

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DEL VENADO COLA BLANCA  
(*Odocoileus virginianus mexicanus*) EN SELVA BAJA CADUCIFOLIA  
ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA  
RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE HUAUTLA MORELOS

Por:

GONZALO PINEDA VÁZQUEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial  
Para Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Noviembre 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus mexicanus*) EN SELVA BAJA CADUCIFOLIA  
ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA  
RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE HUAUTLA MORELOS

Presentada por:

GONZALO PINEDA VÁZQUEZ

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada por el Presidente del Jurado

\_\_\_\_\_  
DR. José Francisco Rodríguez Martínez

Sinodal

\_\_\_\_\_  
Biol. Sergio Antonio Pérez Mata

Sinodal

\_\_\_\_\_  
MC. Luis Pérez Romero

Sinodal

\_\_\_\_\_  
MC. Leopoldo Arce González

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA

\_\_\_\_\_  
MC. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre 2006

## AGRADECIMIENTOS

*Quiero agradecer a todos mis maestros de formación teórica y de vida, esperando compartan este momento de realización.*

*Un sincero agradecimiento al Dr. José Francisco Rodríguez Martínez, por la paciencia y dirección del presente trabajo y mas aún por permitirme ser su amigo.*

*Mi reconocimiento al Biol. Sergio Antonio Pérez Mata, por la dedicación e interés en este trabajo y por su calidad humana.*

*Agradezco a mi comité revisor y de manera general a muchos “anónimos” por el apoyo desinteresado en la realización de este trabajo de investigación en vida libre.*

*Una mención especial para los integrantes de la UMA “Ixtilco el Grande” y su comité de vigilancia por el esfuerzo realizado en la ejecución operativa del estudio.*

*A mis guías de campo el Sr. Máximo Martínez y Prisco Leobardo.*

*Al Dr. Salvador Mandujano Rodríguez, pionero en investigaciones largas en vida libre del venado cola blanca en México por la motivación y el apoyo logístico que siempre estuvo dispuesto a brindarme*

*A la estación de Biología Chamela, en la costa de Jalisco y en especial al Dr. Ricardo Ayala Barajas por apoyar mi semestre de prácticas profesionales e iniciar mis intereses profesionales.*

## DEDICATORIA

*A todas las personas que comparten el gusto e interés por la fauna silvestre.*

*A los amigos, compañeros, conocidos todos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por permitirme compartir vida, sueños y la realización de quien termina felizmente esta etapa.*

*A esa sociedad que mira pasar a sus indiferentes frutos, con el ingrato pago del servicio.*

*A toda mi familia...*

*...y en especial a quien me enseñó que la fé, lo puede más.*

*Juanita Vázquez Morales, mi madre.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	i
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	ii
<b>RESUMEN</b>	iii
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	3
<b>EL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO</b>	3
<b>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>	6
<b>DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA Y MORFOLÓGICA DEL VENADO COLA BLANCA</b>	11
<b>IMPORTANCIA CINEGÉTICA</b>	22
<b>EVALUACIÓN DE LAS POBLACIONES DE FAUNA SILVESTRE</b>	24
<b>DENSIDAD DE POBLACIÓN</b>	25
<b>ESTIMACIÓN POBLACIONAL</b>	25
<b>MÉTODOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD DEL VENADO COLA BLANCA</b>	26
<b>Métodos directos</b>	26
<b>Métodos indirectos</b>	31
<b>IMPORTANCIA DE LOS MUESTREOS</b>	36
<b>SELECCIÓN DE LOS TRANSECTOS O “TRAYECTOS”</b>	37
<b>PARÁMETROS ESTADÍSTICOS PARA DETERMINAR LA VARIABILIDAD Y LA PRECISIÓN DE LOS MUESTREOS</b>	38

<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	40
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b>	41
<b>Selección de los sitios</b>	42
<b>Construcción de transectos para huella</b>	42
<b>Construcción de parcelas para excretas</b>	44
<b>Manejo de datos obtenidos en los muestreos</b>	45
<b>Análisis estadísticos</b>	45
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	46
<b>SELECCIÓN DE LOS SITIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TRANSECTOS</b>	46
<b>ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD DEL VENADO POR EL MÉTODO DE HUELLAS</b>	46
<b>ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD DEL VENADO UTILIZANDO EL CONTEO DE EXCRETAS</b>	49
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE MÉTODOS</b>	52
<b>CONCLUSIONES</b>	54
<b>RECOMENDACIONES</b>	55
<b>LITERATURA CITADA</b>	56
<b>APENDICES</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro N° 1. Riqueza de vertebrados terrestres en el bosque tropical caducifolio	4
Cuadro N° 2. Animales útiles en la reserva de la biosfera sierra de huautla.	10
Cuadro N° 3. Requerimientos nutricionales según la edad del venado cola blanca	19
Cuadro N° 4. Estudios de densidad (N° de individuos por km <sup>2</sup> ) de venado cola blanca realizados en diversos hábitats de México obtenidos con el método de conteo directo, huellas y excretas.	36
Cuadro N° 5. Resultado del tamaño de muestra en base al muestreo por el método de huellas	46
Cuadro N° 6. Estimación de la densidad poblacional utilizando el método de conteo de huellas	47
Cuadro N° 7. Resultado del tamaño de muestra en base al muestreo por el método de Excretas	49
Cuadro N° 8. Estimación de la densidad poblacional utilizando el método de conteo de excretas	50
Cuadro N° 9. Resultados entre métodos	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura N° 1. Mapa los bosques de México	5
Figura N° 2. Mapa el bosque tropical seco en el mundo	5
Figura N° 3. Detalle de las huellas del venado cola blanca macho y hembra	20
Figura N° 4. Grupos de excretas de venado cola blanca (nuevas y viejas)	21
Figura N° 5. Árbol donde talló sus astas el venado cola blanca	22
Figura N° 6. Esquema conceptual del método de transecto de línea	29
Figura N° 7. Ubicación Sierra de Huautla, el municipio y el área de estudio	41

## RESUMEN

Este trabajo de investigación realiza la estimación de la densidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en la unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) “Ixtlilco el Grande”, ubicada en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, en el estado de Morelos, la justificación del estudio es conocer la densidad poblacional para su aprovechamiento ecológicamente sostenible. La dificultad que se presenta en este tipo de ecosistema que corresponde al de selva baja caducifolia es la marcada variación estacional con una época seca y otra de lluvias que va desde los cuatro a los seis meses (Rzedowski 1978; Trejo y Dirzo, 2000). En el sitio de estudio se realizaron muestreos en las dos épocas utilizando el método de conteo de huellas y por recomendación de Aranda (2000) el modelo a utilizar es el de (Tyson, 1959), y el de conteo de excretas desarrollado por Eberhardt y Van Etten (1956). De esta manera se podrán discutir las diferencias y las conveniencias de utilizar los métodos en el área de estudio para monitorear la especie.

Los resultados encontrados para el método de huellas son una estimación de  $4.6 \pm 0.5$  ven/km<sup>2</sup> para época húmeda y de  $5.05 \pm 0.6$  ven/km<sup>2</sup> para época seca, con una media anual de  $4.8 \pm 0.2$  ven/km<sup>2</sup> y un coeficiente de variación anual en colecta de datos de 31% sin diferencias significativas entre épocas a un nivel de 95%, por lo que este método resultó ser consistente.

Para el método de excretas una estimación de  $4.4 \pm 0.2$  ven/km<sup>2</sup> para la época de lluvias y de  $9.53 \pm 0.3$  para la época de secas, con una media anual de  $7 \pm 0.3$  ven/km<sup>2</sup> con un coeficiente de variación anual de 91% siendo significativamente diferente entre épocas a un nivel de 95%.

Comparando los dos métodos utilizados en este estudio se concluye que el método de conteo de huellas ofrece resultados más confiables en las dos temporadas, por lo que los muestreos en la época seca serían suficientes para un monitoreo que detecte variación entre la población.

Palabras clave: venado, estimación, métodos, época seca, época húmeda.

## INTRODUCCION

México es un país megadiverso gracias a su ubicación latitudinal, aunado a una gran diversidad topográfica y geológica, originando con esto, una amplia variedad de ecosistemas y una considerable riqueza biológica, situándolo dentro de los 12 países con mayor diversidad en el mundo. Pero el desordenado desarrollo industrial, agropecuario y urbanístico ha causado graves daños al patrimonio natural del país, razón por la que se decretan áreas naturales protegidas como una medida para la conservación de los recursos naturales (SEMARNAT, 2003)

La Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH), ubicada en el estado de Morelos. Es un área biogeográfica relevante a nivel nacional en la que se estudia el ecosistema del bosque tropical caducifolio en los cuales habitan especies representativas de la biodiversidad nacional, incluidas algunas de las consideradas como endémicas, amenazadas y en peligro de extinción.

El ejido de “San Miguel Ixtlilco el Grande” del Municipio de Tepalcingo Morelos, tiene su área de uso común en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, y realiza aprovechamientos de tipo “extractivo” del venado cola blanca de la subespecie que habita la región que es la *mexicanus*, que de acuerdo a la Ley General de Vida Silvestre, disposición legal que regula la actividad cinegética, debe ser ecológicamente sostenible lo que implica la cacería sin dañar la capacidad regenerativa de la especie. La Dirección General de Vida Silvestre es la institución encargada de autorizar cada año una tasa de aprovechamiento basada en estudios realizados por los responsables técnicos de cada UMA's, que muestran la situación de la población conformada en primera estancia por la densidad y recomendable por la determinación de su estructura, es decir, la edad y proporción de sexos; el grado de detalle depende básicamente de las características de cada área y de los objetivos de cada UMA<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> En la Ley General de Vida silvestre, UMA se acorta a unidad de manejo para la conservación de vida silvestre, termino que será utilizado a lo largo del documento.

Actualmente la UMA llamada “Ixtilco” (del ejido del mismo nombre) pretende realizar trabajos sobre la dinámica poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) y en su primera etapa se intenta conocer su densidad, motivo por el cual se realizó el presente trabajo.

Considerando la variación estacional que se presenta en el área de estudio y se supone influye en la estimación poblacional, la cuestión resultante es si la densidad de población o bien el número de registros en los transectos se ven afectados por las diferencias evidentes entre las dos estaciones, época húmeda y seca. Por esta razón se planteó llevar a cabo muestreos en estas dos temporadas del año, y se decidió comparar los métodos de conteo de huellas y excretas para estimar la población y ver que tan significativas son las diferencias. De esta manera se podrá determinar el método más consistente para el monitoreo continuo.

Para esto se plantearon los siguientes objetivos:

El objetivo General es: estimar la densidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en la UMA “Ixtilco el Grande”. Ubicada en el Municipio de Tepalcingo Morelos.

Los objetivos específicos son:

- 1- Evaluar la estimación de la densidad del venado en selva baja caducifolia en dos períodos estacionales distintos del año: época húmeda y seca.
- 2- Comparación de los resultados obtenidos en ambas épocas por los métodos utilizados para estimar la densidad del venado en selva baja caducifolia

Hipótesis 1

H<sub>0</sub>: La densidad estimada del venado es similar en ambas épocas estacionales consideradas

H<sub>a</sub>: La densidad estimada del venado es diferente en ambas épocas del año

Hipótesis 2

H<sub>0</sub>: Alguno de los métodos utilizados para estimar la densidad poblacional del venado ofrece resultados más consistentes durante el año.

H<sub>a</sub>: Ninguno de los métodos es consistente en sus resultados durante el año.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### EL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

Los bosques tropicales caducifolios en México cubren 60% del área ocupada por los bosques tropicales del país (Trejo y Dirzo, 2000). Este tipo de bosque cubre grandes extensiones prácticamente sin interrupción desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas, penetrando hacia el interior del país siguiendo las vertientes de los ríos Santiago y Balsas y hacia la depresión central de Chiapas, a través del Istmo de Tehuantepec. En la vertiente del Atlántico ocurre en tres regiones aisladas, una ubicada al sur de Tamaulipas, sureste de San Luis Potosí, norte de Veracruz y noreste de Querétaro; otra se localiza en el centro de Veracruz y la tercera en la parte norte de la península de Yucatán, ocupando la mayor parte del estado de Yucatán y una fracción de Campeche. Además está presente en el extremo sur de Baja California, en las partes inferiores y medias de la sierra de la Laguna Giganta (Rzedowski, 1978).

Este bosque puede ser definido por su estacionalidad, fisonomía y afinidad climática, aunque exhibe una considerable variación espacial en estructura y composición de especies.

Se caracteriza principalmente porque la vegetación pierde sus hojas durante un periodo de cinco a ocho meses del año, presenta generalmente sólo un estrato arbóreo y sus árboles tienen una altura de ocho a doce metros, ramificándose a baja altura, además de que otras formas de vida, como arbustos y lianas, también son importantes (Trejo y Dirzo, 2000). El clima de las regiones donde ocurre es cálido y árido a subúmido. La temperatura promedio anual es de 22 a 26° C y la precipitación total anual varía de 400 a 1300mm, distribuyéndose en un periodo de cuatro a seis meses, lo que determina su marcada estacionalidad. En México este bosque es conocido también como **selva baja caducifolia** y fuera del país el término “tropical dry forest” o “seasonally dry tropical forest” es ampliamente usado, aunque también existen otros nombres que han sido utilizados para denominarlo (Rzedowski 1978; Trejo y Dirzo, 2000).

Su flora es muy diversa y en conjunto con los bosques tropicales subcaducifolios y espinosos, se estima que comprende el 20% de la flora mexicana (aprox. 6000 especies) siendo 40% de sus especies endémicas de México (Rzedowski, 1991). Su fauna también es diversa y con gran número de endemismos. El 33% de las especies de vertebrados conocidos en México han sido registrados en el bosque tropical caducifolio y de las 796 especies endémicas de México, 31% son encontradas en el bosque tropical caducifolio y 11% se distribuyen exclusivamente en este bosque (Ceballos, 1995).

Cuadro N° 1. Riqueza de vertebrados terrestres en el bosque tropical caducifolio (Ceballos, 1995).

	<b>Mamíferos</b>	<b>Aves</b>	<b>Reptiles</b>	<b>Anfibios</b>
Número de especies reportadas	70	265	66	19
Porcentaje del total reportado en México	35%	42%	34%	23%
Número de especies endémicas	15	23	31	11

En México este tipo de ecosistema se estudia principalmente en la **Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala** en el estado de Jalisco desde 1971, con una superficie de 13 142 ha con una administración compartida por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en Chamela y Mr. James Goldsmith, por medio de la Fundación Cuixmala.

Así como también desde 1993; en la **Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla** en el estado de Morelos con una superficie de 59 310 ha administrada por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, a través del Centro de Educación Ambiental e Investigaciones Sierra de Huautla (CEAMISH, 2003).

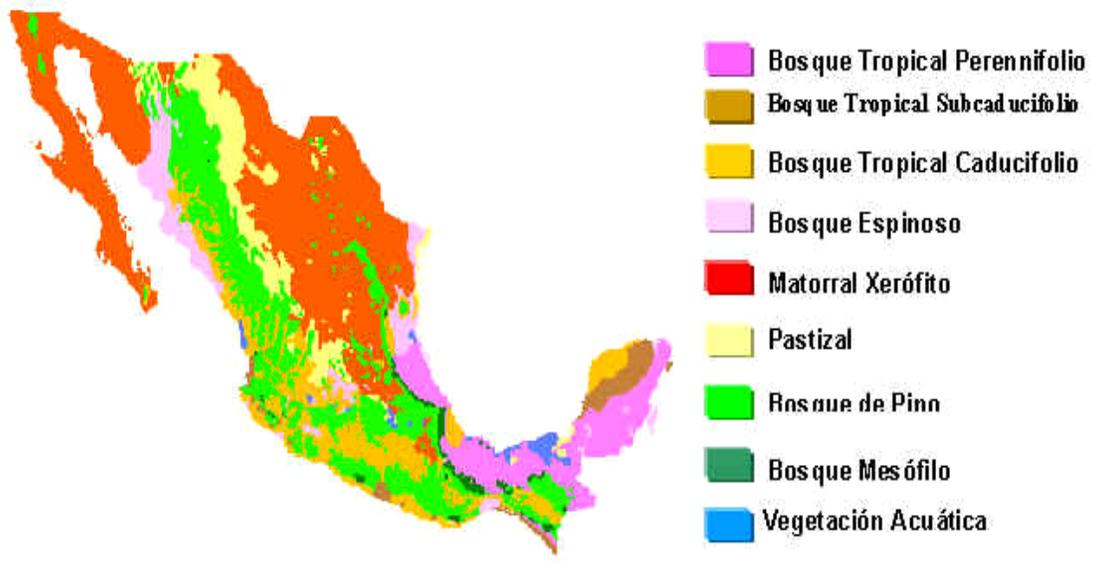


Figura N° 1. Mapa los bosques de México  
 Fuente: comisión nacional de áreas naturales protegidas 2004

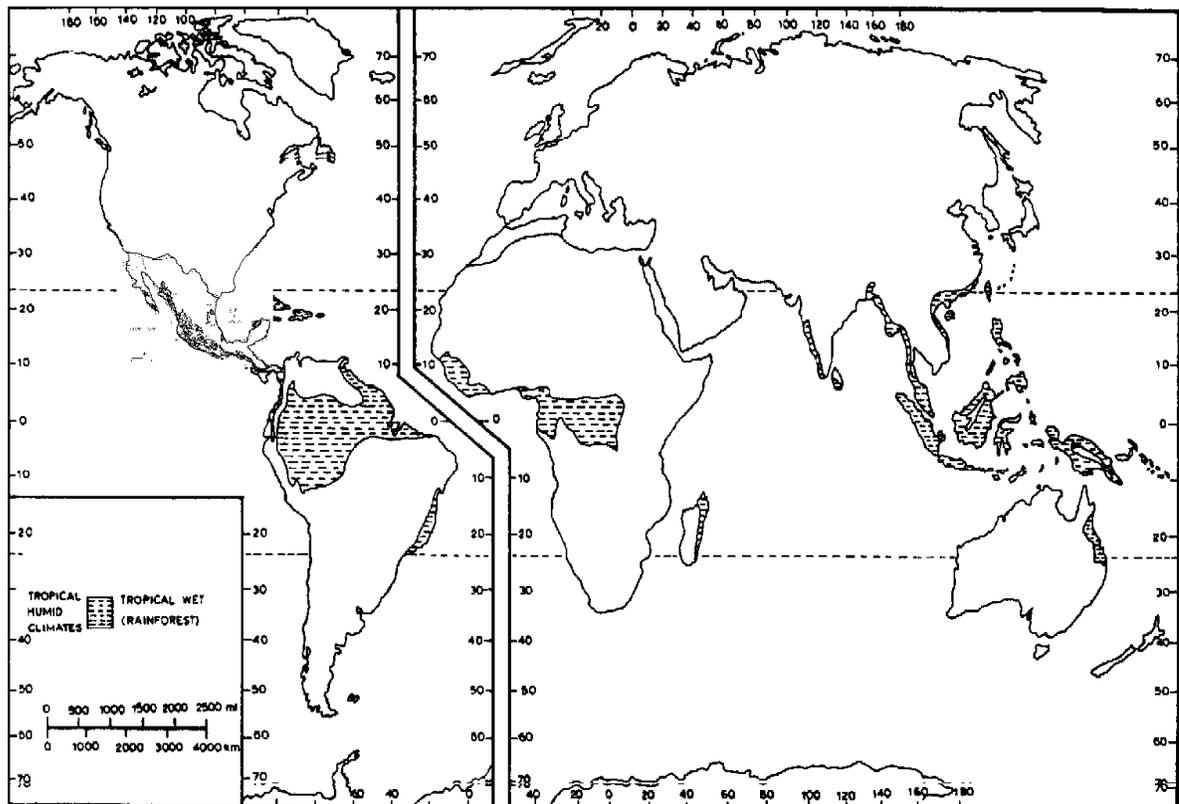


Figura N° 2. Mapa el bosque tropical seco en el mundo  
 Fuente: Trejo y Dirzo (2000) Instituto de Ecología UNAM

## CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### **Fisiografía**

La Sierra de Huautla se localiza en la vertiente sur de la Sierra Volcánica Transversal formando parte de la cuenca del Río Balsas, pertenece a la subprovincia del sur de Puebla construida por una gran variedad de rocas metamórficas de diferentes tipos y sedimentarias continentales, que incluyen depósitos yesíferos lacustres del mioceno. Esta provincia penetra al estado en su porción centro y está representada por una sierra volcánica de laderas escarpadas, formando lo que se denomina “enjambre de cerros”. El ejido presenta un relieve endógeno modelado de ladera volcánica, con erosión leve, caracterizado por altas pendientes (CEAMISH, 2003).

El ejido colinda en su parte sur y sureste con Puebla y se caracteriza porque el 60% de su superficie (área de estudio) es altamente montañosa, con elevaciones que van desde los 1100m (poblado) a los 1874msnm. (“cerro frío”, límites con Teotlalco Puebla). La parte plana 40%, 2140 ha la dedican a actividades agrícolas y es donde está el asentamiento urbano.

### **Clima**

El clima según Köppen modificado por García (1964) es: Awo (w) (i) g que corresponde al cálido subúmido, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano y presencia de canícula, con una temperatura media mayor de 25° C, con una oscilación térmica media mensual entre 5 y 7° C. La temperatura máxima es de 35.5° C en la época de Mayo a Septiembre, siendo la mínima de 14.5° C de Octubre a Febrero (un invierno no apreciable), una precipitación de 800mm fluctuando entre 600 y 900mm, la época de lluvias se presenta entre los meses de Junio a Octubre, siendo 100 los días más lluviosos del año, considerándose las mayores precipitaciones entre el 15 de Junio a la primera semana de Octubre (CEAMISH, 2003).

## **Suelos y geología**

De acuerdo con el mapa edafológico del INEGI (2000), el suelo predominante en el área del ejido es el Feozem háplico (tierra parda), caracterizada por las profundidades alrededor de 15 hasta 30cm. Los primeros se encuentran en laderas muy pronunciadas que oscilan entre 13 y 23° de inclinación con una mayor susceptibilidad a la erosión. Las zonas más profundas se ubican en lugares planos con pendientes de 5° a 8° (CEAMISH, 2003). La geología se compone principalmente por material riolítico, con afloramientos de areniscas en algunas partes de la zona.

## **Hidrología**

A causa del relieve del lugar, la hidrografía se conforma por las barrancas de corrientes de agua intermitentes (no permanentes) siendo frecuentes los ojos de agua.

Actualmente el ejido tiene una presa de agua ubicada cerca de la población, hacia la zona de uso común (área de estudio), además se cuenta con posos de agua cerca de la población, las cuales sirven para consumo humano.

## **Flora**

El tipo de vegetación corresponde al de bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978, Trejo y Dirzo, 2000). También llamado selva baja caducifolia (Miranda y Hernández X., 1963). Los principales atributos de esta vegetación, son el corto tamaño de sus componentes arbóreos, abundantes bejucos, el estrato arbóreo varía de 4 a 15 m y tiene un sotobosque bien desarrollado. Las numerosas especies de árboles y arbustos pierden las hojas que dominan las compuestas en la estación seca por periodos de cinco a siete meses, algunas especies arbóreas presentan cortezas brillantes y exfoliantes, (se desprenden en capas delgadas), y un elevado número de especies presenta exudado laticífero. Generalmente los troncos de los árboles son cortos y algunos torcidos, robustos y ramificados cerca de la base. El estrato herbáceo solo es evidente en la época lluviosa del año (García y Monroy, 1985).

De acuerdo con CEAMISH (2003), el ejido presenta una serie de variaciones, asociadas con las diversas especies de *Bursera*, *Euphorbia* y *Pseudosmodingium perniciosum*. La especie de *Bursera* más abundante es la *Bursera grandifolia* llamado comúnmente “Cuajote”<sup>1</sup> el Cuajote se caracteriza porque su corteza se desprende en escamas papiráceas. Cuando el cuajotal se encuentra bien desarrollado los árboles que lo constituyen pueden alcanzar hasta 12 o 15m de altura. Otras especies conspicuas de esta asociación son: *Ceiba aesculifolia*, *Ceiba parvifolia* (Pochote); *Amphipterygium adstringens* (Cuachalalate); *Lysiloma divaricata* (Tepemesquite); *Ipomea arborescens* (Cazahuate). También es frecuente la presencia de copales como *Bursera copallifera*, *B. bicolor*, *B. glabrofolia* y *B. aoloexylon*. Otras especies de *Bursera* son *Bursera longipes* y *Bursera morelensis*.

Otras asociaciones compuestas por árboles de talla más grande que el promedio de la selva baja corresponden al bosque semi-caduco, bosque tropical subcaducifolio, o bosque tropical subperenifolio (Rzedowski, 1991). El cual está presente en las tierras profundas a lo largo de arroyos no permanentes donde el estrato arbóreo va de 10 a 25 m llamada también vegetación riparia y se caracterizan por crear microclimas y tienen su representación en las siguientes especies: *Licania arborea* (Cacahuananche); *Sapindus saponaria*, *Guazuma ulmifolia* (Cuaulote). Y diversas especies del género *Ficus* (Amate).

También existen otras asociaciones de vegetación secundaria formadas principalmente por arbustos espinosos de la familia *Fabaceae* como son: *Acacia pennatula*, *A. cochliantha*, *A. bilimeckii*, *Mimosa polyantha*, *M. benthamii*, *Eysenhardtia polystachya* y otras.

En el área hay presencia de una gran cantidad de especies de cactáceas columnares y otras menores como biznagas. La especie más importante desde el punto de vista comercial y comestible es la pitaya; *Stenocerus stellatus* (García y Monroy, 1985).

Maldonado (1990; citado por Cruz, 2000), tiene una lista de recursos vegetales que han sido de importancia para resolver distintas necesidades como alimentación, salud, construcción y herramientas entre otras cosas, a continuación se presenta.

*Especies medicinales*

**Nombre común**

Cuachalalate  
Copal  
Ticumaca  
Nopal  
Bejuco de tres costillas  
Zacate chicha  
Cumulote  
Granjel  
Panícuca  
Cuatecomate  
Biznaga  
Cazahuate prieto  
Palo dulce  
Tapacola  
Cacalosúchitl  
Tlachichinole  
Hierba del golpe

**Nombre científico**

*Amphipterygium adstringens*  
*Bursera coccinifera*  
*Bursera bicolor*  
*Opuntia sp.*  
*Serjantia schiedeana*  
*Brickellia cavanillesi*  
*Guasuma ulmifolia*  
*Randia echinocarpa*  
*Cochlospermum vitifolium*  
*Crescencia alata*  
*Coryphanta bumama*  
*Ipomea murcodes*  
*Eysenhardtia polystachya*  
*Waltheria americana*  
*Plumeria rubra*  
*Akohleria deppeana*  
*Lopezia racemosa*

*Especies frutales*

**Nombre común**

Guamúchil  
Ciruelo  
Guaje  
Bonete  
Anona  
Garambullo  
Guajocote  
Ciruelo del cerro  
Pitaya

**Nombre científico**

*Pithecellobium dulce*  
*Spondia bombin*  
*Leucaena esculenta*  
*Jacaratia mexicana*  
*Annona squamosa*  
*Myrtillocactus geometrizans*  
*Malpighia mexicana*  
*Spondias purpúrea*  
*Stenocercus stellatus*

*Especies utilizadas para la construcción*

**Nombre común**

Tepemezquite  
Tocolhuixtle  
Paraca  
Palo brasil  
Mezquite  
Guaje  
Cuabata blanca  
Cuabata negra  
Palo dulce

**Nombre científico**

*Lysiloma divaricada*  
*Mimosa bentamii*  
*Senna skineri*  
*Haematoxylon brasiletto*  
*Prosopis laevigata*  
*Leucaena leucocephala var. Glabrata*  
*Acacia pennatula*  
*Acacia cochiacantha*  
*Eysenhardtia polystachya*

## Fauna

Debido a su posición geográfica, en el Estado de Morelos, encontramos fauna mastozoológica de origen templado y tropical (Ceballos, 1995).

Los estudios faunísticos que se han realizado en Sierra de Huautla, se han limitado (hasta hace algunos años) a listados de varias localidades, los usos que tradicionalmente se le dan a los recursos faunísticos son los siguientes:

Cuadro N° 2. Animales útiles en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, (CEAMISH, 2003)

	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	USO
MAMIFEROS	<i>Dasyus novemcintus</i>	Armadillo	Comestible, Artesanal
	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	Comestible
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	Comestible
	<i>Nasua nasua</i>	Tejón	Comestible
	<i>Conepatus mesoleucus</i>	Zorrillo	Medicinal
AVES	<i>Carduelis psaltria</i>	Gorrión mexicano	Ornato
	<i>Columbina inca, C. passerina</i>	Tortolita	Comestible
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	Medicinal
	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	Ornato
	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria de fuego	Ornato
	<i>Leptolita vereauxi</i>	Viudita	Comestible
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	Ornato
	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca	Comestible
	<i>Passerina amoena</i>	Colorín cabeza azul	Ornato
	<i>P. versicolor</i>	Colorin morado	Ornato
	<i>Pheucticus crysopeplus</i>	Picogrueso amarillo	Ornato
	<i>Phylortyx faciatus</i>	Codornis copetona	Comestible
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Ornato
	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacocle pico curso	Ornato
		<i>Turdus rufopalliatus</i>	Primavera dorso canela
	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota	Comestible
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma blanca	Comercial
REPTILES	<i>Crotalus durissus</i>	Vibora de cascabel	Comestible Medicinal
	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana	Comestible, Medicinal
PECES	<i>Cichiasoma istlanum</i>	Mojarra	Comestible, Comercio
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa herbivora	Comestible, Comercio
	<i>Istlarius balsanus</i>	Bagre	Comestible, Comercio

## DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA Y MORFOLÓGICA DEL VENADO COLA BLANCA

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es una especie de fauna silvestre que pertenece a la familia de los “cérvidos” (*Cervidae*), la cual incluye entre otras especies de América del norte al “alce” *Alces alces*, “elk” o “Wapiti” *Cervus alephus*, “caribú” *Rangifer tarandus*, “venado bura” *Odocoileus hemionus* y “temazate” *Mazama americana* (Leopold, 1977).

Taxonómicamente el venado cola blanca pertenece al orden de los Artiodáctilos (ungulados) que se caracterizan por poseer pie con casco o pezuña con dedos pares, las manos y patas del venado cola blanca tienen cuatro dedos, pero en las huellas generalmente sólo aparecen dos, los centrales. Los dedos pequeños, también llamados pezuñas falsas, pueden aparecer en las pisadas únicamente cuando el venado corre, salta, camina sobre un terreno suave, o de bajada sobre una pendiente fuerte. Es una especie de rumiante silvestre que se encuentra en casi todo México (Villarreal, 1999).

Clasificación taxonómica del venado cola blanca subespecie *mexicanus* (objeto de estudio)

### Clasificación Taxonómica

Reino: *Animalia*

Phylum: *Chordata*

Clase: *Mammalia*

Orden: *Artiodactyla*

Familia: *Cervidae*

Género: *Odocoileus*

Nombre científico: *Odocoileus virginianus* Zimmermann

Subespecie: *O. virginianus mexicanus*

Nombre común: Venado cola blanca

(Álvarez y Medellín, 2005)

En México existen cuatro especies de cérvidos: el “venado cola blanca” *Odocoileus virginianus*, “venado bura” *Odocoileus hemionus*, y el “temazate” *Mazama americana* y *Mazama gouazoubira* o *M. pandora*. El venado cola blanca es la única de estas cuatro especies de cérvidos que ha tenido la capacidad de poder distribuirse sobre la mayor parte del territorio Mexicano, siendo la excepción la península de Baja California (Leopold, 1977).

Para el continente americano, de donde es originario el género de cérvidos *Odocoileus*, se reconocen principalmente 38 subespecies de venado cola blanca; 30 para la parte norte y centro del continente y 8 para la parte sur del continente. Para México se estima que existen 14 de las 30 especies, aunque hay autores que mencionan que solo deberían clasificarse 4 o 5 por las no muy notables diferencias fenotípicas (Juárez, comunicación personal)

### **Características descriptivas de la especie**

Es pequeño con una cola que lleva levantada verticalmente como una bandera blanca cuando el animal corre. El color del cuerpo es café grisáceo en el invierno, café rojizo en el verano y con el vientre blanco; los machos presentan astas temporales (cuernos) ramificadas en forma de basal de la que salen puntas, en algunas ocasiones hay individuos que presentan astas sencillas y sin ramificar (aleznillos), llamados así por el parecido que tienen con una navaja puntiaguda (alezna) que es un instrumento de trabajo que utilizan los zapateros (Villarreal, 1999).

Cada cornamenta tiene por lo general 10 puntas, pero en algunas regiones 8 a 6 es el número normal para los adultos. Las crías nacen de un color café oscuro rojizo con pintas blancas, coloración que conservan hasta alrededor de los tres meses (Leopold, 1977).

Cabeza y cuerpo (largo) 1m. A 1.3m; cola 18cm. a 27cm. Con una alzada promedio de 86 a 95cm. Y un peso en animales vivos, machos de 36 a 60kg; y hembras 27 a 45kg. (para la especie *mexicanus*).

## **Hábitat**

La fauna silvestre requiere satisfacer sus necesidades de cobertura, alimento y agua. En general las especies ocupan zonas que satisfacen dichas necesidades, estos sitios reciben el nombre de hábitats. Los requerimientos varían entre especies, además para una misma especie estos pueden variar dependiendo de la época del año y de sus necesidades fisiológicas (Bello et al., 1996). El venado cola blanca se encuentra prácticamente en todos los hábitats, siempre que estos le proporcionen suficiente refugio y alimento (Leopold, 1977).

Según el mismo autor, dice que las más altas poblaciones de venado cola blanca en México se encontraron en los bosques de pino-encino, principalmente en la Sierra Madre Occidental. En la cuenca del río Gavilán al oeste de Chihuahua donde se calculó una densidad de 30 a 40 venados por milla cuadrada (equivalente a 11-15 venados por kilómetro cuadrado). Esto fue antes de que estas zonas fueran invadidas por los aprovechamientos forestales en 1938. También se registraron densidades similares en las mesetas protegidas de pino-encino de la sierra de Tamaulipas en 1945, en las montañas vírgenes del sur de Durango en 1946, en algunos lugares aislados en la sierra del Carmen Coahuila en 1953, en los bosques de mezquite en el sur de Sonora y norte de Tamaulipas y el estado de San Luis Potosí.

Por otra parte; Ezcurra y Gallina (1981), señalan, las mismas localidades de la Sierra Madre Occidental, las mesetas de la Sierra de Tamaulipas y la Sierra del Carmen en Coahuila, como regiones de altas densidades de población.

El estudio realizado por Mandujano (1999), en un bosque tropical caducifolio, demuestra que la densidad de población estimada como promedio en 5 años es de 11 venados por kilómetro cuadrado. Según Gallina (2001), se encuentra por debajo de los 17 venados por kilómetro cuadrado, de la capacidad de carga estimada para ese hábitat.

## **Comportamiento del venado cola blanca en selva seca**

El venado generalmente no es una especie de hábitos gregarios, sin embargo es común que se formen pequeños grupos de 4 a 6 hembras, de dos a más hembras con sus crías o bien que se agrupen dos o más machos adultos o juveniles durante las épocas que no corresponden al empadre.

El comportamiento de los machos en grupos de diferentes edades, es común observarlo desde los meses de Febrero y Marzo, hasta el mes de Octubre. Durante la época de apareamiento los machos tienden a mantenerse separados de otros, pero se les observa acompañados de una o dos hembras adultas, las cuales comúnmente se acompañan además de una o dos crías nacidas en el verano. El tamaño y forma del ámbito hogareño está relacionado con las características del hábitat donde vive el venado, de lo que dependen los movimientos diarios que realizan dentro de su hábitat (Villarreal, 1999).

En la **selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco**, los venados no forman manadas, por lo que es mas frecuente observar individuos solitarios durante todo el año, mientras que es común observar a las hembras con sus crías de ese año y en ocasiones una cría hembra del año anterior, es el grupo social mas frecuente.

Los estudios sobre ecología en selva baja caducifolia con fragmentos de selva mediana, llevados a cabo por Mandujano (1999), indican que todo el año el venado prefiere la selva baja como área de descanso y crianza. Únicamente durante las épocas secas, el venado selecciona las partes altas de las colinas con exposición norte debido a la mayor humedad que se presenta en este sitio.

Resultados preliminares sugieren que durante la época seca la estrategia de los venados es moverse menos (1.4 kilómetros por día), dentro de un área pequeña de 11 hectáreas con el fin de disminuir los gastos energéticos y los riesgos de depredación en un momento cuando la disponibilidad de recursos en el hábitat es baja. Por el contrario durante la época de lluvias, los venados incrementan sus desplazamientos (2.5 kilómetros por día) y su área de actividad de 24 a 44 hectáreas lo cual debe estar relacionado con un balance positivo entre la energía invertida, la

búsqueda de alimento y la recompensa obtenida al encontrar plantas en un periodo cuando el hábitat ofrece mayor cobertura de protección contra el clima y depredadores. La poca movilidad de la especie en la época seca se debe a la grasa que almacenan los animales proveniente de los alimentos de la época de lluvias puesto que se ha demostrado que los venados tienen la capacidad de catabolizar grasas obteniendo del 20 al 30% de sus requerimientos energéticos (Gallina, 2001).

## **Reproducción**

El venado cola blanca es considerada como una especie poliéstrica estacional, sin embargo debido a su amplio margen de distribución, la estacionalidad de esta especie es sumamente flexible, estando relacionada por completo a la latitud geográfica. Así por ejemplo, mientras que en el norte de Canadá el venado cola blanca se reproduce durante un periodo no menor de 70 días de Octubre a Diciembre, en el Perú esta especie tiende a reproducirse durante casi todo el año, presentando características casi propias de una especie poliéstrica continua.

Para que ocurra la reproducción, se requiere de mayores aportes de energía y nutrientes que los normalmente necesitados para el mantenimiento corporal. En los venados, ambos necesitan aportes extras de energía, la hembra que produce el feto y leche para la crianza y el macho para la producción de astas y depósitos grasos e hipertrofias musculares localizadas (ensanchamiento del cuello), necesarias para la competencia por las hembras (Aranda, 2000).

En los climas templados, donde la estacionalidad es marcada, es lógico que la reproducción esté ligada a una época del año, de tal forma que la fase de mayor demanda de energía se sincronice con la estación de mayor abundancia y calidad de alimentación (Araiza y Weber, 1996).

## Gestación y nacimientos

Los cervatos o cervatillos nacen después de un periodo de gestación de aproximadamente 200 días el cual puede fluctuar entre 195 y 212 días, las hembras alcanzan su madurez sexual a la edad de 1.5 años (finales de otoño) y paren un solo cervato durante el siguiente verano (2 años de edad) cuando su edad fluctúa entre los 3 y 7 años es común que los partos sean gemelares (Villarreal, 1999).

En la selva baja de Chamela, Jalisco se encontró que menos del 50% del total de las hembras tuvieron crías. Aparentemente en este sitio las hembras jóvenes no se reproducen en el primer año, si no hasta el segundo (Mandujano, 1999).

En la reserva de la Biosfera “la Michilía” Durango; el periodo empieza en Noviembre y termina en Enero, durante este periodo el macho busca a las hembras y las acompaña por tres o cuatro días mientras las cubre, los machos generalmente no forman *harem*, y en ocasiones cuando llegan a encontrarse dos machos, pelean por las hembras y el más fuerte es quien las cubre. (Ezcurra y Gallina, 1981).

En venadas criadas en cautiverio en la sierra madre occidental se reportó que en los partos sencillos la duración de la gestación en promedio es de 197 días y que en las gestaciones gemelares el promedio es de 200 días (Galindo y Weber, 1998). De manera general, el apareamiento puede tener lugar entre junio y febrero, siendo mas temprano en regiones tropicales y tardías en zonas áridas, templadas y frías (Aranda, 2000).

La relación hembras machos nacidos, casi siempre es de 1:1, se reporta que el periodo de lactancia de los cervatos subespecie *taxanus* tiene una duración de dos meses (Villarreal, 1999) y para la subespecie *Couesi* de 4 a 5 meses (Galindo y Weber, 1998). Sin embargo es común que a partir de la segunda o tercera semana de nacidos, los cervatos comiencen a consumir forraje natural. Cabe destacar que este periodo de lactancia constituye para las hembras el periodo de mayor desgaste energético de su ciclo fisiológico.

## **Longevidad**

Se estima que el venado cola blanca puede llegar a vivir de 15 a 20 años en condiciones controladas, pero en condiciones naturales no ocurre así, ya que la dentadura del venado después del séptimo u octavo año de vida, se encuentra tan desgastada (como resultado de la abrasión que se produce al masticar follaje natural) que es posible que muera por inanición o que la falta de una nutrición adecuada los haga presa fácil de los depredadores, la fórmula dental del venado cola blanca, que es un método confiable para determinar su edad por el frecuente desgaste es la siguiente: (I 0/3, C 0/1, PM 3/3, M 3/3 = 32).

Los parásitos o enfermedades de diversas clases pueden tener mayor significancia que los depredadores al reducir el vigor de una población de venados, particularmente en los trópicos, las garrapatas que chupan la sangre abundan en los venados, también sufren por plagas como los mosquitos, larvas, moscas de los venados y otras plagas internas (Escarra y Gallina 1981).

Una de las enfermedades más comunes es la parasitosis gastrointestinal que en Estados Unidos se presentan tanto a las poblaciones libres como a las cautivas, en tanto que para México no se ha registrado datos de mortalidad por esta causa. Sin embargo representa un serio problema para animales confinados en Zoológicos y criaderos (Juárez, 1986)

En selva baja las tasas de sobrevivencia encontradas de la categoría crías a jóvenes fueron de 0.79 y de 0.63 de juveniles a adultos. La primera época de seca a la que se enfrentan los venados jóvenes es determinante para su sobrevivencia, sobre todo en machos jóvenes. La sobrevivencia de las crías hembras es más alta, pues permanecen por más de un año con sus madres. En este ecosistema, el final de la época seca (entre Mayo y Junio). Puede considerarse el periodo más crítico del crecimiento de la población (Mandujano, 1999).

## **Alimentación**

El venado cola blanca ha sido clasificado dentro del grupo de los rumiantes selectores de los sustratos alimenticios porque seleccionan plantas ricas en contenidos celulares de rápida fermentación, fácilmente digeribles y nutritivos, pues no toleran una lenta digestión de fibra ya que presentan un rumen pequeño con relación al tamaño corporal. Los requerimientos de manutención en machos son mayores que los de las hembras por su mayor tamaño, en cambio los requerimientos energéticos de las hembras lactantes son mayores a los de las hembras vacías (Zapata, 2002).

Según Chargoy (1977), los hábitos dietéticos de los venados siguen la fenología de la reproducción y fluctúan según la disponibilidad de alimento. Generalmente son ramoneadores cuando el clima lo permite y consumen gramíneas cuando son las únicas especies disponibles o algunas veces consumen pastos tiernos durante la época de lluvias.

Para el área de estudio la mayoría de especies preferidas son invasoras secundarias de terrenos donde ha sido perturbado el bosque, explicándose su persistencia a pesar de los desmotes. Además de ramonear, el venado come también muchas clases de frutas cuando puede conseguirlas (García y Monroy, 1985).

En trabajos sobre la dieta del venado cola blanca llevados a cabo por Arceo *et al.* (1998), y Silva Villalobos *et al.* (1999), en el bosque tropical caducifolio, encontraron que; 178 plantas incluidas en 30 familias pero 8 de ellas constituyen más del 50% de su alimentación. En dichos trabajos las *leguminosas*, *euphorbiaceas*, *convolvulaceas*, *malvaceas* y *anacardiaceas* fueron las más importantes y las de mayor valor nutritivo (Mandujano 1999, Gallina 2001). En este ecosistema, el consumo de partes vegetativas (hojas y ramas) fue alto todo el año, mientras que en la época seca las partes reproductivas (flores y frutos) constituyeron hasta un 29% de la dieta. Los arbustos (*Acalypha spp.*) y bejucos (*Ipomea spp.*) fueron los más importantes en su dieta durante la época de lluvias cuando el hábitat provee una alta abundancia de plantas de alto valor nutricional mientras que incrementa la diversidad en época seca cuando hay menor cantidad de alimento de baja calidad nutricional (Mandujano, 1999).

La dieta anual del venado cola blanca en matorral xerófilo, incluye 51 especies forrajeras de las cuales 34 corresponden a arbustivas y herbáceas (63%), el resto son pastos. En la Reserva de la Biosfera la “Michilía” en Durango, Gallina *et al.* (1981), reporta que las especies de valor alimenticio para el venado se conforman de manzanita, encino, madroño, guasapol y gatuña. La dieta del venado se encuentra basada en árboles y arbustos mientras que el ganado consume principalmente pastos, en esta región se practica la rotación de ganado en potreros, mientras que la fauna se mueve libremente.

Cuadro N° 3. Requerimientos nutricionales según la edad del venado cola blanca Villarreal (1999).

<b>Edad</b>	<b>Alimentación</b>
1 semana	Depende de la leche materna
2-3 semanas	Comienza a consumir forraje
4-5 semanas	Puede consumir alimentos duros como "bellotas o semillas"
Adulto	Consume de 2 a 3 Kilogramos de materia seca por día siendo mayor el consumo en primavera y otoño

Estudios sobre la dinámica poblacional del venado cola blanca llevados a cabo por Mandujano y Gallina (2005), en selva baja, demuestran que cuando no existen fuentes permanentes de agua, el venado aprovecha el rocío y contenido de humedad de la vegetación y de los diversos frutos. De los cuales una especie importante es el fruto del árbol *Spondias purpurea* de la familia *Anacardiaceae* conocida comúnmente en Morelos como “ciruelo de cerro” el cual provee hasta de 10 litros de agua por hectárea al final de la época seca (entre mayo y junio). Aún cuando la densidad sea baja, los frutos de este árbol constituyen el 15% de la dieta del venado. Sus semillas son alejadas del árbol parental y regurgitadas en sitios cercanos a los echaderos. Las tasas de germinación de las semillas regurgitadas son mayores haciendo una comparación con las semillas de los frutos que no son consumidos por los venados. El modo de forrajeo de la chachalaca (*Ortalis poliocephala*) sobre este árbol provoca que caigan los frutos y queden disponibles en el suelo donde el venado los consume. En ausencia de esta ave la tasa de caída de los frutos es cinco veces menor que con su presencia.

### **Huellas**

Según Aranda (2000), las manos y patas del venado cola blanca tienen 4 dedos pero en las huellas generalmente aparecen dos, los centrales. Los dedos pequeños también llamados pezuñas falsas pueden aparecer únicamente cuando el venado corre, camina o salta sobre un terreno suave o de bajada por una pendiente fuerte.

Las huellas de las manos y de las patas son básicamente del mismo tamaño y pueden medir entre 5 y 6.5 cm. de largo por 3 a 5 cm. de ancho. Durante una caminata, comúnmente las huellas aparecen encimadas, a veces tan perfectamente que puede resultar difícil distinguir que en realidad son dos pisadas. Durante una carrera las huellas pueden quedar en una disposición de galope diagonal o lateral. También puede suceder que se encuentre una huella aparentemente muy larga, pero al examinarla con cuidado o hacer un molde, se comprueba que eran dos pisadas. Las huellas pueden encontrarse sobre los caminos hechos por el hombre y en general en cualquier sitio donde el terreno tenga condiciones adecuadas.

El borde de las pezuñas es bastante duro, de manera que se marca sobre el suelo compacto sea seco o húmedo y las huellas pueden aparecer como dos delgadas líneas que se unen en uno de sus extremos. De acuerdo con las experiencias de Aranda (2000, quién se apoya en Sell, 1966) Parece ser que en los venados adultos hay una clara diferencia entre las huellas de machos y hembras. En los primeros las huellas son anchas y redondeadas y su relación largo/ancho es aproximadamente de 1.0 mientras que en las hembras las huellas son angostas y puntiagudas y su relación largo/ancho es aproximadamente de 1.5. Sin embargo siempre queda el problema que plantearían los machos jóvenes y hembras de avanzada edad pues en ambos la relación largo/ancho es aproximadamente de 1.3, de modo que hay que considerar más detalles para poder determinar el sexo del animal.

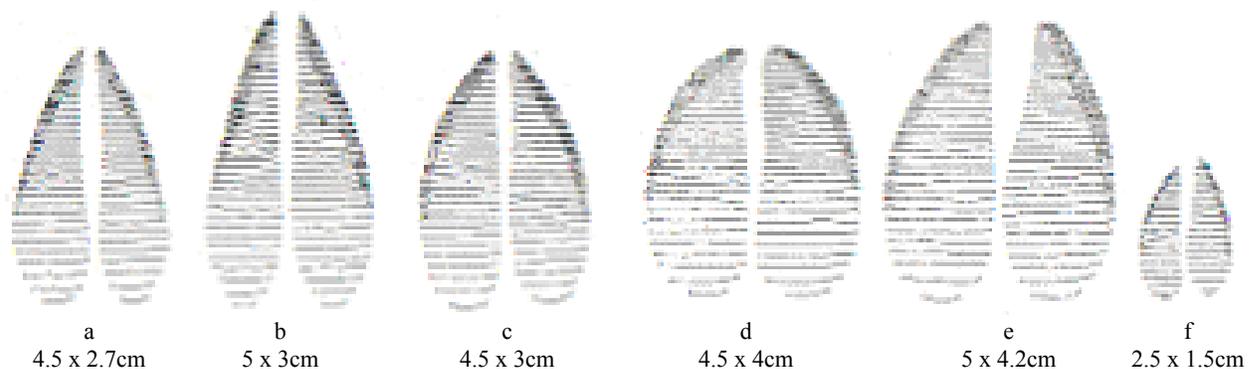


Figura N° 3. Rastros del venado cola blanca: a, b, y c son huellas de hembras; d y e huellas de machos; f huella de una cría de un mes. (Aranda, 2000).

Las huellas del venado cola blanca tienen una típica forma acorazonada, con las puntas de las pezuñas muy unidas.

## Excretas

Las excretas son cagarrutas de materia vegetal de forma y tamaño variables, aunque rara vez pasan de 1.5 cm. de largo, y pueden aparecer sueltas o compactadas en un paquete de mayor tamaño, cuando están frescos son de color verdoso, de consistencia suave y húmeda; una vez secos son duros y de color café oscuro o negro.



a



b

Figura N° 4. Grupos de excretas de venado, cuando nuevas son brillosas a), y cuando viejas son opacas b).

Los grupos de excretas se encuentran en cualquier sitio, más frecuentemente sobre sus senderos o sitios de alimentación, pero no sobre caminos hechos por el hombre a menos de que se trate de un camino muy poco utilizado (Aranda, 2000)

## Otros rastros

Dentro de sus sitios de habitación, los venados se desplazan por senderos que comunican los sitios de descanso con los de alimentación. Cuando los venados se desplazan en grupos lo hacen en una sola fila, de tal manera que los senderos son angostos, durante parte del día y de la noche, los venados descansan y rumian en echaderos localizados en sitios con denso sotobosque, los cuales pueden identificarse por que se observa la hierba aplastada y por la presencia de pelos.

Las astas del venado cola blanca se caen año con año y constituyen un rastro muy característico de presencia, pero en sitios donde el sotobosque es muy denso no se encuentran fácilmente.

Cuando las astas llegan a su máximo desarrollo y comienza a secarse la piel que las cubre, los venados las tallan fuertemente contra arbustos y árboles pequeños para que termine de desprenderse la piel, dejándoles marcas muy características, en ocasiones queda toda la corteza desprendida en un tramo de 50 cm.



Figura N° 5. Árbol donde talló sus astas el venado

### **IMPORTANCIA CINEGÉTICA**

La fauna silvestre, es un recurso que desde la época prehispánica era parte de la cultura de todos los pueblos, ya que las familias indígenas desde siempre aprovecharon este recurso para obtener sustento, vestido e incluso la tomaron como parte de sus mitos y rituales (Díaz, 1996).

Los aztecas en el esplendor de Tenochtitlán fueron grandes consumidores de pieles de venado. Las utilizaban para vestido, objetos decorativos, pero en especial, para la elaboración de sus códices, elemento principal para resguardar la memoria histórica del pueblo Mexica. La guerra vio también en la piel del venado una utilidad principal, ya que con ella se manufacturaban escudos para los guerreros. El códice Mendocino consigna que cada año se recibían 530 rodeles (escudos) corrientes y 69 de ricas plumas. Así el concepto de rancho cinegético actual tiene, al menos en el altiplano de México una fuerte raigambre indígena (Téllez, 1996).

Estos son Otros nombres con los que se le conoce al venado cola blanca en México:

Keh; cultura Maya

Mazatl; cultura Náhuatl

Desde el punto de vista cinegético, el **Boone and Crocket Club** y **Safari Club Internacional** clasifica sólo tres de las 14 subespecies que hay en el país y esta es la principal razón por lo que se cuentan con mejores densidades de población de estas subespecies y reciben mayor protección por parte de los ganaderos y propietarios de los predios. La subespecie *texanus* es la más codiciada, como se ve en la Ley Federal de Derechos donde se establecen los montos a pagar por los servicios de flora y fauna; el precio de esta subespecie supera en 100%, al resto de las otras subespecies del país, siendo cazadores extranjeros los mayores consumidores.

Villarreal (1999), menciona las tres subespecies con clasificación cinegética:

- 1.- *Odocoileus virginianus texanus* conocida comúnmente como “texano”, se localiza principalmente en el noreste de Coahuila, norte de Nuevo León y noroeste de Tamaulipas.
- 2.- *Odocoileus virginianus couesi* conocida como “coues”, se localiza principalmente en los estados de Chihuahua y Sonora.
- 3.- *Odocoileus virginianus carmines* conocida popularmente como “venado del carmen” se localiza en las serranías del norte de Coahuila.

Por otra parte en el estado de Morelos a la creación de UMA's donde se caza el venado cola blanca se le dio impulso recientemente (año 2000), según las estadísticas publicadas por la Dirección General de Vida Silvestre en el Estado, en el periodo 2002-2003, se otorgó tasas de aprovechamiento en nueve UMA's de las 11 que se encuentran registradas, con un total de 114 ejemplares ofertados, de los cuales más del 70% fue para el consumo de los propietarios.

## EVALUACIÓN DE LAS POBLACIONES DE FAUNA SILVESTRE

Hacer una evaluación de poblaciones de fauna silvestre no es una tarea fácil debido principalmente a que a diferencia de la flora, estos se encuentran en constante movimiento por eso se recurre a otro tipo de técnicas, para minimizar errores. Específicamente para el caso de mamíferos, algunos son fácilmente vistos, pero otros son altamente sigilosos y frecuentemente huyen antes de ser detectados. Situación que se complica si presentan bajas densidades; por esto muchos estudios de mamíferos raramente han sido por conteo directo.

Como resultado de estos problemas, otras medidas frecuentemente utilizadas son contar el número de excretas, huellas o rastros de alimentación dando índices de población que una vez ajustados mediante algunos supuestos y modelos desarrollados por estudiosos del tema se puede estimar la densidad de la población (Galindo y Weber, 1998).

Para el adecuado manejo de una especie animal como un recurso natural, el conocimiento de la dinámica poblacional es esencial; porque permite tener el conocimiento del *status* de la población y a partir de esta información se puede elaborar una estrategia apropiada de manejo. La dinámica de alguna población animal está en función de la densidad poblacional, estructura de edades, relación de sexos y tasa de crecimiento. Estos parámetros cambian con el tiempo y algunas veces no es posible obtener una información exacta y completa de sus interacciones. Cuando esto ocurre es necesario evaluar los parámetros más importantes, ejemplo de ello es la densidad de población la cual servirá para generar lo mejor posible un programa de manejo (Ezcurra y Gallina, 1981).

Durante el desarrollo del trabajo de campo (dependiendo de los objetivos) raramente será posible estudiar por completo la comunidad o población de interés por lo que normalmente se recurre a extraer muestras de ella, finalmente es importante resaltar que por las razones anteriores, ningún censo poblacional dará resultados confiables al 100% por lo que se hace únicamente una estimación (Mandujano, 1992).

## **DENSIDAD DE POBLACIÓN**

Densidad de población se define como la cantidad de individuos presentes en una unidad de superficie determinada:

$$\text{DP} = \text{Número de individuos} / \text{Unidad de superficie}$$

De acuerdo con esta definición, es común que las densidades de población de venados para una región ecológica o predio ganadero en particular, se expresen en términos del número de individuos presentes por kilómetro cuadrado de superficie, esto es: venados / Km<sup>2</sup>, lo cual es equivalente al número de venados presentes por cada 100 ha de superficie de terreno.

Hablar de una densidad de población de 10 venados / Km<sup>2</sup>, es equivalente a decir que existe una densidad promedio de población de un venado por cada 10 ha de superficie de hábitat disponible. (Villarreal, 1990).

## **ESTIMACIÓN POBLACIONAL**

Para determinar el tamaño de una población en un lugar, generalmente es necesario obtener una estimación ya que excepcionalmente es posible elaborar un censo para que dicha estimación sea útil y confiable debe acompañarse de una medida de precisión que indique la probabilidad de que nuestra estimación sea correcta.

La obtención de la estimación y su grado de precisión se logran a través de un muestreo al azar. Para hacer dicho muestreo es necesario determinar el número de muestras que se requieren, para lo cual necesitamos definir la precisión que deseamos obtener en nuestra evaluación. Una vez definida la precisión necesitamos tener una idea tanto de la variabilidad como de la distribución espacial de la población que vamos a estimar. Así que es necesario llevar un muestreo preliminar al azar para obtener dicha idea. Finalmente, para efectuar el muestreo preliminar al azar, debemos escoger el tamaño y forma de las unidades de muestreo (Galindo y Weber, 1998).

## **MÉTODOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD DEL VENADO COLA BLANCA**

Existen diversos métodos para estimar la densidad y composición de las poblaciones silvestres del venado cola blanca. Algunos de estos métodos son de tipo directo ya que están basados en el conteo físico de los animales; este tipo de técnica es aplicable solo cuando los animales son relativamente fáciles de ver, cuando no deben buscarse otras alternativas como el análisis de la presencia de ellos por huellas, excretas, raspaderos, echaderos, caminos hechos por los mismos, etc. a estos se les llama métodos indirectos.

No es fácil seleccionar un método para determinar densidad de poblaciones en bosques tropicales que sea exacto, fácil de aplicar en el campo, y barato (Mandujano, 1999). En el caso del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), es difícil ver al ciervo debido a la visibilidad limitada. Por lo que, el conteo de huellas podría ser la manera alternativa de estimar densidad de ciervo en los bosques tropicales, junto con el de conteo por excretas en parcelas permanentes.

El conteo de las huellas es barato y fácil de aplicar, Jenkins y Marchinton (1969; citado por Mandujano, 1999) y puede describir el 20% de variaciones en el tamaño de la población Downing et al., (1965; citado por Mandujano, 1999). Otros investigadores han puesto en correlación el número de huellas con la cantidad de excremento (Mooty et al., 1984), el número de ciervos, y los caminos hechos por el ciervo (McCaffery, 1976). El desarrollo de un estimador de densidad que use el conteo de la huella requiere modelar la relación entre el número de animales en el área, distribución espacial, y la abundancia de huellas.

El Método de conteo por grupos de excretas permite medir fluctuaciones en las poblaciones y determinar tipos de hábitat preferidos y patrones de uso estacional (Ezcurra y Gallina, 1981).

### **Métodos directos (observación física, “observación directa”)**

El método de conteo de animales en transectos es una opción bastante interesante para estimar la densidad de poblaciones silvestres, ya que es relativamente fácil de aplicar en campo, no es costoso, lo respalda una teoría simple pero sólida, hay facilidades para el cómputo de datos y tiene ciertas ventajas frente a otros métodos de muestreo.

## Conceptos básicos del método

El método de transecto tiene dos versiones, una es el transecto de franja y la otra es el transecto de línea. Pero el primero es un caso especial del transecto de línea (Burnham y col, 1980). Este método consiste en establecer por lo menos una línea de recorrido (llamada transecto) con un largo ( $L$ ) conocido, dentro del área donde interese conocer el tamaño de la población.

### El transecto de franja

En el transecto de franja se establece desde el inicio del muestreo una franja con un área  $2wL$  donde se debe contar a todos los animales que estén dentro de la misma. Es importante notar que para estimar la densidad no es relevante de que lado (izquierdo o derecho) se observa a los animales.

El transecto de franja tiene dos supuestos que son:

- 1) sólo se deben contar los individuos que están dentro del ancho del transecto previamente definido.
- 2) se debe tener la seguridad de que se contar a todos los individuos que están dentro de este ancho.

La formula para estimar la densidad ( $D$ ) es:

$$D = \frac{n}{2wL}$$

Donde

$n$  = es el número de animales detectados

$L$  = el largo total del transecto

$w$  = es la mitad del ancho total del transecto, (Eberhardt, 1978).

### Transecto (trayecto) de línea

En el caso del transecto de línea aparte de contar a los individuos ( $n$ ) se debe tomar una de las siguientes medidas:

1) la distancia de detección perpendicular ( $x$ ) del animal al transecto o

2) la distancia radial ( $r$ ) y el ángulo ( $\theta$ ) del observador al animal

Cuando en campo se miden  $r$  y  $\theta$  se puede calcular la distancia perpendicular

Como:  $x = r \text{ sen } \theta$ . Las unidades de  $L$ ,  $x$  y  $r$  son lineales y normalmente se expresan en metros o kilómetros. Si bien en el transecto de línea se considera en principio  $w$  como infinito, en la práctica  $w$  es la observación del animal más lejano del centro del transecto.

La formula para determinar la densidad es este caso es:

$$D = \frac{n f(0)}{2L}$$

Donde  $f(0)$  es la función probabilística de densidad a una distancia de cero metros.

Para comprender mejor el significado de  $f(0)$  en esta fórmula, es necesario introducir algunos conceptos importantes. La teoría del transecto de línea está basada en la función o curva de detección de los animales,  $g(x)$ , la cual describe la probabilidad de detectar a un animal dependiendo de su distancia perpendicular al centro del transecto. La idea básica es que la probabilidad de detectar a los individuos disminuye conforme estos se alejan del centro del transecto (Burnham et al. 1980).

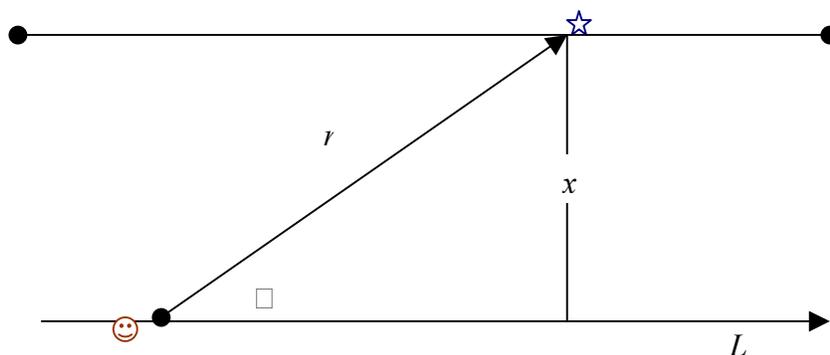


Figura N° 6. Esquema conceptual del método de transecto de línea (Burnham et al. 1980).

Donde:  $L$  (Línea de transecto), ☆ (venado)

☺ (Observador), □ (ángulo), distancia  $r$  (radial) y  $x$  (distancia perpendicular).

$D = n f(0)/2L$ ,  $f(0)$  es el parámetro que se relaciona con la curva de detección

$F(0) = f^w_0 \int g(x) dx$  donde  $w$  es el ancho máximo de observación.

Aseveraciones o “supuestos” que tiene que cumplir el método:

- 1) Los animales que estén directamente sobre la línea de transecto nunca deben ser perdidos de vista; esto es que la línea de recorrido debe ser recta para no tener el error de que al caminar por ella algún animal no se vea para ser contabilizado.
- 2) Los animales están “fijos” al momento inicial en que se observen por primera vez, hay que observar el lugar de donde parten, para poder medir la distancia hasta ese punto.
- 3) Ningún animal debe ser contado dos veces.
- 4) Las distancias deben ser medidas exactamente.
- 5) Las observaciones son eventos independientes; se deben contar animales solos y no en grupo (Burnham et al. 1980).

Una vez aplicado el método, se tiene un número de animales contados y alguna medida de distancia (radial o perpendicular) para cada animal observado. Para convertir este conteo a densidad, es necesario tener un modelo que relacione las observaciones y distancias con el centro del transecto.

Para estimar la densidad todos los modelos emplean la fórmula  $D = n f(0)/2L$  donde el parámetro  $f(0)$  varía de uno a otro. para calcular este parámetro para los modelos Fourier, serie exponencial, polinomial, binomial negativa y normal media, se emplea el programa para computadora *TRANSECT* (laake et al, 1979), *LINETRAN* (Gates, 1980), *SIZETRAN* (Drummer, 1991), y *TRANSAN* (Routledge y Fyfe, 1992)

### Ventajas y limitaciones

El método de transecto es relativamente fácil de aplicar en campo, no es costoso, lo respalda una teoría simple pero sólida, hay facilidades para el cómputo de datos y a diferencia de los métodos indirectos, no requiere de un conocimiento previo de la biología ni de la etología de los animales (Burnham et al. 1980). Este método ha sido muy usado para estimar la densidad de grandes herbívoros en habitats templados, en contraste con habitats tropicales donde es mínima la información sobre esta especie. (García y Monroy 1985; Chapman et al. 1988).

En México este método ha sido utilizado principalmente en los hábitat áridos del noroeste (Carrera 1985; Rodríguez y Arnaud 1990; Villarreal 1990; Dietrich 1991), en un bosque de encino-pino en Aguascalientes (Romo, 1987), en un bosque tropical caducifolio en Morelos (García y Monroy, 1985), y otro de la costa del pacífico (Mandujano, 1992).

La dificultad de su aplicación en selva baja caducifolia, la representa la alta densidad de la vegetación al nivel del sotobosque, llegando a detecciones promedio de 10 a 20m. y muchas veces a no más de 40m.

## Métodos indirectos (por evidencia de su presencia)

Debido a que existen áreas de bosques, selvas y matorrales xerófilos cuya topografía accidentada, escasos caminos, brechas o bien lo denso de la cobertura vegetal, imposibilitan la aplicación del método directo basado en el conteo físico de animales por vía terrestre o aéreo, es posible obtener un resultado confiable respecto a la densidad media de la población y el número total de venados; no así su composición. Mediante el conteo de huellas o excretas dentro de un área determinada de muestreo que puede ser una franja o grupo de parcelas cuya superficie se conoce (Ezcurra y Gallina, 1981; Villarreal, 1999).

### Conteo de huellas

Los modelos a utilizar son: el de Tyson (1959) y el de Daniel y Frels (1971).

El modelo de Tyson, se desarrolló en Florida y tiene los siguientes supuestos:

- 1) se deben contar las huellas de todos los venados que cruzan en el camino.
- 2) los venados realizan sus actividades dentro del área de 1.6 kilómetros de diámetro
- 3) los venados permanecen en las mismas áreas en días consecutivos.
- 4) los venados regresan a sus mismos echaderos cada día.

La recomendación para la aplicación es limpiar las huellas a lo largo de un sendero al atardecer o aprovechar la caída de una lluvia vespertina y la mañana siguiente se cuentan las huellas de los venados que lo hayan cruzado.

La fórmula para estimar la densidad poblacional utilizando el método de conteo de huellas sería:

$$D = \frac{H}{Lm}$$

Donde:

$D$  = es la densidad de venados por milla cuadrada

$H$  = es el número total de huellas

$Lm$  = es el número total de millas recorridas

Para convertirlo a unidades métricas sería:

$$D = \frac{H}{Lm \cdot 2.59}$$

Donde:  
*H* = es el número total de huellas  
*Lm* = es el número total de millas convertidas a kilómetros

**2.59** = es el factor de conversión a unidades métricas para obtener, venados / km<sup>2</sup> de venados / mi<sup>2</sup>.

*Lm* = fue calculado al multiplicar la longitud de recorrido y dividirlo entre 1.6 Km. (cantidad equivalente en kilómetros de una milla).

El modelo de Daniel y frels se desarrolló en Texas y los supuestos son:

- 1) un transecto de 90 cm. De ancho es suficiente para detectar la huella de cualquier venado.
- 2) la distancia promedio que viaja un venado cada día es de 270m.
- 3) el número promedio de veces que el venado cruza un camino es tres.

Así que para el cálculo de la densidad en número de venados por kilómetro cuadrado se usan dos fórmulas en secuencia:

$$\text{Hectáreas /venado} = \frac{54}{\frac{\text{Huellas / kilómetro}}{3}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Venados / km}^2 = 100 / (\text{hectáreas / venado}) \dots\dots\dots (2)$$

El modelo es similar en su aplicación en campo, pero una diferencia que es importante considerar es la actividad de los venados durante 24 horas y no solo durante una noche. El transecto se prepara por la mañana y se revisa hasta el día siguiente, una de las fuentes probables de error de ambos modelos es el desconocimiento del rango diario de movimiento del venado y si presenta variabilidad del conteo de huellas de un día a otro. Por lo que requiere de una cantidad de datos para que sea estadísticamente válida la estimación. Algunos otros factores como el tipo de vegetación, el nivel de población, el alimento disponible y la interferencia en el camino pueden causar problemas en el conteo de huellas. La posición del transecto influye de manera importante sobre los datos obtenidos y se debe conocer la tasa diaria de cruces de un animal en un transecto.

Aranda (2000), recomienda la aplicación de ambos modelos en diferentes regiones del país si se considera que los supuestos se cumplen satisfactoriamente, de otra forma deben hacerse ajustes a las formulas. Por ejemplo, el 54 en el modelo Daniel y frels está relacionado con la distancia promedio de movimientos diarios de los venados, en este caso 270 metros ( $270 \times 2 \times 1000$ ) / 10 000 para obtenerlo en hectáreas.

El conteo de huellas tiene la ventaja de que causa un mínimo disturbio a la población y se puede obtener relativamente un gran tamaño de muestra. Además el número de huellas se puede correlacionar con el estimador de densidad obtenido del transecto de línea como previamente reporta Tyson (1959). Junto con los datos del número de animales, el conteo de huellas permite la detección en las diferentes características de huellas de las diferentes edades del grupo (cervatos, adultos) y probablemente género. Las huellas pueden ser monitoreadas durante la estación de lluvias, (con escasa vegetación) cuando las condiciones del suelo sean buenas para la su clara impresión y preferentemente en el tiempo de secas. Por esas razones el conteo de huellas es un atractivo y fácil método para determinar estimación poblacional del venado en bosques tropicales secos.

Mandujano (1992), empleo el modelo de Tyson en un estudio de densidad del venado cola blanca subespecie *sinaloae* en selva baja caducifolia, estableciendo transectos a lo largo de los caminos de terracería, estandarizó el largo y ancho del transecto de 500m de largo y un ancho de 0.90m adecuado a las condiciones del terreno. Barrió los transectos para eliminar basura (hojarasca) removió la tierra y borró todas las huellas, revisó los transectos a las 24 horas, contó un solo individuo en el caso de las huellas continuas con las mismas características. La estimación de la densidad se hizo por día de muestreo, luego se promedió para estimar la mensual, posteriormente por épocas y anual; los meses se consideraron replicas. Este método dio estimaciones muy bajas comparadas con la estimación por grupos de excretas y por observación directa realizada en el mismo estudio.

### Conteo de excretas; grupos de heces fecales

El conteo de excretas nació como un índice de abundancia específicamente para venados Eberhardt y Van Etten (1956), ya después (Burgoyne y Moss, 1974). Modelaron la relación densidad de grupos de excretas y el número de venados en el área, con el supuesto general de que la acumulación, está relacionada con la densidad de población (Mandujano, 1992; Aranda, 2000). Este método es uno de los más utilizados en México; y ha sido aplicado en bosques templados y matorrales xerófilos (Ezcurra y Gallina 1981; Mandujano, 1992; Aranda 2000) Recientemente Mandujano aplicó este método en selva baja caducifolia en un estudio de cinco años de monitoreo. Según Aranda (2000) la aplicación del modelo en campo, consiste en trazar una serie de transectos a lo largo de los cuales se encuentra la acumulación de las excretas por un tiempo conocido bajo los siguientes supuestos o consideraciones:

- 1) La tasa diaria promedio de defecación, o sea, el número de “grupos” que en promedio defeca un venado al día.
  - 2) El periodo de tiempo en días, a los que corresponden las excretas observadas y contabilizadas.
  - 3) Los grupos de excretas deben ser correctamente identificados y ninguno se debe dejar de contar.
  - 4) Debe tenerse el tamaño y forma de la parcela de manera eficiente para un conteo preciso.
  - 5) Las parcelas se distribuyen al azar y son representativas del área total de referencia.
- El número de venados por kilómetro cuadrado se calcula mediante la fórmula:

$$\text{Venados} / \text{Km}^2 = \frac{n}{AB}$$

Donde:

$n$  = número de excretas acumuladas en las parcelas, extrapoladas a un kilómetro.

$A$  = tasa promedio de defecación diaria.

$B$  = número de días de acumulación.

De otra manera sería:

$$Dp = \frac{(NP) (PG)}{(TP) (TD)}$$

En la cual:

*DP* = es la densidad media de población de venados expresada en venados por hectáreas.

*NP* = es el número de parcelas de una superficie determinada, que caben dentro de una hectárea; 1000 si las parcelas son de 10m<sup>2</sup> cada una (10 000m<sup>2</sup> / 10m<sup>2</sup>)

*PG* = es el promedio de excretas (grupos) por parcela, o sea, el total de excretas contabilizadas entre el número total de parcelas de muestreo.

*TP* = es el tiempo en días, en que se depositaron las excretas en las parcelas muestreadas.

*TD* = es la tasa diaria promedio de defecación, o sea, el número promedio de excretas (grupos de heces fecales) que produce diariamente un venado en la región donde se realiza el muestreo.

En México, Gallina (1990 y 1994) y Mandujano (1992) han utilizado con buenos resultados este método de muestreo indirecto, para estudiar las densidades medias de población del venado cola blanca, en hábitats naturales de bosques de pino- encino, matorrales xerófilos y selvas tropicales caducifolias. En trabajos realizados por estos autores se recomienda que los transectos sean de 800m de longitud y que sobre su trazo se distribuyan a cada 20m. (Distancia entre centros) un total de 40 parcelas de 9.3m<sup>2</sup> de superficie, cada una.

El modelo de Eberhardt y Van Etten (1956) sugiere parcelas de 9.3m<sup>2</sup>. y una tasa de defecación de 12.7 grupos por día.

El conteo de grupos de excretas provee datos persistentes de la presencia de los venados por un periodo de tiempo a comparación del conteo directo de animales o de sus huellas, las cuales dependen de la actividad del animal y pueden ser afectados por la presencia humana y las condiciones ambientales (Ezcurra y Gallina, 1981).

En un estudio realizado en selva baja caducifolia del estado de Jalisco por Mandujano (1992), empleó el método de conteo de excretas en transectos de 400m. Trazados al azar y alejados unos

de otros 10m. (Distancia de centros) colocó 40 parcelas de 9.3m<sup>2</sup> cada uno las cuales se limpiaron al establecerlas. El tiempo promedio de acumulación de las excretas fue de 83 a 90 días. La conclusión de este estudio fue que: empleando una tasa de defecación de:

12.7 grupos/individuo/día, tenemos como resultado estimaciones muy altas, por ello la tasa de defecación recomendada es de 20 grupos/individuo/día.

Cuadro N° 4. Estudios sobre densidad de venado, realizados en diversos hábitats de México, obtenidas con los métodos de conteo directo, huellas y excretas.

DENSIDAD /km <sup>2</sup>	MÉTODO	HÁBITAT	AUTOR
1.8 (0.3)	Huellas	Selva baja en Jalisco	Mandujano (1992)
1.8	Huellas	Selva baja en Yucatán	Salas y Landázuri (1970)
2.2	Huellas	Selva baja en Yucatán	Hernández <i>et al.</i> (1974)
1.2	Huellas	Pino-encino en Aguascalientes	Romo ( 1987)
4.8 (2.5)	Huellas	Pino-encino en Oaxaca	Galindo G. <i>et al.</i> (1985)
28.1 (3.8)	Excretas	Selva baja en Jalisco	Mandujano (1992)
21 (2.7)	Excretas	Pino-encino en Durango	Gallina (1990)
14.3	Excretas	Oyamel DF	Mandujano y Hernández (1990)
12 (1.9)	Directo	Selva baja en Jalisco	Mandujano (1992)
12.8-15.6	Directo	Selva baja en Morelos	García y Monroy (1985)
10.4 (2.5)	Directo	Matorral en Nuevo León	Villarreal (1986)
25	Directo	Matorral en Coahuila	Carrera (1985)
1.8	Directo	Pino-encino en Aguascalientes	Romo ( 1987)
11.6-15.4	Directo	Pino-encino en Chihuahua	Leopold (1965)

## IMPORTANCIA DE LOS MUESTREOS

La importancia de los muestreos de población radica en que, para el establecimiento de un programa confiable de manejo de venado cola blanca, éste debe estar sustentado en el conocimiento de la situación real de la población presente en el área de estudio. Sin esta información, es imposible definir por ejemplo:

- a) Las tasas reales de aprovechamiento y extracción de machos y hembras
- b) Los ajustes y correcciones que deberán hacerse en la relación machos: hembras de la población.
- c) Conocer el porcentaje de sobrevivencia de cervatos y la posible incidencia de depredadores sobre los mismos.
- d) Así como cualquier otro tipo de información necesaria para la toma de decisiones relacionadas con el manejo de la población y su hábitat (Villarreal, 1990)

## SELECCIÓN DE LOS TRANSECTOS O “TRAYECTOS”

El transecto es una línea de longitud conocida y ubicación exacta desde donde se tomarán los datos y se realizarán las repeticiones, es pues una unidad muestral. Y es de suma importancia la selección de los transectos a recorrer ya que estos definen de una manera determinante si el muestreo es o no representativo del predio que se está evaluando. Si estos transectos recorren áreas que no son representativas, los resultados obtenidos tampoco serán representativos de la situación real de la población de venados en el área de estudio.

Por lo que (Villarreal, 1999) recomienda considerar entre otras cosas:

- 1.- la topografía que recorre el transecto, con respecto a la topografía general del predio.
- 2.- los tipos de vegetación que recorre el transecto, con respecto a los que son más abundantes y de mayor área de cobertura.
- 3.- la ubicación y distribución de las fuentes de agua (permanentes y temporales) con respecto al recorrido del transecto y las masas de vegetación predominantes.

Además es importante considerar que la longitud total del transecto define el tamaño del área de muestreo, y entre mayor sea esta área, el muestreo será de mayor confiabilidad y por lo mismo de mayor precisión. (Villarreal, 1990). Una herramienta auxiliar en la zonificación es el uso de programas en computadora como los sistemas de información geográfica (GIS) que ayudan a trazar los límites de las áreas de estudio y a trazar los transectos con ayuda de un sistema de posicionamiento global (GPS).

## PARÁMETROS ESTADÍSTICOS PARA DETERMINAR LA VARIABILIDAD Y LA PRECISIÓN DE LOS MUESTREOS

Se recomienda que para evaluar la distribución de la especie en el área de estudio se realice un muestreo preliminar seleccionando los sitios típicos representativos; en forma sistemática o bien utilizando un muestreo al azar o una combinación de ambos. El primero no permite la estimación de la precisión; el muestreo al azar es esencial para obtener el promedio y la variabilidad de una población (Galindo y Weber, 1998).

Los parámetros estadísticos comunes para la caracterización de la variabilidad de los resultados y la distribución espacial (dispersión de la población) son:

- **La media aritmética o promedio**
- **La varianza**
- **La desviación estándar**
- **El coeficiente de variación**

Dichas medidas de variabilidad indican que tan precisa es la estimación (Galindo y Weber, 1998)

La varianza tiene importancia teórica pero difícil de interpretar porque las unidades de medición de la variable de interés están elevadas al cuadrado, por eso es necesaria la desviación estándar, la cual si se combina con la media del conjunto de datos resulta de fácil interpretación utilizando la regla empírica; la cual se basa en el teorema del límite central Mendenhall y Sincich (1997; citado por Galindo y Weber, 1998).

**La media aritmética** de una muestra ( $\bar{Y}$ ) de un conjunto de  $n$  mediciones  $y_1, y_2 \dots y_n$  se define como la suma de las mediciones dividida por  $n$ .

**La varianza** de una muestra ( $s^2$ ), se define como la suma de los cuadrados de las desviaciones de las observaciones con respecto a su media, dividida por el número de observaciones menos una. Se recuerda la desventaja de esta medida de variabilidad.

**Desviación estándar** ( $s$ ) se define al sacar su raíz cuadrada y es cuando se tiene una medida de dispersión en las unidades originales, de esta manera las medidas de dispersión son absolutas.

**El coeficiente de variación** ( $cv$ ) es una medida de dispersión relativa que toma en cuenta su magnitud, y se obtiene dividiendo la desviación estándar del conjunto entre su media aritmética Mendenhall y Sincich (1997; citado por Galindo y Weber, 1998).

Formulas simbólicas de los parámetros descritos

$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}$	$s = \sqrt{s^2}$	$cv(y) = \frac{s}{\bar{y}} \%$
<i>Media aritmética</i>	<i>Varianza</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Coefficiente de variación</i>

De la repetición de los datos, en un muestreo con varias repeticiones se obtendrán una serie de valores que normalmente difieren unos de otros y que se distribuyen alrededor de cierto valor que puede considerarse como el valor más próximo al “valor real” debido a las discrepancias observadas como resultado de un gran número de causas cuyos efectos son ordinariamente impredecibles y que pueden operar de modos distintos a si pues se dirá que se trata de pequeñas variaciones de origen indeterminado, aleatoria o al azar (teorema del límite central), Margalef (1974; Mendenhall y Sincich, 1997; citado por Galindo y Weber, 1998).

Muchos de los datos que se manejan en ingeniería y ciencias tienen forma aproximada de joroba (corresponde a una distribución uniforme) es decir, de manera aproximada el 68% de las determinaciones quedan a una desviación estándar, el 95% queda a dos desviaciones estándar y casi todas quedan a tres desviaciones estándar de la media. Debido a esto los científicos a menudo aplican la regla empírica para estimar el intervalo en que cae la mayor parte de las determinaciones; por lo regular se escoge un intervalo de dos desviaciones estándar, Mendenhall y Sincich (1997; citado por Galindo y Weber, 1998).

La precisión de la estimación se expresa con relación al error estándar o a los intervalos de confianza ya que los intervalos de confianza equivalen a dos errores estándar. Entonces la precisión de un error estándar (se calcula dividiendo la desviación estándar por la raíz cuadrada del número de muestras) de 10% de la media se traduce en intervalos de confianza del 20% de la media; ya que el error estándar está en función del número de muestras, esto es mientras más muestras, menor será el error estándar. Entre mayor variabilidad exista en las observaciones mayor varianza, mayor desviación estándar, mayor coeficiente de variación y menor será la precisión de la estimación. En este caso las medidas de precisión más usadas son el error estándar y los intervalos de confianza (Galindo y Weber, 1998).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para la realización del estudio, este se dividió en trabajo de campo y de gabinete.

### **Fase de campo**

Selección de los sitios

Transectos para huellas

Parcelas para excretas

Colecta de datos

Materiales utilizados en la fase de campo

- Mapa topográfico escala 1:35 000
- Geoposicionador satelital; Magallanes
- Banderillas plásticas de color amarillo
- Cinta métrica 50m.
- Machetes
- Escoba de metal para jardín
- Formato de registro para huellas
- Formato de registro para excretas
- Binoculares 8 x 20
- Clisímetro
- Libreta de campo

### **Fase de gabinete**

Manejo de los datos

Análisis estadísticos de los datos obtenidos

Materiales utilizados en la fase de gabinete

- Programas estadísticos
- Programas de edición de imágenes
- Procesador de texto

## ÁREA DE ESTUDIO

Esta investigación se realizó en el ejido “Ixtlilco el Grande” que pertenece al Municipio de Tepalcingo en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, que se encuentra ubicado al sureste en el estado de Morelos. Ixtlilco el Grande cuenta con 5226 ha, de superficie de los cuales Corresponden al área de estudio 3086 ha., geográficamente situada entre los paralelos 14 507000-14 516000 E; y los meridianos 2041000-2049000 N. proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM).

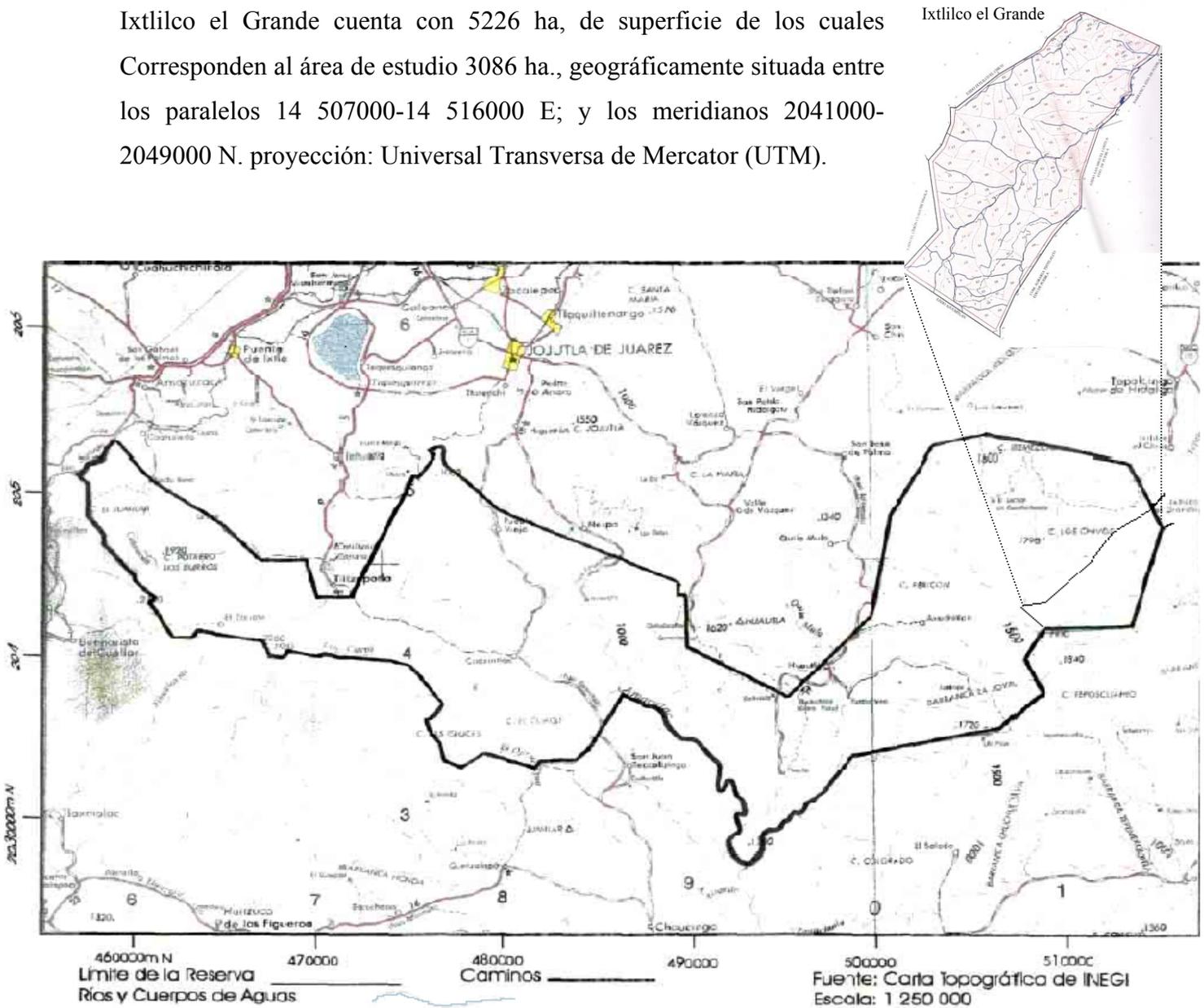


Figura N° 7. Ubicación de Sierra de Huautla, el Municipio y el área de estudio

## **Selección de los sitios**

Aunque el área de estudio no es muy grande (3086 ha) tiene una topografía muy irregular con pendientes muy pronunciadas y con diferentes grados de perturbación antropogénica por ser sometida a pastoreo y a algunas siembras temporales. De esta manera para que los transectos fueran representativos se tomaron las siguientes recomendaciones según (Villarreal, 1999).

- La topografía que recorriera el transecto tenía que ser parecida a la general del predio o área de estudio.
- Los tipos de vegetación que recorre el transecto deben corresponder a los que son más abundantes y de mayor cobertura
- La ubicación y distribución de las fuentes de agua (permanentes y temporales) con respecto al recorrido del transecto y las masas de vegetación predominantes. Además de la importancia de considerar que la longitud total del transecto defina el tamaño del área de muestreo por lo que mientras mayor sea esta área mayor confiabilidad y por lo mismo de mayor precisión.

## **Construcción de transectos para huella**

Para el trazo de los transectos se tomaron las siguientes consideraciones en base a lo reportado por Cruz (2004).

- a) Los transectos son de 1000m de largo por 1m de ancho (Daniel y frels, 1971) espacio suficiente para detectar la huella de cualquier venado.
- b) Tienen que ser perpendiculares a las curvas de nivel, siguiendo en lo posible una línea recta.
- c) No se realizan sobre caminos o veredas ni a lo largo de las barrancas
- d) El área de estudio se divide en bloques de un kilómetro cuadrado y se indica el nombre del paraje para su fácil ubicación, los transectos se realizan de manera aleatoria de acuerdo a la accesibilidad del terreno.

### Las labores de la construcción incluyeron:

- 1) se ubicó el área de estudio mediante un geoposicionador satelital utilizando el datum geodético NAD27.
- 2) se construyó manualmente brechas de un metro aproximado tratando en línea recta y sin la perturbación de especies leñosas, solo se removieron algunas herbáceas y se limpió el camino de hojas y basura dejando suelta la tierra para una clara impresión de las huellas
- 3) se georeferenció cada 50 m para tener una longitud conocida y también se marco desde el inicio con “indicadores” (banderillas plásticas de color amarillo) cada 20m para no perder la dirección en la época en que hubiera más vegetación.

Una vez establecidos los sitios donde se realizaron los transectos se efectuó un muestreo, utilizándose el modelo propuesto por Aranda (2000).

Para estimar la densidad poblacional del venado cola blanca por medio de las huellas se utilizó el propuesto por Tyson (1959).

### Colecta de datos para huellas

En el conteo de huellas se revisa cada uno de los transectos cada quince días, anotando en el formato diseñado para tal propósito (anexo 1). Las huellas de cada individuo; tomando los grupos de huellas de cada individuo como independientes, clasificándolos según su tamaño; el ancho, el largo como machos hembras y juveniles según el tamaño de la pisada también la dirección (rumbo) que llevaban y según la longitud de sus pisadas; si corrían, trotaban o solo caminaban además el metro en el que se detectaban grupos numerosos de huellas. Después de hacer las anotaciones se limpiaba el lugar de viejas huellas y se preparaba dejando la tierra suelta para nuevas impresiones en el siguiente muestro, esto se tiene que hacer en cada transecto con jornadas de trabajo de 4 a 5hrs con dos personas. Las horas en que se tienen que hacer los conteos son de mañana o tarde, nunca cuando el sol cayese directamente sobre la huella (medio día) por que se pierde la óptica de estas.

## **Construcción de parcelas para excretas**

Para el establecimiento de las parcelas (áreas circulares), se utilizaron los mismos bloques de las huellas, aprovechando su “estratégica” ubicación; se fijaron áreas circulares de  $10\text{m}^2$ ; con un radio de 1.78m de manera alterna al transecto de las huellas, con una separación de 20 metros al transecto y 20m entre cada parcela (tomada la distancia desde el centro de cada área circular), los cuales se identificó mediante el uso de una estaca, (Gallina, 1990; 1994; y Mandujano, 1992).

Las labores de trabajo en las parcelas incluyeron; la mano de obra de tres personas con jornadas de trabajo de 4 a 5 hrs. En promedio en cada transecto que contenía un número de 50 parcelas circulares distribuidas alternadamente tratando de que su alineación fuera precisa (de acuerdo a la accesibilidad del terreno). Para ser fácilmente localizables, posteriormente se marcaron con “flagins” (banderillas plásticas de color amarillo). Los trabajos que se hicieron en cada parcela fueron, limpiarlas de basura; hojas secas, ramas y la remoción de viejas excretas, para poder iniciar el conteo de las nuevas.

Para estimar la densidad poblacional del venado cola blanca por medio de las excretas, se utilizó el modelo propuesto por Eberhardt y Van Etten (1956).

### Colecta de datos para excretas

Para registrar el conteo de nuevos grupos de excretas se utilizaron formatos de registro diseñados para tal fin (anexo 2), que contenían número de grupos de excretas, tamaño (macho, hembra, juvenil) etc. Esto se haría cada quince días, en el mismo tiempo en que se revisarían los transectos de cada bloque.

Las labores en la parcela para colecta de datos fueron; ubicar la estaca que indica el centro de la parcela y se le sujeta el extremo de una cuerda de una longitud conocida (1.78m) que equivale a la longitud del radio que da un área circular de  $10\text{m}^2$  y se gira sujetando el otro extremo para delimitar el área a muestrear para tener una perfecta área de influencia de cada parcela.

## **Manejo de datos obtenidos en los muestreos**

Se organizaron en tablas de concentración de datos para poder determinar primero el tamaño muestral utilizando el premuestreo y después la estimación de la densidad poblacional del venado cola blanca para cada método y época por los modelos propuestos en cada caso.

### **Análisis estadísticos**

De acuerdo a los objetivos del estudio, para el primero se evaluaron las estimaciones de ambas épocas distintivas del año, para cada uno de los métodos aplicando una prueba de homogeneidad de varianzas  $f$  (*Fisher*) con un nivel de significancia estadística del ( $p \leq 0.05$ ).

Para el segundo objetivo se compararon los resultados obtenidos de la estimación anual, para cada método por lo que se utilizó una prueba de varianzas no homogéneas para determinar a un nivel de significancia del ( $p \leq 0.05$ ), si hay Homocedasticidad o no entre los métodos utilizados.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### SELECCIÓN DE LOS SITIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TRANSECTOS

La primera actividad del trabajo de investigación fue ubicar los sitios representativos del área de estudio junto con los lugareños, atendiendo las recomendaciones de Cruz (2004). En un mapa topográfico del sitio de estudio, se realizó la división en bloques de un kilómetro cuadrado y se le puso número y nombre a los parajes de interés para que fueran más fáciles de localizar. En el mismo se trazaron los transectos y sus direcciones (anexo 3).

### ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD DEL VENADO POR EL MÉTODO DE HUELLAS

La segunda actividad fue la realización de un premuestreo, que sirvió para evaluar la distribución de la especie en el área de estudio, mediante un muestreo al azar en 10 transectos (apendice 1), lo que permitió obtener los estadísticos básicos para saber el número de unidades muestrales que se necesita realizar en el estudio y así tener un mayor grado de confiabilidad en la estimación final de la población (Galindo y Weber, 1998). El apéndice 1, hace referencia a las claves y los nombres de los bloques donde se realizaron los transectos y las fechas en que se realizó el premuestreo.

Cuadro N° 5. Resultado del tamaño de muestra en base al premuestreo por el método de huellas

	<i>x</i>	<i>cv</i>	<i>significancia</i>	<i>modelo</i>	<i>n</i>
<i>Huellas</i>	8.2	32%	$(p \leq 0.05)$	Aranda	113

*x*= media aritmética, *cv*= coeficiente de variación, *n*= número de muestras

Los datos del cuadro anterior hacen referencia a una media aritmética (promedio) de 8 grupos de huellas registradas en los transectos, con un coeficiente de variación del 32%, indicando una distribución espacial uniforme de los animales y por lo tanto la misma probabilidad de ser contados en los transectos. Utilizando la formula (modelo) para calcular el tamaño de la muestra propuesta por Aranda (2000), se determinó que el número que haría mas eficiente y confiable la estimación fue de: 113 unidades muestrales con un nivel de confianza de  $(p \leq 0.05)$  de acuerdo con la aleatoriedad encontrada (apendice 2).

De acuerdo con el número de unidades muestrales que necesitamos (113) se realizaron 6 repeticiones en los 10 transectos en la época de lluvias (apéndice 3) y 6 repeticiones para la época de secas (apéndice 4), con periodos para la colecta de los datos de 15 días entre muestreo y muestreo para dar un total de 120 unidades y cumplir con el nivel del 95% de confiabilidad en la estimación realizada en el área de estudio.

Cuadro N° 6. Estimación de la densidad poblacional utilizando el método de conteo de huellas

	<i>Época</i>	<i>n</i>	<i>s</i> <sup>2</sup>	<i>cv</i>	<i>modelo</i>	<i>venados/km</i> <sup>2</sup>
<i>Huellas</i>	<i>húmeda</i>	60	5.07	30%	<i>Tyson</i>	4.613 ± 0.569
	<i>Seca</i>	60	6.73	32%		5.055 ± 0.655

*n*= número de unidades muestrales, *s*<sup>2</sup>= varianza, *cv*= coeficiente de varianza

Los valores encontrados en el conteo de huellas en época húmeda de 4.6 ven/km<sup>2</sup> no son muy distintos a los que se tienen para época de secas 5.05 ven/km<sup>2</sup>, (Cuadro N° 6) por lo que se aplicó una prueba estadística para varianzas entre poblaciones (*F*) Fisher de acuerdo con el primer objetivo específico del estudio, para evaluar resultados entre dos periodos estacionales del año y determinar si hay diferencias o no entre ellos, el apéndice 11, muestra que; no son significativamente diferentes, esto quiere decir que en el lugar hay una probabilidad del 95% de que aplicando el mismo método con la misma intensidad, los resultados sean parecidos en ambas épocas.

Obtenidos los datos de las dos épocas se aplica un mínimo rigor estadístico en el manejo de los resultados, estableciendo límites de confianza a las estimaciones obtenidas, (apéndice 5). Esto nos dice que el verdadero valor puede encontrarse a partir de la media y puede ser de 4 hasta 5.17 venados por km<sup>2</sup> para época húmeda y de 4.4 hasta 5.7 venados por km<sup>2</sup> para la época de secas, con una media anual de 4.8 ven/km<sup>2</sup>.

Cruz (2004) reporta una densidad de población de 3.9±0.2 ven/km<sup>2</sup> para la época seca y 4.2±0.3 ven/km<sup>2</sup> para la época húmeda con promedio anual de 4.1±0.3 ven/km<sup>2</sup> en la UMA Pitzotlan del ejido vecino que pertenece también a la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla donde se utilizó el mismo método con igual intensidad de muestreo.

Mandujano (1992) utilizando el mismo método reporta una densidad media anual de  $1.6 \pm 0.5$  ven/km<sup>2</sup> sin diferencias significativas entre estaciones, en la selva baja de la costa de Jalisco, con la variante de revisar los transectos cada 24 hr.

Algo importante que se pudo observar durante la colecta de datos fue la preferencia en el uso del hábitat entre épocas, ya que durante la época húmeda las huellas se encontraron más dispersas en los transectos, podría deberse a la competencia por el espacio con el ganado doméstico (bovino, equino, caprino) debido a que en esta época se practica el pastoreo de agostadero y se encontró que el ganado en algunas ocasiones caminaba a lo largo del transecto. (Corona et al., 2002). Por otra parte Silva et al., (1999), señala que podría ser por que en esta época del año el venado en este ecosistema tiene un mayor número de rutas en busca de alimento que enriquezca su dieta ya que es cuando encuentra mayor biomasa foliar de mayor valor nutritivo y también a la disponibilidad de fuentes de agua.

Las dificultades que se tuvieron en la época húmeda fueron la alta densidad de vegetación por lo que se tenía que desyerbar constantemente. En la época seca ya no se tuvo el problema del ganado por que lo estabulan, ni de la densa vegetación por eso la colecta de datos se llevó a cabo sin dificultad y lo que se observó contrario a la época húmeda fue que el número de huellas sobre el mismo transecto son más abundantes. Esto podría interpretarse de la siguiente manera; reducen el tamaño de su ámbito hogareño, contrario a lo que pensaba la gente del lugar que creía que era cuando más caminaba en busca del alimento que comenzaba a escasear. De acuerdo con Mandujano y Gallina (2005), al hacer un estudio sobre dinámica poblacional y estrategias de sobrevivencia del venado en un bosque tropical seco en Chamela Jalisco reportan que el venado reduce su rango de movimiento como una estrategia para enfrentar la variación estacional ante el estrés que le provoca la escasez de alimento y la falta de agua en este periodo crítico.

## ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD DEL VENADO UTILIZANDO EL CONTEO DE EXCRETAS

En el apéndice 6. Se muestra el número de parcelas que contiene cada transecto, con 50 en promedio; distribuidas cada 20 metros y con un área de 10 m<sup>2</sup> por parcela, cubriendo un área total de 4950 m<sup>2</sup>; lo que representa un 16% de la superficie de estudio, la cual es de 3086 ha. El tiempo requerido para su realización fue de tres días y también los grupos de excretas registrados corresponden al mismo número de días. Debido a los pocos grupos encontrados se convino tomar como unidad muestral al transecto que contiene a las parcelas.

Cuadro N° 7. Resultado del tamaño de muestra en base al premuestreo por el método de excretas

	<i>x</i>	<i>cv</i>	<i>significancia</i>	<i>modelo</i>	<i>n</i>
<i>Excretas</i>	1	81%	$(p \leq 0.05)$	<i>Eberhardt</i>	54

*x*= media aritmética, *cv*= coeficiente de variación, *n*= número de muestras

Los grupos de excretas encontrados fueron pocos y bastante dispersos en las unidades muestrales como puede verse en el cuadro N° 7. Donde se menciona un promedio de un grupo por transecto y coeficiente de variabilidad de 81%, lo que demuestra lo poco homogénea que es la muestra. Con estos datos se procedió a realizar el cálculo del tamaño muestral para determinar el número total de unidades a realizar en el estudio y tener mayor confianza en los resultados. Para esto se utilizó la formula propuesta por Eberhardt (1978), que es indicada para pequeñas muestras. El resultado del cálculo (apéndice 7) nos dice que se necesitan tomar datos en 54 unidades maestras (transectos) para un nivel de confianza del 95% con un sesgo de error del 20 % de la media, para hacer más eficiente la estimación final de acuerdo con la aleatoriedad encontrada en el sitio de estudio.

Para la estimación por el método del conteo de excretas, según el muestreo se necesitan 54 unidades muestrales (transectos que contienen parcelas), por lo que se realizaron tres colectas con una intensidad de 15 días entre una colecta y otra de datos en los 10 transectos; dando un total de 30 unidades de muestreo para la época húmeda (apéndice 8), y 30 para realizarse en la época seca (apéndice 9)

Cuadro N° 8. Estimación de la densidad poblacional utilizando el método de conteo de excretas

	<i>Época</i>	<i>n</i>	<i>s<sup>2</sup></i>	<i>cv</i>	<i>modelo</i>	<i>venados/km<sup>2</sup></i>
<i>Excretas</i>	<i>húmeda</i>	30	0,51	106%	<i>Eberhardt</i>	4.48 ± 0.254
	<i>Seca</i>	30	2,28	53%	<i>y Van Etten</i>	9.53 ± 0.540

*n*= número de unidades muestrales, *s<sup>2</sup>*= varianza, *cv*= coeficiente de varianza

Para la primera época (húmeda) los muestreos fueron muy difíciles, se encontraron pocos grupos de excretas y muy dispersas como lo indica el coeficiente de variación que fue de 106%, por lo que se acordó levantar los datos de cada parcela en la segunda época después de 30 días entre cada muestreo. En el apéndice 9, que corresponde al resumen de los datos colectados (época de secas) se observa un aumento en el número de grupos encontrados. Esto debido al incremento en los días de deposición de las excretas, pero más todavía a que en esta época ya no hubo cubierta vegetal que impidiera la observación de las mismas, ni a los posibles organismos coprófagos que removieran el material.

Una vez que se tienen datos para estimar la población se aplican intervalos de confianza para cada época (apéndice 10), donde el verdadero valor de la estimación puede situarse en el valor máximo o en el valor mínimo a partir de la media (Cuadro N° 8). para el cálculo de la estimación de la densidad por medio del método de excretas fue utilizando el modelo propuesto por Eberhardt y Van Etten (1956).

En el resultado del conteo por excretas se observa una gran diferencia entre época húmeda con 4.48 ven/km<sup>2</sup> y la seca de 9.53 ven/km<sup>2</sup>. Después de aplicar el estadístico de homogeneidad de varianzas (*F*) Fisher con un nivel de significancia del ( $p \leq 0.05$ ) se tiene que; las estimaciones poblacionales entre cada época por este método son significativamente diferentes (apéndice 12).

Los resultados distintos entre épocas pueden deberse a la presencia del ganado, que posiblemente compite por el espacio con la fauna nativa de la región, ya que en parcelas donde defecaba el ganado tradicional casi no se observó evidencia de venado, aunado a la alta actividad de organismos coprófagos que hay en la temporada de lluvias (Mandujano y Gallina, 1995), detalle de esto puede observarse en la tabla de concentración de datos (apéndice 8 y 9) donde en la época de lluvias va disminuyendo el número de grupos fecales encontrados, mientras que en la época de secas el número aumenta con cada colecta de datos.

Por otro lado Mandujano (1992), utilizando el mismo método solo reporta datos para época seca de  $28.1 \pm 3.8$  ven/km<sup>2</sup> con la variante de revisar los transectos cada 50-90 días después de establecidos. El autor también reporta que no le fue posible establecer parcelas en época húmeda por la densidad de la vegetación.

## COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE MÉTODOS

En un experimento en donde se estudian a dos poblaciones el supuesto de Homocedasticidad (igualdad) es importante probarlo, pues de no cumplirse es probable que la hipótesis de investigación no sea correctamente probada. Para determinar estadísticamente si son o no diferentes los métodos, se comparan los resultados de ambos, mediante un estadístico de prueba entre dos poblaciones. Para esto se necesitan los estadísticos básicos totales (las dos temporadas) de cada método. (apéndice 13).

Cuando las varianzas no son homogéneas ( $\sigma^2_1 \neq \sigma^2_2$ ), el valor de la “*t*” calculada no se apega a la distribución “*t*” de student. Con esto no es posible usar las tablas correspondientes, una solución a esto fue propuesta por Cochran (1959; citado por Ostle, 1990), donde indica como calcular un nuevo valor de tablas. (apéndice 14).

De esta manera se determina que; los dos métodos empleados para estimar la densidad poblacional del venado cola blanca en selva baja caducifolia son estadísticamente diferentes.

De acuerdo con el análisis de varianzas *F* (Fisher), donde se valuaron las estaciones de cada método; el de conteo de huellas demuestra ser significativamente más consistente, en los muestreos realizados en el año de estudios. (apéndice 11).

Cuadro N° 9. Resultados entre métodos

<b>Método</b>	<b>Época</b>	<b>cv</b>	<b>n</b>	<b>x</b>
<i>Huellas</i>	<i>Húmeda</i>	30 %	60	4.6
	<i>Seca</i>	32 %	60	5.05
<i>Excretas</i>	<i>Húmeda</i>	106 %	30	4.48
	<i>Seca</i>	53 %	30	9.53

cv = coeficiente de variación, n = número de transectos, x = densidad promedio de venado

En términos de operación, encontramos en el cuadro anterior que para tener un nivel de confianza del 95 % al aplicar en este ecosistema ambos métodos, en el conteo de huellas se necesita una labor de 60 muestreos por temporada en transectos de  $1\text{km}^{-1}$  con un coeficiente de variación anual de 31% que indica un muestreo mas eficiente comparado con el 91 % anual que se tiene para el método de excretas, para el que se necesita una revisión de 1485 parcelas contenidas en 30 transectos para cada temporada, por lo que resulta inoperante, como ya lo había reportado Mandujano (1992) en un estudio realizado estimando densidad de venado y comparando métodos en la selva baja de la costa del pacifico: donde no estableció parcelas en época húmeda por no considerarlo práctico.

Después de obtener los datos finales del estudio se puede deducir que un muestreo por el método de huellas en la época de secas, puede servir para monitorear cambios en la densidad del venado en la UMA “Ixtlilco”, no siendo suficiente para detectar variación en la estructura de edades. Por lo tanto se requieren métodos y modelos mas sensibles que, adaptados al lugar y mayor número de muestreos con el tiempo, aumenten su confiabilidad.

## CONCLUSIONES

- 1- De los resultados obtenidos podemos inferir una aproximación al tamaño real de la población basada en el método de conteo de huellas de  $4.6 \pm 0.57$  venados por kilómetro cuadrado para época húmeda y de  $5.05 \pm 0.65$  para época de secas. Esto significa que se tiene un promedio general de  $4.82 \pm 0.61$ , para las dos temporadas.
- 2- Para el método de conteo por excretas se tienen los resultados de  $4.48 \pm 0.25$  venados por kilómetro cuadrado para la época húmeda y de  $9.53 \pm 0.54$  para la época de secas con un promedio de las dos temporadas de  $7 \pm 0.39$ , utilizando una tasa de defecación promedio de 20 grupos por día por venado propuesto por Mandujano (2004), para el venado *mexicanus*.
- 3- Evaluando las estimaciones de la densidad poblacional del venado cola blanca en selva baja caducifolia se concluye que para el método de conteo de huellas no hay diferencias significativas entre las dos épocas diferenciadas del año en el sitio de estudio, pero para el método de conteo de excretas si presenta diferencia significativa entre temporadas de estudio.
- 4- Comparando los dos métodos utilizados en este estudio se concluye que el método de conteo de huellas ofrece resultados más confiables en las dos temporadas, por lo que muestreos en época seca, serían suficientes para detectar cambios en la población.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo sugerido por Chargoy (1977), se recomienda una extracción entre el 15 al 20 % de la población; densidad que asegura el éxito para la práctica de la cacería, ya que el área de estudio supera la cifra recomendada de 4.5 ven/km<sup>2</sup>.

La extracción de hembras debe ser llevada a cabo por que su número sobrepasa la buena relación Machos: Hembras (1:5), considerándose como buena (1: 2). Esto debido quizá a que en los últimos años se han extraído solamente los machos adultos. Ahora bien, los resultados del estudio solo establecen bases de las cuales se pueden partir hacia una serie de actividades encaminadas ya sea a incrementar el número de animales o solo mantener la población, esto dependerá de los objetivos de la UMA.

Durante el estudio se observo una gran cantidad de “perros ferales” esto es fauna nociva, que en un momento dado puedan ser depredadores de los ciervos, por lo que se recomienda su eliminación del área.

Se recomiendan estudios de Dinámica poblacional que den información sobre:

Variación estacional de los recursos vegetales

Valor nutritivo de las plantas

Disponibilidad de agua en el hábitat

Preferencia del hábitat y su área de actividad

El tamaño y composición de los grupos

Las estrategias de ramoneo

Capacidad de carga para el venado y competencia por el espacio con la ganadería tradicional

De esta manera se podrá saber cual es el potencial y los factores que limitan su crecimiento en este hábitat.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez R., J. y Medellín R., A. 2005. *Odocoileus virginianus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México DF.
- Araiza, O. A. M. y Weber, M. 1996. Prediciendo los patrones reproductivos del venado cola blanca en México mediante un Modelo Ecológico. Memorias del V Simposio sobre venados en México. Universidad Autónoma de México, FMVZ. Quintana Roo, México.
- Aranda Sánchez, J., M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto de Ecología AC. Xalapa Veracruz México.
- Arceo, G., S. Mandujano, L. Pérez-Jiménez y S. Gallina. 1998. Hábitos alimentarios del venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. VI Simposio sobre venados en México. UNAM, Xalapa Ver. México.
- Bello, J.; Sánchez, M. E.; Pérez, A. A.; Mandujano, S.; Gallina, S. y Euquihua, M. 1996. Patrones de uso de asociaciones vegetales y fuentes de agua para el venado cola blanca, en un Matorral Xerófilo de Nuevo León. Memorias del V Simposio sobre venados en México. Universidad Autónoma de México, FMVZ. Quintana Roo, México
- Burnham, K. P., D. R. Anderson y J. L. Laake. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs*, 72: 1:202
- CEAMISH, 2003. Centro de Educación Ambiental e Investigación de la Sierra de Huautla Documento técnico justificativo de operación.
- Ceballos, G., 1995. Vertebrate diversity, ecology and conservation in neotropical dry forests. *In*: Bullock, S.H., Mooney, H.A., Medina, E. (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University.

Chargoy, C., I. 1977. Programa de aprovechamiento de la vida silvestre, perspectiva de explotación zootécnica del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Hays). Tesis de licenciatura, universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México

Cruz L., C. 2004. Densidad de población del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Ejido de Pitzotlan, Tepalcingo Morelos. Tesis Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.

Corona P., S. Gallina y A. Contreras. 2002. Bases Biológicas para el aprovechamiento del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el ejido “el limón” de cuauchichinola Municipio de Tepalcingo Morelos. en: Memorias del viii Simposio sobre venados de México. UNAM.

Daniel, W. S., and D. B. Frels. 1971. A track-count method for censusing white-tailed deer. Texas Parks and Wildlife Department Tech. Ser. No 7. La porte, Tex. 18 pp.

Díaz, D. P. 1996. Estrategia para la conservación, manejo y aprovechamiento de las subespecies de venado cola blanca en base a sus poblaciones confinadas a unidades de producción. Memorias del V Simposio sobre venados en México. Universidad Nacional Autónoma de México, FMVZ. Quintana Roo, México.

Dietrich, U. 1991. Densidad poblacional de algunas especies cinegéticas del norte de México. IX Simposio de Fauna Silvestre. UNAM, México.

Eberhardt, L. Y Van Etten, 1956. Evaluation to pellet group count as a deer census method Journal of Wildlife Management 51 665-675

Eberhardt, L. L. 1978. Transect methods for population studies. Journal of Wildlife Management 42: 1-31.

Ezcurra E. y S. Gallina. 1981. Deer biology and population dynamics of white-tailed deer in Northwestern México *in*: Deer biology, habitat requeriments and management in western North America. Instituto de Ecología AC., Xalapa Ver. México.

Galindo-Leal, C. y Weber, M. 1998. El venado en la sierra madre occidental. Ecología, Manejo y conservación. México. ED. CONABIO.

Gallina Tessaro S., A. 2001. Capacidad de carga del hábitat vs. Densidad de población *in* memoria del tercer seminario binacional sobre venado cola blanca. Unión Ganadera Regional de Nuevo León (UGRNL) Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna (ANGADI), Consorcio Técnico del Noroeste y sur de Texas. Guadalupe Nuevo León México.

García, L. C. y R. Monroy. 1985. Estimación de la población de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la selva baja caducifolia del sureste del Estado de Morelos pp. 68-80 *In*: 3° Simposio sobre fauna silvestre. UNAM y AZARM. México

García, L. C. y R. Monroy. 1985. Estudio de la composición florística del Hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la selva baja caducifolia del sureste del Estado de Morelos. Pp. 81-96 *In*: 3° Simposio sobre fauna silvestre. UNAM y AZARM. México

Juárez, B. J. C. 1986. Deficiencias nutricionales del venado cola blanca en cautiverio I Simposio sobre el venado en México. Memorias FMVZ UNAM AZARM México

Leopold, A. 1977. Fauna silvestre de México Aves y Mamíferos de caza. 2<sup>a</sup> ed. Pax. México DF.

Mandujano, S. 1992. Estimaciones de la densidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical de Jalisco. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF.

Mandujano, S. y S. Gallina 1995. Comparison of deer censusing methods in a tropical dry forest. Wildlife Society Bulletin 23: 180-186.

Mandujano Rodríguez S. 1999. Ecología del venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Tesis de Doctor en Ciencias (Biología). Universidad Autónoma de México (UNAM). México DF.

Mandujano y Gallina, 2005. Dinámica poblacional del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en un bosque tropical seco, CAP. 29:317-330. En: Sánchez Cordero V. y Medellín R.A. (Eds.) *CONTRIBUCIONES MASTOZOOLÓGICAS EN HOMENAJE A BERNARDO VILLA*, 500 p. Instituto de Biología e Instituto de Ecología, UNAM, México 2005.

Mandujano, 2004. Tasa de defecación del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus mexicanus*, en cautividad en Puebla México. *Acta zoológica mexicana* vol. 20(3): 167-170

Miranda, F., Hernández-X, E., 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 23.

Ostle Bernard. 1990. Estadística aplicada. Edit. Limusa Noriega 1990. 11ª Ed. México. 629p.

Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. 1º Edición Edit. Limusa. México.

Rzedowski, J., 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14, 3-21.

Sánchez-Rojas, G., S. Gallina y S. Mandujano. 1997. Áreas de actividad y uso del hábitat de dos venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical de la costa Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*

SEMARNAT. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ley General de Vida Silvestre 2003, Dirección General de Vida Silvestre (DGVS). México DF.

Silva-Villalobos, M. A., S. Mandujano, G. Arceo, L. A. Pérez-Jiménez y S. Gallina. 1999. Nutritional value of plants consumed by the white-tailed deer in a tropical forest of Mexico. *Vida silvestre neotropical*.

Téllez, R. R. E. 1996. El venado en las culturas Prístinas Mesoamericanas. *Memorias del V Simposio sobre venados en México*. Universidad Autónoma de México, FMVZ. Quintana Roo, México

Trejo Irma & R. Dirzo 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biotropica* 24:140-145.

Tyson, E. L. 1959. A deer drive vs track census. Transnational North America Wildlife conference 24: 457-464.

Villarreal, J. 1990. Muestreo de poblaciones silvestres de venado cola blanca. Método: conteo físico nocturno con auxilio de luz artificial, revista DUMAC 12: 17-24.

Villarreal González J., G. 1999. Venado cola blanca, manejo y aprovechamiento cinegético. Unión Ganadera Regional de Nuevo León (UGRNL). Monterrey Nuevo León México.

Zapata, E. R. 2002. El venado cola blanca. Universidad Autónoma de Yucatán. En el sitio Web: [www.uady.mx/sitios/veterinaria/uma/venado.html](http://www.uady.mx/sitios/veterinaria/uma/venado.html)

## APENDICES

Apéndice 1. Resultado del muestreo para las huellas

Transecto	Fecha	Distancia (m)	Huellas Totales	Huellas Km. <sup>-1</sup>
1. La posa bonita (Pb)	24-jul-05	900	9	10
2. Caseta de vigilancia (Cv)	24-jul-05	1000	6	6
3. Tepacihuhue (Te)	25-jul-05	1000	5	5
4. Los chumiles (Ch)	25-jul-05	1000	9	9
5. Los atopoles (Atp)	25-jul-05	1000	12	12
6. Los atopoles (Atp2)	25-jul-05	1000	6	6
7. Taurino cortéz (Tc)	26-jul-05	1000	8	8
8. Rancho de camilo (Rc)	26-jul-05	1000	9	9
9. La cascada (Cda)	26-jul-05	1000	12	12
10. Las lajas (Laj)	26-jul-05	1000	5	5
				x= 8.2
				s <sup>2</sup> = 7.07

Apéndice 2. Formula para determinar el tamaño de muestra para huellas propuesta por Aranda (2000).

*Formula:*

$$n = ((t_t^2) (2s^2)) / ((x) (a))$$

donde:  $n$  = es el tamaño de la muestra

$t_t$  =  $t$  tabulada

$s^2$  = varianza

$x$  = media de las muestras

$a$  = es el nivel de significancia

$$n = ((1.81^2) (2*7.06)) / ((8.2) (0.05))$$

$$n = 113$$

Apéndice 3. Resumen de los muestreos y repeticiones realizados en la 1° etapa del muestreo de huellas en la época húmeda.

Transecto	R1(24-Jul-05)	R2(9-Ago-05)	R3(24-Ago05)	R4 (7-Sep-05)	R5(21-Sep05)	R6 (6-Oct-05)
Pb	10	7	9	12	6	7
Cv	6	9	8	10	6	5
Te	5	7	11	7	8	6
Ch	9	13	10	11	7	8
Atp	12	9	7	7	9	7
Atp2	6	8	7	6	5	6
Tc	8	10	7	8	7	9
Rc	9	7	8	5	6	8
Cda	12	7	8	5	6	8
Laj	5	4	3	5	4	3

Huellas totales	82	81	78	76	64	67
-----------------	----	----	----	----	----	----

Las repeticiones están dadas en unidades de 1 Km.<sup>-1</sup> de transecto.

Apéndice 4. Resumen de los muestreos y repeticiones realizados en la 2° etapa del muestreo de huellas en la época seca.

Transecto	R1(15-Feb-06)	R2(2-Mar-06)	R3(16-Mar-06)	R4(31-Mar-06)	R5(14-Abr-06)	R6(28-Abr-06)
Pb	8	7	6	12	9	11
Cv	11	12	10	11	14	8
Te	7	8	9	8	7	6
Ch	7	7	9	11	8	7
Atp	7	6	7	6	8	12
Atp2	8	7	14	9	6	4
Tc	11	9	7	9	6	5
Rc	7	13	11	8	9	6
Cda	12	9	6	13	9	6
Laj	6	4	5	6	4	3

Huellas totales	84	82	84	93	80	68
-----------------	----	----	----	----	----	----

Las repeticiones están dadas en unidades de 1 Km.<sup>-1</sup> de transecto.

Apéndice 5. Intervalos de confianza utilizando el conteo de huellas, para cada época

$\tilde{y} \pm Z \alpha/2 (s / n^{1/2})$  donde:

$\tilde{y}$  = promedio de la densidad

$Z = (1.96)$  valor crítico para grandes

muestras ( $n > 30$ )

$s$  = desviación estándar

$n$  = número de muestras

$$4.61 \pm (1.96) (2.25/\sqrt{60}) = 0.569$$

$$5.05 \pm (1.96) (2.59/\sqrt{60}) = 0.655$$

Apéndice 6. Resultado del pre-muestreo utilizando el conteo de excretas.

Transecto	Fecha	Distancia (m)	Parcelas	Excretas
Pb	24-jul-06	900	45	0
Cv	24-jul-06	1000	50	2
Te	25-jul-06	1000	50	1
Ch	25-jul-06	1000	50	0
Atp	25-jul-06	1000	50	1
Atp2	25-jul-06	1000	50	0
Tc	26-jul-06	1000	50	2
Rc	26-jul-06	1000	50	1
Cda	26-jul-06	1000	50	1
Laj	26-jul-06	1000	50	2
<b>Totales</b>		9900	495	10 cv = 81.6%

Apéndice 7. Calculo para determinar el tamaño de la muestra propuesta por Eberhardt (1978), que es indicada para pequeñas muestras, con excretas.

*Formula*

$$n = (t_c^2) (s^2) / d^2 \quad \text{donde}$$

$n$  = es el número de muestras

$t_c$  = valor critico o coeficiente de confianza (1.96=95%),  
para pequeñas muestras ( $\leq 30$ ) se substituye ( $t_c$ )  
obtenido de la distribución normal, por ( $t_c$ ) obtenido  
de la distribución ( $t$ ) de *student*. ( $n = 10 = 1.81$ )

$s^2$  = la varianza de la muestra

$d$  = es la media del muestreo por el sesgo de error  
seleccionado (20%)

$$n = (1.81)^2 (0.6667) / (1*0.20)^2$$

$$n = 54$$

Apéndice 8. Resumen de los muestreos realizados en la 1° etapa, época húmeda con excretas

Transecto	R1(24-Jul-05)	R2(9-Ago-05)	R3(24-Ago-05)
Pb	0	0	1
Cv	2	1	1
Te	1	0	0
Ch	0	0	1
Atp	1	1	0
Atp2	0	0	0
Tc	2	0	0
Rc	1	1	0
Cda	1	2	1
Laj	2	1	0
<b>Totales</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>

Apéndice 9. Resumen de los muestreos realizados en la 2° etapa, época de secas con excretas

Transecto	R1(15-Feb-06)	R2(16-Mar-06)	R3(14-Abr-06)
Pb	1	4	6
Cv	0	2	2
Te	2	5	3
Ch	3	3	2
Atp	2	1	2
Atp2	4	2	4
Tc	2	3	5
Rc	1	3	2
Cda	2	4	2
Laj	6	2	5
<b>Totales</b>	<b>23</b>	<b>29</b>	<b>33</b>

Apéndice 10. Intervalos de confianza utilizando el conteo de excretas, para cada época

$Y \pm Z \alpha/2 (s / n^{1/2})$  donde:

$$4.48 \pm (1.96) (0.71/\sqrt{30}) = 0.254$$

$$9.53 \pm (1.96) (1.51/\sqrt{30}) = 0.540$$

$Y$  = promedio densidad

$Z$  = (1.96) valor crítico para grandes Muestras.

$s$  = desviación estándar

$n$  = número de muestras

Apéndice 11. Evaluación de estimaciones entre cada época para el método de huellas

Se aplica una prueba estadística para varianzas entre poblaciones ( $F$ ) Fisher.

$$\text{Calculando } F_c = \frac{s^2_{1 \text{ época seca}}}{s^2_{2 \text{ época húmeda}}} = \frac{6.73}{5.07} \quad F_c = 1.32$$

Prueba de Hipótesis

Regla de decisión es:

$$\begin{aligned} H_0: \sigma^2_1 &= \sigma^2_2 & F_c > F_t \text{ entonces se rechaza la } H_0 & \quad \underline{1.32} < \underline{1.53} \\ H_a: \sigma^2_1 &\neq \sigma^2_2 & F_c < F_t \text{ entonces no se rechaza la } H_0 & \quad \underline{F_c} < \underline{F_t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Calculando } F_t &= & v_1 &= 60-1 = 59gl \\ & & v_2 &= 60-1 = 59gl \\ & & F_t &= F_{\alpha, v_1, v_2} = F_{0.05, 59, 59} = F_t = 1.53 \end{aligned}$$

Se determinó a un nivel de significancia del ( $p \leq 0.05$ ) que; las estimaciones de la densidad poblacional no son significativamente diferentes entre época húmeda y época de secas para el método de estimación por conteo de huellas

Apéndice 12. Evaluación de estimaciones entre cada época para el método de excretas

Aplicando la prueba estadística para varianzas entre poblaciones ( $F$ ) Fisher.

$$\text{Calculando } F_c = \frac{s^2_{1 \text{ época seca}}}{s^2_{2 \text{ época húmeda}}} = \frac{2.28}{0.51} \quad F_c = 4.47$$

Prueba de Hipótesis

Regla de decisión es:

$$\begin{aligned} H_0: \sigma^2_1 &= \sigma^2_2 & F_c > F_t \text{ entonces se rechaza la } H_0 & \quad \underline{4.47} > \underline{1.90} \\ H_a: \sigma^2_1 &\neq \sigma^2_2 & F_c < F_t \text{ entonces no se rechaza la } H_0 & \quad \underline{F_c} < \underline{F_t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Calculando } F_t &= & v_1 &= 30-1 = 29gl \\ & & v_2 &= 30-1 = 29gl \\ & & F_t &= F_{\alpha, v_1, v_2} = F_{0.05, 29, 29} = F_t = 1.90 \end{aligned}$$

Esto nos indica con un nivel de confianza del ( $p \leq 0.05$ ); que las estimaciones poblacionales entre cada época realizadas por el método de conteo por excretas son significativamente diferentes.

Apéndice 13. Estadísticos básicos totales para cada método.

Estadísticos para huellas

$x =$	7.83
$s^2 =$	5.91
$s =$	2.43
$cv =$	31.07 %

Estadísticos para excretas

$x =$	1.75
$s^2 =$	2.56
$s =$	1.60
$cv =$	91.49 %

Apéndice 14. Comparación de resultados entre métodos

Cuando las varianzas no son homogéneas ( $\sigma^2_1 \neq \sigma^2_2$ ), el valor de la “ $t$ ” calculada no se apega a la distribución “ $t$ ” de student. Con esto no es posible usar las tablas correspondientes, una solución a esto fue propuesta por Cochran (1959; citado por Ostle, 1990), en donde se dice como calcular un nuevo valor de tablas. El estadístico es el siguiente:

$$t_t = \frac{w_1 t_1 + w_2 t_2}{w_1 + w_2} \quad \text{donde: } w_i = \frac{s^2}{n_i} \quad \text{y } t_i = \text{el valor de “} t \text{” de student con } n-1 \text{ gl.}$$

$n_i =$  es el número de muestras

$$w_1 = \frac{5.91}{120} = 0.049 \quad w_2 = \frac{2.56}{60} = 0.04 \quad \text{para cada población}$$

$$\text{Calculando } t_t = \frac{(0.049)(1.66) + (0.042)(1.67)}{(0.049+0.042)} = 1.66$$

$$\text{Calculando } t_c = \frac{s^2}{s^2} = \frac{5.9}{2.56} = 2.3$$

Prueba de hipótesis

la regla de decisión es:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$\text{si } t_c \geq t_t \text{ se rechaza la } H_0 \quad 2.3 \geq 1.66$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\text{si } t_c \leq t_t \text{ no se rechaza la } H_0 \quad t_c \quad t_t$$

FORMATO PARA REGISTRO DE HUELLAS

Registro de la UMA _____				Superficie de la UMA _____			
Municipio Estado _____				Fecha _____			
Responsable Técnico _____				Registro N° _____			
Responsable de la colecta _____							
Transecto	Macho	Hembra	Juvenil	Metro	Rumbo	Acción	Observaciones
1- La posa bonita							
2- Caseta de vigilancia							
3- Tepecihuehue							
4- Los Chumiles							
5- Los Atopoles							
6- Los Atopoles 2							
7- Taurino Cortéz							
8- Rancho de Camilo							
9- La cascada							
10- Las lajas							
Huellas totales							

Con los tamaños de las huellas se puede determinar si corresponden a juveniles o a adultos, la determinación de los sexos se realiza con la experiencia del colector.

El metro en el que se registraron las huellas y el rumbo sirven para saber las preferencias en el uso del hábitat.

La acción que realizaban se refiere a si por la longitud de sus pasos iban

- a) corriendo
- b) trotando
- c) caminando

En la columna de las observaciones se registran las huellas de otros animales o sus excretas así como líneas de ramoneo realizadas por el venado.

FORMATO PARA REGISTRO DE EXCRETAS

Registro de la UMA _____		Superficie _____			Fecha _____		
Municipio Estado _____		Registro N° _____			responsable de la colecta _____		
Responsable Técnico _____							
Transecto	Macho	Hembra	Juvenil	Parcela N°	Metro	Limpieza/colecta	Observaciones
1- La posa bonita							
2- Caseta de vigilancia							
3- Tepecihuehue							
4- Los Chumiles							
5- Los Atopoles							
6- Los Atopoles 2							
7- Taurino Cortéz							
8- Rancho de camilo							
9- La cascada							
10- Las lajas							
Total de excretas							

Por medio de los tamaños de las excretas se puede determinar si es juvenil o adulto y con mayor experiencia la determinación de sexos

En el formato de registros de grupos de excretas es importante conocer los días totales de deposición, esto es registrar la fecha en que se limpian las parcelas y el tiempo en el que se hace la colecta.

La parcela y el metro donde se encontraron las excretas sirven como referencia de la preferencia del hábitat

En las observaciones se anotan también los registros de huellas o excretas de otras especies animales

507000

508000

509000

510000

511000

512000

513000

514000

515000

516000

Anexo 3

2049000

2048000

2047000

2046000

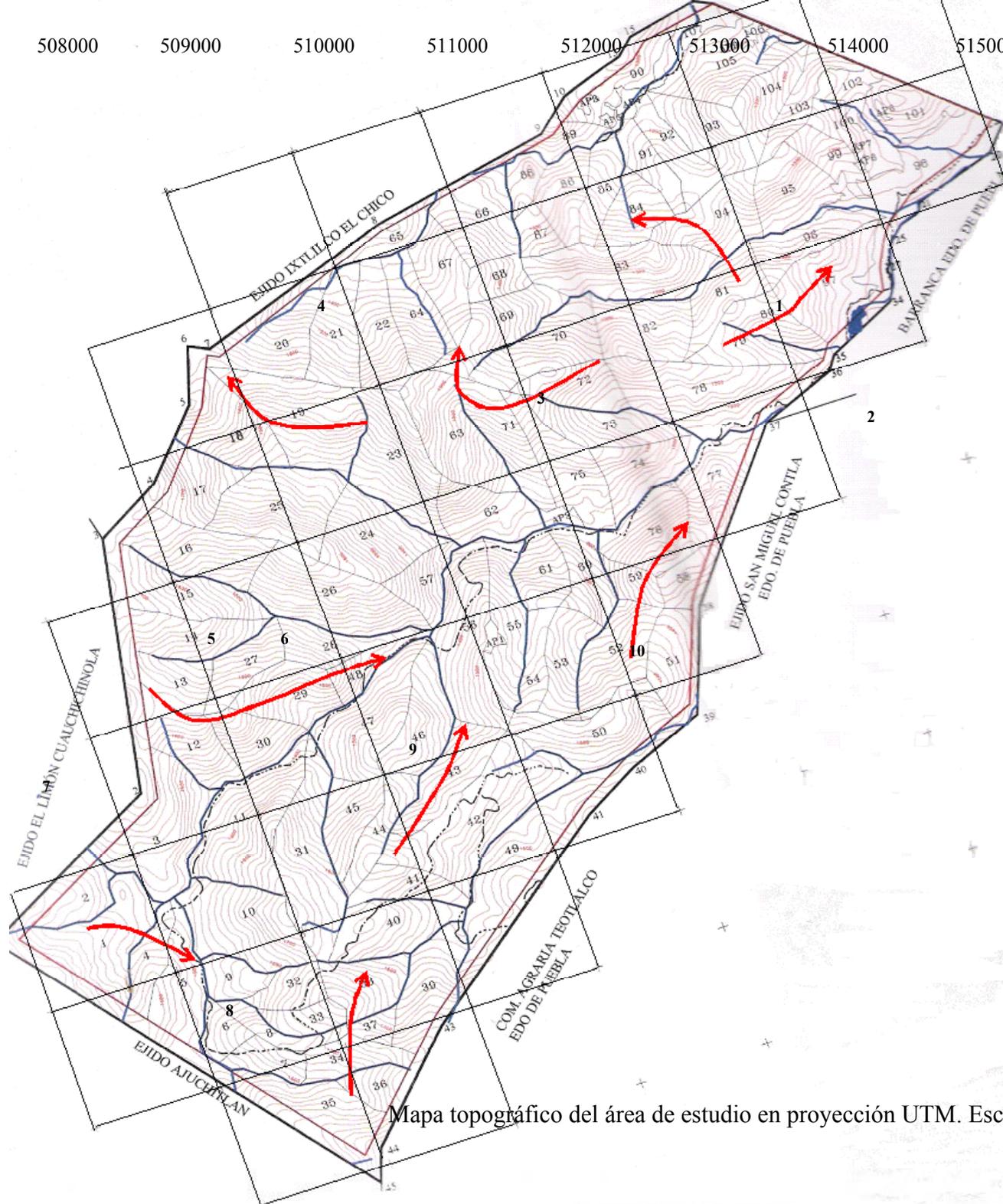
2045000

2044000

2043000

2042000

2041000



Mapa topográfico del área de estudio en proyección UTM. Escala 1: 35000

## Anexo 4

### Datos Geográficos de los transectos hechos en Ixtlilco

N° Transecto	Bloque	Punto*	E (x)	N (y)	msnm	Distancia (m)	Fecha
1	La posa bonita	1	14513826	2046910	1146	inicio	09-Jul-05
1	La posa bonita	2	14513738	2047251	1310	400	09-Jul-05
1	La posa bonita	3	14513645	2047458	1317	600	09-Jul-05
1	La posa bonita	4	14513344	2047689	1305	900	09-Jul-05
2	Caseta de vigilancia	1	14513551	2046448	1260	inicio	09-Jul-05
2	Caseta de vigilancia	2	14513970	2046550	1307	350	09-Jul-05
2	Caseta de vigilancia	3	14514278	2046666	1259	750	09-Jul-05
2	Caseta de vigilancia	4	14514519	2046755	1238	1000	09-Jul-05
3	Tepecihuehue	1	14512651	2046620	1727	inicio	10-Jul-05
3	Tepecihuehue	2	14511673	2046666	1584	1000	10-Jul-05
4	Los Chumiles	1	14510620	2046793	1520	inicio	10-Jul-05
4	Los Chumiles	2	14510137	2047034	1680	400	10-Jul-05
4	Los Chumiles	3	14509958	2047332	1727	1000	10-Jul-05
5	Los Atopoles	1	14508627	2045137	1627	inicio	10-Jul-05
5	Los Atopoles	2	14509142	2044964	1400	500	10-Jul-05
5	Los Atopoles	3	14509414	2044862	1340	1000	10-Jul-05
6	Los Atopoles 2	1	14509414	2044862	1340	inicio	10-Jul-05
6	Los Atopoles 3	2	14509785	2044857	1280	400	10-Jul-05
6	Los Atopoles 4	3	14510237	2044801	1250	1000	10-Jul-05
7	Taurino Cortéz	1	14507484	2043508	1579	inicio	11-Jul-05
7	Taurino Cortéz	2	14507797	2043434	1524	400	11-Jul-05
7	Taurino Cortéz	3	14508209	2043087	1506	850	11-Jul-05
8	Rancho de Camilo	1	14508940	2041900	1502	inicio	11-Jul-05
8	Rancho de Camilo	2	14509206	2042241	1570	500	11-Jul-05
8	Rancho de Camilo	3	14509413	2042551	1610	1000	11-Jul-05
9	La cascada	1	14510069	2043551	1520	inicio	11-Jul-05
9	La cascada	2	14510379	2043931	1580	500	11-Jul-05
9	La cascada	3	14510689	2044344	1560	1000	11-Jul-05
10	Las Lajas	1	14512138	2044482	1580	inicio	11-Jul-05
10	Las Lajas	2	14512379	2044793	1620	500	11-Jul-05
10	Las Lajas	3	14512758	2045241	1640	1000	11-Jul-05

\* Los puntos corresponden al metro donde se tomó el dato geográfico con el GPS, inicio, puntos intermedios y final de cada transecto.