

ESTIMACIÓN DEL PESO VIVO A TRAVÉS DE LA MEDICIÓN DEL PERÍMETRO TORÁCICO EN CABRAS CRIOLLAS FORMOSEÑAS (ARGENTINA)

ESTIMATION OF BODY WEIGHT A USING THE MEASUREMENT OF THE THORACIC PERIMETER IN CRIOLLO GOAT OF WEST OF FORMOSA (ARGENTINA)

Cappello J.S.^{1*}, Ruiz S.¹, Revidatti M.A.¹, De la Rosa S.A.^{1,2}, Morales V.¹, Tejerina E.R.¹, Orga A.²

¹Universidad Nacional del Nordeste, Fac. Cs. Veterinarias, Argentina. *sebakplo@hotmail.com.

²Centro de Validación de Tecnologías Agropecuarias (CEDEVA), Argentina.

Keywords: Regression; Morphometric; Caprine.

Palabras clave: Regresión; Morfometría; Caprinos.

ABSTRACT

One of the main management problems that occur in the field is the estimation of body weight of the animals, which is done subjectively and based purely on the expertise of the producer or technician acting, making it necessary to search for a tool with technical support. Allowing to reduce some management errors, caused by the lack of precision when estimating body weight. The objective of this study is to obtain body weight (PV) prediction functions from the measurements of the thoracic perimeter (PT) in adult Formosa Criollo goats, and using the mathematical model of simple linear regression, make a table of predictions of body weight to be used by farmers. The zoometric variables were collected in 126 goats from Laguna Yema (Argentina) with more than four teeth of dental chronometry. Descriptive statistics were found, calculating the main statistics of central tendency and dispersive. The normality of the data obtained by the modified Shapiro-Wilks test was checked, and Pearson's correlation coefficient analysis was performed, which determined a positive (0.88) and significant ($p < 0.001$) correlation. The PV could be estimated by using the simple linear regression equation: $PV = (-26.1) + 0.77 * PT$ (adjusted $R^2 = 0.78$ and $p < 0.001$), with estimated error of 3.41 kg. The use of the PT to predict the PV could be a useful tool for these producers, because they do not have objective instruments to determine it, being this a feasible technique to do without the need to use a scale, which would increase the efficiency of small and medium farmers, users of this local zoogenetic resources in Central West of Formosa.

RESUMEN

Uno de los principales problemas de manejo que ocurren en el campo, es la estimación del peso vivo de los animales, que se hace de forma subjetiva y basándose netamente en la pericia del productor o técnico actuante, haciendo necesaria la búsqueda de una herramienta con base técnica que permita disminuir algunos errores de manejo, originados por la falta de precisión al momento de estimar el peso vivo. El objetivo de estudio fue obtener funciones de predicción del peso vivo (PV) a partir de las mediciones del perímetro torácico (PT) en cabras adultas criollas formoseñas. Y mediante el modelo matemático de regresión lineal simple, confeccionar una tabla de predicciones de peso vivo factible de ser utilizada por los productores. Se utilizaron 126 hembras caprinas criollas formoseñas de Laguna Yema (Argentina) con más de 4 dientes según cronometría dentaria. Se hallaron los estadísticos descriptivos, calculándose los principales estadísticos de tendencia central y dispersiva. Se comprobó la normalidad de los datos obtenidos mediante la prueba de Shapiro-Wilks modificada, posteriormente se efectuó el análisis del coeficiente de correlación de Pearson, el cual determinó una correlación (0,88) positiva, considerable y significativa ($p < 0,001$). El PV puede ser estimado usando la ecuación de regresión lineal simple: $PV = (-26,1) + 0,77 * PT$ (R^2 ajustado = 0,78 y $p < 0,001$), con error estimado de 3,41 kg. El uso del PT para predecir el PV podría ser una herramienta útil, porque la mayoría no posee instrumentos objetivos para determinarlo, resultando ésta una técnica factible de

realizar sin la necesidad de utilizar una balanza, lo cual aumentaría la eficiencia en los pequeños y medianos productores que utilizan este recurso zoogenético local en el centro oeste formoseño.

INTRODUCCIÓN

La cría de caprinos es extensa en los países en desarrollo, principalmente en áreas marginadas y donde el suelo no permite generar otra actividad económica rentable, por lo que en general su explotación se realiza mayormente en regiones áridas y susceptibles a la degradación por sobrepastoreo (Cruz Farrays *et al.*, 2012). Los sistemas caprinos se desarrollan primordialmente de forma extensiva con pastoreos en campos naturales siguiendo el ciclo natural de los animales, con un bajo uso de la tecnología y falta de infraestructura adecuada para los trabajos específicos, confiriéndole al ciclo productivo la característica de alta estacionalidad, sobre todo en lo referente a la obtención de carne (con unas mayores ofertas entre los meses de noviembre y diciembre). Le siguen la producción láctea (principalmente quesera), de fibras y de cueros (Cruz Farrays *et al.*, 2012).

De acuerdo a los datos del Sistema Integrado de Gestión Sanitaria (SIGSA) del SENASA, al año 2015, el stock caprino nacional se ha mantenido estable en alrededor de 4 millones de cabezas distribuidos en aproximadamente 42.000 establecimientos. La estratificación de establecimientos, demuestra un comportamiento típico de los sistemas caprinos: con menos de 100 cabezas el 78 %, pero con solo el 23 % del total de caprinos. Los estratos con más de 500 cabezas constituyen el 3%, pero poseen alrededor del 40 % de las cabezas. En la provincia de Formosa, existen aproximadamente 257.000 cabezas las que se distribuyen siguiendo el mismo comportamiento, 84 % de los establecimientos, poseen menos de 250 cabezas y representan al 50% del stock provincial (SENASA, 2015).

Teniendo en cuenta entonces el contexto en el que se desarrolla la caprinocultura, se puede comprender la importancia que tiene el manejo de los animales, como uno de los principales pilares de la producción, y que el rol del veterinario radica en la búsqueda de herramientas sencillas, económicas y de fácil aplicación que puedan ser accesibles a este sector de productores. En este sentido, todos aquellos procedimientos que permitan reducir la fuerza de trabajo y el estrés en el manejo diario con las cabras, constituyen una necesidad de importancia vital para los criadores, ya que por lo general son mujeres o personas de edad avanzada las que se encargan de su cuidado y que utilizan la leche o la carne caprina como base de su alimentación (Acosta, 2010).

Uno de los principales problemas de manejo que ocurren en el campo, es la estimación del peso vivo de los animales, que se hace de forma subjetiva y basándose netamente en la pericia del productor o técnico actuante, haciendo necesaria la búsqueda de una herramienta con base técnica que permita disminuir algunos errores de manejo, originados por la falta de precisión al momento de estimar el peso vivo (Resende *et al.*, 2001).

Las ventajas que ofrece la posibilidad de estimar el peso vivo son conocidas: valorar el crecimiento y desarrollo corporal, planificar la alimentación para las diferentes categorías y evaluar su eficiencia, calcular la cantidad de medicación a suministrar, formar grupos homogéneos para su manejo.

Ribeiro *et al.* (2004) describen que las medidas zoométricas han sido ampliamente utilizadas en la estimación del peso vivo en diversas especies y razas, por otro lado, Cam *et al.* (2010) consideran que las ecuaciones de regresión simple para estimar el peso corporal, utilizando otras variables zoométricas, representan un método práctico para predecir el peso vivo de cabras pertenecientes a productores.

El objetivo de estudio fue obtener funciones de predicción del peso vivo (PV) a partir de las mediciones del perímetro torácico (PT) en cabras adultas criollas formoseñas. Y mediante el modelo matemático de regresión lineal simple, confeccionar una tabla de predicciones de peso vivo factible de ser utilizada por los productores. El presente contribuye a un proyecto de caracterización de la cabra criolla formoseña, aportando datos a la caracterización morfológica.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Centro de Validación de Tecnologías Agropecuarias (CEDEVA), ubicado en la región centro oeste de la provincia de Formosa, localidad Laguna Yema, departamento Bermejo. Laguna

Yema, se encuentra a la vera de la Ruta Nacional N° 81 a una distancia de 382 km de la ciudad de Formosa, capital de la provincia.

Se realizó un muestreo transversal, realizando un censo de 3 productores del área de influencia del CEDEVA. Se evaluaron 126 hembras caprinas adultas del genotipo criollo formoseño, que poseen más de 4 dientes (determinada según Acosta *et al.*, 2003).

La variable zoométrica perímetro torácico (PT) se midió según Herrera y Luque (2009) y Acosta (2010), con cinta métrica inextensible y expresada en cm. Por otro lado, el peso vivo (PV) fue medido en kg, con balanza tipo báscula para 150 kg.

Con los registros, se confeccionaron las correspondientes bases de datos, en soporte electrónico, que fueron analizados con estadística descriptiva para las variables de naturaleza cuantitativa, calculándose los principales estadísticos de tendencia central y dispersiva: media, desvío estándar, máximos, mínimos y coeficiente de variación porcentual, acompañándose con el tamaño de la muestra.

Se comprobó normalidad por la prueba de Shapiro-Wilks modificada ($\alpha=5\%$), posteriormente se obtuvo el coeficiente de correlación de Pearson entre el perímetro torácico y el peso vivo. Finalmente realizó el análisis de regresión con el modelo matemático $\hat{Y}=\beta_0+\beta_1*x$ considerando el coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) y p valor del 5%, teniendo como variable dependiente el peso vivo y como variable regresora el perímetro torácico.

Para analizar los datos se utilizó el software InfoStat-Statistical (Di Rienzo *et al.*, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla I se muestran los estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas estudiadas, donde se pueden destacar los bajos coeficientes de variación, demostrando homogeneidad dentro de la población estudiada. Estos resultados son coincidentes con los reportados por Vargas & Sánchez (2001); Acosta *et al.* (2003); Arreola *et al.* (2006) y Almazán García (2012).

Tabla I. Estadística descriptiva de las variables perímetro torácico y peso vivo en caprinos de Laguna Yema, Formosa, Argentina (*Descriptive statistics of thoracic perimeter and body weight in goats of Laguna Yema, Formosa, Argentina*).

Variable	n	Media	Mínimo	Máximo	D.E. (\pm)	CV (%)
Perímetro torácico (cm)	126	79,62	67	99	6,13	7,69
Peso vivo (kg)	126	35,57	23	52,3	5,38	15,14

n: tamaño muestral. DE: Desvío estándar. CV: Coeficiente de variación.

La prueba de Shapiro-Wilks modificada arrojó valores que indican normalidad para ambas variables cuantitativas estudiadas ($p=0,838$ para PV y $p=0,4171$ para PT).

El análisis del coeficiente de correlación de Pearson determinó una correlación (0,88) positiva y considerable según escala de Sampieri *et al.* (2006), y significativa ($p<0,001$) entre las variables estudiadas, demostrando la fortaleza de la dependencia entre ambas variables.

Resultados similares de correlación, todos significativos, fueron publicados por Ribeiro *et al.* (2004) en cabras criollas de los genotipos Moxotó (0,94) y Canindé (0,97); Acosta *et al.* (2010) en cabras mestizas lecheras de 0,85 y Resende *et al.* (2001) en Saanen de 0,95. Por otro lado, Cam *et al.* (2010) reportó correlaciones inferiores en cabras de pelo (0,59), igualmente significativos.

Para la población del genotipo criollo formoseño evaluado en el presente se obtuvo la ecuación de regresión lineal: $PV=(-26,1)+0,77*PT$ (R^2 ajustado=0,78 y $p<0,001$), con error estimado de 3,41 kg. En la tabla II se detallan las medias del peso vivo estimado (de forma puntual e interválica) a través de la medición del perímetro torácico.

El modelo de regresión lineal simple fue el que demostró un mejor ajuste, incluso, no se observaron aumentos sustanciales del R^2 al incluirse en el modelo variables zoométricas como profundidad de tórax y largo corporal según Herrera y Luque (2009). Resende *et al.* (2001) y Varade *et al.* (1997) que evaluaron la necesidad de utilizar más de una medida corporal para estimar el peso vivo, concluyeron que el perímetro

torácico es la mejor medida zoométrica para estimar el peso vivo del animal y que no se justifica utilizar otra para estimarlo. Concuerdan con estos resultados Teixeira *et al.* (2000), Resende *et al.* (2001), Ribeiro *et al.* (2004) y Salvador *et al.* (2009). En un estudio realizado por Khalil *et al.* (2001) encontraron que todas las medidas tuvieron una relación considerable con el peso vivo, pero el perímetro torácico, como medida individual, resultó ser el mejor indicador del peso con coeficientes de correlación de 0,90 a 0,93.

Tabla II. Peso vivo (PV) estimado por el perímetro torácico (PT) mediante la ecuación de regresión lineal: $PV = (-26,1) + 0,77*PT$ (R^2 ajustado=0,78 y $p < 0,001$), para cabras criollas formoseñas, Formosa, Argentina (*Body Weight (PV) estimated by the thoracic perimeter (PT) using the simple linear regression equation: $PV = (-26.1) + 0.77*PT$ (adjusted $R^2 = 0.78$ and $p < 0.001$), for Formosa Criollo goats, Formosa, Argentina).*

Perímetro torácico (cm)	Peso vivo estimado (kg)	Intervalo de peso estimado (kg)	Perímetro torácico (cm)	Peso vivo estimado (kg)	Intervalo de peso estimado (kg)
60	20,1	23,5 - 16,7	81	36,3	39,7 - 32,9
61	20,9	24,3 - 17,5	82	37,0	40,5 - 33,6
62	21,6	25,1 - 18,2	83	37,8	41,2 - 34,4
63	22,4	25,8 - 19,0	84	38,6	42,0 - 35,2
64	23,2	26,6 - 19,8	85	39,4	42,8 - 35,9
65	24,0	27,4 - 20,5	86	40,1	43,5 - 36,7
66	24,7	28,1 - 21,3	87	40,9	44,3 - 37,5
67	25,5	28,9 - 22,1	88	41,7	45,1 - 38,3
68	26,3	29,7 - 22,9	89	42,4	45,8 - 39,0
69	27,0	30,4 - 23,6	90	43,2	46,6 - 39,8
70	27,8	31,2 - 24,4	91	44,0	47,4 - 40,6
71	28,6	32,0 - 25,2	92	44,7	48,2 - 41,3
72	29,3	32,8 - 25,9	93	45,5	48,9 - 42,1
73	30,1	33,5 - 26,7	94	46,3	49,7 - 42,9
74	30,9	34,3 - 27,5	95	47,1	50,5 - 43,6
75	31,7	35,1 - 28,2	96	47,8	51,2 - 44,4
76	32,4	35,8 - 29,0	97	48,6	52,0 - 45,2
77	33,2	36,6 - 29,8	98	49,4	52,8 - 46,0
78	34,0	37,4 - 30,6	99	50,1	53,5 - 46,7
79	34,7	38,1 - 31,3	100	50,9	54,3 - 47,5
80	35,5	38,9 - 32,1	101	51,7	55,1 - 48,3

Por otro lado, en trabajos realizados por Mohammed y Amin (1996) y Hernández (2000) sobre la predicción del peso vivo a partir de las medidas morfológicas demostraron que las variables mejor correlacionadas con el peso vivo fueron el perímetro torácico y la altura a la cruz.

Diversos autores obtuvieron ecuaciones diferentes, pero, al igual que el presente, con valores de p significativos, confirmando lo propuesto por Resende *et al.* (2001), quienes destacan que se deben establecer modelos adecuados al tipo de ganado concreto y su medio ambiente y en las condiciones de explotación propias de cada región y país, para la aplicación de estas herramientas de estimación. Acosta *et al.* (2010), obtuvieron la ecuación de regresión fue: $PV = (-25,25) + 0,796PT$ ($R^2=0,81$ y error de estimación de 4,9 kg) para cabras Saanen y Nubian y para Alpinas $PV = (-23,32) + 0,761 PT$ ($R^2=0,81$ y error de estimación de 3,8 kg). Para Ribeiro *et al.* (2004) $PV = (-41,77) + 0,982PT$ ($R^2=0,77$) y para Resende *et al.* (2001) $PV = (-82,75) + 1,54PT$ ($R^2=0,82$) con un error del 5,6%. Cam *et al.* (2010) obtuvo la ecuación $PV = (-47,8) + 1,12*PT$ ($R^2=0,72$) en cabras de pelo de Turquía. En todos los casos mencionados se observan valores superiores de R^2 similares a los del presente, demostrando en todos los casos una influencia de alrededor del 20% de otros

factores que expliquen el peso vivo, como ser alimentación, genotipo y manejo, entre otros (Almazán García, 2012).

CONCLUSIONES

Las variables estudiadas presentaron una correlación positiva, fuerte y significativa, lo cual, conjuntamente con la ecuación regresiva de predicción, que presentó un coeficiente de determinación de medio a alto, indican que el perímetro torácico puede ser usado como un criterio de estimación confiable para la determinación del peso vivo en caprinos criollos formoseños.

El empleo de la medición del perímetro torácico para predecir el peso vivo podría ser una herramienta útil para las producciones caprinas extensivas de pequeños y medianos productores, ya que la mayoría no posee instrumentos para poder determinarlo, resultando ésta una técnica económica y sencilla de realizar para estimar el peso vivo y sin la necesidad de utilizar una balanza, lo cual aumentaría la eficiencia en los pequeños y medianos productores que utilizan este recursos zogenético local en el centro oeste formoseño.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta A.J., Ribas H.M. & Álvarez C.L. 2003. Manual del caprinocultor. Asociación Cubana de Producción Animal. Cuba, 10-11.
- Acosta J. 2010. Estimación del peso vivo en cabras mestizas lecheras. Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical. La Habana, Cuba. Ciencia y Tecnología Ganadera Vol. 4 No. 3, 143-147.
- Almazán García I. 2012. Relación de peso y medidas corporales en cabras de raza alpina en la producción y calidad de leche. Tesis de grado para la obtención del título Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Bolivia, 38.
- Arrebola F.A., González B.J., Beltrán N., Gil M.J., Sánchez M. & Dueñas A.M. 2006. Caracterización zoométrica mediante calificación morfológica lineal del caprino lechero de raza Murciano-Granadina en el Valle de los Pedroches. XXXI Jornadas Científicas de la SEOC, 198-201.
- Cam M.A., Olfaz M. & Soydan E. 2010. Possibilities of using morphometrics characteristics as a tool for body weight prediction in Turkish hair goats (Kilkeci). *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 5 (1), 52-59.
- Coyote Matildes J. 2008. Características generales de la producción de caprinos en México. Tesis de grado para la obtención del título Ingeniero Agrónomo Zootecnista, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo. México, 56.
- Cruz Farrays A.I., Mosquera Rivera J.M. & Clavijo Díaz M.R. 2012. Caracterización de sistemas de producción de leche caprina en el sur del Uruguay. Tesis de grado para la obtención del título Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay, 105.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M. & Robledo C.W. 2016. Grupo InfoStat, Fac. de Cs. Agrarias, Univ. Nacional de Córdoba, Argentina.
- Hernández Z.J.S. 2000. Caracterización etnológica de las cabras criollas del sur de Puebla (México). Tesis de doctorado. Universidad de Córdoba. Córdoba, España, 260.
- Herrera M. & Luque M. 2009. Morfoestructura y sistemas para el futuro en la valoración Morfológica. En: Valoración morfológica de los animales domésticos ISBN: 978- 84-491-0929-4. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Madrid, España, 403-429.
- Khalil R. & Vaccaro L. 2001. Peso y mediciones corporales en vacas de doble propósito: su interrelación y asociación con valor genético para tres características productivas. *Zootecnia Trop.*, 20 (1), 11-30.
- Mohamed I.D. & Amin J.D. 1996. Estimating body weight from morphometric measurement of Sahel (Borno White) goats. *Small Rumin. Res.*, 24, 1-5.
- Resende K.T., Medeiros A.N., Calegari A., Yáñez E.A., Sobrinho A.S., Pereira Filho J. M. & Teixeira I.A.M. 2001. Utilización de medidas corporales para estimar el peso vivo de caprinos Saanen. 26º Jornadas Científicas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, Sevilla, España, 340-344.
- Ribeiro M.N., Silva J.D., Pimenta Filho E.C. & Sereno J.R.B. 2004. Estudio de las correlaciones entre características fenotípicas de caprinos naturalizados. *Arch. Zootec.*, 53(203), 337-340.
- Salvador A., Contreras I., Martínez G. & Hahn M. 2009. Relación entre el peso corporal, medidas corporales y edad en el crecimiento de caprinos mestizos Canarios desde el nacimiento hasta el año de edad en el trópico. *Zootecnia Trop.*, 27(3), 299-307.

- Sampieri R., Collado C. F. & Lucio P. B. 2006. Metodología de la Investigación. Editorial Mc Graw Hill. México, 453.
- SENASA. 2015. Indicadores ganaderos. Cuadro de estratificación caprina. Última visita 08/12/16. <http://www.senasa.gov.ar/cadena-animal/caprinos/informacion/informes-y-estadisticas>.
- Teixeira M.P.B., Barros N.N., de Araújo A. & Selaive-Villaroel A. B. 2000. Relação entre medidas corporais e peso vivo em caprinos das raças Saanen e Anglo-Nubiana. *Rev. Cient. Prod. Anim.*, 2(2).
- Varade P.K., Ali S.Z. & Malkhede P.S. 1997. Body measurements of local goats under field conditions. *Indian Vet J*, 74, 448-449.
- Vargas L.S. & Sánchez R.M. 2001. La cabra criolla como componente del sistema agrosilvopastoril de subsistencia en Puebla, México. XXVI Jornadas Científicas y V Jornadas Nacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Sevilla, España, 903-908.