



00376  
5  
250  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Ámbito hogareño y uso de habitat del venado  
cola blanca en un bosque tropical caducifolio

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS (Ecología y Ciencias Ambientales)

PRESENTA

Gerardo Sánchez Rojas

México, D.F. 1995

Directora de Tesis: Dra Sonia A. Gallina Tessaro

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Contenido

Agradecimientos .....	i
Resúmen .....	iv
<b>INTRODUCCION GENERAL .....</b>	<b>1</b>
Área de estudio .....	1
Literatura citada .....	4
<b>Capítulo 1</b>	
<b>INTRODUCCION AL USO DEL RADIO SEGUIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
1. Introducción .....	5
2. Radio telemetría y el radio seguimiento .....	6
3. Prospectiva Histórica .....	7
4. Comparación de los diferentes métodos de seguimiento de fauna silvestre. ....	9
5. Sistemas del radio seguimiento .....	10
5.1 Sistema de transmisión .....	10
5.2 Sistema de recepción .....	11
5.3 Sistema de interpretación .....	14
6. Estimación de las localizaciones. ....	15
6.1 Coordenadas .....	15
6.2 Las localizaciones de los transmisores .....	15
6.2.1 Localizaciones sin triangulación .....	15
6.2.2 Localizaciones mediante la triangulación .....	17
7. Error .....	18
8. Aplicabilidad del Radio seguimiento. ....	21
8.1 Patrones lineales. ....	21
8.2 Patrones de área .....	22
8.3 Determinación del uso de hábitat mediante la localización del transmisor .....	24
9. Consideraciones finales .....	26
Literatura Citada. ....	28
<b>Capítulo 2</b>	
<b>AMBITO HOGAREÑO, MOVIMIENTOS Y USO DEL HABITAT DEL VENADO COLA BLANCA EN UN BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO .....</b>	<b>32</b>
1. Introducción .....	32
2. Objetivos .....	34

2.1 Objetivo general	34
2.2 Objetivos particulares	35
3. Método	35
3.1 Captura	35
3.2 Radio seguimiento	37
3.3 Ámbito Hogareño	37
3.4 Distancias recorridas	38
3.5 Uso de Hábitat	39
4. Resultados.	41
4.1 Captura	41
4.2 Ámbito hogareño	42
4.3 Distancia recorrida	43
4.4 Uso de hábitat	46
5. Discusión.	48
5.1 Captura	48
5.2 Ámbito hogareño	49
5.3 Distancias recorridas	52
5.4 Uso de hábitat	54
6. Conclusión	56
Literatura citada	58

### Capítulo 3

<b>CONSIDERACIONES PARA EL MANEJO DEL VENADO COLA BLANCA EN EL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DEL OCCIDENTE DE MEXICO</b>	<b>63</b>
1. Introducción	63
2. Distribución del venado cola blanca	64
3. Importancia económica	64
4. El caso del bosque tropical caducifolio.	66
5. Conocimiento del venado cola blanca para la región de Chamela	67
6. Sugerencias para un futuro plan de manejo	69
7. Limitaciones	73
8. Consideraciones finales.	74
Literatura citada	76

## Agradecimientos

A la Dra. Sonia Gallina por su dirección en el desarrollo de esta tesis, así como a los sinodales, Dr. Hector Arita H., Dr. Victor Sánchez-Cordero, M. en C. Salvador Mandujano, M. en C. Alberto González, M. en C. Livia León y al M. en M.V.S. Marcelo Aranda, quienes con sus comentarios y sugerencias han enriquecido enormemente el contenido de la misma.

Quiero expresar mi más grande reconocimiento a la Dra. Sonia Gallina Tessaro y al M. en C. Salvador Mandujano, quienes con infinita paciencia me han soportado y han contribuido sustancialmente a mi formación como profesional de la biología.

Sin la contribución en el trabajo de campo de las siguientes personas: Biol. Gloria Arceo, Biol. Rosa Sánchez, M. en C. Carlos López, M. en C. Salvador Mandujano, Dra. Sonia Gallina y particularmente al Biol. Luis Enrique Martínez quien contribuyó enormemente en las capturas con las largas horas que se mantuvo en los espiaderos, no habría sido posible la realización de la misma.

A todo el personal de la Estación de Biología Chamela, particularmente al Jefe de la Estación M. en C. Felipe Noguera y al Administrador C. P. Ignacio Ramírez, por las facilidades otorgadas para la realización de esta tesis.

A Ducks Unlimited de México A.C. particularmente al Ing. Miguel A. Cruz por el préstamo y el entrenamiento en el uso de la red de calda.

Al Instituto de Ecología, al Laboratorio de Mastozoología y a la Estación de Biología del Instituto de Biología de la UNAM, por el apoyo logístico proporcionado para la realización de esta tesis.

Es largísima la lista de personas que contribuyeron en la realización de la tesis como a mi formación de profesional de la biología y como persona. Si cometo alguna omisión espero me disculpen.

A los buenos amigos del personal Académico de la Estación de Biología Chamela, Ricardo Ayala, Enrique Ramírez, Edna Naranjo, Felipe Noguera y Alfredo Pérez, así como al personal administrativo, Eva, María E, Carmelita, Margarita, Paz, Marcelino, Juan Manuel Pancho, Rafa, Don Nacho y el Profe Juan Ramón. A las Chicas Guapas de la U de G que en más de una ocasión nos ayudaron en las arreadas, Imelda, Ana Bertha, Bety y Maru y a todos los buenos amigos con los que compartí tan buenos momentos durante mis estancias.

A los colegas del Laboratorio de Mastozoología del Instituto de Biología de la UNAM, por las charlas tan formativas como divertidas que hemos sostenido durante el desarrollo de mi formación en la Maestría, sobre diversos tópicos de la Biología de los Mamíferos, empezando por Víctor Sánchez-Cordero, Miguel Briones, Roberto Martínez, Enrique Martínez, Javier Sosa, Antonio Santos, Yolanda Hortelano, José García.

A los colegas del Departamento de Ecología y Comportamiento Animal del Instituto de Ecología, Fernando González, Socorro Lara, Jorge Medrano por sus atinadas sugerencias y su amable compañía durante mis estancias en Xalapa.

A Irene Goyenechea, Jesús Castillo y Carlos López-González, por la inestimable fortuna de tenerlos como amigos.

Al apoyo y amor de de mi padre Porfirio Sánchez Granados y Hermanos Daniel, María Luisa Claudia, Héctor, Sergio y Blanca, el cual es fundamental en mi vida, a mis queridos sobrinos Héctor Eduardo, Luis Daniel, Victoria, Israel y Mauricio.

#### APOYO FINANCIERO

Este proyecto fue realizado gracias a la subvención del CONACYT al Proyecto Ecoetología del venado cola blanca en un Bosque Tropical Caducifolio (0327N9107), dirigido por la Dra Sonia Gallina y el M. en C. Salvador Mandujano.

La Estación de Biología Chamela me concedió días de estancia durante el tiempo que duró el proyecto.

## Resumen

Este trabajo sobre el comportamiento del venado cola blanca fue realizado de enero de 1992 a mayo 1995, en el bosque tropical caducifolio de Chamela, Jalisco.

Se describe la técnica del radio seguimiento y sus aplicaciones, en el estudio de la fauna silvestre. Se plantea la utilización de esta técnica para el estudio del venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio, para conocer el tamaño del ámbito hogareño, la distancia que recorre y el uso del hábitat. Finalmente se plantean las implicaciones en el manejo del venado en el bosque tropical caducifolio, integrando esta información con la que ha sido publicada.

Los resultados del radio seguimiento de dos individuos de venado cola blanca, una hembra adulta y un macho subadulto, muestran que la utilización de métodos pasivos (redes de calda y corrales) en la captura ve disminuida su efectividad por la falta de un cebo atrayente. Los métodos activos (arreas y dardos tranquilizantes) se ven dificultados por lo denso del sotobosque, dificultando el acceso no permitiendo con facilidad ni arrear a los animales, ni buscarlos cuando éstos han sido inyectados. Asimismo la falta de un mayor número de espacios abiertos para colocar los métodos pasivos, debido a que por ser la Estación un área de reserva no se permite talar zonas dentro de ella, disminuyó la probabilidad de captura. La hembra seguida en el bosque tropical caducifolio mostró durante la época de secas un menor tamaño en su ámbito hogareño (11 ha) y una menor distancia en sus recorridos diarios (1.44 a 1.48 km). Las distancias recorridas por la venada muestra un mayor desplazamiento en las horas crepusculares lo que podría ser una estrategia contra la falta de agua. En la época de lluvias el tamaño del ámbito hogareño es mayor con respecto a la época de secas (34 a 21 ha) al igual que los recorridos diarios (1.98 a 2.58 km). Estos recorridos mayores y constantes durante el día podrían explicarse por una búsqueda de una mayor diversidad de especies vegetales para enriquecer la calidad de su alimento. En ambas épocas las distancias recorridas por la hembra durante la noche disminuyen en comparación con los desplazamientos del día. El macho durante la época de secas utiliza una área mayor que la que presentó la hembra (26 ha), posiblemente porque utiliza un hábitat de una menor calidad de forraje, lo que explicaría que necesite una mayor área de donde extraer sus requerimientos energéticos y por lo mismo tenga que desplazarse más (2.5 km). La preferencia de hábitat por la hembra es de un uso más intenso de las laderas principalmente con orientación norte, lo que podría estar relacionado con las condiciones microambientales, ya que son áreas más frescas, con mayor humedad y con mayor cobertura. El macho prefiere más las áreas bajas y planas lo que difiere con respecto a los hábitats que utilizó la hembra.

Se presentan una serie de sugerencias para un futuro plan de manejo del venado cola blanca en el bosque tropical caducifolio.



## INTRODUCCION GENERAL

El trabajo pretende en lo general lograr tres objetivos, el primero de éstos es el desarrollar un documento que de manera introductoria presente un panorama sobre el radio seguimiento que es una técnica de uso común desde hace muchos años en el estudio de los animales silvestres de países desarrollados.

El segundo objetivo es mostrar los resultados de un estudio en el campo utilizando el radio seguimiento para estimar el tamaño del ámbito hogareño, las distancias que recorre y el uso que presenta del hábitat el venado cola blanca. Presentando además información sobre el esfuerzo de captura y la probable causa de la baja captura de venados en el bosque tropical caducifolio.

El tercero y último es poder presentar un panorama sobre la potencialidad del venado cola blanca como un recurso económicamente viable en lo general, y en lo particular, cuales serían las condiciones de la región de Chamela, con los resultados producto de la investigación realizada en la estación durante los últimos 7 años.

Por lo que cada capítulo de la tesis tratará de abordar cada uno de estos objetivos. Se describe a continuación el área de la Estación de Biología Chamela donde se desarrolló el trabajo de campo de la tesis.

### Área de estudio

El trabajo se realizó en la Estación de Biología Chamela (EBCh) del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México, que se localiza en la vertiente del Pacífico, entre las coordenadas 19° 29' y 19° 34' N y los 104° 58' y 105° 04' O; a 65 km al Norte de Barra de Navidad, en el estado de Jalisco, México. La Estación tiene una superficie de 3700 ha, su topografía es de lomeríos con algunos pequeños valles y las altitudes van de 70 a 580 msnm (Figura 1) (Bullock, 1988).

El clima es el más seco de los tropicales (Aw) con una marcada estacionalidad, siendo el promedio de las lluvias de  $706.6 \pm 148.4$  mm. La temporada de lluvias dura de julio a noviembre, aunque también son frecuentes lluvias esporádicas durante diciembre y febrero. La temperatura fluctúa poco manteniéndose casi en forma constante a  $25^{\circ}\text{C}$  en promedio (Bullock, 1986).

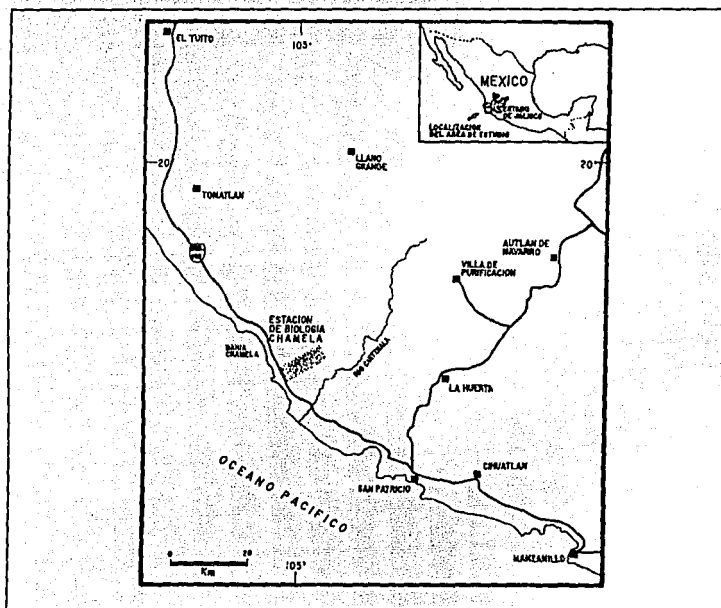


Figura 1. Localización de la Estación de Biología Chamela en el estado de Jalisco (tomado de Ramírez- Bautista, 1994) .

Lo marcado del régimen estacional de las lluvias favorece el establecimiento de una vegetación caducifolia, ya que esta estrategia permite a las plantas dominantes de la vegetación escapar del estrés que produce la falta de agua (Lott, *et al.*, 1987; Bullock y Solís-Magallanes, 1990), lo que provoca una gran disminución en la cobertura de protección, en alimento y agua disponible para los venados (Mandujano y Gallina, 1995).

Dentro de la Estación se encuentran dos tipos de vegetación identificables, uno es el bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978), localizado en las pendiente de los lomeríos, predominando los géneros *Lonchocarpus*, *Caesalpinia*, *Croton* y *Cordia*. Casi todas las plantas son caducifolias permaneciendo sin hojas durante los meses de enero a junio (Lott *et al.*, 1987). El otro es el bosque tropical subcaducifolio (Rzedowski, 1978), que se desarrolla en los suelos planos que corren paralelos a los arroyos, predominando las especies, *Astronium graveolens*, *Thouinidium decadrum*, *Brosimum alicastrum* y *Tabebuia donell-smithii*. La ausencia de las hojas dura algunos meses en algunas de las especies y en otras pocas semanas, aunque algunas de las especies producen hojas nuevas antes de perder las viejas (Lott *et al.*, 1987).

### Literatura citada

- Bullock, S. H. 1986. Climate of Chamela, Jalisco and trends in south coastal region of Mexico. Arch. Met. Geoph. Brod. 36:297-316.
- Bullock, S. H. 1988. Rasgos ambientales del ambiente físicos y biológico de Chamela, Jalisco, Mexico. Folia Entomologica Mexicana 77:5-17
- Bullock, S. H., y Solís-Magallanes. 1990. Phenology of Canopy trees of tropical deciduos forest. Biotropica 22: 22-35.
- Lott, E. J., S. H. Bullock y A. Solís-Magallanes. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forest in coastal Jalisco. Biotropica 19: 228-235.
- Mandujano, S., y S. Gallina. 1995. Disponibilidad de agua para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de México. Vida Silvestre Neotropical.
- Ramírez-Bautista A. 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la Región de Chamela, Jalisco, México. Serie Cuadernos de Biología No. 23 Instituto de Biología de la UNAM, 127 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México. 432 pp.

## Capítulo 1

### INTRODUCCION AL USO DEL RADIO SEGUIMIENTO

#### 1. Introducción

El presente capítulo intenta definir al radio seguimiento como una parte de la telemetría la cual involucra a un conjunto de técnicas que permiten obtener información de un sujeto a cierta distancia. Todas estas técnicas tienen en común que utilizan principalmente las ondas de radio para transmitir la información (Cochran, 1987; Kenward, 1987).

Dado lo vasto de las aplicaciones de la telemetría (ver más adelante), sólo se mencionará con mayor detenimiento las características del radio seguimiento. En primera instancia se comparará con otras técnicas alternativas que se utilizan para saber la ubicación de un sujeto en un momento dado, puntualizando cuáles son las ventajas del radio seguimiento con respecto a estas otras técnicas. Se describirá el equipo que es necesario para poder realizar el radio seguimiento, explicando las características de cada una de las partes de que consta el mismo. Se incluirá también la descripción de cómo se hacen la estimaciones del sitio que ocupa el sujeto en estudio en un momento dado, mostrando las diferentes maneras en que es posible obtener su ubicación. Se excluyen las ecuaciones matemáticas que respaldan estas estimaciones, debido a que existen en la actualidad numerosos programas de computadora que realizan de manera automática estas estimaciones. Las aplicaciones del radio seguimiento se centraron en los patrones tempo-espaciales que se pueden obtener, dado que permitirá una mejor comprensión del capítulo 2 en la que se utiliza esta técnica. Finalmente se incluyen algunas reflexiones personales sobre el radio seguimiento.

## 2. Radio telemetría y el radio seguimiento

La radio telemetría involucra a todas las técnicas asociadas con la obtención de medidas biológicas de sujetos a cierta distancia. Las ondas de radio constituyen el medio más frecuentemente utilizado para transmitir información aunque la luz y el sonido también pueden utilizarse. La telemetría utiliza receptores y antenas que reciben la información proveniente de un transmisor sujeto a los animales en estudio. (Conchran, 1987; Kenward, 1987).

Los transmisores tienen asociados componentes electrónicos que permiten enviar información sobre la ubicación, la conducta, la fisiología o las condiciones ambientales (temperatura, profundidad, luz, etc.) en las que se encuentra en un momento dado el animal en estudio. Por ejemplo, estos transmisores tienen asociados sensores que indican si el animal está activo o no mediante el cambio de la frecuencia de la señal (Knowlton *et al.*, 1968), otros transmisores pueden indicar cuando el animal a cesado de moverse y la alteración de la señal indica que el animal está muerto (Kolz, 1975), otros pueden medir la temperatura del animal, por ejemplo cuando la temperatura baja la señal se hace débil (Stoddart, 1970), una cuarta variación emplea sensores estratégicamente colocados para que la señal se modifique cuando el animal orina (Charles-Dominique, 1977 citado en Mech, 1983). El tipo de información que puede obtenerse mediante la telemetría es inmenso, en la actualidad sólo se encuentra limitado por el avance tecnológico.

El radio seguimiento lo definiremos como la técnica que abarca solamente la localización del sujeto que lleva el transmisor, mediante el uso de receptores y antenas que reciben la intensidad y dirección de una señal de radio individual proveniente de un transmisor sujeto a los animales en estudio (Mech, 1983; Kenward, 1987; White y Garratt, 1990).

La manera de sujetar el transmisor dependerá del sujeto a estudiar. En el caso de los mamíferos, es sumamente común el uso de collares que se colocan en el cuello de los animales, cuando esto es difícil por las características del animal en cuestión (cuello muy ancho, o porque ellos mismos o sus coespecíficos se los quitan) se utiliza un arnés o se coloca en las orejas e incluso se implantan subcutáneamente. En las aves se utiliza más comúnmente el arnés, aunque en ciertos casos se colocan clips sujetos a la cola o se pega en el brazo o en las plumas de la región patagial. El uso de transmisores implantables tanto subcutáneamente como dentro del sistema digestivo, se utiliza básicamente cuando es impráctico colocarlo en forma exterior, como en el caso de los peces y los reptiles (Mech, 1983).

Estas técnicas que utilizan las ondas de radio para transmitir información de los sujetos en estudio son producto de los grandes avances tecnológicos que han logrado la miniaturización de los componentes electrónicos que forman a los receptores y a los transmisores (Kenward, 1987; White y Garrott, 1990). En los últimos 25 años esta técnica ha revolucionado los estudios de una amplia gama de especies animales, que por su particular forma de vida no son fáciles de observar, con lo que se han logrado avances en tópicos tales como la determinación del área de actividad, movimientos diarios y estacionales, migraciones, uso del hábitat, sobrevivencia y estimaciones de poblaciones (White y Garrott, 1990).

### 3. Prospectiva Histórica

Es muy difícil situar el inicio del radio seguimiento (Kimmich, 1980), ya que sin duda esta idea surgió de manera independiente en diferentes personas más o menos al mismo tiempo. La primera publicación sobre el tema fue la de LeMunyan *et al.* (1959) (citado en Kenward, 1987), quienes usaron transmisores implantables de corto alcance para monitorear las tasas cardíacas de unas ardillas. Este trabajo fue inspirado por los proyectos realizados con pilotos de la Marina de U.S.A. bajo diferentes condiciones (Mech, 1983; Kenward, 1987).

Después de esta primera experiencia, empezó a registrarse en la literatura un incremento sobre estudios que utilizaban esta técnica. En 1963 se incluyeron un gran número de trabajos en el volumen editado por L. E. Slater *Biotelemetry: The Use of Telemetry in Animal Behaviour and Physiology in Relation to Ecological Problems*. Aunque algunos autores consideran que el primer trabajo utilizando el método del radio seguimiento con la técnica y tecnología corriente fue el de W. W. Cochran y R. D. Lord en 1963 (Mech, 1983).

Al inicio, el radio seguimiento fue aplicado en mamíferos terrestres y aves de tamaño mediano o grande, eventualmente grupos de animales que eran muy difíciles de trabajar pudieron ser sujetos de estudio utilizando esta técnica. Los mamíferos marinos (Sinif *et al.*, 1975), peces (Winter *et al.*, 1978), anfibios (Jensen, 1982), tortugas (Carr, 1965), cocodrilos (Smith, 1980), serpientes (Osgood, 1970), aves y murciélagos muy pequeños (Graber y Wundler, 1966; Stabbing, 1982; 1986).

En México, esta técnica no se encuentra muy difundida debido a que su uso resulta costoso. En muchas ocasiones el conocimiento de las especies es tan escaso (como ocurre con la mayoría de las especies de México) que generalmente se abordan preguntas más básicas que el radio seguimiento no puede contestar. Sin embargo, existen algunos trabajos pioneros utilizando esta técnica que fueron llevados a cabo por investigadores del Instituto de Ecología A. C., (Aguirre *et al.*, 1984; Servín y Huxley 1993; Hernández *et al.*, 1993) y del Laboratorio Natural las Joyas de La Universidad de Guadalajara (González, 1990).

Actualmente existen diversos investigadores que están utilizando esta técnica: con venados en la Sierra de Manantlán, Jalisco (G. González, com. per.), en el desierto chihuahuense en Nuevo León (R. Sánchez-Mantilla com. per.), (F. González com. per.) y en Quintana Roo en selvas tropicales (J. Rejón com. per.); con carnívoros en la Reserva Chamela-Cuitzmala, Jalisco (C. López-González; B. Miller y D. Valenzuela com. per.), en la Reserva de la Biosfera La Michilía con los coyotes (J. Servin com. per.) y con el guajolote silvestre (A. Garza com. per.).



#### 4. Comparación de los diferentes métodos de seguimiento de fauna silvestre.

El radio seguimiento no es la única técnica que nos permite la ubicación en un momento determinado de un animal, por lo que al comparar las ventajas y desventajas de esta técnica con respecto a otras que pudieran ser utilizadas, observaremos la utilidad del radio seguimiento. Dentro de las técnicas más comunes para identificar y ubicar animales tenemos:

1) Las marcas visuales, solamente son eficientes en animales que viven en ambientes "abiertos". Por ejemplo los grandes ungulados de la estepa africana (Stonehouse, 1978; Bub y Oeike, 1980 citado en Kenward, 1987).

2) La colocación de carretes de hilo en el animal de manera que deje un rastro, pero esta técnica sólo permite el seguimiento de especies que tienen pequeñas áreas de actividad y por un corto período de tiempo, por ejemplo los roedores (Miles *et al.*, 1981).

3) La adición en el alimento de fibras coloreadas no digeribles, lo cual tiene el inconveniente de que los datos están sujetos a la facilidad de recuperación de los excrementos, por ejemplo en los tejones europeos o en roedores (Randolf, 1977; Kruuk, 1978).

4) La inyección de sustancias con isótopos radioactivos, los cuales no pueden utilizarse más que en animales que sobrepongan mucho sus áreas de actividad, por ejemplo algunos carnívoros (Kruuk *et al.*, 1979; Jenkins, 1980).

5) La utilización de trampas para seguir a los animales, es un método muy sesgado pues la trampa puede ser la que afecte el comportamiento del animal, por ejemplo en los roedores (Canela-Rojo y Sánchez-Cordero, 1984; Hedgal y Colvin, 1986).

Por lo tanto, en forma conjunta estas técnicas sólo pueden utilizarse en algunos tipos de hábitat, están restringidas en el tiempo en que se puede seguir al animal, están más sujetas a eventos aleatorios (en cuanto a descubrir el rastro físico dejado

por el animal o a la atracción de los animales por la trampa) y además son técnicas que a largo plazo resultan caras.

Por el contrario el radio seguimiento permite obtener la localización de animales en una gran variedad de hábitats durante un mayor tiempo, limitado sólo por las condiciones de propagación de la señal, lo que dependerá de las condiciones orográficas, la densidad de la vegetación, la presencia de elementos que interfieran con la señal (como la presencia de tendidos de alta tensión o de estructuras metálicas). La inversión inicial es alta pero el equipo tiene un período alto de vida, lo que en términos generales puede resultar a largo plazo más económico (Kenward, 1987). Sin embargo, es importante considerar en el radio seguimiento el costo de la captura de los animales para sujetarles el transmisor. Ya que el tiempo y la dificultad de atrapar a los animales puede incrementar sensiblemente los gastos del estudio.

## 5. Sistemas del radio seguimiento

La técnica del radio seguimiento consta de 3 sistemas, los dos primeros lo forman los sistemas de transmisión y el de recepción, que son el equipo físico propiamente dicho. Estos proporcionarán los datos para poder realizar la localización, mientras que el tercer sistema es el manejo y la interpretación que se hace de los resultados obtenidos para resolver la pregunta, por parte del investigador (Mech, 1983; Kenward, 1987).

### 5.1 Sistema de transmisión

El sistema de transmisión está compuesto por un cristal de cuarzo que determina la frecuencia (amplitud con la que oscila la señal por segundo), la banda de frecuencia en que operan estos equipos difiere de acuerdo al país en el que se aplica el radio seguimiento (debido a las diferentes regulaciones legislativas de los países), siendo lo más frecuente que se encuentren en la banda terrestre móvil (Land Mobile Band) entre los 138 y los 174 MHz. Este cristal unido con un capacitor, un carrete de

inducción y un transmisor mediante un circuito especial, constituyen el oscilador que al ser accionado por una fuente de poder produce una señal al espacio para su propagación a larga distancia.

La fuente de poder comúnmente son baterías de mercurio, litio y solares. Las de mercurio y las de litio se ocupan en casi cualquier tipo de transmisor; sin embargo, las de litio son la mitad de tamaño que las de mercurio (para la misma capacidad de corriente), y por tanto menos económicas. Las baterías solares son celdas fotovoltaicas que tienen el inconveniente de sólo funcionar en el día.

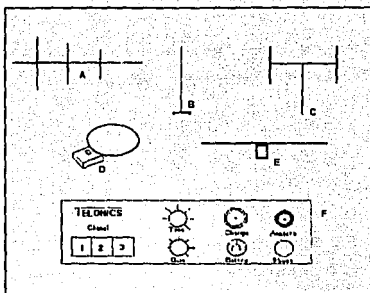
Es muy importante el tamaño y capacidad de la fuente de poder ya que esto determina la vida del transmisor, así como el peso y el tamaño del collar o arnés donde va sujeto el transmisor. El tamaño del transmisor deberá estar en proporción al tamaño del animal al que se le colocará, ya que esto incidirá directamente en el comportamiento y la sobrevivencia del animal en estudio.

Para dar salida a la señal, el transmisor cuenta con una antena del mismo material que el resto del transmisor, su tamaño está determinado por el rango de frecuencia (longitud de onda de la señal), por lo que su tamaño debe representar por lo menos 1/4 de la longitud de onda de la señal (Kenward, 1987).

## **5.2 Sistema de recepción**

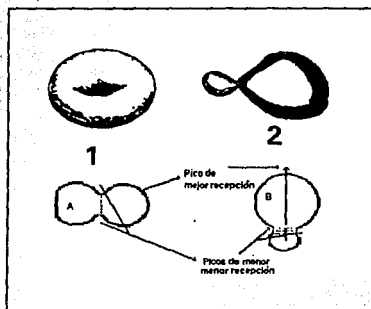
Consta de un receptor y una antena. El receptor es sensible para detectar las señales de los transmisores, está constituido por una fuente de poder, un interruptor de encendido y apagado, un selector de frecuencias, un contacto para audífonos y otro para la antena. La antena sirve para aumentar la capacidad del receptor al recibir la señal, es metálica y las hay de varios tipos: dipolar, omnidireccionales, yagi, "H", y las antenas circulares (Figura 1).

Figura 1. Muestra de los componentes del sistema de recepción, que son los diferentes tipos de antena, tipo "yagi" (A), omnidireccional (B), tipo "H" (C), circulares (D) y las bipolares (E) y uno de los tipo de receptor comercial más comunes.



Los patrones de la recepción de la señal cambian con las diferentes antenas que se utilizan. El modelo "Yagi" y el de "H" con elementos de diferente tamaño, son muy eficientes para poder ubicar el frente de la señal y la parte de atrás (o la dirección real del transmisor y la dirección contraria). Las demás antenas, muestran un patrón de recepción de la señal del tipo dipolar que resulta ser muy simétrico, aunque no totalmente, por lo que se puede determinar el frente de la señal aunque esto resulta más difícil con estas antenas. Esta característica en la recepción de la señal permite obtener la dirección del transmisor, ya que el tono en que se recibe la señal cambiará conforme se gire a la antena, por lo que se puede detectar en que dirección cambia la intensidad de la señal, teniendo 3 direcciones identificables: Uno de mayor intensidad (pico de recepción y dos sitios donde no se escucha la señal (picos de menor recepción). La dirección del transmisor puede tomarse de dos maneras, la primera es utilizando directamente la dirección del pico de intensidad y la otra es detectar la dirección de los dos picos de menor recepción y considerar la dirección real como el punto intermedio entre los dos picos (Figura 2).

Figura 2. Patrones de recepción de las antenas. Se muestran en cortes transversales y en tercera dimensión el patrón de las antenas bipolares(1) y las "Yagi"(2).



Todas las antenas tienen sus características propias que las hacen útiles para diferentes condiciones (Samuel y Fuller, 1994), aunque las más utilizadas son las antenas tipo "Yagi" y las "H" con diferentes tamaños en los elementos, que consisten en un eje con varios elementos distribuidos perpendicularmente a ella, cada uno es más corto a lo largo del eje.

La longitud de los elementos y la distancia entre los mismos está en función de la frecuencia. Entre más larga y con más elementos, mayor es la sensibilidad o rango de la antena y más precisa la dirección. La precisión de la recepción en las antenas del tipo "Yagi" es mayor que en las bipolares en lugares abiertos (Amlaner, 1980; Cederlund *et al.*, 1979).

El sistema de recepción puede utilizarse manualmente o montarse en torres, vehículos terrestres, o en vehículos aéreos. A menudo estos sistemas utilizan sitios permanentes, los cuales generalmente se encuentran en las partes altas de la región donde se desarrolla el estudio, ya que son los sitios con mejor recepción de la señal. El utilizar sitios de recepción permanentes funciona bien con animales sedentarios, sin embargo, cuando los animales se mueven mucho, al acercarse a los sitios donde se encuentran las antenas la precisión de las localizaciones disminuirá debido a que el

ángulo de intercepción será cercano a cero por lo que este problema se puede resolver con antenas móviles (Hegal y Colvin, 1986).

### 5.3 Sistema de Interpretación

La planeación de un estudio con el radio seguimiento, debe incluir las necesidades específicas de la tecnología necesaria, el equipo y la disponibilidad de personal y el costo. Es muy importante la decisión de qué datos deben ser colectados, analizados e interpretados. El registro de un sólo punto puede ser relativamente sencillo, sin embargo decidir el valor o uso de ciento o miles de coordenadas puede no serlo e incluso esta determinación sólo se logra cuando se termina el trabajo de campo (Hedgal y Colvin, 1986).

Los rumbos trazados por la dirección de las antenas y la intensidad de la señal son los datos de salida que se obtienen de los receptores, con ellos se pueden obtener las localizaciones de los transmisores. Estas localizaciones se deben interpretar en un sistema de coordenadas y deben de estar referidas a una unidad de tiempo (hora, mes, estado reproductivo, época del año). Esto permitirá darles un significado biológico a las localizaciones en función de la pregunta que los investigadores se plantean originalmente.

En la actualidad existen numerosos paquetes comerciales para computadoras personales que permiten la estimación de la localización de los transmisores y las estimaciones de las características espaciales del animal producto de estas localizaciones, como la distancia que recorren, el tamaño del ámbito hogareño utilizando diferentes modelos: PC SAS, TRIANG, XYLOG, HOME RANGE, McPAAL. Sin embargo muchos investigadores han desarrollado sus propios programas para resolver este problema (por ejemplo, John Laundre con sus programas Tripoly y Minare22).

## **6. Estimación de las localizaciones.**

### **6.1 Coordenadas**

Los datos de salida del radio seguimiento son tridimensionales, ya que representan un lugar en el espacio con referencia a unas coordenadas (x, y) y a una unidad en el tiempo. En los estudios de radio seguimiento las coordenadas geográficas que se utilizan, son las del sistema UTM (Universal Transverse Mercator), que permiten visualizar una superficie esférica como la del globo terrestre, en una superficie plana con un eje de coordenadas cartesianas. Además está basada en medidas métricas, lo que facilita las estimaciones tanto de las localizaciones, como las de la estimación del área de actividad y distancia recorrida ( White y Garrott, 1990).

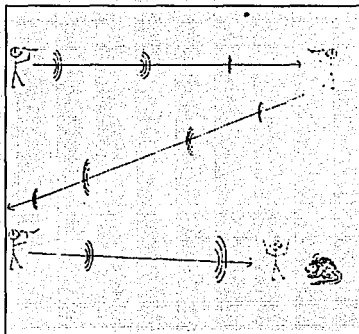
### **6.2 Las localizaciones de los transmisores**

La estimación de la localización de los radios puede dividirse en dos grandes grupos: las que no utilizan la triangulación para la localización del transmisor y, las que utilizan la triangulación para la estimación. Ambos casos en general, se utilizan aunque su utilidad varía con la situación (el animal en estudio, las condiciones de la vegetación, la topografía, la pregunta a contestar).

#### **6.2.1 Localizaciones sin triangulación**

Las técnicas sin triangulación consisten en seguir al animal utilizando la dirección en que se escucha con mayor intensidad la señal del radio, hasta que cambie la intensidad, donde se corrige la dirección, hasta que se pueda visualizar al animal que lleva el collar (Figura 3).

Figura 3. La intensidad de la señal (que en la figura se representa con un icono que aparenta unas ondas siendo la intensidad proporcional al tamaño del icono), nos permite poder localizar y visualizar al animal en estudio.



Esta técnica es factible utilizarla en animales de gran masa corporal y que habitan lugares abiertos, tales como los leones en las sabanas, los osos polares en los hielos, los cisnes en una laguna, o bien que sean animales poco tímidos, de desplazamientos lentos o relativamente sedentarios, como los puercoespines, los perezosos, tortugas. También es muy útil para encontrar animales muertos.

El principal error que se presenta al aplicar esta técnica depende de la precisión de los mapas o de las fotos aéreas y la habilidad del investigador para ubicar en el mapa la observación del animal. Una variación en esta técnica consiste en encontrar la señal dentro de un área determinada y asumir que en esta área se encuentra el animal marcado. Lo anterior puede tener cierto grado de error en la localización, pero en ciertos casos puede producir localizaciones más precisas que las producidas por las triangulaciones (Kenward, 1987; Samuel y Fuller, 1994).

Sin embargo, esta técnica requiere de un muestreo muy intensivo, lo que limita el número de animales que se pueden seguir; además de que al estar siguiendo de cerca al animal se altera el comportamiento normal de éste.

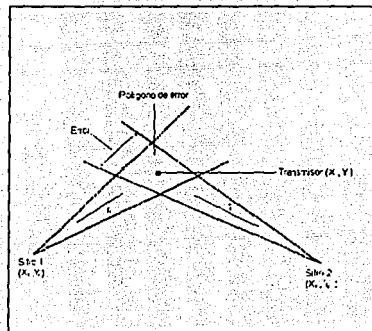


### 6.2.2 Localizaciones mediante la triangulación

Los cálculos para las triangulaciones se pueden realizar a partir de uno o más direcciones (que denominaremos rumbos) marcadas por las antenas. Cada rumbo obtenido debe asociarse a las coordenadas del sitio de donde se obtiene. La estimación del transmisor se basa en dos métodos principalmente, el primero utiliza métodos geométricos para obtener la ubicación de donde se intersectan los rumbos obtenidos, mientras que el segundo es un método probabilístico.

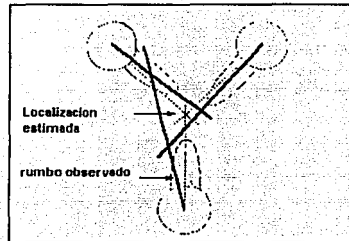
Para la estimación utilizando el método geométrico se requiere saber la localización en UTM de los puntos de donde se toman los rumbos para ubicar al transmisor (en la Figura 4, estos puntos se representan como las coordenadas  $x_1$ ,  $y_1$  y  $x_2$ ,  $y_2$ ) y el rumbo que marca la antena de donde está el transmisor. El valor del rumbo se obtiene generalmente de la dirección que marca una brújula (en la Figura 4, se representan como  $r_1$  y  $r_2$ ). Utilizando el punto y el ángulo marcado es posible trazar una línea para cada punto, la intersección de las líneas marca la localización del radio (en la Figura 4, se representan como  $x$ ,  $y$ ).

Figura 4. Esquema de la triangulación, donde se muestran los sitios de donde se toma el rumbo, así como los rumbos que representan el error estandar del rumbo original (líneas punteadas) los cuales forman un polígono, que es una medida del error de la localización (ver detalles en el texto).



El método probabilístico requiere por lo menos 3 sitios de los que se obtenga igual número de rumbos, este método presenta mayores ventajas en la estimación del sitio del transmisor cuando los rumbos son erróneos. Sin embargo, esta estimación presenta muchos más problemas de cálculo que el geométrico, los cuales se resuelven rigurosamente utilizando los cálculos de Length, del estimador de máxima probabilidad, estos modelos se ajustan a la distribución del tipo von Mises (White y Garrott, 1990), estos cálculos permiten obtener la localización del transmisor, aunque los rumbos obtenidos no se intersectan en un punto común (Figura 5).

Figura 5. Ejemplo de la estimación de la localización del transmisor utilizando el método probabilístico. Las líneas gruesas marcan el rumbo obtenido y tienen asociadas sus respectivas funciones de probabilidad de von Mising. Las líneas punteadas indican los rumbos estimados, su intersección indica la localización del transmisor.



## 7. Error

Los resultados del radio seguimiento dependen de la certeza de la localización del transmisor. En la triangulación la principal fuente de variación es la diferencia del rumbo observado con respecto al rumbo real en donde se encuentra el transmisor. La diferencia entre ambos rumbos está directamente relacionada con la precisión de la triangulación.

Existen varios factores que afectan la precisión del rumbo tomado en el campo. Uno de los primeros factores que afectan la diferencia entre ambos rumbos es la declinación magnética que presenta el área donde se realiza el estudio. Esta declinación es producto de la desviación que presenta el polo magnético con respecto al polo geográfico en el que se basan las coordenadas UTM. El valor de la declinación magnética se encuentra asociado a la mayoría de los mapas, este valor debe considerarse (sumando o restando según el caso) para obtener el valor del rumbo más preciso cuando se utilicen brújulas (Mech, 1983).

Las antenas también incorporan una fuente de variación importante, puesto que no son 100% precisas, teniendo un intervalo de error que puede ir de 0.5° a 7° debido al tipo de antena y a los materiales con los que fue fabricada, lo que cambia con las diferentes firmas que se dedican a su producción, las cuales en su mayoría incorporan esta información en los manuales del equipo (Cochran, 1987; Mech, 1983).

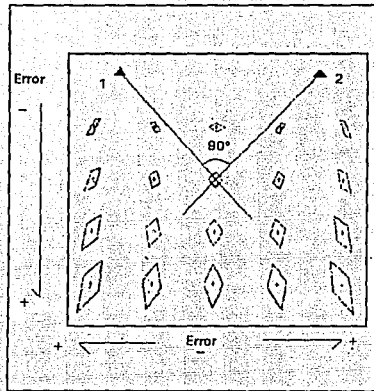
La señal que es captada por el receptor también incorpora una fuente de variación, dado que la señal puede brincar (bounce), producto de que la onda de radio de la señal golpeó una montaña, árboles grandes o rocas que reflejen (o rebote) la señal. Este brinco en la señal puede llevar a estimaciones que incluso pueden resultar en errores de muchos kilómetros, particularmente en las regiones montañosas.

La variación entre el rumbo real y el observado, es el error del muestreo. Si se asume que éste presenta una distribución normal, una varianza homogénea y que este error de muestreo es una variable independiente, es posible obtener límites de confianza de uno o varios rumbos tomados después de calcular su valor. Al tomar los valores máximo y mínimo del intervalo de los rumbos, es posible obtener un polígono formado por la intersección de los valores del intervalo de confianza de los dos rumbos tomados (Figura 4) (Springer, 1979).

El tamaño y forma del polígono de error es determinado además por la distancia entre los dos puntos de donde se recibe la señal, la distancia del transmisor al receptor y el ángulo del transmisor a los puntos de intercepción. Incluso entre más varíe el

ángulo de  $90^\circ$  entre un receptor, el transmisor y el segundo receptor, más grande es el polígono. Esto puede aparentar que la precisión en la estimación de la localización del transmisor está basada en que los receptores se encuentren cerca del mismo y que formen ángulos de  $90^\circ$  entre cada uno de ellos (Figura 6) (Mech, 1983; White y Garrot, 1990).

Figura 6. Polígonos de error de la triangulación desde dos torres, mostrando el incremento del error conforme se aleja de las torres el transmisor. Las torres están indicadas en la parte superior de la gráfica, así como el incremento del error conforme se alejan de una de ellas en particular. Obsérvese que cuando los rumbos para localizar el transmisor son  $90^\circ$  el polígono es pequeño. Sólo se muestra la parte de enfrente de los polígonos, pues la parte de atrás es una imagen de espejo (Modificado de White y Garrot, 1990).



El error que se asocia a los valores estimados para la localización del transmisor utilizando el estimador de Length está representado por un área de forma elíptica, la cual está en función de la varianza de la estimación de las coordenadas (White y Garrott, 1990). El número de estaciones de recepción de la señal, el valor del error estándar asociado de la lectura entre todos los rumbos y el número de lecturas de una localización pueden modificar la precisión de la localización por lo que es posible hacer decrecer el error que tiene asociado al modificar cualquiera de estos factores (Nams y Boutin, 1991).

Es importante resaltar que los mapas que se utilicen en el estudio deben ser precisos, pues en caso contrario podría dar una idea errónea de la posición de la localización. Generalmente los mapas de escalas grandes son más confiables que los de escalas pequeñas. Sin embargo, la escala del mapa debe estar en función de los objetivos de la investigación (Mech, 1983).

## **8. Aplicabilidad del Radio seguimiento.**

La utilidad real del radio seguimiento es poder ubicar en el espacio y en el tiempo a los individuos marcados, lo que permite la obtención de los patrones espaciales con relación a una unidad de tiempo que presentan los animales en estudio. Incluso también permite en estudios poblacionales obtener parámetros tales como la natalidad, mortalidad, migración, etc., directamente de la muestra de los animales marcados. Sin embargo, los métodos que se utilizan en la estimación de las características poblacionales mediante el uso de radios, sobrepasan el objetivo del capítulo pero existen revisiones amplias sobre el tema (White y Garrott, 1990; Samuel y Fuller, 1994).

Los patrones espaciales que se pueden detectar mediante el radio seguimiento son: las distancias lineales que recorre el animal entre una localización y otra, el área total que utiliza en una serie de localizaciones y la frecuencia en que las localizaciones de un animal se encuentran dentro de un área determinada.

### **8.1 Patrones lineales:**

La estimación de la distancia que recorre un animal de una localización a otra se puede considerar como un indicador de la actividad. El cálculo de ésta distancia, generalmente implica la utilización del eje de coordenadas que forma el mapa en unidades UTM, y el teorema de Pitágoras (White y Garrott, 1990). Hay que tener en mente que la distancia que recorre un animal entre dos localizaciones, es un dato aproximado, pues el animal en estudio no utiliza líneas rectas para trasladarse entre

localizaciones. Además en ocasiones no se considera lo accidentado del terreno, por lo que al no tomar en cuenta todos estos factores se pueden tener estimaciones incorrectas sobre la actividad.

Sin embargo, la definición de actividad dependerá de la definición previa del investigador. Por ejemplo un investigador puede considerar el dato directo de la distancia que recorre el animal en estudio en cierto tiempo como el indicador de actividad. Para otros investigadores el indicador sería el tiempo en que el animal se desplaza fuera de su centro de actividad (área donde se encuentra más tiempo). Los animales que utilizan madrigueras podrían ser un buen ejemplo de esto último (Samuel y Fuller, 1994). Existen transmisores que son capaces de detectar cambios en la posición de la cabeza del animal mediante cambios en la frecuencia de la señal, lo que bajo otros criterios pueden establecer si el animal está moviéndose o no (activo o inactivo) a pesar de estar en una misma área (Cochran, 1987). Por lo tanto, dependiendo del animal en estudio, del tipo de transmisor y de la pregunta que se desea contestar es como se define al indicador de la actividad.

## 8.2 Patrones de área

La descripción del espacio que ocupa un animal es lo que llamamos ámbito hogareño o área de actividad (*home range*), que se define como el área que el animal utiliza para realizar sus actividades normales, como la obtención del alimento, reproducción, mantenimiento y crianza (Burt, 1943).

El ámbito hogareño está relacionado con factores biológicos y ecológicos, lo que permite tener una explicación del tamaño de área que se obtiene. Algunas de estas relaciones del tamaño de área están documentadas como la masa corporal del animal y la estrategia de alimentación (Hersted y Bunnell, 1979), la disponibilidad de recursos (Brown, 1964), la distribución geográfica (Ford, 1983), preferencia de hábitat (Gese *et al.*, 1988), densidad poblacional (Cooper, 1978) y el riesgo de depredación (Covich, 1976).

Es importante precisar cual es el área donde el animal en estudio realiza sus actividades normales, ya que no toda el área por la que se desplaza el animal debe de considerarse como el ámbito hogareño. Por ejemplo las localizaciones que se encuentran separadas del resto de las localizaciones y que muestran al animal viajando (como en las migraciones de los venados en el invierno en las latitudes nortefías para evitar la nieve), no son parte del ámbito hogareño y no deben ser consideradas en su estimación (White y Garrott, 1990).

Para poder estimar los límites del ámbito hogareño, hay que tratar de eliminar las localizaciones que no sean del área "normal" del animal, lo que se puede lograr básicamente por tres métodos: el primero es utilizando un criterio subjetivo del investigador para eliminar las localizaciones que por su distancia con respecto a la mayoría se piense no entran en el ámbito hogareño; el segundo intenta ser menos subjetivo pues sólo considera 95% de las localizaciones totales, eliminando el 5% de las localizaciones que se encuentran más alejadas en el eje de las coordenadas. Este es un criterio muy utilizado, aunque es arbitrario. Y el tercero que elimina aquellas localizaciones que están muy lejos del centro aritmético, asumiendo que las localizaciones tienen una distribución bivariante normal (Samuel y Fuller 1994).

Han sido desarrollados varios modelos para calcular el tamaño del ámbito hogareño mediante el radio seguimiento. El más simple es el polígono mínimo convexo, otros se basan en que las localizaciones tengan una distribución bivariante normal y finalmente se tienen modelos no paramétricos como los que se basan en la media armónica o en la serie de Fourier. Todos tienen sus propios supuestos y limitaciones.

Boulanger y White (1990) comparan cuatro modelos, utilizando una simulación para obtener las localizaciones. Encontrando que el método del polígono mínimo convexo es el menos preciso para todos los patrones de distribución. Los métodos de distribución bivariante normal son sesgados si el patrón de las localizaciones no tiene un centro de actividad. El de Fourier produce estimaciones sesgadas que dependen del

número de localizaciones y el patrón de distribución de las localizaciones. Mientras que el de la media armónica presenta datos menos sesgados, pero muestra una menor precisión en la estimación del tamaño del ámbito. Sin embargo, en todos los métodos el sesgo puede disminuir al incrementar las localizaciones, excepto en el polígono mínimo. Dado estos resultados, los autores no pueden recomendar un método, por lo que la decisión de cual se debe utilizar está en función de las hipótesis que se plantean en el inicio de la investigación (Samuel y Fuller, 1994).

### **8.3 Determinación del uso de hábitat mediante la localización del radio**

La determinación del uso de los hábitats que tienen disponibles los animales, es otra de las principales aplicaciones de esta técnica (Samuel y Fuller, 1994). De hecho, el análisis del uso de los hábitats es crítico en el manejo de los animales silvestres, ya que el hábitat provee de alimento y cobertura esenciales en la sobrevivencia de las poblaciones animales.

Las principales relaciones que se busca establecer para el uso de hábitat son: la disponibilidad de los diferentes tipos de hábitat, el grado de utilización, si son preferidos por la población y si resultan críticos para la sobrevivencia de la misma.

La disponibilidad de cada hábitat generalmente se expresa en función del área que ocupan. En muchas ocasiones el área del hábitat está referida en mapas que marcan los límites de éstos (que pueden abarcar una combinación de características, como tipo de vegetación, suelo, orientación, pendiente, o pueden estar referidas sólo al tipo de vegetación, pero que deben ser unidades que aporten información sobre porque son preferidos o no). La estimación de esta área puede realizarse de diversas maneras: mediante el uso de planímetros, usando el peso del mapa y el recorte del área que ocupa el hábitat, o con métodos más modernos como el uso de sistemas de información geográfica (GIS en Inglés) que permite directamente establecer esta área (Samuel y Fuller, 1994).



Las localizaciones de los animales con radiotransmisores proporcionan los datos para estimar el uso de los hábitats por parte de los individuos marcados de la población en estudio, determinando la frecuencia de localización en cada hábitat. Aunque hay que considerar que el uso o no de un sitio siempre es aproximado, ya que la importancia real de cada sitio para el animal en estudio casi siempre es desconocida. Asumiéndose que el tiempo que pasa en un hábitat refleja esta importancia, la preferencia del hábitat entonces se entiende como un mayor uso de un hábitat o un recurso, del esperado en función del tamaño o la disponibilidad de éste (White y Garrott, 1991).

Existen diferentes métodos para la determinación de la preferencia de los hábitats. En algunos la hipótesis es determinar si las observaciones del uso de mismo siguen el mismo patrón de ocurrencia encontrado para la disponibilidad del hábitat (Neu *et al.*, 1974; Marcum y Loftsgaarden, 1980). En otros, se establece un porcentaje de la disponibilidad del hábitat y el porcentaje de uso del hábitat, probando si el intervalo del uso de los hábitats es igual para los individuos (Quade, 1979). Los métodos multivariados se utilizan para evaluar la selección de un recurso, diferencias entre el uso del recurso dentro de la población o el uso diferente del mismo entre poblaciones de diferentes especies. Este método trata de reducir el gran número de variables correlacionadas a un reducido grupo de factores independientes que contengan la mayor información de las variables originales, teniendo que los patrones encontrados de uso y recursos tendrá correspondencia con la teoría de nicho (Rexstad *et al.*, 1988; Clark *et al.*, 1993).

El método propuesto por Neu *et al.* (1974) parece ser el más útil para determinar la preferencia (White y Garrott, 1990), sin embargo Samuel y Fuller (1994) establecen que cada método depende de los datos con los que se evalúa el hábitat, la manera de estimar la importancia de las observaciones, el que los supuestos de cada prueba se cumplan y la hipótesis a contestar. Por lo que la utilidad de los diferentes análisis variará en cada caso.

Finalmente, los hábitats críticos para los animales en estudio pueden o no coincidir con las preferencias de hábitat, pues no están en función del tiempo que pasan en ellos. Por ejemplo, pueden ser sitios que permiten a los animales aparearse en las mejores condiciones, donde parir a las crías o que contienen complementos de la alimentación. Por eso es indispensable determinarlos ya que éstos pueden estar incidiendo directamente en la adecuación de los individuos. Sin embargo, la determinación de estos hábitats críticos solamente puede ser obtenido mediante la manipulación, observando su impacto en la población, por lo que no sólo es necesario determinar la preferencia sino el efecto que tienen dentro de la población (White y Garrott, 1990).

## 9. Consideraciones finales

La técnica del radio seguimiento presenta diversos problemas metodológicos para estimar con precisión las coordenadas donde se encuentra el animal con el transmisor, que van desde las condiciones en que en ese momento viajó la señal, el registro correcto de los datos, la capacidad auditiva del investigador, la orografía de la zona, así como las estimaciones matemáticas para obtener estas coordenadas. No obstante que los valores cuantitativos de la técnica presentan estos problemas, es innegable que las localizaciones y los datos derivados de ellas (movimientos, ámbito hogareño, uso de hábitat) permiten establecer cambios en los patrones espaciales de los animales en estudio en diferentes tiempos (horas, meses, épocas climáticas o reproductivas). Esta sólo es una parte de la información que puede obtenerse utilizando esta técnica, pues su potencialidad es mucho más amplia. La información proveniente de estos estudios y las posibles explicaciones biológicas del porqué se presenta un determinado patrón especial, resulta en planes de manejo y conservación que se adecuarán a las necesidades reales de la especie en estudio.

La información que se obtiene del uso del radio seguimiento y la radio telemetría, además de ser de gran ayuda para conocer la biología de las especies contribuye también para responder otras preguntas.

Tal vez una de las más importantes aplicaciones del radio seguimiento se da en la biología de la conservación, diversos trabajos muestran esta relación. Por ejemplo para poder predecir como se llevará a cabo la reintroducción y recolonización de especies en peligro de extinción. Esto sucede cuando sus poblaciones empiezan a recuperarse y comienzan a dispersarse como sucede con el lobo (*Canis lupus*) en el norte de los Grandes Lagos. Utilizando la información de los movimientos y preferencias de hábitat se han logrado definir a nivel del paisaje las características de los hábitats favorables que nuevamente están invadiendo, permitiendo afinar los modelos predictivos de donde se encontrarán en un futuro y los probables problemas a los que se enfrentará la colonización del lobo (Mladenoff *et al.*, 1995). Otro ejemplo de lo anterior sería el tamaño que debe tener una reserva para proteger a una especie que se encuentren amenazada o en peligro de extinción; donde los datos del radio seguimiento sugieren el tamaño y forma de la reserva donde se pretende conservar a esta especie. En algunas ocasiones y para ciertas especies sería preferible proteger áreas pequeñas como en el caso del oso perezoso (*Melursus ursinus*) que vive en los márgenes de los ríos, las cuales deben ser las prioritarias a conservar (Joshi *et al.*, 1995). En otras deberán ser áreas grandes para conservar a los grandes felinos como el leopardo de las nieves (*Panthera uncia*) que ocupa un área hasta de 39 km<sup>2</sup> (Jackson y Ahlborn, 1989).

Finalmente en mi opinión el radio seguimiento es una técnica que permite complementar programas de investigación más ambiciosos, que impliquen un conocimiento profundo de la biología de la especie en estudio, que permitan establecer hipótesis más sustentables para explicar los patrones espaciales y con ellos los patrones conductuales y ecológicos de la especie, permitiendo un conocimiento más integral.

## Literatura Citada.

- Aguirre, G., G. A. Adest, and D. J. Morafka 1984. Home range and movement pattern of the Bolson Tortoise *Gopherus flavomarginatus*. *Acta Zoológica Mexicana* (ns) 1:1-28.
- Boulanger, J. R. y G. C. White. 1990. A comparison of home range estimator using Monte Carlo simulation. *Journal of Wildlife Management* 54:310-315.
- Brown, J. L. 1964. The evolution of diversity in avian territorial system. *Wilson Bulletin* 76:160-169.
- Bub, H., y H. Oeike. 1980. *Markierungsmethoden für Vögel*. Die Neue Brehm-Bücherei, Witingrg-Lutherstadt.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concept as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24:346-352.
- Byers, C. R., R. K. Steinhorst y P. R. Krusman, 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 48:1050-1052
- Carr, A. 1965. The navigation of the green turtle. *Scientific American* 212:79-86
- Charles-Dominique, P. 1977. Urine marking and territoriality in *Galego alleni* (Waterhouse, 1837-Lorisoidae, Primates): A field study by radiotelemetry. *Zeitschrift für Tiersychology* 43:113-138.
- Clark, J. D., J. E. Dunn y Smith K. G. 1993. A multivariate model of female black bear habitat use for geographic information system. *Journal of Wildlife Management* 57:519-526.
- Cochran, W. W. 1987. Telemetría en vida silvestre. Pp 523-531. In S. D. Schemnitz, (ed), *Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre*. The Wildlife Society. Washington USA.
- Cochran, W. W., y R. D. Lord, Jr. 1963. A radio-tracking system for wild animals. *Journal of Wildlife Management* 27:9-24.
- Covich, A. P. 1976. Analyzing shapes of foraging areas: some ecological and economics theories. *Annual Review Ecology and Sistematics* 7:235-257.
- Ford, R. G. 1983. Home range in patchy environment: optimal foraging prediction. *American Zoology* 23:315-326.
- Gese, E. M., O. J. Rongstad, y W. R. Mytton. 1988. Home range and habitat use of coyote in southeastern Colorado. *Journal of Wildlife Management* 52:640-646.
- González. G. G. 1990. Estudio de los patrones de movimiento de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y del coyote (*Canis latrans*) aplicando la técnica de la radiotelemetría en la Estación Científica Las Joyas y zonas aledañas. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México Pp 69.

- Graber, R. R. y S. L. Wunderle. 1966. Telemetric observation for a robin (*Turdus migratorius*). *Auk* 83:674-677.
- Harested A. S., F. L. Bunnell. 1979. Home range and body weight a re-valuation. *Ecology* 60:389-402.
- Hegdal, P. L., y B. A. Colvin. 1986. Radiotelemetry. Pp 679-698. In A.Y. Cooperrider, R. J. Boyd, y H. R. Stuard (eds). *Inventory and Monitoring Wildlife Habitat*. U. S. Bureau of Land Management Service Center Denver, Colorado.
- Hernández, L., M. Delibes y E. Ezcurra. 1993. Activity pattern, home range and habitat preference by coyote (*Canis latrans*) in the Mapimi Biosphere Reserve of the Chihuahuan Desert, Mexico. *Doñana, Acta Vertebrata* 20:276-284
- Jakson, R. y G. Ahiborn. 1989. Snow leopard (*Panthera uncia*) in Nepal-Home range and movement. *National Geographic Research* 5:161-175.
- Jenkins, D. 1980. Ecology of otters in northern Scotlan. I. Otter (*Lutra lutra*) breeding and dispersion in mid-Deeside, Aberdeenshire in 1974-79. *Journal of Animal Ecology* 49:713-735.
- Jensen, D. K. 1982. A new potting material for radio-telemetry packages. *Copeia* 1982:189.
- Joshi, A. P., D. L. Gershells y J. L. Smith, 1995. Home range of Sloth bears in Nepal: Implication for conservation. *Journal of Wildlife Management* 59:204-214.
- Kenward, R. E. 1987. *Wildlife Radio Tagging*. Academic Press, San Diego, CA. 222 pp.
- Kimmich, H. P. 1980. Artificial free measurement of biological parameters : Biotelemetry, a historical review and layout of modern developments Pp. 108-130. In C. J. Amlaner, Jr., y. D. MacDonald (eds.). *A Handbook of Biotelemetry and Radio Tracking*. Pergamond Press, Oxford.
- Knowlton, F. F., P. E. Martin, y J. C. Haug. 1968. A telemetric monitor for determining animal activity. *Journal of Wildlife Management* 32:943-948.
- Kolz, A. L. 1975. Mortality-censusing wildlife trasmitter. Proceedings of Twelve International ISA Biomedical Sciences Instrumentation Symposium: 28-30 pp.
- Kruuk, H. 1978. Spatial organisation and territorial behaviour of the European badger *Meles meles*. *Journal of Zoology* 184:1-19.
- Kruuk, H., M. Gorman, y T. Parish. 1979. The use of Zn<sup>65</sup> for estimating population of carnivores. *Oikos* 34: 206-208.
- Marcum, C. L. y D. O. Loftsgaarden. 1980. A nonmapping technique for study habitat preference. *Journal of Wildlife Management* 44:963-968.
- Mech, L. D. 1983. *Handbook of Animal Radio-Tracking*. Univ. of Minn. Press, Minneapolis. 107 pp.

- Miles, M. A., A. A. De Souza, y M. M. Pova. 1981 Mammal tracking and nest location in Brazilian forest with an improved spool-and-line device. *Journal of Zoology* 195:331-347.
- Mladenoff, D. J., T. A. Sickley, R. G. Haight y A. P. Wydeven. 1995. A regional landscape analysis and prediction of favorable gray wolf habitat in the Northern Great Lakes region. *Conservation Biology* 9:279-294.
- Nams V. O. y S. Boutin 1991. What is wrong with error polygons?. *Journal of Wildlife Management* 55:172-176.
- Neu, C. W., C. R. Byers, y B. Peek. 1974. A technique for analysis of utilization of ability data. *Journal of Wildlife Management* 38:541-545.
- Osgood, D. W. 1970. Thermoregulation in water snake studies by telemetry. *Copeia* 1970:568-571.
- Quade, D. 1979. Using weighted rankings in the analysis of complete blocks with additive block effect. *Journal American Statistic Association* 74:680-683.
- Randolf, S. E. 1977. Changing spatial relationship in a population of *Apodemus sylvaticus* with onset of breeding. *Journal of Animal Ecology* 46:653-676.
- Rexstad, E. A., D. D. Miller, C. H. Flather, E. M. Anderson, J. W. Hupp, y D. R. Anderson. 1988. Questionable multivariate statistical inferences in wildlife habitat and community studies. *Journal of Wildlife Management* 52:794-798.
- Samuel, M. D. y M. R. Fuller. 1994. Wildlife radiotelemetry. Pp 370-418. In T. Bookhout, (ed). *Research and management technique for wildlife and habitats*. The Wildlife Society, USA
- Servín, J. y C. Huxley. 1993. El ámbito hogareño del coyote en un bosque de la Sierra Madre Occidental de México. *Cuaderno Mexicano de Zoología* 1:45-51.
- Sinif, D. B., R. Reichle, R. Hoffman, y D. Kuehn. 1975. Movements of weddell seals in McMurdo Sound, Antartica, as monitored by telemetry. *Rapport International Council for Exploration of the Sea* 169:387-393.
- Slater, L. E. 1963. Biotelemetry: The Use of Telemetry in Animal Behavior and Physiology in relation to Ecological Problems. *Proceeding of the Interdisciplinary Conference*. Pergamon Press, Oxford.
- Smith, H. R. 1980. Thermoregulation in american alligator (*Alligator mississippiensis*). *Physiological Zoology* 48:177-194.
- Stebbing, R. E. 1982. Radio tracking greater horseshoe bat with preliminary observation on flight pattern. Pp.167-173 In C. L. Cheesman y R. B. Mitson (eds). *Telemetry Studies of Vertebrate*. Academic Press, London .
- Stabbing, R.E. 1986. Bats. *Animal Telemetry in the next Decade*. Summaries of papers from meeting organized by the Fisheries Laboratory Lowestof, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: 20-22

- Stoddart, L. C. 1970. A telemetric method for detecting jackrabbit mortality. *Journal of Wildlife Management* 34:501-507.
- Stonehouse, B. 1978. *Animal Marking: Recognition Marking of Animals in Research*. Macmillan, London. 209 pp
- White G. C. y R. A. Garrott. 1990. *Analysis of Wildlife Radio-Tracking Data*. Academic Press, CA. 383 pp.
- Winter, J. D., V. B. Kuechle, D. B. Siniff, y J. R. Tester. 1978. Equipment and method for radio-tracking freshwater fish. Agricultural Experiment Station, University of Minnesota Miscellaneous Report 152.

## Capítulo 2

# ÁMBITO HOGAREÑO, MOVIMIENTOS Y USO DEL HABITAT DEL VENADO COLA BLANCA EN UN BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

### 1. Introducción

El ámbito hogareño se define como "el área que un individuo normalmente utiliza para alimentarse, reproducirse, criar a su descendencia, descansar y trasladarse de una especie animal" (Burt, 1943). Este concepto de ámbito hogareño ha sido muy útil para visualizar cómo diferentes especies animales responden en su comportamiento espacial a diferentes condiciones, ya que se encuentra íntimamente relacionado con importantes aspectos de la biología tales como, la densidad poblacional, el uso de hábitat, estrategias de crianza, relaciones sociales entre ellos.

La actividad y el ámbito hogareño en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmerman), está influenciada por el tamaño, edad, sexo, interacciones sociales y características del hábitat (Michel, 1965; Sparrowe y Springer, 1970; Byford, 1970; Drolet, 1976; McCullough, 1979; Nelson y Mech, 1981; Gavin *et al.*, 1984; Loft *et al.*, 1984; Tierson *et al.*, 1985; Beier y McCullough, 1990; Zultowsky, 1992). Se sabe que los venados guardan una gran fidelidad a su ámbito hogareño y centro de actividad (lugar donde se concentran la mayor parte de las observaciones) a lo largo del tiempo (Michel, 1965; Staines, 1974; Drolet, 1976; Nelson y Mech, 1981; Beier y McCullough, 1990; Zultowsky, 1992). Estos animales no son territoriales pero pueden defender sus echaderos (Gavin *et al.*, 1984), los recursos limitantes como el alimento (Ozaga, 1972) y los machos defender a las hembras en estro (Smith, 1991).

El tamaño del ámbito hogareño en el venado está relacionado con el tamaño de los individuos siguiendo las leyes de la alometría (McNab, 1983), como a nivel de los sexos, encontrándose que los machos son más grandes y con mayor tamaño de ámbito (Michel, 1965; Nelson y Mech, 1981; Gavin *et al.*, 1984; Beier y McCullough,



1991), como entre las diferentes poblaciones del venado, donde las subespecies norteñas de mayor tamaño presentan los mayores tamaños del ámbito hogareño (Herestad y Bunnell, 1979; Gompper y Gittleman, 1991).

Asimismo, el tamaño del ámbito se correlaciona inversamente con la densidad y cobertura vegetal (Marchinton y Hirth, 1984) y positivamente con la diversidad de hábitat (Verme, 1973; Loft *et al.*, 1984). Los cambios estacionales dentro de cada hábitat produce diferencias en la disponibilidad de alimento (Byford, 1970), en la cobertura y el agua (Bowyer, 1984; 1986), en las interacciones con el ganado (Suring y Vohs, 1979) y con los depredadores (Nelson y Mech, 1981), lo que se ve reflejado en el tamaño del ámbito hogareño.

Debido a estos cambios estacionales los venados distribuidos en latitudes al norte normalmente presentan migraciones de la región que habitan durante el verano a regiones más benignas durante el invierno. Estas migraciones se encuentran bien documentadas, explicándolas como una estrategia para evitar todos los efectos negativos que la nieve presenta para la sobrevivencia del venado (Drolet, 1976; Heezen y Tester, 1967; McCullough, 1979; Nelson y Mech 1981; Rongstad y Tester 1969). Sin embargo, en las regiones más al sur no se han documentado este tipo de movimientos, y están muy poco estudiadas las estrategias que el venado utiliza al encontrarse con algún tipo de estrés en hábitats donde no presenta este tipo de migraciones (Thomas *et al.*, 1964; Michel, 1970; Beier y McCullough, 1990).

El venado presenta una gran plasticidad en el uso de los diversos lugares que habita a lo largo de su distribución geográfica (Halls, 1984), sin embargo, las evaluaciones de los hábitats reconocen como los requerimientos básicos para la presencia de los venados a la calidad del alimento y la cobertura de protección (Marchinton y Hirth, 1984; McCullough *et al.*, 1989; ), la presencia de agua (Hervert y Krausman, 1986; Lautier *et al.*, 1988), junto con la capacidad de carga que presente el hábitat (Potvin y Huot, 1983).

El bosque tropical caducifolio, presenta un cambio más o menos sincrónico y drástico en la presencia o ausencia de las hojas de la mayoría de las especies de plantas (Lott *et al.*, 1987; Bullock y Solís-Magallanes, 1990). Esto produce una discontinuidad en los recursos que utiliza el venado cola blanca, principalmente en la disponibilidad de alimento y la cobertura. Afectando al mismo tiempo las condiciones macro y microclimáticas. La distribución temporal de las hojas se encuentra relacionada con la precipitación (Bullock y Solís-Magallanes, 1990), la cual solo se presenta en cierto momento del ciclo anual y la cantidad de lluvia resulta ser muy estocástica (García-Oliva *et al.*, 1991), por lo que resulta ser un recurso limitante para el venado. Mandujano y Gallina (1995) sugieren que la disponibilidad del agua es uno de los factores más importantes para explicar los patrones de actividad y la dinámica de población del venado cola blanca, siendo crítica durante el período de secas, que dura de 6 a 7 meses.

El determinar el tamaño del ámbito hogareño, la actividad y el uso de hábitat del venado cola blanca en la región de Chamela permitirá, integrar esta información a la que ha sido generada con anterioridad sobre esta especie en otros aspectos de su biología en esta misma región. Con todo esto se podrá vislumbrar las mejores alternativas para el manejo y la conservación de esta especie.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Conocer el ámbito hogareño, ciclos de actividad, distancias recorridas y el uso que hace del hábitat el venado cola blanca en el bosque tropical caducifolio de Chamela, Jalisco.

## **2.2 Objetivos particulares**

- 1) Conocer el tamaño del ámbito hogareño
- 2) Comparar el tamaño del ámbito hogareño del venado cola blanca en las dos estaciones marcadas de la región, la estación de lluvias y la estación de secas, y entre sexos
- 3) Comparar el movimientos del venado cola blanca en las dos estaciones.
- 4) Establecer si existen patrones en el uso de ciertos hábitats por los venados.

## **3. Método**

### **3.1. Captura**

Se utilizaron diversos métodos de captura para obtener a los individuos del estudio. El principal fue la red de calda modificada para venados (originalmente utilizadas para aves acuáticas), utilizando como cebo frutas (manzanas, papayas, sandía, plátano), mafz, melaza, sal y agua, los cuales se ofrecían durante varios días antes de intentar la captura. La red ocupa un área de 225 m<sup>2</sup> (15 X 15 m) con una luz de 15 X 15 cm, la cual se coloca como el techo de una carpa, utilizando unos postes para darle sostén. La posición de techo de la red está sustentada en el centro de la red por una estructura metálica amarrada por un cordón muy delgado. Este cordón puede ser cortado a la distancia desde un escondite mediante un cable, pues se coloca una navaja en la estructura metálica de tal modo que es posible cortar el cordón, con lo que se logra que caiga la red con rapidez sobre el venado, el cual se enreda en la misma.

Para este método es necesario un área abierta de 225 m<sup>2</sup>. Debido a que la EBCh funciona como una reserva biológica no fue posible abrir un área semejante mediante el corte de la vegetación, por lo que sólo, se encontró en las inmediaciones de los edificios de la Estación un área adecuada. Este método requiere también tener un escondite donde una persona vigile, y cuando se encuentre el venado abajo de la red,

jale el cable de la navaja para que la red caiga, además de por lo menos dos personas más para poder manipular al venado.

Otro de los métodos utilizados para capturar a los venados fue las arreadas, en donde se colocaba una red de más de 100 m de largo por 6 m de ancho con una luz de 10 X 10 cm que se utiliza para la captura del tiburón, siguiendo alguno de los bordes de la selva que se forman a lo largo de los caminos que existen en el terreno de la EBCh. La arreada consistía de dos fases: la primera era esperar en una zona dentro de la selva donde se observarían frecuentemente a los venados, hasta poder confirmar que por lo menos un día antes de realizar la arreada se avistaran venados. La segunda fase era la de la arreada misma, en donde era preciso levantar la red durante la madrugada o en las primeras horas de la noche, siguiendo alguno de estos bordes, colgando la red en la parte superior utilizando las ramas de la misma vegetación y fijando la parte inferior de la red enrollándole peso de manera que al enredarse el animal no pudiera llevarse la red. Una vez colocada la red, un mínimo de cinco personas se internaban en la vegetación y mediante ruidos fuertes (gritos, golpeteo de cosas metálicas, aplausos) trataban de dirigir la huida de los venados en dirección de la red.

Otro método fue la construcción de un corral, utilizando la red de las arreadas, este corral medía unos 30 X 10 m con dos entradas que podían ser cerrados a la distancia, en donde la parte superior de la red se sustentaba en una cuerda, y la parte de abajo se fijaba como en las arreadas con peso, salvo la parte donde se encontraban las entradas. La parte de la red que servía de puerta tenía un tubo de pbc amarrado a la red y se sujetaba a la cuerda que corre en la parte superior de la red mediante un gancho. El tubo se encontraba sujeto a un cable el cual al ser jalado botaba el tubo de su sostén en la parte superior y caía al suelo encerrando al animal, el cual al verse atrapado terminaba estrellándose en la red. Este método requería el mismo esfuerzo humano que la red de caída.

Finalmente se utilizaron dardos tranquilizantes que contenían una mezcla de Rompum y Ketamina, los cuales eran disparados con una pistola de gas (marca Capchur), desde un escondite, en el que se emplearon muchos días de espera para que un venado se acercara lo suficiente.

### **3.2. Radio seguimiento**

A los animales capturados, se les colocó un radio transmisor (Telonics Inc), el cual emitía una señal en el rango de los 150-152 MHz, la señal es individual para cada radio colocado. Mediante la señal que emite el radio y con los receptores del tipo TR-2 (Telonics Inc) se pudo conocer la dirección de éstos, utilizando diferentes puntos fijos (ocho puntos distribuidos en los caminos y veredas que existen en la Estación). Se realizó una triangulación para ubicar un punto en el espacio con el propósito de localizar al venado marcado en un mapa (los detalles de la triangulación con dos puntos fijos se describen en el Capítulo 1). Para la obtención de los datos de las localizaciones se utilizó el programa Tripoly (realizado por John Laundre). Todos los transmisores que se ocuparon se sujetaron con collares de diferente color, para poder conocer la identidad del venado cuando este fuera visto en el campo.

Se intentó seguir a los animales durante ciclos de 24 horas, sin embargo por diversos motivos, en varias ocasiones se localizó al animal durante periodos que no eran inferiores a 6 h del día.

### **3.3. Ámbito Hogareño**

Se define en este trabajo al ámbito hogareño como el área que ocupó o sobre la que viajó el venado durante la época de secas y la época de lluvias, estableciéndose con las localizaciones estimadas para cada época.

Con los datos de las triangulaciones se estimó el tamaño del ámbito hogareño mediante el polígono mínimo convexo (Mohr y Stumpf, 1966), utilizando el 90% de los datos más agrupados (Samuel y Fuller, 1994). Para la obtención del área del

polígono mínimo se usó el programa Minare22 (realizados por John Laundre). Al mismo tiempo se determinó la media armónica de las localizaciones de los animales para cada una de las épocas para determinar su centro de actividad. Se obtuvieron los valores armónicos de todas las coordenadas  $x$  (Este), así como de las coordenadas  $y$  (Norte). Los valores promedios para cada eje de coordenadas se denominaron como los centros de actividad. Esto se hizo para cada época, para determinar si hubo cambios durante las épocas de lluvia y de secas del valor de los centros de actividad, se obtuvo el coeficiente de variación (Dixon y Chapman, 1980).

Se buscaron datos en la literatura donde se utilizara al polígono mínimo convexo como el método para estimar el tamaño del ámbito hogareño de los venados para realizar una comparación entre esos resultados y los de este estudio.

#### 3.4. Distancias recorridas

Utilizando las coordenadas de las localizaciones es posible obtener la distancia lineal entre dos localizaciones sucesivas mediante el teorema de Pitágoras, el cual dice que en un triángulo rectángulo el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma del cuadrado de los catetos  $H^2 = a^2 + b^2$ . Debido a que se utiliza un sistema cartesiano de coordenadas es posible construir un triángulo rectángulo con las coordenadas de las localizaciones sucesivas donde se puede obtener el valor de los catetos y despejando el teorema el valor de la hipotenusa, este resultará ser la distancia lineal que hay entre los dos puntos. Durante el seguimiento de las 24 horas del día se estableció el patrón de actividad, medido en términos de la distancia que recorre el animal en una hora. Debido a lo reducido del número de repeticiones de algunas horas, se decidió agrupar la información de las épocas además de agrupar a las horas en 6 diferentes categorías (1:00-4:00, 5:00-8:00, 9:00-12:00, 13:00-16:00, 17:00-20:00 y de 21:00-24:00) para determinar un patrón.

Para estimar la distancia que recorren los animales por día en cada época, se promedió el valor de cada hora del día. Este valor promedio de cada hora se sumó para tener una idea de cual era la distancia diaria que recorre durante las diferentes épocas.

### **3.5 Uso de Hábitat**

Se utilizó un mapa topográfico (1:20,000) de la Estación Chamela para poder referenciar las localizaciones, el mapa topográfico se transformó en información digital. Esta información se trasladó al programa Sigma-Plot, el cual funciona como graficador. Esto permitió visualizar las localizaciones de los animales junto con el mapa topográfico con lo que fue posible ubicar en que sitio estaba cada localización.

Se clasificaron los diferentes sitios por sus características de pendiente y orientación utilizándose seis tipos diferentes de hábitats, denominados : cima que correspondió a la cúspide de las lomas, laderas que se dividió según su orientación en laderas NO, NE, SO y SE y finalmente lo que se llamó tierras bajas planas (TBPI), que corresponderían a la zona por donde escurre el agua. Se establecieron las frecuencias de las localizaciones entre los diferentes hábitats, de dos maneras, uno considerando a la ladera como un hábitat y otro donde se considera a la ladera con su orientación. Con estas frecuencias se realizan pruebas de chi-cuadrada con bondad de ajuste ( $\chi^2 = \sum(O_i - E_i)^2/E_i$ ) en el que se determina si hay diferencias significativas en la ocurrencia encontrada del venado en un hábitat y la esperada basada en la disponibilidad que existe del hábitat (Neu *et al.*, 1974). Al encontrar diferencias significativas se utilizaron, los intervalos de confianza de Bonferroni ( $p_i - Z_{\alpha/2k} \sqrt{p_i(1-p_i)/n} \leq p_i \leq p_i + Z_{\alpha/2k} \sqrt{p_i(1-p_i)/n}$ ) en donde  $p_i$  es la proporción de uso encontrado;  $Z_{\alpha/2k}$  es el valor superior en las tablas de normalidad que corresponde al área de probabilidad; y  $K$  es el número de hábitats que se están comparando. Este método permite establecer el uso del hábitat en mayor, menor o igual a lo esperado (Byers *et al.*, 1984).

Se realizó un muestreo en 19 sitios diferentes para conocer la estructura de la vegetación en los diferentes hábitats utilizados, distribuyendo estos sitios de la

siguiente manera: dos sitios de cimas, tres de tierras bajas planas, tres de laderas con orientación NO, tres de laderas con orientación NE, cuatro con laderas de orientación SO y cuatro con laderas de orientación SE. Se usaron parcelas de 2 X 50 m (Lott *et al.* 1987) para registrar del estrato arboreo los siguientes datos: la densidad, el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura del árbol utilizando un rango de 0 a 2, de 2 a 4, 4 a 6, y más de 6 m. La estimación se hizo mediante el cálculo del observador y utilizando una escala arbitraria se estimó la cantidad de follaje que presentaban los árboles (se utilizó 0% para árboles sin hojas, 10% para árboles que presentaban todavía algo de follaje y 50% para los árboles con su follaje completo), estos datos se obtuvieron durante la época de secas.

De estos datos fue posible extraer 11 variables, que fueron: densidad de árboles por m<sup>2</sup>, media DAP, desviación de DAP, frecuencia de árboles con DAP de 5 a 10 cm, de 11 a 20 cm y de más de 20 cm, frecuencia de árboles con alturas de hasta 2 m, 4 m, 6 m y más de 6 m y frecuencia de árboles con las 3 categorías de follaje descritas anteriormente. Con esta información se realizó un análisis de componentes principales para ordenar la información de los hábitats y poder correlacionarla con el uso que el venado hace de los mismos. Sin embargo, hay que aclarar que debido a que no era posible llegar exactamente a todos los hábitats que usaban los animales, se usaron datos de sitios cercanos aunque no fueran los que marcaban las localizaciones, además algunos de estos sitios no corresponden a lugares que usaron los animales marcados para poder tener una muestra mayor de los sitios. Todos los muestreos de la vegetación se hicieron a la mitad de la época de secas de 1995.



#### **4. Resultados.**

##### **4.1 Captura**

Se capturaron dos individuos, una hembra adulta que se capturó dos veces y un macho subadulto. A la hembra se le capturó en junio de 1992 y en octubre de 1993; mientras que el macho fue capturado en febrero de 1994. Antes de liberarlos se les colocaron collares con radiotransmisores.

Con la red de caída se capturó por primera vez a la hembra, la cual se encontraba preñada. En total se utilizaron 1440 horas/hombre en 40 intentos, el cebo que se encontraba en la red era una piedra de sal con puños de sal gruesa alrededor y recipientes con agua.

Se intentaron 15 arreadas que representaron 450 horas/hombre (considerando únicamente a la segunda fase, ver métodos), en una de las cuales fue posible la recaptura de la hembra, a la que se le cambió el collar.

La utilización del corral en la que se emplearon 600 horas/hombre en 25 intentos, que permitieron la captura de un macho subadulto. Este método es muy similar a la red de caída, en el sentido de que depende de que los animales sean atraídos a un claro por efecto de un cebo muy eficiente. A pesar de que se construyó el corral con una red que se utiliza en la pesca del tiburón, y se suponía resistiría el efecto del sol, pronto mostró que se había resecaado en algunos puntos y era fácil de romperse, lo que se observó cuando un venado rompió la red y logró salir.

Finalmente se emplearon 100 horas/hombre utilizando los dardos tranquilizantes, fue posible inyectar a un venado, pero debido a lo cerrado del sotobosque, a pesar de que se realizó en la época de secas, que parece ser la más favorable para ver al animal, no se pudo encontrar. Debido a lo riesgoso que sería para futuros animales el quedarse sedados en el bosque sin que se encontraran rápidamente se desistió de este método.

#### 4.2 Ámbito hogareño

A la hembra se le siguió desde junio de 1992 hasta septiembre de 1993 debido a que se le encontró muerta (por causas desconocidas), mientras que el macho fue seguido de febrero a mayo de 1994 debido a que el radio dejó de transmitir, aunque en 1995 todavía se vió al animal con el collar.

Se obtuvieron un total de 479 localizaciones para la hembra y 122 localizaciones para el macho durante el tiempo en que se hizo el seguimiento. Se consideró que el área que forma el ámbito hogareño se restringió al 90% de las localizaciones que se encontraban más cercanas entre sí con respecto al eje de coordenadas, por lo que el cálculo del tamaño del ámbito hogareño para la hembra se basó en 431 localizaciones y en 110 localizaciones para el macho.

Las estimaciones obtenidas para el ámbito hogareño mediante el polígono mínimo convexo fueron para la hembra: durante la época de seca de 1992 de 0.11 km<sup>2</sup>, para la época de lluvias del mismo año fue de 0.34 km<sup>2</sup>, para la época de seca de 1993 fue de 0.11 km<sup>2</sup> y finalmente para la época de lluvias del mismo año fue de 0.21 km<sup>2</sup>; mientras que para el macho en la seca de 1994 se estimó en 0.26 km<sup>2</sup> (Figuras 1 y 2). Por lo que en la época de secas se tiene una menor área mientras que en la época de lluvia el área fue más grande (Cuadro 1).

Se obtuvieron cuatro centros de actividad correspondientes a cada época en que se siguió a la hembra. Estos valores presentaron un coeficiente de variación para las coordenadas x de 0.01 y para las coordenadas y de 0.001% , por lo que no se encontró un cambio en el centro de actividad de la hembra (Figura 1).

Los valores obtenidos de otros estudios muestran que en latitudes norteñas se ha encontrado un área mayor que en las sureñas, incluso se observa una menor área de actividad en un estudio realizado en Costa Rica con una hembra residente que se encuentra en una latitud bastante más sureña que la de este estudio (Sáen-Méndez, 1990).

#### **4.3 Distancia recorrida**

Se calcularon para la hembra 407 distancias recorridas en una hora y para el macho 97 distancias recorridas en una hora. Para analizar las distancia como un indicador de la actividad se agruparon los datos por época sin dividirlo entre años para contar con un mayor número de repeticiones para cada hora de las 24 horas del día, por lo que se utilizaron en los análisis de la hembra 138 distancias recorridas para la época de secas y 269 distancias para la época de lluvias. Mientras que para el macho se utilizaron 97 distancias.

Al promediar las distancias calculadas para cada hora, se encontró que la hembra mostró un comportamiento muy diferente entre las épocas. En las secas sus movimientos mostraron un patrón crepuscular pues se observa un incremento entre las 5:00 y las 8:00 horas que corresponde al amanecer y otro pico de desplazamiento entre las 17:00 y las 20:00 horas al atardecer (Figura 3). Mientras que en la época de lluvias se mantiene activa casi igual durante todo el día disminuyendo notablemente en la noche (21:00 a 4:00) (Figura 4). Las distancias recorridas son mucho mayores en ésta época en comparación con la época de secas. El macho mostro en la época de secas un patrón diferente al de la hembra pues su actividad fue mayor en el atardecer y parte de la noche teniendo desplazamientos mayores que la hembra (Figura 3).

Al estimar la distancia que recorren los dos animales por día en cada época. Los resultados mostraron que la hembra recorre menos distancia en la época seca que en la húmeda, dado que el recorrido diario promedio entre épocas fue: en la seca de 1992 de 1.44 km/día, en las lluvias de 1992 de 2.58 km/día, en la de secas de 1993 de 1.48 km/día y en la de lluvias de 1993 fue 1.98 km/día; mientras que el macho recorre 2.5 km/día para la época de seca. Estos valores también muestran un patrón semejante en el desplazamiento por horas (Cuadro 1).

Un patrón que se observó en los seguimientos de ambos animales en ciclos de 24 h cuando éstos se iniciaban en las primeras horas de la mañana es que los animales generalmente empezaban y terminaban su actividad en el mismo sitio o en sitios muy cercanos (Figura 4).

Cuadro 1. Valores del ámbito hogareño, el promedio de las distancias recorridas por los individuos y el desplazamiento por horas en las diferentes épocas.

Individuo y época	Ámbito hogareño (ha)	Distancia en km recorrida diaria	m/hora promedio	Tiempo
♀ en la seca de 1992	11	1.44	60	última parte de la seca (junio)
♀ en la lluvia de 1992	34	2.58	107.5	(julio-diciembre)
♀ en la seca de 1993	11	1.48	61.7	(enero-junio)
♀ en la lluvia de 1993	21	1.98	82.5	(julio-septiembre)
♂ en la seca de 1994	26	2.5	104.1	(febrero-mayo)

Cuadro 2. Estimaciones del ámbito hogareño obtenidas con el método del polígono mínimo convexo para venados cola blanca en diferentes localidades y los diferentes tipos de vegetación que se reportan en otros trabajos.

Lugar	Tamaño del ámbito (ha)	Tipos de Vegetación	Fuente
Michigan (41 °N) (USA)	♀ = 45 ♂ = 142	Bosque de pino-encino pastizal y vegetación secundaria	Beier y McCullough, 1991
New York (41 °N)	324.9	Bosque de coníferas	Tierson <i>et al.</i> , 1985
Minnesota (48°N)	♀ = 83 ♂ = 319	Bosque de coníferas y de árboles deciduos	Nelson y Mech, 1981
Texas (28 °N)	♀ = 80 ♂ = 356	Pradera coquea, matorral y encinares	Michel, 1965
Jalisco (19 °N ) (MEXICO)	♀ = 36 ♂ = 26 *	Bosque tropical caducifolio y subcaducifolio	Este estudio
Isla San Lucas (10 °N)	♀ = 754	Bosque tropical caducifolio, perennifolio, charral arbustivo y pastizal	Méndez, 1990
Guanacaste (10 °N) (Costa Rica)	♀ = 14.8**	Bosque tropical caducifolio, perennifolio, charral arbustivo y pastizal	Rodríguez <i>et al.</i> , 1985

\* Sólo durante la época de secas

\*\* Resultado de una sola hembra adulta

\*\*\* Datos de venados reintroducidos.

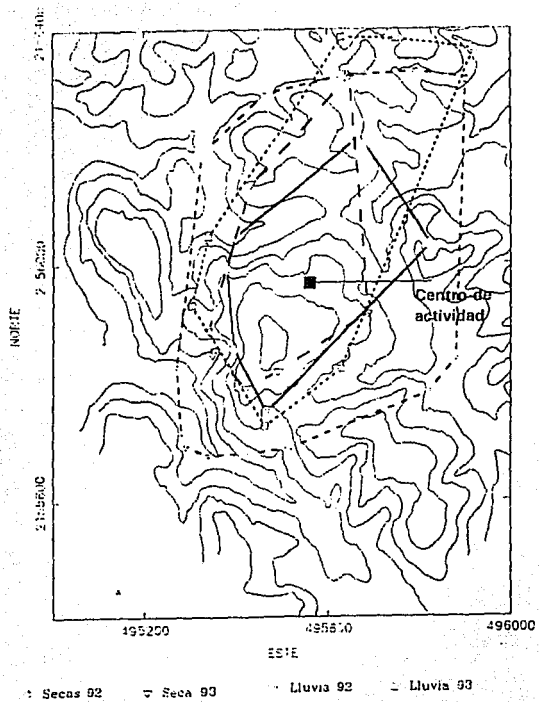


Figura 1. Polígonos mínimos convexos estimados para la hembra en las diferentes épocas en que se sigue. Los valores de los ejes Norte y Este están expresados en unidades UTM.

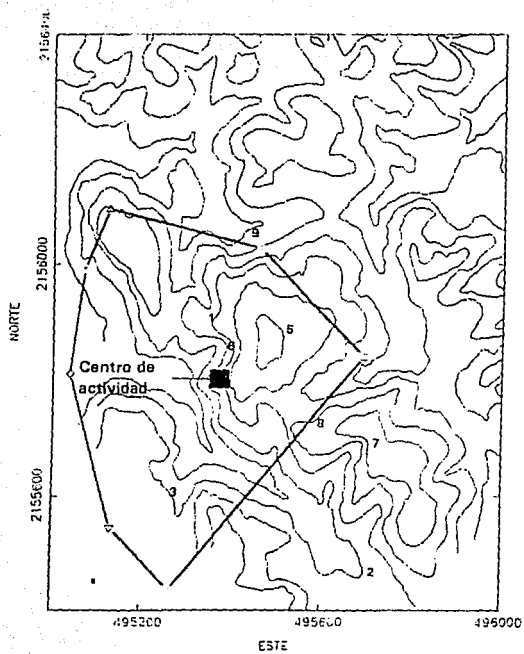


Figura 2. Polígono mínimo convexo estimado para el macho. Los números representan la localización de los sitios de donde se obtenían los rumbos del radio seguimiento

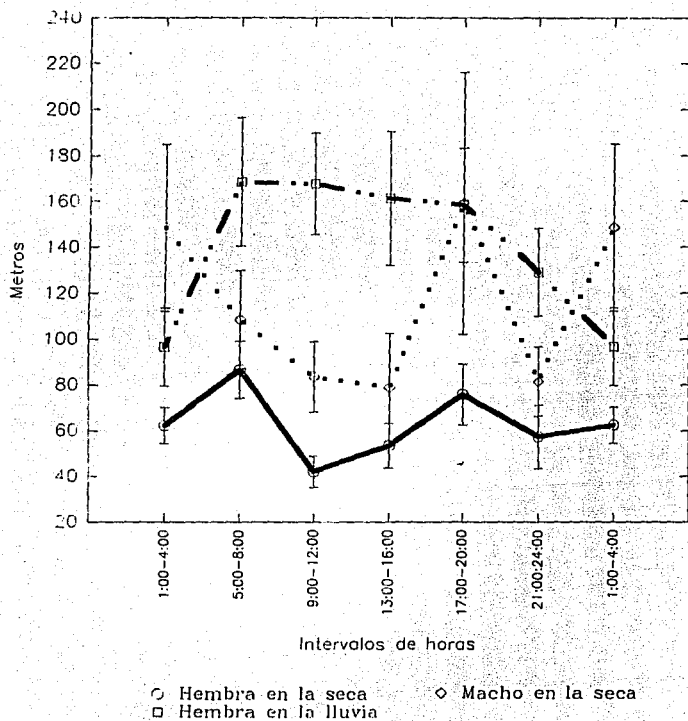


Figura 3. Distancia recorrida por la hembra y el macho durante el día, en las dos diferentes épocas.



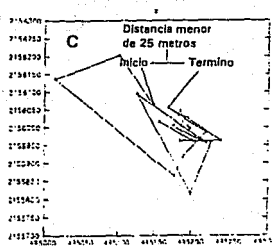
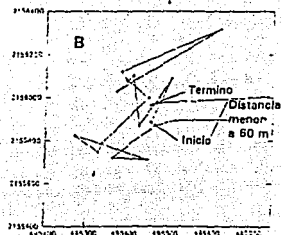
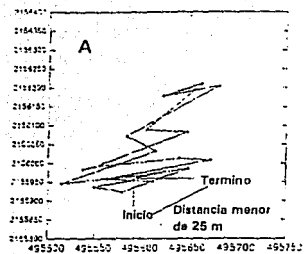


Figura 4. Ejemplos de los movimientos durante un ciclo de 24 horas de la hembra durante las secas (A), durante las lluvias (B), y del macho en la época de secas (C).

#### 4.4 Uso de hábitat

Se encontró que para cualquier época el valor de chi-cuadrada fue significativo (ver cuadros 3 y 4) por lo que siempre alguna de las unidades fue utilizada con mayor o menor frecuencia. Tanto cuando se consideró a las cimas, laderas y TBP (Cuadro 3), como cuando se analizó la orientación de las laderas (Cuadro 4).

Los intervalos de Bonferroni muestran que la hembra prefirió más las laderas, menos las partes por donde corren los arroyos e igual que lo esperado en función de su tamaño a las cimas de las lomas (Cuadro 3). Mientras que el macho muestra un mayor uso de las TBP. Sin embargo, hay que considerar que en este caso las localizaciones pudieran no reflejar la localización más real del animal puesto que el ámbito hogareño se encuentra básicamente abarcando un pequeño cañón (Figura 2). Esto podría estar actuando como un embudo por el cual sale la señal del collar, ocasionando que las estimaciones se aglutinaran en el centro del cañón que corresponde a las TBP. Esto podría tener un impacto en la localización de las laderas, mientras que en las cimas no se tendría este efecto (Cuadro 3).

Considerando la posición de cada ladera con respecto al norte, se encontró que la hembra durante la seca de 1992 prefirió más las laderas con orientación NE y menos las NO y las SO. En las lluvias de 1992 prefirió laderas NE y las demás las utilizó conforme a lo esperado de acuerdo a su tamaño. En la seca de 1993 prefirió las laderas SO y las demás las utilizó conforme a lo esperado de acuerdo a su tamaño. Durante la lluvia de 1993 prefirió las laderas NO. Mientras que el macho utilizó menos de lo esperado las laderas con orientación NO y SE y las demás las utilizó de acuerdo a lo esperado (Cuadro 4).

Los valores de las variables de los transectos de vegetación se describen en el apéndice 1. El resultado de la ordenación a través del análisis de componentes principales se muestra en el apéndice 2. La ordenación muestra que los dos ejes tienen un 57% de la varianza explicada. Mostrando que las laderas de orientación NO y NE (Norte) son parecidas entre sí; que las pendientes con orientación SO y SE (Sur)

muestran dos grupos que se parecen entre sí; que las cimas se parecen también entre sí y que las TBP no se parecen (Figura 5).

Las laderas Norte se agrupan por ser menos densas en su estrato arbóreo, y por presentar mayor número de árboles con DAP de entre 5 y 10 cm, predominio de los árboles de alturas medianas (4m), y donde hay más árboles con un follaje en la categoría intermedia (10%) y alta (50%). Las laderas Sur presentan una mayor diversidad estructural por lo que no se pueden separar claramente. Aunque la mayoría presenta una densidad alta de árboles, un mayor número de árboles con un DAP de más de 20 cm, una mayor frecuencia de árboles con más de 6 m de altura y un bajo número de árboles con follaje. Las cimas muestran una mayor densidad, pero tienen una mayor desviación en cuanto al DAP, una mayor frecuencia de árboles de más de 7 m y no presentan árboles con follaje alto para el final de la época seca (50%).

Las TBP que se muestrearon dentro de las áreas que ocuparon los animales, principalmente el macho, se presentan más parecidas a las laderas Norte, mientras que la TBP que en la Figura 5 muestra un asterisco corresponde a una selva mediana como la definen Lott *et al.* (1987), esta se parece más a las laderas Sur aunque se diferencia principalmente por su alto valor de DAP.

Cuadro 3. Datos de disponibilidad y utilización del hábitat por los venados considerando la topografía, cima, ladera y las tierras por donde escurre el agua (TBP) en el bosque tropical caucifolio de Chamela. Esta basado en 431 triangulaciones para la hembra y 110 para el macho. 1 Hábitat con un menor uso que lo esperado 2 Hábitat con un mayor uso que lo esperado y 0 Hábitat con el uso esperado.

Hábitat	Área (km <sup>2</sup> )	Uso esperado	Uso observado	Proporción de uso esperado	Proporción de uso	X <sup>2</sup>	Intervalo de Bonferroni	Uso
♀ Secas 1992						10.81		
Cima	0.006	4.18	5	0.059	0.07		-0.0098 ≤ P <sub>1</sub> ≤ 0.15043	0
TBP	0.0355	22.97	10	0.324	0.14		0.0321 ≤ P <sub>2</sub> ≤ 0.2498	1
Ladera	0.0671	43.85	56	0.618	0.78		0.0511 ≤ P <sub>3</sub> ≤ 0.0163	2
♀ Lluvias 1992						37.46		
Cima	0.026	21.88	28	0.078	0.10		0.0064 ≤ P <sub>1</sub> ≤ 0.1943	0
TBP	0.130	106.68	57	0.382	0.20		0.07822 ≤ P <sub>2</sub> ≤ 0.3304	1
Ladera	0.183	150.44	194	0.54	0.69		0.5514 ≤ P <sub>3</sub> ≤ 0.0303	2
♀ Secas 1993						12.65		
Cimas	0.0162	14.25	10	0.147	0.10		0.0080 ≤ P <sub>1</sub> ≤ 0.1982	0
TBP	0.0226	19.97	8	0.206	0.08		-0.0035 ≤ P <sub>2</sub> ≤ 0.1685	1
Ladera	0.0712	62.76	79	0.647	0.81		0.0929 ≤ P <sub>3</sub> ≤ 0.0360	2
♀ Lluvias 1993						16.21		
Cimas	0.02	7.06	12	0.097	0.16		0.0485 ≤ P <sub>1</sub> ≤ 0.2803	0
TBP	0.074	25.9	10	0.355	0.13		0.0295 ≤ P <sub>2</sub> ≤ 0.2445	1
Ladera	0.115	40.03	51	0.548	0.69		0.5513 ≤ P <sub>3</sub> ≤ 0.0421	2
♂ Secas 1994						9.67		
Cima	0.063	26.4	23	0.24	0.20		0.0692 ≤ P <sub>1</sub> ≤ 0.3113	0
TBP	0.076	32.26	47	0.29	0.42		0.3030 ≤ P <sub>2</sub> ≤ 0.5515	2
Ladera	0.123	51.33	40	0.46	0.36		0.1209 ≤ P <sub>3</sub> ≤ 0.4845	0

Cuadro 4. Datos de disponibilidad y utilización del hábitat por los venados considerando la orientación de la ladera en el bosque tropical caducifoliado Chamela.

♀ Secas 1992				142.8			
NO	0.032	20.88	6	0.294	0.084	-0.0025 $\leq p_1 \leq 0.1714$	1
NE	0.012	8.35	40	0.117	0.563	0.4082 $\leq p_1 \leq 0.7187$	2
SO	0.016	10.44	4	0.147	0.056	-0.0158 $\leq p_1 \leq 0.1264$	0
SE	0.006	4.17	6	0.058	0.084	-0.0028 $\leq p_4 \leq 0.1714$	0
♀ Lluvía 1992				76.5			
NO	0.05	41.02	37	0.147	0.132	0.0793 $\leq p_1 \leq 0.1861$	0
NE	0.04	32.82	73	0.117	0.261	0.1923 $\leq p_1 \leq 0.3308$	2
SO	0.053	43.76	53	0.156	0.189	0.1280 $\leq p_1 \leq 0.2518$	0
SE	0.04	32.82	31	0.117	0.111	0.0615 $\leq p_4 \leq 0.1606$	0
♀ Secas 1993				35.9			
NO	0.032	28.52	30	0.294	0.309	0.1858 $\leq p_1 \leq 0.4329$	0
NE	0.009	8.55	10	0.088	0.103	0.0217 $\leq p_1 \leq 0.1844$	0
SO	0.016	14.28	33	0.147	0.34	0.213 $\leq p_1 \leq 0.4669$	2
SE	0.012	11.41	6	0.117	0.051	-0.0023 $\leq p_4 \leq 0.1263$	0
♀ Lluvía 1993				30.1			
NO	0.04	14.12	28	0.193	0.383	0.2336 $\leq p_1 \leq 0.5335$	0
NE	0.02	7.065	10	0.096	0.136	0.0309 $\leq p_1 \leq 0.2430$	2
SO	0.03	12.95	10	0.177	0.136	0.0304 $\leq p_1 \leq 0.2430$	0
SE	0.016	5.88	3	0.08	0.041	-0.0201 $\leq p_4 \leq 0.1023$	0
♂ Secas 1994				21.1			
NO	0.027	11.73	3	0.106	0.027	-0.0136 $\leq p_1 \leq 0.0681$	1
NE	0.024	10.26	10	0.09	0.09	0.0186 $\leq p_1 \leq 0.1631$	0
SO	0.027	11.73	18	0.106	0.163	0.0707 $\leq p_1 \leq 0.2565$	0
SE	0.041	17.6	9	0.16	0.081	0.0129 $\leq p_4 \leq 0.1506$	0

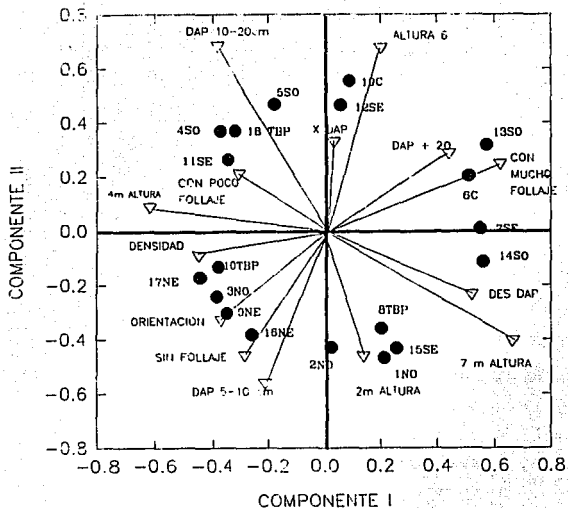


Figura 5. Ordenación de los transectos de vegetación obtenida con un análisis de componentes principales. Las líneas con triángulos representan las variables utilizadas, mientras que los puntos rellenos son los transectos, los cuales tienen asociados su número y orientación.

## 5. Discusión.

### 5.1 Captura

Es evidente que el éxito de capturas de los venados fue muy bajo, con respecto al esfuerzo realizado, pues sólo se lograron 3 capturas de 2 venados. El mayor esfuerzo de captura se realizó con métodos que requerían que los animales fueran atraídos por la acción de cebos. Sin embargo, el maíz, la melaza y las frutas, que en otros ambientes han sido atractivos para capturar a los venados (Day *et al.*, 1987) fueron poco atractivos en el bosque tropical caducifolio.

El hecho de que los cebos se descomponían en el campo por efecto de insectos, microorganismos (bacterias u hongos) podría limitar la palatabilidad del cebo para el venado. Además el calor al que estaban expuestos los cebos los deshidratava rápidamente lo que podría estar limitando la propagación de su olor para que llegaran a los venados. Por otro lado otras especies, principalmente el coatí (*Nasua narica*), el pecarí (*Pecari tajacu*) y la chachalaca (*Ortalis poliocephala*), frecuentemente consumían los cebos disminuyendo su cantidad y por tanto su efecto atrayente.

Tal como se esperaba por ser un recurso limitante durante el final de la época seca para el venado, el agua pareció ser más efectiva para atraerlos (Mandujano y Gallina, 1995) pero de una manera moderada a diferencia de lo observado en climas áridos donde resulta un cebo altamente atractivo (Day *et al.*, 1987).

Un hecho relevante fue que durante el inicio de la captura con este método, en el año de 1992 se registraron lluvias inusuales durante casi todo el mes de enero y los primeros siete días de febrero, que son normalmente los meses donde empieza a notarse el cambio en la vegetación por la falta de agua. La precipitación fue incluso mayor que la media promedio para la EBCh con más de 1000 mm de agua (datos de la estación climatológica), propició que la vegetación mantuviera su follaje hasta muy adelantada la época de secas. Probablemente, esta circunstancia tan favorable para el venado, no favoreció para que el agua fuera suficientemente atrayente en la época

de secas de ese año. Los años subsiguientes, aunque no fueron tan húmedos, la precipitación fue alta.

La atracción de los cebos es un factor crítico para el éxito de la captura, pues en otras localidades donde el maíz es un buen atrayente, por ejemplo en el Desierto Chihuahuense el éxito de la captura utilizando redes de caída es muy elevado, incluso en un mismo sitio es posible capturar en 7 días hasta 7 venados (observaciones personales). Además, el estar limitado a un solo sitio toda la captura también redujo sustancialmente la probabilidad de éxito.

Las arreadas fueron sumamente difíciles de implementar en Chamela en donde el sotobosque es muy denso por los bejucos y los árboles pequeños dificultando el paso para guiar a los animales, pues en más de una ocasión los animales podían tomar la dirección contraria a la de la red, y se escapaban entre las personas que intentaban arrearlas. En muchas ocasiones se logró que los animales chocaran con la red pero siempre en alguno de los extremos de la red que resultaron los lugares menos favorables para que el animal se enredara por lo que lograba escapar. Es muy posible que se obtuvieran mejores resultados con una red más grande y contando con la ayuda de más arreadores, sin embargo, esto incrementaría su costo por lo que tendría que considerarse su utilización en este tipo de sistemas.

## **5.2 Ámbito hogareño**

Para el cálculo de ámbito hogareño utilizando el polígono mínimo convexo, el número de localizaciones en que se basa y la determinación de cual área es la que normalmente utiliza el venado son críticos para la estimación del ámbito. En un reporte anterior (Sánchez-Rojas *et al.*, 1994 ) se habían estimado valores mucho mayores del ámbito hogareño de la hembra que los descritos en este trabajo. Esto debido a que no se utilizaron el total de las localizaciones estimadas en ese momento. Algunas de las localizaciones utilizadas para el cálculo anterior del tamaño resultaron ser parte del 10% de localizaciones más externas. A pesar del cambio de las estimaciones el



tamaño del ámbito hogareño la tendencia se mantuvo, siendo menor su tamaño en la época de secas que en la época de lluvias.

Las hembras de los venados cola blanca restringen sus movimientos a una menor área antes de parir y durante la lactancia (McCullough, 1979; Nelson y Mech, 1981), presumiblemente para evitar la depredación en las crías (Nelson y Mech, 1981). La hembra del estudio se capturó un poco antes del parto (finales de Junio de 1992), lo que podría explicar el menor tamaño del ámbito hogareño (0.11 km<sup>2</sup>) en esta época. Pero esto no explicaría que durante la seca de 1993 donde se utilizaron datos que abarcan un período mayor de tiempo, no haya un cambio perceptible en el tamaño en ambas épocas. De hecho este resultado de una menor área en la época limitante contrasta con lo encontrado en otros estudios donde al disminuir la disponibilidad del alimento los venados incrementan su ámbito hogareño (Dhungel y O'Gara, 1991; Zultowski, 1992). Sin embargo, si se considera que para la época de secas la biomasa disponible es capaz de mantener a la población estimada de venados (Mandujano y Gallina, 1991), entonces es probable que este tamaño de área sea suficiente al aportar los recursos necesarios a la hembra.

Durante la época de lluvias el tamaño del ámbito hogareño de la hembra se incrementa, más del doble en comparación de la época de secas. Esto contrasta con resultados que muestran que al incrementar la disponibilidad de los recursos el área que ocupan disminuye (Dhungel y O'Gara, 1991; Zultowski, 1992). Se propone que debido a que el bosque tropical caducifolio tiene una gran riqueza de especies vegetales, pero que en general tienen una baja densidad y están dispersas (Lott *et al.*, 1987) y a que el venado es un herbívoro altamente selectivo de las plantas que consume (Verme y Ullrey, 1984; Marchinton y Hirth, 1984), al incrementar el tamaño de su ámbito hogareño incrementaría la probabilidad de una mayor diversidad de plantas en su dieta, lo que repercutiría en altos valores energéticos en la dieta (Gallina, 1990) y a su vez evitaría la concentración de los compuestos secundarios de las plantas (Freeland, 1991).

El macho mostró un tamaño mayor de su ámbito hogareño, el cual es más de dos veces el de la hembra en la época de secas. Esto concuerda con muchos trabajos que muestran una diferencia entre sexos en el tamaño de ámbito hogareño (Michel, 1965; Marchinton y Jeter, 1966; Sparrowe y Springer, 1970; Staines, 1974; Nelson y Mech, 1982; Beier y McCullough, 1990). Se consideró que este macho subadulto no se encontraba en dispersión, por que se mantuvo constante en una área, incluso observaciones recientes (junio de 1995) muestran que se ha mantenido en la misma, lo cual coincide con el comportamiento de otros machos que no se dispersan (Nixon *et al.*, 1994). Se ha registrado que los machos suelen ocupar los hábitats menos favorables y esto puede explicar el cambio del tamaño del ámbito debido a que requieren más área para satisfacer sus necesidades (Beier, 1987; McCullough *et al.*, 1987; Beier y McCullough, 1990). Si este patrón es parecido en Chamela, podría estar explicando la diferencia en el tamaño del ámbito hogareño entre estos animales de diferente sexo.

Si bien la cantidad de venados estudiados no puede representar el comportamiento de la población de venados en su tamaño de ámbito hogareño y sus movimientos que presentan en Chamela, no deja de ser significativo que el comportamiento encontrado corresponde a los resultados de diversos trabajos en otras latitudes sobre esta especie. Incluso cuando comparamos el resultado de este estudio con las estimaciones realizadas en otros trabajos utilizando el polígono mínimo convexo se aprecia que los valores del ámbito hogareño son mayores para individuos de distribución nortea, mientras que el tamaño del ámbito hogareño encontrado para una hembra en una región más sureña es inferior a lo que se estima en la hembra seguida en Chamela. Esto era de esperarse, debido a la correlación entre el tamaño de los individuos y la latitud, y la relación del tamaño del animal y su ámbito hogareño (Hereastad y Bunnell, 1979; Gompper y Gittleman, 1985). Aunque otro estudio con más individuos marcados, muestra para casi la misma latitud en Costa Rica hasta un

tamaño del área de 754 ha, en hembras que fueron reintroducidas a una isla lo que explica el tamaño tan grande de ámbito hogareño (Sáenz-Méndez, 1990).

La fidelidad al ámbito hogareño se ha encontrado como un patrón persistente en los venados (Michel, 1965; Marchinton y Jeter, 1966; Sparrowe y Springer, 1970; Staines, 1974; Beier y McCullough, 1990; Zultowsky, 1992). Esta gran fidelidad permite al animal una mayor familiarización de un lugar que ha probado ser adecuado para su sobrevivencia (Marchinton y Hirth, 1984). Esto mismo se ha encontrado para los datos de la hembra en Chamela. Lo que debe ser una gran ventaja considerando la gran diversidad vegetal que presenta (Lott *et al.*, 1987) y los cambios drásticos en la disponibilidad de alimento y agua (Mandujano y Gallina, 1995).

### 5.3. Distancias recorridas

Se encontró que la hembra presenta patrones diferentes en los desplazamientos a lo largo del día. Durante la época de secas se presentó un patrón en donde las mayores distancias recorridas por hora corresponden a las horas crepusculares, mientras que en las lluvias mantiene sus desplazamientos más o menos constantes a lo largo del día. En ambas épocas la hembra disminuye los desplazamientos en la noche. Se ha documentado el ciclo de actividad de los venados en otras latitudes y se ha observado que en verano son crepusculares y durante el otoño se muestran diurnos y con desplazamiento semejantes a lo largo del día (Michel, 1970; Kammermeyer y Marchinton, 1977), lo cual sí coincide con los resultados obtenidos para la hembra pero que no concuerdan con el movimiento del macho.

Se propone que el patrón crepuscular de la hembra sea una estrategia que permite al venado no incrementar su demanda de agua durante la época de secas, en la cual el agua es un recurso limitante (Mandujano y Gallina, 1995). Se ha estimado que el contenido de agua en la vegetación (hojas y frutos) soporta la demanda del líquido por la población del venado en la época de secas, aunque la distribución y

cantidad de agua debe considerarse temporal y especialmente distribuida en forma discontinua dentro de la misma época seca, por lo que sigue siendo un recurso limitante (Mandujano *et al.*, 1994; Mandujano y Gallina, 1995).

El mayor desplazamiento de la venada durante la época de lluvias se ajustaría a la propuesta de un mayor tamaño del ámbito hogareño debido a una búsqueda intensa que le permita tener una dieta más variada. Dado que el agua y el alimento no son limitantes puede tener un mayor consumo de los mismos. En otras palabras, si la venada mantuviera su patrón de actividad en las secas igual que el de las lluvias, donde se mueve más y a lo largo de casi todo el día, esto demandaría una mayor cantidad de agua. Por lo que si restringe sus movimientos a ciertas horas del día podría lograr un ahorro en las necesidades de agua.

En el macho los movimientos empiezan a incrementarse en las últimas horas de luz hasta alcanzar su cúspide a la media noche disminuyendo al mínimo cuando la hembra alcanza el máximo en el principio del atardecer. Este comportamiento nocturno de los machos se ha observado en Michigan, relacionandolo con el estro (Beier y McCullough, 1990), mientras que otras especies de cérvidos también muestran esta separación de actividad siendo las hembras más diurnas y los machos nocturnos (Clutton-Brock *et al.*, 1982).

Los valores encontrados para la hembra en la época de lluvias y el del macho en la época de secas en sus desplazamientos por hora son relativamente cercanos a los estimados para una zona subtropical de Florida en los movimientos nocturnos de los venados, donde las hembras tiene desplazamientos de 105.2 m/hora y los machos tienen desplazamientos de 121.5 m/hora (Fritzen *et al.*, 1995)

En varios ciclos de 24 h cuando se iniciaban en la madrugada o en las primeras horas de la mañana las localizaciones del inicio y término del seguimiento fueron muy cercanas, lo que muestra que los animales se mantienen cerca de un área en días consecutivos. Este comportamiento es uno de los supuestos para un método de estimación poblacional del venado, utilizando las huellas (Mandujano, 1992). Si bien

se encuentra este comportamiento en alguno de los seguimientos de este estudio, hay que ser cautelosos con esta información ya que, Fritzen *et al.*, (1995) en un bosque húmedo templado de Florida encuentran que los venados no regresan al mismo lugar de descanso.

#### 5.4. Uso de hábitat

En cuanto al uso del hábitat resulta más complejo mostrar semejanzas con otros estudios ya que si bien hay trabajos realizados en regiones tropicales, las áreas que abarca se encontraban muy fragmentadas tanto en diversos tipos de vegetación nativa como en campos de uso agrícola (Rodríguez *et al.*, 1985; Sáen-Méndez, 1990), y no sobre un área continua cubierta de bosque tropical caducifolio como es este caso. Sin embargo, muchos estudios muestran que los venados prefieren hábitats que ofrezcan tanto alimento como cobertura y no sólo una de estas alternativas (Suring y Vohs, 1979; Rodríguez *et al.*, 1985; Bowyer, 1986; Ordoway y Krausman, 1987; Beier y McCullough, 1990; Gallina, 1990; Alvarez-Cardenas, 1995).

Resulta muy interesante la poca preferencia de la hembra por las tierras bajas planas que corren paralelas a los arroyos que es donde se desarrolla el bosque tropical subcaducifolio (Lott *et al.*, 1987), dado que aparentemente este tipo de vegetación sufre un menor efecto por la época de secas en cuanto a la pérdida de biomasa, cobertura y humedad (Mandujano y Gallina, 1995). Mientras que el macho sí utiliza este hábitat. Sin embargo, las áreas muestreadas de TBP en donde sí se localizó al macho estructuralmente se parecen a las laderas norte. Estos resultados pudieran sugerir que en Chamela existe una diferencia sexual en cuanto a la preferencia de hábitat como se ha documentado en otros sitios, donde los machos utilizan los sitios menos favorables, mientras que las hembras utilizan los que proporcionan un forraje de mayor calidad y mejor cobertura (McCullough, 1979; McCullough *et al.*, 1989; Beier, 1989; Beier y McCullough, 1990; Bowyer, 1984; Ordoway y Krausman, 1987).

Los resultados de la preferencia indican que las tierras de las laderas tuvieron un mayor uso por parte de la hembra. Al considerar la orientación de la ladera se notó un mayor uso de las laderas Norte. Galicia (1992) describe que en Chamela las laderas que sufren una menor insolación son las laderas Norte, lo que ocasiona que tengan una mayor capacidad en la retención de la humedad y una menor temperatura, condiciones microclimáticas muy importantes para la presencia del venado, por lo que probablemente este sea uno de los factores importantes que determinan que la hembra utilice más estos hábitats. Además se sabe que estas condiciones afectan directamente a la vegetación (Rzedowsky, 1978) y por lo tanto repercuten en el uso por los animales. En los resultados de la vegetación se encontró que precisamente estas laderas mostraban una mayor frecuencia de árboles, con follaje, además resultaron ser menos densos en el número de árboles, lo que pudiera estar favoreciendo el tránsito por esta zona por parte de los venados.

Estos datos concuerdan con las observaciones de Mandujano y Gallina (1994, 1995b), los cuales detectan un mayor número de echaderos y senderos de venados en las cimas de las lomas y en las laderas con exposición Norte. Esta preferencia por laderas Norte de comprobarse para la mayoría de los individuos, tendría importantes connotaciones en el manejo de esta especie en la región de la planicie costera que se encuentra cubierta del bosque tropical caducifolio. Dado que en general la incorporación de nuevos terrenos a las actividades agropecuarias se hace mediante la roza-tumba-quema sin considerar las condiciones topográficas de la zona que se va a incorporar (González-Flores, 1992). Muchas laderas incorporadas presentan una pendiente muy pronunciada lo que ocasiona que esta tierra se erosione, con lo que en pocos años deja de ser productiva para los fines por los que se abrió inicialmente (García-Oliva, 1992). Una alternativa para un posible plan de manejo sería dejar parches en la cobertura vegetal de ciertas laderas, que sirviera como refugio del venado para poder tener oportunidad de conservarlo y en su momento poder aprovecharlo.

## 6. Conclusión

Para el bosque tropical caducifolio de Chamela no fue posible encontrar un cabo lo suficientemente atrayente para lograr un mayor número de capturas usando métodos pasivos de captura (redes de caída y el corral). La utilización de métodos activos en la captura (arreadas y dardos tranquilizantes) se ve dificultado por lo denso del sotobosque, que impide el fácil acceso y que no permite ni arrear a los animales, ni buscarlos cuando éstos han sido inyectados. La falta de un mayor número de espacios abiertos para colocar los métodos pasivos, disminuyó la probabilidad de captura.

La hembra seguida en el bosque tropical caducifolio muestra durante la época de secas un menor tamaño en su ámbito y una menor distancia en sus recorridos diarios. Los venados muestran un mayor desplazamiento en las horas crepusculares, lo que podría ser una estrategia contra la falta de agua. En la época de lluvias el tamaño del ámbito es mayor con respecto a la época de secas al igual que los recorridos diarios. Estos recorridos mayores y constantes durante el día podrían explicarse por una búsqueda de una mayor diversidad de especies vegetales para enriquecer la calidad de su alimento. En ambas épocas las distancias recorridas en la noche disminuyen en comparación de los desplazamientos del día.

El macho durante la época de secas utiliza una área mayor que la que presentó la hembra, posiblemente por que se encuentra en un hábitat con una menor calidad de forraje, lo que explicaría que necesite una mayor área para extraer sus requerimientos energéticos y por lo mismo tenga que desplazarse más.

La preferencia de hábitat por la hembra es hacia las laderas principalmente con orientación norte, lo que podría estar relacionado con las condiciones microambientales, ya que son áreas más frescas, con mayor humedad y con mayor cobertura.

El macho prefirió más las áreas de TBP lo que difiere con respecto a los hábitats que utilizó la hembra. Aunque las áreas de tierras bajas TBP donde se localizó al macho muestran una semejanza estructural con las laderas Norte, que utilizó la hembra.

Sería muy valioso poder lograr una investigación que abarque realmente un número de individuos marcados representativo de la población de venados en la región de Chamela, que permitan confirmar el patrón espacial y de uso de hábitat de la especie encontrado en este estudio integrándola con la información ya publicada (y por publicar) para esta región (ver Capítulo 3). Esto definitivamente contribuirá a un conocimiento integral que permita realizar las mejores decisiones en la conservación y manejo de esta especie.



## Literatura citada

- Alvarez-Cárdenas, S. 1995. Estudio poblacional y hábitat del venado bura *Odocoileus hemionus peninsulæ* en la Sierra de La Laguna, B.C.S. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 99 pp.
- Beier, P. 1987. Sex differences in quality of white-tailed deer diets. *Journal of Mammalogy* 68: 323-329.
- Beier, P., y D. R. McCullough. 1990. Factors influencing white-tailed deer activity patterns and habitat use. *Wildlife Monographs* 109:51.
- Bowyer, R. T. 1984. Sexual segregation in southern mule deer. *Journal of Mammalogy* 65:410-417
- Bowyer, R. T. 1986. Habitat selection by southern mule deer. *California Fish and Game* 72:153-169.
- Bullock, S. H., y Solís-Magallanes. 1990. Phenology of Canopy trees of tropical deciduous forest. *Biotropica* 22: 22-35.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concept as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24: 346-352.
- Byers, C. R., R. K. Steinhorst y P. R. Krausman, 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 48: 1050-1052
- Byford, J. L. 1970. Movement response of white-tailed deer to changing food supplies. Proceeding in the Annual Conference of Southeastern Association Game and Fish Commissioner, 23:63-78.
- Clutton-Brock, T. H., F. E. Guinness y S. D. Albon. 1982. Red deer: behavior and ecology of two sex. University of Chicago Press. Chicago, Ill. 378 pp.
- Day, G. I., S. D. Schemnitz, y R. D. Taber. 1987. Captura y marcación de animales silvestres. Pp. 63-94. In C. H. Freese y W. A. Wentz (eds). *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*. The Wildlife Society. Washington.
- Dixon, K. R., y J. A. Chapman. 1980. Harmonic mean measurement of animal activity areas. *Ecology* 61: 1040-1044
- Drolet, C. A. 1976. Distribution and movements of white-tailed deer in Soutwestern Brunswick in relation to environment factor. *Canadian Field Naturalists* 90:123-136.
- Dhungel, S. K., y B. W. O' Gara. 1991. Ecology of hog deer in Royal Chitwan National Park, Nepal. *Wildlife Monograph* 119: 40 pp.
- Freland, W. J. 1991. Plants secondary metabolites, biochemical coevolution with herbivores. Pp 83-102. In R. T. Palo y C. T. Robbins (eds). *Plant defense against mammalian herbivory*. CRS Press.

- Fritzen, E. D., R. F. Labisky, D. E. Easton y J. C. Kilgo. 1995. Nocturnal movement of white-tailed deer: implication for refinement of track-count surveys. *Wildlife Society Bulletin* 23: 187-193.
- Galicía, L. 1992. Influencia de la variabilidad de la forma de la pendiente en las propiedades físicas del suelo y su capacidad de retención de agua, en una cuenca tropical estacional. Tesis Licenciatura en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras UNAM. 116 pp
- Gallina, S. 1990. El venado cola blanca y su hábitat en la Reserva La Michilía, Dgo. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias UNAM. 98 pp.
- García-Oliva, F. 1992. Erosión y pérdida de nutrientes del suelo en una crono-secuencia de uso agropecuario en un ecosistema tropical estacional mexicano. Tesis de Doctorado en Ecología. UACPyP-CCH Centro de Ecología, UNAM. México 105 pp
- García-Oliva, F., E. Ezcurra y L. Galicía. 1991. Pattern of rainfall distribution in the central coast of Mexico. *Geografiska Annaler* 73: 179-186
- Gavin, T. A., L. H. Suring, P. A. Vohs, Jr. y E. C. Meslow 1984. Population characteristics, spatial organization and natural mortality in the Columbian white-tailed deer. *Wildlife Monographs* 91: 1-49
- González-Flores, P. C. 1992. El manejo del fuego en el sistema de roza tumba y quema en la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM. México. 99 pp.
- Gompper M. E. y J. L. Gittleman, 1991. Home range scaling: intraspecific and comparative trends. *Oecologia* 87: 343-348.
- Halls, L. K. (Ed). 1984. *White-tailed deer: ecology and management*. Stackpole book, Harrisburg Pennsylvania, 870 pp
- Heezen, K. L. y J. R. Tester. 1967. Evaluation of radio-tracking by triangulation with special reference to deer movement. *Journal of Wildlife Management* 31:124-141.
- Herestad, A.S. y F. L. Bunnell 1979. Home range and body weight a re-valuation. *Ecology* 60:389-402
- Hervert, J. J. y P. R. Krausman. 1986. Desert Mule deer use of water development in Arizona. *Journal of Wildlife Management* 50: 670-676.
- Kammermeyer, K. E., y L. Marchinton 1977. Seasonal change in circadian activity of white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 41:315-317
- Lautier, J. K., T. V. Dailey y R. D. Brown. 1988. Effect of water restriction on feed intake of white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 52: 602-606.
- Loft, E. R., J. W. Menke, y T. S. Burton. 1984. Seasonal movements and summer habitats of female black-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 48:1317-1325.

- Lott, E. J., S. H. Bullock y A. Solís-Magallanes. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forest in coastal Jalisco. *Biotropica* 19: 228-235.
- Mandujano, S. 1992. Estimaciones de la densidad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias UNAM. México. 75 pp.
- Mandujano, S. y S. Gallina. 1991. El venado cola blanca en el bosque tropical de "Chamela", Jalisco. IX Simposio sobre Fauna Silvestre UNAM. México: 74-80
- Mandujano, S., y S. Gallina. 1995. Disponibilidad de agua para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de México. *Vida Silvestre Neotropical*
- Mandujano, S., Gallina S. y S. H. Bullock. 1994. Frugivory and dispersal of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) in a tropical deciduous forest in Mexico. *Revista de Biología Tropical* 42:107-114.
- Marchinton, R. L., y L. K. Jeter. 1966. Telemetric study of deer movement biology in the Southeast. *Proceedings of Southeast Association Game and Fish Committee* 22:30-46.
- Marchinton, R. L., y D. H. Hirth. 1984. Behavior. Pp 129-168. *In* L. K. Halls (ed). *White-Tailed Deer: ecology and Management*. Stackpole Book, Harrisburg Pennsylvania.
- McCullough D. R. 1979. *The George Reserved Deer Herd: Population Ecology of K-selected species*. University of Michigan Press, Ann Arbor. 271pp.
- McCullough D. R., D. H. Hirth y J. Newhouse. 1989. Resource partitioning between sexes in white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 53:277-283.
- McNab, B. K. 1983. Ecological and behavior consequence of adaptation to various food resource. Pp. 664-697. *In* J. K. Eisenberg y D. G. Kleiman (eds). *Advances in The Study of Mammalian Behavior*. Special Publication of American Society of Mammalogy 7.
- Mohr, C. O. y W. A. Stumpf. 1966 Comparison of methods for calculating areas of animal activity. *Journal of Wildlife Management* 30:293-204.
- Michel, E. W. 1965. Movement of White-tailed deer on the Welder wildlife refuge. *Journal of Wildlife Management* 29: 44-52.
- Michel, E. D. 1970. Activity pattern of white-tailed deer in South Texas. *Texas Journal of Science*. 21: 417-438
- Nelson, M. E. y L. D. Mech. 1981 Deer social organization and wolf predation in northeastern Minnesota. *Wildlife Monograph* 77:1-53
- Neu, C. W., C. R. Byers, y B. Peek. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 38:541-545.

- Nixon, C. M., L. P. Hance, P. A. Brewer, J. E. Chelsving, J. B. Sullivan, R. Koerkenmeier, D. R. Etter, J. Cline, y J. A. Thomas. 1994. Behavior, dispersal and survival of male white-tailed deer in Illinois. Illinois Natural Survey Biological Notes 139: 30 pp.
- Ordway, L. L., y P. R. Krausman. 1987. Habitat use by desert mule deer. Journal of Wildlife Management 50: 677-683.
- Ozaga, J. J. 1972. Agressive behavior of white-tailed deer at winter cutting. Journal of Wildlife Management 36:861-868
- Potvin, F. y J. Huot. 1983. Estimating carrying capacity of white tailed deer wintering area in Quebec. Journal of Wildlife Management 47: 463-475.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa México. 432 pp.
- Rodríguez M., C. Vaughan, V. Villalobos y M. Mc Coy, 1985. Notas sobre los movimientos del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Rafinesque) en un bosque tropical seco de Costa Rica. Investigaciones sobre Fauna Silvestre de Costa Rica. Subdirección General de Vida Silvestre. Dirección General Forestal del Ministerio. 37-46.
- Rongstad, O. J y R. J. Tester 1969. Movement and habitat used of white-tailed deer in Minnesota. Journal of Wildlife Management 33:366-379.
- Sáen-Méndez J. 1990. Ecología de dos grupos de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) liberados en un nuevo hábitat. Tesis de Licenciado en Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias del Mar y la Tierra, Universidad Nacional de Costa Rica, 134 pp.
- Samuel, M. D., y M. R. Fuller. 1994. Wildlife radiotelemetry. Pp 370-418. In T. Bookhout (ed). Research and Management Technique for Wildlife and habitats. The Wildlife Society. USA
- Sánchez-Rojas, G., S. Gallina y S. Mandujano. 1994. Ambito hogareño y cambios estacionales del venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio. IV Simposio Sobre Venados en México. UNAM y AZRM. México. 136-147
- Smith, W. P. 1991. *Odocoileus virginianus*. Mammalian Species, 388:1-13
- Sparrowe, R. D., y P. F. Springer. 1970. Seasonal activity pattern of white-tailed deer in eastern South Dakota. Journal of Wildlife Management 34:420-431.
- Staines, B. W. 1974. A review of factors affecting deer dispersion and their relevance to management. Mammal Review 4:79-91
- Suring, L. y P. Vohs 1979. Habitat use by white-tailed deer. Journal of Wildlife Management 28:463-472.
- Thomas, J. W., J. G. Teer y E. A. Walker. 1964 Mobility and home range of white tailed deer. Journal of Wildlife Management 28: 462-472.

- Tierson, W. C., Mattfeld G. F., Sage R. W. y D. F. Behrend. 1985. Seasonal Movement and Home range of white-tailed deer in the Adirondack. *Journal of Wildlife Management* 49:760-769.
- Verme, L. J. 1973. Movement of white-tailed deer in upper Michigan. *Journal of Wildlife Management* 37:545-552
- Verme, L. J. y D. E. Ullrey. 1984. Physiology and Nutrition. Pp 91-118. *In* L. K. Halls (ed). *White-Tailed Deer: ecology and management*. Stackpole Book, Harrisburg Pennsylvania.
- Zultowsky, J. M. 1992. Behavioral and spatial ecology of female white-tailed deer in the Everglade ecosystem. Thesis of Master of Sciences. University of Florida Gainesville, Florida. 79 pp.

### Capítulo 3

## CONSIDERACIONES PARA EL MANEJO DEL VENADO COLA BLANCA EN EL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DEL OCCIDENTE DE MEXICO

### 1. Introducción

La intención del presente capítulo es presentar una serie de sugerencias que podrían ser consideradas en un futuro para generar un plan de manejo, el cual debe implicar un programa de monitoreo de las poblaciones de venado cola blanca para la región de Chamela. Las sugerencias estarían considerando a los individuos de esta especie principalmente como un trofeo cinegético, pero sin excluir su potencial como productor de carne y otras materias primas. En primera instancia se presentará la distribución del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Se incluirá un panorama general de la repercusión económica de la cacería legal del venado cola blanca. Además se presentará un resumen de la información publicada para los bosques tropicales sobre el venado, particularmente sobre el área de Chamela, que corresponde al área de trabajo donde se desarrolló esta tesis. Finalmente se incorporarán las sugerencias que deberían considerarse en un futuro plan de manejo.

### 2. Distribución del venado cola blanca

El venado es probablemente el mamífero con mayor distribución en América que se utiliza en las actividades cinegéticas deportivas y de subsistencia, ya que se distribuye desde los 60° N y los 15° S, lo que casi abarca desde Canadá hasta la parte norte de Sudamérica (Halls, 1984; Smith, 1991). En México abarca casi todo el país con excepción de la Península de Baja California, habitando en casi todos los tipos de vegetación, principalmente en los bosques mixtos de pino-encino, selvas bajas caducifolias y matorrales xerófilos, distribuyéndose desde el nivel del mar hasta los 2800 msnm (Figura 1)(Halls, 1984).

El área de distribución de las subespecies de venado cola blanca que corresponde a Latinoamérica ha sido poco estudiada por biólogos y manejadores de fauna profesionales. El conocimiento de las subespecies de México, hasta muy recientemente era más de tipo anecdótico con algunas observaciones de los investigadores (Leopold, 1977; Méndez, 1984), que producto de una investigación intensa en el campo sobre aspectos específicos de su biología. En la actualidad se han incrementado sustancialmente las investigaciones sobre esta especie. Estas investigaciones se han realizado principalmente en poblaciones que viven en áreas protegidas (Ezcurra y Gallina, 1981; Gallina *et al.*, 1978, 1981; Gallina, 1982, 1988; 1990, 1993a, 1993b, 1994; Galindo-Leal *et al.*, 1994; González *et al.*, 1994; Mandujano, 1994; Valenzuela, 1994; Weber *et al.*, 1994 por mencionar algunos) o en la región noreste del país sobre aspectos relacionados al manejo principalmente con la subespecie *O. v. texanus*, en íntima relación con la actividad cinegética deportiva (Dietrich, 1989a, 1989b, 1991; Villarreal, 1989; Maldonado y Villarreal, 1994; Benavides, 1989; Benavides y Villarreal, 1994 por mencionar algunos).

### 3. Importancia económica

La cosecha por cacería legal de aproximadamente 3 millones de individuos de esta especie, genera mil millones de dólares en los E.U.A. producto de esta actividad (Williamson y Doster, 1981 citado en Irby, 1994 ). Sin considerar los beneficios indirectos que genera en otras actividades como la turística al incrementar las visitas a parques nacionales, reservas, monumentos naturales, con el objeto de ver a los venados (Rue, 1978).

En contraste, en México, la situación es muy diferente. Datos publicados para 1989 muestran que las ganancias de todos los servicios derivados de 6400 permisos de cacería del venado cola blanca para toda la República fue de 3.85 millones de dólares (se convirtieron los datos originales de pesos a dólares con el valor de ese momento) (Hernández, 1989). Declaraciones recientes manejan cifras cercanas a los

10 millones de pesos de ganancia (aproximadamente 1.4 millones de dolares) generadas por los permisos para la actividad cinegética mostrando un avance en las percepciones de la federación en este rubro (Manzano, 1995).

Esta información aunque no puede ser comparada directamente entre ambas naciones debido a las grandes diferencias socioeconómicas, si nos permite visualizar que en México la cacería legal es una actividad que no se explota al máximo de su capacidad económica, por lo que no representa una actividad económica importante aunque debería serlo.

En las últimas tres décadas la región noreste de México es donde existe un mejor manejo de los venados. Esto se debe a que esta zona presenta características que favorecen el uso del venado:

- 1.- En la región noreste se distribuye el venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus* ver Figura 1) subespecie muy codiciada como trofeo, ya que algunos ejemplares colectados de esta área han sido considerados entre los mejores por el sistema de medición del Club de Caza Boone y Crockett (citado en Benavides y Villarreal, 1994).
- 2.- Existen condiciones socioeconómicas muy favorables, si consideramos que el uso de la tierra se restringe básicamente a la ganadera (INEGI, 1994). Actualmente esta actividad es bastante productiva y puede ser armónica con el manejo de la fauna, por lo que existen muchos intereses en común entre los propietarios de los predios lo que ha facilitado el que se organicen y creen estrategias conjuntas (P. ej. ANGADI Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados) (Benavides, 1989).
- 3.- Esta zona del país en gran parte es propiedad privada, cinco millones de hectáreas pertenecen a tres mil pequeños propietarios (Benavides, 1989). Esto presumiblemente permite que la tierra se mantenga con continuidad en el uso que se le da.



4.- Existe una baja densidad poblacional (24 habitantes/km<sup>2</sup>) valor inferior al de la media poblacional (44 habitantes/ km<sup>2</sup>) lo que contribuye a que no exista una gran demanda de tierras (INEGI, 1994 ).

5.- Esta parte al colindar con los estados sureños de E.U.A. comparten tanto subespecies de cola blanca como hábitats parecidos, por lo que los rancheros del noreste de México pueden aplicar directamente el conocimiento biológico del venado y las estrategias para un uso múltiple de la tierra que utilizan los ganaderos americanos con éxito probado.

Dadas estas situaciones no es de extrañar que sea en esta zona donde se aproveche la mayor cantidad de permisos del país, considerando los datos de Mattei (1989), se aprecia que el 82% de los permisos expedidos se utilizaron para esta región que sólo representa el 15% del territorio nacional. Este beneficio económico ha logrado que cada día sean más los rancheros que utilizan a la fauna silvestre y que tienen estrategias que favorecen a las poblaciones que habitan en sus ranchos (tanto en el manejo del hábitat como en la limitación de la cacería furtiva), generando un efecto favorable no sólo en la conservación del venado cola blanca sino en casi toda la comunidad de animales de esta zona (Benavides y Villarreal, 1994; Maldonado y Villarreal, 1994).

#### 4. El caso del bosque tropical caducifolio.

El bosque tropical caducifolio es probablemente el hábitat sobre el que se tiene una mayor información que no se presente en los E.U. Particularmente las investigaciones científicas se han desarrollado en Costa Rica y en el estado de Jalisco, en la Estación de Biología Chamela. Además se tiene un acervo de conocimiento de grupos étnicos sobre la fauna silvestre en general y en particular sobre el venado cola blanca, que se sitúan en los bosques tropicales secos, principalmente de los grupos mayas (Gómez-Pompa, 1985; Mandujano y Rico-Gray, 1991).

Estas investigaciones muestran que el bosque tropical caducifolio es un hábitat favorable que soporta altas densidades de venado (Mandujano y Gallina, 1991, 1993, 1995 (a), Vaughan y Rodríguez, 1994). Que presenta el venado una diferencia en cuanto a sus ciclos reproductivos aún dentro de la distribución del bosque tropical caducifolio (Rodríguez y Solís, 1994, Mandujano y Gallina, 1991). Que se ven favorecidos en bosques que presentan algún grado de perturbación prefiriendo estados sucesionales del bosque (Mandujano y Rico-Gray, 1991; Irby y Calvopiña, 1994). Existen datos que permiten pensar que se adaptan a programas de reintroducción (Calvopiña, 1994). Se han registrado la diversidad de especies vegetales que consume en diferentes regiones de este tipo de bosque (Mandujano y Rico-Gray, 1991; DiMare, 1994). El venado tradicionalmente es un recurso utilizado por las comunidades que habitan estos sistemas (Solís, 1994; Mandujano y Rico-Gray, 1991).

##### **5. Conocimiento del venado cola blanca para la región de Chamela**

La región donde se sitúa la Estación de Biología Chamela (EBCh), presenta todavía un continuo del bosque tropical caducifolio hasta 1990 de 1500 km<sup>2</sup> de extensión (Instituto de Ecología, 1993).

Se conoce que para la región de la EBCh la población ha sido estimada en  $11 \pm 1$  venados/km<sup>2</sup> y que ésta no ha variado a lo largo de 3 años (Mandujano y Gallina, 1993; Mandujano y Gallina, datos no publicados). La tasa de crecimiento poblacional se estimó como  $r = -0.03$ ; la tasa de sobrevivencia de las crías de la época húmeda a seca es de 0.5; mientras que de jóvenes a adultos es casi de uno y la proporción sexual es de casi un macho por dos hembras (Mandujano y Gallina 1991). El tamaño de la manada en el hato de venados está compuesta por 1.1 a 1.9 individuos/manada formada principalmente por grupos familiares y en realidad lo más común es encontrar individuos solitarios (Mandujano y Gallina, en revisión). La época de celo se presenta de noviembre a enero teniendo su pico en las últimas semanas de diciembre y las

primeras de enero, mientras que la época de nacimientos tiene su pico en julio, siendo más común observar dos cervatillos por nacimiento (Mandujano y Gallina, 1991).

En cuanto al alimento disponible, la capacidad de carga del sistema fue estimada para los primeros tres años del estudio en 12 venados/km<sup>2</sup> considerando la biomasa anual, existiendo una diferencia entre épocas en la producción de recursos ya que existe una mayor biomasa disponible para los meses de lluvias que para los meses de la seca (Mandujano y Gallina, 1991, 1995b). Sin embargo, a pesar de la diferencia de productividad entre épocas es posible que sobrevivan los venados debido a que la fructificación de un gran número de especies de árboles del dosel se concentra de abril a agosto (Bullock, et al., 1990), siendo la más importante por su contenido de humedad y carbohidratos la del ciruelo (*Spondias purpurea*) el cual es un recurso crítico que ayuda a la sobrevivencia de la especie para soportar la última parte de la seca que es la época cuando fructifica (Mandujano *et al.*, 1994).

En la región de Chamela el agua es por tanto un recurso crítico para la sobrevivencia de los venados, ya que no se encuentra en estado libre más que en algunos meses de la época de lluvias en los arroyos, por lo que el aporte de agua para los venados provienen principalmente de la humedad de las plantas y frutos que consumen, y del rocío (Mandujano y Gallina 1995b).

En cuanto al área de actividad de los venados existe evidencia para suponer una gran fidelidad en su ámbito hogareño (Mandujano, 1992; Capítulo 2). El tamaño de esta área difiere en las épocas disminuyendo en la época de secas, mientras que se incrementa en la época de lluvias. Además tienden a moverse más en la época de lluvias que en la de secas, y su actividad parece ser mayor en el día y durante la seca incrementa su actividad en las horas crepusculares. También se observa que existe una mayor preferencia por las laderas norte por factores microclimáticos más benignos (Capítulo 2).

A pesar de este acervo de información ya publicada, aún faltan por conocer muchos otros aspectos muy importantes de la biología de esta especie dentro de esta región, hábitos alimentarios (G. Arceo, com per), preferencia de hábitat (Mandujano y Gallina en prep), valor nutritivo de la vegetación (G. Silva, com per) los cuales se están llevando acabo en este momento, sin embargo esta información puede ayudarnos a iniciar un bosquejo de lo que sería un probable plan de manejo para esta especie en una zona parecida a la Estación.

#### 6. Sugerencias para un futuro plan de manejo

Es evidente que la primera parte de un futuro plan de manejo en este sentido es la de saber cual es el tamaño de cosecha que se puede obtener de un hato de venados. El principio básico es que se deben cosechar en función de la tasa de crecimiento, nunca excediéndose de dicha tasa. Es importante considerar en la cosecha tanto los factores que afectan la sobrevivencia (capacidad de carga, depredación y parasitismo) como los que pueden incrementarla (productividad y densidad) (Smith y Cogging, 1984; Davis, 1990; Teer, 1994). La estimación del tamaño de la cosecha es un valor dinámico por lo que sólo es posible estimarlo con un seguimiento constante de la población, que nos de información sobre el estado de la población a lo largo de tiempo, ya que cualquier variación puede aumentar o disminuir el tamaño de la cosecha. Este tamaño de la cosecha es crítico, ya que una sobrexplotación del hato puede llevar incluso a la pérdida del mismo (Caughley, 1977; Smith y Cogging, 1984).

En Chamela la población se encuentra casi sin perturbación por ser una área de reserva y por que no fue sino hasta 1974 que se abrieron caminos que facilitaron el acceso a esta región. De hecho existen todavía extensas regiones sin modificarse cercanas a la EBCh y en general en toda la costa de Jalisco, aunque rápidamente empiezan a ser perturbadas (Instituto de Ecología, 1993) por lo que pudiera

implementarse algún tipo de manejo en alguna de estas zonas en un futuro. Si se considerara que la selva baja se extiende por 1500 km<sup>2</sup> y se toma por extrapolación (con todas las reservas del caso) el valor de 12 venados por km<sup>2</sup> el tamaño potencial de la población de venados para esta parte del Estado sería de 18,000 venados. Si consideramos una cosecha del 10% de la población, se podría obtener beneficios de 1800 individuos. Considerando que se puede obtener de cada individuo unos 20 kg de carne, esto representaría 36 toneladas. Si consideramos que el kg de manera clandestina se vende en N\$50.00 localmente (obs per), esto representaría potencialmente N\$180,000, solamente por concepto de la carne sin considerar ganancias por actividades deportivas y comercialización de piel y astas, lo que podría reflejar potencialmente el valor económico de esta especie en la región.

Los planes de manejo no son una receta que se puedan aplicar directamente en los diferentes sitios, dependen en gran medida de las condiciones bióticas y abióticas en las que se encuentra la región donde se plantea el manejo, por lo que los planes de manejo deben ser retroalimentados con la información actualizada de estas condiciones. Incluso más de una estrategia puede llevarnos a los resultados que deseamos. Por lo que la sugerencia que se muestran tratan de contribuir a lograr un objetivo con más de una estrategia, debido en realidad a que las mejores opciones nos las irán dando los resultados de la manipulación.

En el manejo de la población una de las primeras decisiones a tomar es como determinar el tamaño de la cosecha. Por un lado la cosecha del hato puede establecerse después de que se haya hecho una manipulación del hábitat, que incremente la capacidad de carga. Lo que incrementará la densidad de población, la cosecha entonces estaría en función del exceso de población producida. Por otro lado se puede iniciar con una disminución de la población. Aprovechando que las poblaciones de venados son denso-dependientes por lo que al disminuir la población, ésta incrementa su tasa de crecimiento (Smith y Coggling, 1984; Kroll, 1991; Smith, 1991; Teer, 1994). Ambos casos deberían de ser explorados en la región de Chamela

con el fin de obtener las tasa de crecimiento que presentarían ambas manipulaciones, para poder decidir cual sería la mejor estrategia a seguir.

En el mejoramiento del hábitat hay que considerar que la época más crítica resulta ser la seca, porque la falta de agua limita al 50% las probabilidades de sobrevivencia de las crías a juveniles, y por tanto la productividad de la posible cosecha (Mandujano y Gallina, 1991). Las alternativas para suavizar el efecto de la época seca, sería por un lado la adición de nuevas fuentes de agua, y por otro lado un manejo silvícola que favoreciera un mayor número de árboles de ciruelo y de otras especies que de manera natural sean proveedores de agua y nutrientes para la fauna en este tipo de sistemas (Mandujano y Gallina, 1994, Mandujano *et al.*, 1993).

La adición de fuentes de agua es sumamente difícil dado lo estocástico de las lluvias en la zona (García-Oliva *et al.*, 1992) lo que dificulta la obtención del agua por medio de pozos profundos, ya que su abastecimiento depende de la filtración del agua en el suelo (Bullock, 1988) entonces se debería estar abasteciendo periódicamente de otras fuentes, por lo que un manejo silvícola sería tal vez una mejor alternativa incluso podría considerarse el manejo que los mayas tenían de sus sistemas tanto en la generación de selvas con una mayor densidad de especies útiles, como del manejo de la fauna (Gómez-Pompa, 1985; Mandujano *et al.*, 1991).

El adicionar alimento tal vez sea poco práctico debido a que en las selvas bajas habitan una gran diversidad de hongos, insectos, e incluso mamíferos que podrían utilizar este alimento, lo que disminuye el impacto que pudiera tener el alimento en el hato de venados (Capítulo 2). Sin embargo, es muy posible que la adición de complementos alimenticios, como sales y minerales sean muy favorables para lograr individuos más saludables, y mejoraría notablemente el crecimiento de las astas de los machos (Kroll, 1991).

Uno de los factores que deben contemplarse en el plan de manejo son los depredadores naturales del venado cola blanca. La región de Chamela presenta una

gran diversidad de probables depredadores del venado como el puma (*Puma concolor*), jaguar (*Panthera onca*), ocelote (*Leopardus pardalis*) y el coyote (*Canis latrans*), los cuales son bastante comunes en la región (Ceballos y Miranda, 1986; López-Gonzalez Com. Per.). El control sobre los depredadores dentro de los planes de manejo de diferentes lugares es un tema bastante controversial, dependiendo en la mayoría de los casos de las circunstancias particulares de cada sitio (Teer, 1994). El control de los depredadores pudiera ser otra actividad cinegética que permitiera obtener ganancias, sin embargo debido a que muchas de estas especies se encuentran en peligro de extinción en nuestro país (Ceballos y Navarro, 1992) la legislación vigente prohíbe o limita la cacería de estas especie. Esta limitación podría ayudar a generar una consciencia que considere la merma que hacen éstos depredadores del hato de venados, como se reciben los daños en otras actividades humanas producidos por otras causas naturales (sequías, heladas, incendios, inundaciones y furtivismo etc).

El patrón espacial y temporal que presentan los venados facilitaría las actividades cinegéticas, debido a la gran fidelidad que presentan los individuos de esta población a un área determinada, lo que permitiría un seguimiento continuo pudiendo ubicar a los mejores individuos para su cosecha, además de que su patrón de actividad diurno, se ajusta a las prácticas que están autorizadas para cazar. Ambas características son muy importantes pues el éxito económico de este tipo de manejo depende en gran medida de poder conseguir que los cazadores deportivos tengan una gran probabilidad de cobrar la pieza.

Cabe aclarar que en el momento actual existe una veda total del venado cola blanca para todo el estado de Jalisco y que el área de la Reserva Cuitzmala-Chamela se encuentra completamente vedado a cualquier actividad cinegética (calendario cinegético 1994-1995). La cacería furtiva es bastante común e incluso intensa, tanto por la veda del venado para el estado de Jalisco, como para la Reserva, incluso se han detectado los restos de 14 venados sacrificados recientemente de manera simultánea (Miller com. per.). Por lo que antes de poder iniciar cualquier plan de manejo es

necesario que se modifique el calendario cinegético; es muy probable que la utilización de la fauna de una manera racional y controlada más que la prohibición de su utilización sería la clave para lograr avances en la conservación de este recurso para esta región, donde programas intensos de educación ambiental y la vigilancia de los mismos habitantes de la región es clave para el éxito del manejo y conservación del venado (Benavides y Villarreal, 1994; Hernández, 1994).

## **7. Limitaciones**

La región donde se distribuyen los bosques tropicales caducifolios, en la costa de Jalisco presentan diferentes tipos de régimen de propiedad de la tierra, en donde encontramos ejidos, pequeños propietarios, Zonas Hoteleras, Reservas Ecológicas. Siendo mayormente ejidataria la tenencia de la tierra (González-Flores, 1992), salvo el caso de la reserva Cuitzmala-Chamela, donde existen intereses comunes que facilitan a los diferentes propietarios de esos predios poder realizar actividades conjuntas. Las demás extensiones de terreno presentarían un gran número de propietarios, con una gran diversidad de intereses, lo que resulta en una mayor dificultad para conciliarlos y encaminar acciones conjuntas que son indispensables en el caso de querer manejar la fauna.

Ya que sólo utilizando grandes extensiones de tierras es posible lograr un aprovechamiento de la fauna, pues esto es lo que permite tener áreas donde se realicen actividades productivas (ganadería, agricultura) y áreas que permitan la propagación de la fauna (bosques sin o con algún grado de perturbación), lo que implicaría que los dueños de los predios trabajaran de forma conjunta y las ganancias de todas las actividades fueran repartidas de manera equitativa, situación bastante utópica.



El manejo tradicional de las tierras con fines agropecuarios en esta región implica la roza-tumba-quema, que es una práctica que modifica drásticamente al bosque y que en modelos de producción de subsistencia es eficiente dado que permite la regeneración del bosque, pero que sin embargo, en modelos de producción extensivos resulta en un impacto tal, que la recuperación del bosque pudiera ser imposible (González-Flores, 1992), por lo que se debe trabajar ampliamente en la investigación de modelos de explotación alternativos en la zona, que consideren el manejo de la fauna como una parte integral de éstos, para poder ofrecerlos a los dueños de los predios.

El venado que se distribuye en la región occidental de México es *Odocoileus virginianus sinaloae* (Figura 1) que por su tamaño tanto corporal como de astas, no es considerado como de los trofeos más deseados entre los cazadores deportivos (Taylor, 1956), por lo que se debería promover dentro de ellos el que este concepto cambiara, y se designara a cada subespecie de las 13 que tiene México como un trofeo, pero considerando sus características propias y no comparándolas con respecto a otras subespecies, como *O. v. texanus*.

## 8. Consideraciones finales.

En síntesis, se puede afirmar que el venado cola blanca es un recurso que tiene una gran potencialidad económica, siempre y cuando de manera paralela se estén llevando a cabo otras actividades económicamente productivas. En la mayor parte del país no está siendo utilizado este importante recurso tanto por los factores socioeconómicos como por la falta de estrategias que permitan incorporar el uso del venado cola blanca con otras actividades económicamente productivas. La falta de planes se encuentra muy asociada a la falta de conocimiento del comportamiento local del venado en los diferentes hábitats en que se encuentra.

La región occidental donde se distribuyen los bosques secos se presenta como un lugar ideal para en un futuro intentar generar estrategias para incorporar el uso del venado a los sistemas productivos de esta zona, debido a la gran cantidad de información que se ha generado sobre el venado en ella y que para el momento actual no tiene paralelo en ningún otro sitio tropical de México.

Finalmente creo que a casi 35 años de que A. S. Leopold indicara lo importante que tendría que ser el venado como un recurso, ya es tiempo de hacerle caso y realmente incorporar a este bello animal a los sistemas productivos con lo que contribuiremos sustancialmente a la conservación no sólo de esta especie sino de muchas más que están asociadas a ella.

## Literatura citada

- Bonavides, J. 1989. El papel en el fomento, desarrollo y conservación del venado cola blanca en el noreste de México. III Simposio sobre venados en Mexico, Linares N.,L., México: 147-154.
- Benavides-García, T. y J. C. Villarreal. 1994. Bosquejo histórico del manejo y administración del venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) en el noreste de México. IV Simposio sobre venados en México. UNAM. Nuevo Laredo, Tamaulipas:5- 14.
- Bullock, S. H. 1988. Rasgos ambientales del ambiente físico y biológico de Chamela, Jalisco, Mexico. Folia Entomologica Mexicana 77:5-17
- Bullock, S. H. y A. Sols-Magallanes. 1990. Phenology of Canopy trees of tropical deciduous forest. Biotropica 22: 22-35
- Calvopiña, J. 1994. Evaluación de la reintroducción del venado cola blanca en Cóbano de Puntarenas, Costa Rica. Pp. 369-382. In C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. EUNA, Heredia Costa Rica.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. Los mamíferos de Chamela, Jalisco. Instituto de Biología, UNAM, México, 436 pp.
- Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and Conservation of Mexican Mammals. Pp 167-198. In M.A. Mares, y D. J. Schmidly (eds). Latin American Mammalogy: Diversity and Conservation. University of Oklahoma Press. Norman, Oklahoma.
- Caughley, G. 1977. Analysis of Vertebrate Populations. John Wiley and Sons. N.Y. 234 pp.
- Davis, E. 1990. Deer management in the south Texas plains. Federal Aids Report Series. 27: 1-22.
- Dietrich, U. 1989 a. Comparación de diferentes métodos para estimar/determinar la edad del venado cola blanca tejano (*O. virginianus texanus*) en México. III Simposio sobre venados en Mexico. Linares N. L. México:1-12.
- Dietrich, U. 1989 b. Nota sobre la preferencia alimenticia del venado cola blanca (*O. virginianus*) para 10 especies arbustivas bajo condiciones controladas. III Simposio sobre venados en Mexico. Linares N. L. México:58-64.
- Dietrich, U. 1991. El venado cola blanca tejano (*Odocoileus virginianus texanus*) en México su estatus y cuota de aprovechamiento anual. IX Simposio sobre Fauna Silvestre "General M. V. Manuel Cabrera Valtierra". México:27-39.
- JiMare, M. I. 1994. Hábitos alimentarios del venado cola blanca en la Isla San Lucas, Puntarenas, Costa Rica. Pp 73-90. In C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. EUNA, Heredia Costa Rica.

- Ezcurra, E. y S. Gallina. 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in Northwestern Mexico. Pp. 77-108. In P. Folliot, y S. Gallina (eds). *Deer Biology, habitat requirements and Management in Western North America*. Instituto de Ecología A. C. México
- Galindo-Leal, C., A. Morales, y M. Weber, 1994. Utilización del hábitat por el venado de Coues: un experimento seminatural. Pp 315-332. In C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Heredia Costa Rica.
- Gallina, S. 1982. Ecological aspects of the coexploitation of deer (*Odocoileus virginianus*) and cattle. *Acta Zoologica Fennica* 172:251-254.
- Gallina, S. 1988. Importancia del injerto (*Phoradendron* spp.) para el venado. *The Southwestern Naturalist* 33:21-25.
- Gallina, S. 1990. El venado cola blanca y su hábitat en la Reserva La Michililla, Dgo. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias UNAM. 98 pp.
- Gallina, S. 1993a. White-tailed deer and cattle diets at La Michililla, Durango, Mexico. *Journal of Range Management* 46:487-492.
- Gallina, S. 1993b. Biomasa disponible y capacidad de carga para el venado y el ganado en la Reserva La Michililla, Durango. Pp. 437-453. In R. A. Medellín y G. Ceballos (eds). *Avances en el estudio de los Mamíferos en México*. Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. Publicación Especial 1.
- Gallina, S. 1994. Dinámica poblacional y manejo de la población del venado cola blanca en la Reserva de la Biosfera La Michililla, Durango, México. Pp 207-234. In C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Heredia Costa Rica.
- Gallina, S., M. E. Maury y V. Serrano. 1976. Hábitos alimenticios del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Rafinesque) en la Reserva La Michililla, estado de Durango. Pp. 47-108. In G. Halffter (ed). *Reservas de la Biosfera en el Estado de Durango*. Instituto de Ecología A. C. México.
- Gallina, S., M. E. Maury y V. Serrano. 1981. Food habits of white-tailed deer. Pp. 133-148. In P. Folliot, y S. Gallina (eds). *Deer Biology, habitat requirements and Management in Western North America*. Instituto de Ecología A. C. México
- García-Oliva, F., E. Ezcurra y L. Galicia. 1991 Pattern of rainfall distribution in the central Pacific coast of Mexico. *Geografiska Annaler* 73:179-186.
- Gómez-Pompa, A. 1985. Los recursos bióticos de México (reflexiones). INIREB/Ed. Alhambra Mexicana, México. 90 pp.

- González, G., E. Jardel y E. Santana. 1994. Recuperación del venado cola blanca en la Estación Científica Las Joyas, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. Pp 235-246. *In* C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Heredia Costa Rica.
- González-Flores, P. C. 1992. El manejo del fuego en el sistema de roza tumba y quema en la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM. México. 99 pp.
- Halls, L. K. 1978. White-tailed deer. Pp 43-65 *In* J. L. Schmidt y D. L. Gilbert (eds). *Big Game of North America Ecology and Management*. Stackpole Book, Harrisburg, Pennsylvania.
- Halls, L. K. (Ed). 1984. *White-tailed deer: ecology and management*. Stackpole Book, Harrisburg Pennsylvania, 870 pp
- Hernández, L. 1994. La extensión y la educación ambiental en el manejo del venado cola blanca en Cóbano, provincia de Puntarenas, Costa Rica. Pp. 359-368. *In* C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Heredia Costa Rica.
- Hernández, M. A. 1989. El valor económico de la fauna silvestre en la actividad cinegética. II Simposio sobre venado en México. UNAM. Linares, Nuevo León, México: 226-250.
- INEGI, 1994. *Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. 748 pp
- Instituto de Ecología A. C. 1993. *Estudio de Ordenamiento Ambiental de la Región de la Costa Alegre de Jalisco*. Reporte Técnico. 450 pp
- Irby, L. R. 1994. Un vistazo al manejo del venado cola blanca en Montana, Estados Unidos. Pp 49-60. *In* C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Heredia Costa Rica.
- Irby L. R. y J. Calvopiña. 1994. Uso de hábitat por el venado cola blanca reintroducido en la península de Nicoya, Costa Rica. Pp. 335-350. *In* C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Heredia Costa Rica.
- Kroll, J. C. 1991. *A practical guide to producing and harvesting white-tailed deer*. Institute for White-Tailed Deer Management and Research Center for Applied Studies in Forestry. College of Forestry Stephen F. Austin State University. 591 pp.
- Leopold, S. A. 1965. *Fauna Silvestre de Mexico*. I.M.R.N.R., México. 600 pp
- Maass, J. M. y F. Gacía-Oliva. 1990. La conservación de suelos en zonas tropicales: el caso de México. *Ciencia y desarrollo* 90:21-36.

# ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Consideraciones para el manejo del venado

- Maldonado-González, R. y J. Villarreal. 1994. Repoblación de Venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) en el Norte de Nuevo León. IV Simposio sobre venados en México. Nuevo Laredo Tamaulipas, México:15-25.
- Mandujano, S. 1992. Estimaciones de la densidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Tesis de Maestría UNAM. México. 75 pp
- Mandujano, S. 1994. Método para evaluar el hábitat del venado cola blanca en un bosque de coníferas. Pp 283-298. In C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. EUNA, Heredia Costa Rica.
- Mandujano, S., y M. Aranda 1993. Censo de venados (*Odocoileus virginianus*: CERVIDAE) en transectos: recomendaciones para su aplicación. BIOTAM. 5 (1) :43-46.
- Mandujano, S. y S. Gallina. 1991. El venado cola blanca en el bosque tropical de "Chamela", Jalisco. IX Simposio sobre Fauna Silvestre. UNAM, México:74-80.
- Mandujano, S., y S. Gallina 1993. Densidad del venado cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. Acta Zoológica Mexicana (ns) 56: 1-37
- Mandujano, S., y S. Gallina. 1994. Comparación de métodos para estimar la densidad poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de México. Pp 263-280. In C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. EUNA, Heredia Costa Rica.
- Mandujano, S., y S. Gallina 1995 (a). Comparison of deer censusing methods in tropical dry forest. Wildlife Society Bulletin 23: 180-186..
- Mandujano, S., y S. Gallina. 1995 (b). Disponibilidad de agua para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de México. Vida Silvestre Neotropical.
- Mandujano, S., y S. Gallina. en revisión (a). Size and composition of white-tailed deer herd in a tropical dry forest in Mexico. Ethology Ecology and Evolution.
- Mandujano, S., Gallina S. y S. H. Bullock 1994. Frugivory and dispersal *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) in a tropical deciduous forest in Mexico. Revista de Biología Tropical 42:107-114.
- Mandujano, S., y V. Rico Gray. 1991. Hunting, use and knowledge of the biology of the white-tailed deer, *Odocoileus virginianus* (Hays), by the maya of central Yucatan, Mexico. Journal of Ethnobiology 11:11-17.
- Manzano, R. 1995. "Tuors" para cacería en ranchos llamados cinegéticos de seis estrellas: Jet, alojamiento, comidas, barra libre y animal por no más de 30mil nuevos pesos. Proceso, 981:70.

- Mattei, J. 1989. Aprovechamiento cinegético del venado cola blanca. II Simposio sobre venado en México. UNAM. Linares Nuevo León, México: 155-159.
- Méndez, E. 1984. Mexico and Central America. Pp 513-525. In L. K. Halls, (Ed). White-tailed deer: ecology and management. Stackpole Book, Harrisburg, Pennsylvania.
- Rodríguez, M. y V. Solís. 1994. Ciclo de vida del venado cola blanca en la Isla San Lucas, Costa Rica. Pp. 63-72. In C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. EUNA, Heredia Costa Rica.
- Rus, L. L. 1978. The deer of North America. Crown Publisher. New York 463 pp.
- Solís, V. 1994. Uso tradicional y conservación del venado cola blanca en Costa Rica. Pp. 351-358. In C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. EUNA, Heredia Costa Rica.
- Smith, P. W. 1991. *Odocoileus virginianus*. Mammalian Species. 388 : 1-13.
- Smith, R. L., y J. L. Cogging. 1984. Basis and role of management. Pp 571-601. In L. K. Halls, (ed). White-tailed deer: ecology and management. Stackpole book, Harrisburg Pennsylvania.
- Teer, J. 1994. El venado cola blanca: Historia natural y principios de manejo. Pp 33-47. In C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. EUNA, Heredia Costa Rica.
- Valenzuela, D. 1994. Estimación de la densidad y distribución de la población del venado cola blanca en el bosque de La Primavera, Jalisco, México. Pp. 263-282. In C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. EUNA, Heredia Costa Rica.
- Vaughan, C., y M. A. Rodríguez 1994. Introducción. pp 5-10 In C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds) Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. EUNA, Heredia Costa Rica.
- Villarreal, J. 1989 Prácticas para el mejoramiento del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el noreste de México. III Simposio sobre venados en Mexico Linares N. L. México: 198-226.
- Weber, M., Rosas-Becerril P., A. Morales-García y C. Galindo-Leal. 1994. Biología reproductiva del venado cola blanca en Durango, México. Pp 103-110. In C. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds). Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. EUNA, Heredia Costa Rica.

## Apéndice 1

Valores de las variables medidas en los transectos de vegetación que se utilizarán para el análisis de componentes principales

Sitio	Densidad de Árboles		Medida		Desviación			Rango de DAP (cm)			Rango de la altura de los árboles				Rango del fuste		
	Árboles	DAP	DAP	DAP	5-10	10-20	+20	hasta 2	2-4	4-6	+6	0	10	50			
1-ND	1,88	11,29	8,68	12	4	2	0	3	12	3	5	13	0				
2-ND	1,68	16,07	7,67	5	7	3	0	2	11	1	7	5	3				
3-ND	1,40	12,84	8,44	7	4	3	0	3	7	4	8	3	3				
8-NE	1,75	11,19	8,91	8	4	2	0	8	1	7	7	8	1				
16-NE	1,50	8,46	4,64	10	5	0	1	0	9	5	12	3	0				
17-NE	1,20	16,78	8,68	3	6	3	0	0	0	12	7	2	3				
4-SO	2,28	13,22	8,30	8	4	2	0	2	11	3	18	0	0				
6-SO	1,70	10,24	9,08	7	7	3	0	1	8	7	17	0	0				
13-SO	2,60	13,84	7,38	8	11	5	1	1	4	18	22	1	2				
14-SO	1,30	17,88	14,48	4	5	4	1	1	4	7	13	0	0				
16-SE	1,40	10,86	4,38	7	8	1	0	0	4	10	14	0	0				
7-SE	1,80	14,42	7,83	8	6	3	1	0	8	12	16	3	0				
11-SE	1,90	11,96	8,91	11	5	3	0	0	5	15	17	1	1				
12-SE	2,80	14,26	8,31	11	8	6	0	0	8	20	26	1	0				
5-C	3,17	11,86	8,92	10	7	2	0	0	3	18	18	1	0				
19-C	1,50	16,22	7,38	5	6	4	0	0	2	13	14	1	0				
8-TBP	1,60	12,66	8,06	8	6	3	0	0	3	12	14	2	0				
10-TBP	1,70	13,64	8,08	8	6	3	0	1	4	12	12	4	1				
18-TBP	1,70	18,68	428,27	8	3	5	0	0	8	8	1	8	7				



**Apendice 2**  
**Resultados del Análisis de Componentes Principales**

**Ordenación de los hábitats**

<b>No. del eje (ó vector)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Autovalor (ó dispersión)</b>		
	<b>2,4298</b>	<b>2,3007</b>
<b>Proporción de varianza explicada</b>		
	<b>0,2928</b>	<b>0,2772</b>
<b>Tipo de hábitat</b>		
<b>Ladera NO (1)</b>	<b>0,214</b>	<b>-0,4673</b>
<b>Ladera NO (2)</b>	<b>0,0225</b>	<b>-0,4282</b>
<b>Ladera NO (3)</b>	<b>-0,3844</b>	<b>-0,2409</b>
<b>Ladera SO (4)</b>	<b>-0,3743</b>	<b>0,3697</b>
<b>Ladera SO (5)</b>	<b>-0,1769</b>	<b>0,4678</b>
<b>Cima (6)</b>	<b>0,5078</b>	<b>0,2047</b>
<b>Ladera SE (15)</b>	<b>0,5483</b>	<b>0,009</b>
<b>Tierras Bajas Planas (8)</b>	<b>0,2028</b>	<b>-0,3578</b>
<b>Ladera NE (9)</b>	<b>-0,3482</b>	<b>-0,3021</b>
<b>Tierras Bajas Planas (10)</b>	<b>-0,3795</b>	<b>-0,1318</b>
<b>Ladera SE (7)</b>	<b>-0,3448</b>	<b>0,2643</b>
<b>Ladera SE (11)</b>	<b>0,0569</b>	<b>0,4659</b>
<b>Ladera SO (13)</b>	<b>0,571</b>	<b>0,3191</b>
<b>Ladera SO (14)</b>	<b>0,559</b>	<b>-0,1123</b>
<b>Ladera SE (12)</b>	<b>0,2573</b>	<b>-0,4325</b>
<b>Ladera NE (16)</b>	<b>-0,2542</b>	<b>-0,3806</b>
<b>Ladera NE (17)</b>	<b>-0,445</b>	<b>-0,171</b>
<b>Tierra Baja Plana (18)</b>	<b>-0,32</b>	<b>0,3692</b>
<b>Cima (19)</b>	<b>0,0874</b>	<b>0,5548</b>

**Ordenación de las variables****No. del eje (ó vector)**

	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Autovalor (ó dispersión)</b>		
	<b>2,4298</b>	<b>2,3007</b>
<b>Proporción de varianza explicada</b>		
<b>0,2928</b>	<b>0,2772</b>	<b>0,1095</b>
<b>Autovectores</b>		
Densidad de árboles	-0,4485	-0,0893
Media del DAP	0,0329	0,3312
Error estandar del DAP	0,5164	-0,2326
árboles con DAP de 10	-0,2099	-0,559
árboles con DAP de 20	-0,3839	0,685
árboles con DAP de 30	0,4407	0,2885
árboles de 2m de alto	0,1399	-0,4591
árboles de 4m de alto	-0,6184	0,0884
árboles de 6m de alto	0,2012	0,6774
árboles de 7m de alto	0,6637	-0,4049
árboles sin follaje	-0,2808	-0,4575
árboles con poca follaje	-0,303	0,2116
arboles con mucho follaje	0,6201	0,2476
orientacion	-0,3704	-0,3274