	19
Modelos matemáticos para la descripción del crecimiento	22
Estimación de los parámetros de las curvas de crecimiento.....	24
OBJETIVOS	27
HIPÓTESIS	28
MATERIALES Y MÉTODOS	29
Ubicación geográfica.....	29

Sistema de registros.....	30
Animales	31
Manejo de los animales	32
Cálculo de la ganancia diaria y peso ajustado a los 120 días	32
Análisis Estadísticos.....	32
Estudio del efecto de los factores ambientales sistemáticos	32
Modelos no lineales de crecimiento	33
Test de verificación de igualdad de parámetros del modelo de mejor ajuste para las dos categorías de sexo	34
RESULTADOS	35
Estudio del efecto de los factores sistemáticos	37
Sexo del cordero.....	37
Estación de Parto.....	37
Edad y condición corporal de la madre.....	38
Estudio de la curva de crecimiento.....	38
Modelos matemáticos para la descripción del crecimiento	38
Test de verificación de igualdad de parámetros del modelo Brody.....	43
Influencia de efectos ambientales	44
Curva de crecimiento	45
CONCLUSIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla N°	Página
Tabla 1. Principales modelos no lineales de crecimiento.	23
Tabla 2. Resumen de parámetros estimados para modelos no-lineales de crecimiento en ovinos obtenidos por diversos autores.	26
Tabla 3. Descripción de la población ovina al inicio del relevamiento.	31
Tabla 4. Modelos no lineales utilizados para el crecimiento de ovinos Criollos.	33
Tabla 5. Medias por mínimos cuadrados (\pm desvío estándar) para la ganancia diaria (kg/día) y peso ajustado a los 120 días (kg) de los corderos hembra y macho y estación de parición.	37
Tabla 6. Medias por mínimos cuadrados (\pm desvío estándar) para la ganancia diaria (kg/día) y peso ajustado a los 120 días (kg) según estación de parición.	37
Tabla 7. Medias por mínimos cuadrados (\pm desvío estándar) para la ganancia diaria (kg/día) según características de las madres.	38
Tabla 8. Estimación de los parámetros A, B, k y m, coeficiente de determinación (R^2) y criterio de información de Akaike (AIC) según cada función para cada sexo.	42
Tabla 9. Test de igualdad de parámetros aplicado al modelo Brody para machos y hembras.	43
Figura N°	
Figura 1. Oveja Criolla de vellón oscuro, mocha, con extremidades finas y descubiertas.	15
Figura 2. Oveja Criolla con cordero al pie.	15
Figura 3. Machos Criollos con dos pares de cuernos.	15
Figura 4. Relación entre el peso y la edad del animal.	17
Figura 5. Crecimiento de los tejidos en función del aumento del peso vivo.	18
Figura 6. Promedio de precipitaciones mensuales para el período abril de 2011 a marzo de 2012.	29

Figura 7. Promedio de temperaturas mensuales para el período abril de 2011 a marzo de 2012.....	30
Figura 8. Descripción de la escala de evaluación de condición corporal.....	31
Figura 9. Distribución de nacimientos por mes.....	36
Figura 10. Número de animales que nacen en cada fecha.	36
Figura 11. Variación del peso promedio de los corderos según edad.	36
Figura 12. Peso en relación a la edad, ajustada para el modelo de Brody, Gompertz y Logístico para todos los animales estudiados.	39
Figura 13. Peso en relación a la edad, ajustada para el modelo de Brody, Gompertz y Logístico para machos.....	40
Figura 14. Peso en relación a la edad, ajustada para el modelo de Brody, Gompertz y Logístico para hembras.	41

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar el crecimiento pre-destete de los ovinos Criollos del Parque Nacional de San Miguel a través del uso de modelos no lineales (Brody, Gompertz, Logístico y Richards), además de evaluar los efectos ambientales sistemáticos que influyen sobre el peso al destete y la tasa de crecimiento pre-destete. Si bien con el modelo de Richards no se alcanzó la convergencia, los modelos matemáticos Brody, Gompertz y Logístico mostraron un buen nivel de ajuste, tanto en términos de coeficiente de determinación (R^2) como en el criterio de información de Akaike (AIC) con valores que se ubicaron entre 0,87-0,89 y 3760,00-3909,16, respectivamente. Los mayores valores correspondieron al modelo de Brody. Los parámetros estimados indicaron pesos asintóticos de 18,26-19,83 (parámetro A), mientras que los valores de parámetro B y k estuvieron entre -1,50 y 0,83, y 0,01-0,02, respectivamente.

Por otro lado, se evaluaron como influyen los efectos del sexo del cordero, de la época de parto, y la edad y condición corporal de la madre en las ganancias diarias pre-destete y en el peso ajustado a los 120 días. Los machos presentaron mayores valores que las hembras, obteniendo mayores ganancias diarias pre-destete ($0,104 \pm 0,024$ kg/día en las hembras; $0,120 \pm 0,023$ kg/día en los machos) y pesos ajustados a los 120 días ($15,85 \pm 2,51$ kg en las hembras; $18,09 \pm 2,39$ kg) en el otoño. El efecto de la edad y condición corporal de la madre no tuvieron un efecto significativo ($P > 0,05$) en el desempeño pre-destete de los corderos.

En conclusión, el efecto del sexo y época de nacimientos coincide con la literatura, mientras que más información será necesaria para investigar más en detalle el efecto del componente maternal en el desempeño pre-destete. Los modelos matemáticos considerados fueron apropiados para describir la curva de crecimiento de los ovinos Criollos.

SUMMARY

The aim of this study was to characterize the pre-weaning growth of the Creole sheep at the Parque Nacional de San Miguel, using non-linear models (Brody, Gompertz, Logistic and Richards) and to evaluate the effects of systematic environmental factors influencing on the weaning weight and pre-weaning growth rate. Based on the determination coefficient (R^2) and Akaike's information criteria (AIC), the non-linear models showed good fitting levels with values ranging between 0.87 and 0.89 and 3760.00 - 3909.16, respectively. However, the Richards model did not reach convergence. The highest R^2 and AIC values corresponded to the Brody model. Parameters estimation indicated asymptotic weight values (parameter A) between 18,26 and 19,83, whilst the estimates for parameters B and k were in the ranges of -1,50 to 0,83 and 0,01-0,02, respectively. On the other hand, we evaluated the effects of: 1) the lamb sex, 2) the lambing season and age and the mother's body condition score on pre-weaning daily gains and weight adjusted to 120 days. Male lambs had the highest values than females for both pre-weaning weight ($0,104 \pm 0,024$ kg/day for females; $0,120 \pm 0,023$ kg/day for males) and 120 day-adjusted weaning weight ($15,85 \pm 2,51$ kg for females; $18,09 \pm 2,39$ kg for males) in the autumn. Neither the age of the dam nor her body condition score had a significant effect in lambs pre-weaning performance ($P > 0,05$). In conclusion, the effect of the sex and lambing season agreed with the literature whilst more information is required to a deepen and detailed investigation on the effect of the maternal component on pre-weaning performance. The non-linear models adequately described the growth curve of Creole sheep.

INTRODUCCIÓN

El rubro ovino tiene un rol estratégico en el sector agropecuario de nuestro país. Las dificultades que ha sufrido la producción de ovinos en las últimas dos décadas debido a crisis en el contexto internacional, principalmente en la industria textil, tuvieron como consecuencia una disminución del censo ovino de más del 50% respecto a las cifras históricas. Ante esta situación, esfuerzos conjuntos entre el sector privado e instituciones de investigación trabajan en la búsqueda de alternativas que revaloricen la cría ovina y permitieran atenuar descenso en el stock ovino. La especialización en la producción de lanas finas y la promoción de la carne ovina fueron caminos por los que se viabilizó la reentrada de productores al sector (Montossi, 2011).

El país cuenta con varias razas ovinas de utilización a nivel de productivo las cuales se encuentran caracterizadas desde los puntos de vista fenotípico y genético. Desde el punto de vista genético se están realizando evaluaciones en los ovinos, utilizando diferentes herramientas. Esta situación, permitirá un mayor progreso genético en caracteres de importancia económica en los sistemas de producción ovina del país (Ciappessoni et al., 2011 a, 2011b, 2011c y 2011d).

Existe, sin embargo, un recurso genético ovino que no ha sido evaluado en forma sistematizada. Este recurso zoo-genético es el ovino Criollo uruguayo. En la actualidad, uno de los rebaños más numerosos, se encuentra en el Parque Nacional de San Miguel. Este rebaño de ovinos Criollos cuyos descendientes se mantienen hasta el momento, se formó por iniciativa del señor Horacio Arredondo (Presidente de la Comisión de Conservación y Restauración de Fortaleza de Santa Teresa) en el año 1937. Desde febrero de 2010, forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y es administrado por el Servicio de Parques del Ejército.

Las Áreas de Genética y Mejora Genética de la Facultad de Veterinaria, han venido identificando y estudiando los ovinos Criollos, lo que llevó a que en el año 2011 se acordara fortalecer el trabajo conjunto con el Servicio de Parques del Ejército con el objetivo de valorizar y conservar este recurso genético. Esta iniciativa quedó plasmada en el acuerdo firmado a principio del 2012 entre Facultad de Veterinaria y el Servicio de Parques del Ejército. Asimismo, se comenzó con la caracterización sistematizada en el año 2011, realizando un estudio sobre el “Crecimiento pre-destete de los ovinos Criollos del Parque Nacional de San Miguel”, que fue financiado por la Comisión de Investigación y Desarrollo Científico, el cual es antecedente a este trabajo de tesis.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Producción ovina en Uruguay

La producción ovina ha conformado históricamente una de las actividades de mayor importancia económica para el Uruguay, contribuyendo en la actualidad con más del 12% del producto del sector agropecuario (Castells, 2009).

Durante el año 2011, el stock ovino mostró una pequeña reducción, a pesar de que la faena fue muy baja. Los precios internacionales de la lana volvieron a crecer fuertemente y los de la carne ovina se mantuvieron elevados. Si bien la situación de precios en el mercado internacional representa perspectivas alentadoras, no implica necesariamente que el sector ovino logre recuperar los espacios perdidos. La recuperación del sector, dependerá fundamentalmente de los otros rubros del sector agropecuario que compiten con los lanares por el recurso tierra (Tambler, 2011). Con el objetivo de apoyar la recuperación del rubro se ha implementado un Plan Estratégico Nacional (www.sul.org.uy/plan_estrategico/objetivos.asp), en el cual trabajan en forma conjunta la institucionalidad nacional, en la búsqueda de aumentar la competitividad del rubro y de las distintas cadenas que da origen, para beneficio del sector, sus agentes y del país.

Recursos zoo-genéticos

Los recursos zoo-genéticos han sido definidos como aquellas especies de animales que se utilizan o pueden utilizarse para la producción de alimentos y en la agricultura y poblaciones de cada una de ellas. Estas poblaciones de cada especie pueden clasificarse como silvestres y salvajes, razas locales y poblaciones primarias, razas normalizadas, líneas selectas, variedades, estirpes y cualquier material genético conservado; en todos los casos se clasifican ahora como razas (FAO, 2001).

Latinoamérica posee una amplia diversidad de recursos genéticos animales, los cuales son utilizados en diferentes sistemas y bajo variadas condiciones ecológicas y sociales (Segura et al., 2001). En términos globales, los recursos zoo-genéticos se enfrentan a una serie de dificultades, dentro de los cuales encontramos, la disminución de la variabilidad genética dentro de razas, la rápida desaparición de razas locales a través de la introducción de razas exóticas, y la influencia del ambiente en estas poblaciones (FAO, 2010). Por estos motivos se ha considerado a nivel mundial como fundamental el establecer políticas y programas de mejoramiento genético para incrementar la productividad y la eficiencia bajo las condiciones de manejo existentes.

Recursos zoo-genéticos ovinos en Uruguay

Hay disponible un inventario de los recursos zoo-genéticos en Uruguay que fuera presentado en el informe de los Recursos Zoo-genéticos de Uruguay del año 2003. Dentro de estos recursos, existen varias razas siendo utilizadas a nivel de productivo tanto para carne como lana.
(<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1250e/annexes/CountryReports/Uruguay.pdf>).

Estrategias para la conservación de los recursos genéticos animales

Se le denomina conservación de recursos zoo-genéticos a todas aquellas actividades humanas incluyendo estrategias, planes, políticas y actuaciones emprendidas para garantizar que se mantenga la diversidad de recursos zoo-genéticos (FAO, 2010).

Dentro de las estrategias para la conservación, la FAO establece ciertas pautas claves a ser realizadas, dentro de las cuales se mencionan, investigar y determinar poblaciones de animales domésticos, caracterizar fenotípica y genotípicamente los recursos zoo-genéticos e implementar biotecnologías para la conservación de la variación genética.

En un programa nacional para la gestión de recursos, la caracterización es considerada como primer eslabón en conjunto con el inventario, que proporciona datos sobre el uso actual y el potencial futuro del recurso zoo-genético bajo estudio. Se puede diferenciar entre la caracterización del sistema productivo que involucra el recurso, la caracterización fenotípica y la caracterización molecular (Tixier-Boichard et al., 2008).

Ovinos Criollos en Uruguay

La diversidad de los recursos zoo-genéticos y su conservación son fundamentales para todos los sistemas de producción ya que proporcionan la materia prima para la mejora genética y la adaptación a las circunstancias cambiantes ambientales y de mercado (FAO, 2010).

Es importante destacar al ovino criollo uruguayo como uno de los recursos zoo-genéticos con los que dispone nuestro país. Los ovinos Criollos uruguayos se encuentran clasificados como en riesgo de extinción, según los criterios establecidos por la FAO, en el documento sobre los Recursos Zoo-genéticos Mundiales para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2010).

Origen e historia

Los ovinos Criollos uruguayos son el resultado de la selección natural aplicada sobre las poblaciones ovinas introducidas desde el siglo XVI por los españoles, posiblemente constituidas por ovinos de razas autóctonas españolas como la Churra, la Manchega, la Rasa y la Canaria. Estas primeras poblaciones ovinas se expandieron por el territorio de América del Sur ingresando en la Banda Oriental sobre el siglo XVIII, logrando una buena adaptación a nuestro medio y llegando a ocupar la totalidad del territorio nacional. A consecuencia de una importante demanda mundial de lanas finas de buena calidad, comienza a principios del siglo XIX un proceso conocido como merinización de la majada nacional buscando afinar la lana de exportación. Hacia finales del mismo siglo, con el auge de los frigoríficos, se introducen razas carniceras. Se inicia una etapa en la cual la producción ovina no tuvo una dirección definida, lo que se reflejó en el uso de las razas; cuando el mercado favorecía la venta de carne, los productores cruzaban con razas carniceras mientras que cuando las condiciones eran favorables para venta de lana, cruzaban con la raza Merino. Frente a esta situación se crea la Comisión Honoraria de Mejoramiento Ovino que tenía por objetivo estimular la organización de la cría ovina en el país. Buscando la cría en pureza, los productores optaron principalmente por la raza Corriedale, considerada de doble propósito, así como por la raza Merino y de tipo carniceras especializadas, disminuyendo al extremo la población de ovinos Criollos (Bertino et al., 2000).

Actualmente quedan muy pocos rebaños en el país. Se han podido identificar nueve majadas, de entre 5 y 400 ovinos, las cuales se encuentran distribuidas en todo el territorio (Mernies et al., 2008). Una de las más numerosas, se encuentra en el Parque Nacional de San Miguel, la cual descende de la majada formada por iniciativa del señor Horacio Arredondo (Presidente de la Comisión de Conservación y Restauración de Fortaleza de Santa Teresa) en el año 1937. Hoy en día se encuentra administrado por el Servicio de Parques del Ejército.

La caracterización de los ovinos Criollos en Uruguay hasta ahora se focalizó en aspectos de tipo racial basado en aspectos morfológicos, sin contarse hasta el momento con estudios sobre características productivas, con excepción de algunos atributos de producción y calidad de lana. A continuación se presentan los resultados de estos estudios.

Caracterización morfológica

Los datos que se mencionan a continuación, fueron recabados a través de caracterizaciones generales de los ovinos Criollos uruguayos, llevada a cabo en diferentes trabajos, realizados por el grupo de Genética y Mejora Genética de la Facultad de Veterinaria.

Aspecto general

Se caracteriza por ser una raza con temperamento activo, apta para vivir en terrenos donde la poca abundancia de alimento obliga al pastoreo continuo (Fernández, 2000).

Cabeza

El índice cefálico ($58,7 \pm 5,3$) nos indica que los individuos presentan una tendencia a la dolicocefalia (Iriarte, 2010). El perfil fronto-nasal es rectilíneo. La cara se encuentra desprovista de lana. Una particularidad de la raza es la presencia de dos pares de cuernos (policerismo) en los machos, uno superior grueso y recto y uno inferior más fino y encorvado hacia la cara, y las hembras son mochas (Fernández, 2000). La mucosa bucal, así como las mucosas oculares y nasales, son completamente pigmentadas o presentan manchas marrones o negras (Mernies et al., 2005a, 2005b y 2006; ARU, 1985 y 1975).

Cuello y cuerpo

El cuello no presenta pliegues ni mamellas. La capa corporal presenta una gran variación de colores (blanca uniforme, cárdena, marrón y negra) (Mernies et al., 2005a).

Los ovinos Criollos tienden a ser breviformos (Índice Corporal medio de $85,9 \pm 6,8$). La altura a la cruz media es de 65,5 cm y la longitud corporal relativa media es de 72,3 cm. El perfil dorso-lumbar es rectilíneo. El índice torácico ($82,0 \pm 12,2$) sugiere que los animales presentan una sección transversal de formato circular. Los índices dátilo-torácico ($14,5 \pm 3,2$) y dátilo-costal ($83,2 \pm 26,3$) indican que el volumen corporal es acorde al desarrollo óseo. Mientras que los índices pelviano transversal ($26,2 \pm 7,4$) y pelviano longitudinal ($40,3 \pm 4,0$) sugieren una tendencia al desarrollo del tejido muscular en la zona de los cortes cárnicos más valiosos (Iriarte, 2010).

La altura promedio es de 65 cm en hembras y de 76 cm en machos (Mernies et al., 2005b), con pesos inferiores si se comparan con las razas comerciales. Se ha reportado pesos promedios de 55 kg y 37 kg para carneros y ovejas, respectivamente (Pérez et al., 1986).

Extremidades

Los miembros son finos (perímetro medio de caña de 8,3 cm) y descubiertos, (Mernies et al., 2005 a y b).

Vellón

Su vellón está integrado por una lanilla corta, fina y por mechass meduladas que llegan a alcanzar los 25 a 30 centímetros de longitud. Las fibras meduladas tienen un diámetro que ronda las 40 micras mientras que para la lanilla no sobrepasa las 20 micras. Son animales que no tienen garreo y que logran pesos de vellón que varían entre 2 a 2,5 kg en las hembras y 3 a 4 kg en los machos. La coloración del vellón es variada, desde el color blanco al negro pasando por distintas gamas de marrón y gris, pero con tendencia hacia el blanco (Fernández, 2000; ARU, 1975; ARU, 1985).

En las Figuras 1, 2 y 3 se pueden observar los rasgos morfológicos de los ovinos Criollos uruguayos del Parque Nacional de San Miguel.



Figura 1. Oveja Criolla de vellón oscuro, mocha, con extremidades finas y descubiertas.



Figura 2. Oveja Criolla con cordero al pie.



Figura 3. Machos Criollos con dos pares de cuernos.

Aspectos generales de las curvas de crecimiento

Se entiende como crecimiento al aumento de peso hasta que alcanza el tamaño adulto (Palsson, 1973). Este es un proceso complejo, el cual está regulado y afectado por varios factores. Aspectos como la edad, la genética, la fase fisiológica, el estado nutricional, el tipo de parto, entre otros, influyen en el crecimiento de los ovinos.

El crecimiento y el metabolismo después del nacimiento están regulados por múltiples hormonas y factores de crecimiento, como es el caso del eje somatotropo, el cual se compone principalmente por la hormona del crecimiento (GH, somatotropina), el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1, somatomedina), proteínas transportadoras y sus receptores (Breier et al., 2000). Este eje juega un papel fundamental en el control del crecimiento, pero la importancia de la GH y del IGF parece diferir según la etapa de crecimiento en la que se encuentre el animal. Después del nacimiento, la GH es esencial para el crecimiento lineal normal, niveles bajos dan lugar a retrasos en el crecimiento (Patiño, 2010). El patrón de secreción de la GH es sexualmente dimórfico, donde los machos tienen grandes pulsos y concentraciones basales bajas, y las hembras, pulsos pequeños y elevadas concentraciones basales (Breier et al., 2000). También se encuentran implicadas otras hormonas en el metabolismo intermediario y en los procesos de crecimiento como son: la insulina, hormonas tiroideas, glucocorticoides, esteroides sexuales, el eje de leptina-melanocortina y un número de factores de crecimiento producidos localmente (Breier et al., 2000).

El crecimiento de un animal es caracterizado por la evolución de su peso registrado desde su nacimiento hasta su vejez, y los datos se ajustan a una curva sigmoidea, como se ilustra en la Figura 4. La curva de crecimiento de los animales muestra que después del nacimiento el ritmo de crecimiento se acelera hasta alcanzar un pico que se mantiene hasta llegar a la pubertad, lo que representa un punto de inflexión en la curva, luego la velocidad disminuye, permaneciendo el peso corporal relativamente estable. Desde este momento las hormonas de crecimiento tienden a disminuir, aumentando las hormonas reproductivas. En esta fase la deposición de la grasa representa un punto significativo del incremento de peso, resultando en cambios en la conformación y composición corporal del individuo.

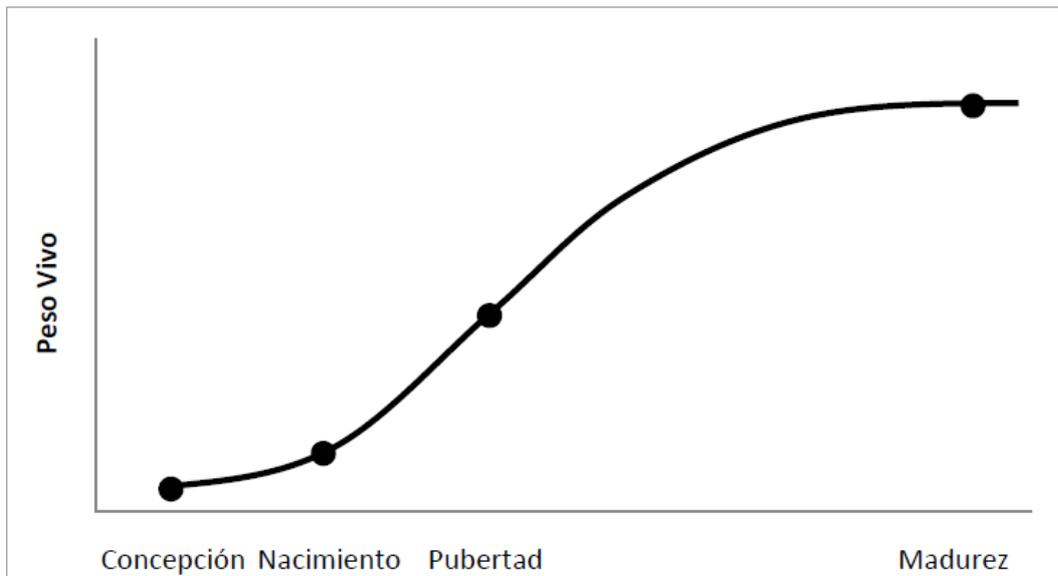


Figura 4. Relación entre el peso y la edad del animal.

Fuente: Soares de Lima (2009).

Crecimiento de músculo, grasa y hueso

El crecimiento presenta características alométricas, es decir, cada tejido tiene diferentes tasas de crecimiento (Patiño et al., 2010) (Figura 5).

El crecimiento muscular luego del nacimiento es función principalmente del aumento en longitud y circunferencia de la fibra muscular, pero no en el aumento del número de fibras. La hipertrofia posnatal de las fibras, está inversamente correlacionada con el número de fibras musculares formadas en el período prenatal. Son factores de gran importancia cuando se realizan programas de selección y de mejoramiento genético (Rehfeldt et al., 2000), debido a la relación entre los tipos histoquímicos de fibras musculares y el tamaño de las fibras musculares con la calidad de la carne (Poto et al., 2003).

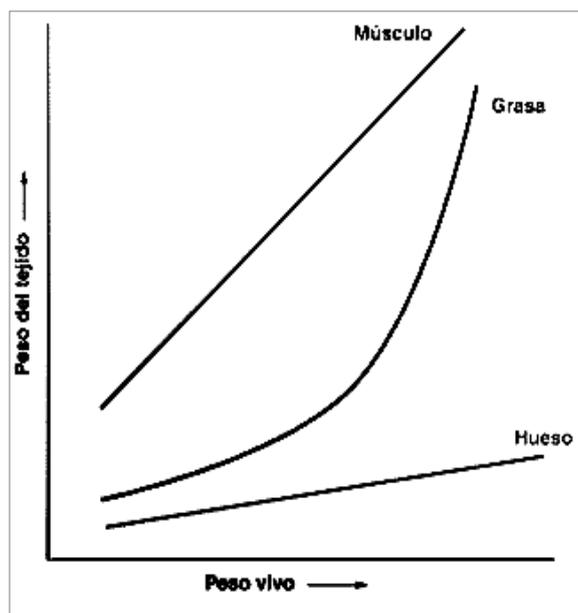


Figura 5. Crecimiento de los tejidos en función del aumento del peso vivo.

Fuente: http://www7.uc.cl/sw_educ/prodanim/crecimie/fiv.htm

El crecimiento del hueso es un proceso complejo que incluye varias actividades bien coordinadas de diferentes tipos de células óseas. En los huesos largos se pueden observar tres tipos de crecimiento: a) crecimiento longitudinal se produce en la epífisis b) crecimiento perióstico responsable del aumento en anchura que se produce en la superficie perióstica, y c) el crecimiento endosteal que se produce en la superficie interna de hueso. En los animales adultos el crecimiento óseo cesa debido a la desaparición de las placas de cartílago de crecimiento. La tasa de crecimiento óseo está determinada por el equilibrio entre los agentes que controlan la proliferación y otras que promueven la diferenciación (Patiño et al., 2010).

El tejido adiposo es el que tiene mayor variabilidad en el animal desde el punto de vista de su cantidad o distribución, las hembras comienzan a depositar grasa con pesos menores que los machos. Al nacer hay presente una pequeña proporción de grasa y a medida que el animal crece aumenta la deposición, tanto por hipertrofia como por hiperplasia (Texeira et al., 2005).

Crecimiento pre-destete en corderos

Las etapas prenatal y pre-destete son de gran importancia productiva y económica ya que determinan el peso al destete que es una variable biológica directamente relacionada con los ingresos de la producción. Asimismo, existen evidencias científicas de que van a afectar el desempeño post-destete, tanto a nivel reproductivo como productivo (Hinojosa Cuéllar, 2011).

Factores que influyen sobre el crecimiento de los corderos

Varios estudios indican que el crecimiento de los corderos hasta el destete está influenciado por diferencias raciales y factores ambientales como son: edad de la madre y su estado nutricional al final de la gestación y durante la lactancia, tipo de parto y estado sanitario, entre otros.

Entre los factores más importantes se pueden destacar:

❖ Diferencias genéticas dentro y entre razas

Diversas investigaciones muestran que existen diferencias en las ganancias diarias y el peso al destete entre razas, debido a que la velocidad de crecimiento guarda una estrecha relación con la precocidad de cada raza. Estudios nacionales indican que la alimentación y el material genético son los factores de mayor incidencia sobre los resultados económicos, debido a que influyen de forma positiva en los aspectos productivos y reproductivos de los ovinos (Banchemo et al., 2005). Por lo que es fundamental, para el uso del recurso racial, realizar caracterizaciones y evaluaciones de las diferentes razas, así como de la incidencia de los componentes ambientales medibles y cuantificables (De Lucas et al., 2003).

❖ Sexo

Independiente de la raza, los corderos machos tienen pesos al nacimiento y ganancias diarias pre-destete mayores que las hembras. Estas diferencias pueden ser atribuidas a la acción de los esteroides sexuales que influyen sobre el crecimiento de los individuos, favoreciendo la ganancia diaria en machos así como también un mayor desarrollo muscular (Lawrence et al., 1998). Por otro lado, González et al. (2009) observaron que los machos sintetizan menos tejido adiposo a partir de los nutrientes digeridos que las hembras lo que lleva a una mayor eficiencia de transformación del alimento en peso corporal. La diferencia encontrada al peso al nacimiento entre los sexos se encuentra entre 0,18-0,40 kg y entre 0,52-2,9 kg para el peso al destete, más en machos que en hembras (Jiménez et al., 2005).

❖ Tipo de parto

A mayor número de crías, menor es el peso al nacimiento y menores son los índices de crecimiento de los corderos, lo que se traduce en diferencias en el peso al destete (Macedo et al., 2008). Una explicación a esta situación es que en la permanencia en el útero los corderos únicos no tienen competencia por los nutrientes y además tienen mayor espacio (González et al., 2002).

Los corderos nacidos de partos simples tienen mayores pesos al nacimiento que los corderos provenientes de partos dobles, y la diferencia se encuentra entre el rango 0,66-0,90 kg y 2,5-3,3 kg para el peso al destete (Jiménez et al., 2005). Otros autores observaron resultados similares, encontrando mayores pesos al nacimiento en los corderos nacidos de partos simples, luego de partos dobles y por último de partos triples (Gómez et al., 2002; Leguiza et al., 2007; Díaz, 2012). Por otro lado,

Rivas et al. (1983) observaron que esta diferencia de pesos mayor en los corderos nacidos en partos simples no es constante para todas las edades de las madres.

Como mencionan estos autores, estas diferencias también pueden deberse al hecho de que los corderos en la etapa de crecimiento pre-destete, dependen fundamentalmente de la leche de la madre y su crecimiento puede estar limitado por su disponibilidad.

Existe una estrecha relación entre el tipo de parto y la producción de leche por parte de la oveja, debido a la habilidad materna para amamantar más de una cría (Zambrano, 1997). Los corderos, como todos los mamíferos en la etapa de crecimiento, dependen fundamentalmente de la leche de la madre (Duarte et al., 2000).

❖ *Peso al nacimiento*

El peso al nacimiento del cordero está correlacionado positivamente con el número y peso de los cotiledones del útero. En gestaciones múltiples el número de cotiledones por feto disminuye y aunque el peso por cotiledón aumenta, el intercambio de nutrientes por feto se reduce, disminuyendo así el crecimiento fetal y por consiguiente el peso al nacimiento (Macedo et al., 2008). Es importante destacar la marcada relación entre el peso al nacimiento con el crecimiento posterior y el peso final de los animales, lo que es muy significativo desde el punto de vista económico. Esto se debe a que por un lado corderos con mayores pesos al nacimiento tienen mayor posibilidad de sobrevivir luego del parto (Ganzábal et al., 2005) y por otro, ya que llegan antes al peso establecido para el sacrificio (Bianchi et al., 2003). En cuanto a la influencia del sexo de la cría sobre el peso al nacimiento, en términos generales se estima que en los corderos machos éste es de un 5 a un 12% superior que el de las hembras (Macedo et al., 2008).

❖ *Época del parto*

Este factor influye especialmente a través de la temperatura. El estrés térmico por calor reduce el crecimiento fetal y por tanto incide negativamente en el peso al nacimiento. En el verano, por efecto del calor se ve reducida la ingestión de alimentos y por lo tanto la ganancia diaria media disminuyen (Caballero et al., 1996).

El efecto negativo de las altas temperaturas sobre el peso al nacimiento y la tasa de ganancia incide en el peso al destete resultante.

❖ *Hormonas*

La somatotropina producida por la hipófisis, la tiroxina por la glándula tiroides, la testosterona y los estrógenos de los órganos sexuales tienen carácter anabólico y favorecen el crecimiento. En tanto que los glucocorticoides secretados por la corteza adrenal tienen carácter catabólico, influyendo negativamente sobre el crecimiento (Breier et al., 2000).

❖ *Alimentación*

Es un factor determinante, tanto en el crecimiento prenatal como postnatal. La alimentación de la oveja durante su gestación tiene una estrecha relación con el crecimiento de los fetos y por lo tanto del peso que tiene estos al momento del nacimiento. Hay que destacar que en el último tercio de gestación se determina aproximadamente el 70% del peso al nacer del cordero (Montossi et al., 2005), por lo cual la calidad y cantidad de alimento disponible en esta fase es particularmente crítico. Además una mala nutrición durante la gestación deprime el comportamiento maternal y aumenta la mortalidad de los corderos (Banchemo et al., 2005).

En la fase postnatal, los estudios indican que la alimentación de la oveja durante la lactancia es también clave para una buena ganancia diaria media de los corderos durante la cría (Banchemo et al., 2005), dado el efecto sobre la producción de leche.

❖ *Edad y condición corporal de la madre*

La edad de la oveja influye en el peso al nacimiento, el tamaño de la camada y en los pesos al destete de los corderos. Las ovejas más jóvenes tienen corderos más livianos, debido a que estas ovejas están aún en crecimiento y deben satisfacer sus necesidades y las del crecimiento fetal (Rivas et al., 1983; Sulaiman et al., 2009). Los corderos nacidos de ovejas de tres y cuatro años generalmente tienen corderos de pesos superiores a la media general (Balles et al., 2003). La diferencia encontrada en los pesos al destete de corderos nacidos de ovejas maduras con ovejas más jóvenes fue de un 8% (Sulaiman et al., 2009). Por otro lado, Jiménez et al. (2005) encontraron que la progenie de ovejas de dos, tres y cuatro años tuvieron menores pesos que hijos de ovejas mayores de siete años, siendo la diferencias de 300, 300 y 200 g, respectivamente.

Asimismo, la condición corporal de las ovejas está asociada al peso de nacimiento y al destete de su descendencia (Crempien et al., 1993). Estos efectos están claramente relacionados con el tipo de manejo nutricional de las majadas de cría. La alimentación que reciban las ovejas, y por lo tanto la condición corporal y el peso vivo, cumplen un rol fundamental tanto en su eficiencia reproductiva, como en la peso de los corderos.

Considerando una escala de condición corporal de cinco clases, los estudios indican que es importante que la oveja tenga como mínimo una condición corporal de 3 unidades a la encarnerada (Jimeno et al., 1997), para que exista una buena tasa de ovulación, fertilización del ovocito e implantación embrionaria. Los resultados reportados por Banchemo et al. (2006) indican que el manejo nutricional debe buscar que las las ovejas lleguen al parto con una condición corporal de 3,5 a 4 unidades, valores adecuados que permitirán la producción de buenas cantidades de calostro y leche (Banchemo et al., 2006), que repercutirán favorablemente en el crecimiento pre-destete de los corderos.

Por otro lado, al aumentar tanto la condición corporal como el peso vivo de las ovejas, aumenta el peso al nacer, el peso al destete y el peso de final de los corderos, lo que es altamente beneficioso. Esto se debe a que a más altas

condiciones corporales existe una mayor proporción de grasas que se metabolizan rápidamente además de una mayor producción de leche (Crempien, 2000). Además, ovejas en buena condición corporal y bien alimentadas cuidarán mejor y se mantendrán más cerca de sus hijos que las ovejas mal alimentadas (Banchemo et al., 2005), siendo su progenies más vigorosos y activos que los corderos nacidos de ovejas en baja condición al parto.

Para animales con bajas condiciones corporales en la época reproductiva se recomienda aumentar los niveles de proteína y energía de la dieta, ya sea mediante la suplementación con concentrados u horas de pastoreo con mejoramientos de campo sobre una dieta base de campo natural, para lograr mejorar la supervivencia de los corderos (Posada, 2007; Banchemo et al., 2009).

Modelos matemáticos para la descripción del crecimiento

Los modelos son una representación matemática de los mecanismos que gobiernan los fenómenos naturales que no están plenamente reconocidos, controlados o comprendidos. Constituyen una herramienta indispensable en la creación de sistemas de soporte computarizados para la toma de decisiones (Tedeschi, 2006). En el caso particular del crecimiento animal, el mismo puede ser explicado por medio de modelos matemáticos, los cuales predicen la evolución del peso vivo. Éstos permiten condensar la información, facilitar el análisis y darle interpretación biológica a los parámetros utilizados.

Los modelos no lineales son los que mejor se ajustan a la descripción de la curva de crecimiento dado que la asociación peso y la edad tienen una relación no lineal (Ramírez et al., 2009) de tipo sigmoideo (Fitzhugh, 1976). Los cuales pueden ser utilizados para describir el crecimiento animal a lo largo del tiempo posibilitando evaluar los factores genéticos y del ambiente que influyen en la forma de la curva de crecimiento, y de esta forma, identificar animales con mayores velocidades de crecimiento, en lugar de seleccionar animales cada vez mayores (Sarmiento et al., 2006). Por otro lado, ayuda a establecer estrategias adecuadas de alimentación y la mejor edad al sacrificio (Malhado et al., 2009).

Las principales experiencias sobre las curvas de crecimiento y desarrollo ponderal de los animales empezaron con las investigaciones de Hammond (1932) y de los miembros de la Escuela de Cambridge, prosiguiendo con los trabajos de Brody (1945) y Palsson (1955). Estos autores describieron gráficamente el crecimiento de los animales, mediante una curva que presenta en todos los animales comportamiento sigmoideo como fuera mencionado anteriormente. Este tipo de curva puede ser aplicado al animal como un todo, y muchas veces, a cualquier tejido o región corporal (Malhado et al., 2008).

Tabla 1. Principales modelos no lineales de crecimiento.

Modelo	Forma general	Comentarios
Brody	$y = A (1 - Be^{-kt}) + \varepsilon$	Se caracteriza por ser de simple interpretación y estimación (Bathei et al., 1996).
Von Bertalanffy	$y = A (1 - Be^{-kt})^3$	Fundamentado en las premisas de que el crecimiento corresponde a una diferencia entre la tasa de anabolismo y la tasa de catabolismo. Aplicado en el crecimiento de peces (de Oliveira et al., 2007).
Richards	$y = A (1 - Be^{-kt})^{-m} + \varepsilon$	Ecuación más generalizada, desarrollada para el crecimiento en plantas pero con frecuente utilización en animales (Hinojosa Cuellar, 2009).
Logístico	$y = A (1 + e^{-kt})^{-m} + \varepsilon$	Uno de los primeros modelos no lineales usados para describir crecimiento (Aguilar, 2010).
Gompertz	$y = Ae^{Be^{(-kt)}} + \varepsilon$	Este modelo ha sido utilizado frecuentemente en ciencias animales (Martínez et al., 2010)

Parámetros: y : Peso corporal; t : Edad; A : Peso asintótico; k : Tasa de madurez; B : Constante de integración; m : Define la forma de la curva en los modelos, determina en qué proporción el valor asintótico (A) ocurre el punto de inflexión de la curva; e : Logaritmo natural; ε : Residuo

Los modelos biológicos más utilizados para describir el crecimiento de los animales son: Brody, Von Bertalanffy, Richards, Logística y Gompertz (Malhado et al., 2008). En la Tabla 1 se presenta las ecuaciones postulados en cada caso, así como algunas particularidades de cada modelo. También se describe en forma breve el significado biológico de los parámetros involucrados en los modelos.

Los modelos de crecimiento se han usados extensamente en diferentes especies para describir el desarrollo del peso vivo, permitiendo resumir en pocas (tres o cuatro) variables claves (parámetros de los modelos) mediciones múltiples de pesos (Lambe et al., 2006). Como se observa en la Tabla 1, el parámetro A, definido como peso asintótico o peso adulto, representa la estimativa de peso a la madurez, independiente de fluctuaciones de peso debidas a efectos genéticos y ambientales, cuando el tiempo tiende a infinito. El parámetro k, que se conoce como tasa de madurez, determina la eficiencia del crecimiento de un animal. El parámetro M es denominado parámetro de inflexión y se refiere al punto en que el animal pasa de una fase de crecimiento acelerado a una fase de crecimiento inhibitorio, o lo que es lo mismo, el punto a partir del cual el animal pasa a crecer con menor eficiencia. Excepto en la función de Richards, este parámetro asume valores fijos, haciendo que las funciones presenten formas definidas. El parámetro B es denominado constante de integración con el eje Y, no posee significado biológico y es utilizado apenas para adecuar el valor inicial del peso vivo (Abreu et al., 2004; Malhado et al., 2009; Delgadillo et al., 2009; Posada et al., 2011).

Con respecto a estudios nacionales sobre el uso modelos matemáticos para evaluar el crecimiento en ovinos hay escasa bibliografía, se encontró un trabajo realizado por Kremer et al., (1981), en el cual estudian el crecimiento de ovinos Corriedale.

Estimación de los parámetros de las curvas de crecimiento

En la Tabla 2 se resumen las estimaciones de los parámetros de las curvas de crecimiento recabadas en diferentes estudios en ovinos. Las mismas se realizaron en corderos de diferentes razas, utilizando distintos modelos matemáticos. Se presentan las estimaciones de los parámetros para cada modelo, el valor del coeficiente de determinación (R^2) y el valor del criterio de información de Akaike (AIC), para determinar cuál es el que mejor predice el desempeño de la evolución del peso vivo en cada situación.

❖ Ajuste de los modelos de crecimiento

Como se observa en la Tabla 2, si se comparan los R^2 de un mismo trabajo para cada modelo se verifican valores similares, por lo que todos los modelos se ajustan de forma semejante en la curva de crecimiento si se basan en el R^2 (Sarmiento et al., 2006; Keskin et al., 2009).

La poca sensibilidad del R^2 para comparar modelos de crecimiento (Keskin et al., 2009), sugieren la necesidad de utilizar otras medidas del grado de ajuste de los

modelos. Los valores presentados en el Cuadro 2 indican que el AIC muestra una variación un poco mayor cuando se compara entre los modelos para un mismo grupo de animales. El AIC es útil para comparar modelos con diferente número de parámetros. Por lo tanto, es más adecuado que el R^2 , que aumenta cuando es mayor el número de parámetros de los modelos.

El modelo de Richards, a pesar de la mayor flexibilidad, por no fijar el punto de inflexión, tiene más dificultades en lograr la convergencia en el proceso iterativo, lo cual posiblemente se deba a que este modelo necesita estimar un parámetro más (Braccini et al., 1996; Sarmiento et al., 2006; Malhado et al., 2008).

❖ *Estimaciones del peso asintótico e implicancias*

El parámetro A es una estimación del valor del peso asintótico del animal, interpretado como peso a la madurez, no siendo, necesariamente, el mayor peso que el animal consigue, sino el peso medio al que se tiende a la madurez independientemente de las variaciones estacionales (Malhado et al., 2008). Se puede ver que varía su valor según las razas y el modelo utilizado (Lambe et al., 2006), pero es de destacar que su valor es mayor en los machos que en hembras tanto en el modelo de Gompertz como en el Logístico (Keskin et al., 2009).

❖ *Estimaciones de parámetro B e implicancias*

Los valores del parámetro B que es una constante de integración, relacionada con los pesos iniciales del animal indicando la proporción del crecimiento asintótico a ser ganado luego del nacimiento establecido por los valores iniciales de peso y tiempo, (Costa et al., 2007). No posee una clara interpretación biológica (Malhado et al., 2009).

❖ *Estimaciones del parámetro k e implicancias*

El parámetro k, que representa la tasa de crecimiento, o sea es un indicador de la velocidad con que el animal se aproxima a la edad adulta (Costa et al., 2007), por tal motivo los que presentan valores más altos de k tienen un crecimiento más rápido, por lo que la edad al sacrificio es más temprana (Malhado et al., 2009).

❖ *Estimaciones del parámetro m e implicancias*

El parámetro m, considerado parámetro de inflexión, se refiere al punto en que el animal pasa a crecer con menor eficiencia (Costa et al., 2007).

Tabla 2. Resumen de parámetros estimados para modelos no-lineales de crecimiento en ovinos obtenidos por diversos autores.

Autores	Raza o Genotipo	Sexo	Nº de animales	Modelo	A	B	k	m	R²	AIC
Bathei et al., 1996	Mehraban fat-tailed	m/h	1239	Brody	72.15	0.96	0.11	-	-	-
Bathei et al., 1997	Mehraban fat-tailed	m/h	432/848	Brody	70.02	0.95	0.11	-	-	-
Keskin et al., 2009	Konya Merino	H	105	Gompertz	57.00	2.70	0.06	-	0.960	-
Keskin et al., 2009	Konya Merino	M	57	Gompertz	79.30	2.20	0.01	-	0.960	-
Keskin et al., 2009	Konya Merino	H	105	Logístico	52.70	5.26	0.01	-	0.960	-
Keskin et al., 2009	Konya Merino	M	57	Logístico	70.00	5.85	0.17	-	0.960	-
Lambe et al., 2006	Scottish Blackface	m/h	231	Logístico	34.43	0.30	-	-	0.985	57.69
Lambe et al., 2006	Scottish Blackface	m/h	231	Gompertz	35.33	0.30	-	-	0.096	56.21
Lambe et al., 2006	Scottish Blackface	m/h	231	Richards	34.87	0.30	-	-	0.987	56.75
Lambe et al., 2006	Texel	m/h	240	Logístico	38.97	0.32	-	-	0.985	55.94
Lambe et al., 2006	Texel	m/h	240	Gompertz	40.62	0.33	-	-	0.987	52.83
Lambe et al., 2006	Texel	m/h	240	Richards	39.74	0.35	-	-	0.089	53.00
Malhado et al., 2009	DxMN /DxRL /DxSI	m/h	156 F1	Bertalanffy	31.51	0.54	0.12	-	98.100	-
Malhado et al., 2009	DxMN /DxRL /DxSI	m/h	156 F1	Brody	32.19	1.02	0.01	-	95.800	-
Malhado et al., 2009	DxMN /DxRL /DxSI	m/h	156 F1	Gompertz	30.56	2.14	0.01	-	98.400	-
Malhado et al., 2009	DxMN /DxRL /DxSI	m/h	156 F1	Logístico	29.35	-	0.01	2.85	98.300	-
Malhado et al., 2009	DxMN /DxRL /DxSI	m/h	156 F1	Richards	32.41	1.03	0.32	0.03	96.100	-
Mc Manus et al., 2003	Bergamácia	m/h	1343	Richards	48.94	0.71	0.00	10.60	0.863	-
Mc Manus et al., 2003	Bergamácia	m/h	1343	Brody	50.17	8.88	0.00	-	0.857	-
Mc Manus et al., 2003	Bergamácia	m/h	1343	Logístico	48.01	-3.55	0.01	-	0.849	-
Sarmeto et al., 2006	Santa Inés	m/h	952	Bertalanffy	24.80	0.47	0.01	-	0.720	-
Sarmeto et al., 2006	Santa Inés	m/h	952	Brody	27.41	0.88	0.01	-	0.718	-
Sarmeto et al., 2006	Santa Inés	m/h	952	Gompertz	24.16	1.87	0.01	-	0.720	-
Sarmeto et al., 2006	Santa Inés	m/h	952	Logístico	23.16	4.37	0.02	-	0.718	-
Sarmeto et al., 2006	Santa Inés	m/h	952	Richards	24.54	0.30	0.01	4.63	0.720	-

Referencias: m = macho; h, m/h = ambos sexos; D= Dorper; MN= Morada Nova; RL= Rabo Largo; SI= Santa Inés; R² = Coeficiente de Determinación; AIC = Criterio de Información de Akaike.

OBJETIVOS

El objetivo general fue caracterizar el crecimiento pre-destete de los ovinos Criollos del Parque Nacional de San Miguel usando dos enfoques complementarios: 1) la evolución del crecimiento en función del tiempo a través del uso de modelos no lineales; y 2) el análisis de factores ambientales sistemáticos el crecimiento pre-destete. Para ello se plantearon objetivos específicos:

- a. Evaluar los efectos ambientales que influyen sobre el peso al destete y la ganancia diaria pre-destete.
- b. Analizar el grado de ajuste de los modelos no lineales de Brody, Gompertz, Logístico y Richards para caracterizar el crecimiento de los corderos.
- c. Valorar el crecimiento de los corderos en base a la interpretación de los parámetros de las curvas de crecimiento.

HIPÓTESIS

Las hipótesis planteadas en este estudio fueron:

1. La época de nacimiento y el sexo de los corderos influyen en el crecimiento pre-destete.
2. La edad y condición corporal de la oveja afectan el crecimiento de su progenie.
3. Se puede llegar a predecir el crecimiento de los ovinos Criollos basándose en modelos no lineales.
4. La curva de crecimiento de los ovinos Criollos presenta un comportamiento sigmoideo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica

El presente estudio se llevó a cabo en el Parque Nacional de San Miguel (33°40´S y 53°38´W), situado en el departamento de Rocha, en el período de abril de 2011– abril 2012. Esta zona se caracteriza por ser húmeda, presentado bañados y sierras muy rocosas.

Desde el punto de vista climático el año 2011, durante el cual se llevó a cabo el relevamiento de datos utilizados en este estudio, presentó un promedio anual de precipitaciones de 64 mm, y la temperatura promedio anual fue de 16°C, como se observa en la Figura 6 y 7.

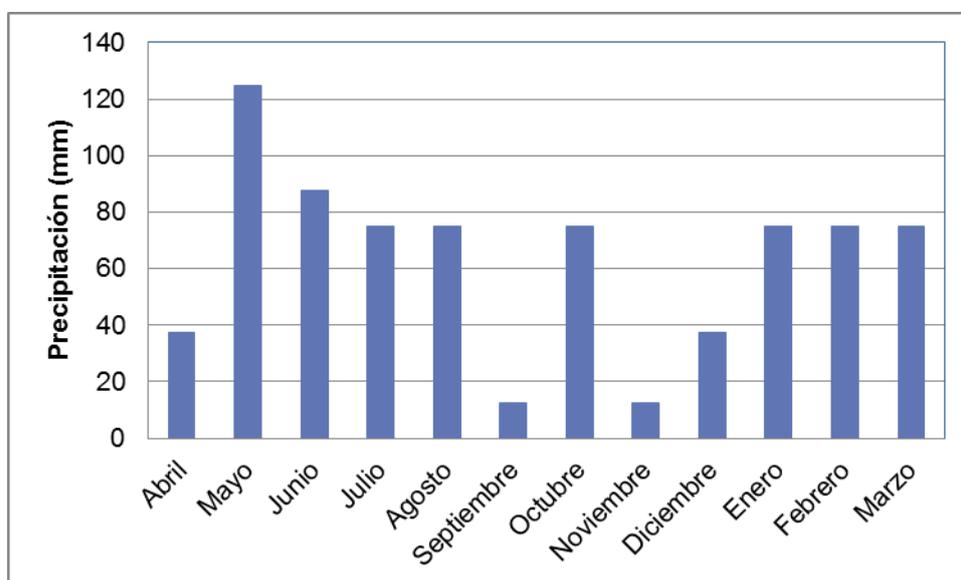


Figura 6. Promedio de precipitaciones mensuales para el período abril de 2011 a marzo de 2012.

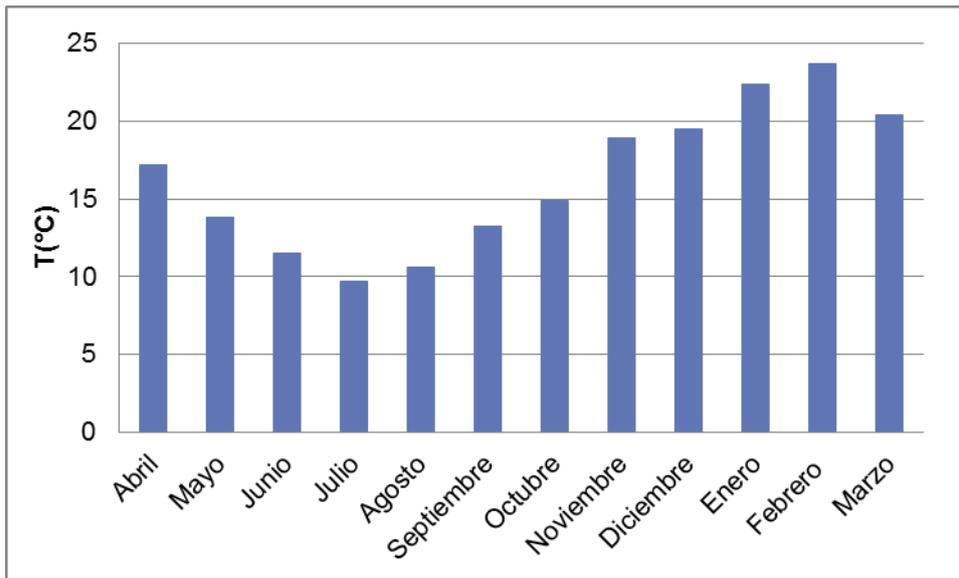


Figura 7. Promedio de temperaturas mensuales para el período abril de 2011 a marzo de 2012.

Fuente: meteorologíauruguay.blogspot.com/

Sistema de registros

Previo al inicio del estudio, se implementó un sistema de registro para dicho rebaño. Hasta el momento no se contaba con ningún tipo de identificación de los animales, por lo que se realizó la colocación de caravanas numeradas, y se confeccionaron planillas de manera de llevar en forma correcta y ordenada los datos obtenidos.

En una primera instancia, se determinó la edad por medio de cronología dentaria, y se registró el peso, usando una balanza para ovinos, de todas las categorías presentes. Se midió también la condición corporal, determinada a nivel de las apófisis transversas de las vértebras lumbares usando una escala del 1 al 5, (Russel et. al, 1969), de las madres preparto, como se observa en la Figura 8.

GRADO	AREA a PALPAR	ESQUEMA	DESCRIPCION
1 MUY FLACA	Apófisis espinosas		Puntiagudas descarnadas, bien notables a palpación; se distingue espacio entre ellas.
	Apófisis transversas		Agudas, los dedos perciben extremos o aletas aïlladas, pasan con facilidad por debajo palpando cara inferior de las mismas.
	Músculos del lomo		Deprimidos, sin cobertura de grasa. Se palpa piel y huesos.
2 FLACA	Apófisis espinosas		Prominente pero suave. Dificultad en palpar las apófisis individuales.
	Apófisis transversas		Suaves y redondeadas. Para palpar la cara inferior se debe ejercer ligera presión.
	Músculos del lomo		Rectos, con poca cobertura de grasa subcutánea.
3 NORMAL	Apófisis espinosas		Se perciben pequeñas elevaciones suaves y redondeadas.
	Apófisis transversas		Se tocan solo ejerciendo presión, son suaves y están recubiertas.
	Músculos del lomo		Llenos, de forma convexa y moderada cobertura de grasa.
4 GORDA	Apófisis espinosas		Ejerciendo presión se detectan como línea o cordón duro entre músculos del lomo.
	Apófisis transversas		Imposible palpar los extremos de las mismas.
	Músculos del lomo		Presentan buena cobertura de grasa.
5 MUY GORDA	Apófisis espinosas		Imposible palpar aunque se ejerza presión.
	Apófisis transversas		Imposible palpar aunque se ejerza presión.
	Músculos del lomo		Muy llenos y con abundante cobertura de grasa.

Figura 8. Descripción de la escala de evaluación de condición corporal.

Fuente: <http://www.produccion-animal.com.ar/>

Animales

La majada estaba constituida al inicio del relevamiento, por 172 ovejas de cría y 27 carneros, como se observa en la tabla 3. En el trabajo fueron evaluados 118 corderos, hembras y machos, nacidos en el período comprendido entre abril y diciembre del año 2011.

Tabla 3. Descripción de la población ovina al inicio del relevamiento.

Sexo	Número de animales	Edad promedio (dentición)	Peso (kg) (media ± DE)	Condición corporal (media ± DE)
Machos	27	4,07	30,77 ± 8,29	2,86 ± 0,39
Hembras	172	4,82	30,22 ± 5,30	2,87 ± 0,39

Referencias: DE: Desvío estándar.

Manejo de los animales

Los carneros y las ovejas se encontraban en potreros, juntos todo el año, y su alimentación fue en base a campo natural. Desde el punto de vista sanitario, no se cuenta con la información correspondiente a fecha de dosificación, dosis ni el principio activo de los productos administrados. Los partos ocurrieron durante todo el año y dentro de las 36 horas siguientes al parto, se realizaron recorridas regulares registrándose la fecha de nacimiento, el sexo, el tipo de parto y el peso al nacer con la mínima perturbación en la relación madre-hijo.

La medida del peso corporal se repitió cada 15 días y dado que en el establecimiento no se realiza destete se consideró para los análisis como fecha de este evento 120 días.

Cálculo de la ganancia diaria y peso ajustado a los 120 días

La ganancia diaria (GD) se calculó como la diferencia de la última medida de peso y la primera (variable según el período de nacimiento) dividido por la diferencia de días entre éstos.

El peso al destete ajustado a los 120 días se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$PD\ 120 = GD * (120 - DPN) + PP$$

Dónde:

PD120 = Peso al destete ajustado a los 120 días

GD = Ganancia diaria

DPN = Diferencia en días entre la primer pesada y su día de nacimiento.

PP = Primer registro de peso

Análisis Estadísticos

Estudio del efecto de los factores ambientales sistemáticos

El análisis estadístico se realizó usando el paquete de modelos lineales generalizados, del software estadístico R de licencia libre, considerando el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + Ed_i + S_j + CC_k + Ep_l + e_{ijkl}$$

Dónde:

Y_{ijkl} = Observación individual correspondiente de PD120 o GD para la edad de madre i , sexo j , condición corporal k , y estación de parto l .

μ = Media poblacional

Ed_i = Edad por cronología dentaria de la madre (2, 4, 6, 8)

S_j = Sexo de los corderos (macho, hembra)

CC_k = Condición corporal de la madre preparto (1 al 5)

Ep_l = Estación de parto

e_{ijkl} = Residuo

Teniendo en cuenta los datos recabados, se evaluó el desempeño del crecimiento pre-destete de los corderos Criollos, considerando el modelo anteriormente descrito, evaluando los efectos del sexo, época de nacimiento y maternos (edad y condición corporal).

Modelos no lineales de crecimiento

Se determinó el nivel de ajuste a los datos de los ovinos Criollos colectados. Los modelos evaluados en este estudio fueron el Brody, Gompertz, Logístico y Richards, mostrados en detalle en la Tabla 4, los cuales se encuentran entre los más usados en el campo biológico para el ajuste de curvas de crecimiento. Se estimaron los parámetros de los cuatro modelos matemáticos de crecimiento, utilizando para este análisis solamente los animales nacidos en el primer período de estudio, otoño-invierno, debido a que en esta etapa se obtuvo un mayor número de nacimientos, siendo un total de 80 corderos (46 hembras y 34 machos), y se evaluó desde el nacimiento hasta los 300 días de edad. Se utilizó el software estadístico de R versión 2.15.1.

Tabla 4. Modelos no lineales utilizados para el crecimiento de ovinos Criollos.

Modelo	Forma General
Brody	$y = A (1 - Be^{-kt}) + \varepsilon$
Gompertz	$y = Ae^{Be^{-kt}} + \varepsilon$
Logístico	$y = A (1 + e^{-kt})^{-m} + \varepsilon$
Richards	$y = A (1 - Be^{-kt})^{-m} + \varepsilon$

y: Peso corporal; *A*: Peso asintótico; *t*: Edad; *B*: Constante de integración; *k*: Tasa de maduración; *m*: Configuración de la curva; *e*: Logaritmo natural; ε : Residuo

Para determinar la ecuación de mejor ajuste se consideró el coeficiente de determinación (R^2) y el criterio de información de Akaike (AIC).

El R^2 es una medida que nos indica que tan bien se ajusta la recta de regresión a los datos, es decir, es una medida de bondad de ajuste. Los valores de R^2 varían entre 0 y 1. Si es igual a 1 el ajuste es perfecto, es decir, cuando todos

los puntos se encuentran sobre la recta de regresión. Si R^2 es igual a 0 denota la inexistencia de relación entre las variables. Puesto que R^2 nos explica la proporción de variabilidad de los datos que queda explicada por el modelo de regresión, cuanto más cercano a la unidad esté, mejor es el ajuste.

El criterio de información de Akaike, es una medida relativa de la bondad de ajuste de un modelo estadístico que permite determinar con qué eficiencia los modelos se ajustan a una base de datos. El método combina la teoría de máxima verosimilitud, información teórica y entropía de información. Es definido como:

$$AIC = -2(\ln \text{verosimilitud} - n^{\circ} \text{parámetros})$$

El criterio de selección es seleccionar los modelos con valores más bajos de AIC. El modelo que mejor explica los datos con el mínimo número de parámetros es el que presenta más bajo valor de AIC. El valor puede ser negativo o positivo, depende de las unidades en que se expresen los datos, y no se puede interpretar como un valor individual, siendo de utilidad para la comparación de modelos.

Test de verificación de igualdad de parámetros del modelo de mejor ajuste para las dos categorías de sexo

Al modelo seleccionado como de mejor ajuste, se realizó un test de razón de verosimilitud para igualdad de parámetros de modelos no lineales con la finalidad de determinar si existen diferencias entre los parámetros estimados para machos y hembras o si se puede usar una curva integradora de ambos. Se siguió el procedimiento presentado por Regazzi (2003), en el cuál se plantean diferentes hipótesis de igualdad de parámetros para los diferentes grupos (en este caso si los parámetros estimados para machos y hembras son significativamente diferentes) y la realización de regresiones no-lineales sucesivas, partiendo de un modelo sin restricción y modelos con restricciones sobre los parámetros. De esta forma es posible obtener un valor de X^2 (Chi cuadrado) para cada hipótesis mediante la relación entre la suma de cuadrados residuales del modelo sin restricciones y el modelo restrictivo correspondiente aplicando la siguiente fórmula:

$$X^2_{v} = -n \ln(SCR_{SR}/SCR_{Ri})$$

Dónde:

X^2_{v} = es el valor de Chi cuadrado con v grados de libertad

n = número de observaciones

ln = logaritmo natural

SCR_{SR} = suma de cuadrados del residuo del modelo sin restricciones

SCR_{Ri} = suma de cuadrados del residuo del modelo restrictivo i

Luego mediante un test de Chi cuadrado se rechaza o se acepta la hipótesis planteada.

RESULTADOS

En el establecimiento donde se encuentra el rebaño de ovinos Criollos no se realizaba ningún tipo de manejo reproductivo, manteniendo machos y hembras juntos durante todo el año. El registro de nacimiento de los corderos permitió identificar una parición continua durante todo el año con dos picos bien marcados de nacimientos, uno en el mes de mayo y el otro en diciembre. Esta situación presentó dificultades en el trabajo de campo al momento de monitorear las pariciones que ya implicó recorridas permanentes en la búsqueda de los nuevos corderos y en el análisis de datos, puesto que se debieron considerar dos estaciones de parición.

En base a los registros de 118 corderos nacidos durante este estudio (62 hembras y 56 machos) se definieron estos intervalos: 1) período de otoño-invierno, comprendido por los meses de abril-agosto y 2) período primavera-verano que se extiende de noviembre a marzo. Los nacimientos fueron más numerosos en el primer período, presentando un pico en el mes de mayo como se muestra en la Figura 9.

A partir de los resultados obtenidos se observa que el número de nacimientos a cada fecha no es constante. En base a lo presentado en la Figura 10, la cual muestra el número de nacimientos discriminados por sexo en rangos de ocho días, se puede decir que al inicio del estudio, se obtuvo la mayoría de nacimientos, notándose luego una disminución, siendo mínimos hacia el final. Además se puede ver que nacen más hembras que machos en cada período considerado.

La Figura 11 presenta la evolución de los promedios de pesos registrados (sin ajustar por efectos ambientales) en función a la edad en días de los corderos.

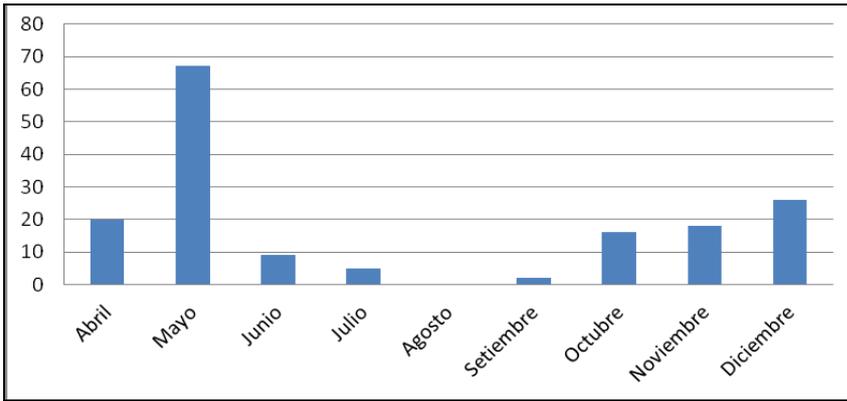


Figura 9. Distribución de nacimientos por mes.

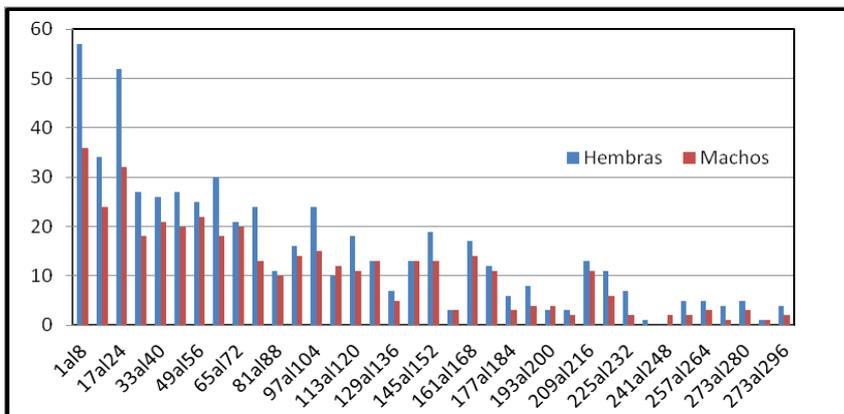


Figura 10. Número de animales que nacen en cada fecha.

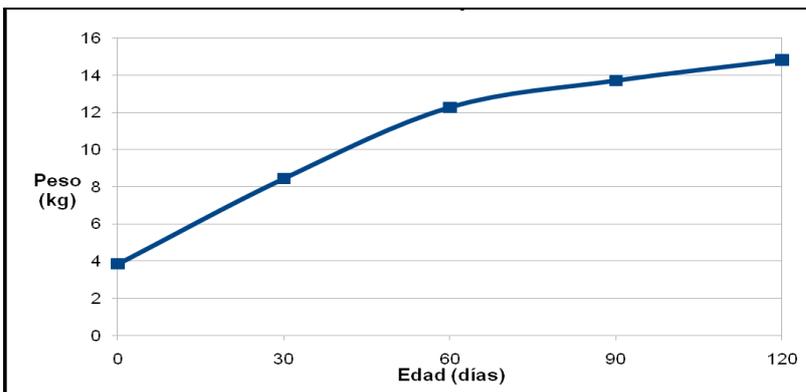


Figura 11. Variación del peso promedio de los corderos según edad.

La ganancia diaria pre-destete promedio fue $0,102 \pm 0,028$ kg y el peso al destete ajustado a los 120 días promedio fue de $16,17 \pm 2,66$ kg.

Estudio del efecto de los factores sistemáticos

Sexo del cordero

El sexo del cordero afectó significativamente la ganancia diaria pre-destete ($p < 0,05$) y el peso ajustado a los 120 días ($p < 0,01$). Los machos presentaron mayores ganancias diarias pre-destete que las hembras al igual que para el peso ajustado a 120 días, como se muestra en la Tabla 5. Aunque se observan diferencias en las tendencias para cada sexo en las diferentes épocas de nacimiento estudiadas, las mismas no fueron significativas lo que indica que no se observa en este estudio una interacción entre sexo y estación de nacimiento.

Tabla 5. Medias por mínimos cuadrados (\pm desvío estándar) para la ganancia diaria (kg/día) y peso ajustado a los 120 días (kg) de los corderos hembra y macho y estación de parición.

Ganancia diaria (kg/día)	General	Otoño	Primavera
Hembras	0,099 \pm 0,025	0,104 \pm 0,024	0,086 \pm 0,025
Machos	0,105 \pm 0,030	0,120 \pm 0,023	0,082 \pm 0,025
Peso ajustado a los 120 días (kg)	General	Otoño	Primavera
Hembras	15,61 \pm 2,47	15,85 \pm 2,51	15,02 \pm 2,35
Machos	16,80 \pm 2,76	18,09 \pm 2,39	14,82 \pm 2,04

Estación de Parto

Tanto la ganancia diaria pre-destete como el peso ajustado a los 120 días mostraron diferencias significativas entre las dos épocas evaluadas ($P < 0,001$), presentando un mejor comportamiento en otoño. El mayor promedio correspondió al mes de junio para ambas características (ganancia diaria: 0,128 \pm 0,029 kg/día, peso ajustado a los 120 días: 18,31 \pm 2,35 kg).

En el caso de los ovinos Criollos uruguayos la influencia de la época de nacimiento se observa en la Tabla 6.

Tabla 6. Medias por mínimos cuadrados (\pm desvío estándar) para la ganancia diaria (kg/día) y peso ajustado a los 120 días (kg) según estación de parición.

	Ganancia diaria (kg/día)	Peso a los 120 días (kg)
Otoño	0,111 \pm 0,025	16,80 \pm 2,69
Primavera	0,084 \pm 0,024	14,91 \pm 2,15

Edad y condición corporal de la madre

Debido a que no existe un adecuado manejo productivo y reproductivo definido y la falta de personal fijo en el establecimiento dedicado al trabajo, fue difícil realizar una correcta identificación de todos los pares de madre-hijo, determinando reducida base de datos de información individualizada. Pudimos identificar de forma correcta 62 madres. Las medias de las clases consideradas para ambos efectos se pueden observar en la Tabla 7.

Los promedios de ganancia diaria muestran diferencias en las clases de condición corporal y de la edad de las madres pero el contraste de las medias por mínimos cuadrados no fueron significativos ($p > 0,05$) y no muestran tendencias claras probablemente debido al reducido número de animales. Lo mismo se constató para PD120. Es importante incrementar el número de registros para evaluar la importancia de cada uno de estos efectos en forma individual y en interacción con los demás factores relevantes.

Tabla 7. Medias por mínimos cuadrados (\pm desvío estándar) para la ganancia diaria (kg/día) según características de las madres.

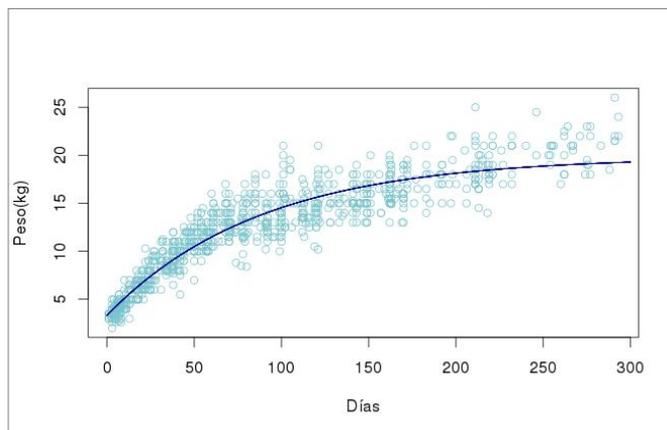
Atributo de las madres	Número de datos	Promedio de ganancia diaria (kg/día)
Edad al parto (dentición)		
2	23	0,108 \pm 0,024
4	16	0,108 \pm 0,023
6	12	0,102 \pm 0,033
8	11	0,114 \pm 0,028
Condición corporal		
2	4	0,095 \pm 0,029
2,5	15	0,117 \pm 0,019
3	32	0,111 \pm 0,027
3,5	2	0,110 \pm 0,028
4	1	0.100

Estudio de la curva de crecimiento

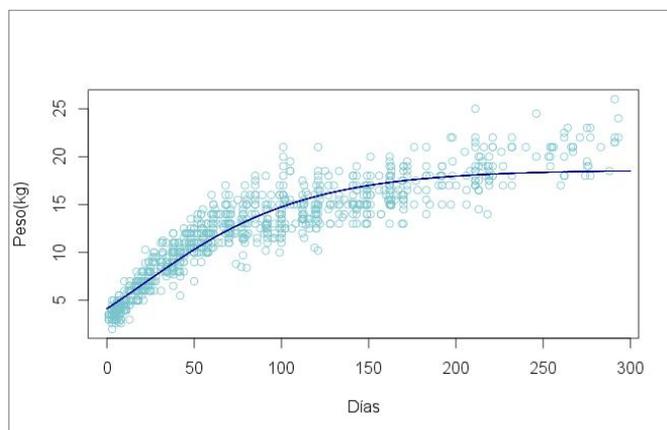
Modelos matemáticos para la descripción del crecimiento

En las Figuras 12, 13 y 14, se puede observar el ajuste de las curvas de crecimiento basadas en los modelos de Brody, Gompertz y Logístico, para todos los animales (General), para machos y para hembras desde el nacimiento hasta los 300 días de edad. Las mismas se realizaron considerando solamente los animales nacidos en el primer período de estudio, otoño-invierno, siendo un total de 80 corderos (46 hembras y 34 machos) ya que se obtuvieron más cantidad de animales nacidos y mayores ganancias diarias.

Modelo Brody



Modelo Gompertz



Modelo Logístico

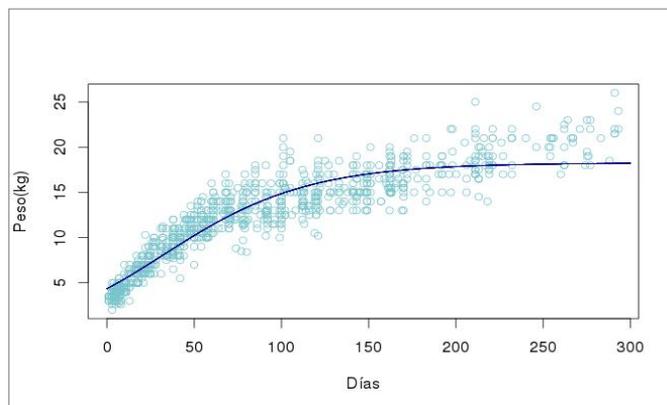
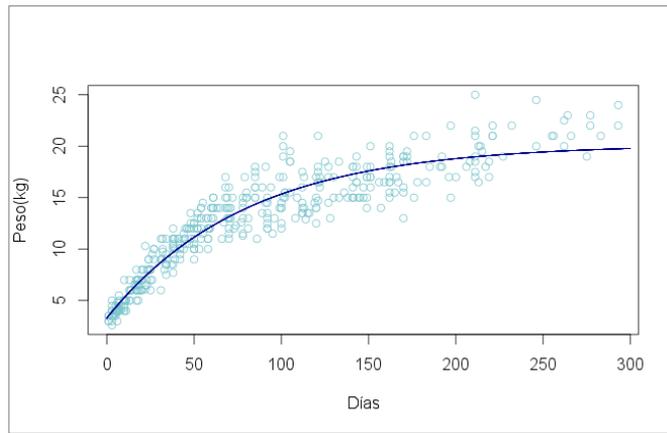
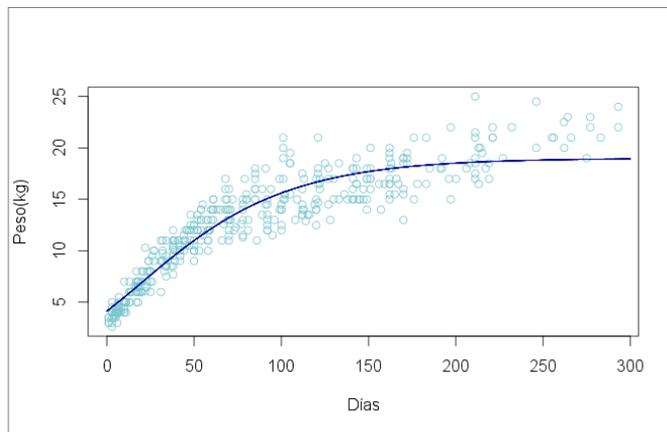


Figura 12. Peso en relación a la edad, ajustada para el modelo de Brody, Gompertz y Logístico para todos los animales estudiados.

Modelo Brody



Modelo Gompertz



Modelo Logístico

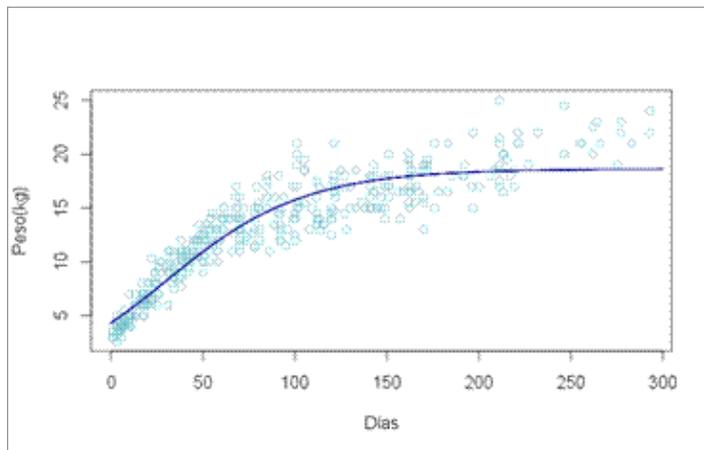
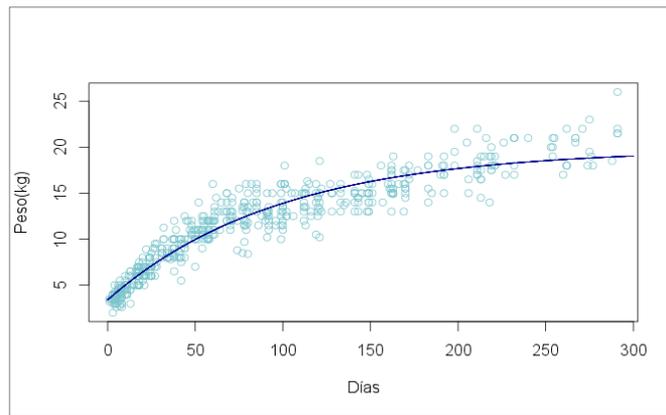
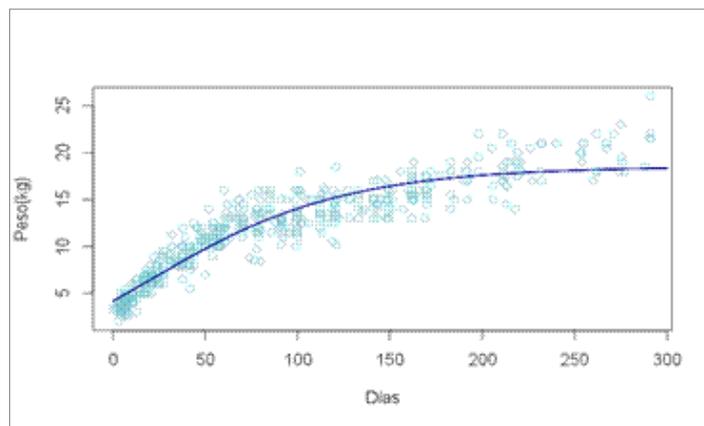


Figura 13. Peso en relación a la edad, ajustada para el modelo de Brody, Gompertz y Logístico para machos.

Modelo Brody



Modelo Gompertz



Modelo Logístico

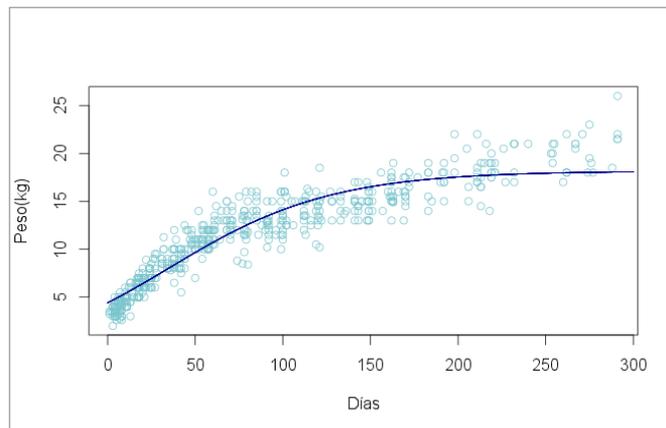


Figura 14. Peso en relación a la edad, ajustada para el modelo de Brody, Gompertz y Logístico para hembras.

El coeficiente de determinación se encuentra entre 0.87- 0.89, presentando buen ajuste para los modelos Brody, Logístico y Gompertz. El que mejor se ajustó fue Brody, luego Gompertz y por último el Logístico tanto para machos como para hembras. Si observamos la Tabla 8, tenemos que los valores del coeficiente de determinación muestran semejanzas entre todos los modelos y para machos y hembras. Si nos basamos en el criterio de información de Akaike, podemos observar que el modelo que mejor se ajusta es el de Brody, tanto para machos como para hembras, seguido por el modelo de Gompertz y el Logístico.

Tabla 8. Estimación de los parámetros A, B, k y m, coeficiente de determinación (R^2) y criterio de información de Akaike (AIC) según cada función para cada sexo.

Modelos	Parámetros				R^2	AIC
	A	B	K	M		
<u>General</u>						
Brody	19,83	0,83	0,01		0,89	3760,00
Gompertz	18,62	-1,5	0,02		0,88	3861,51
Logístico	18,26		0,02	2,07	0,87	3909,16
<u>Machos</u>						
Brody	20,18	0,84	0,01		0,89	2085,72
Gompertz	18,99	-1,52	0,02		0,88	2158,58
Logístico	18,63		0,02	2,1	0,88	2192,19
<u>Hembras</u>						
Brody	19,81	0,83	0,01		0,9	1574,88
Gompertz	18,53	-1,48	0,02		0,89	1615,86
Logístico	18,17		0,02	2,04	0,88	1635,02

Las diferencias entre los modelos Brody, Gompertz y Logístico, fueron pequeñas lo que nos permite decir que se ajustan en forma adecuada a los datos de crecimiento de los ovinos Criollos. En cambio, el modelo de Richards presentó dificultades al momento de estimar sus parámetros (no convergió dentro de las mil iteraciones) por lo que no es adecuada su elección para el ajuste de la curva de crecimiento de los ovinos Criollos.

El parámetro A, difiere según el modelo utilizado, presentando el mayor valor en el modelo de Brody como se observa en la Tabla 8. En todos los modelos el valor de A fue mayor en los machos que en las hembras. Los pesos estimados a los 300 días por los modelos de crecimiento, no presentan grandes diferencias con respecto a los pesos observados en los ovinos Criollos a esa edad.

Con respecto al parámetro k , como se muestra en la Tabla 8, presenta diferencias en su valor al comparar machos y hembras. En relación al parámetro B , presenta diferencia entre los modelos usados y entre los sexos. El parámetro m , no tuvo diferencias al evaluar el sexo.

Test de verificación de igualdad de parámetros del modelo Brody.

Los resultados obtenidos mediante el test de igualdad de procedimientos se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9. Test de igualdad de parámetros aplicado al modelo Brody para machos y hembras.

Hipótesis (H_0)	Grados de libertad	X^2 calculado	P-Valor
$A_h=A_m=A$	1	0,274822157	0,58
$B_h=B_m=B$	1	0,0343564	0,86
$k_h=k_m=k$	1	4,320704442	0,04

Referencias: A_h , B_h y k_h : parámetros A , B y k estimados para hembras; A_m , B_m y k_m : parámetros A , B y k estimados para machos; A , B y k : parámetros A , B y k estimados en un modelo integrador.

Los p-valores para las dos primeras hipótesis son elevados lo que significa que no se puede descartar la hipótesis de que los valores de cada parámetro (A y B) resulten iguales tanto para machos como para hembras. En el caso del parámetro k , el p-valor obtenido resulta poco significativo, lo que indica una leve diferencia en la tasa de madurez de machos y hembras.

DISCUSIÓN

En el presente trabajo se utilizaron dos enfoques diferentes pero complementarios para la caracterización del crecimiento pre-destete de los ovinos Criollos. Por un lado se analizó el efecto de factores que influyen en el crecimiento como ser el sexo del cordero, la estación de parición y la edad y condición corporal de la madre sobre medidas “estáticas” del crecimiento. Este enfoque se complementó con una evaluación preliminar de las curvas de crecimiento, considerando en este caso la variable tiempo en conjunto con el peso vivo.

Influencia de efectos ambientales

El estudio de los factores ambientales en el crecimiento, indica que el sexo influyó las ganancias diarias pre-destete y el peso ajustado a los 120 días, siendo los machos lo que presentaron mayores valores. Estudios realizados en otras razas (Machega, Pelibuey, Gallega) reportaron de igual manera el sexo como efecto significativo sobre la tasa de crecimiento y el peso al destete de los corderos, siendo los machos los que presentan valores mayores de ganancias diarias pre-destete (Caballero et al., 1996; Adán et al., 2007; Macedo et al., 2008). Estas diferencias en la tasa de crecimiento y peso son observadas en general en todas las especies y particularmente en los mamíferos debido a la acción de los esteroides sexuales. Estos influyen sobre el crecimiento de los individuos favoreciendo la ganancia diaria en machos así como también un mayor desarrollo muscular (Lawrence et al., 1998).

Al comparar la tasa de crecimiento del ovino Criollo uruguayo con razas de ovinos españolas, observamos que algunas tienen ganancias pre-destete similares como es el caso de la oveja Gallega (Sánchez et al., 2000), mientras que otras como la raza Ripollesa tienen ganancias diaria media superiores, 0,233 kg (Guillaumet et al., 2001). Por otro lado encontramos que la raza criolla colombiana tiene un peso ajustado a los 120 días de $18,11 \pm 4,7$ kg, (Martínez et al., 2005), siendo superior al valor encontrado en la raza criolla de San Miguel.

Las condiciones de manejo de esta majada en la cual hembras y machos se manejan juntos a lo largo del año permitirán investigar en mayor profundidad el comportamiento reproductivo de las ovejas ya que se observaron nacimientos en todas las estaciones. Además se encontraron varias ovejas que parieron dos veces al año, presentando varias una condición corporal inferior a 3. La comparación de las dos épocas de parición nos permite decir que se observa un mejor comportamiento de los corderos en el otoño.

Resultados obtenidos en ovinos Criollos de los países de la región, como es el caso del ovino Criollo argentino, indican un comportamiento similar a los considerados en este estudio tanto en aspectos reproductivos como productivos. Estudios de De Gea (2007), en poblaciones que mantienen

hembras y machos juntos sin establecer período de encarnada, los nacimientos se concentraron también en las épocas de otoño y de primavera. Según el autor esta circunstancia está en relación con la mayor tasa ovulatoria registrada en el otoño que coincide con una mayor oferta forrajera.

Al evaluar la época de nacimiento encontramos que los ovinos Criollos presentaron mayores ganancias diarias en el otoño que en la primavera, una posible explicación a este fenómeno se describe en trabajos de Caballero et al. (1996) y Marai et al. (2007), quienes observaron que elevadas temperaturas producen estrés en los ovinos lo que lleva a una reducción del consumo voluntario de alimento en estaciones más calurosas, presentando así mayores ganancias de peso en el otoño. A nivel regional, De Gea (2007) también observó que los corderos Criollos argentinos nacidos en otoño tienen mayores ganancias diarias (0,130-0,160 kg/día) que en primavera (0,125 kg/día).

Curva de crecimiento

El crecimiento animal puede ser descrito por medio de modelos matemáticos que predicen la evolución del peso vivo (Agudelo et al., 2008). Se cuestiona qué modelo se aplica mejor para describir el crecimiento corporal de ovinos. Para Mc Manus et al. (2003), el modelo Logístico sería el más adecuado para la raza Bergamasca. Por otro lado, Sarmiento et al. (2006), comparando funciones en la curva de crecimiento en ovinos de la raza Santa Inés observaron que el modelo de Gompertz da resultados más fiables, similar a lo encontrado por Lambe et al. (2006) quienes consideran que el modelo de Gompertz presenta los mejores ajustes para describir el peso desde el nacimiento hasta el sacrificio. Bathei et al. (1998) concluyeron que el modelo de Brody es de más fácil interpretación y estimación para la raza Mehabran Iranian fat-tailed. Por otro lado, Freitas (2005) informó que los modelos Logístico, Von Bertalanffy y Brody fueron más versátiles para adaptarse a las curvas de crecimiento en el ganado ovino. En base a estas informaciones, se debe considerar que una misma función puede dar resultados diferentes según la raza, la población o la función a prueba (Malhado et al., 2009).

En los ovinos Criollos de este estudio, según los valores del coeficiente de determinación (R^2) y del criterio de información de Akaike (AIC), el modelo que mejor se ajusta a los datos, es el modelo de Brody. Pero es de destacar que el Logístico y el Gompertz, también presentaron buenos ajustes (R^2 : 0,87- 0,89; AIC: 3760,00 – 3909,16), por lo que las tres funciones matemáticas podrían utilizarse para predecir el crecimiento de los ovinos Criollos.

El modelo de Richards presentó dificultades en lograr convergencia en el proceso iterativo. Esto es semejante a lo encontrado por otros autores quienes reportaron que la diferencia en la calidad de ajuste que tuvo este modelo, no superó la dificultad en lograr convergencia, lo cual posiblemente sea debido a que este modelo tiene que estimar un parámetro más (Braccini et al., 1996; Sarmiento et al., 2006; Quirino et al., 2006; Costa et al., 2007; Malhado et al.,

2009). Dada las dificultades presentadas, podemos decir que este modelo no debería ser el de elección para modelar el crecimiento de los ovinos Criollos.

Los valores del R^2 obtenidos en las estimaciones indican que tanto los modelos Brody, Gompertz y Logístico ajustaron de manera similar a la curva de crecimiento. Resultados semejantes fueron reportados por Sarmiento et al. (2006). Sin embargo, el uso de R^2 como único criterio, no parece ser indicado para la comparación de este tipo de modelos (Keskin et al., 2009), razón por la cual se decidió utilizar también el AIC.

Si bien los valores de AIC mostraron mayores diferencias, la tendencia en términos del ajuste fue similar a la indicada por el coeficiente de determinación.

Luego de encontrar la función que mejor se ajusta, los parámetros pueden ser estudiados para identificar las características que probablemente afecten a esta, como son la raza, sexo, tipo de parto, estación de nacimiento, año de nacimiento y edad de la madre al parto, asegurando así los ajustes que se pueden lograr en la curva de crecimiento (Sarmiento et al., 2006; Malhado et al., 2009).

La estimación del parámetro A, que representa una estimación del peso asintótico, va a depender del modelo matemático utilizado. Para el caso de los ovinos Criollos, los tres modelos, Brody, Gompertz y Logístico, presentaron buenos ajustes. Los pesos observados a los 300 días de edad se asemejan a los previstos por los modelos a la misma fecha.

Si se considera el efecto sexo, observamos que los machos tienen mayores valores del parámetro A que las hembras en los tres modelos comparados. Sin embargo, la comparación de estas medias indicó que las diferencias no fueron estadísticamente diferentes. Estos resultados coinciden con el trabajo de Malhado et al. (2009), en el cual el sexo del cordero no presentó efectos sobre dicho parámetro. Por otro lado, otros autores reportaron que los machos presentaron mayores valores de A (Bathei et al., 1996; Mc Manus et al., 2003; Sarmiento et al., 2006; Keskin et al., 2009).

La definición de un peso adulto óptimo es controvertido, ya que va a depender de diversos factores como son, la especie, la raza, el método de selección, el sistema de manejo y las condiciones ambientales (Malhado et al., 2009). En base a los resultados obtenidos en los ovinos Criollos, el valor del parámetro A, peso asintótico, obtenido es el peso a los 300 días de edad del cordero. Por lo tanto la estimación del valor de A no debe ser considerada como la estimación del peso a la madurez, pero sí a los 300 días de edad, que fue la última medida de peso (Lambe et al., 2006).

Al comparar la estimación del parámetro A en los ovinos Criollos con otras razas de trabajos mencionados anteriormente, podemos observar que el valor es significativamente bajo. Por ejemplo la raza Mehraban fat-tailed presentó un valor de 72 kg (Bathei et al., 1996) mientras que Sarmiento et al., (2006) constataron valores entre 23,16 y 27,41 Kg usando diferentes modelos. Si bien

el valor estimado de A no es el tamaño adulto, podría interpretarse que el tamaño adulto de los ovinos Criollos es pequeño. Esto no solo se condice con los pesos observados de las ovejas, sino que se alinea con los bajos pesos al destete y ganancias diarias pre-destete que fueron calculadas en este estudio.

El parámetro k, el cual representa la tasa de crecimiento, es otro parámetro importante a ser considerado. Animales con altos valores de k tienen una madurez precoz, en relación a los que presentan bajos valores y un peso inicial similar. Es posible comprobar que los animales que tienen un crecimiento más rápido pueden ser sacrificados antes (Malhado et al., 2009). En el caso de los ovinos Criollos el valor de k, fue muy similar en los tres modelos comparados. La comparación entre los valores de este parámetro en relación al sexo para el modelo seleccionado como de mejor ajuste (Brody) presentó diferencias significativas.

El parámetro B, que representa una constante de integración relacionada con el peso inicial del animal. En este trabajo se constataron diferencias en los valores obtenidos para los modelos. Según, Freitas (2005), el parámetro B no posee interpretación biológica, pero es importante para modelar la curva sigmoidea desde el nacimiento hasta la edad adulta.

El parámetro m, denominado parámetro de inflexión de la curva, indica el punto en que el animal pasa a crecer con menor eficiencia (Costa et al., 2007).

El valorar el crecimiento desde estos puntos de vista resulta interesante ya que predecir el comportamiento de la curva de crecimiento en base a modelos no lineales, puede ayudar a definir estrategias de alimentación adecuada y establecer la mejor edad para el sacrificio, con la mejor relación costo-beneficio (Malhado et al., 2009). Por otro lado, el contar con la posibilidad de cambiar la forma de la curva de crecimiento, puede ser una perspectiva atractiva, para aumentar el crecimiento temprano, pero restringir tamaño maduro, y por lo tanto bajar los requisitos de mantenimiento (Lambe et al., 2006).

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio muestran que el crecimiento de los ovinos Criollos sigue una curva sigmoidea. Los modelos matemáticos postulados para la modelización del crecimiento se ajustaron muy bien a los datos de los ovinos Criollos para describir su crecimiento, con excepción del modelo de Richards que presentó problemas de convergencia. El modelo de Brody es el que se adecua mejor teniendo en cuenta que tuvo los mayores valores de R^2 y AIC.

En términos generales las ganancias y pesos observados son bajos en comparación a razas comerciales. Sin embargo, es importante considerar el tamaño pequeño de las ovejas adultas, que puede estar contribuyendo a la adaptación de los ovinos Criollos a las condiciones ambientales restrictivas de la región en la que se encuentran.

El estudio de los factores ambientales no mostró un efecto significativo de la edad de la madre o de su condición corporal. Por el contrario, el efecto del sexo de los corderos tuvo una influencia clara en la ganancia diaria pre-destete y en el peso al destete. En términos de las curvas de crecimiento solo se expresó en forma significativa en el parámetro k de los modelos no lineales.

Teniendo en cuenta estas observaciones se recomienda continuar manteniendo las pautas de trabajo que permitan avanzar en el conocimiento de las capacidades tanto productivas como reproductivas de esta majada. La continuación en la toma de registros de pesos de todas las categorías permitirá validar los resultados obtenidos y mejorar la estimación de los pesos adultos que caracterizan a los ovinos Criollos. El conocimiento los factores que influyen en la curva de crecimiento es muy relevante para la caracterización de este recurso genético y para contribuir en la definición de programas de manejo y mejoramiento.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Abreu, U; Cobucci, J; da Silva, M; Sereno, J. (2004). Uso de modelos no lineales para el ajuste de la curva de crecimiento de bovinos Pantaneiros. Archivos de Zootecnia, 53: 367-370.
- 2) Adán, S; García, J; Domínguez, B; Justo, J.R.; Lama, J; Fernández, M; Rivero, C.J.; Rois, D. (2007). Estudio del crecimiento de los corderos de la raza ovella Galega. Archivos de Zootecnia 56: 489-496.
- 3) Agudelo, D; Cerón, M; Restrepo, L. (2008). Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 21:39-58.
- 4) Aguilar, F. (2010). Modelos matemáticos no lineales como herramienta para evaluar el crecimiento de Tilapia Roja (*Oreochromis spp.*) y Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus* var. *chitralada*)” alimentadas con dietas peletizadas o extruidas. Tesis para optar al título de Magíster en Producción Animal Línea de investigación–Nutrición-
Disponibile en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2813/1/780183.2010.pdf> animal.
Fecha de consulta: 17/10/2012.
- 5) Asociación Rural del Uruguay. (1975). Oveja criolla. Revista de la Asociación Rural del Uruguay, n° 2.
- 6) Asociación Rural del Uruguay. (1985). El lanar de raza criolla: magro frugal y longevo. Revista de la Asociación Rural del Uruguay, n° 8.
- 7) Balles, L; Elso, L; López, E. (2003). Efectos del biotipo materno y de la raza paterna sobre la producción y cualidades de la carne de corderos F 1 y triple cruza. Tesis de grado – Facultad de Agronomía, pág. 96, Montevideo, Uruguay.
- 8) Banchemo, G; Quintans, G; Milton, J; Lindsay, D. (2005). Comportamiento maternal y vigor de los corderos al parto: efecto de la carga fetal y la condición corporal. Seminario de actualización técnica: Reproducción ovina: recientes avances realizados por el Inia. INIA Treinta y Tres, INIA Tacuarembó y Programa Nacional de ovinos y caprinos, pág.61-68.
- 9) Banchemo, G; Montossi, F; De Barbieri, I. (2006). Si no tomamos medidas, este año podemos perder más de un millón de corderos. El País Agropecuario, Julio 2006, pág. 30-32.
- 10) Banchemo, G; de Barbieri, I; Montossi, F.(2009).¿ Cómo preñar más ovejas y producir más corderos después de la sequía? Revista INIA, N° 17, pág.30-36.
- 11) Bathei, S; Leroy, P. (1996). Growth and mature weight of Mehraban Iranian fat-tailed sheep. Small Ruminant Research, 22:155-162.

- 11) Bathei, S; Leroy, P. (1998). Genetic and phenotypic aspects of growth curve characteristics in Mehraban Iranian fat-tailed sheep. *Small Ruminant Research*, 29:261-269.
- 12) Bertino, M; Tajam, H. (2000). La ganadería en el Uruguay 1911-1943. Instituto de Economía.
- 13) Bianchi, G; Garibotto, G; Bentancur, O. (2003). Comportamiento productivo en la progenie de carneros Ile de France y ovejas Corriedale y Polwarth. *Agrociencia*, 7 (1):9-18.
- 14) Braccini, J; Dionello, N; Silveira, J.(1996). Análise de curvas de crescimento de aves de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 25 (6): 1062-1073.
- 15) Breier, BH; Oliver, MH; Gallaher, BW. 2000. Regulation of growth and metabolism during postnatal development. In Cronje PB: Boonker EA, Henning PH, Van Der Walt JG (eds), *Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction*. CABI. United Kindom. Pág. 187-204.
- 16) Brody, S. (1945). *Bioenergetics and growth*. Reinhold Publication. New York. 1023 p.
- 17) Caballero De La Calle, J; Buxadé, C; Ovejero, I. 1996. Influencia de diversos factores sobre el crecimiento de corderos de raza Manchega. *Actas de las XXI Jornadas Científica de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*. Madrid, España, pág. 695.
- 18) Castells, D. (2009). Evaluación de resistencia genética de ovinos Corriedale a los nematodos gastrointestinales en Uruguay: Heredabilidad y correlaciones genéticas entre el recuento de huevos de nematodos y características productivas. Tesis de Maestría, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- 19) Ciappesoni, G; Gimeno, D. (2011a). Evaluaciones Genéticas de Ovinos en el Uruguay: resultados de la mejora genética. VIII Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe. 21-23 de Noviembre 2011, Quito, Ecuador.
- 20) Ciappesoni, G; Gimeno, D; Coronel, F. (2011b). Evaluaciones Genéticas de Ovinos en Uruguay: desde el tatuaje a la genómica. *Revista Asociación Rural del Uruguay*, 83:20-24.
- 21) Ciappesoni, G; Gimeno, D; Coronel, F. (2011c). Evaluaciones genéticas en ovinos: situación actual y desafíos futuros. XV Congreso Latinoamericano de Buiatría. XXXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría, 8-10 de Junio, Paysandú, Uruguay, pág. 197-201.

22) Ciappesoni, G; Gimeno, D; Coronel, F; Goldberg, V. (2011 d). Desarrollo de las evaluaciones genéticas en ovinos en el Uruguay: nuevas herramientas disponibles. Revista INIA, 26: 19-23.

23) Costa, V; Quirio, R; Lopes, R. (2007). Utilización de funciones de crecimiento no lineales para describir curvas de crecimiento en ovinos. Disponible en: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/naolinear/index.htm
Fecha de consulta: 20/11/2012

24) Crempien, C; López del P, L; Rodríguez, D. (1993). Efecto de la condición corporal al parto sobre el peso al nacimiento, mortalidad neonatal, peso al destete en los corderos y peso del vellón en ovejas Merino precoz. Agricultura Técnica 53: 144-149.

25) Crempien, C. (2000). Bases para el manejo del pastoreo de las ovejas. Curso de Producción Ovina- Centro Experimental Hidango, series actas n° 5.

26) Delgadillo, A; Reyes, López, R; Montaldo, H; Estrada, A; Shimada, A; Vásquez, C. (2009). Caracterización de la curva de crecimiento del ciervo rojo (*Cervus elaphus scoticus*) en el centro de México. Téc. Pecu. Méx. 47(1):117-123

27) De Gea, G. (2007). El ganado lanar en la Argentina – 2a ed. Universidad Nacional de Rio Cuarto, total de páginas: 245.

28) De Luca, T.J; Zarco, L; González, E; Tórtora, J; Villa-Godoy, A; Vásquez, C. (2003). Crecimiento predestete de corderos intensivos de pastoreo y manejo reproductivo en el altiplano central de México. Veterinaria México.

29) De Oliveira, L; Brandão, A; Bassanezi, R. (2007). Modelo de von Bertalanffy generalizado aplicado ao crescimento de suínos de corte. Biomatemática 17, 101-109. Publicação do Grupo de Biomatemática IMECC – UNICAMP. Disponible en: http://www.ime.unicamp.br/~biomat/bio17_art10.pdf
Fecha de consulta: 20/11/2012.

30) Díaz, E; Martínez, S; Moreno, L; Jaramillo, E; Gómez, A; Salgado, S. (2012). Factores de la oveja, del cordero y del ambiente asociados a la mortalidad de los corderos. Revista Abanico Veterinario 2 (1):41-46.

31) Duarte, F; Pelcastre, A .2000. Efecto de la suplementación pre-destete a corderos en condiciones tropicales. Livestock Research for Rural Development, 12 (3). Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/12/3/duar123a.htm>
Fecha de consulta: 19/09/2012.

32) FAO. 2001. Boletín de información sobre recursos genéticos animales. Roma, Italia.
Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/y1100m/y1100m00.htm#TOC>
Fecha de consulta: 17/10/2012.

- 33) FAO. (2010). La situación de los recursos zoo-genéticos mundiales para la alimentación y la agricultura. Comisión de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación Roma. Roma, Italia.
- 34) Fernández, G. (2000). Situación de los recursos genéticos domésticos locales del Uruguay. Archivos de Zootecnia 49: 333-340.
- 35) Fitzhugh, H. (1976). Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. Journal Animal Science, 42:1036-1051.
- 36) Freitas, A.R. (2005). Curvas de Crescimento na Produção Animal Rev. Bras. Zootec., 34(3):786-795.
- 37) Ganzabal, A; Echeverría, M. (2005). Análisis comparativo del comportamiento reproductivo y habilidad materna de ovejas cruza. Seminario de actualización técnica: Reproducción ovina: recientes avances realizados por el Inia. INIA Treinta y Tres, INIA Tacuarembó y Programa Nacional de ovinos y caprinos, pág.33-42.
- 38) Gómez, N; Bendicho, J; Trujillo, A. (2002). Peso al nacimiento y al destete de corderos de razas tropicales y de cruces con razas de origen templado. XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas Internacionales de la Sociedad española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Venezuela, pág. 855-860.
- 39) González, A; Ochoa, C; Torres, H; Díaz,G; González, C. (2009). De factores ambientales en el crecimiento pre-destete de corderos Rambouillet. Disponible en:
<http://www.ovinos-caprinos.com.ar/GENETICA/Factores%20ambientales%20que%20afectan%20el%20crecimiento%20predestetede%20corderos%20Rambouillet.pdf>. Fecha de consulta: 20/11/2012.
- 40) González, R; Torres, G; Castillo, M. 2002. Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. Veterinaria México, 33 (4): 443-453.
- 41) Guillaumet, J; Caja, G. (2001). La raza ovina Ripollesa: Características productivas y organización de la mejora de la raza. Ganadería 7: 47.
- 42) Hammond, J. (1932). Farm Animals. 2ª ed. Edward Arnold. London. 322 p.
- 43) Hinojosa Cuéllar, J. (2011). Caracterización productiva predestete de corderos y ovejas de pelo en el trópico húmedo de México. Tesis, Colegio de Postgraduados. Total de páginas: 61.
- 44) Hinojosa Cuellar, J; Regalado, F; Oliva, J. (2009). Crecimiento prenatal y predestete en corderos pelibuey, dorper, katahdin y sus cruces en el sureste de México. Revista Científica, FCV-LUZ / 19(5):522-532.

- 45) Iriarte, W. (2010). Estudio de diversos estimadores del crecimiento en una muestra de ovinos Criollos uruguayos. Proyecto de investigación, financiado por la Comisión de Investigación y Desarrollo Científico.
- 46) Jiménez, M; Cadavez, V; Rodrigues, S; Delfa, R; Teixeira, A; Sañudo, C. (2005). Efecto del sexo, tipo de nacimiento y edad de la madre en el crecimiento de corderos de la raza Churra Galega Bragançana. XXX Jornadas Científicas y IX Jornadas Internacionales de la Sociedad española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, Madrid, España, pág.369-371.
- 47) Jimeno, V; Majano, M; Rebollar, P. (1997). Alimentación práctica del ovino de leche en sistemas intensivos de explotación. XIII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA, 6 y 7 de Noviembre, Madrid, pág.1-14.
- 48) Keskin, I; Dag, B; Sariyel, V; Gokmen, M. (2009). Estimation of growth curve parameters in Konya Merino sheep. South African Journal of Animal Science, 39 (2):163-168.
- 49) Kremer, R; Barbato, G; Billotto, R; Perdigon, F. (1981). Crecimiento de corderos Corriedale. An. Fac. Vet. Uruguay, Montevideo, 18/20:53-64.
- 50) Lambe, NR; Navajas, EA; Simm,G; Bünger, L. (2006). A genetic investigation of various growth models to describe growth of lambs of two contrasting breeds. Journal Animal Science, 84:2642-2654.
- 51) Laurence, TL; Fowler, VR. (1998). Growth of farm animals.329p.
- 52) Leguiza, H; Chagra, E; Egea, V; Silva, J. (2007). Evaluación de pesos al nacimiento y ganancias de pesos hasta el destete de corderos Pampinta. APPA - ALPA - Cusco, Perú.
- 53) Macedo, R; Arredondo, V. (2008). Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos Pelibuey de manejo intensivo. Archivos de Zootecnia 57: 219-228.
- 54) Malhado, C.H.M; Carneiro, P.L.S; Affonso, P.R.A.M; Souza Jr, A.A.O; Sarmiento, J.L.R. (2009). Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. Small Ruminant Research, 84: 16-21.
- 55) Malhado, C.H.M; Ramos, A.A; Carneiro, P.L.S; Souza J.C; Wechsler, F.S; Eler, J.P; Azevêdo, D.M.M.R; Sereno,J.R.B. (2008). Modelos no lineales para describir el crecimiento de bufalinos de la raza Murrah. Archivos de Zootecnia, 57(220):497-503.
- 56) Marai IFM, AA El-Darawany, A Fadiel and MAM Abdel-Hafez, 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep - A review. Small Ruminant Research 71: 1-12.

- 57) Martínez, R; Malagón, S. (2005). Caracterización fenotípica y genética del ovino Criollo colombiano. Archivos de Zootecnia, 54:341-348.
- 58) Martínez, C; Rodríguez, A; Jiménez, A; Manrique, C. (2010). Descripción matemática de la función Gompertz aplicada al crecimiento de animales. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/remevez/article/view/16169/24391>
Fecha de consulta: 20/11/2012.
- 59) Mc Manus, C; Costa, L; Meirelles, R; Moreno, F; Ribeiro, N. (2003). Curvas de crecimiento de ovinos Bergamácia criados no Distrito Federal. Revista Brasileira de Zootecnia, 32(5):1207-1212.
- 60) Mernies, B; Filoneko, Y; Macedo, F. (2005a). Estudio preliminar de caracteres plásticos y fanerópticos en una muestra de ovinos Criollos uruguayos. Resúmenes del "V Simposio de Recursos Genéticos de América Latina y el Caribe, Montevideo, Uruguay. Pág. 111.
- 61) Mernies, B; Filoneko, Y; Macedo, F. (2005b). Estudio morfométrico de una muestra de ovinos Criollos uruguayos. Datos preliminares. Resúmenes del "V Simposio de Recursos Genéticos de América Latina y el Caribe, Montevideo, Uruguay. Pág. 111.
- 62) Mernies, B; Macedo, F; Filonenko, Y; Fernández, G. (2006). Índices zoométricos en una muestra de ovejas criollas uruguayas. Libro de Resúmenes del "V Congreso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animales". Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Tenerife.
- 63) Mernies, B; Macedo, F; Peralta, D; Fernández, G. (2008). Aspectos relacionados con la permanencia del ovino Criollo en territorio uruguayo. IX Simposio Iberoamericano sobre conservación y utilización de recursos zoológicos, Mar del Plata - Buenos Aires, Argentina.
- 64) Montossi, F; De Barbieri, I; Nolla, M; Luzardo, S; Mederos, A; San Julián, R. (2005). El manejo de la condición corporal en la oveja de cría: Una herramienta disponible para la mejora de la eficiencia reproductiva en sistemas ganaderos. Seminario de actualización técnica: Reproducción ovina: recientes avances realizados por el Inia. INIA Treinta y Tres, INIA Tacuarembó y Programa Nacional de ovinos y caprinos. Pág.49-60.
- 65) Montossi, F; De Barbieri, I; Ciappesoni, G; Silveira, C; Luzardo, S; Brito, G; San Julián, R. (2011). Analizando el marco productivo tecnológico y de mercados del rubro ovino. Revista INIA, vol. 26, pág. 14-18.
- 66) Palsson, H. (1973). Conformación y composición del cuerpo. Avances en Fisiología Zootécnica. La Habana.

- 67) Palsson, H. (1955). Conformation and body composition. En: Hammond, J. (Ed). Progress in the physiology of farm animal. Butterworths. London.
- 68) Patiño, P; Van Cleef, E. (2010). Aspectos fundamentales del crecimiento en ovinos. Revista Colombiana en Ciencia Animal 2:399-421.
- 69) Pérez, E; Methol, R; Coronel, F. (1986). Apuntes de lanares y lanas. Razas. Secretariado Uruguayo de la Lana. Pág. 129. Montevideo, Uruguay. 129 p.
- 70) Posada, R. (2007). El flushing como estrategia nutricional para mejorar la eficiencia reproductiva en pequeños rumiantes. Ponencia presentada en el taller internacional en laparoscopia en ovinos y caprinos. Bucaramanga.
Disponible en:
<http://mvz.unipaz.edu.co/textos/preproduccion/articulos/flushing.pdf>
Fecha de consulta: 18/11/2012.
- 71) Posada, S; Rosero, R; Rodríguez, N; Costa, A. (2011). Estimación de parámetros de curvas de crecimiento de ganado Nellore criado en confinamiento. Revista MVZ Córdoba, 16(3).
Disponible en:
http://www.sci.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682011000300007&lng=es&nrm=iso
Fecha de consulta: 18/09/2012.
- 72) Poto, A; Latorre, A; Bergoña, R. (2003). Influencia de la fibra muscular sobre la calidad de la carne ovina de raza Segureña. Disponible en:
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=321775>
Fecha de consulta: 16/11/2012.
- 73) Quirino, C ; Costa, V; Lopes, R; Machado, R; Rangel,G. (2006). Aplicação de modelos não lineares no ajuste de curvas de crescimento em fêmeas ovinas da raça Santa Inês criadas na região norte Fluminense. ZOOTEC 2006 - Centro de Convenções de Pernambuco. Pág.1-4.
- 74) Ramírez, E; Muñoz, M; Herrera, A; Vergara, O; Arboleda, E; Restrepo, L. (2009). Crecimiento de hembras cruzadas en el trópico colombiano. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 22: 642-647.
- 75) Rehfeldt, C; Fiedler, I; Ender, K. (2000). Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. Livestock Production Science 66(2):177-188.
- 76) Regazzi, A. (2003). Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. Revista Ceres, 50(287):9-26.
- 77) Rivas, L; Barrales, L; Crempien, C; Silva, F; Avendaño, R. (1983). Factores de ajuste para el peso de los corderos al destete. Agricultura Técnica, 43(2):85-89.

- 78) Russel, A; Doney, J.; Gunn, R. (1969). Subjective assessment of bovy fat in live sheep, *J. Agric. Sci. Camb.* 72:451-454.
- 79) Sánchez, L; Fernández, B; López, M; Sánchez, B. (2000). Caracterización racial y orientaciones productivas de la raza ovina Gallega. *Archivos de Zootecnia* 49: 167-174.
- 80) Sarmiento, J; Regazzi, A; de Sousa, W; Torres, R; Breda, F; de Oliveira Menezes, G. (2006). Estudio da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(2):435-442.
- 81) Segura, J; Montes, R. (2001). Razones y estrategias para la conservación de los recursos genéticos animales. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. *Rev Biomed.* 12:196-206.
- 82) Soares de Lima, JM. (2009). Modelo bioeconómico para la evaluación del impacto de la genética y otras variables sobre la cadena cárnica vacuna en Uruguay. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia. Total de páginas: 240.
- 83) Sulaiman, Y; Flores, C; Hernández, A; Angulo, R; Montaldo, H. (2009). Evaluación de métodos de corrección para efectos ambientales para peso al destete en corderos Suffolk. *Veterinaria México*, 40 (3):219-229.
- 84) Tamblor, A. (2011). Producción ovina: análisis y perspectivas. Anuario 2011 - OPYPA
- 85) Tedeschi, L. (2006). Assessment of the adequacy of mathematical models. *Agricultural Systems*, 89(2):225-247.
- 86) Texeira, G; Cassol, C; Sousa, J; Silva, O. (2005). Crescimento alométrico de osso, músculo e gordura em cortes da carcaça de cordeiros Texel segundo os métodos de alimentação e peso de abate. *Ciência Rural*, 35(4).
- 87) Tixier-Boichard, M; Ayalew, W; Jianlin, H. (2008). Inventory, characterization and monitoring. *Animal Genetic Resources Information*, Special issue: Scientific forum of Interlaken Conference, 42: 29-48.
- 88) Zambrano, C. (1997). Crecimiento Pre-destete en corderos West African. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 5:442-444.