



Revista Chapingo. Serie Ciencias  
Forestales y del Ambiente

ISSN: 2007-3828

rforest@correo.chapingo.mx

Universidad Autónoma Chapingo  
México

Vasquez, Yasmit; Tarango, Luis; López-Pérez, Elvia; Herrera, José; Mendoza, Germán;  
Mandujano, Salvador

Variation in the diet composition of the white tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in the  
Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve

Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. XXII, núm. 1, enero-  
abril, 2016, pp. 57-68

Universidad Autónoma Chapingo  
Chapingo, México

Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62943324008>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's homepage in redalyc.org

redalyc.org

Scientific Information System

Network of Scientific Journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal

Non-profit academic project, developed under the open access initiative

# Variation in the diet composition of the white tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve

Variación de la composición de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán

Yasmit Vasquez<sup>1</sup>; Luis Tarango<sup>2</sup>; Elvia López-Pérez<sup>3</sup>; José Herrera<sup>1</sup>; Germán Mendoza<sup>4</sup>; Salvador Mandujano<sup>5\*</sup>.

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Programa de Ganadería. km 36.5 Carretera México- Texcoco. C. P. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Iturbide núm. 73. C. P. 78600. Salinas de Hidalgo, S. L. P., México.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia. Carretera México- Texcoco km 38.5. C. P. 56230. Chapingo, Texcoco, Estado de México.

<sup>4</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Departamento de Producción Agrícola y Animal. Calzada del Hueso 1100, col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán. C. P. 04960. México, D. F.

<sup>5</sup>Instituto de Ecología A. C., Red de Biología y Conservación de Vertebrados. km 2.5 Carretera antigua a Coatepec núm. 351. C. P. 91070. El Haya, Xalapa, Veracruz, México.

Correo-e: salvador.mandujano@inecol.mx Tel.: 01 228 8421853 (\*Autor para correspondencia).

## Abstract

The objective of this study was to determine the variation in the botanical composition of the diet of white tailed deer *Odocoileus virginianus* in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve (RBTC) in Mexico. The species consumed were identified through the microhistological analysis of the epidermis in fresh excreta. The sampling was done in the humid and dry seasons of 2011 to 2013 in San Gabriel Casa Blanca dominated by the tropical dry forest (TDF) and crasicaule shrubland, and in San Pedro Chicozapotes dominated by TDF; both locations in the state of Oaxaca. The annual diet consisted of 83 species from 36 families; 13 species represented more than 50 % of the diet. The tender leaves and stems of tree and herbal species were the most frequently consumed. The composition of the diet did not differ ( $P > 0.05$ ) between yearly seasons, but they did differ between study locations. The plant compositions consumed by the deer was similar to what was reported in other TDF. The results of this study help us understand the ecological strategies of foraging of the herbivores in the TDF, and could have certain relevance in the management units for wildlife conservation (UMAs) in the RBTC and in neighboring areas.

**Keywords:** Microhistology of feces, seasonal diet, tropical dry forest, crasicaule shrubland.

## Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar la variación en la composición botánica de la dieta del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC), México. Las especies consumidas se identificaron mediante el análisis microhistológico de epidermis en excretas frescas. Los muestreos se realizaron en épocas húmedas y secas del 2011 al 2013 en San Gabriel Casa Blanca, dominado por bosque tropical seco (BTS) y matorral crasicaule, y en San Pedro Chicozapotes, dominado por BTS; ambas localidades del estado de Oaxaca. La dieta anual consistió de 83 especies de 36 familias; 13 especies representaron más de 50 % de la dieta. Las hojas y tallos tiernos de las especies arbóreas y herbáceas fueron las más frecuentemente consumidas. La composición de la dieta no difirió ( $P > 0.05$ ) entre épocas del año pero sí entre localidades de estudio. La composición de las plantas consumidas por el venado fue similar a lo reportado en otros BTS. Los resultados de este estudio permiten comprender las estrategias ecológicas de forrajeo del herbívoro en los BTS y podrían tener relevancia en las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMAs) en la RBTC y en áreas aledañas a la misma.

**Palabras clave:** Microhistología de heces, dieta estacional, bosque tropical seco, matorral crasicaule.

## Introduction

The white tailed deer *Odocoileus virginianus* is a highly valued species in subsistence hunting in the neotropical region. The use of this species has notably increased in Wildlife Management Units (UMA) in Mexico (Villarreal-Espino, 2006). The management of UMAs has originated a greater need for reliable biological information in order to sustainably manage the communities. Among several biological aspects, knowledge of the food habits is important for the management of deer both in the wild and in captivity (Fulbright & Ortega-Santos, 2007; Ramírez-Lozano, 2004; Villarreal, 1999).

Food habit studies of white tailed deer have been carried out in Mexico, in pine-oak temperate forests (Aguilera-Reyes et al., 2013; Gallina, Maury, & Serrano, 1981; González & Briones-Salas, 2012), in xeric shrublands of the northeast (Martínez, Molina, González, Marroquín, & Navar, 1997; Ramírez-Lozano, 2004) and in tropical regions (Arceo, Mandujano, Gallina, & Pérez, 2005; Granados-Rivera et al., 2014; López-Pérez, Serrano, Aguilar, & Herrera, 2012; Plata et al., 2009). The white tailed deer inhabits the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve (RBTC) (Ortiz-García, Ramos-Robles, Pérez-Solano, & Mandujano, 2012) where there is a particular interest in sustainably making use of it in extensive UMAs. For this reason, the objective of this work was to determine and compare the botanical composition of the white tailed deer's diet in two communities of the RBTC during the dry and rainy seasons.

## Materials and methods

### Study area

The study area was comprised of the communities of San Pedro Chicozapotes in the municipality of Cuicatlán, and San Gabriel Casa Blanca in the municipality of San Antonio Nanahuatipam in the state of Oaxaca, Mexico, which are part of the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve (RBTC). This region is one of the zones with the most biological and cultural diversity (Dávila et al., 2002) in the state. The RBTC is part of the Sierra Madre del Sur and occupies the northwestern region of the sub-county of Oaxaca's plateau. The reserve is located in the extreme southeast of the state of Puebla and northeast of Oaxaca between 7° 39' - 18° 53' N latitude and 96° 55' - 97° 44' W longitude. The RBTC has a surface area of 490,187 ha and its altitude varies from 600 to 2,950 m. The medium annual temperature in the valley of Tehuacán, Puebla varies between 18 and 22 °C, and increases to 24.5 °C in Cuicatlán, Oaxaca (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2002).

## Introducción

El venado cola blanca *Odocoileus virginianus* es una especie muy apreciada en la cacería de subsistencia en la región neotropical. El aprovechamiento de esta especie ha aumentado notablemente en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre denominadas en México como UMAs (Villarreal-Espino, 2006). El manejo en UMAs ha originado una mayor necesidad de información biológica confiable para manejar las poblaciones sustentablemente. Entre diversos aspectos biológicos, el conocimiento de los hábitos alimentarios es de vital importancia para el manejo del venado tanto en vida libre como en cautiverio (Fulbright & Ortega-Santos, 2007; Ramírez-Lozano, 2004; Villarreal, 1999).

En México se han realizado estudios de los hábitos alimentarios del venado cola blanca en bosques templados de pino-encino (Aguilera-Reyes et al., 2013; Gallina, Maury, & Serrano, 1981; González & Briones-Salas, 2012); en matorrales xerófilos del noreste (Martínez, Molina, González, Marroquín, & Navar, 1997; Ramírez-Lozano, 2004) y en regiones tropicales (Arceo, Mandujano, Gallina, & Pérez, 2005; Granados-Rivera et al., 2014; López-Pérez, Serrano, Aguilar, & Herrera, 2012; Plata et al., 2009). El venado cola blanca habita en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC) (Ortiz-García, Ramos-Robles, Pérez-Solano, & Mandujano, 2012) donde se tiene interés particular de aprovecharlo sustentablemente en UMAs extensivas. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue determinar y comparar la composición botánica de la dieta del venado cola blanca en dos comunidades de la RBTC durante la época seca y lluviosa.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El área de estudio comprendió las comunidades de San Pedro Chicozapotes, municipio de Cuicatlán, y San Gabriel Casa Blanca, municipio de San Antonio Nanahuatipam en el estado de Oaxaca, México, las cuales forman parte de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC). Esta región es una de las zonas con mayor diversidad biológica y cultural (Dávila et al., 2002) en el estado. La RBTC forma parte de la Sierra Madre del Sur y ocupa la zona noroccidental de la subprovincia de la meseta de Oaxaca. La reserva se localiza en el extremo sureste del estado de Puebla y noreste de Oaxaca entre las latitudes 17° 39' - 18° 53' N y longitudes 96° 55' - 97° 44' W. La RBTC tiene una superficie de 490,187 ha y su altitud varía de los 600 a los 2,950 m. La temperatura media anual en el valle de Tehuacán, Puebla, varía entre los 18 y 22 °C, y aumenta a 24.5 °C en Cuicatlán, Oaxaca (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2002).

According to the Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2010), the main types of vegetation and soil use of the region that comprises the protected area and the primary land region of the valley of Tehuacán-Cuicatlán are: low deciduous forest or dry tropical forest (29 % of the reserve territory); land dedicated to agriculture, livestock and forest exploitation (22 %); oak and pine forest (21 %); desert rosette scrubland with thorny bushes and a significant presence of cacti (10 %); crasicaule scrubland dominated by large cacti (8 %); and other types of vegetation (10 %). The type of vegetation that prevails in the community of San Pedro Chicozapotes is the tropical dry forest (TDF) with a higher and more dense tree layer in the areas with higher slopes, while in San Gabriel Casa Blanca it is the tropical dry forest and the crasicaule shrubland (TDF/CS) with a predominance of stalks of the *Neobuxbaumia* genus (Barrera-Salazar, Mandujano, Villarreal, & Jiménez-García, 2015).

### Experimental development

Fifty three fecal groups of the white tailed deer were collected during the dry season (November to May) and 37 groups during the rainy season (June to October) from 2011 to 2013. Fecal groups were collected in transects of 500 x 2 m: 25 in TDF and 32 in TDF/CS. The fecal samples were dried in a forced air oven at 60 °C during 24 h. A fraction of the processed fecal sample was placed on the glass slide and was left to sit and solidify during two weeks. On each slide (particle population), 20 micro fields (micro parcels) of 7 mm in diameter each were drawn systematically (on the slide) and then they were read with a photomicroscope at 100x (Nikon®, LABOPHOT-2A model, Japan). Each circular area at 100x constituted a field, which was called a micro parcel and represented the sampling unit. One slide was prepared and identified per group of feces collected in the study area and each slide was considered an experimental unit with 20 repetitions. 1,060 fields were observed for the dry season (400 fields for BTC/MC and 660 fields for BTC/CS) and 740 for the rainy season (320 fields for BTC and 420 for BTC/CS).

Simultaneous to the search for fecal samples, a scientific collection was done (leaves, stems, flowers and fruit) of the plant species per season (rainy and dry) in order to integrate the reference material. For this, the sweeping method was used, which comprised serial and exhaustive collections in the study area. The material was stored in botanical presses, writing down the plant information and the location of the collection on a card. Subsequently, the material was transferred to the laboratory to do a taxonomic determination of the samples. The epidermal patterns of the plants were obtained with the method described by González and Améndola (2010). The epidermis was

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2010), los principales tipos de vegetación y uso de suelo en la región que comprende parte del área protegida y la región terrestre prioritaria del valle de Tehuacán-Cuicatlán son: selva baja caducifolia o bosque tropical seco (29 % del territorio de la reserva); terrenos dedicados a la agricultura, crianza de ganado y explotación forestal (22 %); bosque de encino y pino (21 %); matorral desértico rosetófilo con predominancia de arbustos espinosos y presencia importante de cactáceas (10 %); matorral crasicaule de vegetación dominada por cactáceas de gran tamaño (8 %); y otros tipos de vegetación (10 %). El tipo de vegetación que predomina en la comunidad de San Pedro Chicozapotes es el bosque tropical seco (BTS) con un estrato arbóreo más alto y denso en áreas de mayor pendiente, mientras que en San Gabriel Casa Blanca es el bosque tropical seco y matorral crasicaule (BTS/MC) con predominancia de columnares del género *Neobuxbaumia* (Barrera-Salazar, Mandujano, Villarreal, & Jiménez-García, 2015).

### Desarrollo experimental

Cincuenta y tres grupos fecales de venado cola blanca se recolectaron durante la época seca (noviembre a mayo) y 37 grupos durante la época de lluvia (junio a octubre) del 2011 al 2013. Los grupos fecales se recolectaron en transectos de 500 x 2 m: 25 en el BTS y 32 en el BTS/MC. Las muestras fecales se secaron en una estufa de aire forzado a 60 °C durante 24 h. Una fracción de la muestra fecal procesada se colocó en el portaobjetos y se dejó reposar y solidificar durante dos semanas. En cada laminilla (población de partículas) se colocaron, de manera sistemática (sobre el cubreobjetos), 20 microcampos (microparcels) de 7 mm de diámetro cada uno y se procedió a la lectura de cada uno de ellos con un fotomicroscopio a 100x (Nikon®, modelo LABOPHOT-2A, Japón). Cada área circular a 100x constituyó un campo, el cual se denominó microparcelsa y representó la unidad de muestreo. Una laminilla se preparó e identificó por cada grupo de excretas recolectadas en el área de estudio y cada laminilla se consideró como una unidad experimental con 20 repeticiones. Se observaron 1,060 campos para la época seca (400 campos para el BTC y 660 campos para el BTC/MC) y 740 para la época de lluvia (320 campos para el BTC y 420 para el BTC/MC).

Simultáneo a la búsqueda de muestras fecales, se hizo una recolecta científica (hojas, tallos, flores y frutos) de las especies vegetales por época (lluvia y seca) para integrar el material de referencia. Para ello, se utilizó el método de barrido que consistió en recolectas seriadas y exhaustivas en el área de estudio. El material se guardó en prensas botánicas, anotando los datos de la planta y sitio de recolecta en una ficha. Posteriormente, el material se trasladó al laboratorio para la determinación taxonómica

photographed with a Nikon® photomicroscope, with a 35 mm photographic camera incorporated. The photographs were taken at 10x and 40x, in order to facilitate the comparison of the reference patterns with the slides that corresponded to the collected fecal groups. The plants that comprised the diet of the deer per season and per community were identified when observing the epidermis of the fecal samples and when comparing it to the photographic patterns of the reference plants. The comparison was based on the histological characteristics such as size, shape and the provision of cells on the epidermal tissue.

During the microhistological analysis, the fecal material and the life form were identified (epiphyte, succulent, tree, shrub, broad-leaved herbs, thin blade grass and cyperaceae). The fragments found such as leaves, stems, flowers and fruit were separated in order to determine if the deer consumed more tender or more fibrous plants. The younger branches and tree leaves, broad-leaved herbs in vegetative state, fruit and shrubs of deciduous leaves were considered tender, while the mature or dry leaves, thin blade grass and leaves and branches and shrubs with evergreens were considered woody parts.

The contribution of each plant species to the diet was estimated based on the accumulated frequency, which in this case was the total of the fields analyzed in which a specific species or component was registered (Sparks & Malechek, 1968). In this study, a component can be understood as the life form and consumed parts of the plants. Based on the accumulated frequency (AF) and the total number of analyzed fields (N), the frequency (F) was calculated as follows:

$$F = \frac{AF}{N}$$

Once the frequency was calculated, the density (D) was calculated as:

$$D = -\ln(1 - F)$$

Finally, the relative density (%) was calculated in order to express the botanical composition of the diet through the following equation:

$$RD_a = \frac{D_a}{\sum_i^n D_i}$$

where:

$RD_a$  = Relative density of the species

$D_a$  = Density of the species

$D_i$  = Density of each individual species (González & Améndola, 2010).

This calculation was obtained by seasons (rainy and dry) and study location (TDF/CS and TDF).

de los ejemplares. Los patrones epidérmicos de las plantas se obtuvieron con el método descrito por González y Améndola (2010). Las epidermis se fotografiaron con un fotomicroscopio marca Nikon®, con cámara fotográfica de 35 mm integrada al cabezal del mismo. Las fotografías se tomaron a 10x y 40x, para facilitar la comparación de los patrones de referencia con las laminillas correspondientes a los grupos fecales recolectados. Las plantas que conformaron la dieta del venado por época y por comunidad se identificaron al observar la epidermis de las muestras fecales y al compararla con los patrones fotográficos de las plantas de referencia. La comparación se basó en características histológicas como tamaño, forma y disposición de las células en el tejido epidérmico.

Durante el análisis microhistológico, el material fecal se identificó y se indicó la forma de vida (epífitas, suculentas, árbol, arbusto, hierba de hoja ancha, gramíneas de hoja delgada y ciperáceas). Los fragmentos encontrados como hojas, tallos, flores y frutos se separaron para determinar si los venados consumieron porciones vegetales más tiernas o más fibrosas. Las ramas jóvenes y hojas jóvenes de árboles, herbáceas de hoja ancha en estado vegetativo, frutas y arbustos de hojas deciduas se consideraron partes tiernas, mientras que las hojas maduras o secas, gramíneas de hoja delgada, hojas y ramas de árboles y arbustos con hojas perennes se consideraron partes leñosas.

La contribución de cada especie vegetal en la dieta se estimó a partir de la frecuencia acumulada, que en este caso fue la sumatoria de los campos analizados en los que se registró una especie o un componente determinado (Sparks & Malechek, 1968). En este estudio, un componente se entiende como la forma de vida y partes consumidas de las plantas. A partir de la frecuencia acumulada (FA) y el número total de campos analizados (N), la frecuencia (F) se calculó como:

$$F = \frac{FA}{N}$$

Una vez calculada la frecuencia, la densidad (D) se calculó como:

$$D = -\ln(1 - F)$$

Finalmente, la densidad relativa (%) se calculó para expresar la composición botánica de la dieta mediante la siguiente ecuación:

$$DR_a = \frac{D_a}{\sum_i^n D_i}$$

donde:

$DR_a$  = Densidad relativa de la especie

$D_a$  = Densidad de la especie

$D_i$  = Densidad de cada una de las especies (González & Améndola, 2010).



## Statistical Analysis

Considering that the methods based on the lineal models are not appropriate for count data, in this case the number of species, generalized lineal models were used (known as GLMs) with a Poisson error type and a log type link function. The log type link function ensures that all the values adjusted are positive; while the Poisson error considers that the count data are integral values and have a mean variance (Crawley, 2013). In order to prove this, the residual values of the deviation were compared in the analyses against the residuals of the degrees of freedom. If the former is different, it indicates an overdispersion, and in this case the quasipoisson type error function can be used. These models are also known as log-linear models. The differences between seasons and locations for the variables on the number of species, number of species per life form and number of species per consumed parts of the plant were tested through GLMs. The types of vegetation and seasons were considered fixed factors in these models. For all the analyses, the statistical program R version 3.1.3 (R Development Core Team, 2015) was used.

## Results and discussion

The annual diet of the white tailed deer was comprised of 83 species classified in 36 botanical families (Appendix 1). The Malvaceae, Commelinaceae and Myrtaceae families were the ones that contributed the most to the deer's diet in the rainy season; while the Fabaceae, Poaceae, Rubiaceae, Begoniaceae and Malpighiaceae contributed most in the dry season. Of the total species consumed, only 13 contributed with more than 50 % of the seasonal diet in each location. These species were: *Bursera schlechtendalii* Engl., *Caesalpinaceae* sp., *Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J. F. Macbr., *Opuntia lasiacantha* Pfeiff., *Agave macroacantha* Zucc., *Ceiba parvifolia* Rose, *Euphorbia* sp., *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn., *Bursera fagaroides* Ballock, *Ziziphus* sp., *Solanum lanceolatum* Cav., *Senna wislizeni* (Rose) Irwin & Barneby and *Karwinskia humboldtiana* (Schult.) Zucc. (Table 1). During the rainy and dry seasons, the number of species consumed in the TDF/CS was 37 and 51, while in the TDF it was 32 and 37, respectively. These differences were not statistically significant (deviance = 0.29, df = 1,  $P = 0.59$ ), which indicates that the deer relatively consume a similar number of species in both locations and seasons.

The tree and shrub species represented more than 63 % of the deer's diet in both types of vegetation and seasons; the herbal, succulent, grass and cyperaceae followed in order of importance (Figure 1). Only in the TDF did the deer consume epiphytes. The generalized linear model indicates that there are statistically

Este cálculo se obtuvo por épocas del año (húmedas y secas) y localidad de estudio (BTS/MC y BTS).

## Análisis estadístico

Considerando que los métodos basados en modelos lineales no son apropiados para datos de conteo. Para este caso número de especies, se emplearon modelos lineales generalizados (conocidos como GLMs) con error de tipo Poisson y la función de liga de tipo log. Esta función asegura que todos los valores ajustados sean positivos, mientras que el error tipo Poisson considera que los datos de conteo son valores íntegros y tienen varianza igual a la media (Crawley, 2013). Para probar esto, en los análisis se compararon los valores de los residuales de la desviación contra los residuales de los grados de libertad. Si los primeros son diferentes indican una sobredispersión y en este caso se puede emplear la función de error tipo *quasipoisson*. Estos modelos también son conocidos como modelos log-lineales. Las diferencias entre épocas y localidades para las variables número de especies, número de especies por forma de vida y número de especies por partes consumidas de la planta se probaron mediante GLMs. Los tipos de vegetación y épocas del año se consideraron como factores fijos en estos modelos. Para todos los análisis se utilizó el programa estadístico R versión 3.1.3 (R Development Core Team, 2015).

## Resultados y discusión

La dieta anual del venado cola blanca estuvo constituida por 83 especies clasificadas en 36 familias botánicas (Apéndice 1). Las familias Malvaceae, Commelinaceae y Myrtaceae fueron las que más aportaron a la dieta del venado en la época de lluvias; mientras que Fabaceae, Poaceae, Rubiaceae, Begoniaceae y Malpighiaceae en la época de secas. Del total de especies consumidas, solo 13 contribuyeron con más de 50 % de la dieta estacional en cada localidad. Las especies fueron: *Bursera schlechtendalii* Engl., *Caesalpinaceae* sp., *Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J. F. Macbr., *Opuntia lasiacantha* Pfeiff., *Agave macroacantha* Zucc., *Ceiba parvifolia* Rose, *Euphorbia* sp., *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn., *Bursera fagaroides* Ballock, *Ziziphus* sp., *Solanum lanceolatum* Cav., *Senna wislizeni* (Rose) Irwin & Barneby y *Karwinskia humboldtiana* (Schult.) Zucc. (Cuadro 1). Durante la época de lluvias y de secas, el número de especies consumidas en el BTS/MC fue 37 y 51, mientras que en el BTS fue 32 y 37, respectivamente. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas (Devianza = 0.29, gl = 1,  $P = 0.59$ ), lo que indica que el venado consume, relativamente, número similar de especies en ambas localidades y épocas.

Las especies arbóreas y arbustivas representaron más de 63 % de la dieta del venado en ambos tipos de

**Table 1. Main botanical species consumed by the white tailed deer with a contribution higher than 50 % to the seasonal diet in two types of vegetation in the state of Oaxaca. There is a complete detailed list in Appendix 1.**

**Cuadro 1. Principales especies botánicas consumidas por el venado cola blanca con un aporte mayor de 50 % de la dieta estacional en dos tipos de vegetación en el estado de Oaxaca. En el Apéndice 1 se presenta la lista total en detalle.**

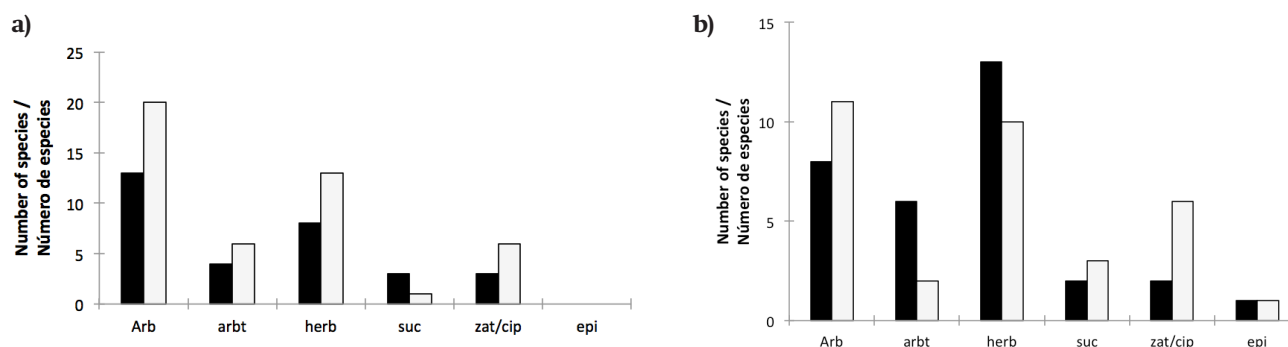
Species / Especie	Tropical Dry Forest (San Pedro Chicozapotes) / Bosque tropical seco (San Pedro Chicozapotes)		Tropical Dry Forest / Crasicaule shrubland (San Gabriel Casa Blanca) / Bosque tropical seco / Matorral crasicaule (San Gabriel Casa Blanca)	
	Dry / Secas	Rain / Lluvias	Dry / Secas	Rain / Lluvias
<i>Agave macroacantha</i> Zucc.	3.8	-	10.4	31.4
<i>Ceiba parvifolia</i> Rose	-	-	5.1	-
<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	11.2	-	-	-
<i>Bursera fagaroides</i> Ballock	-	6.0	-	-
<i>Opuntia lasiacantha</i> Pfeiff.	5.3	-	-	-
<i>Caesalpinaceae</i> sp.	7.2	-	-	-
<i>Euphorbia</i> sp.	-	-	31.7	4.4
<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J. F. Macbr.	6.2	-	-	-
<i>Senna wislizeni</i> (Rose) Irwin & Barneby	-	-	-	9.2
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Sult.) Zucc.	16.8	-	-	4.7
<i>Ziziphus</i> sp.	-	-	12.3	-
<i>Solanum lanceolatum</i> Cav.	-	-	-	8.1
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	-	51.6	-	-
Subtotal	50.5	57.6	59.5	57.8

significant differences ( $P < 0.05$ ) in the consumption of the different life forms depending on the type of habitat and the season (Table 2). Particularly, in the consumption of herbaceous plants ( $P = 0.0001$ ) and the collection of succulent, grass, cyperaceae and epiphytes ( $P = 0.008$ ) differed between the habitat and season types; while the white tailed deer consume a constant percentage of tree and shrub species during the entire year in both locations, the consumption of other life forms was more variable.

On the other hand, the consumption of leaves and tender branches was higher than the consumption of flowers and fruit (Figure 2). In the generalized linear model for this case, it was necessary to use a quasipoisson type error considering that the residuals of the deviation were smaller than the degrees of freedom (Table 3). According to this analysis, in the TDF/CS there was a marginally significant tendency ( $P = 0.051$ ) of a higher consumption of branches and leaves in comparison to the TDF. Particularly, the consumption of branches and leaves ( $P = 0.0001$ ) increased in the dry season ( $P = 0.038$ ).

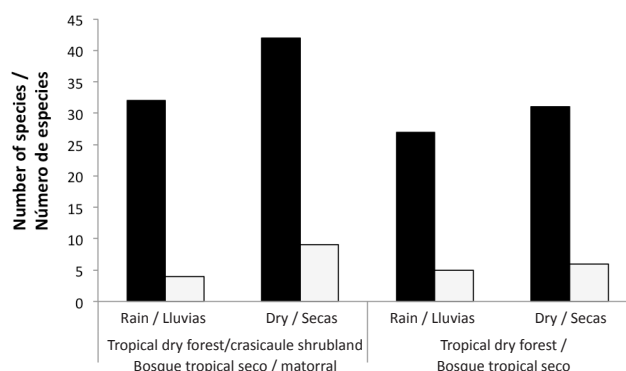
vegetación y épocas del año; en orden de importancia le siguen las especies herbáceas, suculentas, gramíneas y ciperáceas (Figura 1). Únicamente en el BTS, el venado consumió epífitas. El modelo lineal generalizado indica que existen diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) en el consumo de las diferentes formas de vida dependiente del tipo de hábitat y época del año (Cuadro 2). Particularmente, el consumo de herbáceas ( $P = 0.0001$ ) y del conjunto de suculentas, gramíneas, ciperáceas y epífitas ( $P = 0.008$ ) difirió entre los tipos de hábitat y épocas; es decir, mientras que el venado cola blanca consume un porcentaje constante de especies arbóreas y arbustivas durante todo el año en ambas localidades, el consumo de otras formas de vida fue más variable.

Por otra parte, el consumo de hojas y ramas tiernas fue mayor que el consumo de flores y frutos (Figura 2). En el modelo lineal generalizado, para este caso, fue necesario emplear un error de tipo *quasipoisson* considerando que los residuales de la devianza fueron menores que los grados de libertad (Cuadro 3). De acuerdo con este análisis, en el BTS/MC hubo una



**Figure 1.** Life forms of the plants consumed by the white tailed deer during the rainy (■) and dry (□) seasons in two types of vegetation in the state of Oaxaca: a) Tropical dry forest/crasicaule shrubland (San Gabriel Casa Blanca), b) Tropical dry forest (San Pedro Chicozapotes). Trees (Arb), shrubs (arbt), herbaceous plants (herb), succulent (suc), zateas and cyperaceae (zat/cip) and epiphytes (epi).

**Figura 1.** Formas de vida de las plantas consumidas por el venado cola blanca durante la época de lluvias (■) y secas (□) en dos tipos de vegetación del estado de Oaxaca: a) Bosque tropical seco/Matorral crasicaule (San Gabriel Casa Blanca), b) Bosque tropical seco (San Pedro Chicozapotes). Árboles (Arb), arbustos (arbt), herbáceas (herb), suculentas (suc), zateas y ciperáceas (zat/cip) y epífitas (epi).



**Figure 2.** Consumption of the leaves/branches (■) and flowers/fruit (□) by the white tailed deer during the rainy and dry seasons in San Gabriel Casa Blanca (tropical dry forest/crasicaule shrubland) and San Pedro Chicozapotes (tropical dry forest) in the state of Oaxaca.

**Figura 2.** Consumo de las hojas/ramas (■) y flores/frutos (□) por el venado cola blanca durante las épocas de lluvias y secas en San Gabriel Casa Blanca (Bosque tropical seco/matorral crasicaule) y San Pedro Chicozapotes (Bosque tropical seco) en el estado de Oaxaca.

The feeding behavior of the white tailed deer in the communities of San Pedro Chicozapotes and San Gabriel Casa Blanca is relatively similar to what is indicated in the bibliography for other TDF. For example, Arceo et al. (2005) indicate that there are 82 plants selected by the white tailed deer in the TDF of Chamela, Jalisco, and only 12 contributed to more than 50 % of the annual diet. On the other hand, González and Briones-Salas (2012) found that the annual diet of this hoofed animal in the region of the Sierra Madre of Oaxaca was comprised of 42 plant species included in 23 botanical families. For the Mixteca region of Puebla, Villarreal-Espino (2006) reports 133 species grouped in 50 botanical families, but once again only a few contributed to the largest percentage. Granados-Rivera et al. (2014) report 40 species of 15 families in a study done in Campeche. In general, the white tailed deer selected a high number

tendencia marginalmente significativa ( $P = 0.051$ ) de mayor consumo de ramas y hojas en comparación con el BTS. Particularmente, el consumo de ramas y hojas ( $P = 0.0001$ ) aumentó en la época seca ( $P = 0.038$ ).

El comportamiento alimentario del venado cola blanca en las comunidades de San Pedro Chicozapote y San Gabriel Casa Blanca es relativamente similar a lo indicado en la literatura para otros BTS. Por ejemplo, Arceo et al. (2005) señalan que de 82 plantas seleccionadas por el venado cola blanca en el BTS de Chamela, Jalisco, solo 12 contribuyeron con más del 50 % de la dieta anual. Por otra parte, González y Briones-Salas (2012) encontraron que la dieta anual del ungulado, en la región de la Sierra Madre de Oaxaca, estuvo constituida por 42 especies vegetales incluidas en 23 familias botánicas. Para la Mixteca poblana,



**Table 2. Generalized Linear Model (GLM) Poisson type to analyze the consumption of plant species by the white tailed deer dependent on the type of habitat, season and life form. The “interception” represent the fixed value of the linear model for the trees of the tropical dry forest (TDF) during the rainy season; the estimated coefficients indicate the difference in respect to the interception.**

**Cuadro 2. Modelo lineal generalizado (GLM) de tipo Poisson para analizar el consumo de formas de vida de las plantas por el venado cola blanca dependiente del tipo de hábitat, época del año y forma de vida. La “intercepción” representa el valor fijo del modelo lineal para los árboles del bosque tropical seco (BTS) durante la época de lluvias; los coeficientes estimados indican la diferencia respecto a la intercepción.**

Model: GLM (formula = species ~ habitat + season + life_form, family = poisson)/				
Modelo: GLM (fórmula = especies ~ hábitat + época + forma_vida, family = poisson)				
Model coefficients/ Coeficientes del modelo				
	Estimated/Estimado	Se	z	Pr(> z )
Interception/Intercepción	2.36	0.19	12.35	0.00002***
TDF/CS/BTS/MC	0.17	0.17	1.01	0.32
Dry/Secas	0.23	0.17	1.34	0.18
Shrubs/Arbustos	-0.17	0.21	-0.82	0.41
Herbaceous plants/Herbáceas	-1.06	0.27	-3.88	0.0001***
Others/Otros	-0.62	0.23	-2.64	0.008**
Nonexistent deviation/ Devianza nula	32.96 over 15 degrees of freedom			
Residual deviation/ Devianza residual	9.29 over 10 degrees of freedom			
AIC	83.959			

TDF/CS: Tropical Dry Forest /Crasicaule shrubland

AIC: Akaike Information Criterion

In the “others” life form, the succulent, grass, cyperaceae and epiphytes were grouped.

BTS/MC: Bosque tropical seco/Matorral crasicaule

AIC: Akaike Información Criterio

En forma de vida “otros” se agruparon a las suculentas, gramíneas, ciperáceas y epífitas.

**Table 3. Generalized Linear Model (GLM) Poisson type to analyze the consumption of plant parts (leaves/branches, flowers/fruit) by the white tailed deer dependent on the type of habitat and season. The “interception” represents the fixed value of the linear model for the consumption of flowers and fruit in the tropical dry forest (TDF) during the rainy season; the estimated coefficients indicate the difference in regards to the interception.**

**Cuadro 3. Modelo lineal generalizado (GLM) de tipo Poisson para analizar el consumo de partes de plantas (hojas/ramas, flores/frutos) por el venado cola blanca dependiente del tipo de hábitat y época del año. La “intercepción” representa el valor fijo del modelo lineal para el consumo de flores y frutos en el bosque tropical seco (BTS) durante la época de lluvias; los coeficientes estimados indican la diferencia respecto a la intercepción.**

Model: GLM(formula = species ~ habitat + season + life_form, family = poisson)/				
Modelo: GLM(fórmula = especies ~ hábitat + época + forma_vida, family = poisson)				
Model coefficients/ Coeficientes del modelo				
	Estimate	Se	z	Pr(> z )
Interception/Intercepción	1.53	0.13	12.13	0.00027***
TDF/CS	0.23	0.08	2.74	0.051
Dry/Secas	0.26	0.08	3.05	0.038*
Leaves_branches/Hojas_ramas	1.70	0.11	14.66	0.0001***
Nonexistent deviation/Devianza nula	88.12 over 7 degrees of freedom			
Residual deviation/Devianza residual	1.15 over 4 degrees of freedom			
AIC	NA			

TDF/CS: Tropical Dry Forest /Crasicaule shrubland

AIC: Akaike Information Criterion

BTS/MC: Bosque tropical seco/Matorral crasicaule

AIC: Akaike Información Criterio

of species from different families, but it particularly consumes a higher percentage of fewer species.

The tender leaves and branches of tree and shrub species were the most consumed by the white tailed deer both in season and study locations. It has been reported that the white tailed deer prefer the shrub and tree species during the entire year and the herbaceous plants in rainy seasons when there is greater availability. Gallina et al. (1981) reported this consumption pattern in the temperate forests of La Michilía, Durango. This pattern has also been observed in the TDF, even with an increase in the consumption of flowers and fruit during the dry season (Arceo et al., 2005) when the green plants and water availability are scarce (Mandujano & Gallina, 1995).

The diversity of species consumed by the white tailed deer in the locations studied in the RBTC is possibly due to the differences in the botanical structure and composition of San Gabriel Casa Blanca dominated by columnar cacti in less pronounced slopes, in comparison to San Pedro Chicozapotes where the TDF is more diverse and dense in more rugged slopes. However, the number of plant species consumed could notably increase if the vast expanse of the RBTC and the different types of environment which promote a greater plant diversity are considered (Dávila et al., 2002); for example, in the northeast part of the RBTC in the region of Zapotitlán in Puebla, a type of even drier vegetation dominates. As a consequence, when increasing the number of locations and environment sampled, a significant increase of the plant species consumed by the herbivore is expected, as has been reported in other regions of the country (Gallina et al., 1981; Ramírez-Lozano, 2004; Villarreal-Espino, 2006).

## Conclusions

The results of this study helped expand the knowledge on the foraging habits of the white tailed deer in dry tropical regions where the habitat seasons are contrasting. The results clearly indicate that this herbivore selects a wide diversity of species for its consumption, but it also shows that the white tailed deer consumes a higher percentage of a reduced number of species, as happens in other regions. The results could have an implication on the management of the white tailed deer in the study region; for example, this could serve to provide the deer kept in backyards or in intensive UMAs with seasonal food. However, it is suggested to carry out studies to assess the nutritional values of the plants and thus know in which way they contribute to the growth, preservation and reproduction of the hooved animal. This could allow for the elaboration of silages with native plants for the feeding of the deer through family micro-enterprises.

*End of English version*

Villarreal-Espino (2006) reporta 133 especies agrupadas en 50 familias botánicas; pero nuevamente, solo unas pocas contribuyeron con el mayor porcentaje. Granados-Rivera et al. (2014) reportan 40 especies de 15 familias en un estudio realizado en Campeche. En general, el venado cola blanca selecciona un número alto de especies de diversas familias, pero particularmente consume un mayor porcentaje de pocas especies.

Las hojas y ramas tiernas de especies arbóreas y arbustivas fueron el componente más consumido por el venado cola blanca en ambas épocas del año y localidades de estudio. Se ha reportado que el venado cola blanca prefiere las especies arbustivas y arbóreas durante todo el año, y las herbáceas en la época de lluvias cuando hay mayor disponibilidad de las mismas. Por su parte, Gallina et al. (1981) reportaron este patrón de consumo en los bosques templados de La Michilía, Durango. También en los BTS se ha observado este patrón de preferencia, incluso con aumento del consumo de flores y frutos durante la época seca (Arceo et al., 2005) cuando las plantas verdes y la disponibilidad de agua escasean (Mandujano & Gallina, 1995).

La diversidad de especies consumidas por el venado cola blanca en las localidades estudiadas en la RBTC se debe posiblemente a las diferencias en la estructura y composición botánica de San Gabriel Casa Blanca dominada por cactáceas columnares en pendientes menos pronunciadas, en comparación con San Pedro Chicozapotes donde el BTS es más diverso y denso en pendientes más accidentadas. Sin embargo, el número de especies de plantas consumidas podría incrementarse notablemente si se considera la extensión amplia de la RBTC y los diferentes tipos de ambientes que promueven una gran diversidad florística (Dávila et al., 2002); por ejemplo, en la parte noroeste de la RBTC, en la región de Zapotitlán en Puebla, domina un tipo de vegetación aún más seco. Como consecuencia, al incrementar el número de localidades y ambientes muestreados se espera un aumento importante en las especies de plantas consumidas por el herbívoro ramoneador, tal como ha sido reportado en otras regiones del país (Gallina et al., 1981; Ramírez-Lozano, 2004; Villarreal-Espino, 2006).

## Conclusiones

Los resultados de este estudio contribuyen a ampliar el conocimiento sobre los hábitos de forrajeo del venado cola blanca en regiones tropicales secas donde la estacionalidad del hábitat es contrastante. Los resultados indican claramente que este herbívoro selecciona una diversidad amplia de especies para su consumo; pero también muestran que el venado cola blanca consume un mayor porcentaje de un número reducido de especies, como ocurre en otras regiones. Los resultados pueden tener implicación para el

## Referencias / References

- Aguilera-Reyes, U., Sánchez, V., Pulido, J., Monroy, O., García, G. I., & Janczur, M. (2013). Hábitos alimentarios del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla: Cervidae) en el Parque Natural Sierra Nanchititla, Estado de México. *Revista de Biología Tropical*, 61, 243–253. doi:10.15517/rbt.v61i1.11059
- Arceo, G., Mandujano, S., Gallina, S., & Pérez, L. A. (2005). Diet diversity of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a tropical dry forest in Mexico. *Mammalia*, 69, 1–10. doi:10.1515/mamm.2005.014
- Barrera-Salazar, A., Mandujano, S., Villarreal, E. O. A., & Jiménez-García, D. (2015). Classification of vegetation types in the habitat of white-tailed deer in a location of the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 8, 547–563. Obtenido de [http://tropicalconservationscience.mongabay.com/content/v8/tcs\\_v8i2\\_547-563\\_Barrera-Salazar.pdf](http://tropicalconservationscience.mongabay.com/content/v8/tcs_v8i2_547-563_Barrera-Salazar.pdf)
- Crawley, M. J. (2013). *The R book*. U. K.: John Wiley & Sons.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2010). Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Consultado 11-01-2015 en <http://tehuacan-cuicatlán.conanp.gob.mx/>
- Dávila, P., Arizmendi, M. C., Valiente-Banuet, A., Villaseñor, J., Casas, A., & Lira, R. (2002). Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Biodiversity and Conservation*, 11, 421–442. doi: 10.1023/A:1014888822920
- Fulbright, P., & Ortega-Santos, A. (2007). *Ecología y manejo de venado cola blanca*. EE. UU.: Texas A&M University, Press.
- Gallina, S., Maury, E., & Serrano, V. (1981). Food habits of white-tailed deer. In P. F. Ffolliott, & S. Gallina (Eds.), *Deer biology, habitat requirements and management in Western North America* (pp. 135–148). México, D. F.: Instituto de Ecología, A. C.
- González, E. A., & Améndola, M. (2010). *Técnica microhistológica para la determinación de la composición botánica de la dieta de herbívoros*. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- González, G., & Briones-Salas, M. (2012). Dieta de *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla: Cervidae) en un bosque templado del norte de Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 60, 447–457. Obtenido de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v60n1/a33v60n1.pdf>
- Granados-Rivera, L. D. G., Tarango, L., Olmos, G., Palacio, J., Clemente, F., & Mendoza, G. (2014). Dieta y disponibilidad de forraje del venado cola blanca *Odocoileus virginianus thomasi* (Artiodactyla: Cervidae) en un campo experimental de Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 62, 699–710. doi:10.15517/rbt.v62i2.9853
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). (2002). *Cartografía nacional serie III del Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. México: Autor.
- López-Pérez, E. N., Serrano, B. C., Aguilar, V. A., & Herrera, C. (2012). Composición nutricional de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en Pitzotlán, Morelos. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18, 219–229. doi:10.5154/r.rchscfa2011.01.006
- manejo del venado cola blanca en la región de estudio; por ejemplo, pueden servir para proveer de alimento estacional a venados mantenidos en traspatio o en UMAs del tipo intensivo. No obstante, se sugieren estudios para evaluar el valor nutricional de las plantas y así conocer de qué manera se puede contribuir al crecimiento, mantenimiento y reproducción del ungulado. Esto puede permitir la elaboración de ensilajes con plantas nativas para la alimentación de los venados a través de microempresas familiares.

## Fin de la versión en español

- Mandujano, S., & Gallina, S. (1995). Disponibilidad de agua para el venado cola blanca en un bosque tropical seco de México. *Vida Silvestre Neotropical*, 4, 107–118.
- Martínez, A., Molina, V., González, F., Marroquín, J. S., & Navar, J. (1997). Observations of white-tailed deer and cattle diets in Mexico. *Journal of Range Management*, 50, 253–257. Obtenido de <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/article/viewFile/9211/8823>
- Ortiz-García, A. I., Ramos-Robles, M. I., Pérez-Solano, L. A., & Mandujano, S. (2012). Distribución potencial de los ungulados silvestres en la Reserva de Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, México. *Therya*, 3, 333–348. doi:10.12933/therya-12-89/therya-12-89
- Plata, F. X., Ebergeny, S., Resendiz, J. L., Villarreal-Espino, O., Bárcena, R., Viccon, J. A., & Mendoza, G. D. (2009). Palatabilidad y composición química de alimentos consumidos en cautiverio por el venado cola blanca de Yucatán (*Odocoileus virginianus yucatanensis*). *Archivos de Medicina Veterinaria*, 41, 123–129. doi:10.4067/S0301-732X2009000200005
- R Development Core Team. (2015). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Obtenido de <https://www.r-project.org/>
- Ramírez-Lozano, R. G. (2004). *Nutrición del venado cola blanca*. Nuevo León, México: Fundación Produce-Unión Ganadera Regional de Nuevo León.
- Sparks, D. R., & Melechek, J. C. (1968). Estimating percentage dry weight in diet using a microscope technique. *Journal of Range Management*, 2, 264–265. Obtenido de <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/article/download/5620/5230>
- Villarreal-Espino, O. (2006). *El venado cola blanca en la Mixteca Poblana: Conceptos y métodos para su conservación y manejo*. Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-Fundación PRODUCE Puebla, A. C.- Mazamiztli, A. C.
- Villarreal, J. G. (1999). *Venado cola blanca: Manejo y aprovechamiento cinegético*. Nuevo León, México: Unión Ganadera Regional de Nuevo León.

**Appendix 1: Plants consumed (%) by the white tailed deer during the rainy and dry seasons in San Pedro Chicozapotes and San Gabriel Casa Blanca in the state of Oaxaca. Family and species not determined (ND).**

**Apéndice 1: Plantas consumidas (%) por el venado cola blanca durante las épocas de lluvias y de secas en San Pedro Chicozapotes y San Gabriel Casa Blanca en el estado de Oaxaca. Familia y especie no determinada (ND).**

Family / Familia	Species / Especie	Tropical Dry Forest (San Pedro Chicozapotes) / Bosque tropical seco (San Pedro Chicozapotes)		Tropical Dry Forest / Crasicaule shrubland (San Gabriel Casa Blanca) / Bosque tropical seco / Matorral crasicaule (San Gabriel Casa Blanca)	
		Dry / Seca	Rainy / Lluvias	Dry / seca	Rainy / Lluvias
Acanthaceae	<i>Elytraria imbrica</i> (Vahl) Pers.			0.1	
Amaranteaceae	<i>Iresine latifolia</i> (M. Martens & Galeotti) Benth. & Hook. f.		0.5		
Anacardiaceae	<i>Cyrtocarpa procera</i> Kunth.		2.7		
	<i>Pseudosmodium multifolium</i> Rose			0.2	
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.			2.2	
Asclepiadaceae	<i>Marsdenia zimapanica</i> Hemsl.	1.9		0.1	1.9
Asparagaceae	<i>Agave kerchovei</i> Lem.	0.9		1.1	
	<i>Agave macroacantha</i> Zucc.	3.8	0.9	10.4	31.4
Asteraceae	<i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.) g. Don.				
	<i>Senecio salignus</i> DC.				0.3
	<i>Trixis</i> sp.		0.9		0.5
Bombacaceae	<i>Ceiba parvifolia</i> Rose	2.9	0.5	5.1	0.3
Bromeliaceae	<i>Tillandsia califani</i> Rauh	0.5			
	<i>Tillandsia circinnatoides</i> Matuda				
	<i>Tillandsia recurvata</i> L.		0.9		
Bromeliadaceae	<i>Hechtia podantha</i> Mez	0.5		1.1	
Burseraceae	<i>Bursera arida</i> (Rose) Standl.			0.4	
	<i>Bursera fagaroides</i> Ballock		6.0		
	<i>Bursera schlehtendalii</i> Engl.	11.2		0.1	
	<i>Bursera submoniliformis</i> Engelm	0.5	0.9	0.4	0.8
	<i>Bursera morelensis</i> Ramírez	0.9		0.4	
Cactaceae	<i>Ferocactus hamatacanthus</i> (Muehlenpf.) Britton & Rose	0.9			
	<i>Opuntia depressa</i> Rose			0.5	0.8
	<i>Opuntia lasiacantha</i> Pfeiff.	5.3	0.9	2.7	
	<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto) Buxb.	1.9		0.1	0.8
Caesalpiniaceae	ND	7.2	0.5	0.1	
Chenopiaceae	<i>Chenopodium graveolens</i> Willd.		0.5		
Cyperaceae	ND	1.4	3.7	0.7	1.1
	<i>Cyperus</i> sp.		0.5		
Commelinaceae	<i>Commelia</i> sp.	3.8	3.2		
Cucurbitaceae	<i>Doyerea emetocathartica</i> Gros.		0.5	1.0	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dioscoreoides</i> Boiss.	1.9			
	<i>Euphorbia schlehtendalii</i> Boiss.	0			
	<i>Euphorbia</i> sp.	2.9		31.7	4.4
	<i>Jatropha neopauciflora</i> L.	1.4	4.1	0.3	
	<i>Jatropha rzedowskii</i> J. Jiménez Ram.				0.5
	<i>Pedilanthus cymbiferus</i> Schldt.			0.6	1.3

## Appendix 1 / Apéndice 1 (cont.)

Family / Familia	Species / Especie	Tropical Dry Forest (San Pedro Chicozapotes) / Bosque tropical seco (San Pedro Chicozapotes)		Tropical Dry Forest / Crasicaule shrubland (San Gabriel Casa Blanca) / Bosque tropical seco / Matorral crasicaule (San Gabriel Casa Blanca)	
		Dry / Seca	Rainy / Lluvias	Dry / seca	Rainy / Lluvias
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd		4.1		0.3
	<i>Acaciella angustissima</i> (Mill.) Kuntze	0.9			0.3
	<i>Caesalpinia pringlei</i> Britton & Rose	1.4		1.5	1.3
	<i>Dalea</i> sp.		0.5		
	ND			0.8	2.2
	<i>Havardia acatlensis</i> (Benth.) Britton & Rose				
	<i>Indigofera conzattii</i> Rose				2.2
	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	6.2			
				0.8	
	<i>Mimosa polyantha</i> Benth.		0.5	1.6	
	<i>Mimosa texana</i> var. <i>Filipes</i> (Br. & Rose) Barneby	0.9	0.5		
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. et Bonpl. ex Willd)			2.2	
	<i>Senna</i> sp.			0.1	1.1
	<i>Senna andrieuxii</i> (Benth.) H. S. Irwin & Barneby		0.5	1.4	
	<i>Senna polyantha</i> (Colladon) H. S. Irwin & Barneby			0.5	
	<i>Senna wislizeni</i> var. <i>pringlei</i> (Rose) Irwin & Barneby			1.2	9.2
	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz et Pavón) Harms.		0.5		
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria Formosa</i> Kunth	2.3	0.5	2.3	
Julianaceae	<i>Amphipterigium adstringens</i> Schide ex Schlecht	1.0		0.2	2.2
Loasaceae	<i>Eucnide grandiflora</i> (Groenl.) Rose	0.9		0.1	
	<i>Mentzelia hispida</i> Willd.			0.1	0.3
Lythraceae	<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.		3.7		2.4
Malpighiaceae	<i>Malpighia mexicana</i> Juss.				0.3
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth			6.2	1.3
Oleaceae	<i>Forestiera phillyreoides</i> (Benth.) Torr			0.8	
Plocospermataceae	<i>Plocosperma buxifolium</i> Benth.		0.9		
Poaceae	ND	2.9			2.4
	ND				0.1
	<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) A. S. Hitchc.	0.5			1.9
Primulaceae	<i>Anagalis arvensis</i> L.		0.5		0
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	16.8	1.4	0.1	4.7
	<i>Karwinskia mollis</i> Schltdl.			0.1	
	<i>Ziziphus</i> sp.			11.3	
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	0.5		0.3	
	<i>Randia capitata</i> DC.	2.4			
Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.				0.5
Selaginellaceae	<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. & Grev.) Spring	2.4	0.9	1.8	
Solanaceae	<i>Solanum lanceolatum</i> Cav.			1.6	8.1
	<i>Solanum</i> sp.				
Talinaceae	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.		51.6	0.1	
Typhaceae	<i>Typha</i> sp.	0.5	0.5	0.2	0.8
ND	11 ND species	10.6	6.8	4.5	14.6