

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**CONSUMO DE MINERALES DE LIBRE ELECCIÓN COMO RESPUESTA  
DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus texanus*), A LAS  
DEFICIENCIAS DE SU DIETA, EN EL MATORRAL ESPINOSO  
TAMAULIPECO, DEL NORESTE DE MÉXICO**

**POR**

**MARCOS ADÁN CARRILLO SÁNCHEZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

**ENERO, 2020**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**



**CONSUMO DE MINERALES DE LIBRE ELECCIÓN COMO RESPUESTA  
DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus texanus*), A LAS  
DEFICIENCIAS DE SU DIETA, EN EL MATORRAL ESPINOSO  
TAMAULIPECO, DEL NORESTE DE MÉXICO**

**POR**

**MARCOS ADÁN CARRILLO SÁNCHEZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

**LINARES, NUEVO LEÓN, MÉXICO**

**ENERO, 2020**

CONSUMO DE MINERALES DE LIBRE ELECCIÓN COMO RESPUESTA DEL  
VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus texanus*), A LAS  
DEFICIENCIAS DE SU DIETA, EN EL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO,  
DEL NORESTE DE MÉXICO

Aprobación de Tesis



---

Director



---

Codirector



---

Asesor

---

Asesor

---

Asesor

Enero, 2020

## ***Agradecimientos***

A mi director de tesis el Dr. Fernando N. González Saldívar

A mi Asesor de tesis el Dr. Cesar M. Cantú Ayala

A mi Asesor de tesis el Dr. José I. Uvalle Saucedo

A mi Asesor externo de tesis el Dr. Jorge Kawas Garza

A mi tutor externo de estancia el Dr. Carlos Enrique Aguirre Calderón

A mis maestros por enseñarme todo lo que se dé la carrera y por su paciencia.

A mis padres porque nunca permitieron que me diera por vencido y siguiera adelante con mis objetivos.

A Instituto Tecnológico De El Salto Dgo. Por darme la oportunidad de forjarme como estudiante, ingeniero y un ciudadano de bien.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León por brindarme el apoyo para formarme como estudiante y una persona de bien.

A mi esposa por darme ánimo, apoyo y amor para lograr mis objetivos.

A mi hijo por darme ánimo, apoyo y amor para lograr mis objetivos.

A mis amigos que siempre estuvieron conmigo y me brindaron su apoyo.

## ***Dedicatorias***

A Dios por haberme dado todo lo que tengo en esta vida por todas sus bendiciones, darme la oportunidad de ser una herramienta de ayuda en este mundo y por darme la sabiduría para terminar mis estudios.

A mi Madre Virginia Sánchez Sandoval por todo lo que me ha enseñado a lo largo de mi vida y su apoyo incondicional, por estar siempre ahí para mí por sus palabras de aliento, ¡gracias madre!

A mi Padre Abraham Carrillo Vega (†) que, aunque ya no se encuentra físicamente siempre me está apoyando, me manda su bendición desde donde esta y me brinda todo su apoyo y amor por eso le dedico este trabajo de titulación.

A mi esposa Rosa Jazmín García Noriega e hijo Marcos Abraham Carrillo García que siempre me brindaron amor, apoyo comprensión y las fuerzas para seguir adelante con cada uno de mis objetivos.

A mi hermano mayor Juan Abraham Carrillo Sánchez quien me acompaña en las buenas y malas, que se preocupa por mí, le dedico este trabajo como un ejemplo para que siga esforzándose en su vida y con su familia.

A mi hermana Alejandra Carrillo Sánchez, Carolina Carrillo Sánchez, Rosa Blanca Carrillo Sánchez, Mónica Edith Carrillo Sánchez, Manuela Nohemí Carrillo Sánchez, quienes me acompañan en las buenas y malas, que se preocupan por mí, que me apoyan de todas las formas, le dedico este trabajo como un ejemplo para que sigan esforzándose en su vida y con su familia.

A mi Primo Jorge Abel Sánchez Medrano (†) que, aunque ya no se encuentra físicamente siempre me brindo todo su apoyo y siempre fue un ejemplo a seguir en esta vida y en la competencia laboral por eso le dedico este trabajo de titulación.

A mis amigos que siempre han estado conmigo y me han impulsado a seguir adelante con mis estudios.

Marcos Adán Carrillo Sánchez

## Índice

RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	7
HIPÓTESIS.....	8
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS PARTICULARES.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
Localización de área de estudio.....	10
Caracterización del área de estudio.....	10
Estructura de la vegetación.....	11
Composición florística.....	11
Dominancia.....	11
Abundancia.....	12
Frecuencia.....	13
Índice de Valor de Importancia.....	13
Identificación de las especies preferidas y básicas que forman parte de la dieta del venado cola blanca.....	14
Determinación del contenido de macro y micro minerales de las plantas que forman parte de la dieta del venado cola blanca.....	15
Colecta.....	16
Determinación de minerales.....	16
Parámetros analizados.....	17
Determinación del consumo de macro y micro minerales, por estación del año .....	17
Suplementos minerales.....	19
RESULTADOS.....	21
Caracterización del matorral espinoso tamaulipeco dentro de la UMA Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL.....	21
Determinación del contenido de macro y micro minerales de las plantas que forman parte de la dieta del venado cola blanca.....	26
Determinación del consumo voluntario de machos, hembras y crías de macro y micro minerales, por estación del año.....	29
DISCUSIÓN.....	36
Calcio (Ca).....	36
Fosforo (P).....	36
Magnesio (Mg) y Potasio (K).....	37
Sodio (Na).....	37
Cobre (Cu).....	38
Manganeso (Mn).....	38
Hierro (Fe).....	39
CONCLUSIONES.....	40
REFERENCIAS.....	43

## Índice de tablas

Tabla 1. Fórmulas empíricas, concentración de minerales y formato de minerales ofrecidos al venado cola blanca en una prueba de cafetería de libre elección.....	20
Tabla 2. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en primavera. ....	21
Tabla 3. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en verano. ....	23
Tabla 4. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en otoño. ....	24
Tabla 5. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en invierno. ....	25
Tabla 6.- Media de la composición de macro-minerales de las plantas consumidas por el venado cola blanca ( <i>Odocoileus virginianus texanus</i> ) en el noreste de México.....	27
Tabla 7.- Media de la composición de micro-minerales de las plantas consumidas por el venado cola blanca ( <i>Odocoileus virginianus texanus</i> ) en el noreste de México.....	28
Tabla 8: Consumo voluntario de machos venado cola blanca ( <i>Odocoileus virginianus texanus</i> ) de macro y micro minerales, por estación del año. ....	30
Tabla 9: Consumo voluntario de crías de venado cola blanca ( <i>Odocoileus virginianus texanus</i> ) de macro y micro minerales, por estación del año. ....	30
Tabla 10: Consumo voluntario de hembras venado cola blanca ( <i>Odocoileus virginianus texanus</i> ) de macro y micro minerales, por estación del año. ....	31
Tabla 11: pruebas de normalidad por sexo.....	33
Tabla 12: Prueba de H Kruskal wallis Para muestras independientes (pruebas estadísticas no paramétrica) por sexo. ....	34
Tabla 13: Prueba de H Kruskal wallis Para muestras independientes (pruebas estadísticas no paramétrica) por época. ....	35

## RESUMEN

Todos los mamíferos tienen la capacidad de identificar y probar sales y minerales, por lo que varios estudios se han centrado en la selección de estos en la dieta. El sodio (Na) y el fósforo (P) suelen ser los más limitantes para los ungulados y, por lo tanto, algunos rumiantes pueden regular su consumo de acuerdo con las necesidades minerales y el contenido de las fuentes de alimentos. En el presente trabajo se evaluó si la cantidad de minerales de libre elección consumidos está relacionada con los requerimientos de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en la UMA centro de mejoramiento genético de venado cola blanca propiedad del Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL. Localizado en el municipio de Linares, N.L. México. El estudio se realizó en hembras, machos y crías por separado, examinando el consumo de minerales por los venados. Los animales estuvieron cautivos durante todo un año en los recintos con una dieta establecida que consta de las plantas de la región. Se ofrecieron seis compuestos minerales altamente biodisponibles en bloques y se pesaron mensualmente. Los datos analizados para los machos muestran un consumo de sodio (Na) en mayor cantidad (200 gramos por individuo), otro mineral de importancia para los machos fue el fósforo (P) con 182 gramos por individuo. Por otra parte, las crías consumieron 493 gramos por individuo de fósforo (P). De la misma forma que los machos y crías el consumo de sodio (Na) para hembras es elevado (473 gramos por individuo), además un consumo de potasio (K) elevado (319 gramos por individuo).



## **ABSTRACT**

All mammals have the ability to identify and test salts and minerals, so several studies have focused on the selection of these in the diet. Sodium (Na) and phosphorus (p) are usually the most limiting for ungulates and, therefore, some ruminants can regulate their consumption according to mineral needs and the content of food sources. In the present work it was evaluated if the amount of free choice minerals consumed is related to the requirements of the diet of the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus*) at the UMA white-tailed deer genetic improvement center owned by the Production Research Center Agricultural of the UANL. Located in the municipality of Linares, N.L. Mexico. The study was conducted in females, males and young separately, examining the consumption of minerals by deer. The animals were captive for a whole year in the enclosures with an established diet consisting of the plants of the region. Six highly bioavailable mineral compounds were offered in blocks and weighed monthly. The data analyzed for the males show a consumption of sodium (Na) in greater quantity (200 grams per individual), another mineral of importance for the males was phosphorus (P) with 182 grams per individual. On the other hand, the young consumed 493 grams per individual of phosphorus (P). In the same way as males and young the consumption of sodium (Na) for females is high (473 grams per individual), in addition a high consumption of potassium (K) (319 grams per individual).

## INTRODUCCIÓN

Todos los animales requieren minerales para sus procesos normales de vida, pero algunos de los minerales esenciales necesarios para mantener un crecimiento, reproducción y salud adecuados a lo largo del ciclo biológico, ya que no pueden ser sintetizados, se obtienen de la dieta y estos animales requieren un mantenimiento mineral a largo plazo para el mantenimiento de las reservas corporales minerales (McDowell, 2003). Todas las fuentes de alimentos tienen minerales, aunque en la naturaleza estos generalmente están presentes en cantidades deficientes. El sodio y el fósforo son los minerales más limitantes para los ungulados, ya que son escasos en plantas de la mayoría de los tipos de suelos del mundo y el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México no está exento de esto (McDowell, 2003). En el presente trabajo se llevó a cabo una evaluación para conocer si la cantidad de minerales consumidos está relacionada con los requerimientos de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en la UMA centro de mejoramiento genético de venado cola blanca propiedad del Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL. Localizado en el municipio de Linares, N.L. México. El estudio se realizó en hembras, machos y crías por separado, examinando el consumo de minerales por los venados. A los grupos de estudio se les ofreció un total de seis compuestos minerales en bloques, se registró el consumo durante un año identificando 5 épocas de importancia energética y de nutrientes para el venado cola blanca texano: Reproducción o corrida (noviembre, diciembre, enero, febrero), muda de astas (Marzo y abril), crecimiento de astas (mayo, junio, julio, agosto, septiembre), post reproducción (marzo, abril, mayo, junio) y nacimientos (julio, agosto, septiembre), y se determinó la cantidad de minerales consumido. La mayoría de las plantas del noreste de México son deficientes en sodio (menor a .14 g/Kg). La deficiencia sodio (Na) en las plantas de la región es la más marcada de acuerdo a el consumo de este mineral por parte de los machos de venado cola blanca que consumieron 200 gramos por individuo, sobre todo en la época de crecimiento de astas (mayo, junio, julio, agosto, septiembre). Los machos de venado cola blanca texano también

consumieron fosforo (P) con 182 gramos por individuo. Los machos, crías y hembras de venado cola blanca texano muestran un alto consumo de sodio (Na) por la deficiencia de este mineral en las plantas del noreste de México (menor a .14 g/Kg), se recomienda aumentar la disponibilidad de este mineral con la colocación de bloques, así como la restauración con plantas que obtengan el mayor contenido de sodio (Na) (*Celtis pallida* con 0.30 g/Kg). Las hembras de venado cola blanca consumen potasio (K) (319 gramos por individuo), sobre todo en la época de nacimientos (julio, agosto, septiembre), esto se debe a que este mineral interviene en el balance osmótico, en el equilibrio acido base (pH), se requiere para varias funciones enzimáticas e influye en el metabolismo de la glucosa.

## ANTECEDENTES

El matorral espinoso tamaulipeco (MET) se extiende sobre 125,000 km<sup>2</sup> desde el sur de Texas, Estados Unidos de Norteamérica hasta la Planicie Costera del Golfo de México (Foroughbakhch, 1992; Foroughbakhch *et al.*, 2005). Está constituido por las variadas especies vegetales que se distribuyen en la región noreste de México, dicha vegetación consta de pequeños árboles y arbustos conocidos localmente como (matorrales) (Garrett, 2002; Ludwig *et al.*, 1975). El MET está compuesto por casi 60 especies leñosas, muchas de ellas importantes en la producción forestal, silvopastoril (madera, leña, postes, forraje, etc.) (Domínguez *et al.*, 2012). En esta zona la ganadería a gran escala ha sido practicada durante 350 años (Foroughbakhch *et al.*, 2009). Los resultados de este tipo de pastoreo intensivo han traído como consecuencia la pérdida de la calidad y cantidad de especies de plantas forrajeras, seguido por una reducción de la cubierta vegetal que protege y cubre el suelo (Foroughbakhch *et al.*, 2009).

La mayoría de estas plantas proporcionan el hábitat y cobertura al suelo para la vida silvestre (González y Cantú, 2001), además una de las ventajas de estas especies nativas como fuente de alimento está en que presentan hojas durante la mayor parte del año y contribuyen a asegurar una dieta nutritiva para el venado cola blanca texano y el ganado, ya que, de otra forma, los animales no sobrevivirían (Ramírez, 1989). Sin embargo, la dieta y el hábitat de los pequeños rumiantes se caracterizan por ser variados. Ramírez y González (2010) mencionan que los pequeños rumiantes en pastoreo en el noreste de México seleccionan 32 plantas arbustivas nativas de la flora de esta región, que pertenecen al MET de la Planicie Costera del Golfo hábitat del venado cola blanca texano, todos representan un importante componente del agostadero para la nutrición de los rumiantes, debido a que dichas plantas proporcionan una dieta de calidad; sin embargo, conforme cambian las estaciones, varía su calidad nutricional (Ramírez *et al.*, 2010).

El forraje de arbustivas nativas, que crece en el noreste de México y que consumen los rumiantes en pastoreo, contiene calcio (Ca) en concentraciones suficientes, durante todo el año, para satisfacer los requerimientos de rumiantes en pastoreo, en todos sus estados fisiológicos (Ramírez, 2010). Sin embargo, el fósforo (P) es un nutriente limitante en el noreste de México para los rumiantes en pastoreo que consumen la vegetación nativa (Domínguez *et al.*, 2012). La deficiencia de este elemento se considera la más difundida e importante, económicamente, de todos los minerales no disponibles que afectan al ganado en pastoreo (McDowell, 2003).

El contenido de micronutrientes de algunas arbustivas y hierbas nativas, que crecen en el noreste de México, tiene concentraciones marginalmente menores de cobre (Cu) a los requeridos por los rumiantes en pastoreo para llevar a cabo las funciones metabólicas.

En muchas regiones del mundo, después del fósforo (P), la deficiencia de Cu es la más importante para animales en pastoreo (McDowell, 1985). Los animales requieren minerales para sus procesos normales de vida, algunos de los minerales esenciales necesarios para mantener un crecimiento, reproducción y salud adecuados a lo largo del ciclo biológico, ya que no pueden ser sintetizados, se obtienen de la dieta y estos animales requieren un consumo mineral a largo plazo para el mantenimiento de las reservas corporales minerales (McDowell, 2003).

Todas las fuentes de alimentos tienen minerales, aunque en la naturaleza estos generalmente están presentes en cantidades deficientes. Ramírez *et al.*, en el 2010 estudiaron la variación en espacio y tiempo del contenido de macro y micro-minerales en seis plantas nativas consumidas por rumiantes en el noreste de México. El sodio (Na) y el fósforo (P) son los minerales más limitantes para los ungulados, ya que son escasos en plantas de la mayoría de los tipos de suelos del mundo (McDowell, 2003), pero muchos otros elementos también son

a menudo limitantes (Arthington, 2002; Grace y Wilson, 2002; Ward y Lardy, 2005).

La lactancia es una etapa particularmente interesante para estudiar la necesidad de minerales, ya que es un estado muy exigente de minerales para las hembras debido a la producción de leche. Además, las crías de venado también necesitan grandes cantidades de minerales ya que la lactancia influye en el tamaño futuro del cuerpo y del esqueleto (Gómez *et al.*, 2006), así como en el tamaño de las astas (Gaspar-López *et al.*, 2008) o reproducción (Carrión *et al.*, 2008).

Esto es especialmente importante para los machos ya que el crecimiento de la cornamenta exige una desmineralización de los estratos de larga duración de las astas (Muir *et al.*, 1987). Ceacero *et al.*, realizaron un estudio en España en ciervos rojos (*Cervus elaphus*), para conocer si esta especie de cérvido elige plantas en función de su contenido mineral.

Otro estudio realizado por Domínguez *et al.*, en el 2012 hablan sobre la Importancia nutrimental en plantas forrajeras del matorral espinoso tamaulipeco para el venado cola blanca y el ganado. En su trabajo de tesis de maestría, Silva-Cabrera. (2015), relaciono la composición mineral de las especies de plantas consumidas por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) y el crecimiento de sus astas, en el noreste de México en la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, Linares, Nuevo, León, México. Ayudó a la determinación de la composición mineral de las plantas que servirá para posibles restauraciones, conservación y manejo de ecosistemas en los que existen rumiantes pastoreando, con la finalidad de satisfacer sus requerimientos en todos sus estados fisiológicos.

Gaspar López y colaboradores elaboraron un estudio donde describieron el proceso de crecimiento del pedículo y la primera cornamenta en el ciervo

ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*) y documentaron las relaciones entre el desarrollo corporal, el suministro y la composición mineral de la leche materna, y el peso materno en la longitud de las primeras cornamentas.

Otra investigación sobre ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*) se llevó a cabo en dos ciervos maduros durante el período de máxima tasa de deposición de calcio (Ca) en las astas. Se les ofreció avena de alimentación verde para proporcionar energía para el mantenimiento; la dieta proporcionó aproximadamente 42 mg de Ca / kg por día. Las tasas de deposición de calcio (Ca) en las astas de los dos ciervos, calculadas a partir del modelo del metabolismo del calcio (Ca), fueron de 58.4 y 38.6 mg de Ca / kg por día.

## JUSTIFICACIÓN

El venado cola blanca es la especie de cérvidos con una amplia distribución, encontrándose en todo México excepto en la península de baja california (Villareal 1999). Existen muchos estudios sobre esta especie, pero son muy pocos los estudios referentes a la composición mineral de las especies vegetales del matorral espinoso tamaulipeco y sobre todo la deficiencia mineral que existe en la dieta del venado cola blanca texano, por lo que es importante generar información necesaria para aplicarla en la gestión cinegética. Además, que esta actividad busca producir trofeos de buena calidad y maximizar la productividad que tiene un rancho cinegético.

En base a lo anterior, este estudio genera información cuantitativa sobre la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies presentes, así como también índices que ayudan a conocer la situación del hábitat del venado cola blanca en el noreste de México, también ofrece información sobre el contenido mineral (Ca, P, K, Mg, Na, Cu, Fe, Mn, Zn) de las plantas consumidas por el venado. Esta información se aplicará al campo del sector cinegético, especialmente en el manejo del venado cola blanca y, ya que al proporcionar información sobre la composición mineral de las plantas que el venado utiliza como dieta, se podrán realizar restauraciones, conservación y el manejo del hábitat de dicha especie para poder satisfacer los requerimientos minerales de este rumiante.



## HIPÓTESIS

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) selecciona y consume los minerales deficientes en su dieta especialmente las crías en etapas de desarrollo.

H1 = Existen diferencias significativas entre las medias en el consumo de minerales de machos hembras y crías. (no son iguales)

H0 = No existen diferencias significativas entre las medias en el consumo de minerales de machos hembras y crías. (son iguales)

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el consumo voluntario de minerales de libre elección por el venado cola blanca (*O. v. texanus*), debido a las deficiencias en su dieta en el matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- 1) Caracterizar el matorral espinoso tamaulipeco dentro de la UMA Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL.
- 2) Identificar las especies preferidas y básicas que forman parte de la dieta del venado cola blanca.
- 3) Determinar el contenido de macro y micro minerales de las plantas que forman parte de la dieta del venado cola blanca.
- 4) Determinar el consumo voluntario de machos, hembras y crías de macro y micro minerales, por estación del año.

# MATERIALES Y MÉTODOS

## Localización de área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la UMA-intensiva, Centro De Mejoramiento Genético de Venado Cola Blanca (No. De Registro PVSNL-UMA-EX0296-NL), con una extensión de 85 ha., propiedad del Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL, localizado en el municipio de Linares, N.L., entre las coordenadas 24° 47' 41.78" N y 99° 45' 56.82", con una elevación de 350 m.s.n.m. con una extensión total de 970 ha. (ver Fig. 1).

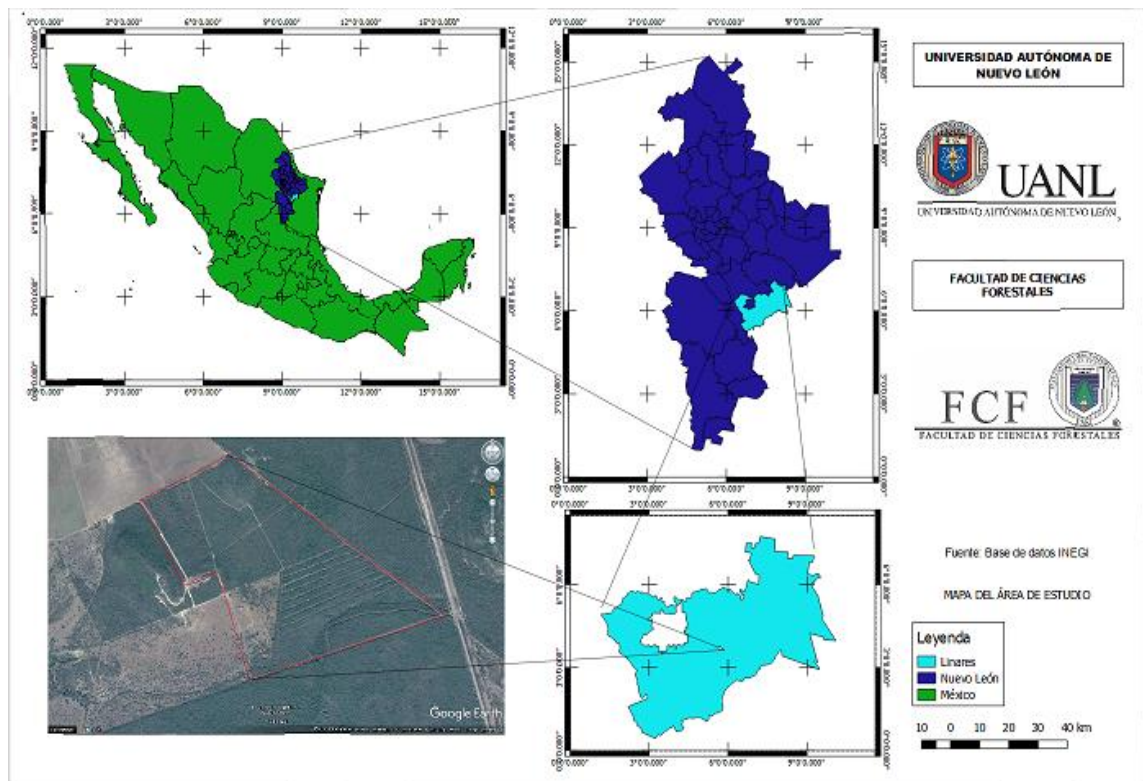


Figura 1. Localización del área de estudio dentro del Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL.

## Caracterización del área de estudio

Se evaluó la estructura, composición florística y diversidad del hábitat del venado cola blanca durante las cuatro estaciones del año, en el noreste de México.

Para cada especie se determinó su abundancia, cobertura, y frecuencia. Los resultados se utilizaron para obtener el Índice de Valor de Importancia (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

### **Estructura de la vegetación**

Para determinar la estructura de la comunidad vegetal fueron identificados los siguientes estratos principales (formas de crecimiento).

- a). Árboles
- b). Arbustos altos (>2.5 m)
- c). Arbustos medianos (1.1 – 2.5 m)
- d). Arbustos bajos ( $\leq 1$  m)
- e). Hierbas

### **Composición florística**

Para determinar la composición o caracterización de la vegetación del área, se utilizó en el muestreo la Línea de Canfield (1941) o línea de intercepto.

### **Dominancia**

Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las intercepciones horizontales de las copas de los árboles en el transecto.

Ecuación 1: Formula:

$$D_i = A_{bi} / S$$
$$DR_i = (D_i / \sum D_i) * 100 \quad \text{(Ecuación 1 y 2)}$$
$$i = 1 \dots \dots \dots n$$

Dónde:

$D_i$ : Dominancia absoluta

$DR_i$ : Dominancia relativa de la especie  $i$  respecto a la dominancia total

$A_{bi}$ : Longitud de los interceptos de la especie  $i$

S: Longitud de la línea

La ecuación para obtener el número de líneas necesarias para el muestreo es la siguiente (Cook y Bonham, 1977):

$$n = \frac{(t)^2 * S^2}{d} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Donde:

$n$  = # de muestras

$t$  = valor tabulado de  $t$  según los grados de libertad de  $(n-1)$

$S^2$  = varianza de la muestra

$d$  = El error

$$k = \alpha / 2 * \sqrt{\frac{S^2}{n}} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

### **Abundancia**

Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema). (Lamprecht, 1990).

Formula:

$$A_i = N_i / S$$

$$AR_i = (A_i / \sum A_i) * 100 \quad \text{(Ecuación 5, 6 y 7)}$$

$$A = (n / N) * 100$$

Dónde:

$A_i$ : Abundancia absoluta

$AR_i$ : Abundancia relativa de la especie número de individuos de una especie

$N_i$ : Es el número de individuos de la especie  $i$  número total de todas las especies

$A$ : Porcentaje de abundancia por especie

$n$ : Número de individuos por especie

$N$ : Número total de todas las especies

## **Frecuencia**

Formula:

$$F_i = P_i / NS$$
$$FR_i = (F_i / \sum F_i) * 100 \quad (\text{Ecuación 8 y 9})$$
$$i = 1 \dots \dots \dots n$$

Dónde:

$F_i$ : Frecuencia de cada especie.

$FR_i$ : Frecuencia relativa de la especie  $i$  respecto a la frecuencia total

$P_i$ : Número de sitios en los que está presente la especie  $i$ .

$NS$ : Número total de sitios de muestreo

## **Índice de Valor de Importancia**

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam y Curtis, 1956). Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa la densidad relativa y la dominancia relativa

Formula:

$$IVI = AR_i + DR_i + FR_i \quad (\text{Ecuación 10})$$

Dónde:

$AR_i$ : Abundancia Relativa

$DR_i$ : Dominancia Relativa

$FR_i$ : Frecuencia Relativa

## **Identificación de las especies preferidas y básicas que forman parte de la dieta del venado cola blanca**

Aquellas plantas que aparecen más en la dieta que en la estructura poblacional son consideradas preferidas y aquellas que aparecen en igual porcentaje en la dieta que en el ecosistema se consideran como especies básicas.

Para la identificación de las plantas preferidas y básicas en la dieta del venado cola blanca, se revisó la literatura sobre dietas del venado en diferentes lugares del noreste de México, que fueron elaboradas en el matorral espinoso tamaulipeco y se compararon las dietas con la obtenida en el Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL y con la estructura vegetal del lugar. Estas especies (preferidas y básicas), fueron consideradas para ser evaluadas para la proporción de minerales en la dieta del venado cola blanca.

Las especies preferidas y básicas que forman parte de la dieta del venado cola blanca se enlistan a continuación:

- *Bernardia myricifolia*
- *Sideroxylon celastrinum*
- *Caesalpinia mexicana*
- *Celtis pallida*
- *Cordia boissieri*
- *Diospyros texana*
- *Ebenopsis ebano*
- *Gimnosperma glutinosum*
- *Hibiscus cardiophyllus*
- *Karwinskia humboldtiana*
- *Lantana macropoda*
- *Leucaena leucocephala*
- *Schaefferia cuneifolia*

- *Senegalia berlandieri*
- *Vachellia farnesiana*
- *Zanthoxylum fagara*

Todas las especies antes mencionadas son representativas de la vegetación nativa del noreste de México y los ecosistemas de sabana subtropicales del sur de Texas, EE.UU. (Everitt *et al.*, 2002), las 16 especies están reportadas dentro de la dieta del venado cola blanca en la región (Corona Pacheco, 1977; Noguda Adame, 2003; Moreno, 1991; Quintanilla, 1989; Molina, 1994; Olgún *et al.*, 2005; Valdés, 1995; Reinken, 1990; Ramírez, 1989; Ramírez *et al.* 1997; Ramírez, 2004, 2009; y Ramírez *et al.*, 2010a, 2010b); reportaron los hábitos alimenticios del venado cola blanca en el noreste de México y de acuerdo con la experiencia en campo de algunos trabajadores de la UMA del Centro de Producción Agropecuaria de la UANL.

#### **Determinación del contenido de macro y micro minerales de las plantas que forman parte de la dieta del venado cola blanca**

Se determinó el contenido mineral de 16 especies de plantas preferidas por el venado cola blanca, esto con la finalidad de obtener el perfil nutricional de las plantas palatables del venado y evaluar si esta selección está vinculada al contenido mineral. Los resultados de este estudio son importantes para la gestión cinegética ya que se necesita un mejor conocimiento del proceso de selección de la dieta con el fin de proporcionar una base para la gestión del hábitat del venado y sus poblaciones (Dumont *et al.*, 2005; Foley y Moore, 2005, Barret y Stiling, 2006). Además, la determinación de la composición mineral de las plantas servirá para posibles restauraciones, conservación y manejo de ecosistemas, así como la elaboración de los bloques dependiendo de su deficiencia, con la finalidad de satisfacer sus requerimientos nutricionales en todos sus estados fisiológicos.



## **Colecta**

Para el muestreo se empleó el método aleatorio que consiste en darle a cada una de las plantas del área la misma probabilidad de ser incluidas en la muestra. Las muestras estaban libres de contaminantes de plaguicidas. Se utilizaron envases nuevos y en perfecto estado de limpieza.

Las muestras del follaje de cada especie de planta fueron colectados a la altura de ramoneo (1.50 m), se tomaron cuatro muestras por cada especie de planta seleccionadas al azar (Cochran, 1977). Las hojas fueron cortadas con tijeras inoxidables y guantes de látex para evitar la contaminación de las muestras, posteriormente fueron colocadas dentro de bolsas de papel y almacenadas para su transporte.

## **Preparación de la muestra para el análisis químico**

**Secado y Conservación:** Se realizó el secado a una temperatura de 75 C° hasta que perdieron toda la humedad (peso constante). Una vez que las muestras tuvieron un peso constante, se realizó la reducción del tamaño de cada muestra moliéndolas a través de una malla de 1 mm en un molino Wiley, esto con la finalidad de preparar la muestra para el análisis del laboratorio. El material estaba perfectamente seco antes de guardarlo en un recipiente hermético, teniendo completa precaución para evitar que se desarrollaran hongos. Las bolsas se etiquetaron con el nombre de la planta, número de muestra, fecha, estación y el lugar de recolección. Se guardó en un lugar fresco y ventilado, a la sombra, protegido de la luz.

## **Determinación de minerales**

Para esta prueba se utilizó el Espectrofotómetro de Emisión Atómica Acoplado a Plasma.

Las muestras se prepararon de la siguiente manera:

1. Se llevó a cabo una digestión húmeda de las mismas donde se pesó 0.5 g de cada una y se introdujo dentro de un matraz de 250 ml.
2. Se agregó 25 ml de ácido nítrico concentrado.
3. Se colocó en la parrilla de calentamiento y se llevó hasta casi dejar seca la muestra.
4. Se retiró de la parrilla y se agregó agua bidestilada cuidadosamente por las paredes del matraz.
5. Se agregó 10 ml de ácido perclórico concentrado.
6. Nuevamente fue colocado en la parrilla hasta llevarlo casi a la sequedad.
7. Se sacó de la parrilla para nuevamente agregar agua bidestilada por las paredes del matraz.
8. Se vació el contenido sobre un embudo de filtración rápida con papel filtro n°42 en un matraz de aforación de 50 ml.
9. Por último, se vació el contenido en un frasco plástico de 100 ml utilizando para colocar en el espectrofotómetro donde la muestra fue leída para obtener la composición mineral.

### **Parámetros analizados**

Los parámetros analizados fueron Calcio (Ca), Fósforo (P), Magnesio (Mg), Potasio (K) que corresponden a los macro-minerales y el Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn) y Cobre (Cu) pertenecientes a los micro-minerales de cada planta.

### **Determinación del consumo de macro y micro minerales, por estación del año**

Los nutrientes minerales juegan un papel importante no únicamente en procesos y funciones biológicas de la planta, sino determinan en gran medida la cantidad y calidad de forrajes, e incrementan la productividad del mismo cuando las condiciones climáticas son favorables (Dominguez *et al.* 2012).

Los macro-minerales y micro-minerales que las plantas del MET contienen están definidos y son cambiantes en su disponibilidad a lo largo del año (Landete-Castillejos *et al.*, 2007).

El experimento se realizó durante un año con hembras, machos adultos y crías. Los animales de estudio se mantuvieron cautivos en los recintos de la universidad. Los animales fueron alimentados con las siguientes plantas: *Bernardia myricifolia*, *Sideroxylon celastrinum*, *Caesalpinia mexicana*, *Celtis pallida*, *Cordia boissieri*, *Diospyros texana*, *Ebenopsis ébano*, 8). *Gymnosperma glutinosum*, *Hibiscus cardiophyllus*, *Karwinskia humboldtiana*, *Lantana macropoda*, *Leucaena leucocephala*, *Schaefferia cuneifolia*, *Senegalia berlandieri*, *Vachellia farnesiana*, *Zanthoxylum fagara*. Todas las especies son representativas del MET del noreste de México (Everitt *et al.*, 2002).

Se ofrecieron seis compuestos minerales altamente biodisponibles en bloques y se pesaron mensualmente, el consumo por estación del año, se estimará por diferencias entre la cantidad ofrecida y la cantidad de minerales que queda al final de cada estación. Los receptores tendrán acceso libre a comida, agua y los bloques minerales.

Los bloques se componen por:

- 1). Fósforo (P), este mineral es un nutriente limitante en el noreste de México para los rumiantes en pastoreo que consumen la vegetación nativa. (McDowell 2003).
- 2). Potasio (K).
- 3). Magnesio (Mg), la mayoría de las plantas analizadas contienen K y Mg en porcentajes similares a los del P, sin embargo, estos minerales no son nutrientes limitantes para el crecimiento y el desarrollo corporal de los animales rumiantes (Ramírez *et al.* 2010).
- 4). Hierro (Fe), Dominguez *et al.*, (2012) y Suttle (2010) mencionan su deficiencia causa pérdida de apetito, un crecimiento pobre y dificultades respiratorias.
- 5). Cobre (Cu), Dominguez *et al.*, (2010) encontró que las plantas que crecen en el noreste de México, tiene concentraciones marginalmente menores de Cu

a los requeridos por los rumiantes en pastoreo para llevar a cabo las funciones metabólicas y que en muchas regiones del mundo, la deficiencia de Cu después de la de Fósforo (P), es la más importante para animales en pastoreo (McDowell, 1985).

6). Sodio (Na), el Na es el mineral más deficiente en las plantas del noreste de México. (Silva-Cabrera 2015).

### **Suplementos minerales**

Se colocó una cadena de contenedores con diferentes materiales minerales dentro de un cobertizo de madera, a salvo del viento y la lluvia, en una prueba mineral de libre elección estilo cafetería. Los minerales comúnmente utilizados como suplementos se seleccionaron en la forma química inorgánica de mayor biodisponibilidad, definida como la porción del mineral que puede ser utilizada por el animal para satisfacer sus necesidades corporales (Ward y Lardy, 1995; McDowell, 2005). A los animales se les ofreció los contenidos recomendados para los rumiantes. Por lo tanto, los minerales que muestran un umbral tóxico bajo se mezclaron con la concentración de cloruro de sodio (NaCl) que implica un compromiso entre la detectabilidad y la seguridad (Tabla 1); (Ward y Lardy, 2005; Arthington, 2002; McDowell, 2003). Los bloques se pesaron mensualmente con una balanza portátil Gram Precisión AK Eagle 30 ( $\pm 1$  g). Los elementos de los supuestos de consumo total (P, K, Mg, Fe, Cu, Na), se determinaron a través del consumo total de cada uno de los elementos.

Tabla 1. Fórmulas empíricas, concentración de minerales y formato de minerales ofrecidos al venado cola blanca en una prueba de cafetería de libre elección.

<b>Elemento químico</b>	<b>Suplemento</b>	<b>Formula empírica</b>	<b>Elección ofrecida</b>	<b>Concentración de minerales</b>
<b>P</b>	Fosfato dicálcico	CaHPO <sub>4</sub>	Mezclado en NaCl al 12% CaO 8%	80%
<b>K</b>	Cloruro de potasio	KCl	Mezclado en NaCl al 12% CaO 8%	80%
<b>Mg</b>	Sulfato de magnesio	MgSO <sub>4</sub>	Mezclado en NaCl al 12% CaO 8%	80%
<b>Fe</b>	Sulfato de hierro	FeSO <sub>4</sub>	Mezclado en NaCl al 67% CaO 8%	25%
<b>Cu</b>	Sulfato de cobre	CuSO <sub>4</sub>	Mezclado en NaCl al 67% CaO 8%	25%
<b>Na</b>	Cloruro de sodio	NaCl	Mezclado en CaO 8%	92%

## RESULTADOS

### Caracterización del matorral espinoso tamaulipeco dentro de la UMA Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL.

En la tabla 2 a continuación se muestra el índice de valor de importancia (IVI) de cada especie encontrada en el matorral espinoso tamaulipeco en primavera, *Havardia pallens* con un IVI de 36.79, *Eisenhartia polystachia* con un valor de 29.30 y *Vachellia rigidula* con IVI de 25.90 en los primeros 3 lugares.

Tabla 2. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en primavera.

Parámetros Ecológicos del Matorral Espinoso Tamaulipeco en la estación de Primavera					
ID	Especie	Abundancia	Frecuencia	Dominancia	IVI
1	<i>Havardia pallens</i>	12.03	9.05	15.71	36.79
2	<i>Eisenhartia polystachia</i>	11.51	9.05	8.74	29.30
3	<i>Vachellia rigidula</i>	8.59	9.50	7.81	25.90
4	<i>Guayacum angustifolia</i>	8.93	5.43	10.62	24.98
5	<i>Bernardia myricifolia</i>	9.97	8.15	5.98	24.10
6	<i>Forestiera angustifolia</i>	7.73	9.05	6.2	22.98
7	<i>Helietta parvifolia</i>	6.53	4.98	9.88	21.39
8	<i>Zanthoxylum fagara</i>	5.84	5.88	5.84	17.56
9	<i>Cordia boissieri</i>	4.12	5.88	5.15	15.15
10	<i>Citharexylum berlandieri</i>	3.26	4.53	3.61	11.40
11	<i>Randia aculeata</i>	3.78	4.53	2.67	10.98
12	<i>Diospyros palmeri</i>	2.75	4.53	2.91	10.19
13	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	3.61	4.98	1.59	10.18
14	<i>Malpighia glabra</i>	2.58	4.07	1.51	8.16
15	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	0.69	0.91	4.02	5.62

16	<i>Leucophyllum frutescens</i>	1.89	2.26	1.45	5.60
17	<i>Celtis pallida</i>	1.2	1.81	2.2	5.21
18	<i>Condalia hookeri</i>	1.03	1.81	2.36	5.20
19	<i>Castela texana</i>	1.72	0.91	0.38	3.01
20	<i>Neopringlea integrifolia</i>	1.37	0.91	0.62	2.90
21	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	0.34	0.45	0.15	0.94
22	<i>Amyris madrensis</i>	0.17	0.45	0.29	0.91
23	<i>Amyris texana</i>	0.17	0.45	0.28	0.90
24	<i>Senegalia berlandieri</i>	0.17	0.45	0.03	0.65
		99.98	100.00	100	299.98

En la tabla 3 encontramos el índice de valor de importancia (IVI) de cada especie encontrada en el matorral espinoso tamaulipeco en verano, destacando en primer lugar con un valor de 29.15 *Vachellia farnesiana* seguida por *Senegalia berlandieri* con un IVI de 27.63 y *Havardia pallens* con valores de 24.72.

Tabla 3. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en verano.

Parámetros Ecológicos del Matorral Espinoso Tamaulipeco en la estación de Verano					
ID	Especie	Abundancia	Frecuencia	Dominancia	IVI
1	<i>Vachellia farnesiana</i>	12.69	8.77	7.69	29.15
2	<i>Senegalia berlandieri</i>	12.69	4.82	10.12	27.63
3	<i>Havardia pallens</i>	0.52	8.77	15.43	24.72
4	<i>Forestiera angustifolia</i>	6.74	9.21	7.09	23.04
5	<i>Cordia boissieri</i>	6.48	7.02	7.01	20.51
6	<i>Helietta parvifolia</i>	8.03	3.95	7.48	19.46
7	<i>Diospyros palmeri</i>	7.51	5.26	5.63	18.40
8	Desconocida	0.26	7.90	9.92	18.08
9	<i>Zanthoxylum fagara</i>	7.25	5.70	4.07	17.02
10	<i>Randia aculeata</i>	6.74	5.70	3.35	15.79
11	<i>Bernardia myricifolia</i>	0.26	7.90	5.24	13.40
12	<i>Citharexylum berlandieri</i>	4.4	3.95	4.13	12.48
13	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	5.18	4.82	1.5	11.50
14	<i>Celtis pallida</i>	3.11	3.07	2.63	8.81
15	<i>Leucophyllum frutescens</i>	3.11	3.07	2.11	8.29
16	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	3.63	1.75	1.4	6.78
17	<i>Condalia hookeri</i>	2.07	1.75	2.65	6.47
18	<i>Prosopis laevigata</i>	4.15	0.44	0.28	4.87
19	<i>Malpighia glabra</i>	1.81	1.75	0.66	4.22
20	<i>Neopringlea integrifolia</i>	1.55	1.75	0.49	3.79
21	<i>Amyris texana</i>	0.52	0.88	0.39	1.79
22	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	0.52	0.44	0.37	1.33
23	<i>Amyris madrensis</i>	0.26	0.44	0.2	0.90
24	<i>Castela texana</i>	0.26	0.44	0.14	0.84
25	<i>Sophora secundiflora</i>	0.26	0.44	0.02	0.72
		100	100	100	300



Los valores obtenidos en la estación de otoño se muestran en la tabla 4, para la especie de *Havardia pallens* el IVI obtenido fue de 34.15 seguida por *Eysenhardtia polystachya* con 32.64 y *Vachellia farnesiana* con un IVI de 16.67.

Tabla 4. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en otoño.

Parámetros Ecológicos del Matorral Espinoso Tamaulipeco en la estación de Otoño					
ID	Especie	Abundancia	Frecuencia	Dominancia	IVI
1	<i>Havardia pallens</i>	12.52	4.31	17.32	34.15
2	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	14.55	7.19	10.9	32.64
3	<i>Forestiera angustifolia</i>	8.97	6.71	7.64	23.32
4	<i>Bernardia myricifolia</i>	7.78	4.79	4.64	17.21
5	<i>Vachellia rigidula</i>	9.31	1.43	6.4	17.14
6	<i>Cordia boissieri</i>	3.72	6.23	6.47	16.42
7	<i>Amyris madrensis</i>	6.09	0.95	8.36	15.40
8	<i>Citharexylum berlandieri</i>	3.72	7.67	3.6	14.99
9	<i>Leucophyllum frutescens</i>	2.54	9.10	1.87	13.51
10	<i>Senegalia berlandieri</i>	5.08	0.47	7.61	13.16
11	<i>Zanthoxylum fagara</i>	5.41	2.39	5.17	12.97
12	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	3.21	8.14	1.3	12.65
13	<i>Diospyros palmeri</i>	3.89	3.35	5.21	12.45
14	<i>Castela texana</i>	0.17	9.58	0.18	9.93
15	<i>Randia aculeata</i>	5.58	0.28	3.08	8.94
16	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	0.17	8.14	0.13	8.44
17	<i>Celtis pálida</i>	1.69	3.35	2.51	7.55
18	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	0.85	4.79	1.86	7.50
19	<i>Amyris madrensis</i>	0.34	5.27	0.32	5.93
20	<i>Malpighi glabra</i>	1.69	1.91	1.27	4.87
21	<i>Condalia hookeri</i>	1.35	0.47	3.02	4.84
22	<i>Amyris texana</i>	0.17	2.39	0.34	2.90

23	<i>Neopringlea integrifolia</i>	1.02	0.47	0.59	2.08
24	<i>Prosopis laevigata</i>	0.17	0.47	0.2	0.84
		99.99	100	99.99	299.9

En la tabla 5. Se muestra el índice de valor de importancia (IVI) de cada especie encontrada en el matorral espinoso tamaulipeco en la estación de invierno, destacando el valor más alto *Havardia pallens* con 27.74, seguido de *Senegalia berlandieri* 25.80, y *Helietta parvifolia* con un IVI de 21.47.

Tabla 5. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en invierno.

Parámetros Ecológicos del Matorral Espinoso Tamaulipeco en la estación de Invierno					
ID	Especie	Abundancia	Frecuencia	Dominancia	IVI
1	<i>Havardia pallens</i>	13.69	0.50	13.55	27.74
2	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	7.95	7.52	9.34	24.81
3	<i>Senegalia berlandieri</i>	9.05	4.51	11.24	24.80
4	<i>Vachellia rigidula</i>	7.95	5.51	6.55	20.01
5	<i>Bernardia myricifolia</i>	11.7	0.50	7.34	19.54
6	<i>Forestiera angustifolia</i>	7.95	0.50	8.33	16.78
7	<i>Cordia boissieri</i>	4.19	5.51	6.22	15.92
8	<i>Helietta parvifolia</i>	6.62	1.50	7.45	15.57
9	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	3.31	9.52	1.80	14.63
10	<i>Zanthoxylum fagara</i>	5.52	5.51	3.12	14.15
11	<i>Diospyros texana</i>	6.18	1.00	5.24	12.42
12	<i>Desconocida</i>	1.77	9.02	1.58	12.37
13	<i>Desconocida</i>	0.22	11.53	0.22	11.97
14	<i>Malpighia glabra</i>	1.55	8.52	1.69	11.76
15	<i>Randia rhagocarpa</i>	6.18	0.50	3.44	10.12
16	<i>Castela texana</i>	0.22	9.02	0.30	9.54
17	<i>Prosopis laevigata</i>	0.44	5.51	2.40	8.35

18	<i>Condalia hookeri</i>	1.77	1.50	3.77	7.04
19	<i>Celtis pallida</i>	1.32	2.51	2.88	6.71
20	<i>Amyris texana</i>	0.22	5.51	0.06	5.79
21	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	0.44	2.51	0.86	3.81
22	<i>Desconocida</i>	1.1	0.50	1.86	3.46
23	<i>Amyris madrensis</i>	0.44	1.00	0.25	1.69
24	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	0.22	0.24	0.44	0.90
		100.000	100.00	99.93	299.93

### **Determinación del contenido de macro y micro minerales de las plantas que forman parte de la dieta del venado cola blanca**

El Calcio (Ca) que consumen los rumiantes en pastoreo se encuentra en concentraciones suficientes, durante todo el año, para satisfacer los requerimientos de rumiantes en pastoreo, en todos sus estados fisiológicos. Las especies de plantas vegetales que mostraron un mayor contenido de Ca en este estudio son *Bernardia myricifolia* con un valor de 59.5 g/Kg seguida de *Cordia boissieri* y *Celtis pallida* con valores de 53.3 y 51.2 g/Kg respectivamente, la especie con menor concentración de Ca fue *Ebenopsis ébano* con 16 g/Kg mientras que la especie con mayor Fosforo (P) fue *Gymnosperms glutinosum* con 7.7 g/Kg seguido de *Vachellia farnesiana* con 6.4 g/Kg la planta con menos fosforo (P) fue *Karwinskia humboldtiana* y *Sideroxylon celastrinum* ambas con 0.8 g/Kg. Se encontró a la mayoría de las especies con porcentajes bajos de Sodio (Na) tales como: *Bernardia myricifolia*, *Sideroxylon celastrinum*, *Caesalpinia mexicana*, *Cordia boissieri*, *Diospyros texana*, *Ebenopsis ebano*, *Hibiscus cardiophyllus*, *Karwinskia humboldtiana*, *Leucaena leucocephala*, *Schaefferia cuneifolia* y *Zanthoxylum fagara* con un valor del 0.10 g/Kg, la especie con mayor valor fue *Celtis pallida* con 0.30 g/Kg. En cuanto a potasio (K) la especie con mayor valor fue *Hibiscus cardiophyllus* con 15.70

g/Kg y la especie con menor valor fue *Sideroxylon celastrinum* con 4.80 g/Kg (Tabla 6).

Tabla 6.- Media de la composición de macro-minerales de las plantas consumidas por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en el noreste de México.

ID	Planta	Macro-minerales (g/Kg)				
		Ca	P	Mg	Na	K
1	<i>Bernardia myricifolia</i>	59.5	4	18.1	0.10	6.9
2	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	18.1	0.8	3.2	0.10	4.8
3	<i>Caesalpinia mexicana</i>	17.1	1.4	2	0.10	7.8
4	<i>Celtis pallida</i>	51.2	1.1	7.4	0.30	8.9
5	<i>Cordia boissieri</i>	53.3	3.5	16.1	0.10	11.8
6	<i>Diospyros texana</i>	31.5	1	4.3	0.10	6.2
7	<i>Ebenopsis ébano</i>	16	2	2.6	0.10	9.2
8	<i>Gymnosperms glutinosum</i>	21.2	7.7	11.6	0.30	10.7
9	<i>Hibiscus cardiophyllus</i>	28.0	1.1	6.9	0.10	15.7
10	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	19.6	0.8	1.5	0.10	8.9
11	<i>Lantana macropoda</i>	43.8	5	19	0.10	12.6
12	<i>Leucaena leucocephala</i>	16.2	2.7	5.5	0.10	8.7
13	<i>Schaefferia cuneifolia</i>	17	1.1	2.3	0.10	8.2
14	<i>Senegalia berlandieri</i>	16.5	5.2	15.1	0.30	5.5
15	<i>Vachellia farnesiana</i>	34.8	6.4	11.7	0.10	5.6
16	<i>Zanthoxylum fagara</i>	17.2	1.5	4	0.10	7.6
	Promedio	28.8	2.8	8.2	0.14	8.6

Ca: Calcio, P: Fosforo, Mg: Magnesio, Na: Sodio, K: Potasio

La tabla 7 muestra el contenido de micronutrientes Hierro (Fe), Manganeso (Mn), zinc (Zn) y Cobre (Cu) que se analizaron en las 16 plantas consumidas por el venado cola blanca. *Hibiscus cardiophyllus*, *Gymnosperms glutinosum*, *Senegalia berlandieri* y *Vachellia farnesiana* fueron las especies con mayor contenido de hierro (Fe), *Hibiscus cardiophyllus* 293.2 mg/Kg, *Gymnosperms glutinosum* 280.2 mg/Kg, *Senegalia berlandieri* 275.7mg/Kg y *Vachellia farnesiana* con 272.7 mg/Kg, *Caesalpinia mexicana* fue la que obtuvo el menor valor con 50.7 mg/Kg. La especie que obtuvo mayor valor de manganeso (Mn) fue *Diospyros texana* con 93.4 mg/Kg mientras que *Karwinskia humboldtiana* fue la más baja con 14.6 mg/Kg. En cuanto al zinc (Zn) *Hibiscus cardiophyllus*, *Senegalia berlandieri*, *Karwinskia humboldtiana* presentaron valores de 116.8, 115.6, 114.2 mg/Kg respectivamente, sin embargo, todas las demás especies se encontraron con valores por debajo de 100 mg/Kg, mientras que el cobre (Cu) fue el mineral que se encontró en menos cantidad entre los otros tres micro minerales en todas las plantas consumidas por el venado, con valores por debajo de los 40 mg/Kg.

Tabla 7.- Media de la composición de micro-minerales de las plantas consumidas por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en el noreste de México.

ID	Planta	Micro-minerales (mg/Kg)			
		Fe	Mn	Zn	Cu
1	<i>Bernardia myricifolia</i>	67.9	22.5	37.1	13.2
2	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	59.1	31.2	16.6	9.1
3	<i>Caesalpinia mexicana</i>	50.7	35.2	59.7	14.1
4	<i>Celtis pallida</i>	76.8	36.2	12.8	8.5
5	<i>Cordia boissieri</i>	75.9	22.0	40.8	22.8
6	<i>Diospyros texana</i>	161.1	93.4	16.8	9.4
7	<i>Ebenopsis ébano</i>	81.7	36.5	15.9	37.9
8	<i>Gymnosperms glutinosum</i>	280.3	27.1	30.7	20.2
9	<i>Hibiscus cardiophyllus</i>	293.2	40.3	116.9	30.1
10	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	75.0	14.7	114.2	7.0

11	<i>Lantana macropoda</i>	100.8	22.6	45.3	17.1
12	<i>Leucaena leucocephala</i>	104.0	28.2	35.9	17.0
13	<i>Schaefferia cuneifolia</i>	58.0	15.0	20.4	10.3
14	<i>Senegalia berlandieri</i>	275.7	62.5	115.7	30.6
15	<i>Vachellia farnesiana</i>	272.8	91.3	76.0	24.6
16	<i>Zanthoxylum fagara</i>	82.0	41.3	28.1	31.5
	Promedio	132.2	38.8	48.9	19.0

**Determinación del consumo voluntario de machos, hembras y crías de macro y micro minerales, por estación del año.**

El experimento involucro hembras, machos adultos y crías, los animales de estudio se mantuvieron cautivos en los recintos de la universidad durante un año, se ofrecieron seis compuestos minerales en bloques y se pesaron mensualmente, se detectaron 5 épocas de importancia energética y de nutrientes para el venado cola banca texano: Reproducción o corrida (noviembre, diciembre, enero, febrero), muda de astas (Marzo y abril), crecimiento de astas (mayo, junio, julio, agosto, septiembre), post reproducción (marzo, abril, mayo, junio) y nacimientos (julio, agosto, septiembre). El consumo de cada uno de los minerales por época para machos se muestra a continuación (Tabla 8).

Tabla 8: Consumo voluntario de machos venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) de macro y micro minerales, por estación del año.

Época	Mes	Machos (8 individuos)					
		Magnesio(Kg)	Hierro(Kg)	Fosforo(kg)	Potasio(Kg)	Cobre(Kg)	Sodio(Kg)
<b>Reproducción</b>	nov-dic-	0	0.150	0	0	0.088	0.003
	ene- feb						
<b>Muda de astas</b>	mar-abr	0.295	0.548	0.175	0.095	0.200	0.195
<b>Crecimiento de astas</b>	may-jun-	0.095	1.984	1.651	0.750	1.918	1.544
	jul-ago-sep						
<b>consumo promedio por año</b>		0.078	0.536	0.365	0.169	0.441	0.348
<b>consumo total</b>		0.390	2.682	1.826	0.845	2.206	1.742
<b>consumo por individuo</b>		0.049	0.335	0.228	0.106	0.276	0.218
<b>consumo mineral puro</b>		0.039	0.084	0.183	0.084	0.069	0.200

Las crías de venado cola blanca necesitan grandes cantidades de minerales ya que esto influye en el tamaño futuro del cuerpo y del esqueleto (Gómez *et al.*, 2006), así como en el tamaño de las astas (Gaspar-López *et al.*, 2008) o reproducción (Carrión *et al.*, 2008). Esto es especialmente importante para los machos ya que el crecimiento de la cornamenta exige una desmineralización de los estratos de larga duración de las astas (Muir *et al.*, 1987).

La tabla 9 muestra el consumo mineral de las crías de venado cola blanca en el cual destaca el consumo de fosforo (P) de 0.439 gramos por individuo por año.

Tabla 9: Consumo voluntario de crías de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) de macro y micro minerales, por estación del año.

Época	Mes	Crías (6 individuos)					
		Magnesio(Kg)	Hierro(Kg)	Fosforo(kg)	Potasio(Kg)	Cobre(Kg)	Sodio(Kg)
<b>Reproducción</b>	nov-dic-	0.198	0.175	0	0.345	0.085	0.020
	ene- feb						
<b>Muda de astas</b>	mar-abr	0.057	0.085	0.335	0.538	0.453	1.063
<b>Crecimiento de astas</b>	may-jun-	0.633	1.346	2.956	0.372	1.141	0.568
	jul-ago-sep						
<b>consumo promedio por año</b>		0.178	0.321	0.658	0.251	0.336	0.330
<b>consumo total</b>		0.888	1.606	3.291	1.255	1.679	1.651
<b>consumo por individuo</b>		0.148	0.268	0.549	0.209	0.280	0.275
<b>consumo mineral puro</b>		0.118	0.067	0.439	0.167	0.070	0.253

Estudiar el consumo mineral para las hembras es particularmente interesante, ya que existen etapas importantes para estudiar la necesidad de minerales, tales como la etapa post reproductiva que es un estado muy exigente de minerales para las hembras debido a la producción de leche.

En la tabla 10 se observa el consumo mineral por individuo de hembras venado cola blanca, destacando el mayor consumo de sodio de 0.473 gramos por individuo por año.

Tabla 10: Consumo voluntario de hembras venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) de macro y micro minerales, por estación del año.

Época	Mes	Hembras (5 individuos)					
		Magnesio(Kg)	Hierro(Kg)	Fosforo(kg)	Potasio(Kg)	Cobre(Kg)	Sodio(Kg)
<b>Reproducción</b>	nov-dic-ene- feb	0.170	0	0	0.015	0.085	0.125
<b>Post reproductiva</b>	mar-ab-may-jun	0.385	0.723	0.778	0.393	0.733	1.218
<b>Nacimientos</b>	jul-ago-sep	0.533	1.162	0.094	1.588	1.784	1.230
<b>consumo promedio por año</b>		0.218	0.377	0.174	0.399	0.520	0.515
<b>consumo total</b>		1.088	1.885	0.872	1.996	2.602	2.573
<b>consumo por individuo</b>		0.218	0.377	0.174	0.399	0.520	0.515
<b>consumo mineral puro</b>		0.174	0.094	0.140	0.319	0.130	0.473

De acuerdo con la hipótesis planteada:

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) selecciona y consume los minerales deficientes en su dieta especialmente las crías en etapas de desarrollo.

Se plantean las siguientes hipótesis para el análisis estadístico:

H1 = Existen diferencias significativas entre las medias en el consumo de minerales de machos hembras y crías. (no son iguales)

H0 = No existen diferencias significativas entre las medias en el consumo de minerales de machos hembras y crías. (son iguales)



Alfa  $\alpha = 5\% = 0.05$

Normalidad

Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro wilk para muestras menores a 30 individuos.

Criterios de normalidad:

P-valor  $\Rightarrow \alpha$  aceptar  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal.

P-valor  $\leq \alpha$  aceptar  $H_1$  = Los datos no provienen de una distribución normal.

Se efectuaron la prueba de normalidad de Shapiro wilk mediante el programa estadístico SPSS obteniendo los datos de la tabla 11 donde se observan valores que indican que no existe normalidad en los datos.

Tabla 11: pruebas de normalidad por sexo.

Normalidad		Shapiro wilk		
		Sig.		$\alpha$
<b>magnesio</b>	Machos	0.020	<	0.05
	Crías	0.044	<	0.05
	Hembras	0.361	>	0.05
<b>Hierro</b>	Machos	0.028	<	0.05
	Crías	0.003	<	0.05
	Hembras	0.046	<	0.05
<b>fosforo</b>	Machos	0.001	<	0.05
	Crías	0.001	<	0.05
	Hembras	0.002	<	0.05
<b>potasio</b>	Machos	0.002	<	0.05
	Crías	0.240	>	0.05
	Hembras	0.011	<	0.05
<b>Cobre</b>	Machos	0.002	<	0.05
	Crías	0.070	>	0.05
	Hembras	0.058	>	0.05
<b>Sodio</b>	Machos	0.002	<	0.05
	Crías	0.060	>	0.05
	Hembras	0.020	<	0.05
<b>conclusión</b>	Las variables de magnesio, hierro, fosforo Potasio, cobre y sodio no se comportan de manera normal en machos, crías y hembras			

La prueba estadística no paramétrica elegida para el análisis de los datos fue la denominada H Kruskal wallis Para muestras independientes (Tabla 12-13), en la cual los valores de significancia están por encima del valor de P (0.05) tanto para el análisis de consumo mineral por sexo (machos, crías, hembras) y por época (reproducción o corrida, muda de astas, crecimiento de astas, post reproductiva, nacimientos), lo cual indica que no existen diferencias

significativas en cuanto al consumo mineral de magnesio, hierro, fosforo, potasio, cobre y sodio.

Tabla 12: Prueba de H Kruskal Wallis Para muestras independientes (pruebas estadísticas no paramétrica) por sexo.

<b>Resumen de contrastes de hipótesis</b>				
	<b>Hipótesis nula</b>	<b>Prueba</b>	<b>Sig.</b>	<b>Decisión</b>
<b>1</b>	La distribución de magnesio es la misma entre las categorías de 1:machos-2:crias-3:hembras.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.648	Conserve la hipótesis nula.
<b>2</b>	La distribución de hierro es la misma entre las categorías de 1:machos-2:crias-3:hembras.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.905	Conserve la hipótesis nula.
<b>3</b>	La distribución de fosforo es la misma entre las categorías de 1:machos-2:crias-3:hembras.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.950	Conserve la hipótesis nula.
<b>4</b>	La distribución de potasio es la misma entre las categorías de 1:machos-2:crias-3:hembras.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.810	Conserve la hipótesis nula.
<b>5</b>	La distribución de cobre es la misma entre las categorías de 1:machos-2:crias-3:hembras.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.981	Conserve la hipótesis nula.
<b>6</b>	La distribución de sodio es la misma entre las categorías de 1:machos-2:crias-3:hembras.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.928	Conserve la hipótesis nula.

Tabla 13: Prueba de H Kruskal Wallis para muestras independientes (pruebas estadísticas no paramétrica) por época.

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de magnesio es la misma entre las épocas de 1:reproduccion-2:muda astas-2:crecimiento astas-4:post reproductiva-5:nacimientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.968	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de hierro es la misma entre las épocas de 1:reproduccion-2:muda astas-2:crecimiento astas-4:post reproductiva-5:nacimientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.736	Conserve la hipótesis nula.
3	La distribución de fosforo es la misma entre épocas de 1:reproduccion-2:muda astas-2:crecimiento astas-4:post reproductiva-5:nacimientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.338	Conserve la hipótesis nula.
4	La distribución de potasio es la misma entre las épocas de 1:reproduccion-2:muda astas-2:crecimiento astas-4:post reproductiva-5:nacimientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.921	Conserve la hipótesis nula.
5	La distribución de cobre es la misma entre las épocas de 1:reproduccion-2:muda astas-2:crecimiento astas-4:post reproductiva-5:nacimientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.807	Conserve la hipótesis nula.
6	La distribución de sodio es la misma entre las épocas de 1:reproduccion-2:muda astas-2:crecimiento astas-4:post reproductiva-5:nacimientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.906	Conserve la hipótesis nula.

## DISCUSIÓN

### Calcio (Ca)

El forraje de plantas arbustivas nativas que crecen en el noreste de México y que son consumidas por el venado cola blanca (Ramírez *et al.*, 1997), contienen calcio (Ca) en concentraciones suficientes durante todo el año para satisfacer sus requerimientos en todos sus estados fisiológicos lo anterior es corroborado por los datos reportados por Ramírez Lozano (2003) y aquellos que aparecen en la Tabla 6 del presente trabajo de investigación. El venado cola blanca (*O.v. texanus*) muy probablemente no padecería ninguno de los síntomas de deficiencia de este mineral como: Disminución de leche, debilidad muscular, disfunción del rumen y corazón, raquitismo en animales jóvenes, osteomalacia en animales adultos y osteodistrofia fibrosa (Ramírez Lozano 2004).

Las plantas nativas contienen altas cantidades de calcio (Ca), entre las que sobresalen *Bernardia myricifolia*, *Cordia boissieri* y *Celtis pallida* (Tabla 6).

Grasman y Hellgren (1993); McDowell *et al.*, (1997) Ramírez Lozano (2004), mencionan que las cantidades de calcio (Ca) para cumplir los requerimientos del venado cola blanca texano son de 4.5 g/Kg lo cual concuerda con este trabajo de investigación donde en promedio con las 16 plantas analizadas (Ramírez *et al.*, 1997), las cantidades de calcio (Ca) son de 28.8 g/Kg en la materia seca (MS) de la dieta del venado cola blanca texano.

### Fosforo (P)

La mayoría de las plantas arbustivas nativas (Tabla 6) y aquellas reportadas por Ramírez Lozano (2003) y que son consumidas por el venado cola blanca (*O.v. texanus*), contienen fosforo (P), durante todo el año en cantidades no satisfactorias para cubrir sus necesidades de crecimiento y desarrollo máximo. Grasman y Hellgren (1993); McDowell *et al.*, (1997) Ramírez Lozano (2004), hablan de 2.8 g/kg de fosforo (P) suficientes para cumplir con los requerimientos en la dieta del venado cola blanca texano, mientras que en el

presente trabajo de investigación se obtuvo un promedio de 2.8 g/Kg en las 16 plantas que forman parte de la dieta del venado cola blanca en el matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México (Ramírez *et al.*, 1997), por lo tanto las cantidades de fósforo (P) son óptimas para cumplir con los requerimientos de crecimiento y desarrollo de este rumiante.

### **Magnesio (Mg) y Potasio (K)**

El magnesio (Mg) es un mineral requerido para un desarrollo esquelético normal como constituyente de los huesos. Es necesario para la activación de enzimas y reacciones enzimáticas en las que interviene el ATP (contracciones musculares, síntesis de proteínas, ácidos nucleicos, grasas, coenzimas y en la utilización de la glucosa). Su deficiencia causa hipomagnesemia tetánica y disminución de la actividad de las enzimas dependientes del magnesio (Grasman y Hellegren (1993); Pond, *et al.*, (1995); Spears (1998) y Underwood y Suttle (1999).

Aparentemente las plantas arbustivas nativas que crecen en el noreste de México y sur de Texas, EUA y, que son consumidas por el venado cola blanca texano, no son nutrientes limitantes para el crecimiento y desarrollo de los rumiantes, las cantidades requeridas de magnesio (Mg) según Grasman y Hellegren (1993); McDowell *et al.*, (1997) Ramírez Lozano (2004) son de 1 g/Kg y de potasio (K) corresponden a 6 g/Kg. El estudio realizado mostro valores de 8.2 g/Kg y 8.6 g/Kg respectivamente, lo cual indica que no existe deficiencia de estos minerales en la dieta del venado cola blanca.

### **Sodio (Na)**

El sodio (Na) es el mineral más comúnmente deficiente en los ecosistemas de clima templado como los del noreste de México y sureste de EUA, su deficiencia causa pérdida del apetito, reducción del peso, disminución de la producción de leche y disminución del volumen plasmático (Grasman y Hellegren (1993); Pond, *et al.*, (1995); Spears (1998) y Underwood y Suttle (1999). El Na es el único nutriente por el cual, los herbívoros especialmente desarrollan un alto apetito (Staaland *et al.*, 1980). Aparentemente todas las

arbustivas, que consume el venado cola blanca texano en el noreste de México (Ramírez Lozano, 2003, Ramírez *et al.*, 1997), son deficientes en sodio (Na). La Tabla 6 del presente trabajo de investigación muestra lo mencionado por Ramírez Lozano en el 2003 con valores de 0.14 g/Kg que están por debajo del 1.0 g/Kg que requiere el venado cola blanca texano para cubrir los requerimientos de su crecimiento y desarrollo (Grasman y Hellgren 1993); (McDowell *et al.*, 1997), (Ramírez Lozano 2004).

### **Cobre (Cu)**

La mayoría del cobre (Cu) en el organismo del venado se encuentra en el hígado (80%). No obstante, el venado cola blanca requiere 8 mg/Kg de cobre (Cu) en la materia seca de su dieta para cubrir los requerimientos de su crecimiento y desarrollo (Ramírez Lozano 2004). Aun cuando la cantidad requerida es muy pequeña para llevar a cabo las funciones metabólicas que requieren, algunas especies arbustivas, que son consumidas por el venado cola blanca texano que se desarrolla en el noreste de México y sur de Texas (Ramírez *et al.*, 1997), tienen concentraciones marginalmente menores a sus requerimientos de cobre (Cu). Ramírez Lozano, (2003) menciona algunas especies que destacan por su alto contenido de cobre (Cu), al igual que en el presente estudio de investigación algunas especies arbustivas coinciden con el alto contenido mineral que menciona Ramírez Lozano, (2003), entre las que destacan: *Ebenopsis ebano*, *Zanthoxylum fagara* y *Senegalia berlandieri*. En promedio las cantidades obtenidas de cobre (Cu) de las 16 plantas analizadas en este estudio de investigación es de 19 mg/Kg en la materia seca de su dieta, lo cual no demuestra deficiencia de este mineral (Tabla 7).

### **Manganeso (Mn)**

El manganeso (Mn) se encuentra uniformemente distribuido en todo el organismo del venado, aunque con cierto enriquecimiento en el hígado, tejido óseo y del aparato digestivo (Grace y Clark, 1991), Los requerimientos del manganeso (Mn) del venado son 30 mg/Kg en la materia seca de su dieta. El

presente trabajo de investigación, al igual que Ramírez Lozano (2003 y 2004), mencionan algunas especies arbustivas nativas del noreste de México que destacan por su alto contenido de manganeso (Mn), tales como *Diospyros texana*, *Vachellia farnesiana* y *Senegalia berlandieri*. Las cantidades reportadas muestran 38.8 mg/Kg en la materia seca de su dieta (Tabla 7).

### **Hierro (Fe)**

Este mineral interviene en el transporte de electrones como componente de un gran número de sistemas enzimáticos entre los que se encuentran las metaloporfirinas y metaloflavínicas, también en el transporte y almacenamiento de oxígeno componente de dos importantes proteínas como son la hemoglobina y mioglobina (Ramírez Lozano 2004). El síntoma más común en los animales con deficiencia de hierro (Fe) es la anemia, del tipo microcítica hipocromica lo que significa pequeñas y pocas células rojas.

Ramírez Lozano, (2003), reporta que todas las arbustivas que crecen en el noreste de México y que son parte de la dieta del venado cola blanca texano, tienen concentraciones de hierro (Fe) que cubren sus requerimientos nutricionales 40 mg/Kg. En la Tabla 7 se muestran las concentraciones de 16 plantas registradas en la dieta del venado cola blanca texano (Ramírez *et al.*, 1997), entre las que destacan por su mayor contenido de Fe están: *Hibiscus cardiophyllus*, *Gymnosperms glutinosum* y *Senegalia berlandieri*, obteniendo un promedio de 132.2 mg/Kg en la materia seca de su dieta, lo cual representa cantidades mayores a los requerimientos para cubrir el crecimiento y desarrollo de rumiantes (Ramírez Lozano 2004).



## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se destacan las siguientes conclusiones:

Las plantas del noreste de México contienen calcio (Ca) y hierro (Fe) en concentraciones suficientes, para satisfacer los requerimientos de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) y rumiantes en pastoreo, en todos sus estados fisiológicos. El fósforo (P) y el cobre (Cu) se encuentran en bajas concentraciones, además el sodio (Na) es el mineral más deficiente en todas las plantas encontradas en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. La mayoría de las plantas contienen potasio (K) y magnesio (Mg) en concentraciones similares.

Las especies de plantas vegetales con un mayor contenido de calcio (Ca) en este estudio son *Bernardia myricifolia* (59.5 g/Kg), *Cordia boissieri* (53.3 g/Kg) y *Celtis pallida* (51.2 g/Kg), la especie con mayor contenido mineral de Fósforo (P) fue *Gymnosperms glutinosum* (7.7 g/Kg), seguido de *Vachellia farnesiana* (6.4 g/Kg).

Se encontró a la mayoría de las especies con contenidos bajos de Sodio (Na) tales como: *Bernardia myricifolia*, *Sideroxylon celastrinum*, *Caesalpinia mexicana*, *Cordia boissieri*, *Diospyros texana*, *Ebenopsis ebano*, *Hibiscus cardiophyllus*, *Karwinskia humboldtiana*, *Leucaena leucocephala*, *Schaefferia cuneifolia* y *Zanthoxylum fagara* con un valor del 0.10 g/Kg, la especie con mayor contenido de Sodio (Na) es *Celtis pallida* con 0.30 g/Kg. En cuanto a potasio (K) la especie con mayor contenido mineral es *Hibiscus cardiophyllus* (15.70 g/Kg).

Las especies con mayor contenido de hierro (Fe) encontradas en el matorral espinoso tamaulipeco son, *Hibiscus cardiophyllus* (293.2 mg/Kg), *Gymnosperms glutinosum* (280.2 mg/Kg), *Senegalia berlandieri* (275.7mg/Kg) y *Vachellia farnesiana* (272.7 mg/Kg).

La especie que obtuvo mayor contenido de manganeso (Mn) fue *Diospyros texana* (93.4 mg/Kg), *Hibiscus cardiophyllus*, *Senegalia berlandieri*, *Karwinskia humboldtiana* presentaron mayor contenido de zinc (Zn) con valores de 116.8, 115.6, 114.2 mg/Kg respectivamente.

El cobre (Cu) fue el mineral que se encontró en menor cantidad entre los otros tres micro minerales antes mencionados en todas las plantas consumidas por el venado, con valores por debajo de los 40 mg/Kg.

La prueba estadística de H Kruskal wallis para muestras independientes muestra que los valores de significancia están por encima del valor de P (0.05) tanto para el análisis de consumo mineral por sexo (machos, crías, hembras) y por época (reproducción o corrida, muda de astas, crecimiento de astas, post reproductiva, nacimientos), lo cual indica que no existen diferencias significativas, aceptando la hipótesis nula en ambos casos.

H0: La distribución de magnesio, hierro, fosforo, potasio, cobre y sodio es la misma entre las categorías de 1: machos 2: crías 3: hembras.

H0: La distribución de magnesio, hierro, fosforo, potasio, cobre y sodio, es la misma entre las categorías de 1: reproducción o corrida 2: muda de astas 2: crecimiento de astas 4: post reproductiva 5: nacimientos.

Los machos de venado cola blanca consumieron sodio (Na) en mayor cantidad (200 gramos por individuo), sobre todo en la época de crecimiento de astas (mayo, junio, julio, agosto, septiembre) debido a la deficiencia de este mineral en las plantas de la región. El segundo consumo mineral de importancia para los machos fue el fosforo (P) con 182 gramos por individuo, ya que interviene como componente del esqueleto, además que actúa en el metabolismo energético como componente del ATP.

El mineral con mayor consumo por parte de las crías fue el fosforo (P) con 493 gramos por individuo ya que esto influye en el tamaño futuro del cuerpo y del

esqueleto, así como en el tamaño de las astas sobre todo en la época de mayor crecimiento (mayo, junio, julio, agosto, septiembre).

Al igual que los machos el consumo de sodio (Na) por las crías es constante ya que la mayoría de las plantas del noreste de México son deficientes en sodio (menor a .14 g/Kg).

De la misma forma que los machos y crías el consumo de sodio (Na) para hembras es elevado (473 gramos por individuo), pero a diferencia de los machos y crías de venado cola blanca existe un consumo de potasio (K) más elevado (319 gramos por individuo), sobre todo en la época de nacimientos (julio, agosto, septiembre), esto se debe a que este mineral interviene en el balance osmótico, en el equilibrio ácido base (pH), se requiere para varias funciones enzimáticas e influye en el metabolismo de la glucosa.

## REFERENCIAS

- Arthington, J. D. (2002). Essential Trace Minerals for Grazing Cattle in Florida. AN086. EDIS Publication, University of Florida.
- Barnes, T.G., L.W. Varner, L.H. Blankenship, T.J. Fillinger & S.C. Heinemann. (1990). Macro and trace mineral content of selected south Texas deer forages. *J. Range Management*, 43: 220-223.
- Carrión, D., A. J. García, E. G. Gaspar-López, T. Landete-Castillejos & L. Gallego. (2008). Development of body condition in hinds of Iberian red deer during gestation and its effects on calf birth weight and milk production. *J. Exp. Zool.* 309A,1-10.
- Ceacero F., Landete-Castillejos T., A. J. García, J. A. Estévez, A. Martínez, A. Calatayud, E. G. Gaspar-López L. Gallego. (2008). Free-choice mineral consumption in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) response to diet deficiencies. *Livestock Science* 122 (2009) 345-348.
- Cook, C.W. & B.J. Bonham. (1977). Techniques for Vegetation Measurements and Analysis for a Pre- and Post- Mining Inventory. Colorado Sta. Univ. Range Sci. Dept., Science Series, No. 28. 82 pp.
- Corona, P. M. (1997). Aspectos técnicos involucrados en la cría del venado cola blanca. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. 96 pp.
- Domínguez-G., T. G.; R. G. Ramírez-L.; A. E. Estrada-C; L. M. Scott-M.; H. González-R. & S. Alvarado-M. (2012). Importancia nutrimental en plantas forrajeras del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*. 77-93.
- Everitt, J. H.; D. L. Drawe, & R. I. Lonard, (2002). *Trees, Shrubs and Cacti of South Texas*. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, USA. 12-24.
- Foroughbakhch R. (1992). Establishment and growth potential of fuelwood species in northeastern México. *Agroforestry Systems*. 19:95-108.
- Foroughbakhch R.; G Reyes-R.; M.A. Alvarado-V.; J. L. Hernández-P. & A. Rocha (2005). Use of quantitative methods to determine leaf biomass on

- 15 woody shrub species in northeastern México. *Forest Ecology and Management*. 216:359-366.
- Garrett H. (2002). *Texas tree. A lone star book*. Traylor Trade Publishing Lanham, Maryland. 253 pp.
- Gaspar-López, E., A. J. García, T. Landete-Castillejos, D. Carrión, J. A. Estévez & L. Gallego. (2008). Growth of the first antler in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Eur. J. Wildl. Res.* 54,1–5.
- Gómez, J.A., T. Landete-Castillejos, A. J. García, P. J. Sánchez, J. A. Estévez & L. Gallego. (2006). Effect of lactation on mineral composition of first antler in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Livest. Sci.* 105, 27–34.
- González R. H. & I. Cantú-S. (2001). Adaptación a la sequía de plantas arbustivas del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*. 4:454-461.
- Grace, N.D. & P. R. Wilson. (2002). Trace element metabolism, dietary requirements, diagnosis and prevention of deficiencies in deer. *N. Z. Vet. J.* 50, 252–259.
- Grace, N.D. & R.G. Clark. (1991). Trace element requirements, diagnosis and prevention of deficiencies in sheep and cattle. In: Tsuda, T., Ssaki, Y. and Kawashima. R. (Eds.) *Physiological of digestión and metabolism in ruminants*. Academic press, San Diego, 321-346.
- Grasman, B.T. & E.C. Hellegren. (1993). Phosphorus nutrition in White-tailed deer: nutrient balance, physiological responses, and antler growth. *Ecology* 74:2279-2296.
- Landete-Castillejos, T., J. D. Currey, J. A. Estévez, E. Gaspar-López, A. J. García & L. Gallego. (2007). Influence of physiological effort of growth and chemical composition on antler bone mechanical properties. *Bone* 41, 794–803.
- Ludwig J. A., J. F. Reynold, & P. D. Whitson (1975). Size biomass relationships of several Chihuahuan desert shrubs. *American Midland Naturalist*. 94:451-461.
- Cunha, T. J., & McDowell, L. R. (2012). *Nutrition of grazing ruminants in warm climates*. Academic Press.

- McDowell, L.R., (2003). Minerals in Animal and Human Nutrition, 2nd ed. Elsevier, Amsterdam.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, F.G. Hembry, L.X. Rojas, G. Valle & J. Velásquez. (1997). Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 2a. edición. Departamento de Zootecnia, Universidad de Florida, Gainesville, Florida, EUA, p. 10.
- Muir, P.D., A. R. Sykes & G. K. Barrell. (1987). Calcium metabolism in red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) offered herbage during antlerogenesis: kinetic and stable balance studies. J. Agric. Sci.109, 357–364.
- Muller, L.D., L.V. Schaffer, L.C. Ham & M.J. Owens, (1977). Cafeteria-style free choice mineral feeder for lactating dairy cows. J. DairySci.60,1574–1582.
- Pond, W.G., D.C. Church & K.R. Pond. (1995). Basic Animal Nutrition and Feeding. Fourth Edition. John Wiley and Sons, New York.169-184.
- Ramírez Lozano R.G. (2003) Nutrición de Rumiantes: Sistema Extensivo. Editorial Trillas, pp. 52-74
- Ramírez-L. R. G. & H. González-R. (2010). Calidad nutricional de plantas forrajeras del noreste de México. De las lechuguillas a las biopelículas vegetales. Las plantas útiles de Nuevo, León. 517-537.
- Ramírez-L. R. G. (1989). Estudios nutricionales de las cabras en el noreste de México. Segunda parte. Cuaderno de Investigación No. 13. Dirección General de estudios de Posgrado. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, N. L., México.
- Ramírez-L. R. G.; H. González-R.; M. V. Gómez-M.; I. Cantú-S & J. I. Uvalle-S. (2010). Variación en espacio y tiempo del contenido de macro y microminerales en seis plantas nativas consumidas por rumiantes en el noreste de México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 12:267-281.
- Ramírez, R.G., J.B. Quintanilla & J. Aranda. (1997). Withe- tailed deer food habits in northeastern Mexico, small ruminant Researcj, 25; 141-146.
- Ramírez-L. R. G. (2004). Nutrición del venado cola blanca. Monterrey, Nuevo León, México: Mundo Grafico de Monterrey, S.A. de C.V.

- Silva-Cabrera. M. (2015). Relación entre la composición mineral de las especies de plantas consumidas por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) y el crecimiento de sus astas, en el noreste de México. Universidad Autónoma De Nuevo León Facultad De Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León, México (Tesis de maestría).
- Spears, J.W. (1998). Reevaluation of metabolic essentiality of minerals. Proceedings: New Technologies for the Production of "Next Generation" Feeds and additives. The 8<sup>th</sup> World Conference on animal Production, Seoul National University, Seoul, Korea, pp. 68-77.
- Staaland, H., R.G. White, J.R. Luck & D.F. Holleman. (1980). Dietary influences of sodium and potassium metabolism of reindeer. Canadian J. Zoology, 58: 1728-1734.
- Underwood, E.J. & N.F. Suttle. (1999). The mineral nutrition of livestock, 3<sup>th</sup> edn. CAB International, Wallingford, p. 600.
- Ward, M. & G. Lardy. (2005). Beef Cattle Mineral Nutrition. AS-1287. NDSU Extension Service. North Dakota State University.