

## DIFERENCIACION DE PAUTAS DE COMPORTAMIENTO DEL VENADO CON AYUDA DE RADIOTRANSMISORES CON SENSOR DE MOVIMIENTO

Salvador MANDUJANO, Alejandro PÉREZ-ARTEAGA, Sonia GALLINA  
y Rosa Elena SÁNCHEZ-MANTILLA

Departamento de Ecología y Comportamiento Animal, Instituto de Ecología A.C.,  
Apdo. Postal 63, Xalapa 91000, Veracruz, MEXICO.

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue conocer cuales pautas de comportamiento del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) se pueden diferenciar empleando collares con radiotransmisores con sensor de movimiento (modelo 400 marca Telonics). Se realizaron registros simultáneos de las pautas de comportamiento y del número de pulsos ("beeps") por minuto emitidos por este modelo de transmisor colocado a cinco venados. El trabajo se realizó en un criadero para venados en el Laboratorio del Bosque La Primavera en Guadalajara, Jalisco. Se obtuvo un total de 40 horas de observación en julio de 1994. Se identificaron mediante observación directa 24 pautas de comportamiento, de las cuales 21 no son diferenciables con la ayuda de radiotransmisores. Con el modelo de radiotransmisor evaluado se pudieron diferenciar con seguridad únicamente 3 pautas de comportamiento que son: si el número de "beeps" por minuto varía entre 50 y 55, hay un 88% de confianza de que el animal esté echado; un número de "beeps" entre 56 y 69 corresponde a animales que están parados, caminando lentamente y/o comiendo intermitentemente al nivel de los arbustos; y de 70 a 87 "beeps" por minuto corresponde a animales con más del 60% del tiempo comiendo casi exclusivamente en un mismo sitio. Se encontró que con 7 minutos de lectura del número de "beeps", se cometen menos errores en determinar que pauta está realizando el animal.

**Palabras Clave:** collares con sensor de movimiento, *Odocoileus virginianus*, pautas de comportamiento, radiotelemetría, venado cola blanca.

### ABSTRACT

The objective of this study was to know which behavioral patterns of the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) we could reliably distinguished with motion-sensitive radio collars (model 400 Telonics). Behavioral patterns and pulse rate (number of "beeps" per minute) were recorded simultaneously, using five penned deer during a total of 40 hours of observation in July 1994, at the Laboratorio del Bosque La Primavera in Guadalajara, Jalisco. Twenty-one of the twenty-four different behaviors couldn't be identified reliably using this radiotransmisor model. Three types of behavior can be differentiated using this technique: if the number of "beeps" per minute varies between 50 and 55, there is a probability of 88% that the animal is lying down; a number of "beeps" between 56 and 69 the animals are searching for food (standing, walking, and eating while walking); and those animals with 70 to 87 "beeps" per minute spend more than 60% of their time eating almost exclusively in one spot. It was determined that with a seven-minute reading of the number of "beeps," less errors were made in the classification of the behavioral categories.

**Key Words:** behavioral patterns, motion-sensitive radio collars, *Odocoileus virginianus*, radiotelemetry, white-tailed deer.

## INTRODUCCION

La radiotelemetría es una técnica que permite conocer aspectos como los ciclos de actividad (Heezen & Tester 1967, Kammermeyer & Marchinton 1977), el tamaño del ámbito hogareño (Rodgers *et al.* 1978, Tierson *et al.* 1985), la selección del hábitat (Liviatis *et al.* 1986, Kufeld *et al.* 1988, White & Garrot 1990) y el porcentaje de tiempo dedicado a determinadas pautas de comportamiento (Beier & McCullough 1988, Kufeld *et al.* 1988) del venado (*Odocoileus* spp.). Lo anterior, al relacionarlo con variaciones en los factores ambientales y fisiológicos, permite comprender mejor las estrategias que utiliza el venado para mantener sus poblaciones en los diferentes hábitats.

El equipo básico de radiotelemetría consta de un radiotransmisor insertado en un collar que es colocado al animal y de un receptor que capta la señal específica enviada por cada radiotransmisor (Cochran & Lord 1963, Tester & Siniff 1965, Mech 1981). Todos los transmisores permiten conocer la ubicación del animal en un momento y lugar determinado (Samuel & Fuller 1994). Hay modelos de radiotransmisores equipados con dispositivos especiales que posibilitan conocer aspectos como el ritmo cardíaco, la temperatura corporal, si está activo el animal, o si ha muerto (White & Garrot 1990). Entre éstos últimos se ubican los radiotransmisores con sensor de movimiento del animal (Beier & McCullough 1988, Gillingham & Bunnell 1985). Antes de proceder al uso de los collares con el radiotransmisor con sensor de movimiento, es recomendable evaluar cuales pautas de comportamiento pueden efectivamente ser inferidas mediante la señal enviada por estos transmisores, y reconocer aquellas que podrían confundirse cuando no se está viendo a los animales (Jacobsen & Wiggins 1982, Gillingham & Bunnell 1985, Beier & McCullough 1988, Green & Bear 1990).

Los objetivos de este trabajo son: 1) conocer cuales pautas de comportamiento del venado cola blanca (*O. virginianus*) se pueden llegar a diferenciar con certidumbre utilizando un modelo de radiotransmisor equipado con un dispositivo de sensor de movimiento, y 2) determinar cuantos minutos de lectura son necesarios para inferir confiablemente la pauta de comportamiento realizada por un venado a determinada hora. Los resultados del presente trabajo forman parte de un estudio más amplio, el cual pretende conocer las pautas de comportamiento, el ámbito hogareño, y el uso del hábitat del venado en distintos tipos de hábitats en México, aplicando la radiotelemetría como técnica para obtener esta información.

## MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron cinco venados cola blanca (dos machos de más de dos años de edad, uno de un año, una hembra de dos años y otra de un año) dentro de un corral de crianza de aproximadamente 1,000 m<sup>2</sup> en el Centro de Ecología del Laboratorio Bosque "La Primavera", de la Universidad de Guadalajara, Jalisco. El tiempo que llevaban los venados dentro de este encierro varió entre 6 y 24 meses, por lo que estaban acostumbrados a la presencia humana. Las observaciones se realizaron por tres personas durante una semana en el mes de julio de 1994. Los animales fueron capturados dentro del corral empleando rifle y cerbatana con dardos, y se inmovilizaron empleando como anestésico rompúm y ketamina.

A cada venado se le colocó un collar con radiotransmisor equipado con sensor de movimiento (modelo 400, marca Telonics, Meza, Ariz.). Este radiotransmisor tiene un tubo con una bola de mercurio que al rodar causa cierres en un interruptor, lo que incrementa o disminuye el número de pulsos ("beeps") emitidos por minuto por el transmisor. Por lo que ligeros movimientos del radiotransmisor causados al levantar o bajar la cabeza cambian el número de "beeps" instantáneamente. Por lo tanto, cuantificando la variación en el número de "beeps" es posible determinar si el animal tiene la cabeza arriba o abajo y se puede relacionar con diferentes pautas de comportamiento (Cochran 1980, Kufeld *et al.* 1988). Estos transmisores emiten una señal cuyo número de "beeps" por minuto varía de 50 a 87 dependiendo de la posición de la cabeza. Al mantener el animal la cabeza arriba, el número de "beeps" es bajo, y al agachar la cabeza el número de "beeps" es alto.

Se realizaron observaciones directas de todas las pautas de comportamiento que se identificaban de los venados siguiendo el método de animal-focal (Altmann 1974). Algunas de las pautas fueron clasificadas con base en los trabajos realizados por Rosas (1994) y Espach y Sáñez (1994), mientras que otras fueron clasificadas a partir de experiencias previas obtenidas con la observación de un venado en la Estación de Crianza de la Reserva de la Biosfera "La Michilía", Durango. Se diferenciaron 5 grupos de pautas: comer, aseo, traslado, parado, e inactivo. A su vez cada grupo fue subdividido en pautas más detalladas, ya que ésto influye sobre el número de "beeps" emitidos (Cuadro 1). Cada pauta de comportamiento fue clasificada con relación a la posición de la cabeza (abajo o arriba) para poderla correlacionar con la emisión de "beeps".

Con base en la información generada en estudios sobre los ciclos de actividad con ungulados (Kammermeyer & Marchinton 1977, Tierson *et al.* 1985, Green & Bear 1990), el día fue estratificado en 4 períodos: amanecer (0500 a 0900 h), día (0901 a 1700 h), atardecer (1701 a 2100 h) y noche (2101 a 0500 h). Para cada animal se realizaron un total de 8 horas de observación (dos en cada uno de los

cuatro períodos del día), para tener un total de 40 horas de observaciones. Los animales con collar fueron seleccionados aleatoriamente, con la restricción de que no se podían hacer dos horas consecutivas de observaciones de un mismo animal. Durante cada hora de observación, se iba contando el número de "beeps" por minuto. Las señales fueron recibidas con una antena manual tipo "H" con un radioreceptor Telonics modelo TR-2 (banda 150-152 Mhz) a una distancia entre 10 y 20 m. Simultáneamente, otro observador apuntaba la pauta de comportamiento realizada por ese mismo animal cada 5 segundos. Con esto se obtuvo para cada animal un total de 480 registros de "beeps" por minuto (60 por hora por 8 horas de observación) y un total de 5,760 registros de pautas de actividad cada 5 segundos (12 intervalos de 5 segundos por minuto durante una hora por 8 horas de observación). Sólo se observaba un animal a la vez durante una hora y todas las observaciones fueron hechas por dos ó tres personas.

Para diferenciar las pautas de comportamiento se obtuvo el promedio de duración de cada una (PD), el porcentaje de duración de cada pauta respecto al total del tiempo de observación (PT) y la frecuencia de ocurrencia de cada una de las pautas (FO). Con esta información se calculó un índice ( $PD \times PT \times FO$ ) y se clasificó en bajo (0.1 a 100), medio (101 a 1000) y alto (mayor a 1001) utilizando un criterio gráfico basado en el valor absoluto del índice. Se utilizó este índice como un primer criterio para decidir cuales pautas de comportamiento pueden ser las diferenciables, considerando que en aquellas con valor bajo o medio del índice puede existir confusión. Mientras que aquellas pautas que tengan un índice alto pueden ser diferenciables.

Cada pauta de comportamiento fue clasificada con la posición de la cabeza (abajo o arriba). Posteriormente, se obtuvieron trece categorías con los siguientes porcentajes de tiempo de pautas con la cabeza abajo - cabeza arriba: 0%-100%, 5%-95%, 10%-90%, 20%-80%, 30%-70%, 40%-60%, 45%-55%, 55%-45%, 60%-40%, 70%-30%, 80%-20%, 90%-10%, y 100%-0%. Para cada categoría se obtuvo el promedio de "beeps" por minuto. Los datos cumplen los requisitos de normalidad y homogeneidad de varianza, por lo que se realizó un análisis de varianza de una vía para determinar diferencias en el número de "beeps" de las categorías y la prueba *a posteriori* SNK para comparación múltiple de medias (Sokal & Rohlf 1969).

Para definir el número de minutos de lectura necesarios para decidir confiablemente la pauta de comportamiento del animal, se seleccionaron cien minutos al azar de los 2400 minutos de observación que se tienen para todos los animales. A partir del minuto seleccionado, se consideraron los siguientes 10 minutos. Por lo tanto, se tuvieron 100 grupos de 10 minutos con el número de "beeps" para cada minuto. Cuatro personas, con diferente grado de experiencia en la toma de datos con radiotelemedría, fueron decidiendo qué pauta de

comportamiento podría haber realizado el animal juzgando únicamente el número de "beeps" durante cada minuto consecutivo hasta completar los 10 minutos en cada uno de los 100 grupos. Ésto lo hizo cada persona por separado sin conocer los datos de comportamiento de los animales. Se obtuvo el número de aciertos que cometió cada persona al compararlo con la observación de la pauta real. Se consideró el minuto en el cual todos tuvieron menos errores como el tiempo de lectura necesario para inferir una pauta de comportamiento dada.

## RESULTADOS

Se observaron e identificaron un total de 24 pautas de comportamiento (Cuadro 1). De las cuales, cuatro pautas abarcaron el 96% del tiempo: echado (57%), parado (13%), comiendo (21%) y caminando (5%). Las pautas restantes únicamente abarcaron el 4% del tiempo.

**Cuadro 1**

Identificación y clasificación de las 24 pautas de comportamiento observadas de acuerdo a la posición de la cabeza (abajo o arriba) en los cinco venados del encierro del "Bosque la Primavera", Jalisco.

Categoría de la pauta de comportamiento	Pauta de comportamiento con la cabeza abajo	Pauta de comportamiento con la cabeza arriba
comer	1. comer al nivel del suelo, 2. comer del comedero, 3. comer echado, y 4. buscar alimento	1. comer al nivel del lomo
aseo	1. tallar astas, 2. lamer la pata, 3. rascar cabeza con la pata, y 4. acicalarse con la pata	1. sacudirse, 2. acicalarse la cola, 3. acicalarse el abdomen, 4. acicalarse el dorso, 5. defecar, y 6. orinar
inactivo	(ninguna)	1. echado
traslado	1. caminar agachado	1. brincar, 2. caminar, 3. trotar, y 4. correr
parado	1. agacharse	1. mirar arriba, y 2. parado

De las 24 pautas, 16 tuvieron en promedio menos de 10 segundos de duración en cada ocasión en que el animal las realizaba (Cuadro 2). Siete pautas (caminar, acicalar con la pata, parado, comer mientras está echado, comer del comedero, orinar y comer a nivel del suelo) tuvieron en promedio entre 10 y 30 segundos de duración. Mientras que sólo la pauta "echado" en promedio duró 908 segundos.

**Cuadro 2**

Duración promedio, frecuencia de duración, frecuencia de ocurrencia y clase del índice de las 24 pautas de comportamiento identificadas para los 5 venados equipados con collares con sensor de movimiento. Tiempo total de observación de 40 horas.

Pauta de Actividad	Duración			Índice	Clase Índice
	Media (segundos)	PT <sup>1</sup>	FO <sup>2</sup>		
brincar	5.0	0.05	0.34	0.1	Bajo
acicalar el abdomen	6.3	0.07	0.34	0.2	Bajo
mirar arriba	5.7	0.11	0.60	0.4	Bajo
tallar los cuernos	8.1	0.18	0.69	1.0	Bajo
acicalar con la pata	11.7	0.19	0.52	1.2	Bajo
sacudirse	5.8	0.20	1.12	1.3	Bajo
trotar	5.8	0.20	1.12	1.3	Bajo
buscar abajo	5.0	0.22	13.8	1.5	Bajo
correr	8.0	0.22	0.86	1.5	Bajo
lamer la pata	5.3	0.23	1.38	1.7	Bajo
rascar cabeza con pata	7.9	0.26	1.03	2.1	Bajo
defecar	7.7	0.27	1.12	2.4	Bajo
caminar agachado	7.3	0.30	1.29	2.8	Bajo
acicalar la cola	7.2	0.36	1.55	4.0	Bajo
orinar	18.1	0.40	0.69	4.9	Bajo
agacharse	5.6	0.48	2.67	7.1	Bajo
comer echado	15.4	0.55	1.12	9.4	Bajo
acicalar el dorso	8.1	0.96	3.70	28.6	Bajo
comer al nivel del lomo	9.8	2.13	6.88	143.6	Medio
comer del comedero	15.5	2.70	5.50	230.7	Medio
caminar	10.0	4.62	14.53	670.8	Medio
parado	12.9	13.17	32.16	5461.7	Alto
comer a nivel del suelo	27.2	15.11	17.45	7171.5	Alto
echado	907.8	57.03	1.98	102392	Alto

<sup>1</sup>PT = frecuencia relativa del total de tiempo de observación.

<sup>2</sup>FO = frecuencia relativa de ocurrencia de la pauta de actividad.

Las pautas que presentaron mayor frecuencia de ocurrencia fueron: "parado", "comer a nivel del suelo" y "caminar" (Cuadro 2). Las demás se presentaron con

una ocurrencia de menor al 10%. No se encontró correlación lineal entre la duración y frecuencia de las pautas ( $r = 0.04$ ,  $F = 0.031$ ,  $gl = 1$  y  $22$ ,  $P = 0.86$ ), lo que indica que no necesariamente las pautas que duran más son las más frecuentes como es el caso de "echado", o pautas que duran poco son las menos frecuentes como el caso de "caminar" (Cuadro 2).

Las pautas "echado", "comer a nivel del suelo" y "parado" fueron clasificadas con el índice alto. Tres pautas (comer a nivel del lomo, caminar, y comer a nivel del comedero) fueron clasificadas con un índice medio. Las restantes 18 pautas fueron clasificadas con un índice bajo.

En el Cuadro 3 se presenta el número de veces que se observaron a los venados realizando cada una de las 24 pautas de comportamiento en cada una de las trece categorías de porcentaje de tiempo con la cabeza abajo y con la cabeza arriba. Cuando los venados tienen el 0% del tiempo la cabeza abajo y el 100% del tiempo la cabeza arriba, el 88% de las veces están echados y el 10% pueden estar parados o caminando (Fig. 1). Cuando el porcentaje de tiempo con la cabeza abajo se incrementa en 5% y con la cabeza arriba disminuye a 95%, la pauta "echado" se reduce a 6%, mientras que otras actividades que implican desplazamiento se incrementa a 79%.

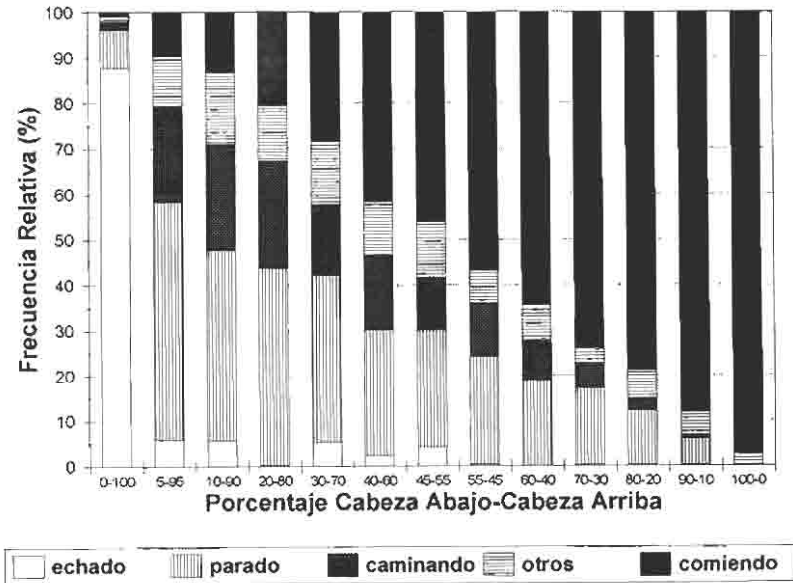


Figura 1

Duración (frecuencia relativa) de las principales pautas de comportamiento en las distintas categorías de porcentaje de tiempo con la cabeza abajo y cabeza arriba.

**Cuadro 3**  
**Número de observaciones en cada pauta de comportamiento obtenidas, para las trece categorías de porcentaje de acuerdo a la posición de la cabeza (abajo y arriba) obtenidas de los venados cola blanca.**

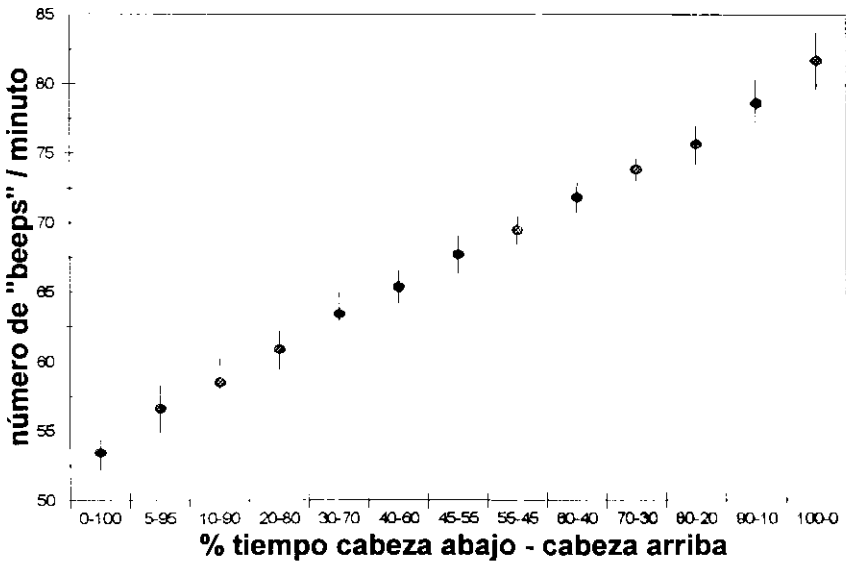
PAUTA DE COMPORTAMIENTO	PORCENTAJE DE TIEMPO CON LA CABEZA ABAJO - CABEZA ARRIBA												
	0-100*	5-95	10-90	20-80	30-70	40-60	45-55	55-45	60-40	70-30	80-20	90-10	100-0
número total de observaciones	11867	684	852	611	624	632	648	672	696	648	912	972	3089
<b>CON CABEZA ABAJO</b>													
tallar los cuernos	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
lamer la pata	6	0	5	4	2	6	0	1	1	0	2	1	0
rascar la cabeza con pata	0	1	7	8	6	10	2	3	6	2	6	3	6
acicalarse con la pata	0	0	0	2	1	0	6	0	0	0	3	0	0
agacharse	0	32	42	30	27	25	36	6	3	1	9	6	1
comer echado	0	2	4	0	0	5	6	0	0	0	0	0	0
buscar abajo	0	1	1	7	4	9	10	18	17	11	20	27	72
comer del comedero	0	3	5	22	24	47	61	81	59	54	76	33	25
caminar agachado	0	1	6	4	5	8	2	5	5	0	5	2	0
comer a nivel del suelo	0	17	71	76	139	195	193	275	374	417	640	819	2977
<b>CON CABEZA ARRIBA</b>													
mirar arriba	4	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
parado	980	365	354	265	230	203	168	160	131	109	168	54	0
echado	1,0415	40	49	1	33	17	27	2	0	1	2	3	0
sacudirse	6	4	2	1	3	3	1	2	1	0	2	1	0
acicalarse la cola	1	0	4	3	2	0	0	0	0	0	1	1	0
comer a nivel del lomo	97	44	33	27	14	58	38	26	17	8	4	7	0
bincar	0	0	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0
acicalarse el abdomen	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
acicalarse el dorso	108	25	50	14	23	11	8	4	14	3	4	5	0
defecar	7	2	8	1	8	4	5	1	1	1	6	0	0
caminar	222	134	186	137	93	119	70	79	59	36	23	8	0
trotar	8	2	6	0	2	2	1	1	2	0	1	0	0
ornar	12	8	5	0	7	10	11	8	6	5	0	2	0
correr	5	9	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0

\* el primer número se refiere al porcentaje de tiempo, en un minuto, que los venados tuvieron la cabeza abajo, mientras que el siguiente número se refiere al porcentaje de tiempo con la cabeza arriba.



A partir de la categoría del 10% con la cabeza abajo y 90% con la cabeza arriba, la pauta "echado" no pasa del 5%, mientras que la pauta "comiendo" va incrementándose (Fig. 1). Hay una relación inversa entre las pautas "parado", "caminando" y "otras", con la pauta "comiendo".

El número de "beeps" por minuto se incrementa conforme el porcentaje de tiempo con la cabeza abajo se incrementa (cuando el animal se agacha a comer), y disminuye el porcentaje con cabeza arriba (Fig. 2). Se encontró diferencia significativa en el número de "beeps" por minuto entre las categorías utilizadas ( $F = 9,039$ ,  $gl = 12$  y  $1904$ ,  $P = 0.0001$ ), siendo las medias de las trece categorías diferentes entre sí (SNK,  $P < 0.05$ ).



**Figura 2**

Número de "beeps" promedio por minuto (círculo) y su error estándar (línea vertical) en cada una de las categorías de porcentaje de tiempo con cabeza abajo y cabeza arriba.

Cuando el número de "beeps" por minuto varía entre 50 y 55 se tiene un 88% de confianza de clasificar a un animal como "echado". A partir de 56 "beeps" por minuto, se tiene un 94% de confianza en decidir que un animal no está "echado" sino activo. Sin embargo, a partir de 56 "beeps"/minuto no se puede clasificar la actividad exclusivamente en una pauta de comportamiento, sino que hay una graduación en el tiempo que los venados dedican a estar "parados", "caminando", "otros", y "comiendo" (véase Fig. 1). A partir de la categoría 55% cabeza abajo

y 45% cabeza arriba, que corresponde a un promedio de 69 "beeps" por minuto, el 57% del tiempo los venados están comiendo y este porcentaje se incrementa conforme el animal mantiene más tiempo la cabeza abajo.

El número de aciertos por observador al decidir qué pauta realizaron los venados se incrementa hasta en un 85% al aumentar el número de minutos de lectura a 7 minutos (Fig. 3).

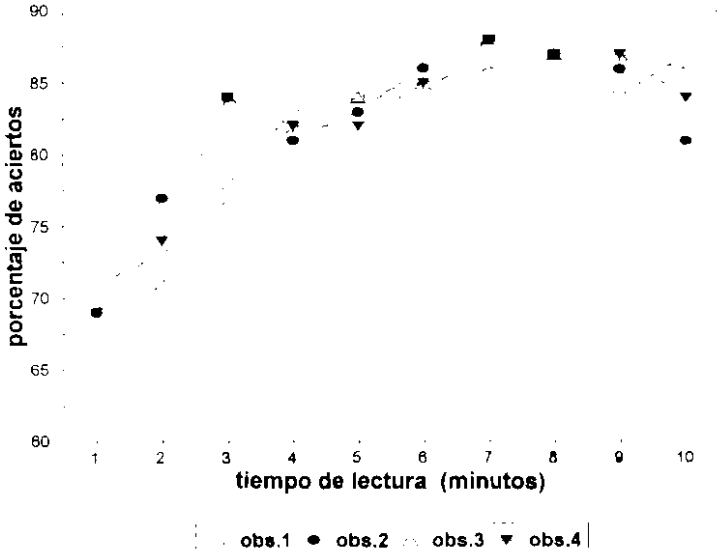


Figura 3

Patrón de aciertos al decidir cuatro personas (obs.) a distintos minutos de lectura, la pauta de comportamiento realizada por los venados.

## DISCUSION

Los resultados muestran que juzgando únicamente el número de "beeps" por minuto emitidos por el radiotransmisor equipado con sensor de movimiento, no es posible diferenciar 21 de las 24 pautas de comportamiento observadas. Esto se debe a que la mayoría de las pautas duran menos de un minuto y son poco frecuentes, por lo que en un minuto el animal puede realizar varias actividades. Sin embargo, con este modelo de radiotransmisor sí es posible identificar si un animal está inactivo (echado) o activo. A su vez, un animal activo se puede separar en dos grupos: si el animal está "buscando" (parado, caminando o comiendo a nivel de los arbustos) o "comiendo" en un solo sitio casi sin desplazarse. También Beier & McCullough (1988) encontraron que utilizando radiotransmisores con sensor de

movimiento se puede diferenciar si los animales están echados o activos. Kufeld *et al.* (1988) separan las pautas de comportamiento en echado (la que dura más tiempo), comiendo y agrupan como "otras" las pautas parado, caminar, correr y alimentarse intermitentemente. Incluso en estudios donde no se ha empleado la radiotelemetría, las actividades de los animales se han clasificado en echado, caminando, parado, comiendo y otros, ya que sus implicaciones a nivel de los requerimientos energéticos son importantes (Jingfors 1982).

Los resultados sugieren que entre 50 y 55 "beeps" por minuto los venados pueden clasificarse con un 88% de confianza como "echados", mientras que más de 56 "beeps" por minuto indican que los animales están activos. Por lo que existe un 12% de probabilidad de error de considerar a un animal echado cuando pudo no haberlo estado. Beier & McCullough (1988) mencionan que en algunos casos se puede clasificar a un animal "echado" como activo y viceversa, pero estos casos representaron menos del 5%. El empleo de animales en cautiverio tiene ciertas limitaciones que podrían llevar a algunos datos sesgados, lo principal es definir si el porcentaje de tiempo que dedican a las principales pautas de comportamiento es similar entre animales en cautiverio y en estado silvestre. En este sentido, Gillingham & Bunnell (1985) encontraron que los venados en cautiverio dedican mucho tiempo (más de 10 minutos por evento) a estar parados. Lo anterior lleva a sobreestimar la pauta "echado" ya que el número de "beeps" por minuto emitidos por el radio de un animal parado es el mismo que el de un animal echado (Beier & McCullough 1988). Sin embargo, estos mismos autores argumentan que en estado silvestre los venados no pasan tanto tiempo seguido parados con la cabeza arriba, por lo que es posible que se cometan menos errores al decidir si un animal está echado o no dependiendo del número de "beeps". En nuestro caso se observó que el 13% del tiempo los venados lo dedican a estar parados, aunque la duración media por evento fue de menos de 1 minuto. Esto es una de las causas por lo cual en la categoría de 0% de tiempo con cabeza abajo y 100% con cabeza arriba, se puede cometer hasta un 12% de errores al decir que un venado está echado cuando pudo no haberlo estado. La manera que se tiene para minimizar este error es leer por 7 minutos la señal del transmisor, de hecho sólo en 5 ocasiones se registró a venados parados por más de 5 minutos seguidos.

Nuestros datos indican que entre más tiempo tiene un animal la cabeza abajo se debe a que está comiendo en un sólo sitio casi sin desplazarse. En el encierro donde se hicieron las observaciones, los venados comen frecuentemente de hierbas pequeñas casi al nivel del suelo debido a que el área no cuenta con una cubierta arbustiva densa. Por lo tanto, al comer dedicaban mucho tiempo a estar con la cabeza abajo lo cual incrementaba el número de "beeps" por minutos. En hábitats con un sotobosque de cubierta vegetal muy densa, es muy probable que

para comer el venado no tenga que bajar mucho tiempo la cabeza por lo que el número de minutos con "beeps" alto podría ser poco frecuente. Esto llevaría a catalogar a los animales como "buscando" lo cual subestimaría la pauta "comiendo". Este aspecto debe considerarse seriamente al interpretar la señal del transmisor.

Los resultados indican que contando el número de "beeps" durante 7 minutos se disminuyen los errores al juzgar si un venado está echado, buscando o comiendo. Gillingham & Bunnell (1985) encontraron que leyendo el número de "beeps" por 1 minuto no se puede clasificar confiablemente la actividad del animal. En este sentido, Beier & McCullough (1988) encontraron que entre más cortos sean los intervalos de lectura mayor será el número de errores, y sugieren 5.25 minutos como tiempo adecuado para cometer menos errores al decidir lo que está haciendo el animal. Un aspecto importante a considerar es que para tomar una decisión acertada de la pauta de comportamiento que el animal realiza, no es suficiente con que se promedien el número de "beeps" registrados durante los 7 minutos de lectura, sino que la decisión se debe tomar a partir de la variación observada en cada minuto durante todos los 7 minutos de lectura. Esto puede quedar claro si se consideran los siguientes ejemplos tomados de observaciones con estos mismos animales. En cada minuto de los 7 minutos se obtuvieron los siguientes "beeps": 70, 72, 54, 76, 53, 54, y 80. Por más de 15 minutos este animal comió con la cabeza abajo en un sólo sitio. Las lecturas 54, 53 y 54 corresponden a que mientras comía el animal se quedó un minuto mirando (cabeza arriba) y dos minutos orinando (cabeza arriba). Si se tomara la decisión únicamente promediando los 7 minutos daría 65.5 "beeps"/min, y se catalogaría como "buscando" lo cual sería una decisión errónea. Otro ejemplo, durante 7 minutos se tuvieron las siguientes lecturas: 54, 54, 53, 54, 81, 53, y 54 "beeps". Este animal llevaba más de media hora echado y en un minuto bajo la cabeza y comió mientras continuaba echado. El promedio de estas lecturas es 57.6 "beeps"/min lo que conduciría a juzgar como un animal "buscando", lo cual también es erróneo.

En conclusión, este estudio demuestra por un lado, que sí se pueden diferenciar con un nivel de certeza algunas pautas de comportamiento que energéticamente son importantes conocer si se desea investigar lo que hacen los venados en estado silvestre durante sus ciclos de actividad diarios. Por otro lado, debe considerarse los "beeps" por minuto durante un lapso de 7 minutos para cometer el mínimo error en la clasificación de las pautas de comportamiento. Conociendo ésto, se puede tener una mayor confiabilidad en la interpretación de lo que sucede en condiciones naturales con el venado.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Rafael Hernández García responsable del Laboratorio "Bosque La Primavera" del Centro de Ecología de la Universidad de Guadalajara, todas las facilidades y ayuda otorgadas para trabajar en el encierro de venados. A Miguel Herrán, Gloria Arceo y Luis Enrique Martínez-Romero su ayuda en la toma de datos. A Angeles Morales por permitirnos realizar algunas observaciones de los venados en el Criadero de Venado Cola Blanca de la Reserva de la Biosfera "La Michililá" manejado por el Centro Regional Durango del Instituto de Ecología. También agradecemos a Jorge Servín, Héctor Hernández y Oscar Reyna por su ayuda para la captura e inmovilización de los venados en cautiverio. A Nora López-Rivera su colaboración en el experimento. A Gerardo Sánchez-Rojas, Lorena López de Buen, Carlos López-González y Juan García, sus comentarios al manuscrito inicial. A Arturo Bonet y dos revisores anónimos por sus comentarios, críticas y sugerencias al manuscrito. El presente trabajo forma parte del proyecto "Ecoetología del Venado Cola Blanca en un Área Protegida de Jalisco", con financiamiento del CONACYT (0327N9107) dentro del Departamento de Ecología y Comportamiento Animal (903-02) del Instituto de Ecología A.C.

## LITERATURA CITADA

- Altmann, J. 1974. Observational study of Behavior. *Sampl. Meth. Behav.* 69:227-267.
- Beier, P. & D.R. McCullough. 1988. Motion-sensitive radio collars for estimating white-tailed deer activity. *J. Wildlife Manag.* 52: 11-13.
- Cochran, W.W. 1980. Wildlife telemetry. In: S.D. Schemnitz (ed.) *Wildlife Management Techniques Manual*. 4a. Ed. The Wildlife Society, Bethesda, Md. pp. 507-520.
- Cochran, W.W. & R.D. Lord. 1963. A radio tracking system for wild animals. *J. Wildlife Manag.* 27: 9-24.
- Espach, H. & J.C. Sáñez. 1994. Comportamiento de cervatos criados en cautiverio y reintroducidos en la finca La Emilia, Costa Rica. In: Ch. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica*. Edit. EUNA, Heredia, Costa Rica. pp. 163-179,
- Gillingham, M.P. & F.L. Bunnell. 1985. Reliability of motion sensitive radio collars for estimating activity of black tailed deer. *J. Wildlife Manag.* 49: 951-958.
- Green, R.A. & G.D. Bear. 1990. Seasonal cycles and daily activity patterns of Rocky Mountain Elk. *J. Wildlife Manag.* 52: 272-279.
- Heezen, K.L. & J.R. Tester. 1967. Evaluation of radio-tracking by triangulation with special reference to deer movements. *J. Wildlife Manag.* 31: 124-141.
- Jacobsen, N.K. & A.D. Wiggins. 1982. Temporal and procedural influences on activity estimated by time-sampling. *J. Wildlife Manag.* 46: 313-324.
- Jingfors, K.T. 1982. Seasonal activity budget and movements of a reintroduced Alaskan muskox herd. *J. Wildlife Manag.* 46: 344-350.
- Kammermeyer, K.E. & R. Marchinton. 1977. Seasonal change in circadian activity of radio-monitored deer. *J. Wildlife Manag.* 41: 315-317.
- Kufeld, R.C., D.C. Bowden & D.L. Schrupp. 1988. Habitat selection and activity patterns of female mule deer in the Front Range, Colorado. *J. Range Manag.* 41: 515-521.

- Liviatis, J.A., J.A. Sherburne & J.A. Bissonette. 1986. Bobcat habitat use and home range size in relation to prey density. *J. Wildlife Manag.* 50: 110-117.
- Mech, L.D. 1981. *Handbook of Animal Tracking*. 1a. Edition. University of Minnesota Press. Miniapolis, MN.
- Rodgers, K.J., P.F. Ffolliott & D.R. Patton. 1978. *Home Range and Movement of five Mule Deer in a Semidesert Grass-shrub community*. Forest Service. USDA. Research Note RM-355: 1-6
- Rosas, A. 1994. Etograma del venado cola blanca en cautiverio en México. In: Ch. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica*. Edit. EUNA, Heredia, Costa Rica. pp. 181-203.
- Samuel, M.D. & M.R. Fuller. 1994. Wildlife Radiotelemetry. In: W.A. Bookhout (ed.), *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats*. The Wildlife Society. Bethesda, Md. pp. 370-418.
- Tester, J.R. & D.B. Siniff. 1965. Aspects of animal movement and Home Range data obtained by Telemetry. *Trans. North American Wildlife and Natural Research Conference* 30: 379-392.
- Tierson, W.C., G.F. Mattfeld, R.W. Sage & D.F. Behrend. 1985. Seasonal movements and home ranges of white-tailed deer in the Adirondacks. *J. Wildlife Manag.* 49: 760-769.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1969. *Biometry*. W.H. Freeman and Company, New York.
- White, G.C. & R.A. Garrot. 1990. *Analysis of Wildlife Radio Tracking Data*. Academic Press. Inc. N.Y. 383 pp.

Recibido: 15 de junio de 1995

Aceptado: 8 de marzo de 1996