

LA COSECHA SELECTIVA: UN FACTOR DE CAMBIO EN LAS ASTAS DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus texanus*)

SELECTIVE HARVESTING: IS IT AN ANTLER CHANGE FACTOR FOR WHITE-TAILED DEER (*Odocoileus virginianus texanus*)

Eugenia Cienfuegos-Rivas¹, Francisco Gpe. Cantú-Medina¹, Karla G. Logan-López¹, Fernando González-Saldivar², Arnoldo González-Reyna¹, Héctor Castillo-Juárez³, Germán D. Mendoza-Martínez³, Juan C. Martínez-González^{1*}

¹División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. 87149. Centro Universitario Adolfo López Mateos. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. (ecienfue@uat.edu.mx) (pancho_amb@hotmail.com) (karlalogan@hotmail.com) (argonzal@uat.edu.mx) (jmartinez@uat.edu.mx). ²Área de Manejo de Fauna Silvestre, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. 67700. Carretera Ciudad Victoria-Monterrey Km. 145. Linares, Nuevo León, México. (fer1960_08_10@hotmail.com). ³Departamento de Producción Agrícola y Animal, Unidad Xochimilco, Universidad Autónoma Metropolitana. 04960. Calzada del Hueso 1100, D. F., México. (hcjuarez@correo.xoc.uam.mx) (gmendoza@correo.xoc.uam.mx).

RESUMEN

En México, como en muchas partes del mundo, la cosecha selectiva del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) se basa en el tamaño y morfometría de las astas, lo que puede estar afectando a esta especie cinegética que es la de mayor importancia biológica y económica en el sistema de ganadería diversificada. El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de la cacería selectiva y factores ambientales como suplemento mineral (indirecto) y precipitación pluvial sobre las características morfométricas de las astas de venado cola blanca en el nor-este de México. Se evaluaron 3259 registros de astas de venados cazados entre 1999 y 2009. Los registros fueron obtenidos de la Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados (ANGADI) criadores de fauna en 367 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) de Coahuila (n=805), Nuevo León (n=1362) y Tamaulipas (n=1092). Las variables dependientes evaluadas fueron las características de las astas descritas por el sistema de medición internacional de Boone and Crockett Club modificadas por ANGADI, además un índice (INDEX) y masa (MASS) de las mismas. Las variables dependientes fueron analizadas con un modelo lineal generalizado con las variables independientes de: año, clase, suplemento, municipio dentro de estado y estado. Las medias para puntuación total de las astas fueron 374.9, 432.7 y 481.3 cm ($p \leq 0.05$) para los machos jóvenes, adultos y >6.5 años. Asimismo, se

ABSTRACT

In México, as in many other places of the world, selective harvesting of the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus*) is based on the size and morphometry of the antlers, which may be affecting this hunting species that is the most important biological and economic species in the diversified livestock system. The objective of this research was to determine the effect of selective hunting and environmental factors as mineral supplement (indirect) and pluvial precipitation on the morphometrical characteristics of the antlers of the white-tailed deer in Northeastern México. 3259 records of antlers of animals hunted between 1999 and 2009 were evaluated. The records were obtained from the Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados (ANGADI) fauna breeders in 367 (UMA) Management Units for Conservation of Wildlife of Coahuila (n=805), Nuevo León (n=1362) and Tamaulipas (n=1092). The dependent variables evaluated were the characteristics of the antlers described by the international measurement system of the Boone and Crockett Club modified by ANGADI, also an index (INDEX) and mass (MASS) of the same antlers. The dependent variables were analyzed with a generalized linear model with independent variables of: year, class, supplement, municipality within state and state. Means for total score of the antlers were 374.9, 432.7 and 481.3 cm ($p \leq 0.05$) for young bucks, adults and >6.5 years old. Also, a negative phenotypic trend was found for the MASS and INDEX variables of the antlers with a significant overlap between the age groups among the same variables, possibly as an effect of the selective harvesting or from the supplement.

*Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: mayo, 2011. Aprobado: septiembre, 2011.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 45: 771-783. 2011.

encontró una tendencia fenotípica negativa para las variables de INDEX y MASS de las astas, con una sobreposición significativa entre los grupos de edad entre las mismas variables, posiblemente como un efecto de la cosecha selectiva o del suplemento.

Palabras clave: cornamenta, variabilidad morfométrica, tendencia fenotípica, México.

INTRODUCCIÓN

En México se distribuyen en forma natural 14 de las 38 subespecies de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) del continente americano (Halls, 1984). Cuatro de éstas (*O. v. texanus*, *O. v. veraecrucis*, *O. v. carminis* y *O. v. miquihuanensis*), se localizan en la región noreste del país (Villarreal, 2000). La subespecie *O. v. texanus* es la de mayor importancia cinegética por la calidad y tamaño de sus astas (Villarreal, 2000; Buckner y Reneau, 2003; B y C, 2008).

Asimismo, en México desde 1997 se usa exitosamente el modelo de ganadería diversificada a través del establecimiento de Unidades de Manejo para el Aprovechamiento de la Vida Silvestre (UMA). En ellas, el bovino productor de carne se maneja simultáneamente con especies cinegéticas (principalmente venado cola blanca), favoreciendo la conservación de la fauna silvestre (Heffelfinger, 2006) y el uso sostenible de los recursos naturales (SEMARNAT, 2011a). De acuerdo con los datos registrados ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a marzo del 2011, cerca del 18 % del país tenía la modalidad de UMA, con un incremento promedio anual en los últimos 10 años de casi 7 % (SEMARNAT, 2011b).

El *O. v. texanus* tiene una función importante en la economía y ecología de los sistemas diversificados (Villarreal, 2000; Guajardo y Martínez, 2004; Heffelfinger, 2006), porque los venados se benefician indirectamente al tener acceso a los suplementos minerales para los bovinos, lo cual favorece la condición corporal (Martínez y Hewitt, 2001) y el desarrollo de astas (Davis, 1990), causando variabilidad morfométrica (Kroll, 1994; Strickland y Demarais, 2000; Heffelfinger, 2006) y del potencial de cosecha de astas con calidad de trofeo (Bartoskewitz *et al.*, 2008).

Key words: antler, morphometric variability, phenotypic trend, México.

INTRODUCTION

Fourteen of 38 subspecies of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) of the American continent are naturally distributed in México (Halls, 1984). Four of them (*O. v. texanus*, *O. v. veraecrucis*, *O. v. carminis* and *O. v. miquihuanensis*), are located in the northeast of the country (Villarreal, 2000). The subspecies *O. v. texanus* is the one of major hunting importance because of its quality and size of antlers (Villarreal, 2000; Buckner and Reneau, 2003; B and C, 2008).

Similarly, in México since 1997 the diversified livestock model has been successfully used through the establishment of Management Units for the Conservation of Wildlife (UMA). There, beef cattle are managed simultaneously with hunting species (mainly white-tailed deer), favoring the conservation of wildlife (Heffelfinger, 2006) and the sustainable use of natural resources (SEMARNAT, 2011a). According to data registered with the Ministry of Environment and Natural Resources (SEMARNAT), on March 2011, about 18 % of the country was with UMA modality, with an average annual increase in the last 10 years of almost 7 % (SEMARNAT, 2011b).

The *O. v. texanus* has an important role in the economy and ecology of the diversified systems (Villarreal, 2000; Guajardo and Martínez, 2004; Heffelfinger, 2006), since the deer benefit indirectly from having access to minerals that are supplemented to cattle, which favors the body condition (Martínez and Hewitt, 2001) and antler development, causing morphometric variability (Kroll, 1994; Strickland and Demarais, 2000; Heffelfinger, 2006) and potential harvest of trophy-quality antlers (Bartoskewitz *et al.*, 2008).

Sport hunting of white-tailed deer in México, as in many parts of North America, is based on the morphology of the antlers (*e.g.* size and shape), so it is important to understand the effect of selection and proper identification of the animal's age to be harvested on the evolutionary processes of the antlers (DeYoung, 1990; Lukefahr and Jacobson, 1998; Mysterud *et al.*, 2006). For example, the reproduction rate in population can be affected by harvesting a

La caza deportiva de venado cola blanca en México, como en muchas partes de Norteamérica, se basa en las características morfológicas de las astas (p. ej. tamaño y forma), por lo que es importante entender el efecto de la selección y la adecuada identificación de la edad del animal a ser cosechado, sobre los procesos evolutivos de las astas (DeYoung, 1990; Lukefahr y Jacobson, 1998; Mysterud *et al.*, 2006). Por ejemplo, se puede afectar la tasa de reproducción en la población, al cosechar un venado joven al confundirlo por el tamaño de sus astas con un animal mayor y viceversa, afectando la tendencia fenotípica de las características de las mismas (Strickland *et al.*, 2001; Harris *et al.*, 2002), lo que impactaría negativamente la rentabilidad de la ganadería diversificada al bajar la producción de animales con calidad de trofeo (Harris *et al.*, 2002). Por lo anterior, la hipótesis de este estudio, fue que la cacería selectiva y los efectos ambientales como suplemento y precipitación pluvial (por su relación con cobertura vegetal y disponibilidad de alimentos) son factores modificadores de la morfometría de las astas del venado cola blanca. Por tanto, el objetivo, fue determinar el efecto de la cacería selectiva y factores ambientales (suplemento mineral y precipitación pluvial) sobre las características de las astas de venado cola blanca (*O. v. texanus*) en el noreste mexicano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el noreste de México (Figura 1), con venados *O. v. texanus* cazados entre 1999 y 2009. Se usaron 3259 registros obtenidos de la Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna (ANGADI) de 367 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) de Coahuila (n=805), Nuevo León (n=1362) y Tamaulipas (n=1092). La precipitación pluvial en el periodo de estudio fluctuó de 300 a 970 mm anuales, con un gradiente muy marcado de la precipitación de oriente a poniente (SIAP, 2010). Por ejemplo en Tamaulipas hay áreas con 1200 mm de precipitación en la planicie costera cercana al Golfo y decrece hacia el poniente donde sólo se registraron 300 mm. En el estado de Nuevo León hay pequeñas áreas al oriente de la sierra Madre Oriental con 1200 mm y grandes extensiones con 200 mm. La vegetación predominante en la región es el matorral espinoso tamaulipeco, matorral subíerme y pastizal inducido (Jáuregui, 2008).

Todos los ranchos tienen registro de UMA y están reguladas por la Ley General de Vida Silvestre mexicana. Los venados

young deer confused by the size of its antlers with a larger animal and vice versa, affecting the phenotypic trend of characteristics of them (Strickland *et al.*, 2001; Harris *et al.*, 2002), which would negatively impact the profitability of diversified livestock by lowering the production of animals with trophy quality (Harris *et al.*, 2002). Thus, the hypothesis of this study was that selective hunting and environmental effects such as a supplement and pluvial precipitation (by its relationship to vegetative cover and food availability) are modifying factors of morphometry of white-tailed deer antlers. Therefore, the objective was to determine the effect of selective hunting and environmental factors (mineral supplement and pluvial precipitation) on the characteristics of white-tailed deer antlers (*O. v. texanus*) in northeastern México.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in the northeastern region of México (Figure 1), with *O. v. texanus* deer hunted between 1999 and 2009. 3259 records were used and obtained from the Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna (ANGADI) of 367 Wildlife Management Units (UMAs) of Coahuila (n=805), Nuevo León (n=1362) and Tamaulipas (n=1092). The pluvial precipitation in the study period ranged from 300 to 970 mm annually, with a very marked gradient of precipitation from east to west (SIAP, 2010). For example, in Tamaulipas there are areas with 1200 mm of precipitation on the coastal plains near to the Gulf of México and decreases towards the west where there were only 300 mm. In the state of Nuevo León there are small areas to the east of the Sierra Madre Oriental with 1200 mm and larger areas with 200 mm. The predominant vegetation in the region is the tamaulipan shrub, subíerme shrub and induced grassland (Jáuregui, 2008).

All the ranches are registered with UMA and are regulated by the General Law of Mexican Wildlife. The deer that were harvested corresponded to the rate of utilization authorized by the Ministry of Environment and Natural Resources for each UMA, so that all animals had a unique tag harvesting permit.

Statistical analysis and variables of study

The measurement of the antlers was done as proposed by Boone & Crocket Club (B and C, 2008; ANGADI, 2010) and their classification was according to the modification proposed by ANGADI (2010) without penalty. Measurements were

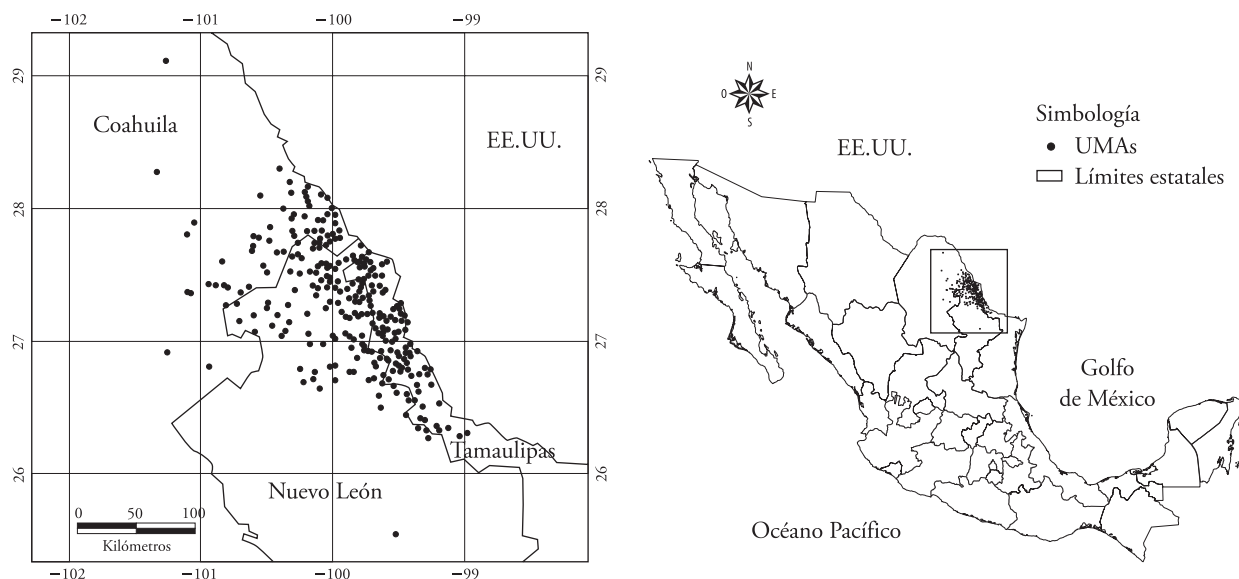


Figura 1. Distribución de sitios de estudio (UMA) en el noreste de México.

Figure 1. Distribution of the study sites (UMA) in Northeastern México.

cosechados correspondieron a la tasa de aprovechamiento autorizada por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales para cada UMA, por lo que todos los animales tenían su permiso único (cintillo).

Análisis estadístico y variables de estudio

La medición de las astas se hizo de acuerdo con lo propuesto por Boone & Crocket Club (B y C, 2008; ANGADI, 2010) y su clasificación fue de acuerdo a la modificación sin castigos propuesta por ANGADI (2010). Las mediciones se hicieron en pulgadas y convertidas a cm. Se realizó un análisis previo para un diseño de dos vías (año y técnico) para determinar si el efecto del técnico que realizó las mediciones variaba dentro y entre años y no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$). Por tanto, para aumentar la precisión de la evaluación final no se incluyó dentro de las variables independientes.

Dadas las características y naturaleza de la información de campo, se ajustaron varios modelos estadísticos para determinar el mejor modelo que explicara la variación total, considerándose como factores o variables independientes: clase (CLASS: ocho puntas, típico y no típico); suplemento (SUP: con y sin suplemento); año de cacería (YR: 1999 a 2009); municipio dentro de estado (CT/ST: Tamaulipas = 4, Nuevo León = 8, y Coahuila = 10 municipios); estado (ST: Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila) considerando la edad del venado como covariable (AGE), además de considerar la precipitación pluvial anual acumulada para asociarla con la tendencia fenotípica de la calidad del asta.

made in inches and converted to cm. A preliminary analysis for a two-way design (year and technical) was performed to determine whether the effect of the technician who performed the measurements varied within and between years and no significant differences ($p > 0.05$) were found. Therefore, to increase the accuracy of the final evaluation it was not included in the independent variables.

Given the characteristics and nature of the field data, several statistical models were fitted to determine the best model to explain the total variation, considered as factors or independent variables: class (CLASS: eight points, typical and no typical); supplement (SUP: with and without supplement); hunting year (YR: 1999 to 2009); municipality within the state (CT/ST: Tamaulipas = 4, Nuevo León = 8, and Coahuila = 10 municipalities); state (ST: Tamaulipas, Nuevo León and Coahuila) considering the age of the deer as covariate (AGE), also considering the annual pluvial precipitation accumulated to be associated with the phenotypic trend of antler quality.

Class (CLASS) was defined as: 1) 8 points class is a specimen that has 4 points in each main beam and in case of having abnormal points these should not add more than 3 inches, if this value were >3 inches but <8 inches were classified as typical and if it was >8 inches was classified as non typical (ANGADI, 2010); 2) typical class: in addition to those marked by B and C (2008), the measurement of abnormal points (atypical) does not exceed 8 inches (ANGADI, 2010); and 3). non-typical class: in addition to those marked by B and C (2008), the measurement of abnormal points (atypical) exceeded 8 inches (ANGADI, 2010).

La clase (CLASS) estaba definida como: 1) clase de 8 puntas es el ejemplar con 4 puntas en cada brazo principal y que de tener puntas anormales éstas no deberían sumar más de 3 pulgadas, si este valor fuera >3 pulgadas pero <8 pulgadas se clasificó como típico y si fue >8 pulgadas se clasificó como no típico (ANGADI, 2010); 2) clase típica, aquellos que además de lo marcado por B y C (2008), la medición de las puntas anormales (atípicas) no excediera de 8 pulgadas (ANGADI, 2010); y 3) clase no típica, aquellos que además de lo marcado por B y C (2008), la medición de las puntas anormales (atípicas) excediera de 8 pulgadas (ANGADI, 2010).

Dado que 100 % de las UMA evaluadas son extensivas, sin cercos de manejo ganadero y con el fin de determinar si el suplemento era un factor modificador de las astas, se identificaron las UMA que ofrecían algún tipo de suplemento (básicamente mineral) directo al venado o en forma indirecta (43 UMA) y las que no ofrecieron nada (324 UMA). Además, se consideró la precipitación pluvial acumulada histórica para determinar la asociación de la tendencia fenotípica en los 10 años de estudio con la cobertura vegetal y disponibilidad de alimentos del año anterior en que fue cosechado el venado.

Las variables dependientes fueron todas las descritas por B y C (2008), donde la puntuación total (TS) fue sin castigos (ANGADI, 2010). Además se estimaron además dos variables dependientes con el fin de simplificar la discusión y contribuir en el modelaje de las astas: 1) el índice de la cornamenta (INDEX) se obtuvo basado en lo sugerido por Strickland y Damarais (2000) que refleja el tamaño del asta y es análogo al puntaje neto "gross" para astas de venado cola blanca atípico del B y C (2008), $INDEX = a$ la suma del número de puntas (únicamente las puntas típicas), las circunferencias basales (H_1 izquierda y derecha), el largo de los brazos principales (F_i) y abertura interna de los brazos principales del asta (D); y 2) la masa (MASS) que se calculó como la suma de las circunferencias entre las puntas $= \sum H_i$.

La edad (AGE) fue estimada de acuerdo al desgaste de dientes y molares (Jacobson y Reiner, 1989) y determinada por los técnicos de ANGADI. Los registros fueron agrupados de acuerdo con su rango de edad dividiéndose en tres grupos: 1) joven (2.5 a 3.5 años); 2) adulto (4.5 a 5.5 años); y 3) >6.5 años.

Modelo estadístico

Previo al análisis final los datos fueron analizados por varios modelos estadísticos para determinar aquel que mejor explicara la variación total, mediante el programa SAS®. Por tanto, se definieron dos modelos lineales generalizados:

Modelo 1, con los factores o variables independientes año, clase, suplemento, municipio dentro de estado, estado y edad

Since 100 % of the evaluated UMAs are extensive, without fences for the livestock management and in order to determine if the supplement was a modifying factor of the antlers the UMAs that offered some type of supplement (mainly mineral) directly or indirectly to the deer (43 UMA) and those that offered nothing (324 UMA) were identified. In addition, it was considered the historical accumulated pluvial precipitation to determine the association of the phenotypic trend in the 10 years of study with the vegetation cover and food availability in the previous year in which the deer was harvested.

The dependent variables were all those described by B and C (2008), where the total score (TS) was without penalty (ANGADI, 2010). It was also estimated two dependent variables to simplify the discussion and contribute to the modeling of antlers: 1) antler index (INDEX) that was obtained based on the suggestion of Strickland and Damarais (2000) that reflects the antler size and that is analogous to the net "gross" score for white-tailed deer antlers atypical of B and C (2008), $INDEX =$ to the sum of the number of points (only the typical points), basal circumferences (H_1 left and right), the length of the main beams (F_i) and inside spread of main beams of the antler (D); and 2) the mass (MASS) which was calculated as the sum of all the circumferences between the points $= \sum H_i$.

The age (AGE) was estimated according to the wear of teeth and molars (Jacobson and Reiner, 1989) and determined by ANGADI technicians. Records were grouped according to their age range divided into three groups: 1) young bucks (2.5 to 3.5 years old); adult (4.5 to 5.5 years old); and 3) >6.5 years old.

Statistical model

Before the final analysis the data were analyzed by several statistical models to determine the one that best explain the total variation, using the SAS® program. Therefore, two generalized linear models were defined:

Model 1, with the factors or independent variables year, class, supplement, a municipality within the state, state and age (young, adult and >6.5 years) to determine the effect of each on the dependent variables and to estimate growth curves and confidence intervals for age groups (Equation 1)

$$Y_{ijklmno} = \mu + C_i + S_j + A_k + N_l + M(D)_{mn} + D_n + E_{ijklmno}$$

where $Y_{ijklmno}$ = the i^{th} observation in the i^{th} class, j^{th} supplement, of the k^{th} year, l^{th} group of age, m^{th} municipality within a state and the n^{th} state; μ = general mean; C_i = the effect of the i^{th}

(joven, adulto y >6.5 años) para determinar el efecto de cada una de ellas sobre las variables dependientes y estimar curvas de crecimiento e intervalos de confianza para grupos de edad (Ecuación 1)

$$Y_{ijklmno} = \mu + C_i + S_j + A_k + N_l + M(D)_{mn} + D_n + E_{ijklmno}$$

donde $Y_{ijklmno}$ = la i -ésima observación en la i -ésima clase, j -ésimo suplemento, del k -ésimo año, l -ésimo grupo de edad, m -ésimo municipio dentro de estado y el n -ésimo estado; μ = media general; C_i = el efecto de la i -ésima clase (ocho puntas = 1, típico = 2 y no típico = 3); S_j = el efecto de la j -ésimo suplemento (suplemento = 1 y sin suplemento = 0); A_k = el efecto del k -ésimo año (1999 a 2009); N_l = el efecto del l -ésimo grupo de edad (joven = 1, adulto = 2 y >6.5 años); $M(D)_{mn}$ = el efecto del m -ésimo municipio dentro del n -ésimo estado (22 municipios dentro de tres estados); D_n = el efecto del n -ésimo estado (Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila); $E_{ijklmno}$ = error aleatorio.

Modelo 2, con los factores o variables independientes año, clase, suplemento, municipio dentro de estado y estado, con la edad como covariable para estimar la tendencia fenotípica y determinar el efecto de la cacería selectiva sobre las variables dependientes y asociarla con la precipitación anual acumulada del año anterior a la cosecha (Ecuación 2)

$$Y_{ijklmn} = m + C_i + S_j + A_k + M(D)_{lm} + D_m + \delta(X_{ij} - \bar{X}) + E_{ijklmn}$$

donde todos los elementos del modelo 2 son idénticos al modelo 1 excepto la edad que se consideró como covariable $\delta(X_{ij} - \bar{X})$. Se usó la prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar si el INDEX y MASS se asociaban con la morfometría del asta, se calculó la correlación de Pearson entre INDEX y la puntuación total (TS) y MASS y TS; las correlaciones fueron 0.87 y 0.93. Por tanto, la discusión se basará en estas dos variables y el largo de brazos principales (F), abertura interna de los brazos principales (D) y suma del número de puntas (PT = únicamente las puntas típicas), porque reflejan la forma y estructura del asta.

Curvas de crecimiento

Una hipótesis central en la presente investigación fue que la falta de un método eficaz para determinar

class (eight points = 1, typical = 2 and no typical = 3); S_j = the effect of the j^{th} supplement (supplement = 1 and without supplement = 0); A_k = the effect of the k^{th} (1999 to 2009); N_l = the effect of the l^{th} group of age (young = 1, adult = 2 and >6.5 years); $M(D)_{mn}$ = the effect of the m^{th} municipality within the n^{th} state (22 municipalities within three states); D_n = the effect of the n^{th} state (Tamaulipas, Nuevo León and Coahuila); $E_{ijklmno}$ = random error.

Model 2, with the factors or independent variables year, class, supplement, municipality within state and state, with age as covariate for estimating the phenotypic trend and determine the effect of selective hunting on the dependent variables and associate it with the cumulated annual precipitation of the year before harvest (Equation 2)

$$Y_{ijklmn} = m + C_i + S_j + A_k + M(D)_{lm} + D_m + \delta(X_{ij} - \bar{X}) + E_{ijklmn}$$

where all the elements of the model 2 are identical to the model 1 with exception of the age that was considered as covariate $\delta(X_{ij} - \bar{X})$. The Tukey test for comparison of means ($p \leq 0.05$) was applied.

RESULTS AND DISCUSSION

To determine whether the INDEX and MASS were associated with the morphometry of the antler, the Pearson correlation was calculated between INDEX and the total score (TS) and MASS and TS; correlations of 0.87 and 0.93 were obtained. Therefore, the discussion will be based on these two variables and the length of the main beams (F), inside spread of main beams (D) and sum of the number of points (PT = only the typical points), as those that reflects the form and structure of the antler.

Growth curves

One of the main hypotheses in this research was that the lack of an effective method for determining the age of the deer to be harvested in the field is an indicator of the effect of selective harvesting on the morphometry of the antlers. Table 1 shows the expected increasing differences related to the growth for the three classes of antlers evaluated, with a significant difference ($p \leq 0.05$) between the antlers classified as typical and non typical for the variables

la edad del venado a ser cosechado en campo es un indicador del efecto de la cosecha selectiva sobre la morfometría de las astas. En el Cuadro 1 se aprecian las diferencias crecientes esperadas relacionadas con el crecimiento para las tres clases de astas evaluadas, con una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre las astas clasificadas como típicas y no típicas para las variables INDEX, MASS, F, D y PT entre los grupos de edad. El INDEX más alto obtenido entre grupo de edad, corresponde a la categoría de no típicos (206.9, 215.6 y 218.1, respectivamente), siendo las astas más pequeñas las de la clase de ocho puntas ($p \leq 0.01$).

INDEX, MASS, F, D and PT among the groups of age. The highest INDEX obtained between group of age, corresponds to the non-typical category (206.9, 215.6 and 218.1) being the smallest antlers those of eight-point class ($p \leq 0.01$). Figure 2 shows the growth curves for non-typical, typical and eight-point antlers, with a peak around six years of age for all variables. It is important to note that an overlap was found between confidence intervals (no shown in Figure 2) between ranges of 3.5 and 4.5 years >6 years of age, for the INDEX and MASS variables. This was possibly due to the inefficiency

Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados y error estándar para el factor CLASS dentro de grupo de edad.
Table 1. Least squares means and standard error for the CLASS factor within age group.

Edad (años)	Variable	Clase								
		Ocho puntas (N=735)			Típica (N=1899)			No típica (N=625)		
		LSM	EE	CV %	LSM	EE	CV %	LSM	EE	CV %
2.5-3.5 Jóvenes	INDEX	^A 187.40 ^a	2.07	8.3	^A 195.40 ^b	1.33	7.7	^A 206.90 ^c	3.41	6.7
	F	^A 51.67 ^a	0.72	9.8	^A 53.40 ^b	0.46	10.1	^A 55.70 ^c	1.19	8.1
	D	^A 43.61 ^a	0.89	14.0	^A 43.90 ^a	0.57	12.9	^A 46.56 ^b	1.47	12.0
	MASS	^A 66.86 ^a	1.03	10.2	^A 72.50 ^b	0.66	9.0	^A 79.88 ^c	1.69	12.5
	PT	^A 8.46 ^a	0.23	1.7	^A 9.88 ^b	0.15	14.9	^A 11.59 ^c	0.39	7.1
		N=80			N=238			N=38		
4.5-5.5 Adultos	INDEX	^B 203.40 ^a	0.88	7.5	^B 207.40 ^b	0.71	7.0	^B 215.60 ^c	0.99	6.4
	F	^B 56.64 ^a	0.31	8.9	^B 57.15 ^a	0.24	8.9	^B 59.14 ^b	0.34	7.8
	D	^B 47.53 ^a	0.38	14.1	^B 46.59 ^a	0.30	13.1	^B 48.57 ^b	0.42	12.9
	MASS	^B 74.13 ^a	0.43	9.0	^B 78.83 ^b	0.35	9.6	^B 82.51 ^c	0.49	8.6
	PT	^A 8.49 ^a	0.10	3.3	^A 10.329 ^b	0.08	17.4	^A 12.17 ^c	0.11	16.3
		N=463			N=1187			N=364		
>6.5	INDEX	^C 211.10 ^a	1.24	7.2	^C 213.60 ^b	0.89	7.5	^C 218.10 ^c	1.13	7.2
	F	^C 58.91 ^a	0.43	8.4	^B 58.88 ^a	0.31	9.6	^B 60.04 ^b	0.39	8.4
	D	^C 49.26 ^a	0.54	15.3	^C 48.10 ^a	0.38	14.5	^B 48.65 ^a	0.49	13.8
	MASS	^C 77.53 ^a	0.61	9.5	^C 82.32 ^b	0.44	9.5	^C 85.39 ^c	0.56	9.4
	PT	^A 8.80 ^a	0.14	3.5	^A 10.73 ^b	0.10	20.6	^A 12.39 ^c	0.13	19.5
		N=192			N=474			N=223		

INDEX = suma del número de puntas (puntas típicas y no típicas), las circunferencias basales (H_1 izquierda y derecha: medición de la parte más delgada entre el burr y primera punta), el largo de los brazos principales (F_1) y el largo de la parte interna de los dos brazos (D); $MAAS = \sum H_i$ = suma de todas las mediciones de circunferencia en la parte más delgada entre las puntas; F = promedio del largo total de los dos brazos principales del asta; D = abertura interna de los brazos principales del asta, midiéndose por la parte interna de los dos brazos, registrándose la medida mayor; PT = número total de puntas típicas; CV % = coeficiente de variación expresado en porcentaje de SD/media aritmética; LSM = medias de mínimos cuadrados; ES = error estándar. ^{abc} Superíndices diferentes en una línea ($p \leq 0.05$); ^{ABC} subíndices diferentes en una columna por variable ($p \leq 0.05$) ♦ INDEX = sum of the number of points (typical and non-typical points), the basal circumferences (H_1 left and right: measurement of the thinnest part between the burr and first point), the length of the main beam (F_1) and the inside spread of main beams (D); $MAAS = \sum H_i$ = sum of all circumference measurements in smallest place between the points; F = average of the total length of the two main beams of the antler; D = inside spread of main beams, measuring at the widest point between main beams; PT = total number of typical points; CV % = coefficient of variation expressed in percentage of SD/arithmetic mean; LSM = least squares means; ES = standard error. ^{abc} Superscripts different within a line ($p \leq 0.05$); ^{ABC} subscripts different within column per variable ($p \leq 0.05$).

En la Figura 2 se observan las curvas de crecimiento para astas no típicas, típicas y ocho puntas, con un pico alrededor de los seis años de edad para todas las variables. Es importante puntualizar que se encontró una sobreposición entre los intervalos de confianza en los rangos de 3.5 y 4.5 años y >6 años de edad, para las variables INDEX y MASS. Esto posiblemente se debe a la ineficiencia para distinguir los venados jóvenes de entre los adultos al momento de la cosecha, como lo sugiere DeYoung (1990) en un estudio realizado en el sur de la los EE.UU. con la subespecie *O. v. texanus*.

Esta sobreposición de los intervalos entre las edades puede traer consecuencias genéticas y

to distinguish the young deer from adults at the time of the harvest, as suggested by DeYoung (1990) in a study conducted in the southern U.S.A. with the subspecies *O. v. texanus*.

This overlapping of the intervals between the ages may have genetic and phenotypic consequences as selective hunting could inadvertently reduce the frequency of favorable genes for trophy quality antlers (Lukefahr and Jacobson, 1998; Harris *et al.*, 2002; Allendorf *et al.*, 2008) and reproductive potential of the population (Thelen, 1991), by removing individuals with genetic potential that did not leave offspring (*i.e.* harvesting young deer confused with older deer) or leave in the population animals with

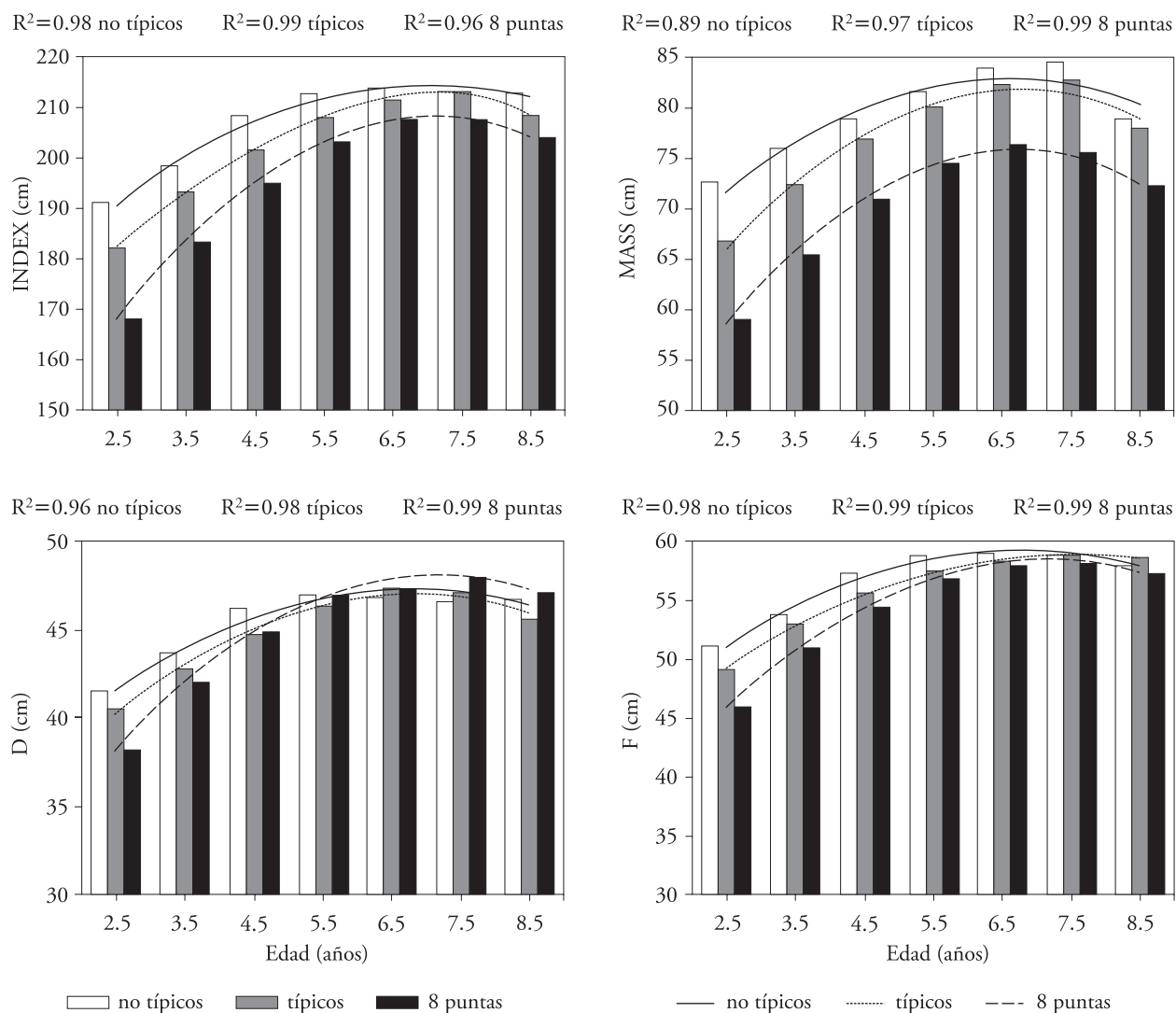


Figura 2. Curvas de crecimiento para las variables INDEX, MASS, D y F por clase de asta.
Figure 2. Growth curves for the INDEX, MASS, D and F for antler class.

fenotípicas ya que la cacería selectiva podría reducir inadvertidamente la frecuencia de genes favorables para astas con calidad de trofeo (Lukefahr y Jacobson, 1998; Harris *et al.*, 2002; Allendorf *et al.*, 2008) y el potencial reproductivo de la población (Thelen, 1991), al remover a individuos con potencial genético que no han dejado descendencia (*i. e.* cosechar venados jóvenes confundidos con venados de mayor edad) o dejar en la población animales con potencial genético pobre (animales adultos >6.5 años con astas pequeñas).

El suplemento como factor modificador

Otra hipótesis central en la presente investigación fue determinar si había un efecto modificador significativo al dar un suplemento mineral o cuando la precipitación pluvial del año anterior a la cosecha fue favorable para la producción de alimentos en el hábitat. Para INDEX y MASS se observó una diferencia ($p \leq 0.01$) entre las astas de venados con y sin suplemento de 5.4 y 2.15 cm para el grupo adulto y de 9.1 y 1.73 cm para los >6.5 años, mientras que la diferencia entre el grupo adulto y >6.5 años que recibieron suplemento fue 9.1 y 3.26 cm *vs.* los que no recibieron suplemento 5.4 y 3.68 cm (Cuadro 2).

Es importante recalcar que la diferencia entre los venados con y sin suplemento para el grupo joven fue mínima ($p > 0.05$) para las variables INDEX, MASS, F y D (0.5, 1.2, 0.5 y 0.3). La hipótesis fue que posiblemente el venado joven usa más el aporte nutricional extra para las funciones de crecimiento que para el desarrollo de las astas.

Hay controversia respecto al efecto del suplemento sobre el desarrollo de las astas. Bartoskewitz *et al.* (2008) reportan un incremento en el desarrollo de las mismas de hasta un 14 % en venados con *vs.* sin suplemento. Sin embargo, DeYoung (1990) menciona que el factor nutricional no es importante en la morfometría de las astas. De acuerdo con Bartoskewitz *et al.* (2008), los resultados en el presente estudio sugieren que el suplemento pudo haber influido en el desarrollo y la morfometría de las astas ($p \leq 0.05$), las cuales mejoraron en los venados que lo recibieron, lo cual se muestra en la diferencia en el INDEX entre el grupo con *vs.* sin suplemento para la clase no típicas, típica y de 8 puntas (8.8, 6.9 y 5.5 cm), así como para MASS (2.9, 1.8 y 0.8 cm).

poor genetic potential (adult animals >6.5 years with small antlers).

Suplement as modifying factor

Another of the hypotheses in this research was to determine if there was a significant modifying effect when a mineral supplement was provided or when the pluvial precipitation of the year before the harvest was favorable for the production of food in the habitat. For INDEX and MASS a difference ($p \leq 0.01$) was observed between the antlers of deer with and without supplementation of 5.4 and 2.15 cm for the adult group and of 9.1 and 1.73 cm for >6.5 years old, while the difference between the adult group and >6.5 years that received supplement was 9.1 and 3.26 cm *vs.* those that did not receive supplement 5.4 and 3.68 cm (Table 2).

It is important to stress out that the differences between deers with and without supplement for the young group was minimal ($p > 0.05$) for the variables INDEX, MASS, F and D (0.5, 1.2, 0.5 and 0.3). So, the hypothesis was that the young deer probably uses most the extra nutritional support for the functions of growth than for the antlers development.

There is controversy regarding the effect of the supplement on the development of the antlers. Bartoskewitz *et al.* (2008) report an increment in the development of these ones up to 14 % in supplemented *vs.* non-supplemented deer. However, DeYoung (1990) mentions that the nutritional factor is not important in the morphometry of the antlers. According to Bartoskewitz *et al.* (2008), the results of one study suggest that the supplement may have influenced the development and morphometry of the antlers ($p \leq 0.05$), which improved in deers that received it, as shown in the difference in the INDEX between the supplemented *vs.* non-supplemented group for the non-typical, typical, and eight-point class (8.8, 6.9 and 5.5 cm), as well as for MASS (2.9, 1.8, 0.8 cm). Therefore, the supplement might be the cause of the overlapping of confidence intervals observed between the groups of age and the high correlation between the group of age and MASS (0.78), but low between the group of age and the INDEX of the antler (0.43).

Finally, it was observed that the phenotypic trend of the antler quality (INDEX and MASS) of the

Cuadro 2. Medias de mínimos cuadrados y error estándar para el factor suplemento dentro de grupo de edad.
Table 2. Least squares means and standard error within group of age.

Edad (N)	Variable	Suplemento					
		Con (N = 595)			Sin (N = 2053)		
		Media	ES	CV	Media	ES	CV
2.5 - 3.5 (206) Jóvenes	INDEX	^A 191.3 ^a	0.81	7.37	^A 190.8 ^a	0.72	8.25
	F	^A 52.30 ^a	0.28	9.12	^A 51.77 ^a	0.37	10.19
	D	^A 42.27 ^a	0.34	13.61	^A 42.57 ^a	0.16	13.55
	MASS	^A 70.96 ^a	0.39	10.50	^A 69.80 ^a	0.27	9.21
	PT	^A 9.01 ^a	0.66	15.53	^A 8.36 ^a	0.68	14.67
4.5 - 5.5 (2306) Adultos	INDEX	^B 209.0 ^a	1.02	7.6	^B 203.6 ^b	0.97	7.07
	F	^B 57.76 ^a	0.45	9.72	^B 56.46 ^a	0.38	8.50
	D	^B 47.12 ^a	0.38	14.28	^B 45.51 ^b	0.12	12.96
	MASS	^B 79.17 ^a	0.43	10.34	^B 77.02 ^b	0.25	9.81
	PT	^{AC} 10.18 ^a	0.19	21.20	^{AC} 9.80 ^a	0.25	24.31
>6.5 (744)	INDEX	^C 218.1 ^a	1.04	8.0	^C 209.0 ^b	0.98	6.74
	F	^C 60.47 ^a	0.36	8.63	^C 58.00 ^b	0.35	8.94
	D	^C 49.59 ^a	0.39	16.19	^B 46.47 ^b	0.29	13.12
	MASS	^C 82.43 ^a	0.47	9.63	^C 80.70 ^b	0.65	10.28
	PT	^{BC} 11.86 ^a	0.58	23.5	^{BC} 10.25 ^b	0.21	19.76

INDEX = suma del número de puntas (puntas típicas y no típicas), las circunferencias basales (H_1 izquierda y derecha: medición de la parte más delgada entre la base y primera punta), el largo de los brazos principales (F_i) y el largo de la parte interna de los dos brazos (D); $MAAS = \sum H_i$ = suma de todas las mediciones de circunferencia en la parte más delgada entre las puntas; F = promedio del largo total de los dos brazos principales del asta; D = abertura interna de los brazos principales del asta, midiéndose por la parte interna de los dos brazos, registrándose la medida mayor; PT = número total de puntas típicas; CV % = coeficiente de variación expresado en porcentaje de SD/media aritmética; LSM = Medias de Mínimos Cuadrados; ES = Error estándar. ^{abc} Superíndices diferentes dentro de línea ($p \leq 0.05$); ^{ABC} subíndices diferentes dentro de columna por variable ($p \leq 0.05$) ♦ INDEX = sum of the number of points (typical and non-typical points), the circumferences (H_1 left and right: measurement of the thinnest part between the burr and first point), the length of the main beam (F_1) and the inside spread of main beams (D); $MAAS = \sum H_i$ = sum of all circumference measurements in smallest place between the points; F = average of the total length of the two main beams of the antler; D = inside spread of main beams, measuring at the widest point between main beams; PT = total number of typical points; CV % = coefficient of variation expressed in percentage of SD/arithmetic mean; LSM = Least Squares Means; ES = Standard error. ^{abc} Superscripts different within the line ($p \leq 0.05$); ^{ABC} subscripts different within column per variable ($p \leq 0.05$).

Por tanto, el suplemento pudo ser la causa de la sobreposición en los intervalos de confianza observados entre los grupos de edad y de la correlación alta entre el grupo de edad y MASS (0.78), pero baja entre el grupo de edad y el INDEX de la cornamenta (0.43).

Por último, se observó que la tendencia fenotípica de la calidad de las astas (INDEX y MASS) de los venados en el periodo de estudio en el noreste mexicano (Figura 3) tuvo un comportamiento polinómico con un decremento en los últimos años asociado a la precipitación pluvial y disponibilidad de alimentos del año anterior a la cosecha. Así, se confirma que el suplemento podría ser un factor ambiental

deer in the study period in the northeast of México (Figure 3) showed a polynomial behavior with a decrease in recent years associated with the pluvial precipitation and food availability in the previous year when it was harvested. Thus confirming that the supplement could be an environmental factor in the UMA management to counteract the negative effects of selective harvesting found in this research. So besides this factor it is suggested to evaluate other harvesting strategies (Martínez *et al.*, 2005; Myserud *et al.*, 2006; Myserud and Bishchof, 2010), that protects young deers with potential for trophy quality and discard old deers with poor-quality antlers.

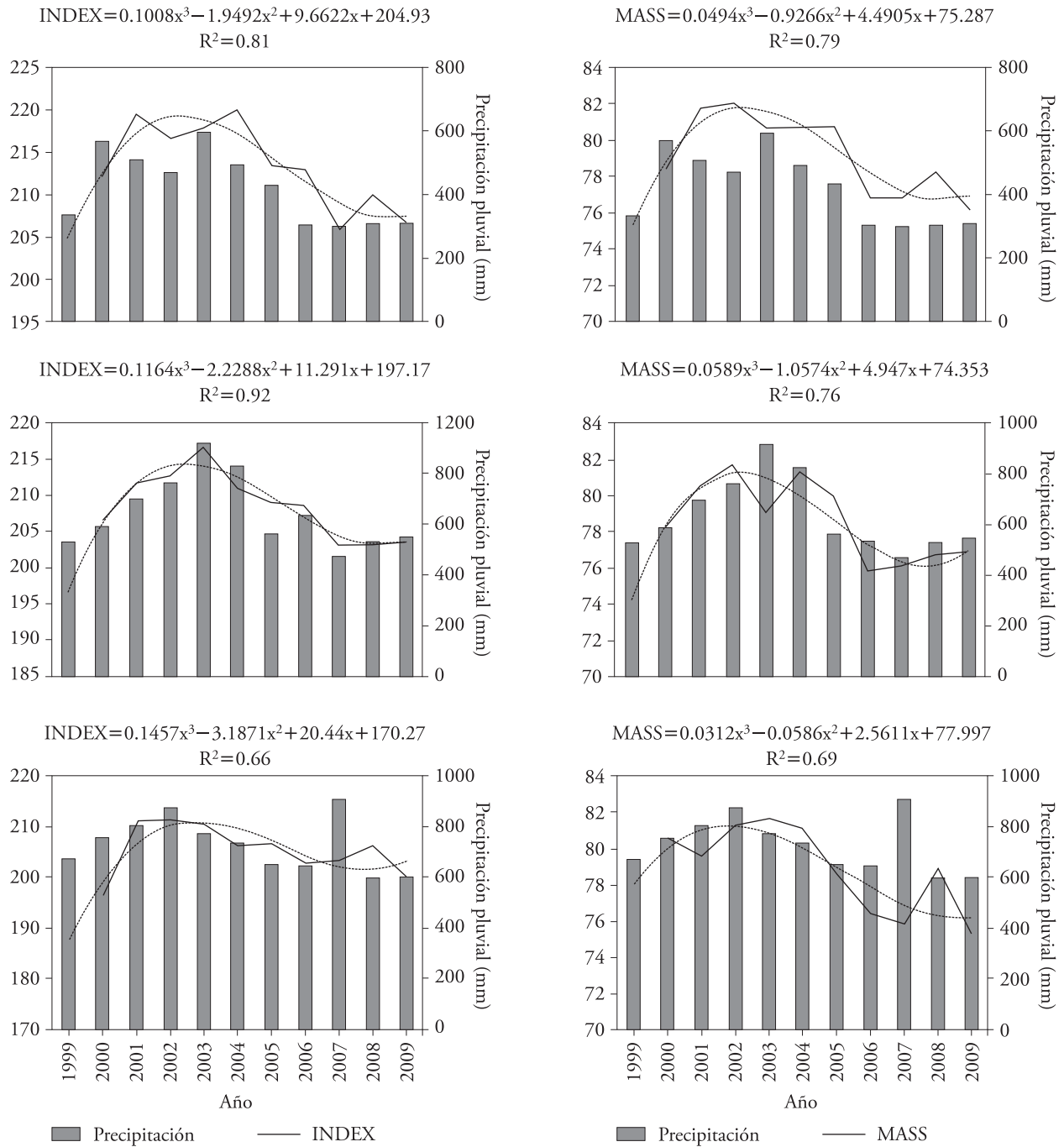


Figura 3. Tendencia fenotípica para INDEX y MASS con precipitación pluvial acumulada por año dentro de Estado.
Figure 3. Phenotypic trend for INDEX and MASS with accumulated pluvial precipitation per year within the State.

de manejo en las UMA para contrarrestar los efectos negativos de la cosecha selectiva encontrados en la presente investigación. Aunado a lo anterior se sugiere evaluar otras estrategias de aprovechamiento cinegético (Martínez *et al.*, 2005; Mysterud *et al.*, 2006; Mysterud y Bischof, 2010), que permita proteger a

CONCLUSIONS

It is concluded that the supplement is a modifying factor of the white-tailed deer antlers that contributes to the genetic potential to be manifested at younger ages and also induce to the harvest of young deers

los venados jóvenes con potencial para calidad de trofeo y desechar a los venados viejos con calidad pobre de astas.

CONCLUSIONES

Se concluye que el suplemento es un factor modificador de las astas de venado cola blanca que contribuye a que el potencial genético se manifieste a edades más tempranas y a la cosecha de venados jóvenes con potencial de trofeo al ser confundidos con venados adultos. Por lo anterior, la decisión para la cosecha de venados en campo no debería estar basada únicamente en el tamaño de las astas, debido a que la correlación con la edad es baja.

Las astas clasificadas como ocho puntas obtuvieron menor calificación, comparadas con las atípicas, que fueron las más ramificadas en las UMA que ofrecían algún tipo de suplemento. Finalmente, es importante evaluar las estrategias de aprovechamiento que favorezcan el potencial de cosecha de astas con calidad de trofeo y la conservación de la biodiversidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna, por el apoyo y las facilidades para la elaboración de la presente investigación. Al Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica del Gobierno del Estado de Tamaulipas y el CONACYT por su apoyo al proyecto de investigación "Impacto Económico y Ecológico del Venado Cola Blanca en el Sistema Producción de Carne del Noreste de México" (Convenio N° Tamps-2005-CU8-06).

LITERATURA CITADA

- Allendorf, F. W., P. R. England, G. Luikart, P. A. Ritchie, and N. Ryman. 2008. Genetic effects of harvest on wild animal populations. *Trends in Ecol. and Evol.* 23: 327-337.
- ANGADI. 2010. Reglamento y Bases para el Torneo. Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna. <http://www.angadi.org.mx/cinegetico.aspx#Torneo5> (Consultado: marzo, 2011).
- Bartoskewitz, M. L., D. G. Hewitt, J. S. Pitts, and F. C. Bryant. 2008. Supplemental feed use by free-ranging white-tailed deer in southern Texas. *Wildlife Soc. Bull.* 31: 1218-1228.
- By C. 2008. Scoring white-tailed deer using Boone and Crockett Method. *In: Records of North American Game. Boone & Crockett Clubs's.* 12th ed. <http://www.buckmanager.com/2008/01/14/scoring-white-tailed-deer-using-boone-crockett-method/> (Consultado: marzo, 2011).
- Buckner, E. L., and J. Reneau. 2003. Records of North American Whitetail Deer. Fourth Edition. The Boone and Crockett Club. Missoula, MT, USA. 672 p.
- Davis, E. 1990. Deer Management in the South Texas Plains. Texas Parks and Wildlife Department Wildlife Division. Cotulla, Texas. 29 p.
- DeYoung, C. A. 1990. Inefficiency in trophy white-tailed deer harvest. *Wildlife Soc. Bull.* 18: 7-12.
- Guajardo Q., R. G., y A. Martínez N. 2004. Cuantificación del impacto económico de la caza deportiva en el norte de México y perspectivas de desarrollo. *Entorno Económico. Centro de Investigaciones Económicas. Universidad Autónoma de Nuevo León XLII* (250): 1-25.
- Halls, L. K. 1984. White-Tailed Deer: Ecology and Management. Stackpole Books. USA. 859 p.
- Harris, R. B., W. A. Wall, and F. W. Allendorf. 2002. Genetic consequences of hunting: What do we know and what should we do. *Wildlife Soc. Bull.* 30: 634-643.
- Heffelfinger, J. R. 2006. Deer of the Southwest: A Complete Guide to the Natural History, Biology, and Management of Mule Deer and White-tailed Deer. Texas A&M University Press. China. pp: 1-24.
- Jacobson, H. A., and R. J. Reiner. 1989. Estimating age of white-tailed deer: tooth wear versus cementum annuli. *Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies* 43: 286-291.
- Jáuregui, R. P. 2008. Las tierras de pastoreo en nuestra entidad. *Comunicación Ganadera Enero 2008*: 24-26.
- Kroll, J. C. 1994. Producing and Harvesting White Tailed Deer. 4th. Edition. Texas, USA. 275 p.
- Lukefahr S. D., and H. A. Jacobson. 1998. Variance component analysis and heritability of antler traits in white-tailed deer. *J. Wildlife Manage.* 62: 262-268.
- Martínez, M. A., y D. Hewitt. 2001. Sobrepoblación de venado cola blanca en el noreste de México. *Ciencia UANL IV*: 177-181.

—End of the English version—



- Martínez, M., C. Rodríguez, O. R. Jones, T. Coulson and A. San Miguel. 2005. Different hunting strategies select for different weights in red deer. *Bio. Letters* 1: 353-356.
- Mysterud, A., P. Tryjanowski, and M. Panek. 2006. Selectivity of harvesting differs between local and foreign roe deer hunters: trophy stalkers have the first shot at the right place. *Biol. Letters* 2: 632-635.
- Mysterud, A., and R. Bischof. 2010. Can compensatory culling offset undesirable evolutionary consequences of trophy hunting? *J. Anim. Ecol.* 79: 148-160.
- SEMARNAT. 2011a. Vida Silvestre. Unidades de Manejo para el Aprovechamiento de la vida silvestre (UMA). Superficies registradas al 15 de marzo del 2011. http://www.semarnat.gob.mx/tramites/gestionambiental/vidasilvestre/Documents/Mapa_150311.pdf (Consultado: marzo, 2011).
- SEMARNAT. 2011b. Sistema nacional de información ambiental y de recursos naturales-SNIARN. Bases de datos estadísticos (basesniarn). http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/mce_index.html# (Consultado: marzo, 2011).
- SIAP. 2010. Reportes de la Red Sinóptica de Superficie. Con información de Comisión Nacional del Agua y Sistema Meteorológico Nacional (SMN). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=24 (Consultado: septiembre, 2010).
- Strickland, B. K., and S. Demarais. 2000. Age and regional differences in antler and body characteristics of white-tailed deer in Mississippi. *J. Wildlife Manage.* 64: 903-911.
- Strickland, B. K., S. Demarais, L. E. Castle, J. W. Lipe, W. H. Lunceford, H. A. Jacobson, D. Frels, and K. V. Miller. 2001. Effects of Selective-Harvest Strategies on White-Tailed Deer Antler Size. *Wildlife Soc. Bull.* 29: 509-520.
- Thelen, T. H. 1991. Effects of harvest on antlers of simulated populations of elk. *J. Wildlife Manage.* 55: 243-249.
- Villarreal, G. J. G. 2000. Venado Cola Blanca. Manejo y Aprovechamiento Cinegético. Primera reimpresión. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. México. 401 p.