



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

---

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

Uso de hábitat de los juveniles del venado cola blanca  
(*Odocoileus virginianus*) en el Rancho Santa Elena  
en Huasca de Ocampo, Hidalgo, México.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA:

**EDEL HERNANDEZ CID**

ASESOR: DR. GERARDO SANCHEZ ROJAS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**  
**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**  
**ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA**  
**COORDINACIÓN DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**M. EN C. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO**  
**DIRECTOR DE CONTROL ESCOLAR, UAEH**

**P R E S E N T E**

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado al pasante de Licenciatura en Biología **Edel Hernández Cid**, quien presenta el trabajo recepcional de tesis titulado **“Uso de hábitat de los juveniles del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el rancho Santa Elena de Huasca de Ocampo, Hidalgo, México”**, después de revisarlo en reunión de sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

PRESIDENTE:

**M. en C. Jesús Martín Castillo Cerón**

PRIMER  
VOCAL:

**Dr. Raúl Ortiz Pulido**

SEGUNDO  
VOCAL:

**Dr. Alberto Enrique Rojas Martínez**

TERCER  
VOCAL:

**Dr. Aurelio Ramírez Bautista**

SECRETARIO:

**Dr. Gerardo Sánchez Rojas**

PRIMER  
SUPLLENTE:

**Dr. Ignacio Esteban Castellanos Sturemark**

SEGUNDO  
SUPLLENTE:

**Dra. Iriana Leticia Zuria Jordan**

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

**A T E N T A M E N T E**  
**“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”**  
Mineral de la Reforma, Hidalgo a 29 de abril de 2008

**Dr. Juan Carlos Gaytán Oyarzun**  
Coordinador de la Licenciatura en Biología



## *DEDICATORIA*

*Este trabajo fue elaborado pensando en aquellos compañeros estudiantes, biólogos, ecólogos, conservacionistas e interesados de cualquier área por conocer más sobre la especie del venado cola blanca y para aquellos que compartan verdadera conciencia y preocupación ante los problemas ecológicos que día a día nos atañen.*

*Es evidente que la vida animal en nuestro planeta ha sufrido bastantes golpes a distintos niveles, en ocasiones llevándolos a la extinción. Especies como el venado cola blanca que hoy abundan en el continente americano, el día de mañana pueden desaparecer, esto requiere de bastante cuidado, divulgación, comunicación, integración, conciencia y unificación de nuestra parte por promover y hacer uso de la conservación biológica. Para ello es necesario este tipo de aportaciones que inimaginablemente marcarán la diferencia el día de mañana, pues de lo que hagamos hoy dependerá no solo el futuro de la vida animal, sino el de todo el planeta.*

*¡Hagamos conciencia de lo importante que es la conservación de nuestros recursos naturales, aún es tiempo!*

*Y obviamente también lo dedico a toda mi familia, a mis maestros, a mis amigos y compañeros de escuela, Cruz Roja y trabajos.*

*Muchas gracias  
Edel Hernández Cid*

## **AGRADECIMIENTOS**

*En estas líneas quiero agradecer:*

- *a Dios por ser mi guía y mi luz en los caminos de la vida, por permitirme unos padres, un hogar, una educación y una licenciatura.*
- *a mis Padres, Gloria María Cid Franco y José Fidencio Hernández Agis y a mis hermanas María de Lourdes Hernández Lozada, Ariadna Hernández Lozada y Gloria Elena Hernández Cid por sus consejos, palabras, enseñanzas y educación a lo largo de mi vida como estudiante.*
- *a mi tutor de tesis, el Dr. Gerardo Sánchez Rojas, por sus consejos, aportaciones, aclaraciones, revisiones y ayuda incondicional en todo momento, gracias por enseñarme a descubrir otro modo de entender la biología, por el tiempo dedicado durante el proceso de este trabajo, por toda la enseñanza que a diario me brindó y por demostrarme que en los momentos más difíciles de la vida siempre es bueno sonreír.*
- *a mis revisores, maestros y doctores, Alberto, Aurelio, Ignacio, Iriana, Jesús y Raúl por sus grandes aportaciones para el mejoramiento de este trabajo, gracias por el tiempo otorgado y por compartir un poco de su gran experiencia profesional.*
- *a Adriana (mi monstruito) que durante mucho tiempo ha estado conmigo y siempre me acompaña y apoya en todo momento bajo cualquier circunstancia.*
- *a la familia Dieguez Hernández por su cariño, apoyos, palabras y comprensiones.*

- *a mi futuro bebé, porque en su ausencia no deja de estar presente en mis pensamientos, por convertirse en parte de mi inspiración y por moverme a ser más positivo cada día, Dios lo traiga con bien.*
- *a mis compañeros y amigos, Cristian Aguilar, Carmen García, Jaime Aguilar, Lupita García, Daniel Hernández, Genaro Oaxaca, Carlos Ponce, Astrid Hernández, Karen Zamora, Claudia Pérez y Yadira Islas, por las largas pláticas sostenidas, consejos y comentarios, pero sobre todo por su amistad.*
- *a la familia Hernández Maturano por su apoyo incondicional, sus consejos y el seguimiento de mi trabajo, además por adoptarme como alguien más de su familia.*

#### *APOYO FINANCIERO*

- *Este trabajo fue financiado por el proyecto "Diversidad Biológica del Estado Hidalgo" con clave 43761 de FOMIX-CONACYT 2006.*

## *AGRADECIMIENTOS ESPECIALES*

*Mahatma Gandhi, pensador y político indio dijo:*

*“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa”.*

*Considerando que no todo el mérito es propio, agradezco infinitamente el tiempo dedicado, las palabras, los regaños y el apoyo más allá del cansancio a tres personas muy importantes tanto en mi vida personal como en mi vida como estudiante a:*

*Mis Padres: mil gracias por todo lo que han hecho por mí y de mí, los quiero mucho y agradezco a Dios que sigan conmigo.*

*Y a mi asesor de tesis: mi estimadísimo y buen amigo Dr. Gerardo Sánchez Rojas, resalta en mí un sentimiento de impotencia al no poder agradecerle como usted se merece todo su apoyo y enseñanza, solo me basta decirle mil gracias "Bro".*

*"El venado cola blanca"*



## ÍNDICE.

1. ÍNDICE DE FIGURAS -----	1
2. ÍNDICE DE CUADROS -----	2
3. RESUMEN -----	3
4. INTRODUCCIÓN -----	4
4.1.    Distribución de la especie -----	6
5. ANTECEDENTES -----	7
6. JUSTIFICACIÓN -----	9
7. OBJETIVO GENERAL -----	10
8. OBJETIVOS PARTICULARES -----	10
9. ÁREA DE ESTUDIO -----	11
9.1.    Ubicación y datos del área -----	11
9.2.    Clima, flora y fauna del Rancho Santa Elena -----	13
10. METODOLOGÍA -----	14
10.1.    Unidades o círculos de muestreo -----	15
10.2.    Manejo y clasificación de los grupos fecales mediante análisis de clasificación difusa (ACD) -----	16
10.3.    Caracterización del hábitat -----	17
10.4.    Análisis de componentes principales (ACP) -----	17



10.5.	Análisis de función discriminante (AFD) -----	18
11.	RESULTADOS -----	19
11.1.	Muestreos y colecta de grupos fecales -----	19
11.2.	Clasificación de grupos fecales mediante análisis de clasificación difusa (ACD) -----	19
11.3.	Caracterización del hábitat mediante análisis de componentes principales (ACP) -----	21
11.4.	ACP a escala de grano fino -----	21
11.5.	ACP a escala de grano grueso -----	24
11.6.	Análisis de función discriminante (AFD) -----	28
11.7.	AFD a escala de grano grueso (por trayecto) -----	29
12.	DISCUSIÓN -----	30
13.	CONCLUSIONES -----	34
14.	LITERATURA CITADA -----	35

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura 1.</b> Muestra la distribución de <i>Odocoileus virginianus</i> dentro del continente americano, según Hall, 1981; Redford & Eisenberg, 1992. -----	6
<b>Figura 2.</b> Muestra la ubicación geográfica del Rancho Santa Elena en Huasca de Ocampo, Hidalgo, México. Mapa tomado de la página electrónica del Rancho Santa Elena ( <a href="http://www.santaelena.com.mx/ubicacion.html">http://www.santaelena.com.mx/ubicacion.html</a> ) sin escala en el original. -----	11
<b>Figura 3.</b> Ortofoto digital (INEGI, 1995) que muestra los límites del Rancho Santa Elena en Huasca de Ocampo, Hidalgo, México, así como el área de estudio marcada con un círculo. -----	12
<b>Figura 4.</b> Se muestra el área de estudio (dentro del círculo) donde se colocaron los doce trayectos que son representados con números en el orden en que fueron establecidos. Esta área se eligió por ser donde se han tenido las mayores observaciones de venados (ortofoto tomada de INEGI, 1995). -----	14
<b>Figura 5.</b> Representación de un trayecto, su longitud lineal máxima y unidades de muestreo dispuestas cada 20m con un diámetro de 4m cada una, igualmente se muestra los cuatro cuadrantes en cada círculo en los que hicieron las mediciones de hábitat con la técnica de cuadrantes dispuestos en un punto. -----	15
<b>Figura 6.</b> Resultados de la clasificación de conjuntos difusos mediante el valor de filiación para hembras en el eje de las "X" y filiación para juveniles en el eje de las "Y". -----	19
<b>Figura 7.</b> Ortofoto digital que muestra el área donde se repartieron los trayectos representados con un número según el orden cronológico en que éstos fueron marcados, de igual manera se representa con cuadros los sitios donde se registraron pellets correspondientes a los adultos, los círculos representan los sitios de localización de pellets de juveniles y las flechas muestran el patrón de distribución de la población en general del venado cola blanca. -----	20
<b>Figura 8.</b> Gráfica resultante del análisis de componentes principales a escala de grano fino, la parte más densa (encerrada en un ovalo), indica mayor similitud de las unidades de muestreo considerando las características del hábitat, únicamente con estos dos componentes, se explica el 52% de la varianza total. -----	22

**Figura 9.** Muestra el resultado del análisis de componentes principales por trayecto, aquellos puntos que están más cercanos corresponden a los trayectos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 12 y tienen mayor similitud que el resto. ----- 25

**Figura 10.** Muestra las distancias euclidianas (resaltadas con flechas) que indican la diferencia de uso espacial del hábitat entre las tres clases de edad y sexo, así como la posición de todos los puntos pertenecientes a adultos y juveniles de acuerdo con el análisis de función discriminante. ----- 29

### ÍNDICE DE CUADROS.

**Cuadro 1.** Muestra el total de puntos, la media, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación de las variables consideradas para la caracterización del hábitat a nivel de círculo (escala de grano fino). ----- 23

**Cuadro 2.** Muestra el porcentaje individual y acumulado para los factores que explican la varianza de los puntos de muestreo, igualmente los resultados del análisis de componentes principales a escala de grano fino con el programa estadístico NCSS (2001), las variables marcadas en negrita tienen más peso que las otras. ----- 24

**Cuadro 3.** Muestra el total de trayectos, la media, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación de las doce variables consideradas para la caracterización del hábitat a nivel de trayecto (escala de grano grueso). ----- 26

**Cuadro 4.** Muestra el porcentaje individual y acumulado para los factores que explican la varianza de los trayectos así como resultados del análisis a escala de grano grueso, algunas variables (marcadas en negrita) tienen más peso que otras. ----- 27

**Cuadro 5.** Resultados del análisis de función discriminante donde se muestra numéricamente que si existe una diferencia significativa ( $P < 0.06$ ), entre adultos y juveniles, además de presentar una cierta distancia euclidiana entre las tres clases de edad y sexo. ----- 28

**RESUMEN.**

Para resaltar la importancia de los juveniles del venado cola blanca y por ser el grupo dentro de la población más vulnerable a la mortalidad y que de ellos depende la dinámica poblacional, se evaluó una población de venados, entre agosto de 2006 y mayo de 2007 en un bosque templado en el Rancho Santa Elena en Huasca de Ocampo, Hidalgo, México. Para ello se utilizó el método indirecto de conteo de grupos fecales y mediante un algoritmo de conjuntos difusos se clasificaron los grupos fecales en adultos y juveniles. Para evaluar el hábitat se midieron las características del estrato arbóreo y arbustivo así como la pendiente y orientación del terreno en 295 unidades de muestreo distribuidas en doce trayectos. Los resultados del hábitat se analizaron mediante un análisis de componentes principales (ACP) para ordenar las diferentes unidades de muestreo. Finalmente, de aquellos sitios donde se registró la presencia de adultos y juveniles, se hizo un análisis de función discriminante para saber si existe algún tipo de diferencia entre ambos grupos en cuanto a las características de su hábitat. Se colectaron 48 grupos fecales, de los cuales 19 correspondieron a juveniles y el resto a los adultos. El análisis de hábitat con ACP muestra una gran similitud para la mayoría de los sitios muestreados donde ambos grupos de edad se pueden registrar, esta ordenación del hábitat muestra que las variables asociadas a los arbustos son las que más varianza explican dentro de las unidades de evaluación, ya sea por puntos o por trayectos. Al analizar exclusivamente los sitios con registro de venado, se encuentra que sí existe un valor significativo ( $P < 0.06$ ), e indica que existe diferencia de los sitios de adultos y juveniles, lo que confirmaría un patrón de segregación entre ambos grupos y donde las variables que marcan esta diferencia son la distancia entre los árboles (menor para juveniles) y altura de los arbustos (mayor para juveniles) tal como suele ocurrir en otras poblaciones de esta especie.

## INTRODUCCION.

El nombre científico para el venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, fue otorgado por Zimmermann quien describió a la especie en 1780 (Álvarez-Romero & Medellín, 2005). Esta especie pertenece a la familia Cervidae en la que se incluyen otras especies como el alce, el wapití, el caribú, el venado bura y el temazate (Villareal, 1999), forma parte del orden Artiodáctyla y la familia está integrada por 17 géneros y 36 especies (Wilson & Reeder, 1992).

En condiciones silvestres el venado cola blanca no vive más de 10 años, pero puede llegar a vivir hasta 20 años en cautiverio (Álvarez-Romero & Medellín, 2005). En su etapa juvenil, miden aproximadamente 1000 mm. de longitud y pesan cerca de 45 Kg, mientras que en la edad adulta alcanzan los 2,100 mm de longitud y un peso de 90 Kg o más, presentando un acentuado dimorfismo sexual y una enorme variación clinal a lo largo de su intervalo de distribución (Nowak, 1991; Villareal *et al.*, 2000). Una característica de los machos adultos es la presencia de astas que anualmente son reemplazadas (Wislocki, 1942).

El venado posee extremidades muy delgadas y alargadas, un cuerpo esbelto que le permite ser un animal veloz y una cola muy reducida y blanquecina, característica por la cual el venado recibe el nombre de “cola blanca” (Villareal, 1998). La cola cuando se pone en posición vertical denota una sensación de peligro que los demás congéneres interpretan rápidamente (Geist, 1998).

La dieta del venado está constituida por ramas, hierbas y hojas de distintas especies. Es un organismo rumiante, muy selectivo y estricto en su alimentación por preferir especies vegetales con alto contenido celular, de alto índice de fermentación y fácil digestión (Hanley, 1982). La selección de plantas se relaciona con la alta calidad nutricional que presentan (Short, 1963; Vangilder *et al.*, 1982; Henke *et al.*, 1988; Mandujano *et al.*, 2004).

Previo al nacimiento de las crías, las hembras buscan una zona con vegetación muy densa que les permita protegerse a sí mismas en el momento del parto donde pudieran ser más vulnerables y al mismo tiempo proteger a sus crías, en ambos casos la protección es tanto de los depredadores como de temperaturas extremas. El venado cola blanca nace después de un periodo de gestación de 200 días aproximadamente, por lo general los nacimientos se dan a mediados del verano entre los meses de junio y agosto, al menos hasta el paralelo 22 (Villareal, 1999; Mandujano *et al.*, 2002). Generalmente las hembras paren una sola cría en su primera camada y dos de manera subsecuente cuando las condiciones del hábitat lo permiten; sólo en algunas ocasiones, a tres e incluso a cuatro (Geist, 1998).

Los cervatos recién nacidos presentan el pelaje moteado en los primeros días, un recurso que les permite pasar inadvertidos confundiendo con las sombras y la cobertura de la vegetación (Halls, 1978). Se ha comprobado que el venado en sus primeros meses de vida permanece en el sitio escogido por la hembra, de esta manera se facilita la ubicación de las crías por la madre y se incrementa de cierto modo su supervivencia, pero después de 60 a 90 días aproximadamente cuando ya no requiere de leche materna, éste abandona el lugar y al mismo tiempo comienzan a desaparecer las motas de su pelaje (Halls, 1978; Villareal, 1999).

Un venado juvenil es aquel individuo cuya edad se encuentra dentro de los primeros dos años de vida para el caso de las hembras y un año y medio para el caso de los machos, este límite de tiempo está dado porque hasta este momento carece de capacidad reproductiva (Villareal, 1999). Los juveniles de la población del venado son más susceptibles a la mortalidad, por lo que el cuidado de su supervivencia es de vital importancia ya que de ello depende el crecimiento poblacional en sus próximas generaciones (Rohm, 2005).

### Distribución de la especie.

Este cérvido tiene amplia distribución dentro del continente americano (Fig. 1), desde Canadá hasta el norte de Brasil en la vertiente Atlántica y el norte de Chile en la vertiente pacífica (Hall, 1981; Redford & Eisenberg, 1992). En México se distribuyen catorce de las treinta subespecies descritas para la cola blanca (Halls, 1984).



**Figura 1.** Muestra la distribución de *Odocoileus virginianus* dentro del continente americano, según Hall, 1981; Redford & Eisenberg, 1992.

## ANTECEDENTES.

Mandujano (2004) reporta que existen 502 trabajos de 1950 a 2001 sobre venados en México. De estos trabajos, el 86% han sido investigaciones sobre venado cola blanca, siguiéndole con el 9% el venado bura (*Odocoileus hemionus*) y con el 5% el temazate (*Mazama americana*, *M. pandora*). Sin embargo, la mayoría de estas publicaciones se refieren a la población en general o a los adultos pero son escasas las que tratan sobre juveniles.

El venado cola blanca es un organismo que se adapta con facilidad a su medio ambiente, vive formando grupos integrados por individuos regularmente del mismo sexo cuando no es la época de celo en lugares con una vegetación abierta, mientras que en los lugares cerrados, los grupos son familiares constituidos por la hembra y algunas crías (Mandujano & Gallina, 1995; Villarreal, 1999).

Diversos factores influyen en la distribución y el uso del hábitat del venado cola blanca. Entre éstos están el tipo de vegetación, las fuentes de agua, la protección contra el mal tiempo, la depredación y la variación espacial y temporal (Gallina, 1990; Sánchez-Rojas & Gallina, 2000b; Mandujano *et al.*, 2004). Resulta importante entender también que el uso del hábitat está determinado en gran medida por el desarrollo ontogenético de los individuos (Pollock *et al.*, 1994). Para el caso de los juveniles se sabe que usualmente se encuentran en hábitats muy cerrados por ser ésta una estrategia antidepredatoria de ocultamiento (Villareal, 1999).

En zonas fuera de México donde se distribuye el venado cola blanca, se sabe que la supervivencia de los juveniles depende en mayor medida de las condiciones presentes en el hábitat, como el acceso al alimento, el acceso a fuentes de agua y la cobertura vegetal arbustiva y arbórea (Labisky *et al.*, 1999; Ricca *et al.*, 2003; Bishop *et al.*, 2005; McClure *et al.*, 2005; Burroughs *et al.*, 2006; Wiseman *et al.*, 2006).



De acuerdo a la edad, el venado cola blanca desecha cierta cantidad de excretas que forman un cúmulo al que se le conoce como grupo fecal, a cada una de las excretas se les llama pellet, haciendo referencia a la mínima unidad del excremento. Estos pellets tienen un tamaño establecido por el ancho del esfínter anal, que es a su vez proporcional al tamaño del venado, por lo que al recolectarse un grupo fecal con pellets muy pequeños, se intuye que la posibilidad de que este grupo pertenezca a un juvenil es bastante alta (Leopold, 2001).

El método indirecto de conteo de grupos fecales ha sido aplicado en diversos trabajos para determinar principalmente densidad poblacional y uso de hábitat. Este método se basa en la morfometría de los pellets para poder clasificar en clases de edad y sexo y ha sido aplicado en distintas especies de cérvidos demostrando que tal separación de grupos es confiable hasta en un 90%. Esto se comprobó, al aplicarse y comprobarse dicho método con venados criados en cautiverio que fueron identificados y agrupados previamente en adultos y juveniles, posteriormente se hicieron los análisis estadísticos con los pellets y al final se comprobó su efectividad (Ezcurra & Gallina, 1981; Bubenik, 1982; McCracken & Ballenbergher, 1987; Sánchez-Rojas, 2000; Sánchez-Rojas & Gallina, 2000a; Sánchez-Rojas, *et al.* 2004).

## **JUSTIFICACIÓN.**

A pesar de que la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) actualmente regula la cacería, la densidad poblacional del venado cola blanca en muchas localidades en México ha decrecido considerablemente, por la caza no controlada y la pérdida del hábitat. Por ello es importante determinar los requerimientos ecológicos que tiene cada etapa de desarrollo ya que las necesidades de los individuos van cambiando dependiendo de la edad, particularmente en las primeras etapas donde son más vulnerables a depredación y a enfermedades y sus requerimientos energéticos son muy altos debido al crecimiento y desarrollo corporal de los mismos.

Este trabajo pretende ampliar el conocimiento ecológico del venado cola blanca en su etapa juvenil y determinar los sitios de uso de hábitat. De este modo se podrían ubicar y describir los sitios de mayor éxito reproductivo para las hembras así como las características del hábitat que pueden estar asociadas a la distribución de este cérvido dentro los bosques templados del centro de México. Esto es importante, ya que como se sabe, los individuos juveniles son los que reclutarán en las próximas cohortes de edad y son los que generarán las características de la curva de crecimiento poblacional. Contando con esa información se podrán tomar decisiones apropiadas que permitan el uso sustentable de la especie.

## **OBJETIVO GENERAL.**

- Identificar características del hábitat utilizado por los juveniles y determinar si existen diferencias significativas en el uso del hábitat entre juveniles y adultos, aplicando métodos indirectos para identificar los factores que generan las diferencias en una población de venado cola blanca en un bosque templado en Huasca de Ocampo, Hidalgo, México.

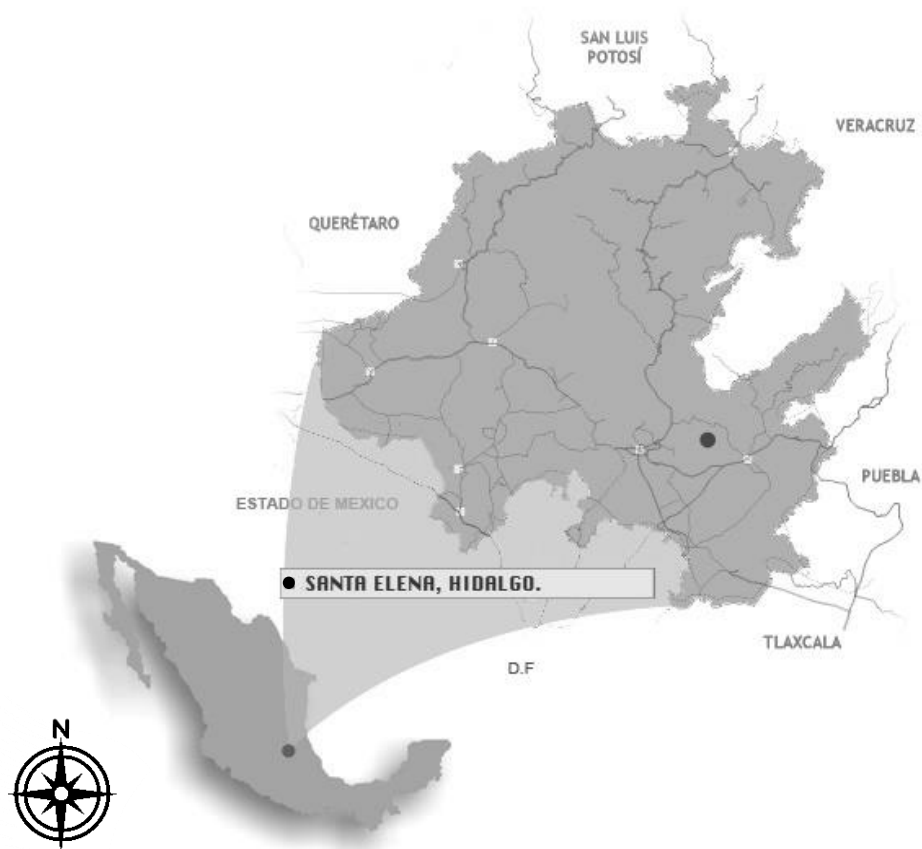
## **OBJETIVOS PARTICULARES.**

- Determinar por medio de la identificación de pellets, la presencia de diferentes clases de edad y sexo en la zona estudio.
- Caracterizar el hábitat del venado cola blanca a escala de grano fino (análisis con datos por unidad de muestreo) y de grano grueso (análisis con datos por trayecto).
- Determinar si las características medidas del hábitat de los juveniles difieren en comparación con los adultos.

## ÁREA DE ESTUDIO.

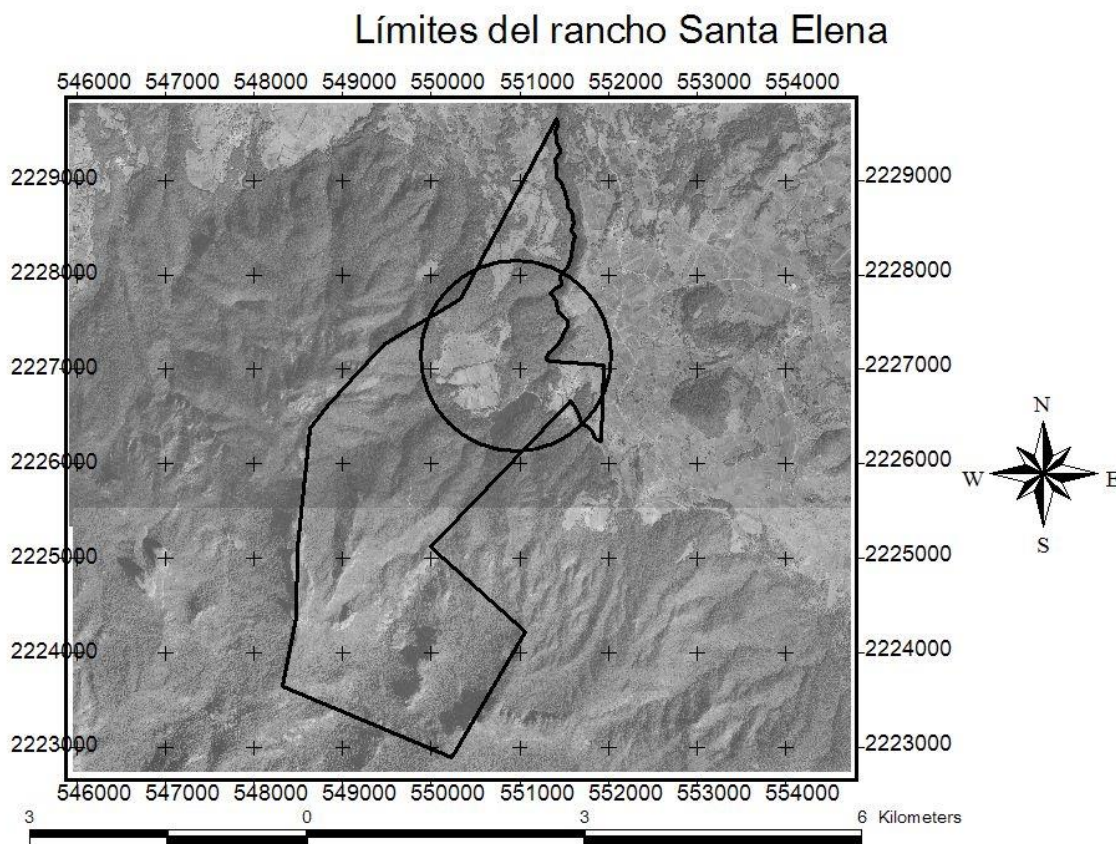
### Ubicación y datos del área.

Este trabajo fue realizado en el Rancho Santa Elena, municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo, México (Fig. 2). El municipio se encuentra entre los 20°20'N, 20°05'S, 98°28'E y 98°39'W, su altitud promedio es de 2,100 msnm. Huasca de Ocampo colinda con otros municipios del estado de Hidalgo como Atotonilco, Acatlán, Singuilucan y Omitlán, pero también colinda con el estado de Veracruz (INEGI, 1992).



**Figura 2.** Muestra la ubicación geográfica del Rancho Santa Elena en Huasca de Ocampo, Hidalgo, México. Mapa tomado de la página electrónica del Rancho Santa Elena (<http://www.santaelena.com.mx/ubicacion.html>) sin escala en el original.

El Rancho Santa Elena (Fig. 3), se encuentra entre las coordenadas 20°7' N y 98°31' E, tiene una superficie aproximada de 1000 hectáreas y su altitud va de los 2,300 hasta los 2,700 msnm en su parte más alta (INEGI, 1992). El predio está dividido en zonas de aprovechamiento forestal, de aquí se extraen principalmente laurel y hongos de distintas especies. En esta zona se desarrollan actividades ecoturísticas como campamentos, bicicleta de montaña y tirolesa, también se promueve la educación ambiental y algunas otras actividades como la natación ya que el predio cuenta con un cuerpo de agua conocido como presa San Carlos (Roberto Campuzano, com pers).



**Figura 3.** Ortofoto digital (INEGI, 1995) que muestra los límites del Rancho Santa Elena en Huasca de Ocampo, Hidalgo, México, así como el área de estudio marcada con un círculo.

## **Clima, flora y mastofauna del Rancho Santa Elena.**

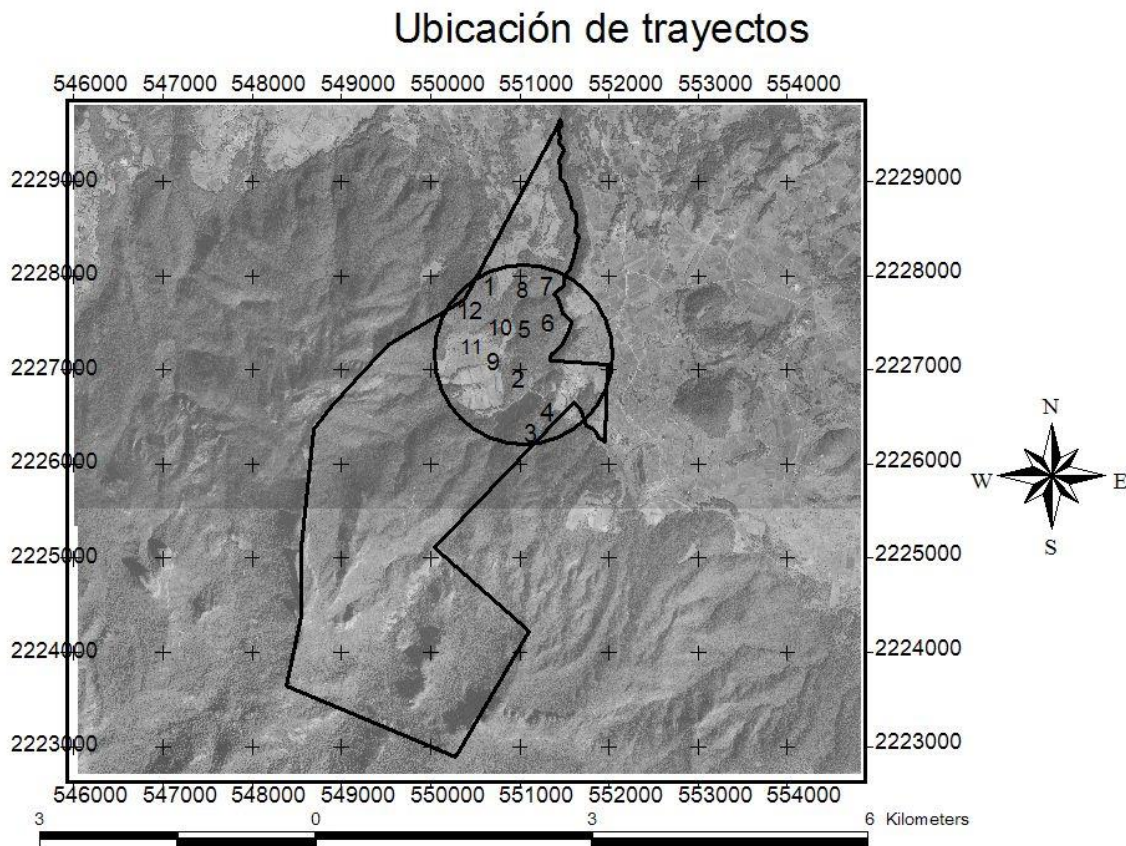
En esta zona el clima es templado subhúmedo y semifrío, la temporada de lluvias ocurre en el verano y la temporada seca en los primeros meses del año, el promedio anual de precipitación pluvial es de 148.3 mm, una temperatura máxima de 18°C y una mínima de 12.1°C (COEDE, 1999).

El tipo de vegetación dominante del lugar es el bosque de pino que se encuentra entre los 2200 y 3000 msnm, bosque de encino que se encuentra entre los 2100 y 2300 msnm, bosque de tlaxcal entre los 2000 y 2100 msnm y pastizal. El bosque está compuesto principalmente por especies como *Pinus patula*, *P. teocote*, *Quercus crasifolia* y *Juniperus flaccida* (INEGI, 1992). El sotobosque está integrado por plantas herbáceas, algunas se limitan en ciertas épocas donde las condiciones no son favorables mientras que otras cambian de tonalidad verde a amarilla en los periodos de sequía (COEDE, 1999).

En cuanto a la mastofauna de acuerdo con Coronel-Arellano (2004), se puede encontrar armadillo (*Dasypus novemcinctus*), conejo (*Sylvilagus floridanus*), ratón (*Microtus mexicanus* y *Peromyscus maniculatus*), ardilla (*Sciurus oculatus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), perro (*Canis familiaris*), onza (*Mustela frenata*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), mapache (*Procyon lotor*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

## METODOLOGIA.

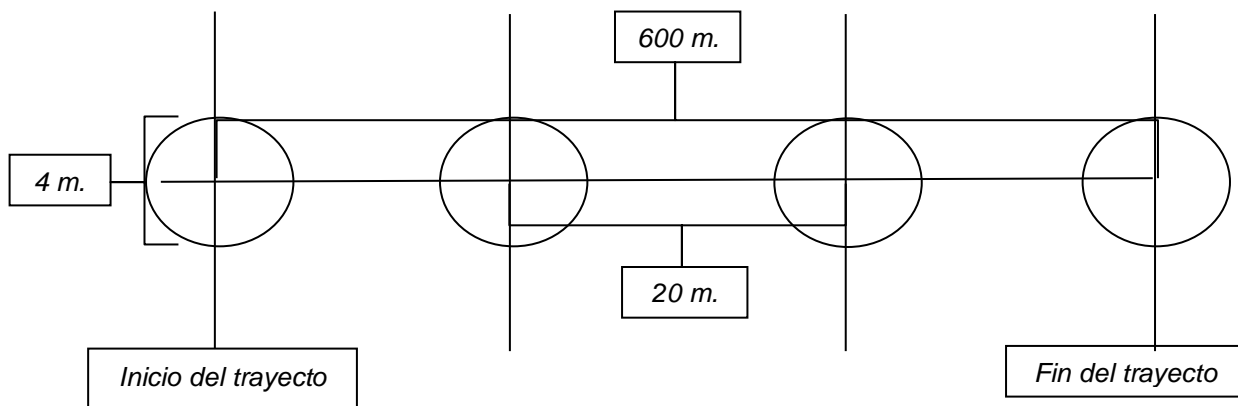
Para la realización de este trabajo se aplicó el método indirecto de conteo de grupos fecales de venado (Ezcurra & Gallina, 1981; Gallina, 1994; Sánchez-Rojas *et al.*, 2004; Ortiz-Martínez *et al.*, 2005). Los grupos fecales se obtuvieron de unidades de muestreo repartidas en doce trayectos marcados que se establecieron al azar dentro del Rancho Santa Elena (Fig. 4) en donde se procuró abarcar la mayor parte posible del área donde se han observado a los venados (Sánchez-Rojas, com. pers.) evitando que los trayectos cruzaran entre sí.



**Figura 4.** Se muestra el área de estudio (dentro del círculo) donde se colocaron los doce trayectos que son representados con números en el orden en que fueron establecidos. Esta área se eligió por ser donde se han tenido las mayores observaciones de venados (ortofoto tomada de INEGI, 1995).

## Unidades de muestreo.

La colecta de grupos fecales se llevó a cabo en 295 unidades o círculos de muestreo de 4 m. de diámetro dispuestos cada 20 m. en trayectos marcados con una longitud lineal que varió de los 200 a los 600 m. (Fig. 5). La variación en la longitud de estos trayectos se vio afectada por cuestiones geográficas del sitio (pérdida de continuidad del terreno, cuerpos de agua, alta densidad arbórea y arbustiva, etc.) y límites del predio. En estos trayectos se midieron también características físicas del terreno y de la vegetación siguiendo los criterios aplicados por Sánchez-Rojas *et al.*, 2004.



**Figura 5.** Representación de un trayecto, su longitud lineal máxima y unidades de muestreo dispuestas cada 20m con un diámetro de 4m cada una, igualmente se muestra los cuatro cuadrantes en cada círculo en los que hicieron las mediciones de hábitat con la técnica de cuadrantes dispuestos en un punto.

En las unidades de muestreo se realizó una limpieza exhaustiva dejándolas libres de grupos fecales en el momento de establecerlas. Todos estos círculos fueron referenciados geográficamente utilizando un geoposicionador “Garmin IV” en coordenadas “Universal Transverse Mercator” (UTM), las cuales reflejan sus valores en metros y fueron digitalizadas posteriormente en una ortofoto digital del área de estudio. Se realizaron cuatro muestreos con intervalos de 120 días (Gallina, 1994; Sánchez-Rojas *et al.*, 2004; Ortiz-Martínez *et al.*, 2005), iniciando en agosto y siguiendo en noviembre de 2006, posteriormente en 2007 se hicieron en febrero y mayo.



## **Manejo y clasificación de los grupos fecales mediante análisis de clasificación difusa (ACD).**

Los pellets encontrados dentro de los círculos se colectaron y etiquetaron con la ubicación y fecha, éstos se pusieron a secar en un horno por dos días a 60°C. Al extraerse del horno, se eligieron al azar 15 pellets de cada grupo y a cada uno se le midió la parte más larga, el ancho y el peso con vernier y báscula, ambos digitales.

De los datos se obtuvo el volumen mediante la fórmula del cilindro  $V = \pi \left(\frac{x}{2}\right)^2 y$  en donde "x" representa el ancho y "y" el largo (Sánchez-Rojas *et al.* 2004) y la relación entre el ancho y el largo (dividiendo ancho sobre largo), con estos datos se estimó para cada grupo, la mediana y la desviación estándar.

Para poder hacer la clasificación y otorgar un valor de filiación o pertenencia de los grupos fecales a una clase de edad (juveniles o adultos), se realizó un análisis de clasificación difusa (ACD) con el programa estadístico NCSS (2001). Para poder hacer este análisis se generó una matriz con la mediana del largo, del ancho, del peso, del volumen y de la relación ancho-largo de cada uno de los pellets. Una vez que se tuvieron estos datos se realizó el ACD que gracias a los múltiples análisis estadísticos y algoritmos preestablecidos se encarga de separar automáticamente en machos, hembras y juveniles.

## **Caracterización del hábitat.**

Para caracterizar el hábitat se midieron de las características físicas, la pendiente que tenía un círculo respecto al otro con un clinómetro “Sunton” que tiene una precisión de 0.05 grados y la dirección entre los puntos del trayecto con apoyo de una brújula “Sunton”. En cuanto a las características de la vegetación, se escogieron variables del estrato arbóreo y arbustivo para ser medidas por ser éstos los principales proveedores de refugio y alimento para el venado (Ortiz-Martínez *et al.*, 2005).

Las variables se midieron a lo largo de todo el trayecto marcado usando el método de cuadrantes centrados en un punto (Mueller-Dombois & Elleberg, 1974). Este método consiste en establecer cuatro cuadrantes en cada círculo trazando perpendicularmente una línea imaginaria a la del trayecto. A partir de cada vértice se midió para el estrato arbóreo la distancia al árbol más próximo, el perímetro a la altura del pecho (PAP), la altura y la especie, mientras que para el estrato arbustivo la distancia al arbusto más próximo, la altura, el diámetro mayor de la corona (D1), diámetro perpendicular al diámetro mayor de la corona (D2), la corona, la cobertura y la especie (Ortiz-Morales *et al.*, 2005).

## **Análisis de componentes principales (ACP).**

El ACP es una técnica estadística que permite la reducción de la dimensionalidad de las variables, es decir, ante un banco de datos con muchas variables, su objetivo es reducirlas al menor número posible perdiendo la menor cantidad y/o calidad de información (Fainstein, 1996). Los componentes principales o factores resultantes son una combinación lineal de las variables originales y además son independientes entre sí. El empleo del ACP en este trabajo, además de reducir la dimensión de la matriz con los datos del hábitat, permitió indicar el grado de similitud que guardan los círculos de muestreo marcados entre sí (Sánchez-Rojas, com. pers.).

Una vez que se obtuvieron los datos del hábitat de los cuatro cuadrantes de los 295 círculos, se generó una matriz con el promedio de los datos de los cuatro cuadrantes para obtener valores del hábitat por unidad de muestreo, en este caso el ACP se realizó a escala de grano fino. De igual manera se obtuvo el promedio de los datos del hábitat de las unidades de muestreo para obtener valores por trayecto para realizar el análisis a escala de grano grueso.

### **Análisis de función discriminante (AFD).**

Combinando la información del hábitat con la clasificación de los pellets, se realizó un AFD que sirve para comprender las diferencias entre grupos con múltiples variables así como identificar los factores que permiten explicar las diferencias entre dos o más grupos. El principal objetivo de un AFD es establecer una separación de grupos, es distinto al análisis de regresión por contar con una variable categórica que es una variable dependiente y no una continua (Kenneth, 1981).

Este análisis se utiliza para clasificar unidades experimentales en dos o más poblaciones definidas y ayuda a identificar características que diferencian a dos o más grupos, este proceso de distinción se lleva a cabo con la más alta precisión posible y permite determinar pertenencia a un grupo. Explica, en función de características métricas observadas, por qué los objetos/sujetos se encuentran asociados a distintos niveles de un factor. El objetivo de la aplicación del AFD en este trabajo es identificar los factores que mejor expliquen las diferencias en los patrones de distribución, así como determinar si existe alguna diferencia significativa en el uso de hábitat entre adultos y juveniles, lo que se conoce como segregación de edades.

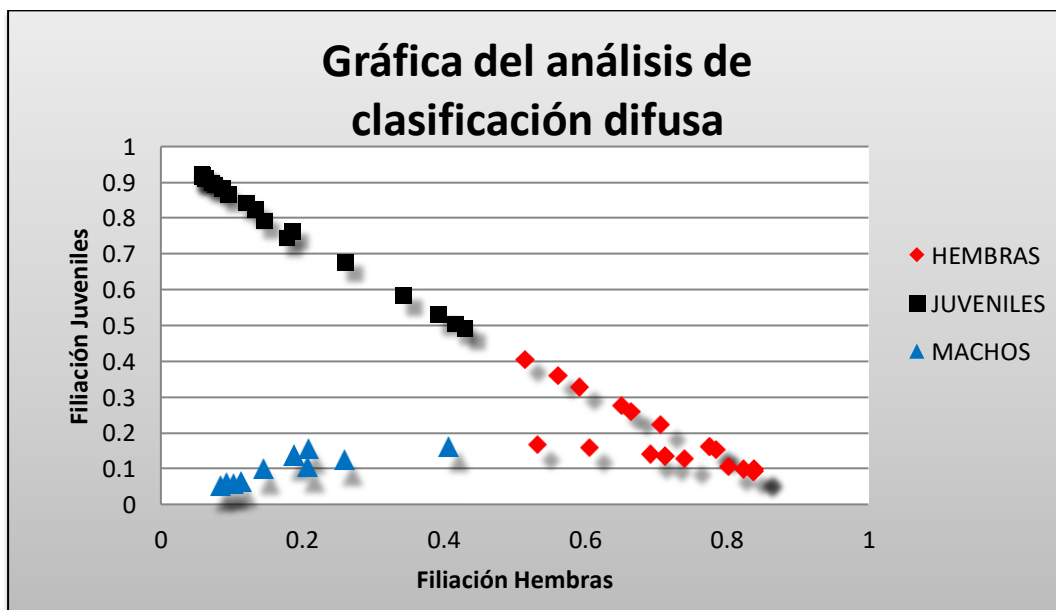
## RESULTADOS.

### Muestreos y colecta de grupos fecales.

En agosto y noviembre de 2006 se colectaron 25 y ocho grupos fecales respectivamente, mientras que en 2007 se colectaron seis en el mes de febrero y nueve más en el mes de mayo, de modo que, para los cuatro muestreos distribuidos en el transcurso de un año de trabajo de campo se obtuvo un total de 48 grupos fecales.

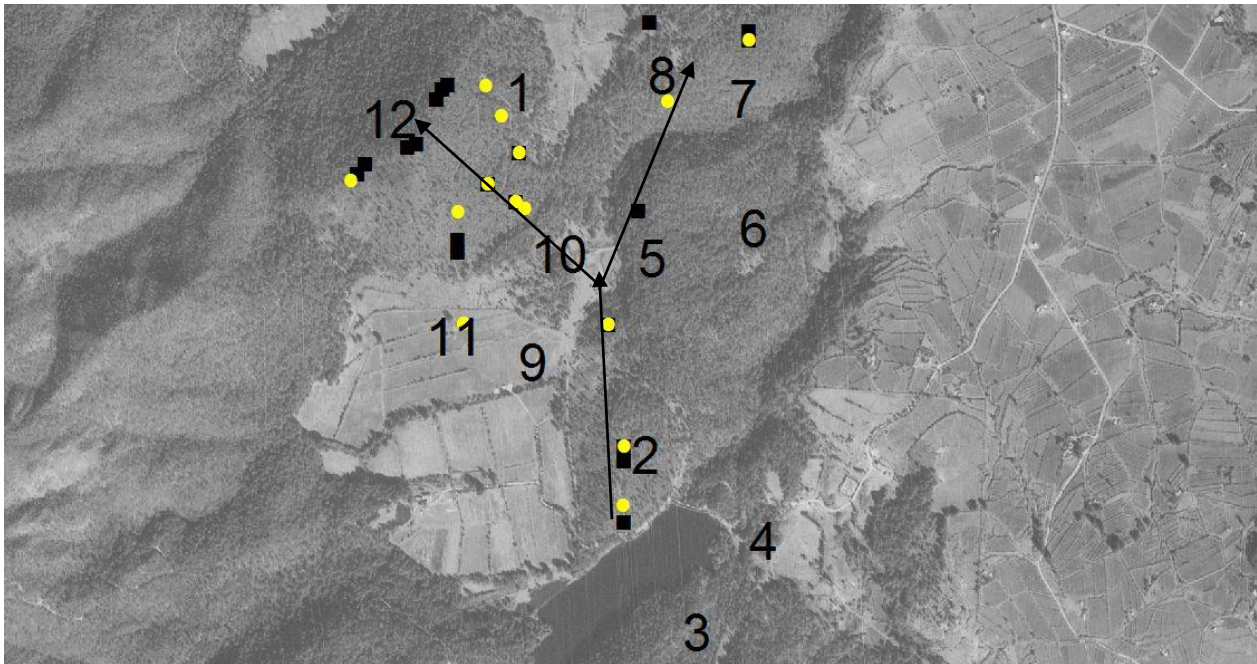
### Clasificación de grupos fecales mediante análisis de clasificación difusa (ACD).

El ACD indica que de acuerdo con los datos numéricos de la morfometría de pellets, de los 48 grupos fecales colectados, 19 corresponden a hembras adultas, 19 a juveniles y 10 a machos adultos, estos datos fueron graficados espacialmente entre la filiación para hembras en el eje de las "X" y la filiación para juveniles en el eje de las "Y" (Fig. 6).



**Figura 6.** Resultados de la clasificación de conjuntos difusos mediante el valor de filiación para hembras en el eje de las X y filiación para juveniles en el eje de las Y.

Obtenidos los resultados del ACD y geoposicionando los puntos donde se obtuvo evidencia de la presencia del venado, fue posible marcar los sitios en los que están presentes juveniles y adultos respectivamente, salvo en algunos casos ambos grupos comparten relativamente los mismos sitios como se aprecia en la figura 7 con el solapamiento de los símbolos. De acuerdo con esta clasificación y el geoposicionamiento de los sitios donde se colectaron los pellets en la ortofoto, es posible visualizar que la población en general prefiere sitios con vegetación muy densa, principalmente los juveniles y vegetación menos densa pero superficies elevadas en el caso de los adultos. Considerando esta idea, es posible observar este patrón de distribución y uso de hábitat indicado con tres flechas en la misma figura. Se puede ver el patrón de distribución de la población que evita los sitios perturbados y abiertos a baja altura prefiriendo sitios con vegetación cerrada y partes elevadas.



**Figura 7.** Ortofoto digital que muestra el área donde se repartieron los trayectos representados con un número según el orden cronológico en que éstos fueron marcados, de igual manera se representa con cuadros los sitios donde se registraron pellets correspondientes a los adultos, los círculos representan los sitios de localización de pellets de juveniles y las flechas muestran el patrón de distribución de la población en general del venado cola blanca.

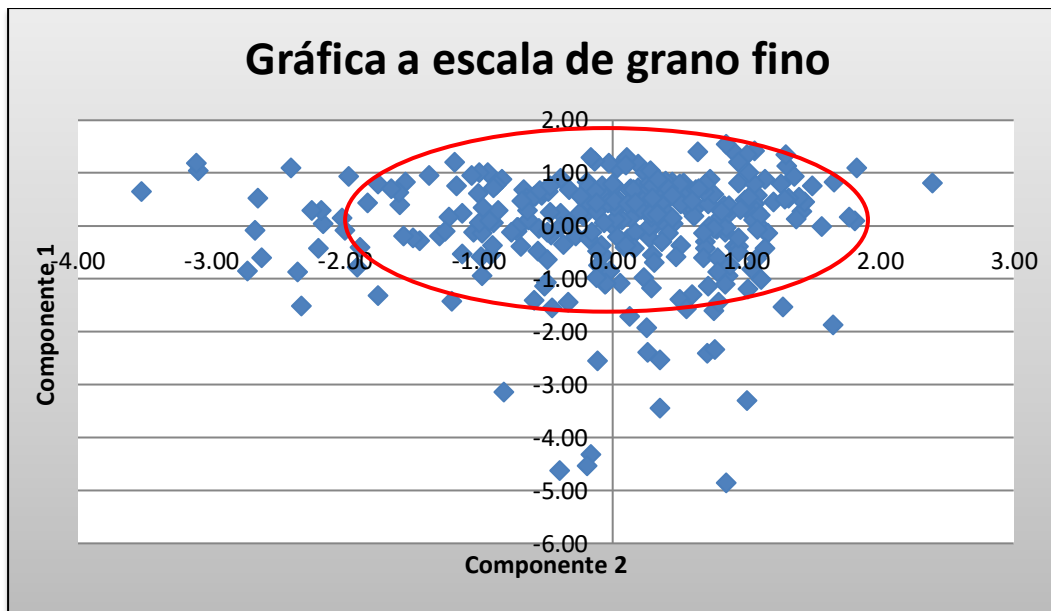
## **Caracterización del hábitat mediante análisis de componentes principales (ACP).**

Con los datos obtenidos de las 295 unidades de muestreo y las doce variables consideradas para este trabajo (pendiente como característica física, distancia, perímetro a la altura del pecho (PAP), altura y especie para el estrato arbóreo y distancia, diámetro mayor de la corona (diámetro 1), diámetro perpendicular al diámetro mayor de la corona (diámetro 2), altura, corona, cobertura y especie para el estrato arbustivo) se aplicó el ACP primeramente a escala de grano fino y posteriormente a escala de grano grueso.

### ➤ **ACP a escala de grano fino.**

El ACP da como resultado 12 componentes (uno por cada variable), que sumando sus valores numéricos da el 100% de la varianza, en este sentido, el componente uno fue suficiente para explicar el 36.78% de la varianza y el componente dos explicó el 15.22% (52% de varianza acumulada). Considerando lo anterior, se graficó la disposición espacial de todas las unidades de muestreo para observar su ordenación en función de estos dos ejes. En la gráfica de la figura 8, puede observarse una gran similitud entre los círculos muestreados ya que éstos se acumulan dentro de un área específica y se resalta con un óvalo.

Dado que la distancia entre los puntos es un indicador de similitud (entre más cerca la unidad, es más parecida), se puede observar que la mayor parte de las unidades de muestreo a escala de grano fino, son altamente parecidas entre sí como lo muestra la acumulación de puntos que se han encerrado en un óvalo en la figura 8.



**Figura 8.** Gráfica resultante del análisis de componentes principales a escala de grano fino, la parte más densa (encerrada en un ovalo), indica mayor similitud de las unidades de muestreo considerando las características del hábitat, únicamente con estos dos componentes, se explica el 52% de la varianza total.

La variación de los factores del hábitat medido en este caso va de un 36% en el caso de la altura de los arbustos hasta un 542% en el caso de la pendiente. De igual manera es notable que existe variación en la vegetación arbustiva, pero es muy pequeña ya que sólo rebasa el 100% en el caso de las variables distancia, corona y cobertura de arbustos (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Muestra el total de puntos, la media, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación de las variables consideradas para la caracterización del hábitat a nivel de círculo (escala de grano fino).

VARIABLE	PUNTOS	MEDIA	MEDIANA	DESV. ESTANDAR	COEF. DE VARIACION
<b>CARACTERISTICA FISICA</b>					
PENDIENTE	295	-3.42	-4.00	18.53	-5.42
<b>ESTRATO ARBÓREO</b>					
DISTANCIA AL ARBOL PRÓXIMO	295	4.03	3.42	2.44	0.60
PAP	295	52.98	47.25	28.25	0.53
ALTURA	295	13.40	12.50	6.51	0.49
ESPECIES	295	1.93	2.00	0.79	0.41
<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>					
DISTANCIA AL ARBUS. PRÓXIMO	295	2.63	2.17	1.78	0.68
DIAMETRO 1	295	1.11	1.02	0.53	0.48
DIAMETRO 2	295	0.97	0.87	0.49	0.51
ALTURA	295	1.10	1.05	0.39	0.36
CORONA	295	1.19	0.81	1.27	1.07
COBERTURA	295	0.66	0.34	1.01	1.52
ESPECIES	295	1.95	2.00	0.80	0.41

Numéricamente el componente uno consideró que las variables con mayor peso son el diámetro 1, diámetro 2, altura, corona y cobertura de arbustos, mientras que para el componente 2 tiene más peso el PAP y la altura de árboles (Cuadro 2).



**Cuadro 2.** Muestra el porcentaje individual y acumulado para los factores que explican la varianza de los puntos de muestreo, igualmente los resultados del análisis de componentes principales a escala de grano fino con el programa estadístico NCSS (2001), las variables marcadas en negrita tienen más peso que las otras.

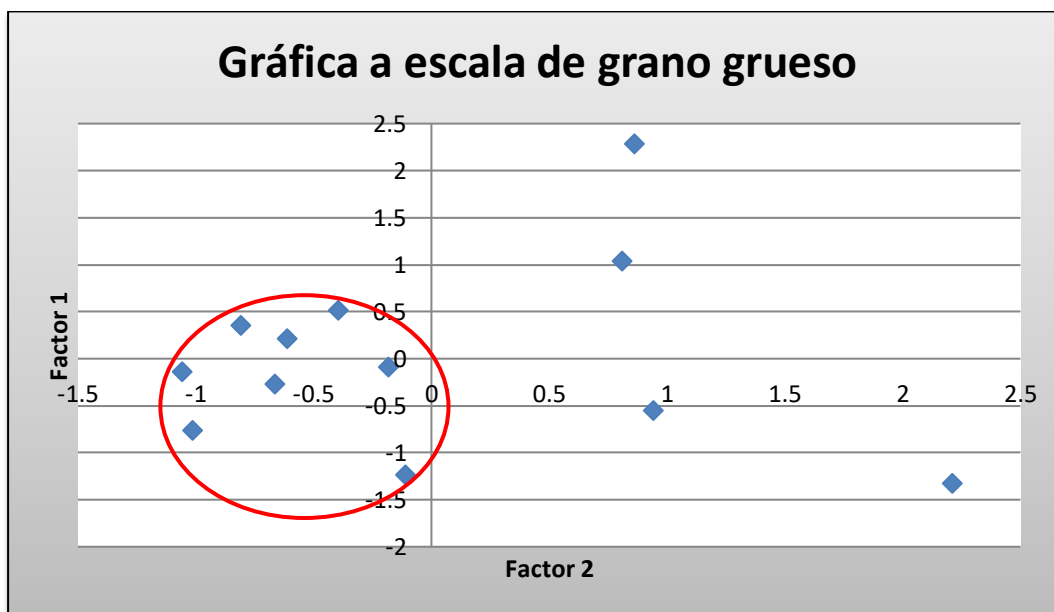
		Componente 1	Componente 2
% de variación explicada		36.78	15.22
% de variación acumulada		36.78	52
Variable		Variables con mayor peso (en negrito)	
PENDIENTE		-0.042411	0.058919
Árboles	DISTANCIA	-0.210364	-0.03945
	PAP	0.06833	<b>-0.925589</b>
	ALTURA	0.081044	<b>-0.949911</b>
	ESPECIES	-0.054476	0.133822
Arbustos	DISTANCIA	-0.148905	0.166819
	DIAMETRO 1	<b>-0.945663</b>	0.043854
	DIAMETRO 2	<b>-0.948118</b>	0.058949
	ALTURA	<b>-0.857459</b>	0.080708
	CORONA	<b>-0.963095</b>	0.042694
	COBERTURA	<b>-0.934774</b>	0.049615
	ESPECIES	0.032333	0.012669

### ➤ ACP a escala de grano grueso.

De los datos de hábitat obtenidos de los doce trayectos marcados, se obtuvo el promedio de cada uno para cada variable y se generó una matriz más reducida en dimensiones pero con la misma calidad informativa. Esta matriz conformada sólo con los promedios, al igual que en el análisis a escala de grano fino, se analizó con el programa estadístico NCSS (2001), en el que se obtuvo un análisis de tablas descriptivas de datos y un análisis de componentes principales. Para este caso, el porcentaje de varianza va desde el 13% en el caso de las especies de árboles hasta un 185% en el caso de la pendiente (Cuadro 3). El ACP muestra que entre el componente uno y dos suman el 65.62% de la varianza acumulada (Cuadro 4). Los valores de los

trayectos fueron graficados en el espacio determinado por estos dos componentes y se observa igualmente que, como en el caso del ACP a escala de grano fino, la mayoría son semejantes entre sí (Fig. 9).

Dado que la distancia entre los puntos es un indicador de similitud (entre más cerca la unidad, es más parecida), al igual que en el análisis a escala de grano fino, se puede apreciar que la mayoría de los trayectos son parecidos entre sí, como lo indican los trayectos encerrados en un óvalo en la figura 9.



**Figura 9.** Muestra el resultado del análisis de componentes principales por trayecto, aquellos puntos que están más cercanos corresponden a los trayectos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 12 y tienen mayor similitud que el resto.

**Cuadro 3.** Muestra el total de trayectos, la media, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación de las doce variables consideradas para la caracterización del hábitat a nivel de trayecto (escala de grano grueso).

VARIABLE	PUNTOS	MEDIA	MEDIANA	DESV. ESTANDAR	COEF. DE VARIACION
<b>CARACTERISTICA FISICA</b>					
PENDIENTE	12	-3.63	-4.07	6.72	-1.85
<b>ESTRATO ARBÓREO</b>					
DISTANCIA AL ARBOL PRÓXIMO	12	4.25	4.05	1.29	0.30
PAP	12	51.15	57.18	12.18	0.24
ALTURA	12	12.80	14.51	3.63	0.28
ESPECIES	12	1.91	1.89	0.24	0.13
<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>					
DISTANCIA AL ARBUS. PRÓXIMO	12	2.71	2.22	0.91	0.34
DIAMETRO 1	12	1.09	1.07	0.27	0.25
DIAMETRO 2	12	0.96	0.96	0.24	0.25
ALTURA	12	1.08	1.09	0.17	0.16
CORONA	12	1.18	1.08	0.59	0.50
COBERTURA	12	0.65	0.57	0.41	0.63
ESPECIES	12	1.90	1.85	0.35	0.18

Hecho este análisis, numéricamente el componente uno consideró que las variables con más peso son diámetro 1, diámetro 2, altura, corona y cobertura de arbustos, mientras que para el componente dos tiene más peso la pendiente, el PAP, la altura de árboles y la distancia al arbusto (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Muestra el porcentaje individual y acumulado para los factores que explican la varianza de los trayectos así como resultados del análisis a escala de grano grueso, algunas variables (marcadas en negrita) tienen más peso que otras.

		Componente 1	Componente 2
% de variación explicada		41.43	24.19
% de variación acumulada		41.43	65.62
<b>Variable</b>		<b>VARIABLES CON MAYOR PESO (EN NEGRO)</b>	
PENDIENTE		-0.16854	<b>-0.83798</b>
Árboles	DISTANCIA	0.349465	0.319341
	PAP	-0.021075	<b>-0.901955</b>
	ALTURA	0.046427	<b>-0.880264</b>
	ESPECIES	0.312084	-0.260514
Arbustos	DISTANCIA	0.214231	<b>0.585958</b>
	DIAMETRO 1	<b>0.990648</b>	-0.030018
	DIAMETRO 2	<b>0.977194</b>	0.094769
	ALTURA	<b>0.927275</b>	0.078751
	CORONA	<b>0.955212</b>	0.099942
	COBERTURA	<b>0.932809</b>	0.147515
	ESPECIES	-0.311019	0.225531

## Análisis de función discriminante (AFD).

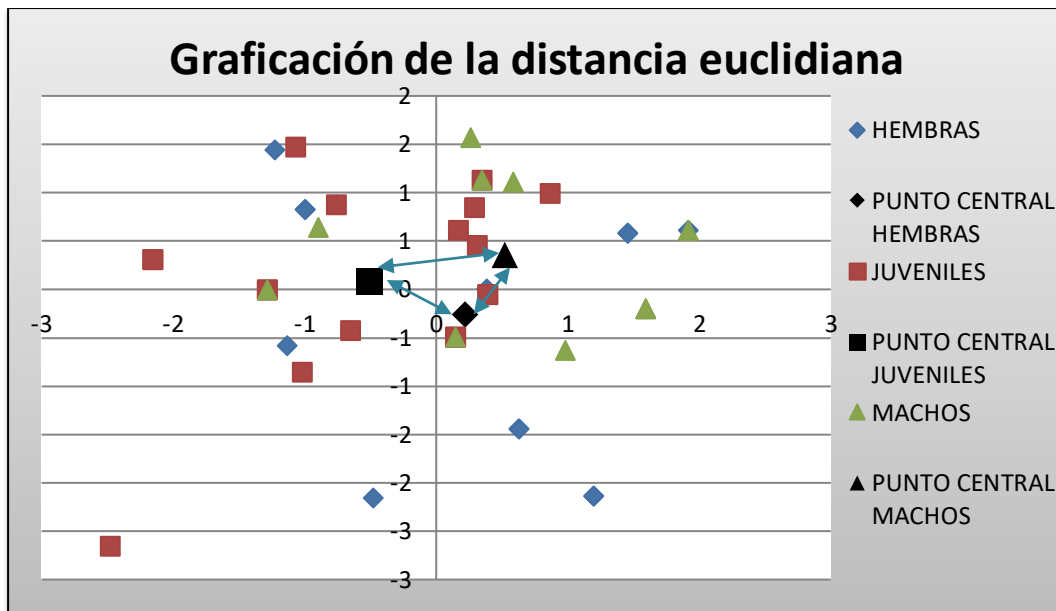
Al integrar los resultados de la clasificación difusa con los datos de hábitat en un AFD, en la escala fina encontramos que sí existe una diferencia significativa entre los sitios donde se colectaron los pellets (Wilks' lambda = 0.7931 aprox.  $F(4,88) = 2.703$   $P < 0.0355$ ), lo que sustenta en primera instancia que sí existe una diferencia entre machos, hembras y juveniles.

Se determinó la distancia euclidiana en el multiespacio de los puntos centrales (media) de las clases de edad y sexo y se muestra que si existe diferencia en el uso del hábitat entre las hembras y los machos adultos respecto a los juveniles (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Resultados del análisis de función discriminante donde se muestra numéricamente que si existe una diferencia significativa ( $P < 0.06$ ), entre adultos y juveniles, además de presentar una cierta distancia euclidiana entre las tres clases de edad y sexo.

DISTANCIA EUCLIDIANA			
	HEMBRAS	JUVENILES	MACHOS
HEMBRAS		0.688681	0.501672
JUVENILES	0.688681		1.216123
MACHOS	0.501672	1.216123	
NIVELES DE P			
	HEMBRAS	JUVENILES	MACHOS
HEMBRAS		<b>0.058491</b>	0.240642
JUVENILES	<b>0.058491</b>		<b>0.036664</b>
MACHOS	0.240642	<b>0.036664</b>	

En la gráfica donde se utilizan los resultados de la ubicación de los puntos con grupos fecales de juveniles, hembras y machos del AFD (Fig. 10), se observa que existe solapamiento, pero la distancia entre los puntos centrales es suficiente para considerar que sí existen diferencias entre los espacios utilizados por juveniles y adultos. Estas diferencias de manera significativa están dadas por dos variables (según el modelo de función discriminante), la altura de los arbustos (se encuentran en sitios con arbustos más altos en comparación con los adultos) y la menor distancia de los árboles (variable asociada de manera negativa con la densidad arbórea).



**Figura 10.** Muestra las distancias euclidianas (resaltadas con flechas) que indican la diferencia de uso espacial del hábitat entre las tres clases de edad y sexo, así como la posición de todos los puntos pertenecientes a adultos y juveniles de acuerdo con el análisis de función discriminante.

➤ **AFD a escala de grano grueso (por trayecto).**

Cuando se realizó el AFD a escala de grano grueso no se observaron diferencias significativas entre los grupos (Wilks' lambda = 0.9445066 aprox.  $F(2,45) = 1.321962$   $P < 0.2768$ ). Esto permite determinar que a menor escala (de grano fino), las diferencias en el uso del hábitat entre las diferentes clases de edad y sexo son detectables y conforme la escala es mayor, estas diferencias ya no se registran.

## DISCUSIÓN.

En la evaluación del hábitat realizada a escala de grano fino, se observó una nube de puntos que representa a todos los sitios muestreados, hacia el centro existe una aglomeración de puntos que indican que las características de cada uno de estos sitios son muy parecidas. Esto mismo ocurrió cuando la información del hábitat se analizó a escala de grano grueso, pues se encontró una aglomeración de ocho trayectos de los doce analizados. Como los grupos fecales fueron colectados dentro de este cúmulo de puntos similares en ambas escalas espaciales, se puede interpretar que las condiciones del hábitat para toda la población del venado son bastante homogéneas, al menos en las variables que se midieron y que existe mucho hábitat disponible. Al parecer las variables más importantes dentro del hábitat están asociadas a los arbustos y a la pendiente, como sucede en otras poblaciones (Vaughan & Rodríguez, 1994; Sánchez-Rojas *et al.*, 1997; Galindo-Leal & Weber, 1998).

Los resultados en la morfología de los pellets registran la presencia de las tres clases de edad y sexo dentro del Rancho, lo que indica que dentro de la población hay un nivel de reclutamiento (Begon *et al.*, 1986; Akçakaya *et al.*, 1998). Esto a su vez puede indicar que las condiciones del hábitat permiten que los individuos del venado cola blanca obtengan los recursos necesarios para su supervivencia, desarrollo y reproducción (Morrison *et al.*, 1998).

La selección de hábitat por parte de los venados está hecha con base en su disponibilidad, factores físicos, ecológicos y a su desarrollo ontogenético (Pollock *et al.*, 1994). Para el caso de los juveniles, éstos se ven directamente regulados en mayor grado por la cobertura vegetal, es decir, en ambientes con cobertura vegetal abierta la presencia de los individuos juveniles es escasa, mientras que en ambientes más cerrados son más frecuentes, esto debido a su estrategia antidepredatoria (Labisky *et al.*, 1999; Ricca *et al.*, 2003; Bishop *et al.*, 2005; McClure *et al.*, 2005; Burroughs *et al.*,

2006; Wiseman *et al.*, 2006). Probablemente en el Rancho además de la posibilidad de caza ilegal, la posible depredación por perros (muchos de ellos provenientes de los poblados cercanos) sean la principal amenaza para la supervivencia de los juveniles (Roberto Campuzano com pers).

Se puede observar que la distancia que se presenta entre los sitios utilizados por hembras y juveniles es menor comparándola con la que se da entre juveniles y machos. Esto sucede debido a los cuidados y a las precauciones que principalmente las hembras aplican como estrategia para aumentar la probabilidad de sobrevivencia, ya que si la hembra optara por estar todo el tiempo cerca de las crías, las pondría en riesgo por ser más visible y a su vez más vulnerable a la depredación, pero a pesar de esto la madre no se aleja demasiado de ellas (Kroll, 1992; Kroll & Koerth, 1996; Geist, 1998).

Para este caso en el área de estudio, a los juveniles del venado cola blanca como lo indica la bibliografía, se encontraron en zonas con vegetación arbórea y arbustiva muy cerrada (altamente densa), mientras que los adultos fueron ubicados en zonas arboladas más abiertas (mayor distancia entre árboles). Al analizar esta diferencia con base en los resultados obtenidos del AFD (Wilks' lambda = 0.7931 aprox.  $F(4,88) = 2.703$ ,  $P < 0.0355$ ), se comprobó que existe una separación del hábitat entre estas dos clases de edad, esto se logra apreciar en la figura 7 que muestra una zona donde hay presencia de venado pero las distintas clases no interfieren considerablemente entre sí.

Esta separación era esperable dado que las necesidades de ambos grupos ontogenéticos (adultos y juveniles) difieren sensiblemente. Esto ha sido evidente en otros estudios donde se observa uso diferencial del hábitat entre estas dos clases de edad del venado cola blanca (Gallina *et al.*, 1998). Por tal motivo la preferencia de las crías por lugares con vegetación muy densa incrementa sus posibilidades de sobrevivir,



pues esto les brinda mayor protección al pasar desapercibidos de sus depredadores (Geist, 1998; Villareal, 1999; Deperno *et al.*, 2003). Por el contrario, en el caso de los adultos para poder hacer uso de sus largas extremidades, prefieren las zonas abiertas que le permitan un escape veloz ante la sensación de peligro (Fuller, 1990; Geist, 1998; Lingle & Pellis, 2002).

En el sentido de Conradt (1999), pero aplicado a los juveniles y adultos, los datos indican que estas clases de edad tienen una segregación del tipo espacial (de grano fino) y no de hábitat (separación de grano grueso) por ser éste muy parecido. Se creó también que las diferencias son sutiles pero suficientes para detectar una diferencia entre ambos grupos. Este patrón de segregación de grano fino se ha detectado en algunos estudios donde se ha evaluado el grado de segregación sexual en adultos del género *Odocoileus*, este efecto se diluye conforme la escala del análisis es mayor, como se puede observar en los datos, pues en los trayectos no se detecta diferencia entre los grupos (Bowyer *et al.*, 1996; Kie *et al.*, 2002).

Las estimaciones preliminares de la densidad del venado cola blanca en el Rancho Santa Elena (Aguilar-Miguel, 2008) corresponden a una población pequeña ( $2.12 \text{ individuos por km}^2$ ), de modo que muchos procesos de competencia entre las diferentes clases de edad aún no se registran. De tal manera que los individuos probablemente tienen la capacidad de decidir qué espacios usar en función de cubrir sus necesidades y disponer de éstos libremente por carecer de competencia territorial como sucede en poblaciones con mayor densidad. Al observar que un buen porcentaje de los puntos y de los trayectos son muy parecidos y que en estos puntos es donde se registró la presencia de los venados, la probabilidad de que el área habitable permita este patrón de aglutinamiento en una población de baja densidad y sin un factor limitante se predice bajo la idea de la distribución ideal libre (Fretwell & Lucas, 1970; Fretwell, 1972), al menos mientras no crezca la población a tal grado que la competencia sea significativa, pues entonces podrán ocurrir cambios más importantes

en la ocupación del hábitat por las diferentes clases de edad y sexo en esta población (Gallina *et al.*, 1992).

Es importante el seguimiento a este trabajo para generar más información que permita conocer el comportamiento de la curva de crecimiento de esta población de venado cola blanca. Con los resultados obtenidos en el trabajo de Aguilar-Miguel (2008), se sabe que la población actual está por debajo de los niveles estimados para las 1000 hectáreas que conforman este predio comparado con otros estudios realizados en estados del norte de México.

## CONCLUSIONES.

1. Mediante la aplicación del método indirecto basado en la morfología del pellet se pudo detectar la presencia de adultos (hembras y machos) y juveniles dentro del Rancho Santa Elena en el municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo; la presencia de estas tres clases de edad y sexo permite asumir que en el predio existe reclutamiento positivo dentro de la población.
2. Dentro de la zona de estudio se presenta un área con mucha similitud en sus estratos arbóreo y arbustivo, este hecho se observa tanto a escala de grano fino como a escala de grano grueso, en ambos casos, las variables referentes al estrato arbustivo son las que congregan la mayor parte de la variación en los ACP. Esta área similar y muy extendida en el Rancho es donde se encuentran las evidencias de los rastros de los venados, por lo que es posible asumir que hay mucho hábitat disponible para la población en el futuro.
3. Mediante el análisis de función discriminante fue posible determinar que los juveniles utilizan áreas con una mayor altura de arbustos y mayor densidad de árboles que los adultos y que esta es una diferencia significativa ( $P < 0.06$ ), lo que se puede interpretar como que este hábitat los provee de mayor cobertura de protección, asimismo, el hábitat que utilizan las hembras se encuentra mucho más cercano a los juveniles que el de los machos ya que la hembra cuida de cerca a su prole.

## LITERATURA CITADA.

- Aguilar-Miguel, C. 2008. Estimación de la población y uso de hábitat por los adultos del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Rancho Santa Elena, Huasca de Ocampo, Hidalgo, México. Tesis de licenciatura en Biología. UAEH. México.
- Akçakaya, H.R., M.A. Burnham & L.R. Ginzburg. 1998. Applied population ecology: Principles and computer exercises using RAMAS. Ecolab 2.0. Sinauer Associates Inc. Sunderland. 278 pp.
- Álvarez-Romero, J. & R. A. Medellín. 2005. *Odocoileus virginianus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1986. Ecology: Individuals, populations and communities. *Oxford Blackwell scientific publications*.
- Bishop C.J., J.W. Unsworth & E.O. Garton. 2005. Mule deer survival among adjacent populations in southwest Idaho. *The Journal of Wildlife Management* 69(1):311-321.
- Bowyer R. T., J. G. Kie & V. Van Ballenberghe. 1996. Sexual Segregation in Black-Tailed Deer: Effects of Scale. *The Journal of Wildlife Management* 60(1):10-17.
- Bubenik, R.A. 1982. Physiology In: Thomas, J.W. & D.E Toweill, editors. Elk of North America. *Ecology and management*. Harrisburg. PA: Stackpole Books. Pp. 79-125.
- Burroughs, J.P., R. Campa, S. Winterstein, B. Rudolph, & W. Moritz. 2006. Cause specific mortality and survival of white-tailed deer fawns in southwestern Lower Michigan. *The Journal of Wildlife Management* 70(3):743-751.
- Consejo Estatal de Ecología (COEDE). 1999. Ordenamiento ecológico territorial de Huasca de Ocampo, Hidalgo. COEDE. México.
- Conradt, L., T.H. Clutton-Brock & D. Thomson. 1999. Habitat segregation in ungulates: are males forced into suboptimal foraging habitats through indirect competitions by females? *Oecologia* 119:367-377.

- Coronel-Arellano, H. 2004. Inventario de la mastofauna terrestre: el caso del Rancho Santa Elena, Huasca de Ocampo, Hidalgo. Tesis de licenciatura en Biología. UAEH. México.
- DePerno, C. S., B. S. Haroldson, T. J. Brinkman, B. J. Bigalke, C. C. Swanson, I. L. Lajoie, J. A. Jenks, J. D. Erb, & R. G. Osborn. 2003. Survival and home ranges of white-tailed deer in southern Minnesota. Pp. 35-54. In: M. W. Don Carlos, R. O. Kimmel, J. S. Lawrence, and M. S. Lenarz, editors. 2002. *Summaries of Wildlife Research Findings*. Section of Wildlife, Minnesota Department of Natural Resources, St. Paul, Minnesota.
- Ezcurra, E. & S. Gallina. 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern Mexico. Pp. 79-108, In: Folliott, P. F. and S. Gallina (eds.) *Deer Biology, Habitat Requirements and Management in Western North America*. Instituto de Ecología, México, D. F.
- Fainstein, A., R. 1996. *Multivariate analysis: An introduction* Yale University press. New Haven & London. 613 pp.
- Fretwell, S. D. & H. L. Lucas. 1970. On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. *Acta Biotheoretica* 19:16-36.
- Fretwell, S.D. 1972. *Populations in a seasonal environment*. Princeton University Press.
- Fuller, T.K. 1990. Dynamics of a white-tailed deer population in north-central Minnesota. In: *Wildlife Monographs*. No. 110.
- Galindo-Leal, C. & M. Weber. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental*. Edicusa-Conabio, México.
- Gallina, S. 1990. *El venado cola blanca y su hábitat en La Michilía, Durango*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Gallina, S. 1994. *Uso del hábitat por el venado cola blanca en la reserva de la biosfera La Michilía, México*. Pp. 299-314. In: Vaughan, C.H. & M. A. Rodríguez (Eds.) *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Heredia, Costa Rica.

- Gallina, S., A. Pérez-Arteaga & S. Mandujano. 1998. Patrones de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en un matorral xerófilo de México. *Bol. Sociedad Biológica*. Concepción, Chile. 69:221-228.
- Gallina, S., P. Gallina-Tessaro, & S. Álvarez-Cárdenas. 1992. Hábitat y dinámica poblacional del venado bura. Pp. 297-327. In: A. Ortega, editor. *Uso y manejo de los recursos naturales en la Sierra de la Laguna Baja California Sur*. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A. C., La Paz, B.C.S. México.
- Geist, V. 1998. Deer of the world their evolution, behavior and ecology. Stackpole Books, Mechanicsburg.
- Hall R. 1981. The mammals of North America, Vol. I. John Wiley & Sons. I. New York, United States of America.
- Halls, L. K. 1978. White-tailed Deer. Pp. 43-65. In: Schmidt, J. L. & D. L. Gilbert, editors. *Big Game of North America: Ecology and Management*. Stackpole books, Harrisburg, Pennsylvania.
- Halls, L.K. 1984. White-tailed deer: ecology and management. Stackpole book, Harrisburg Pennsylvania, 870 pp.
- Hanley, T. A. 1982. The nutritional basis for food selection by ungulates. *Journal Range Management* 28:298–300.
- Henke, S. E., S. Demarais & J. A. Pfister. 1988. Digestive capacity and diets of white-tail deer and exotic ruminants. *The Journal of Wildlife Management* 52:595-598.
- <http://www.santaelena.com.mx/ubicacion.html> visitado el 21 de Marzo de 2008.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1992. Síntesis geográfica del estado de Hidalgo.
- Kenneth, B. 1981. The use of multivariate statistics in studies of wildlife habitat. School of natural resources. University of Vermont. 140 pp.
- Kie J.G., R. T. Bowyer, M. C. Nicholson, B. B. Boroski & E. R. Loft. 2002. Landscape Heterogeneity at Differing Scales: Effects on Spatial Distribution of Mule Deer. *Ecology* 83(2):530-544.

- Kroll, J.C. 1992. A practical guide to producing and harvesting white tailed deer. Institute of white-tailed deer Management and Research Center for Applied Studies in Forestry. Austin State University. Austin, TX, USA. 590 pp.
- Kroll, J.C. & B.H. Koerth. 1996. Solving the mysteries of deer movements. Center for Applied Studies in Forestry. Austin State University. Nocogdoches, TX, USA. 178 pp.
- Labisky RF, K.E. Miller, & C.S. Hartless. 1999. Effect of Hurricane Andrew on survival and movements of white tailed deer in the Everglades. *The Journal of Wildlife Management* 63:872-879.
- Leopold, A., S. 2001. Fauna silvestre de México. Ed. Pax-México-IMERNAR. Sexta reimpresión México. 600 pp..
- Lingle, S. & S. M. Pellis. 2002. Fight of flight? Antipredator behavior and the escalation of coyote encounters with deer. *Oecologia* 131:154-164.
- McCracken, J.G. & V. Van Ballenbergher. 1987. Age and sex-related differences in fecal pellet dimension of moss. *The Journal of Wildlife Management* 51:4-360.
- Mandujano M. C., A. Flores-Martínez, J. Golubov & E. Ezcurra. 2002. Spatial distribution of three globose cacti in relation to different nurse-plant canopies and bare areas. *Southwestern Naturalist* 47:162-168.
- Mandujano S. 2004. Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zoológica Mexicana* 20(1): 211-251.
- Mandujano S., S. Gallina, G. Arceo & L. A. Pérez-Jiménez. 2004. Variación estacional del uso preferencial de tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* 20(2): 45-67.
- Mandujano, S., & S. Gallina. 1995. Comparison of deer censuring methods in tropical dry forest. *Wildlife Society Bulletin* 23:180-186.
- McClure Mark F., J.A. Bissonette & M.R. Conover. 2005. Migratory strategies fawn recruitment, and winter habitat use by urban and rural mule deer (*Odocoileus hemionus*). *Journal Wildlife Research* 51:170-177.
- Morrison, M. L., B. G. Marcot & R. W. Mannan. 1998. Wildlife – habitat relationships: concepts and applications. The University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin 485 pp.

- Mueller-Dombois D.R. & H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley, New York.
- Nowak, R.M. 1991. Walker's mammals of the world. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, EUA.
- Ortiz-Martínez, T., S. Gallina, M. Briones-Salas & G. González. 2005. Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, goldman y kellog, 1940) en un bosque templado de la sierra norte de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 21(3): 65-78.
- Pollock, M. T., D. G. Whittaker, S. Demarais & R. E. Zaiglin. 1994. Vegetation characteristics influencing site selection by male white-tailed deer in Texas. *Journal of Range Management* 47:235-239.
- Redford, K.H. & J. F. Eisenberg. 1992. Mammals of the Neotropics Vol. 2: The Southern Cone. The University of Chicago Press. Chicago, IL. EUA.
- Ricca M.A., G.A. Bobert, H.J. Dewaine & A.W. Scott. 2003. Spatial use and habitat associations of Columbian white tailed deer fawns in Southwestern Oregon. *Northwest Science* 77(1): 72-80.
- Rohm, J. H. 2005. Survival of white-tailed deer fawns in southern Illinois. Thesis Ph Degree, Southern Illinois University, Carbondale, USA.
- Sánchez-Rojas, G. 2000. Conservación y manejo del venado bura en la reserva de la biosfera de Mapimí. Instituto de Ecología, A.C. México, Xalapa 78 pp.
- Sánchez-Rojas, G. & S. Gallina. 2000a. Mule deer (*Odocoileus hemionus*) density in a landscape element of the Chihuahuan Desert, Mexico. *Journal of Arid Environments* 44 (3): 357-368.
- Sánchez-Rojas, G. & S. Gallina. 2000b. Factors affecting habitat use by mule deer (*Odocoileus hemionus*) in the central part of the Chihuahuan desert, Mexico: an assessment with univariate and multivariate methods. *Ethology, Ecology and Evolution* 12:405-417.
- Sánchez-Rojas, G., S. Gallina & S. Mandujano. 1997. Área de actividad y uso del hábitat de dos venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical de la costa de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (ns) 72:39-54.



- Sánchez-Rojas, G., S. Gallina & M. Equihua. 2004. Pellet morphometry as tool to distinguish age and sex in the mule deer. *Zoo Biology* 23:139-146.
- Short, H. L. 1963. Rumen fermentations and energy relationships in white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management* 27:184-195.
- Vangilder, L. D., O. Torgerson, & W. R. Porath. 1982. Factors influencing diet selection by white-tail deer. *The Journal of Wildlife Management* 46:711-718.
- Vaughan, C. & M. A. Rodríguez. (eds.). 1994. Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. EUNA. Heredia, Costa Rica. 455 pp.
- Villareal, J. 1999. Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento cinegético. Unión ganadera regional de Nuevo León, México. Primera reimpresión 401 pp.
- Villarreal, O. 1998. De puente de Dios a casa de piedra: Clasificación tradicional de las canastas de astas de venado cola blanca mexicano (*Odocoileus virginianus mexicanus*), en la región de la Mixteca Poblana. *Memorias del VI Simposio sobre venados de México*. UNAM, Instituto de Ecología A.C. ANGADI. Xalapa, Veracruz, México.
- Villarreal, O., J. Villarreal & P. González. 2000. Primer torneo de canastas de astas de venado cola blanca mexicano (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en Puebla. *Memorias del VII Simposio sobre venados de México*. UNAM, Instituto de Ecología A.C. ANGADI. Xalapa, Veracruz, México.
- Wilson, E. D., & M. D. Reeder. 1992. Mammal Species of the World a Taxonomic and Geographic Reference. Smithsonian Institution Press, EEUU.
- Wiseman T. G., D. C. Mahan, S. J. Moeller, J. C. Peters, N. D. Fastinger, S. Ching, and Y. Y. Kim. 2007. Phenotypic measurements and various indices of lean and fat tissue development in barrows and gilts of two genetic lines from twenty to one hundred twenty-five kilograms body weight. *Journal of Animal Science* 85:1816-1824.
- Wislocki G.B. 1942. Studies on the growth of deer antlers. On the structure and histogenesis of antlers of the Virginia deer (*Odocoileus virginianus borealis*). *Anatomy* 71:371-415.