

Costo Energético para Venados en una Zona Semiárida de México

Sonia Gallina¹ y Joaquín Bello²

Resumen

El metabolismo basal ha sido definido como el costo energético mínimo del animal en reposo. Este gasto dependerá de las condiciones intrínsecas (estado fisiológico, sexo, edad) y de las extrínsecas (cantidad y calidad del alimento, cobertura de protección, temperatura, humedad, precipitación, entre otras). El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) se enfrenta en las zonas semiáridas a temperaturas superiores a los 40°C (su límite termoneutral son los 30°C). Se analiza el gasto energético del venado y la influencia que tienen las condiciones ambientales, cambios estacionales y anuales, para machos y hembras, así como por actividad, para entender sus estrategias de sobrevivencia en sitios áridos. Se colocaron collares con sensor de actividad a 13 hembras y 10 machos, reconociendo tres pautas: descansar, desplazarse y alimentarse. El seguimiento fue de 1994 a 1998, registrando 5 minutos cada individuo, por hora en ciclos de 24 horas, haciendo 2-3 ciclos al mes. Machos y hembras, tienen gastos energéticos distintos, lo que indica que las condiciones intrínsecas del individuo definirán el gasto energético, aunque dependerá del comportamiento considerado. Respecto al gasto total, los machos tuvieron diferencias significativas entre años, y las hembras tuvieron entre años y con la interacción época*año. Para el descanso las hembras son más susceptibles a cambios ambientales, mientras que los machos lo son para el gasto energético destinado al movimiento. El gasto energético para la alimentación de machos varió significativamente entre épocas, años y su interacción. Para las hembras, éste depende de las condiciones en los distintos años siendo mayor en años lluviosos

Introducción

El gasto energético de cualquier animal dependerá de las condiciones intrínsecas del individuo (estado fisiológico, sexo, edad) y de las condiciones extrínsecas como el tipo de vegetación, cantidad y calidad de las plantas disponibles como forraje, cobertura de protección, de la disponibilidad de agua libre, de las características de temperatura, humedad y precipitación del ambiente (Beier y McCullough 1990, Kroll 1992, Ockenfels y Bissonette 1984, Ockenfels et al. 1991, Verme y Ullrey 1984). El comportamiento es importante porque voluntariamente el venado puede evitar circunstancias desagradables del ambiente, como el intenso calor, vientos, frío (Wallmo 1981). Estos cambios conductuales se han estudiado también en el matorral xerófilo del Noreste de México (Delfín et al. 1998, Gallina et al. 1998, Gallina & Bello 2002).

Todos los organismos deben utilizar energía para mantener los procesos de la vida. La conversión de energía de una forma a otra en los organismos es llamado metabolismo. Crampton y Harris (1969, cit. Moen 1973) estimaron que el 75% de la energía del metabolismo basal se gasta en mantener el tono muscular y la temperatura corporal, y el 25% es usado para la circulación, excreción, secreción y respiración.

La energía requerida depende de las características de su metabolismo basal, su actividad y la cantidad de energía que produce. Cualquier actividad del individuo representa un "costo" en términos de energía. Los

animales responden conductualmente al régimen térmico, alterando el balance entre la pérdida de calor y la producción de calor, mediante cambios en la orientación, postura, actividad o selección de cobertura. El metabolismo basal ha sido definido como el costo energético mínimo cuando un animal está en reposo, en un ambiente termoneutral (Brody 1945 citado por Moen 1973).

Los requerimientos energéticos pueden calcularse para las distintas actividades, y la suma será el requerimiento de energía total diario. Así, el balance entre los costos energéticos (ganancia menos pérdida), definitivamente influirá en las posibilidades de sobrevivencia y reproducción de los individuos, y por lo tanto, en la tasa de crecimiento de la población. Para las hembras el último tercio de la gestación es el de mayor metabolismo energético (Kroll 1992) así también los requerimientos energéticos durante la lactancia pueden alcanzar 2.3 veces la tasa metabólica basal (Wallmo 1981). Mientras que para los machos, es la época de apareamiento.

Se desconoce como se enfrenta energéticamente el venado en zonas áridas y semiáridas, donde las temperaturas rebasan los 40° C, y las precipitaciones no llegan a 400 mm anuales. Por lo tanto es importante, conocer el gasto energético de los dos sexos en las diferentes épocas fisiológicas, y en diferentes años, especialmente para entender como responden los individuos a los cambios en su ambiente, derivados principalmente de los cambios en la precipitación a lo

¹ Instituto de Ecología A.C. Km 2.5 Carretera Antigua a Coatepec No. 351. Xalapa, Veracruz, México.

E-mail: sonia@ecologia.edu.mx

² División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez de Tabasco. Km 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, Villahermosa, Tabasco, México

largo del tiempo, ya que esto tiene una influencia directa en la calidad del hábitat.

Objetivo

Analizar el costo energético del venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) en un matorral xerófilo del Noreste de México. Conocer si existen diferencias en las épocas fisiológicas, sexos y años, tratando de explicar esto con base en los cambios en la cantidad y distribución de las lluvias.

Area de Estudio

Este trabajo fue realizado en el Rancho San Francisco, entonces propiedad de DUMAC, localizado entre los Municipios de Lampazos, Nuevo León y Progreso, Coahuila. Tiene una superficie de 1000 ha cercada con malla venadera, con 32 bebederos artificiales

y 3 presones, donde se estima una población de venados entre 80 y 100 individuos. También se realizó parte del trabajo en el Rancho Peñitas, con una extensión de 11000 ha, localizado anexo al Rancho San Francisco. El clima en la región es semi-seco, con precipitación promedio anual menor a 400 mm y temperatura promedio anual de 21° C, con una época de lluvia de mayo a septiembre (Fig. 1), que presenta gran variabilidad interanual. La vegetación de la zona corresponde a un matorral xerófilo, con alta riqueza de especies ya que se mezclan dos provincias fisiográficas: la Llanura costera del Golfo Norte y la Gran Llanura de Norteamérica (Briones 1984). Existen siete asociaciones vegetales: pastizal de *Hilaria* (3%), nopalera de *Opuntia* (1%), matorral de cenizo *Leucophyllum frutescens* (11%), matorral de hojases *Flourensia cernua* (6%), matorral de *Acacia-Prosopis* (54%), matorral de mezquite *Prosopis* (15%) y matorral de *Acacia-Celtis* (10%).

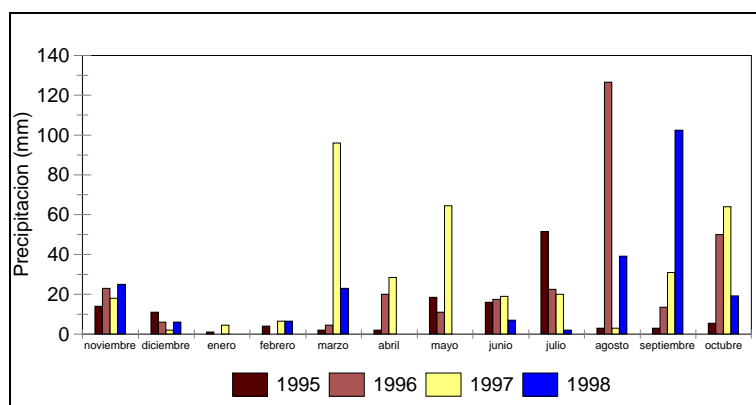


Figura 1. Precipitación por mes registrada en la presa Venustiano Carranza localizada a 30 km de la zona de estudio durante los cuatro años de muestreo.

Métodos

Se capturaron y pesaron 10 machos y 14 hembras de venado desde septiembre de 1994, con redes de caída, para colocarles collares con sensor de actividad, que permite distinguir tres pautas de comportamiento, de acuerdo al número de pulsaciones (beeps) por minuto: echado o descansando, búsqueda o movimiento, y alimentarse (Mandujano et al. 1996). Los conteos se hicieron de 5-7 minutos por individuo, cada hora por ciclos de 24 horas, mediante un equipo de recepción TR-2 y TR-4 marca Telonics, utilizando antenas H, llevando a cabo 2-3 ciclos al mes para cada venado, de 1995 a 1998. Se consideraron tres épocas biológicas para los muestreos: reproductiva o de celo (noviembre-febrero), posreproductiva o de gestación (marzo a junio) y de crianza (julio-octubre).

El metabolismo basal se obtuvo para cada individuo con la fórmula $Q_{mb} = cW^b$ donde Q_{mb} es la energía gastada en el metabolismo basal, c es una constante (tiene un valor de 70 kcal/kg), W es el peso del

animal y el exponente $b = 0.75$ (valor adoptado por el National Research Council 1966cit. por Moen 1973).

Ese valor se consideró para el gasto energético correspondiente a la pauta de descanso. Para la pauta de movimiento se multiplicó por 1.64, y para la de alimentarse por 1.59 (Moen 1973). Para obtener el gasto energético por día (kcal/día), se consideró la proporción de tiempo dedicada a cada actividad con su respectivo costo metabólico.

Se obtuvieron gráficos considerando la media y los intervalos de confianza al 95%, del gasto energético de las tres principales pautas de actividad, así como del gasto total (la suma del gasto energético diario de cada pauta), por épocas y años. Se utilizaron ANOVAS de dos vías para comparar los datos de cada comportamiento (descanso, moverse y alimentarse), por época (reproductiva, posreproductiva y crianza) y año (1995, 1996, 1997, 1998)(Zar 1996). La Prueba de Tukey a posteriori se aplicó para cada variable para conocer donde variaban significativamente los gastos energéticos, con el programa STATISTICA (StatSoft, Inc. 2003). La

precipitación se analizó considerando los Coeficientes de Variación para cada año, por mes considerando los cuatro años, y además se calculó dicho coeficiente para cada época de cada año, para conocer que tan variable es la cantidad de lluvia y poder entender el gasto energético de los venados.

Resultados y Discusión

Durante los cuatro años de estudio (1995-1998), se analizaron en total 24 ciclos diarios de actividad (promedios de 2-3 ciclos individuales de cada mes) de machos y 34 ciclos diarios de actividad de hembras.

Al analizar los datos de ambos sexos, de las tres épocas y los cuatro años, mediante un ANOVA multivariado se encontraron diferencias significativas entre sexos ($F=7.234$, $P<0.0003$) y entre años ($F=5.366$, $P<0.0000$), y una probable significancia en la interacción época*año ($F=1.49$, $P<0.10$).

Diferencias entre sexos y las diferentes épocas

Reproductiva

Los machos gastan en total más energía (1750 kcal/día/individuo) que las hembras (1500), mostrando la prueba de Tukey diferencias significativas ($P=0.049$), también en cuanto a la pauta de descanso, sin embargo su gasto energético fue similar para desplazarse y alimentarse (alrededor de 500 kcal/día/individuo).

Posreproductiva

En esta época es menor la diferencia en cuanto al gasto total, pero mayor en el descanso, mientras que los machos gastan menos energía para alimentarse, pero similar a la gastada por las hembras para desplazarse. Esta época coincide con la época seca y por lo tanto, con escasez de alimento.

Crianza

Fue la época fisiológica en la cuál los venados gastan más energía, siendo mayores las diferencias en cuanto al gasto total y al descanso, y similar para desplazarse y alimentarse, aunque fue ligeramente mayor en las hembras. Esta época es la que implica un mayor costo energético para las hembras porque ocurre la lactancia. Sin embargo, es cuando existe mayor cantidad y calidad de alimento disponible.

Diferencias entre sexos y los diferentes años

En este caso se agruparon los valores de las tres épocas biológicas para considerar el gasto invertido en cada pauta, en cada uno de los años y conocer cuando gastarán más energía los venados dependiendo de las condiciones ambientales directamente relacionadas con la precipitación como se verá más adelante. El mayor gasto energético ocurrió en 1997 (para machos 1900 kcal/día/individuo y para hembras 1700 kcal/día/individuo), cuando llovió más, seguido por el año 1998, mientras que el menor gasto ocurrió en 1995 (para machos 1500 kcal/día/individuo), que fue el año más seco. Esto ocurre en todas las pautas de comportamiento registradas. El gasto para alimentarse fue similar en los machos y hembras, en 1995 y 1997, aunque con valores menores en 1995, pero en 1998 se invierte el patrón y los machos gastaron menos energía para alimentarse (en este año se atrasaron las lluvias). Gastaron menos energía en moverse durante 1996 (aproximadamente 350 kcal/día/individuo) que fue el año más seco de los registrados en este estudio.

Al analizar los resultados con ANOVAs univariados, se encontraron diferencias significativas entre los gastos energéticos totales de machos en los distintos años $F=3.98$, $P<0.02$ y también en las hembras $F=14.936$, $P<0.0000$. La prueba de Tukey aplicada a los datos muestra que las diferencias significativas entre machos ocurrió en los años 1995 vs 1997, y 1996 vs 1998; entre machos y hembras fueron el año 1997 vs 1995 y 1996; y las hembras tuvieron diferencias en 1996 en relación con 1997 y 1998. Como se aprecia en el Cuadro 1, los machos mostraron diferencias en los comportamientos de alimentarse tanto entre años como en la interacción época*año, a una significancia menor de $p<0.10$ (que en muchos trabajos ecológicos se considera significativa) lo que muestra que el gasto energético para alimentarse depende tanto de factores extrínsecos (en gran parte de las condiciones ambientales), así como de factores intrínsecos (época fisiológica). También mostraron diferencias entre años en cuanto a moverse, mientras que las hembras tuvieron diferencias entre años en las pautas de descansar y de alimentarse, así como en la interacción época*año para moverse.

Esto demuestra que los venados tratan de ahorrar energía cuando los años presentan condiciones desfavorables como baja precipitación que directamente influye en la cantidad y calidad de los recursos alimenticios disponibles, así como ambos sexos presentan estrategias que pueden diferir, según las pautas de comportamiento, para eficientizar el gasto energético, dependiendo de sus condiciones fisiológicas.

CUADRO 1. Resultados de ANOVA del gasto energético (kcal/día/individuo) para cada pauta de comportamiento del venado cola blanca texano, por sexo, considerando las tres épocas biológicas y los cuatro años de muestreo, en los Ranchos San Francisco y Peñitas, Nuevo León. * Significancia a $P < 0.10$; **significancia a $P < 0.05$

PAUTA DE CONDUCTA	MACHOS			HEMBRAS		
	Grados de libertad	F	P	Grados de libertad	F	P
DESCANSAR						
Epoca	2,24	0.74	0.487	2,34	0.626	0.541
Año	3,24	0.56	0.644	3,34	2.36	0.089*
Epoca*año	6,24	0.83	0.555	6,34	0.156	0.986
MOVIMIENTO						
Epoca	2,24	0.023	0.978	2,34	0.29	0.748
Año	3,24	2.67	0.07*	3,34	1.40	0.259
Epoca*año	6,24	0.81	0.57	6,34	2.23	0.064*
ALIMENTAR						
Epoca	2,24	2.11	0.14	2,34	0.433	0.652
Año	3,24	2.44	0.089*	3,34	2.989	0.045**
Epoca*año	6,24	2.15	0.085*	6,34	1.230	0.3155
GASTO TOTAL						
Epoca	2,24	0.22	0.801	2,34	0.867	0.429
año	3,24	3.98	0.02**	3,34	14.936	0.000**
Epoca*año	6,24	0.48	0.815	6,34	1.668	0.159

Variación de la Precipitación

Al analizar la precipitación y su variación a lo largo de los años, encontramos lo siguiente: la cantidad de lluvia que cayó en los diferentes años fue variable: 131.5 mm (1995), 294.5 (1996), 357 mm (1997) y 230.3 mm (1998). En ninguno de los cuatro años de estudios la precipitación estuvo cercana al promedio registrado para el área (menor a 400 mm), aunque solo hay una variación del 38% en la precipitación entre años. En la Fig 1 se aprecia que la cantidad de precipitación registrada cada mes, es muy variable durante los 4 años, aunque el año más inusual en este patrón podemos decir que fue 1997, cuando la mayor precipitación ocurrió en los meses de marzo y mayo, cuando se supone que aún no empieza la temporada de lluvias. Se obtuvieron los coeficientes de variación de cada mes para que nos diera una mejor idea

de los cambios que hubo en ese período y encontramos que los más altos valores fueron en el mes de marzo (CV = 140.62) y agosto (CV = 136.84) y el valor más bajo en noviembre (CV = 24.83). Los meses de enero, marzo, abril, mayo, agosto y septiembre tuvieron coeficientes de variación mayores del 100% (Gallina et al. 2000).

Si analizamos la precipitación dividida de acuerdo a las épocas fisiológicas (Fig. 2), se observa que durante la época reproductiva en los 4 años prácticamente no hubo diferencias (promedio 31.88 mm, CV = 12.04), mientras que en la posreproductiva ocurrió un cambio muy notorio en la cantidad de lluvia que cayó en 1997 durante ese período (208 mm, CV = 102.32). En la época de crianza también hubo diferencias en la precipitación en los diferentes años, siendo mayor en 1996 (212.5 mm).

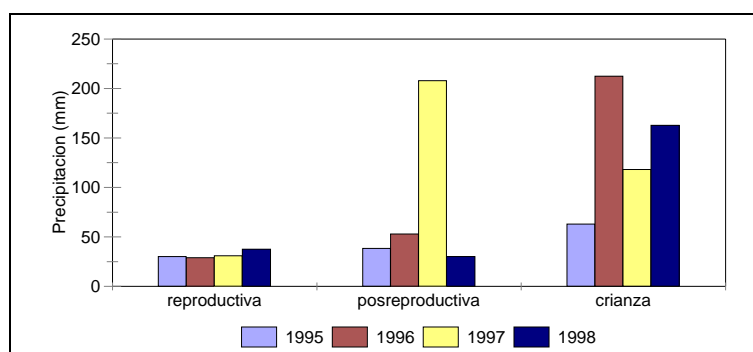


Figura 2. Precipitación por época fisiológica durante los cuatro años de estudio.

Lo encontrado en el año 1997, parece ser un efecto de la cantidad de precipitación que ocurrió en los meses de "sequía" (marzo-mayo), así como una mayor cantidad registrada a lo largo del año (357 mm), a diferencia de lo ocurrido en los otros años del estudio.

La cantidad de precipitación, así como su distribución, tienen una influencia en la producción de la vegetación y por lo tanto en la productividad del hábitat (Kie & Thomas 1988), que es más notorio en zonas áridas. Estas condiciones a la vez, estarán afectando el gasto requerido por los individuos para cubrir sus

necesidades fisiológicas, debido a que la disponibilidad de recursos no es homogénea a lo largo de un año y cambia con los años. Evidentemente, las condiciones ambientales actuando sobre las condiciones fisiológicas del venado determinarán su reproducción y sobrevivencia, ya que debe equilibrar el gasto energético (Leopold y Krausman 1991).

En 1998, durante la época posreproductiva y principios de la crianza se presentaron las más bajas precipitaciones de los cuatro años de estudio, lo que afectó a la disponibilidad de alimento y cobertura, elementos importantes para la sobrevivencia de los venados, ya que ese año prácticamente se perdieron las crías que habían nacido (por debilidad y depredación), como lo señalan Soto-Werschwitz et al. (2000). Esto nos indica que los venados tienen gastos energéticos

diferentes de acuerdo a sus pautas de comportamiento, que éstos son respuestas directas a las condiciones del hábitat, que estarán influidas a su vez por la cantidad y distribución de la precipitación, y esto inevitablemente redundará en su sobrevivencia.

Agradecimientos

Este estudio fue posible gracias al apoyo financiero de CONACYT a través de los Proyectos No. 03270 y No. 225260-5-2480PB y al apoyo logístico de Ducks Unlimited de México (DUMAC. Un agradecimiento especial por su ayuda en el campo a Simón Ortiz. Queremos agradecer en la toma de datos a Christian Delfín Alfonso, Nora Delia López, Carlos Contreras, Salvador Mandujano, Socorro Lara y Alejandro Pérez Arteaga.

Literatura citada

- Beier, P. & D.R. McCullough. 1990. Factors influencing white-tailed deer activity patterns and habitat use. *Wildlife Monographs*. No 109.
- Briones, V. O. 1984. Sinecología y florística de Lampazos de Naranjo, Nuevo León (México), con énfasis en la Gran Llanura. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León, México.
- Delfín, C., S. Mandujano, S. Gallina, J. Bello & N.D. López-Rivera. 1998. Patrones de desplazamiento del venado cola blanca en un rancho con manejo de agua en el Noreste de México. VI Simposio sobre Venados de México Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
- Gallina, S. A. Pérez-Arteaga & S. Mandujano. 1998. Patrones de actividad del venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) en un matorral xerófilo de México. *Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile* 69:221-228
- Gallina, S., J. Bello & M. Equihua. 2000. Ambito hogareño del venado y su relación con la precipitación en el Noreste de México. XVII Simposio sobre Fauna silvestre "Gral. MV Manuel Cabrera Valtierra". Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM:27-33
- Gallina, S. & J. Bello. 2002. Ecología conductual del venado cola blanca texano. VIII Simposio sobre Venados en México. "Ing. Jorge Villarreal González". Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM: 5-19.
- Kie, J. G. & J.W.Thomas. 1988. Rangeland vegetation as wildlife habitat. Pp. 586-605. P.T. Tueller (ed.). *Vegetation science applications for rangelands analysis and management*. Kluwer Academic Publishers.
- Kroll, J.C. 1992. A practical guide to producing and harvesting white-tailed deer. Institute of White tailed deer management and research center for applied studies in forestry. Stephen F. Austin State University. Austin, Tex.
- Leopold, B.D. & P.R. Krausman. 1991. Factors influencing desert mule deer distribution and productivity in southwestern Texas. *The Southwestern Naturalist*. 36:67-74.
- Mandujano S., A. Pérez-Arteaga, R.E. Sanchez-Mantilla & S.Gallina 1996. Diferenciación de pautas de actividad del venado con ayuda de radiotransmisores con sensor de movimiento. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 67:613-620.
- Moen, A. 1973. *Wildlife Ecology*. W. H. Freeman and Company. San Francisco.458 pp.
- Ockenfels, R.A. & J.A. Bissonette. 1984. Temperature-related responses in North-Central Oklahoma white-tailed deer. In: Krausman, P.R. y N.S. Smith Editors. *Deer in the southwest: A workshop*. Arizona Cooperative wildlife research unit. University of Arizona. USA. Pp. 64-67.
- Ockenfels, R.A., D.E. Brooks & C.H.Lewis. 1991. *General ecology of Coues white-tailed deer in the*

- Santa Rita Mountains. Arizona Game & Fish Dept. Tech. Rep. No. 6 Phoenix. 73 pp.
- StatSoft, Inc. 2003. STATISTICA (data analysis software system) version 6. www.statsoft.com
- Soto-Werschitz, A., S. Mandujano & S. Gallina. 2000. Comportamiento espacial de las hembras del venado cola blanca texano con y sin crías durante la época de crianza. VII Simposio sobre Venados en México. Fac. Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. ANGADI: 43-51.
- Verme, L.J. & D.E. Ullrey. 1984. Physiology and nutrition. *In*: L.K. Halls (Ed.) White-tailed deer: Ecology and management. Published Stackpole books. USA Pp. 91-118.
- Wallmo, O. 1981. Mule and black-tailed deer of North America. A Wildlife Management Institute Book. 605 pp.
- Zar, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. USA