

## Características reproductivas de ciervo rojo (*Cervus elaphus*) al inicio de la época de empadre en el trópico

### *Reproductive characteristics of red deer (Cervus elaphus) at the beginning of the mating season in the tropic*

Paula Mendoza-Nazar<sup>1</sup>  
José G. Herrera-Haro<sup>2</sup>  
José Ricardo Bárcena-Gama<sup>2</sup>  
Luis Antonio Tarango-Arámula<sup>2</sup>  
Horacio Ruiz-Hernández<sup>1</sup>  
Gabriela Aguilar-Tipacamú<sup>1</sup>  
Benigno Ruiz-Sesma<sup>1</sup>

#### RESUMEN

La función reproductiva de los cérvidos es afectada por diversos factores como los del ambiente, el manejo, nutrición y sanidad. En el macho, estos factores pueden actuar negativamente en la espermatogénesis, provocando alteraciones que repercuten a corto plazo en la calidad y cantidad del semen, ocasionando una disminución en la tasa de partos por fallas en la fertilización y repetición de celos. La evaluación reproductiva de los machos en los centros de cría, es una práctica que puede optimizar su desempeño reproductivo. El objetivo del presente estudio fue evaluar las características del semen de ciervo rojo (*Cervus elaphus*) en el trópico, a inicios de la temporada de empadre, colectado mediante electroeyaculación. Se evaluaron 11 ciervos adultos, utilizados como sementales en el Centro de Desarrollo Tecnológico de FIRA "Tantakin", ubicado en Tzucacab, Yucatán. A cada variable se le calculó su media  $\pm$  desviación estándar y se realizó un análisis de frecuencias relativas, utilizando el programa SAS. Las variables evaluadas fueron: circunferencia escrotal, volumen de eyaculado  $1.58 \pm 1.06$  cm<sup>3</sup>, pH  $7.55 \pm 0.16$ , concentración espermática  $400.00 \pm 202.8$  mil células espermáticas/mm<sup>3</sup>, movimiento en masa  $58 \pm 27.4\%$ , movimiento individual  $65 \pm 18.4\%$ , viabilidad espermática  $56.0 \pm 18.9\%$ ; el porcentaje de anomalías fue  $14.5 \pm 4.4$ . La longitud de la rama principal promedio fue de 81.7, el número de puntas total fue de 10.4 con un peso promedio de 3.13 kg. Se concluye que los estimadores de las características reproductivas evaluadas son similares a los obtenidos en condiciones de clima templado.

**Palabras clave:** evaluación reproductiva, electroeyaculación, trópico.

#### ABSTRACT

The reproductive function in cervids is influenced by diverse environmental factors, related mainly to handling, nutrition and health. In the male, these factors can negatively affect spermatogenesis, causing alterations that result in the short term quality and amount of semen; this, in turn, causes a decrease in the rate of births due to conception failures and repetition of rutting behaviour. The reproductive evaluation of males in the Animal Breeding Centers is a practice that can optimize their reproductive performance. The objective of the present study was to evaluate the characteristics of the red deer (*Cervus elaphus*) semen in the tropic, at the beginning of the mating season, collected via electroejaculation. In the Centro de Desarrollo Tecnológico of FIRA "Tantakin" located in Tzucacab, Yucatan, 11 adult red deer used as stallions, were evaluated. A calculation of their average  $\pm$  standard deviation was applied to each variable as well as a relative frequency analysis using SAS. The evaluated variables were: scrotal circumference, ejaculation volume  $1,58 \pm 1,06$  cm<sup>3</sup>, 7,55 pHs  $\pm 0,16$ , spermatic concentration  $400,00 \pm 202,8$  thousand spermatic cells/mm<sup>3</sup>, mass movement  $58 \pm 27,4\%$ , individual movement  $65 \pm 18,4\%$ , spermatic viability  $56,0 \pm 18,9\%$ , the percentage of abnormalities was  $14,5 \pm 4,4$ . The length of the main branch average was 81,7; the total number of tines was 10,4 with 3,13 kg average weight. In conclusion, the estimators of the evaluated reproductive characteristics are similar to the ones obtained in conditions of tempered climate.

**Key Words:** reproductive evaluation, electroejaculation, tropic.

#### INTRODUCCIÓN

El ciervo rojo (*Cervus elaphus*) constituye una alternativa de desarrollo económico y una opción para la diversificación de actividades agropecuarias en el medio rural. Esta especie ha sido objeto de numerosas reintroducciones y traslados en el mundo, y actualmente se le encuentra fuera de su área natural de distribución en Argentina (Garin et al., 2001), ha sido naturalizada en Nueva Zelanda y Australia en los últimos 150

años (Asher et al., 2000). En México, la introducción de esta especie es una alternativa socioeconómica adoptada principalmente por ganaderos diversificados para su aprovechamiento cinegético (Logan et al., 2003), producción de carne, astas y piel. A partir de su introducción desde Europa, el ciervo rojo ha tenido que adaptarse a condiciones ambientales diversas.

Esta especie es poliéstrica estacional con tres ciclos por estación durante el otoño, con duración de alrededor de 18 a 21 días cada uno. En

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Rancho San Francisco Km. 8 Carretera Ejido Emiliano Zapata, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Correo-e: paulamn@prodigy.net.mx

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.

cada ciclo la hembra acepta al macho durante 12 ó 24 horas, con un estro de 15 a 20 minutos y con ovulación espontánea durante el apareamiento. Este período se presenta generalmente en el atardecer, durante la noche y en días lluviosos o nublados (Sosa et al., 1996).

En el hemisferio sur el ciclo estral se presenta generalmente en abril y en el hemisferio norte en septiembre, al inicio de la reducción de la duración de las horas de luz. En condiciones de trópico, la temporada de empadre se presenta durante 6 semanas (Valencia y Flores, 1998).

El éxito reproductivo de los machos está determinado por el número de hembras de las cuales consigue acceso sexual y por su habilidad para fertilizar el óvulo disponible (Malo et al., 2005). La función reproductiva de cérvidos está influenciada por diversos factores ambientales, relacionados con el manejo, la nutrición y la sanidad, principalmente (Lincoln, 1971). En el macho, estos factores pueden actuar negativamente en la espermatogénesis, provocando alteraciones que repercuten a corto plazo en la calidad y cantidad del semen. Esto se reflejará en problemas de fertilidad que ocasionarán disminución en la tasa de partos por fallas en la fertilización y repetición de celos (Hafez, 1989).

En poblaciones silvestres, la competencia entre machos para copular es intensa, llevando a la evolución de características que mejoren las probabilidades de ganar peleas con otros machos, como el tamaño y peso corporal, así como el tamaño de sus astas. En estas especies donde la competición espermática es prevalente, también se han desarrollado características que aumentan la competitividad del semen eyaculado después de la cópula, por ejemplo el incremento del número de espermatozoides (Gomendio et al., 1998; Malo et al., 2005).

Sin embargo, en las condiciones de las granjas comerciales, se tiene la posibilidad de seleccionar a los sementales de acuerdo con sus parámetros reproductivos, así como de separar a los animales por sexo y edad, y prevenir la competencia agresiva entre los machos al inicio de la época reproductiva (Asher et al., 1996). Dependiendo de las instalaciones, en las granjas comerciales, es una práctica común contar con dos o más machos por grupo de hembras para asegurar su concepción, aun cuando el tamaño del harén puede llegar a ser de 50 a 100 hembras por macho. El manejo reproductivo en el Centro de Desarrollo Tecnológico "Tantakin"

consiste en reemplazos periódicos cada 18 días, aproximadamente, en los cuales los machos seleccionados permanecen en el harén y posteriormente se introducen 2 ó 3 machos con la finalidad de que completen los apareamientos (Valencia y Flores, 1998).

Después del período de montas y hasta el corte de las astas osificadas previo a su incorporación al lote de hembras, el grupo de sementales se mantiene en el mismo potrero para crear las jerarquías y evitar daños innecesarios por peleas. Del manejo, selección de sementales y de su habilidad para fertilizar a las hembras, dependerá en gran medida el éxito reproductivo en los centros de cría de ciervos. En este sentido, existen numerosos estudios en donde se reportan evaluaciones de la calidad del esperma de cérvidos, obtenido principalmente del epidídimo de animales muertos en cotos de caza, cuyo principal objetivo ha sido el coleccionar, preservar y utilizar el germoplasma de individuos seleccionados con el propósito de asegurar la continuidad y variabilidad genética de la especie (Garde et al., 1998; Álvarez-Orti et al., 1999; Asher et al., 2000; Comizzoli et al., 2001; Malo et al., 2005; Martínez-Pastor et al., 2005).

Debido al desconocimiento de muchos aspectos del comportamiento reproductivo de los cérvidos, la colecta de semen para su evaluación puede ser problemática (Martínez-Pastor et al., 2006). Se mencionan tres métodos para la colecta de semen de cérvidos: servicio natural utilizando vagina artificial, recuperación post-mortem del epidídimo y la electroeyaculación (Martínez et al., 2008); esta última es una técnica eficiente y de uso común en animales domésticos (Vejarano et al., 2005). En el caso de los ciervos, para coleccionar el semen es necesario recurrir a la aplicación de fármacos, debido a que estos animales manifiestan un excesivo estrés cuando se realizan prácticas de manejo.

Aunque existe información bibliográfica sobre el comportamiento y características reproductivas del ciervo rojo, ésta se refiere generalmente a países de clima templado. Sin embargo, en México y en las condiciones del trópico esta información es incipiente. El Centro de Desarrollo Tecnológico "Tantakin" se ubica en una zona estratégica para realizar estudios concernientes a esta especie en las condiciones del trópico, que generen conocimientos técnicos y científicos basados tanto en consideraciones ecológicas, como desde el punto de vista de la producción

animal, permitiendo de esa manera la obtención de beneficios económicos, sin detrimento del recurso animal y vegetal. El objetivo del presente estudio fue evaluar las características del semen de ciervo rojo (*Cervus elaphus*) en el trópico, a inicios de la temporada de empadre, colectado mediante electroeyaculación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio. El estudio se realizó durante el mes de agosto de 2007, al inicio de la estación reproductiva del ciervo rojo, en las instalaciones del Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) "Tantakin", propiedad de Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA), ubicado en el municipio de Tzucacab, localizado en la región sur del estado de Yucatán (19° 38' y 20° 09' LN y 88° 59' y 89° 14' LO); a 36 msnm (INEGI, 2000), clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5. Los vientos predominantes soplan en dirección este y sureste. En la localidad se concentra un rango anual de precipitación entre 1,000-1,200 mm. La vegetación es de tipo selva mediana subperennifolia, desarrollada sobre suelo calizo y cubriendo 60% del territorio de la península, aunque sólo ocupa una pequeña porción del estado de Yucatán (Flores y Espejel, 1994).

Se utilizaron 11 ciervos macho enteros, adultos, como sementales activos en la unidad de producción del CDT "Tantakin". Se determinó como inicio del período reproductivo al observar el desprendimiento del terciopelo de las astas de los ciervos, lo cual ocurre cuando la testosterona se eleva y propicia el desprendimiento del mismo, esta hormona regula también la espermatogénesis (Lincoln y Kay, 1979). De acuerdo con el manejo que se realiza en el CDT, los sementales permanecen en un mismo potrero hasta el inicio de la época de empadre, pastoreando praderas a base de pastos Guinea (*Panicum máximum*) y King Grass (*Pennisetum purpureum*, Var o Clon CT-115) y se les proporciona como alimentación complementaria una mezcla de melaza con urea 3% y un concentrado con 12% de PC.

Para realizar la colecta de semen, los animales fueron inmovilizados químicamente utilizando Procin® *Equus xilacina* 10% uso veterinario, Laboratorio PiSA, aplicado vía intramuscular, administrando en promedio 1.2 mg/kg de peso vivo. Previamente a su anestesia los ciervos tuvieron un ayuno de 12 horas. Los animales se

mantuvieron en la nave de manejo con poca intensidad de luz, y sin ruidos, desde el momento que fueron anestesiados hasta su total recuperación, siguiendo las recomendaciones de García et al. (1998).

Se evaluó el peso vivo (kg) y su condición corporal fue evaluada mediante la apreciación visual, de acuerdo con la escala de 1 a 5 de condición corporal para bovinos de leche (1 = muy flaco, 5 = obeso) (Wildman et al., 1982). Para circunferencia escrotal, se midieron los testículos en la parte más ancha del escroto ejerciendo una leve presión para el descenso de los testículos (Galina y Valencia, 2008).

La colección de semen fue mediante el sistema de electroeyaculador, que se emplea comúnmente en ovinos; no fue necesario el contenido fecal, ya que los animales tuvieron un ayuno de 24 horas, el electroeyaculador previamente lubricado fue colocado en el recto por encima de las glándulas sexuales accesorias, para luego estimularlas con un voltaje de baja intensidad (2 a 4 voltios), el cual se incrementó gradualmente a 5 voltios, según lo indicado por Goeritz et al. (2003), manteniéndose el patrón rítmico hasta que se obtuvo el eyaculado. La evaluación de las características seminales como volumen (vol), pH, aspecto, color, movimiento en masa (MM), movimiento individual (MI), concentración espermática (CESP) y anomalías. Fueron realizadas por un solo técnico y corresponden a un momento único de la evaluación *in situ*.

Para la evaluación macroscópica del semen se observaron las siguientes variables:

Volumen: la medición del volumen espermático se realizó en forma directa dentro del tubo para centrifugar, fondo cónico graduado de 15 ml, que facilitó su rápida lectura. pH: se evaluó con tiras reactivas para pH las cuales se impregnaron de semen, se esperó cinco minutos para realizar la lectura.

Aspecto: se consideró dentro del rango de acuoso a denso, el semen muy concentrado se calificó como denso y el semen muy diluido como acuoso (Mellizo y Gallegos, 2006).

Color: para esta variable se codificaron los colores observados con los valores siguientes: amarillo claro=5, amarillo limón=4, amarillo=3, blanco=2, blanco claro=2, claro o transparente=1 (Gómez y Migliorisi, 2007); así como la presencia de sangre, pus y tonalidades fuera de lo normal.

Olor: desde pútrido a dulzón, recordando al de leche fresca. La evaluación microscópica del

semen se realizó de acuerdo con la técnica descrita por Ruiz (1992).

**Movimiento en masa:** se llevó a cabo tomando una gota de semen, la cual se colocó sobre un portaobjeto; éste, a la vez, en una placa térmica a 37 °C y luego se llevó al microscopio donde se observó con el objetivo de 10X. La medición se basó en el modelo de ondas o de movimiento de remolino observado y sus características (Galina y Valencia, 2008). Posteriormente, se le asignó un porcentaje de acuerdo con el movimiento que ejercen en conjunto las células espermáticas.

**Movimiento individual:** se efectuó colocando una gota de citrato de sodio al 2.9% en un portaobjeto; éste, a la vez, en una placa térmica a 37 °C, dentro del citrato de sodio se aplicó una pequeña muestra de semen, a ambas muestras se les colocó el cubreobjeto y se llevaron al microscopio binocular de contraste de fase para su observación con los objetivos 10X, 20X y 40X. La medición se basó en la velocidad con que se desplaza un espermatozoide detectado en forma individual y de manera rectilínea, se obtuvo un porcentaje para posteriormente compararlo con una escala de puntuación (Kealey et al., 2006).

**Concentración espermática:** para esta evaluación se tomó una muestra de semen por aspiración con una pipeta para hematológica hasta la medición de 0.5, luego se introdujo la punta de la pipeta en solución de eosina y nigrosina hasta la marca de 101; se cubrieron los extremos y se agitó suavemente con movimiento de muñeca durante dos minutos, se eliminaron tres gotas del contenido de la pipeta e inmediatamente se colocó la punta de ésta entre la cámara de Neubauer y el cubreobjeto con el fin de introducir el líquido por osmosis hacia los cuadrantes de la cámara. Posteriormente se llevó al microscopio para ser observado con el objetivo de 40X y realizar el conteo de las células espermáticas únicamente en cinco cuadrantes de la cámara. Al total de células espermáticas contadas en los cinco cuadrantes se le agregó siete ceros, para expresar la concentración de células espermáticas por mililitro de semen (Mocé y Graham, 2006).

**Morfología espermática:** Para la medición de esta variable se realizó un frotis utilizando tinta china. En un portaobjeto se colocó una gota de tinta china, dentro de ésta se colocó una pequeña gota de semen, utilizando otro portaobjeto se realizó el frotis, se esperaron cinco minutos para que se fijaran los espermatozoides y luego se observó al microscopio con el objetivo de 100X

o de inmersión y de esta forma se determinó la morfología de las células espermáticas con base en el porcentaje de anomalías primarias y secundarias (Kealey et al., 2006). El análisis estadístico de las variables cuantitativas consistió en medidas de tendencia central y a las cualitativas se les aplicó un análisis de frecuencia (Steel et al., 1997).

Se realizó la valoración de las astas en sus variables evaluadas utilizando una cinta métrica, las astas se midieron, la longitud de la mandíbula se midió desde el centro de la línea alveolar de los incisivos hasta la apófisis condilar de la mandíbula (Azorit et al., 2002). El número de puntas se contabilizó sumando el asta derecha y la izquierda, obteniéndose el número total de puntas (Mena et al., 1996).

**Análisis de datos.** A cada variable de tipo cuantitativo se le calculó su media y  $\pm$  desviación estándar y se aplicó un análisis de correlación; a las variables cualitativas se les realizó un análisis de frecuencias relativas (Steel, Torrie y Dickey, 1997); la información fue analizada con el programa SAS (SAS, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan las medias y desviaciones estándar de las variables reproductivas evaluadas en el estudio.

El peso y la condición corporal promedio de los ciervos fue de  $171.1 \pm 19.5$  kg, y de  $3.6 \pm 0.5$ , respectivamente. El promedio de la circunferencia escrotal fue  $28.1 \pm 1.3$  cm.

En la colecta del material seminal empleando electroeyaculación, 90.9% de los ciervos respondió satisfactoriamente. El volumen del eyaculado fue de  $1.58 \pm 1.1$  con valores de 0.2 a 3.5 ml; y con pH seminal de  $7.6 \pm 0.2$ . En la mayoría de los casos, en los eyaculados obtenidos se observó una consistencia acuosa y sólo en dos eyaculados se observó una consistencia densa. La coloración del eyaculado fue amarillo verdoso, y blanco cremoso en los eyaculados densos.

En los programas de manejo de cérvidos, se consideran como índices de calidad las características de las astas de los animales. En el Cuadro 2 se presentan las medias y desviaciones estándar de las variables evaluadas en las astas de los ciervos evaluados a inicios de la época de empadre, así como la longitud de la mandíbula inferior. El peso promedio de las astas fue

**Cuadro 1.** Medias y desviaciones estándar de características reproductivas de ciervo rojo a inicios de la época de empadre

Características	Promedio	Desviación estándar
Peso (kg)	171.14	19.5
Condición corporal	3.58	0.47
Circunferencia escrotal (cm)	28.06	1.32
Volumen (ml)	1.58	1.06
Ph	7.55	0.16
Volumen (ml)	1.58	1.06
Movimiento en masa %	58.00	27.40
Movimiento individual %	65.00	18.40
Concentración espermática x106/ml	4.0	2.02
Anormalidades %	14.50	4.38

de  $3.13 \pm 0.8$  kg y la longitud promedio de la rama principal derecha e izquierda fue de  $81.7 \pm 6.7$  y  $79.4 \pm 6.7$ , respectivamente. El número de puntas total en promedio fue de  $10.4 \pm 2.4$ . Se establecieron correlaciones entre todas las variables anteriormente citadas. En el Cuadro 3, para simplificar la presentación de los datos, se presentan los valores de las correlaciones estadísticamente significativas, establecidas entre los diferentes datos. Dada la similitud existente entre las medidas de la cuerna derecha e izquierda, se indican sólo los valores de una de ellas (la derecha).

Al analizar los resultados de las características evaluadas en los ciervos, se observa que el peso promedio de los sementales fue inferior al recomendado de al menos 200 kg al inicio de la época de empadre (Vázquez-Murrieta, 2004), considerando que los machos pierden peso durante la época de brama, porque la mayor parte

de su tiempo lo dedican a aparearse y a defender a su grupo de hembras, dedicando poco tiempo a alimentarse. En este período, los machos dominantes pierden de 15 a 20% de su peso vivo, mientras que los no dominantes cerca de 8%, por lo cual se recomienda proporcionar una alimentación especial antes y después de esta época (Bray, 1981).

El aspecto del eyaculado depende de la concentración de espermatozoides y se mide por el mayor o menor grado de opacidad que presenta la muestra de semen (Olivares y Urdaneta, 1985). En los eyaculados con aspecto acuoso se observaron dos fracciones, una amarillo verdosa y una fracción menor de coloración blanca. Esto, debido a que corresponden al inicio del período reproductivo y contienen tanto espermatozoides como secreciones de las glándulas bulbouretrales que secretan una sustancia lubricante y de las vesículas seminales, cuya secreción está

**Cuadro 2.** Medias y desviaciones estándar de características de las astas y longitud de la mandíbula de ciervo rojo a inicios de la época de empadre

Variable	Media	Desviación estándar
Peso de las astas (kg)	3.13	0.77
Longitud mandíbula inferior (cm)	33.15	0.75
Perímetro máximo de la roseta (cm)	20.40	0.88
Longitud de la rama principal (cm)	81.70	6.67
Longitud luchadera (cm)	24.45	4.94
Longitud puntas centrales superiores (cm)	13.79	3.19
Longitud 2das. puntas centrales superiores (cm)	10.33	7.04
Longitud 3as. puntas centrales superiores (cm)	8.83	5.53
Longitud puntas centrales inferiores (cm)	15.85	3.28
Longitud 2das. puntas centrales inferiores (cm)	19.36	9.68
Número de puntas	10.40	2.41
Número de puntas rama	5.30	1.41

**Cuadro 3.** Correlación de las características de las astas y semen, peso vivo, longitud de la mandíbula de ciervo rojo a inicios de la época de empadre

	Perímetro máximo roseta	Longitud rama principal	Longitud luchadera	Número puntas	pH	MI	VE	Conc. espermática	Anormalidades	CE	CC
<b>Peso vivo</b>		0.64									
		0.03									
<b>Peso astas (kg)</b>	0.65 <sup>1</sup>	0.68	0,63								
	0.03 <sup>2*</sup>	0.02*	0,04*								
<b>Perímetro máximo roseta</b>					-0.68						
					0.03*						
<b>Longitud rama principal</b>										0.68	0.67
										0.02*	0.02*
<b>Longitud luchadera</b>				0.70							
				0.02*							
<b>Movimiento en masa</b>						0.73	0.88	0.72	-0.89		
						0.02*	0.001**	0.02*	0.001**		
<b>MI</b>							0.92		-0.79		
							0.001**		0.01*		
<b>VE</b>								0,74	-0.90		
								0,02*	0.001**		
<b>CE</b>									-0.78		
									0.01		

MI= Movimiento individual, VE= Viabilidad espermática, CE= Circunferencia escrotal, CC= Condición corporal.

1 Valor de la correlación, 2 valor de P. \* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral), \*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

constituida principalmente por azúcares con un alto valor nutritivo para el espermatozoide (Cunningham, 1995). El promedio del volumen del semen colectado en este estudio fue de 1.5 8 ± 1.06 ml, estos resultados se encuentran dentro de los límites reportados por otros autores y con diferentes métodos de obtención del eyaculado.

El pH seminal de 7.6 ± 0.2 es similar al reportado por Martínez et al. (2008), quienes registraron un pH de 7.63 de semen obtenido de ciervo rojo ibérico empleando un electroeyaculador. En el estudio realizado por Gizejewski (2004), quien evaluó el efecto estacional en las características del semen de ciervo rojo colectado con vagina artificial en un centro de Polonia, el volumen obtenido al inicio de la época reproductiva varió de 1.2 a 1.5 ml y en el estudio realizado por Malo et al. (2005), en el que evaluaron la fertilidad del ciervo ibérico macho en poblaciones naturales en la época de apareamiento, de un total de 188 muestras reportaron un volumen del eyaculado de 0.8-2.4 ml, el cual fue obtenido del epidídimo. La variabilidad del volumen del semen puede estar relacionada con alguna de las siguientes respuestas: a la estimulación de feromonas al inicio de la temporada reproduc-

tiva, al método utilizado para obtener el semen (Asher et al., 2000), o a la edad de los sementales (Malo et al., 2005).

En esta investigación no se encontró presencia de sangre ni de pus en el semen de los ciervos, esto indica que no había problemas infecciosos. El movimiento en masa promedio fue 58% ± 27.40, esto coincide con los datos reportados por Martínez-Pastor et al. (2006), en el cual indican una motilidad total de 57.9% ± 2.87 en semen obtenido del epidídimo de ciervo rojo ibérico. La motilidad individual promedio de 65% ± 18.40 son similares a los reportados por Malo et al. (2005) de 62.11% ± 1.34 g. El promedio de la concentración espermática a inicios de la época de empadre fue de 4 x 10<sup>6</sup> espermatozoides/ml, el rango osciló de 1.5 a 7.5 x 10<sup>6</sup> espermatozoides/ml, estos datos coinciden con la concentración espermática reportada por Gizejewski (2004) para la época de empadre de 2.0-4.5 x 10<sup>6</sup>/ml. Las anomalías son de origen testicular, se producen durante el proceso de la espermatogénesis y en general son importantes ya que afectan seriamente la fertilidad.

El porcentaje de anomalías observadas en este estudio refleja 14.5% ± 4.38. Las anor-

malidades en los espermatozoides de los ciervos están asociadas a la etapa del período reproductivo, siendo mayor a principios de la época de empadre (>10%) disminuyendo a <5% a mediados del período (Gizejewski, 2004). En los resultados obtenidos en este estudio, el uso de la xilacina para la inmovilización de los sementales no repercutió en la obtención del eyaculado. Las astas son utilizadas como índices de calidad en los programas de manejo y en descastes de machos, de ahí la importancia de la información obtenida para la gestión de esta especie (Azorit et al., 2002).

El desarrollo de las astas viene determinado por factores como la alimentación, la edad, densidad y estructura de población, el estado sanitario de los animales y heredabilidad, siendo la testosterona la hormona más directamente implicada en su desarrollo (Malo et al., 2009; Mena et al., 1996). Las astas constituyen del 1 al 5% del peso vivo de los ciervos (Landete-Castillejos, 2007).

En los resultados obtenidos en este estudio el peso promedio de las astas evaluadas fue de 3.13 kg, lo cual constituye 1.8% del peso vivo de los animales. La longitud de la rama principal promedio de los sementales evaluados fue de 81.7, estos datos se encuentran dentro del rango de los datos reportados por Mena et al. (1996), para el valor medio de la longitud de la cuerna de ciervo rojo (*Cervus elaphus hispanicus*) de nueve monterías celebradas en la provincia de Córdoba, España, en la temporada 1993-1994, donde el valor mínimo fue de 49.1 y el máximo de 79.8 cm. El número de puntas promedio reportado por estos autores osciló entre 7.9 y 12.8, por lo que el número de puntas promedio obtenido en este trabajo (10.40) se encuentra dentro de los rangos mencionados. Azorit et al. (2002) realizaron un estudio de correlación entre algunas dimensiones del esqueleto, cuernas y edad del ciervo rojo (*Cervus elaphus hispanicus*) de Sierra Morena Oriental, en España, y reportan que el número de puntas de las astas o cuernas está altamente correlacionado con la longitud total de las cuernas y con las distintas medidas de grosor, además de con la separación máxima entre una cuerna y otra.

La longitud del maxilar inferior se correlaciona positivamente con la anchura de las apófisis frontales y de las rosetas, así como con la longitud total de las cuernas, sugiriendo que un buen desarrollo óseo repercute de forma favorable en las dimensiones de las cuernas futuras.

En los resultados obtenidos en esta investigación, no se encontraron correlaciones significativas entre la longitud del maxilar inferior y las variables evaluadas; sin embargo, se encontraron correlaciones significativas  $P < 0.05$  entre la longitud de la rama principal con el peso vivo y el peso de las astas; así mismo, hubo correlaciones significativas entre el perímetro máximo de las rosetas y el peso de las astas con la longitud de la rama principal.

De las medidas realizadas la condición corporal y la circunferencia escrotal presentan correlaciones significativas con la longitud de la rama principal, lo cual sugiere que animales con buen desarrollo corporal favorecen el desarrollo de las astas. Una explicación acorde a lo mencionado es que el grosor y la longitud de las cuernas, se vean más afectados por la edad y características del medio, lo cual se refleja en el desarrollo corporal, por lo que presentan una mejor correlación; mientras, el número de puntas evoluciona de manera independiente del desarrollo corporal, teniendo una mayor influencia de la genética del animal (Mena-Guerrero et al., 1996).

De las características del semen de los ciervos evaluados, existen correlaciones significativas  $P < 0.01$ , la viabilidad espermática presenta mejores correlaciones con el movimiento en masa y el movimiento individual; esto coincide con lo reportado por Malo et al. (2005), quienes mencionan una correlación significativa  $P < 0.01$  entre estas variables evaluadas de semen de ciervo rojo; las anomalías tienen correlaciones negativas con el movimiento en masa  $P < 0.01$  y movimiento individual, así como con la viabilidad y la concentración espermática  $P < 0.01$ . Esto puede explicarse debido a que la movilidad individual es una de las características más indicadoras de la capacidad fertilizadora in vivo de una muestra de semen. Rodríguez-Martínez y Eriksson (2000) indican que la morfología espermática es un componente de la evaluación andrológica que permite identificar reproductores que sufren patologías genitales, permitiendo identificar reproductores con semen de baja calidad.

## CONCLUSIONES

La regulación natural de los fenómenos fisiológicos involucrados con la reproducción animal, se encuentran en dependencia de su adaptación a las condiciones climáticas inherentes al medio ambiente en el que viven. Se concluye que el

promedio de las variables evaluadas se encuentran dentro de los rangos reportados por otros autores en climas templados, de los cuales es originaria esta especie, y de la época de empadre. A pesar de las condiciones climatológicas adversas de acuerdo con el hábitat natural del ciervo rojo, los datos evidenciaron la buena adaptación a las condiciones del trópico, no influyendo éstas en el comportamiento reproductivo de los sementales.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer las facilidades y apoyo otorgados por el director y personal técnico del Centro de Desarrollo Tecnológico de FIRA, "Tantakin", para la realización de esta investigación.

## REFERENCIAS

- Álvarez-Ortí, M., Escribano, J., Garde, J., García, A. y Ortiz, N. (1999). Evaluación de la variabilidad genética en poblaciones cinegéticas de ciervo ibérico *Cervus elaphus hispanicus*, mediante métodos moleculares. *Galemys* 11 (1):27-39.
- Asher, G.W., Berg, D.K. & Evans, G. (2000). Storage of semen and artificial insemination in deer. *Animal Reproduction Science* (62):195-211.
- Asher, G.W., Fisher, M.W. & Fennessy, P.F. (1996). Environmental constraints on reproductive performance of farmed deer. *Animal Reproduction Science* (42):35-44.
- Azorit, C., Analla, M., Carrasco, R. y Muñoz-Cobo, J. (2002). Astatos, esqueleto y edad del ciervo (*Cervus elaphus hispanicus*) de Sierra Morena Oriental: Estudio de correlación. *Anales de Biología* 24: 195-200.
- Bray, A.R. (1981). *Deer. Red Deer. Mating. Farm Production and Practice*. Ministry of Agriculture and Fisheries. Wellington, New Zealand. 1st revise.
- Comizzoli, P., Mermillod, P., Cognié, Y., Chai, N.; Legendre, X. & Mauget, R. (2001). Successful in vitro production of embryos in the red deer (*Cervus elaphus*) and the Sika deer (*Cervus nippon*). *Theriogenology*, 55:649-659.
- Cunningham, J.G. (1995). *Fisiología Veterinaria*. Ed. Interamericana. México. 422-435 pp.
- Flores S. y Espejel, I. (1994). *Etnoflora yucatanense, fascículo 3, Tipos de vegetación de la Península de Yucatán*. Universidad Autónoma de Yucatán. 135 p. (1995).
- Galina, C.H. y Valencia, J. (2008). *Reproducción de los animales domésticos*, 2ª edición. Editorial Limusa, México, D. F.
- García, A.J., Ortiz, N., Peña, E., López, A., Landete-Castillejos, T., Albiñana, B., Garde, J. J. y Gallego, L. (1998). Protocolo anestésico para la inseminación artificial intrauterina mediante laparoscopia de ciervas ibéricas. *Galemys* 10 (Número Especial): 75-88.
- Garde, J. J., Ortiz, N., García, A.J., López, A. y Gallego, L. (1998). Criopreservación post-mortem de material espermático e inseminación artificial en el ciervo ibérico. *Arch. Zootec.* (47):351-356.
- Garin, I., Aldezabal, A.R., García-González, R. y Aihartza, J. R. (2001). Composición y calidad de la dieta del ciervo (*Cervus elaphus L.*) en el norte de la península ibérica. *Animal biodiversity and conservation* 24(1):53-63.
- Gizejewski, Z. (2004). Effect of season on characteristics of red deer (*Cervus elaphus L.*) semen collected using modified artificial vagina. *Reproductive Biology*. (4):51-65.
- Goeritz, F., Quest, M., Wagener, A., Fassbender, M., Broich, A., Hildebrandt, T. B., Hofmann, R.R. & Blottner, S. (2003). Seasonal timing of sperm production in roe deer: interrelationship among changes in ejaculate parameter, morphology and function of testis and accessory glands. *Theriogenology* (59):1487-1502.
- Gomendio, M., Harcourt, A. H., Roldan, E.R.S. (1998). Sperm competition in mammals, in: Birkhead TR, Moller AP (eds), *Sperm Competition and Sexual Selection*. London: Academic Press, pp. 667-751.
- Gómez, M.V. y Migliorisi, A.L. (2007). Protocolo para la evaluación de semen en rumiantes. *Cátedra Reproducción Animal*. Facultad de Cs. Veterinarias-UNLP. Buenos Aires, Argentina.
- Hafez, E.S.E. (1989). *Reproducción e inseminación artificial en animales domésticos*. México. Nueva Editorial Internacional. 351-363 pp.
- INEGI. (2000). Consultas a la base de datos nacional de información demográfica por localidad. México. INEGI. [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- Kealey, C.G., MacNeil, M.D., Tess, M. W., Geary, T.W. & Bellows, R.A. (2006). Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of Line 1 Hereford bulls. *J. Anim. Sci.* Volume 84: 283-290.
- Landete-Castillejos, T., Garcia, A. & Gallego, L. (2007). Body weight, early growth and antler size influence antler bone mineral composition of Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Bone* 40: 230-235.
- Lincoln, G. & Kay, R. (1979). Effect of season of LH and testosterone in intact and castrated red deer stag (*Cervus elaphus*) *J Reprod Fertil* 55:75-80.
- Lincoln, G.A. (1979). The seasonal reproductive changes in the adult red deer stag (*Cervus elaphus*). *Journal of Zoology, London* (163):105-123. (1971).
- Logan, L.K.G., Cienfuegos, R.E.G., Tarango, A.L.A., Mendoza, M.G.D. y Sifuentes, R.A.M. (2003). Situación de la fauna exótica cinegética en México. *BIOTAM Nueva Serie*, 14(3):1-10.
- Malo, A.F., Roldan, E.R.S., Garde, J.J., Soler, A.J., Vicente, J., Gortazar, C. & Gomendio, M. (2009). What does testosterone do for red deer males?, *Proceedings. Biological Sciences/The Royal Society* 2009; 276(1658):971-80.
- Malo, A.F., Garde, J.J., Soler, A.J., Garcia, A.J., Gomendio, M. & Roldan, E.R.S. (2005). Male fertility in natural populations of red deer is determined by sperm velocity and the proportion of normal spermatozoa. *Biology of Reproduction* (72): 822-829.
- Martinez, A.F., Martinez-Pastor, F., Alvarez, M.; Fernandez-Santos, M.R., Esteso, M.C., De Paz, P., Garde, J.J. & Anel, L. (2008). Sperm parameters on Iberian red deer: electroejaculation and post-mortem collection. *Theriogenology* 2008:70(2):216-26.
- Martinez-Pastor, F., Anel, L., Guerra, C., Alvarez, M., Soler, A.J., Garde, J.J., Chamorro, C. & De Paz, P. (2006). Seminal plasma improves cryopreservation of Iberian red deer epididymal sperm. *Theriogenology* (66):1847-1856.
- Martinez-Pastor, F., Guerra, C., Kaabi, M., Garcia-Macias, V., De Paz, P., Alvarez, M., Herraiz, P. & Anel, L. (2005). Season effect on genitalia and epididymal sperm from Iberian red deer, roe deer and Cantabrian chamois. *Theriogenology* 63:1857-1875.
- Mellizo, E. y Gallegos, A. (2006). *Manual de laboratorio de reproducción animal*. Práctica 05. Lima, Perú.
- Mena-Guerrero, Y., Molera, A. M., Rut, L.J.M. y Fernández, R.P. (1996). Calidad de la cuerna del ciervo, en relación con la edad, el desarrollo corporal y el medio. *Arch. Zootec.* 45:63-73.

- Moce, E. & Graham, J.K. (2006). Cholesterol-loaded cyclodextrins added to fresh bull ejaculates improve sperm cryosurvival. *J. Anim. Sci.* 84:826-833.
- Olivares, R. y Urdaneta, R. (1985). Colección, evolución y procesamiento del semen de toros; FONAIAP DIVULGA (17).
- Rodríguez-Martínez, H. y Ericsson, B. (2000). Evaluación del semen de verraco y su relación con fertilidad en Inseminación artificial em suínos, en: III Simpósio Internacional MINITUB. Flores da Cunha- RS-Brasil; 11-33 pp.
- Ruiz, H.H. (1992). Evaluación de tres diluyentes en la conservación de semen congelado en ganado bovino. Tesis. FMVZ-UNACH, pp 3-30.
- SAS. (1999). SAS User's Guide Statistics. Statistics (version 8 ed.) Cary, NC, US. SAS Inst. Inc.
- Sosa, F.C.F. y Navarro, O.E. (1996). La cría y explotación del ciervo rojo (*Cervus elaphus*) como un complemento a la conservación y aprovechamiento cinegético de especies nativas de venado. V Simposio sobre Venados de México, pp. 41-44. 24-27 de abril. Chetumal, Quintana Roo, México.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. & Dickey, D.A. (1997). Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical. Approach (tercera edición). McGraw-Hill Company. New York.
- Valencia, J. y Flores, O.N. (1998). La Producción Comercial de Ciervo Rojo. FIRA, Boletín Informativo, México. Núm. 302. 31(302) 72 p.
- Vázquez-Murrieta, D. (2004). Manual de producción intensiva de ciervo rojo (*Cervus elaphus*) en la zona sureste de la República Mexicana. Tesis para optar por el título de Licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro. México. 140 p.
- Vejarano, O.A., Sanabria, L.R.D. y Trujillo, L.G.A. (2005). Diagnóstico de la capacidad reproductiva de toros en ganaderías de tres municipios del Alto Magdalena. *Rev. MVZ-Córdova*, 10:(2): 648-662.
- Wildman, E.E., Jones, G. M. & Wagner, P. E. (1982). Dairy body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65:495-505.