

Uvalle Saucedo, José I.; Ontiveros Chacón, Juan C.; González Saldívar, Fernando; Moreno Degollado, Gustavo

EVALUACIÓN MORFOMÉTRICA DE CERVATOS COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780) CRIADOS EN CAUTIVERIO

Revista Mexicana de Ciencias Forestales, vol. 4, núm. 17, mayo-junio, 2013, pp. 84-97

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63433991009>



Revista Mexicana de Ciencias Forestales,

ISSN (Versión impresa): 2007-1132

ciencia.forestal2@inifap.gob.mx

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias

México



ARTÍCULO / ARTICLE

EVALUACIÓN MORFOMÉTRICA DE CERVATOS COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780) CRIADOS EN CAUTIVERIO

MORPHOMETRIC ASSESSMENT OF WHITE-TAILED FAWNS (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780) REARED IN CAPTIVITY

José I. Uvalle Saucedo¹, Juan C. Ontiveros Chacón²,
Fernando González Saldívar¹ y Gustavo Moreno Degollado³

RESUMEN

El estudio que se describe a continuación se desarrolló en el Centro de Mejoramiento Genético del Venado Cola Blanca que pertenece al Centro de Producción Agropecuaria UANL; de los 44 cervatos (60% machos y 40 % hembras), nacidos, criados en cautiverio y alimentados con fórmulas lácteas, se seleccionaron 30 a los que se les evaluó el peso al nacimiento así como durante el periodo de lactancia (116 días) cuando también se les midió el crecimiento mediante medidas corporales. En los análisis de correlación de estas últimas con el peso y la edad de los animales, se verificaron relaciones más altas con el peso que con la edad. En este contexto, la circunferencia torácica, presentó las más altas con $r^2 = 0.93$ para el peso y $r^2 = 0.86$ para la edad ($P \leq 0.05$), y las más bajas con la longitud del fémur, $r^2 = 0.60$ y $r^2 = 0.47$ ($P \leq 0.05$). El uso de estimadores indirectos del peso, edad y condición corporal, generados a partir de ecuaciones de regresión lineal, y correlaciones con alguna medida corporal o índice, son herramientas que facilitan a los manejadores de fauna silvestre monitorear el peso, la condición corporal, el crecimiento y desarrollo de los individuos para conocer el estatus nutricional de la población.

Palabras clave: Condición corporal, edad, estimadores, medidas corporales, peso, venado cola blanca.

ABSTRACT

This study was conducted at the Centro de Mejoramiento Genético de Venado Cola Blanca of the Centro de Producción Agropecuaria UANL; from the 92% of births that were obtained, 44 fawns (60% males and 40% females) reared in captivity and fed with milk formulas, were assessed in their birth weight as well as during their lactation period (116 days), when their growth was recorded by body measurements. In regard to the correlations of the latter with the weight and age of fawns, higher ratios were found in weight with age. Chest circumference had the highest correlations with an $r^2 = 0.93$ for weight and $r^2 = 0.86$ for age ($P \leq 0.05$), and the lowest were in the length of the femur with $r^2 = 0.60$ and $r^2 = 0.47$ ($P \leq 0.05$). The use of indirect estimates of weight, age and body condition, generated from linear regression equations and correlations with some body measure or index, are tools to help wildlife managers monitor weight, body condition, growth and development of individuals in order to know the nutritional status of the population.

Key words: Body condition, age, estimators, body measurements, weight, white-tailed deer.

Fecha de recepción: / date of receipt: 20 de marzo de 2013. Fecha de aceptación / date of acceptance: 26 de abril 2013.

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Correo-e: jose.uvallesc@uanl.edu.mx

² Universidad Autónoma Chapingo

³ Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Autónoma de Nuevo León.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento es una característica biológica de los seres vivos que se define por un incremento en tamaño y en peso que lleva implícitos varios cambios, lo que no significa sólo un aumento en la talla, sino también un cambio de la forma, que generalmente resulta en un desencadenamiento de transformaciones y adaptaciones fisiológicas (White, 1992). Los patrones de crecimiento han sido estudiados con más detalle en animales domésticos debido a su importancia económica (McCulloch y Talbot, 1965; Halls, 1984; Renecker y Samuel, 1991). Algunos investigadores usan las medidas corporales externas o la morfometría en los vertebrados por distintas razones; por ejemplo, los naturalistas, para describir animales; los científicos por lo general, con criterios taxonómicos, para distinguir los dimorfismos sexuales en las especies además del género y la especie, mientras que otros lo hacen para predecir la edad, el peso o la condición corporal (Eason *et al.*, 1996; Tarqui *et al.*, 2011).

Para los manejadores de fauna silvestre es necesario monitorear la condición corporal, la edad y el peso para conocer el estatus nutricional, el crecimiento y desarrollo de los individuos y, por ende, la condición del hábitat bajo su cuidado; sin embargo, realizar el pesaje directo o llevar bases de datos de poblaciones de fauna silvestre en vida libre o en cautiverio es difícil, debido a la complejidad que esto implica; por ello, es conveniente apoyarse en herramientas técnicas como predictores o estimadores indirectos del peso, edad y condición corporal, generados a partir de ecuaciones de regresión lineal, y correlaciones con alguna medida corporal o índice, que pueden reducir el tiempo, grado de complejidad y riesgo de maniobra, y así facilitar un adecuado manejo de las poblaciones y su entorno natural. La selección del mejor predictor se hace con base en criterios como un alta correlación y coeficiente de determinación, además de la facilidad para tomarlos o medirlos con un intervalo de error entre 1.5 y 8 % (Eason *et al.*, 1996), el cual aumenta, si no se tiene el suficiente cuidado o no se estandarizan los procedimientos para sus mediciones.

Se han realizado trabajos de correlaciones y de ecuaciones de regresión lineal usando medidas corporales para predecir el peso, la edad y la condición corporal en mamíferos silvestres, tal es el caso del oso negro (*Ursus americanus* Pallas, 1780) (Payne, 1976; Eason *et al.*, 1996), oso grizzly (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) (Nagy *et al.*, 1984), oso polar (*Ursus maritimus* Phipps, 1774) (Cattet *et al.*, 1997), puma (*Puma concolor* Linnaeus, 1771) (Jansen y Jenks, 2011), en especies como el bisonte (*Bison bison* Linnaeus, 1758) (Kelsall *et al.*, 1978; Berger y Peacock, 1988); en algunos ungulados del este de África (Talbot y McCulloch, 1965); en las cabras de montaña (*Oreamnos americanus* Blainville, 1816) (Rideout y Worthen, 1975); en berrendos (*Antilocarpa americana* Ord, 1815) (Martin y Parker, 1997), y se han realizado con mayor detalle en los cérvidos, en caribou (*Rangifer tarandus* Linnaeus, 1758) (McEwan y Wood, 1966), en ciervo rojo (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) (Clutton-Brock *et al.*, 1982; Parker, 1987; Millspaugh y Brundige, 1996; Cook *et al.*, 2003), en venado bura (*Odocoileus hemionus* Rafinesque, 1871) (Bandy *et al.*, 1970; Robinette *et al.*, 1973;

INTRODUCTION

Growth is a biological characteristic of living beings that is defined by an increment in size and weight than implies several changes, which does not mean only an increase in size, but also a change of the form that usually results in a triggering of transformations and physiological adaptations (White, 1992). Growth patterns have been studied in more detail in domestic fauna because of its economic importance (McCulloch and Talbot, 1965; Halls, 1984; Renecker and Samuel, 1991). Some researchers use external body measures or morphometry in vertebrates for various reasons; for example, naturalists, to describe animals; scientists, with taxonomic criteria to distinguish sexual dimorphism in addition to genus and species while other researchers, to predict age, weight or body condition (Eason *et al.*, 1996; Tarqui *et al.*, 2011).

Wildlife managers need to monitor body condition, age and weight for nutritional status, growth and development of individuals and, therefore, to know the habitat condition in their care; but to make direct weighing or databases of wildlife populations individuals in the wild or in captivity, it is difficult due to the complexity involved, which is why it is convenient to rely on the technical tools as predictors of weight or indirect estimators, age and body condition, generated from linear regression equations and correlations with some body or index measure, which can reduce the time, complexity and risk of maneuver, thereby facilitating proper management of populations and their habitat. When selecting the best predictor, based on criteria as a high correlation and coefficient of determination, plus the facility to take them or measure them, and that they can fulfill their purpose, may be an error between 1.5 and 8% (Eason *et al.*, 1996) and even increase it if there is not awareness enough or procedures are not standardized for their measurement.

Work has been carried out with correlation and linear regression equations using body measurements to predict the weight, age and body condition in wild mammals, as in the case of the black bear (*Ursus americanus* Pallas, 1780) (Payne, 1976; Eason *et al.*, 1996), grizzly bear (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) (Nagy *et al.*, 1984), polar bear (*Ursus maritimus* Phipps, 1774) (Cattet *et al.*, 1997), puma (*Puma concolor* Linnaeus, 1771) (Jansen and Jenks, 2011), in species such as bison (*Bison bison* Linnaeus, 1758) (Kelsall *et al.*, 1978, Berger and Peacock, 1988) and in some east African angled (Talbot and McCulloch, 1965); in mountain goats (*Oreamnos americanus* Blainville, 1816) (Rideout and Worthen, 1975), in pronghorn (*Antilocarpa americana* Ord, 1815) (Martin and Parker, 1997), and there have been further in cervids such as caribou (*Rangifer tarandus* Linnaeus, 1758) (McEwan and Wood, 1966), in red deer (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) (Clutton-Brock, 1982; Parker, 1987; Millspaugh and Brundige, 1996, Cook *et al.*, 2003), in mule deer (*Odocoileus hemionus* Rafinesque, 1871) (Bandy *et al.*, 1970; Robinette *et al.*, 1973, Parker, 1987) and white-tailed deer (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780) (Smart *et al.*, 1973, Roseberry and Klimstra 1975; Weckerly *et al.*, 1987, Watkins *et al.*, 1991, Nelson and Woolf, 1985; Sams *et al.*, 1996 Weber and Hidalgo, 1999; Tarqui *et al.*, 2011).

Parker, 1987) y en venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780) (Smart *et al.*, 1973; Roseberry y Klimstra, 1975; Weckerly *et al.*, 1987; Watkins *et al.*, 1991; Nelson y Woolf, 1985; Sams *et al.*, 1996; Weber e Hidalgo, 1999; Tarqui *et al.*, 2011).

En el presente trabajo se evalúa el crecimiento en medidas corporales de cervatos de venado cola blanca y la correlación de estas con el peso y la edad durante los 4 meses de tratamiento. Además, se presenta una tabla de predicción de peso y edad a partir de la medida corporal con mejores parámetros de correlación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Unidad de Manejo y Conservación de la Vida Silvestre denominada "Centro de Mejoramiento Genético del Venado Cola Blanca", ubicada en el Centro de Producción Agropecuaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León, que se localiza en el km 145 de la carretera Monterrey - Ciudad Victoria, en las coordenadas 24°47' N y 99°32' O, con una altitud de 350 m (Figura 1).

El tipo de clima según Köppen (1938) modificado por García (1981), que ahí predomina es subtropical y semiárido con verano cálido. La temperatura media mensual del aire oscila entre 14.7 °C en enero y 22.3 °C en agosto, aunque se alcanzan temperaturas de 45 °C durante el verano. La precipitación media anual es de aproximadamente de 805 mm con una distribución bimodal. En general, las fluctuaciones de precipitación máxima ocurren durante los meses de mayo, junio y septiembre.

Los suelos que comúnmente se pueden identificar en el sitio son vertisoles profundos de una coloración gris-oscuro; son arcillo-limosos con altos contenidos de montmorillonita, los cuales se expanden y contraen en respuesta a cambios en los contenidos de humedad. La vegetación predominante es el Matorral Espinoso Tamaulipeco o Matorral Subtropical Espinoso (SPP-INEGI, 1986).

A 30 cervatos de venado cola blanca texano (16 hembras y 14 machos) se les practicaron las mediciones siguientes: longitud de la cabeza, longitud total del cuerpo, altura a la cruz, longitud de la pata trasera, circunferencia torácica y longitud del fémur; con esta información se pudo estimar su relación con el peso y la edad durante los primeros 4 meses de vida. Mediante el uso de ecuaciones de regresión lineal, y la medida corporal con mayor correlación y mejor valor de coeficiente de determinación (a partir de la factibilidad y facilidad para su medición), se elaboró una tabla de predicción de estas dos variables.

In this paper the growth in body size of white-tailed deer fawns was assessed and their correlation with weight and age during 4 months of treatment. In addition, a prediction table of age and weight from body measures is presented with better correlation parameters.

MATERIALS AND METHODS

The study area

The study was conducted at the Unidad de Manejo y Conservación de la Vida Silvestre (Department of Management and Conservation of Wildlife) known as Centro de Mejoramiento Genético del Venado Cola Blanca (Breeding Center of White-Tailed Deer), located in the Centro de Producción Agropecuaria (Agricultural Production Center) of the Universidad Autónoma de Nuevo León, which is in the km 145 of the Monterrey - Ciudad Victoria highway, between the 24° 47' N, 99° 32' W coordinates, with an altitude of 350 masl (Figure 1).

The type of climate according to Köppen (1938) modified by García (1981) present in this locality is subtropical and semi-arid with warm summers. The mean monthly air temperature ranges from 14.7 °C in January to 22.3 °C in August, although temperatures reach 45 °C during summer. Average annual rainfall is around 805 mm with a bimodal distribution. In general, maximum rainfall fluctuations occur during May, June and September.

The soils that can be identified in the site are deep vertisols of a dark gray color, are clay-loam with a high content of montmorillonite, which expands and contracts in response to changes in moisture content. The predominant vegetation is the Tamaulipas thorny scrub or thorny subtropical scrub (SPP-INEGI, 1986).

To 30 Texan white-tailed deer fawns (16 females and 14 males) were performed the following measurements: head length, total body length, height at withers, hind leg length, chest circumference and femur length; with this information we estimated its relationship with weight and age during the first 4 months of life. Using linear regression equations, and the body as more and better correlation coefficient of determination value (as of the feasibility and ease of its measurement), a prediction table of these two variables was developed.

The measurements of body and weight of fawns were taken biweekly in order to get the increment of body size and weight at a given age according to the date of birth (Table 1) (Figure 2).

All fawns were separated from their mothers between the 3rd and 5th day after birth and placed in a room of 16 m² for the next four days, then, they were put in a pen of 500 m². Fawns were fed by groups and stages with different milk formulas and bottles of 260 ml. Group 1 was fed with a milk formula called Kitzenmilch®



Figura 1. Ubicación del sitio de estudio.

Figure 1. Location of the study site.

La toma de medidas corporales y el peso de los cervatos se realizaron quincenalmente para obtener el incremento del tamaño del cuerpo y el aumento en peso a una determinada edad de acuerdo con la fecha de nacimiento; las especificaciones se pueden observar en el Cuadro 1 y la Figura 2.

Todos los cervatos fueron separados de sus madres entre el tercer y el quinto día de nacidos y puestos en un cuarto de 16 m² durante los siguientes 4 días; posteriormente, fueron puestos en un corral de 500 m². Los cervatos se alimentaron por grupos y por etapas con diferentes fórmulas lácteas y biberones de 260 mL. El grupo 1, se alimentó con una fórmula láctea denominada Kitzenmilch® producida por la compañía Trouw Nutrition México. El grupo 2, con una Lactoplex®, producida y donada por la compañía MNA de México SA de C.V. El grupo 3, con leche de cabra pasteurizada comprada en la empresa CAPRICO SA. de CV en Linares, NL. Además de las formulas lácteas a los cervatos se les ofreció un iniciador para corderos con 18 % de proteína fabricado por la empresa MNA y heno de alfalfa, agua limpia con oxitetraciclinas al 0.05 % *ad libitum*.

El peso se determinó en una báscula Torrey EMQ-1000/2000. Para las mediciones se utilizó una cinta métrica de espiral (costurera), y se ajustó el valor obtenido al centímetro más cercano. La toma de medidas siempre la hizo la misma persona durante todo el periodo de evaluación, cuando el animal estaba relajado mientras el cervato era alimentado con el biberón. Sin embargo, en las evaluaciones finales se les aplicó Xilacina como tranquilizante para poder manipularlos, dado que paulatinamente aumentaba la dificultad para realizar la operación.

produced by the Trouw Nutrition Mexico company. Group 2, with a Lactoplex® formula, produced and donated by the MNA de Mexico S.A. de C.V. company. Group 3, with pasteurized goat's milk bought in the CAPRICO S.A. of C.V. company in Linares, N. L. Besides milk formula, fawns were offered a primer for lambs with 18% protein manufactured by the MNA company and alfalfa hay, clean water with 0.05% oxytetracycline *ad libitum*.

Weight was determined on a EMQ-1000/2000 Torrey scale. For the measurements, a spiral tape (seamstress) was used and the value obtained was adjusted to the nearest centimeter. The same person always measured the animals during the evaluation period, when they were relaxed as they were fed with a bottle. However, in the final evaluations, xylazine was applied as a tranquilizer to manipulate them since the operation gradually became more difficult as time went by.

Statistical analysis

A Pearson correlation was used in the R® statistical program, between body measurements and weight and age of fawns in order to find those which are more closely related, so that they can be used to predict these variables by using linear regression also in the statistical R® program.



Cuadro 1. Especificaciones de la toma de medidas de los cervatos.

Table 1. Specifications of the measurements taken from the fawns.

N	Medida	Características
1	Cabeza	Se mide de la punta de la nariz al occipital, entre el occipital y el atlas
2	Largo total	Se mide de la punta de la nariz a la última vertebra coccígea
3	Altura	Se mide de la cruz a la falange distal en ángulo recto
4	Pata trasera	Se mide desde el hueso calcáneo a la falange distal
5	Torácica	Se mide la circunferencia del tórax pasando por detrás de los cubitos y por la cruz
6	Fémur	Se mide de la epífisis proximal a la epífisis distal por tacto externo

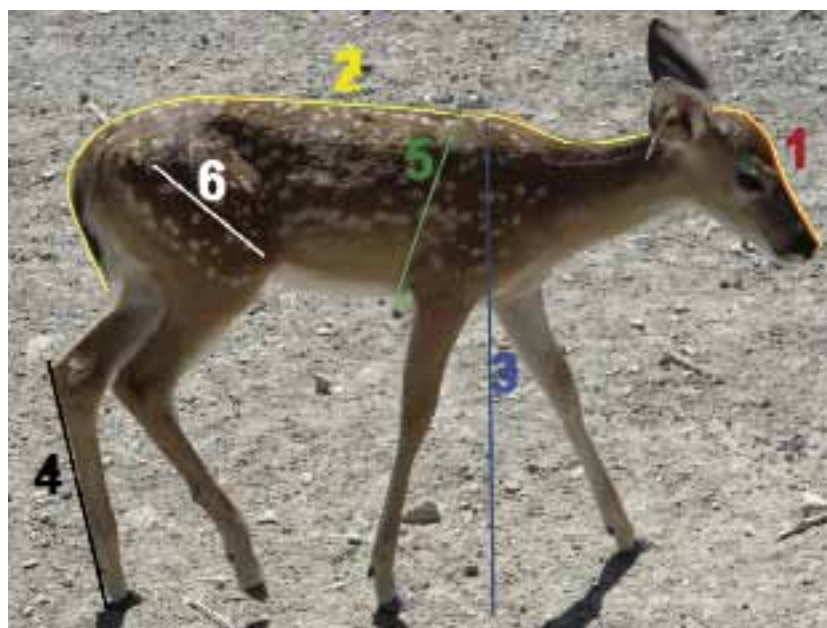


Figura 2. Forma gráfica de las medidas corporales consideradas en el estudio.

Figure 2. Graphical form of the body measurements considered in the study.

Análisis estadístico

Se realizó una correlación de Pearson en el programa estadístico R® entre las medidas corporales de los cervatos con su peso y edad, con el fin de encontrar aquellas que tienen mayor relación y poder usarlas para la predicción de estas variables, mediante el uso de regresión lineal también en el programa estadístico R®. Se utilizó la correlación de Pearson:

$$r = \frac{\sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i) * (\sum y_i)}{n}}{\sqrt{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} * \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}}}$$

The Pearson correlation was used:

$$r = \frac{\sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i) * (\sum y_i)}{n}}{\sqrt{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} * \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}}}$$

The coefficient of determination (r^2) was calculated:

$$r^2 = \frac{(\sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i) * (\sum y_i)}{n})^2}{(\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}) * (\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n})}$$

Se calculó el coeficiente de determinación (r^2):

$$r^2 = \frac{(\sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i) * (\sum y_i)}{n})}{(\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}) * (\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n})}$$

y la ecuación de regresión lineal:

$$\hat{Y} = \alpha + \beta (x)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto a las relaciones entre las medidas corporales con el peso y la edad de los cervatos se obtuvieron correlaciones positivas y altas para la mayoría de los casos; la más alta fue la de la circunferencia torácica y el peso, con un valor de $r = 0.96$, un coeficiente de determinación (r^2) de 0.93 y un alto grado de confiabilidad ($P \leq 0.05$). Esto significa que la circunferencia torácica explica 93 % del aumento en peso o viceversa. Dicha medida también fue la que tuvo mayor correlación con la edad, con un valor de $r = 0.93$ y un $r^2 = 0.86$ ($P \leq 0.05$) (Cuadro 2), lo que coincide con los resultados de Talbot y McCulloch (1965), quienes hacen mención que la mejor medida para estimar el peso corporal es la circunferencia torácica por razones prácticas y altos coeficientes de determinación (r^2). En este caso, el valor de r^2 resultó mayor que el de Millspaugh y Brundige (1996), para la misma dimensión corporal y el peso en ciervos rojos; a su vez Parker (1987) consignó una correlación muy similar en venados bura y en ciervos rojos para las mismas variables, y Watkins *et al.* (1991), por otra parte, destacan que esa característica tiene mayor correlación con el peso en cervatos de venado cola blanca con un valor de r^2 menor al que se obtuvo en este trabajo. Tarqui *et al.* (2011) coincidieron en que este componente es el que mayor correlación tiene con el peso en venados adultos de cola blanca del Carmen (*Odocoileus virginianus* var. *carminis* (Goldman & Kellog, 1940), mientras que Smart *et al.* (1973), intentaron diseñar una cinta para la predicción del peso a partir de la circunferencia torácica y encontraron una correlación menor. Roseberry y Klimstra (1975) y Weckerly *et al.* (1987) verificaron una buena correlación entre ambas medidas en venados cola blanca, aunque con valores de r^2 inferiores al que se obtuvo en el presente estudio. Sin embargo, en el bisonte la correlación entre ambas fue la más baja (Berger y Peacock, 1988).



and the linear equation:

$$\hat{Y} = \alpha + \beta (x)$$

RESULTS AND DISCUSSION

In regard to the relationships between body measurements with weight and age of fawns, positive and high correlations were found in most of the cases; the highest was the chest circumference and weight, with a value of $r = 0.96$, a coefficient of determination (r^2) of 0.93 and a high degree of confidence ($P \leq 0.05$). This means that the chest circumference explains 93% of the increment in weight or vice versa. This measure was also the one that had the greatest correlation with age, with a value of $r = 0.93$ and $r^2 = 0.86$ ($P \leq 0.05$) (Table 2), which coincides with the results of Talbot and McCulloch (1965), who mentioned that the best measure to estimate the body weight is the chest circumference for practical reasons and high coefficients of determination (r^2). In this case, the value of r^2 was greater than Millspaugh and Brundige (1996), for the same weight and body size in red deer; in turn, Parker (1987) recorded a similar correlation in mule deer and red deer for these variables, and Watkins *et al.* (1991), on the other hand, note that this feature has a higher correlation with weight in white-tailed deer fawns with an r^2 value lower than that obtained in this work. Tarqui *et al.* (2011) agreed that this component has the greatest correlation with weight in adult Carmen white-tailed deer (*Odocoileus virginianus* var. *carminis* (Goldman & Kellog, 1940) while Smart *et al.* (1973) attempted to design a tape for predicting weight from chest girth and found a lower correlation. Roseberry and Klimstra (1975) and Weckerly *et al.* (1987) also verified a good correlation between the two measures in white-tailed deer, although r^2 values were lower than what was obtained in the present study. However, in bison the correlation between the two was the lowest (Berger and Peacock, 1988).

In addition to this, it was also found that chest circumference is the best measure to predict age, but none of the previous works has mentioned on the subject, but Sams *et al.* (1996) obtained a good correlation of thoracic circumference with age with an r^2 value of above 0.5 in white-tailed deer fawns, while Tarqui *et al.* (2011) confirmed a correlation of thoracic circumference and age of $r^2 = 0.06$ for del Carmen adult white-tailed deer.

Scatterplots of data are consistent with the linear regression line where age and weight may explain thoracic circumference and chest circumference may explain the weight and age (Figure 3) according to values of α and β (Table 2). Although the two variables have very good correlation with chest circumference, a higher correlation with weight can be observed. According to these results a prediction table was made, which was based upon chest circumference measurements and when it was related to weight and age variables (Table 3) it can be used to predict such variables.

Cuadro 2. Parámetros de la correlación y regresión lineal de peso y edad con la circunferencia torácica.

Table 2. Parameters of correlation and linear regression with weight and age with thoracic circumference.

Medida	α	β	Correlación	r^2	E est r	P	N
Torácica/Peso	33.03	1.51	0.96	0.93	2.32	0.00	150
Torácica/Edad	32.83	0.24	0.93	0.86	3.24	0.00	150
Peso/Torácica	-19.63	0.61	0.96	0.93	1.48	0.00	150
Edad/Torácica	-108.26	3.56	0.93	0.86	12.4	0.00	150

Medida = Dependiente/Independiente; α = Intercepto; β = Incremento; r^2 = Coeficiente de determinación; E est r = Error estándar residual; P = confiabilidad; N = Repeticiones
 Measure = Dependent/Independent; α = Intercept; β = Increment; r^2 = Coefficient of determination; E est r = residual standard error; P = reliability; N = Replications

Cuadro 3. Tabla de predicción de peso y edad para cervatos de venado cola blanca texano de 0 a 4 meses de edad, a partir de la circunferencia torácica.

Table 3. Prediction chart of weight and age from thoracic circumference for 0-4 months old Texan white-tailed deer fawns.

Circunferencia Torácica (cm)	Peso Estimado (kg)	Edad Estimada (días)	Circunferencia Torácica (cm)	Peso Estimado (kg)	Edad Estimada (días)
38	3.772	27.208	55	14.2423	87.813
39	4.3879	30.773	56	14.8582	91.378
40	5.0038	34.338	57	15.4741	94.943
41	5.6197	37.903	58	16.09	98.508
42	6.2356	41.468	59	16.7059	102.073
43	6.8515	45.033	60	17.3218	105.638
44	7.4674	48.598	61	17.9377	109.203
45	8.0833	52.163	62	18.5536	112.768
46	8.6992	55.728	63	19.1695	116.333
47	9.3151	59.293	64	19.7854	119.898
48	9.931	62.858	65	20.4013	123.463
49	10.5469	66.423	66	21.0172	127.028
50	11.1628	69.988	67	21.6331	130.593
51	11.7787	73.553	68	22.249	134.158
52	12.3946	77.118	69	22.8649	137.723
53	13.0105	80.683	70	23.4808	141.288
54	13.6264	84.248			

Aunado a lo anterior, también se determinó que la circunferencia torácica es la mejor medida para predecir la edad; sin embargo ninguno de los trabajos anteriores ha hecho mención sobre el particular, aunque Sams *et al.* (1996) obtuvieron una buena correlación de la circunferencia torácica con la edad, con un valor de r^2 por arriba del 0.5 en cervatos de venado cola blanca, en tanto Tarqui *et al.* (2011) confirman una correlación de la circunferencia torácica y la edad de $r^2 = 0.06$ para venados adultos cola blanca del Carmen.

Height has a better correlation with weight after the thoracic circumference ($r = 0.96$ and 0.92 adjusted r^2). The correlation of this measure with age had a value of $r = 0.87$ and 0.76 ($P \leq 0.05$), which placed it as the 4th best predictor of age; however, unlike other body measurements for height only has 90 observations along the study period.



Las gráficas de dispersión de datos concuerdan con la línea de regresión lineal donde la edad y el peso pueden explicar la circunferencia torácica, y la circunferencia torácica, y esta última al peso y la edad (Figura 3) de acuerdo a los valores de α y β (Cuadro 2). Aunque las dos variables tienen muy buena correlación con la circunferencia torácica, explica el peso y la edad. De acuerdo a estos resultados se elaboró una tabla de predicción basada en la medición de la circunferencia torácica y, al relacionarla con las variables de peso y edad (Cuadro 3) es factible usarla para predecir dichas variables.

La altura tiene mejor correlación con el peso después de la circunferencia torácica ($r = 0.96$ y una r^2 ajustada 0.92). La correlación de esta medida corporal con la edad arrojó un valor de $r = 0.87$ y 0.76 ($P \leq 0.05$), lo que la colocó como el 4º mejor predictor de la edad; sin embargo, a diferencia de las otras medidas corporales, para la altura solo se contó con 90 observaciones a lo largo del periodo de estudio.

Watkins *et al.* (1991) refieren una correlación de altura a la cruz con el peso de cervatos de venado cola blanca con valor de $r^2 = 0.65$. En otro estudio, Tarqui *et al.* (2011) obtuvieron correlaciones del peso y la edad con la altura con valores de $r^2 = 0.19$ y 0.09 para el peso y la edad, respectivamente, en venados cola blanca del Carmen.

En la figura 4, las gráficas de dispersión de datos con la línea de regresión lineal muestran que la edad y el peso pueden explicar la altura, y la altura, y ésta a su vez, al peso y la edad según α y β del Cuadro 4, aunque la correlación de la altura con las dos variables es muy buena, existe mayor relación entre la altura y el peso con un valor de r de 0.96 y de r^2 ajustada de 0.92 ($P \leq 0.05$), que con la variable edad que tiene valores de $r = 0.87$ y r^2 ajustada = 0.76 ($P \leq 0.05$) y son menores que los obtenidos con el peso; por tal razón la altura es mejor predictor del peso que de la edad.

La correlación entre la longitud de la cabeza y el peso se ubica como la 3ª en importancia con una $r = 0.94$ y r^2 ajustada = 0.89 , valores más altos los presentados por el largo total con el peso, y para la misma medida, pero en relación con la edad produjo resultados de $r = 0.91$ y r^2 ajustada = 0.83 , lo que les confiere valor para utilizarse como indicadores; sin embargo la toma de esta medida podría generar confusión y, por lo tanto, generar error, dado que es factible confundir el hueso occipital con la vertebra atlas.

Cuadro 4. Parámetros de la correlación y regresión lineal de peso y edad con la altura.
Table 4. Parameters of the correlation and linear regression of weight and age with height.

Medida	α	β	Correlación	$r^2 \alpha$	E est r	P	N
Altura/Peso	35.04	1.47	0.96	0.92	2.10	0.00	90
Altura/Edad	32.11	0.26	0.87	0.76	3.71	0.00	90
Peso/Altura	-21.02	0.62	0.96	0.92	1.37	0.00	90
Edad/Altura	-75.45	2.94	0.87	0.76	12.43	0.00	90

Medida = Dependiente/Independiente, α = Intercepto, β = Incremento, $r^2 \alpha$ = Coeficiente de determinación E est r = Error estándar residual, P = confiabilidad, N = Repeticiones
Measure = Dependent/Independent; α = Intercept; β = Increment; $r^2 \alpha$ = Coefficient of determination; E est r = residual standard error; P = reliability; N = Replications

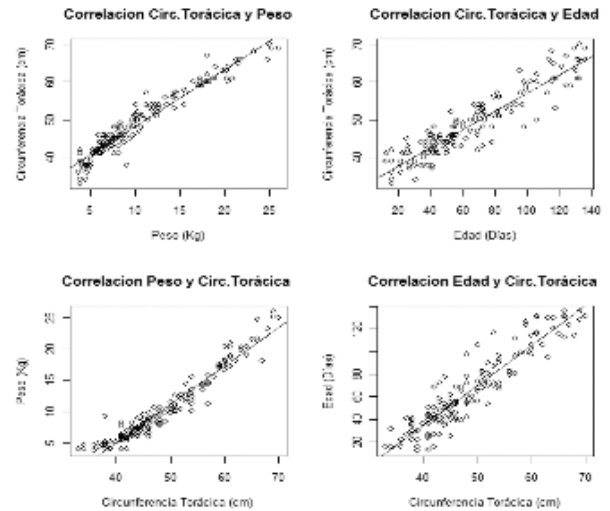


Figura 3. Gráficas de dispersión de datos de la circunferencia torácica con respecto al peso y edad y la línea de regresión lineal.

Figure 3. Scatterplots of chest circumference data in regard to weight and age and the linear regression line.

Watkins *et al.* (1991) reported a correlation of height at withers under the weight of white-tailed deer fawns with $r^2 = 0.65$. In another study, Tarqui *et al.* (2011) found correlations between age and weight and height values of $r^2 = 0.19$ and 0.09 for weight and age, respectively, Carmen white tail deer.

In Figure 4, the data scatter plots with linear regression line show that age and weight may explain height, and height may account for weight and age as α and β in Table 4, although the correlation up with the two variables is very good, there is a greater relationship between height and weight with an r value of 0.96 and adjusted r^2 of 0.92 ($P \leq 0.05$) than with the age variable that has values of $r = 0.87$ and adjusted $r^2 = 0.76$ ($P \leq 0.05$) and are lower than those obtained with the weight; for this reason, height is a better predictor of weight than age.

The correlation between head length and weight ranks as the 3rd in importance with $r = 0.94$ and adjusted $r^2 = 0.89$, higher

Los resultados de la correlación entre el largo de la cabeza y la edad fueron superiores a los de Sams *et al.* (1996) y Nelson y Woolf (1985), quienes registraron valores de $r^2 = 0.37$ y $r^2 = 0.30$, respectivamente, en cervatos de venado cola blanca. En tanto Berger y Peacock (1988) trabajaron con bisontes (*Bison bison*) y consignaron que la mejor correlación se verifica entre el largo de la cabeza y el peso ($r^2 = 0.74$).

La dispersión de datos con la línea de regresión donde la edad y el peso pueden explicar la longitud de la cabeza, y viceversa (Figura 5) de acuerdo a los valores de α y β del Cuadro 5, aunque la correlación de la longitud de la cabeza con las dos variables es alta, existe mayor relación entre esta variable y el peso ($r = 0.94$ y r^2 ajustada = 0.89, $P \leq 0.05$), que con la edad ($r = 0.91$ y r^2 ajustada = 0.83, $P \leq 0.05$).

La cuarta correlación en importancia que se encontró con el peso fue la del largo total del cuerpo de los cervatos con un valor de $r = 0.93$ y un coeficiente de determinación (r^2) de 0.89 ($P \leq 0.05$), sin embargo esta medida no fue la 4ª de mayor correlación con la edad, sino la penúltima, solo por encima de la longitud del fémur, con una $r = 0.81$ y un $r^2 = 0.66$ ($P \leq 0.05$).

Resultados similares son los de Watkins *et al.* (1991), quienes determinaron que, después de la circunferencia torácica, el largo total del cuerpo es un buen predictor del peso en cervatos de venado cola blanca, con $r^2 = 0.72$; en relación con dicha variable, Weber e Hidalgo (1999), hacen mención que el largo total del cuerpo es una de las medidas que indican mejor la diferencia en el crecimiento entre machos y hembras de esta especie. Al respecto, Tarqui *et al.* (2011) determinaron una baja correlación de ambas variables en *Odocoileus virginianus* var. *carminis* ($r^2 = 0.17$), mientras Berger y Peacock (1988), aseguran que el largo total es un buen predictor del peso en bisontes.

La correlación entre edad y el largo total no es de las mejores indicadores; sin embargo, está por encima del 0.5. Sams *et al.* (1996) identificaron una correlación con un valor de $r^2 = 0.56$ para estas dos variables en cervatos de venado cola blanca, muy similar a los resultados obtenidos en el presente trabajo; no obstante, Tarqui *et al.* (2011) encontraron un valor muy bajo para estas dos variables en venados adultos cola blanca del Carmen.

values submitted by the total length with the weight, and to the same extent but in relation to age, results showed $r = 0.91$ and adjusted $r^2 = 0.83$, which gives them value for use as indicators, but making this move could lead to some misunderstanding and, therefore, generate error because the occipital bone might be confused with the atlas vertebra.

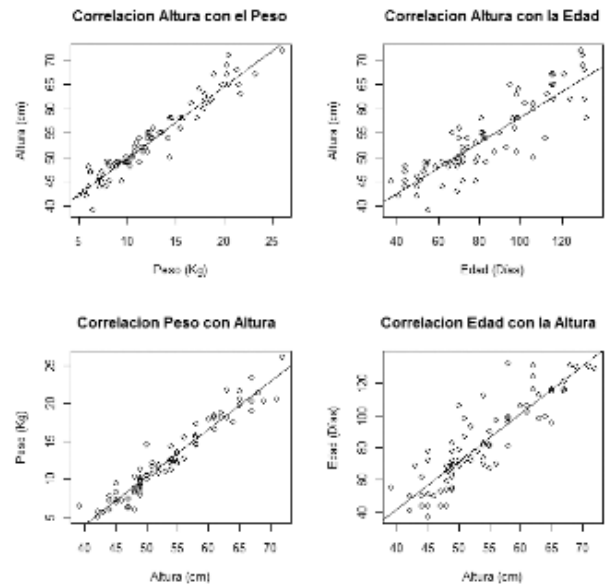


Figura 4. Gráficas de dispersión de datos de la altura con el peso y edad con la línea de regresión lineal.
Figure 4. Data scatterplots of height in regard to weight and age with the linear regression line.



Cuadro 5. Parámetros de la correlación y regresión lineal de peso y edad respecto al largo de la cabeza.
Table 5. Parameters of the correlation and linear regression with respect to age and weight in regard to head length.

Medida	α	β	Correlación	r^2	E est r	P	N
Cabeza/Peso	15.08	0.61	0.94	0.89	1.20	0.00	150
Cabeza/Edad	14.98	0.09	0.91	0.83	1.47	0.00	150
Peso/Cabeza	-20.88	1.45	0.94	0.89	1.86	0.00	150
Edad/Cabeza	-116.7	8.49	0.91	0.83	13.64	0.00	150

Medida = Dependiente/Independiente, α = Intercepto, β = Incremento, r^2 = Coeficiente de determinación E est r = Error estándar residual, P = confiabilidad, N = Repeticiones
Measure = Dependent/Independent; α = Intercept; β = Increment; r^2 = Coefficient of determination; E est r = residual standard error; P = reliability; N = Replications

Para el largo de la pata trasera se calculó una correlación con el peso con valores de $r = 0.93$ y de $r^2 = 0.87$ ($P \leq 0.05$), lo cual la posiciona en el penúltimo lugar como predictor de este parámetro, solo por encima del fémur; cabe destacar que la diferencia de la correlación con el largo total del cuerpo es mínima, y es más fácil tomar esta medida que la del largo total del cuerpo. Su correlación con la edad fue la tercera medida corporal en importancia, por debajo de la longitud de la cabeza, la cual mostró valores de $r = 0.89$ y $r^2 = 0.80$ ($P \leq 0.05$). Que son más altos a los referidos por Roseberry y Klimstra (1975), cuyos valores de r^2 fueron de 0.46 y 0.39 para los machos y hembras, respectivamente; mientras, Watkins *et al.* (1991) determinaron una $r^2 = 0.57$ en cervatos de venado cola blanca, Weber e Hidalgo (1999), argumentan que el largo de la pata trasera es una de las medidas que indican mejor la diferencia en el crecimiento entre machos y hembras, en tanto los valores de r^2 de Tarqui *et al.* (2011), fueron muy bajos, 0.08 para la correlación entre peso y largo de la pata trasera en *Odocoileus virginianus* var. *carminis*. En contraste a lo anterior, Parker (1987) estimó una buena correlación de la pata trasera con el peso ($r^2 = 0.93$) en ciervos rojos y venados bura, mientras que el estudio de Martin y Parker (1997) arrojó un valor de $r^2 = 0.58$ en la correlación del largo de la pata trasera con el peso en cervatos de berrendo (*Antilocarpa americana*).

Otra correlación evaluada fue la de longitud del fémur con el peso y con la edad, que puede ser considerada buena al ser mayor a 0.5; sin embargo, es la de menor correlación con estas dos variables, además es la dimensión más difícil de tomar por el hecho de involucrar a un hueso interno y porque se debe asegurar que se está midiendo exactamente al final de la parte distal, o al inicio de la parte ventral del mismo; aun así, existe mayor relación entre la longitud del fémur y el peso ($r = 0.78$ y de $r^2 = 0.60$ ($P \leq 0.05$)), que con la edad ($r = 0.69$ y $r^2 = 0.47$ ($P \leq 0.05$)). Talbot y McCulloch (1965) aseguran que bajo los principios y criterios de cualquier medida de predicción, que deben ser prácticas para su toma y con altos coeficientes de determinación (r^2), esta medida no es un buen predictor para las variables peso y edad en el caso de los venados.

Una de las correlaciones más altas que se obtuvieron fue la del peso con la edad ($r = 0.92$ y de $r^2 = 0.86$ ($P \leq 0.05$)), y se puede utilizar como predictor de una variable respecto de la otra de igual forma. En virtud de que es más fácil conocer el peso que la edad en animales silvestres, es posible utilizar estos datos como referencia. Aunque la correlación sea muy buena, Robinette *et al.* (1973) generaron mejores resultados ($r^2 = 0.96$ y 0.94 para machos y hembras, respectivamente), en cervatos de venados bura, con respecto al peso y la edad.

En el estudio realizado por Robbins y Moen (1975) con cervatos de venado cola blanca, se confirmó una alta correlación del peso con la edad de hembras y machos hasta los 100 días de edad ($r^2 = 0.98$), pero los datos derivados del presente estudio se asemejan más a los de Nelson y Woolf (1985), quienes calcularon un valor de $r^2 = 0.91$ al relacionar el peso y la edad de cervatos de venado

The results of the correlation between the length of the head and age were superior to Sams *et al.* (1996) and Nelson and Woolf (1985), who reported values of $r^2 = 0.37$ and $r^2 = 0.30$, respectively, in white-tailed deer fawns. As Berger and Peacock (1988), who worked with bison (*Bison bison*), consigned to the best correlation exists between the length of the head and weight ($r^2 = 0.74$).

Data spread with the regression line where age and weight may explain the length of the head, and vice versa (Figure 5) according to values of α and β in Table 5, although the correlation head length with the two variables is high, there is a closer relationship between this variable and weight ($r = 0.94$ and adjusted $r^2 = 0.89$, $P \leq 0.05$) than with age ($r = 0.91$ and adjusted $r^2 = 0.83$, $P \leq 0.05$).

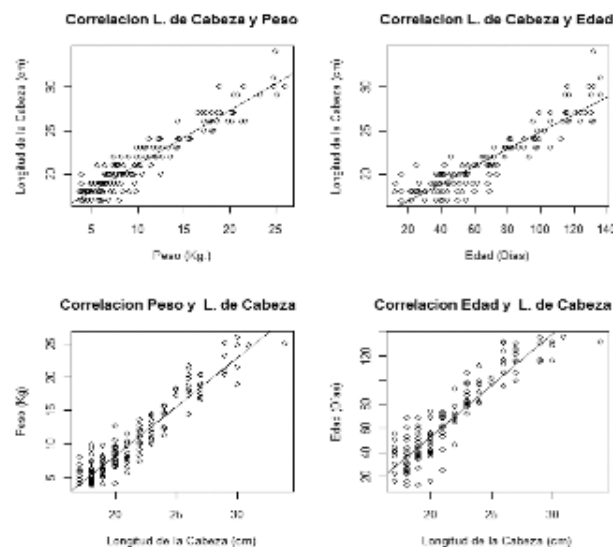


Figura 5. Dispersión de datos del largo de la cabeza con el peso y la edad con la línea de regresión lineal.

Figure 5. Data scatterplots of head length in regard to weight and age with the linear regression line.

The fourth correlation that was found in regard to weight was that of total length of the body of fawns with a value of $r = 0.93$ and a coefficient of determination (r^2) of 0.89 ($P \leq 0.05$); however, this was not the fourth with best correlation with age but next to last only over femur length with an r value of 0.81 and an $r^2 = 0.66$ ($P \leq 0.05$).

Similar results are of Watkins *et al.* (1991) who determined that after thoracic circumference, the total body length is a good predictor of weight in white-tailed deer fawns with an $r^2 = 0.72$; in relation to this variable, Weber and Hidalgo (1999) mentioned that the total length of the body is one of the measures that best indicates the difference in growth between males and females of this species. In this regard, Tarqui *et al.* (2011) found a low correlation of these two variables in *Odocoileus virginianus* var. *carminis* ($r^2 = 0.17$), while Berger and Peacock (1988), guarantee that the total length is a good predictor of weight in bison.

cola blanca en vida libre, aunque la correlación fue más alta a la de Sams *et al.* (1996), para las mismas variables, que fue de $r^2 = 0.65$.

CONCLUSIONES


El uso de predictores o estimadores indirectos generados a partir de ecuaciones de regresión lineal, y correlaciones con alguna medida corporal o índice, son herramientas que facilitan a los manejadores de fauna silvestre el monitoreo del peso, la condición corporal, el crecimiento y desarrollo de los individuos a fin de conocer el estatus nutricional de la población e, indirectamente, la condición del hábitat.

Las medidas contempladas en este estudio tuvieron una correlación positiva muy alta con el peso y la edad para los cervatos de venado cola blanca texanos bajo condiciones de crianza consideradas.

Indudablemente la medida corporal con de mayor correlación con el peso y la edad es la circunferencia torácica, además de ser una de las dimensiones más fáciles de tomar, y con un coeficiente de determinación más alto con respecto al peso. Sin embargo, la eficacia de este predictor pudiera reducirse debido a los posibles errores prácticos como sería la tensión de la cinta que se pudieran cometer al llevar a la práctica lo anterior, como serían la tensión de la cinta y el lugar donde se coloque, la destreza así como el juicio de la persona que la ejecute.

Después de la circunferencia torácica, la dimensión de más alta correlación con respecto a las dos variables involucradas es la longitud de la cabeza. Esta medida también cumple con los requisitos de valores altos de coeficiente de determinación, de practicidad y facilidad para su medición, pero es necesario enfatizar que se deben estandarizar los procedimientos para aplicarla y evitar así una posible confusión entre el hueso occipital y la vertebra atlas.

Aunque el fémur es un hueso muy utilizado *post mortem* para conocer la condición corporal de los individuos de una población y del hábitat mediante la consistencia de su médula, definitivamente su longitud fue la que tuvo la menor correlación con el peso y la edad.

La tabla de predicción que se generó con base en la circunferencia torácica como predictor del peso y la edad puede ofrecer muy buenos resultados, si se usa de manera correcta para cervatos de venado cola blanca texano de 0 a 4 meses de edad bajo condiciones de crianza, además de ser una de las medidas corporales que se pueden hacer con mayor facilidad. 

The correlation between age and total length is not the best indicator; however, it is above 0.5. Sams *et al.* (1996) identified a correlation with an r^2 value of 0.56 for these two variables in white-tailed deer fawns, very similar to the results obtained in this work, however, Tarqui *et al.* (2011) found a very low value for these two variables in adult white-tailed del Carmen deer.

For the length of the hind paw a correlation with weight was obtained with $r = 0.93$ and $r^2 = 0.87$ ($P \leq 0.005$), which positions it as the second lowest predictor of this parameter, only over the femur length criterion; it is noteworthy that the difference in the correlation with total body length is minimal, and it is easier to take this than the total body length. The correlation of this measure with age was the third more important, under the length of the head, which showed values of $r = 0.89$ and $r^2 = 0.80$ ($P \leq 0.05$). These values are higher to those reported Roseberry and Klimstra (1975), whose r^2 values were 0.46 and 0.39 for males and females, respectively, while, Watkins *et al.* (1991) identified a $r^2 = 0.57$ in white-tailed deer fawns. Weber and Hidalgo (1999) argue that the length of the hind foot is one of the measures that best indicates the difference in growth between males and females, while r^2 values of Tarqui *et al.* (2011), were very low, 0.08 for the correlation between weight and length of the hind leg in *Odocoileus virginianus* var. *carminis*. In contrast to this, Parker (1987) determined a good correlation of the hind paw with weight ($r^2 = 0.93$) in red deer and mule deer, while the study of Martin and Parker (1997), yielded a value of $r^2 = 0.58$ in the correlation length of the rear leg with the weight of *Antilocarpa americana* fawns.

Another correlation that was assessed was femur length in regard to weight and age, which can be considered good as it is greater than 0.5, but it is the less correlated with these two variables, in addition to being the most difficult to take because it involves an internal bone and it should ensure that it is being measured exactly at the end of the distal portion, or the start of the ventral part of it; yet there is more relationship between femur length and weight ($r = 0.78$ and of $r^2 = 0.60$ ($P \leq 0.005$)), than with the age ($r = 0.69$ and $r^2 = 0.47$ ($P \leq 0.05$)). Still, Talbot and McCulloch (1965) claim that under the principles and criteria of any measure of prediction, which should be practical to be taken and with high coefficients of determination (r^2), this dimension is not a good predictor for weight variables and age in these animals.

One of the highest correlations which were obtained was weight with age ($r = 0.92$ and $r^2 = 0.86$ ($P \leq 0.005$)), and can be used as a predictor of a variable in regard to another in the same way. As it is easier to know weight rather than age in wild animals, these data can be used as a reference. Although the correlation is very good, Robinette *et al.* (1973) generated better results ($r^2 = 0.96$ and 0.94 for males and females, respectively) in mule deer fawns in terms of weight and age.

In the study by Robbins and Moen (1975) with white-tailed deer fawns a high correlation of weight with age was confirmed in both sexes until they accomplished 100 days of age ($r^2 = 0.98$), but the



AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Producción Agropecuaria de la UANL por su apoyo para prestarnos los animales y la infraestructura para realizar la investigación, a las MVZ Lourdes Alejandra Borrego y Jessica Ivonne Hernández, por su invaluable colaboración en todas y cada una de las actividades de manejo, alimentación de los cervatos y en el trabajo de campo, así como a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Forestales y de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia que nos ayudaron en el manejo de los animales.

REFERENCIAS

- Bandy, P. J., I. M. T. Cowan and A. J. Wood. 1970. Comparative growth in four races of black tailed deer (*Odocoileus hemionus*). Part I. Growth in body weight. *Can. J. Zool.* 48: 1401-1410.
- Berger, J. and M. Peacock. 1988. Variability in size-weight relationships of *Bison bison*. *J. Mamm.* 69(3): 618-624.
- Cattet, M. R. L., S. N. Atkinson, S. C. Polischuk and M. A. Ramsay. 1997. Predicting body mass in polar bears, is morphometry useful? *J. Wildl. Manage.* 61 (4): 1083-1090.
- Clutton-Brock, T. H., F. E. Guinness and S. D. Albon. 1982. Red deer: behavior and ecology of two sexes. University of Chicago Press. Chicago, IL USA. 378 p.
- Cook, R. C., J. G. Cook and L. L. Irwin. 2003. Estimating elk body mass using chest-girth circumference. *Wildlife Soc. B.* 31 (2): 536-543.
- Eason, T. H., B. H. Smith and M. R. Pelton. 1996. Researcher variation in collection of morphometrics on black bears. *Wildlife Soc. B.* 4 (3): 485-489.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, adaptado para las condiciones de la República Mexicana. 3ª Ed. Lario Offset S. A., México, D.F. México. 252 p.
- Halls, L. K. 1984. White-tailed deer ecology and management. Stackpole Books, Mechanicsburg, PA. USA. 203 p.
- Jansen, B. D. and J. A. Jenks. 2011. Estimating body mass of pumas (*Puma concolor*). *Wildlife Res.* 38(2): 147-151.
- Kelsall, J. P., E. S. Telfer and M. Kingsley. 1978. Relationship of bison weight to chest girth. *J. Wildl. Manage.* 42 (3) 659-66.
- Martin, S. K. and K. L. Parker. 1997. Rates of growth and morphological dimensions of bottle-raised pronghorns. *J. Mamm.* 78(1) 23-30.
- McCulloch, S. G. and L. M. Talbot. 1965. Comparison of weight estimation methods for wild animals and domestic livestock. *J. Appl. Ecol.* 2(1): 59-69.
- McEwan, E. H. and A. J. Wood. 1966. Growth and development of the barren ground caribou: I. heart girth, hind foot length, and body weight relationships. *Can. J. Zool.* 44(3): 401-411.
- Millspaugh, J. J. and G. C. Brundige. 1996. Estimating elk weight from chest girth. *Wildlife Soc. B.* 24(1): 58-61.
- Nagy, J. A., M. C. Kingsley, R. H. Russell and A. M. Pearson. 1984. Relationship of weight to chest girth in the grizzly bear. *J. Wildl. Manage.* 48 (4): 1439-1440.
- Nelson, T. A. and A. Woolf. 1985. Birth size and growth of deer fawns in southern Illinois. *J. Wildl. Manage.* 49:374-377.
- Parker, K. L. 1987. Body-surface measurements of mule deer and elk. *J. Wildl. Manage.* 51(3): 630-633.
- Payne, N. F. 1976. Estimating live weight of black bears from chest girth measurements. *J. Wildl. Manage.* 40: 167-169.
- Rideout, C. B. and C. L. Worthen. 1975. Use of girth measurement for estimating weight of mountain goats. *J. Wildl. Manage.* 39: 705-708.
- Renecker, L. A. and W. M. Samuel. 1991. Growth and seasonal weight changes as they relate to spring and autumn set points in mule deer. *Can. J. Zool.* 69: 744-747.
- Robbins, C. T. and A. N. Moen. 1975. Milk consumption and weight gain of white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 39: 355-360.
- Robinet, W. L., C. H. Baer, R. E. Pilmore and C. E. Knittle. 1973. Effects of nutritional change on captive mule deer. *J. Wildl. Manage.* 37 (3): 312-326.
- Roseberry, J. L. and W. D. Klimstra. 1975. Some morphological characteristics of the Crab Orchard deer herd. *J. Wildl. Manage.* 39 (1): 48-58.

data derived from this study are more similar to those of Nelson and Woolf (1985), who calculated an r^2 value of 0.91 when relating weight and age of white-tailed deer fawns in the wild, although the correlation was higher than that of Sams *et al.* (1996), for the same variables, which was $r^2 = 0.65$.

CONCLUSIONS


The use of predictors or indirect estimators generated from linear regression equations and correlations with some body measures or index, are tools to help wildlife managers to monitor weight, body condition, growth and development of individuals in order to meet the nutritional status of the population and, indirectly, the habitat condition.

The measures in this study had a high positive correlation with weight and age for white-tailed Texans deer fawns under these rearing conditions.

Undoubtedly the body scale with the highest correlation with weight and age is the chest circumference, besides of being one of the dimensions easier to take and with a higher coefficient of determination in regard to weight. However, the effectiveness of this predictor could be reduced due to any errors that might be committed as it is implemented, such as the belt tension and its place of location as well as the skill and judgment of the person that does it.

After chest circumference, the size of highest correlation with respect to the two variables involved is the length of the head. This measure also meets the requirements of high values of coefficient of determination, practicality and ease of measurement, but it is necessary to emphasize that they should standardize the procedures for application and prevent possible confusion between the occipital bone and the atlas vertebra.

Even though the femur is a widely used bone post mortem to know the body condition of individuals in a population and habitat by the consistency of the bone, its length was definitely the one that had the lowest correlation with weight and age.

The prediction table is generated from the chest circumference as a predictor of weight and age and it can provide very good results if used correctly to 0-4 months white-tailed Texan deer fawns under rearing conditions, besides being one of the body measurements easier to take. 

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the Centro de Producción Agropecuaria of the UANL for having lent its support to carry out the actual study. To MVZ Lourdes Alejandra Borrego and Jessica Ivonne Hernández for their invaluable assistance in each and every one of the management activities, the feeding of fawns and fieldwork, as well as to the students of the Forestry School and the School of Veterinary Medicine who helped us in handling the animals.

End of the English version

- Sams, M. G., C. R. L. Lochmiller, W. Jr. Qualls, D. M. Jr. Leslie and M. E. Payton. 1996. Physiological correlates of neonatal mortality in an overpopulated herd of white-tailed deer. *J. Mammal.* 77: 179-190.
- Smart, C. W., R. H. Jr. Giles and D. C. Jr. Guynn. 1973. Weight tape for white-tailed deer in Virginia. *J. Wildl. Manage.* 37(4): 553-555.
- Secretaría de Programación y Presupuesto - Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (SPP-INEGI). 1986. Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León. Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática. México, D. F., México. 98 p.
- Talbot, L. M. and J. S. G. McCulloch. 1965. Weight estimations for East African mammals from body measurements. *J. Wildl. Manage.* 29 (1): 84-89.
- Tarqui, N. I., J. C. Martínez, K. G. Logan, A. Guerra, A. González, H. Castillo and E. Cienfuegos. 2011. Morphometric characterization of the Carmen mountain white-tailed deer in Mexico. *Agric. Biol. J. N. Am.* 2(2): 387-400.
- Watkins, B. E., J. H. Whitham, D. E. Ulrey, D. J. Watkins and J. M. Jones. 1991. Body composition and condition evaluation of white-tailed deer fawns. *J. Wildl. Manage.* 55: 39-51.
- Weber, M. y R. Hidalgo. 1999. Morfometría, patrones de crecimiento y ganancia de peso de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en cautiverio en Durango y Toluca, México. *Vet. Méx.* 30 (2): 183-188.
- Weckerly, F. W., P. L. Leberg and R. A. Van Den Bussche. 1987. Variation of weight and chest girth in white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 51 (2): 334-337.
- White, R. G. 1992. Nutrition in relation to season, lactation and growth of north-temperate deer. In: Brown, R. D. (ed.). *The biology of deer*. Springer-Verlag New York, Inc. New York, NY. USA, pp. 407-417.



