



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRICOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

GANADERÍA

EFFECTO DE LA METIONINA PROTEGIDA EN EL  
CRECIMIENTO DE ASTAS Y EVALUACION DEL SEMEN  
DE CIERVO ROJO (*Cervus elaphus*) EN EL TRÓPICO

PAULA MENDOZA NAZAR

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTORA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2008

La presente tesis, titulada: “Efecto de la metionina protegida en el crecimiento de astas y evaluación del semen de ciervo rojo (*Cervus elaphus*) en el trópico”, realizada por la alumna: Paula Mendoza Nazar, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTORA EN CIENCIAS**

**RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD**

**GANADERIA**

**CONSEJO PARTICULAR**

**CONSEJERO:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSE G. HERRERA HARO**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. LUIS A. TARANGO ARAMBULA**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSE RICARDO BARCENA GAMA**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. EVERARDO ACEVES NAVARRO**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. CARLOS MIGUEL GARCIA BOJALIL**

Montecillo, Texcoco, México, Noviembre de 2008

# “EFECTO DE LA METIONINA PROTEGIDA EN EL CRECIMIENTO DE ASTAS Y EVALUACION DEL SEMEN DE CIERVO ROJO (*Cervus elaphus*) EN EL TRÓPICO”

Paula Mendoza Nazar, Dra.  
Colegio de Postgraduados, 2008.

## RESUMEN

El Ciervo Rojo es una especie con potencial de desarrollo en las granjas intensivas, que se ha ganado la preferencia de los criadores por su temperamento apacible y hábitos gregarios; además de cumplir exigencias actuales de un producto cárnico alto en proteína y bajo en grasa, energía y colesterol. Es importante desarrollar investigaciones en condiciones del trópico y con un enfoque sustentable. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la metionina protegida (RPMet) en la ganancia de peso y crecimiento de astas de ciervo rojo. Además, se evaluaron las características del semen de ciervos rojos adultos en el trópico. Para realizar el primer objetivo los animales estaban en crecimiento. Se evaluaron tres niveles de RPMet: 2.5, 3.5, 4.5 g/d por animal. También, se realizaron análisis bioquímicos de sangre al inicio y final del estudio. Las variables fueron analizadas en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Para la comparación de medias se utilizó contrastes ortogonales. El crecimiento en longitud y grosor de las astas fue favorecido por la suplementación de RPMet ( $p \leq 0.07$ ). Además, el efecto lineal fue significativo en los niveles de RPMet en ganancia de peso, crecimiento de la roseta y TGP. Todas las características del semen de los ciervos fueron similares a las obtenidas en la época de celo de animales de clima templado. Es probable que la fuente de proteína en el suplemento y la buena calidad de la pradera aportaran un adecuado suministro de metionina de origen microbiano en duodeno. Se sugiere que niveles altos de metionina deben ser evaluados con la finalidad de encontrar una mejor respuesta.

**Palabras clave:** Suplementación, metionina protegida, *Cervus elaphus*, astas, características semen, trópico

# “EFFECT OF THE METIONINA PROTECTED IN GROWTH OF SPEARS AND EVALUATION OF THE SEMEN OF RED RED DEER (*Cervus elaphus*) IN THE TROPIC”

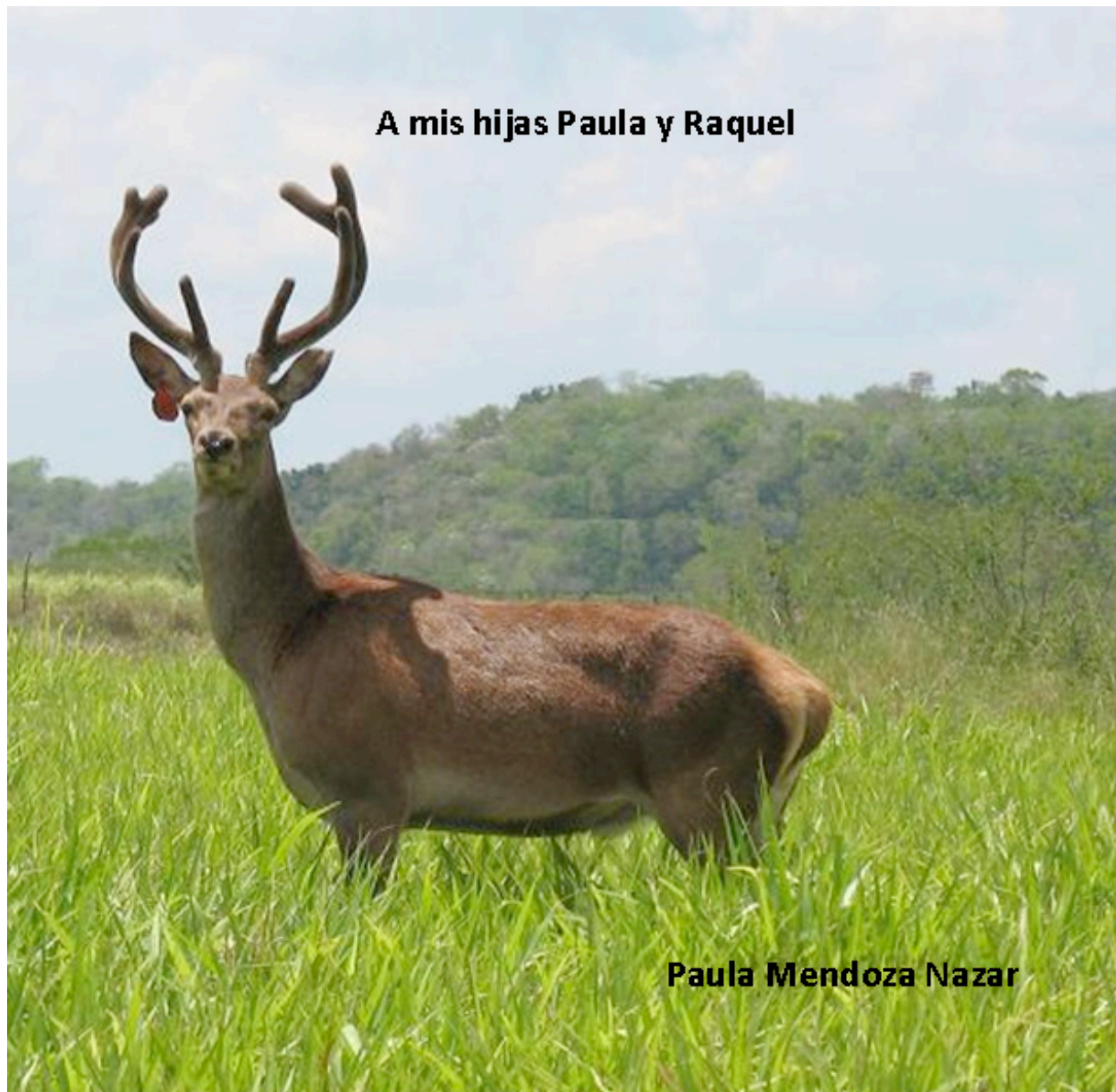
Paula Mendoza Nazar, Drs.  
School of Postgraduados, 2008.

## ABSTRACT

The red deer has potential development under intensive system because its temperament and gregarious habits. Venison is recognized to be high in protein and low in fat, energy and cholesterol. Is important to develop research under tropical conditions in agree of a sustainable ecological system. The present study was designed to evaluate the effect of the rumen-protected Met on weight gain and growth of the antlers of red deer. Besides, the semen traits of deer males were evaluated under tropical condition. For first objective all animals were in growing stage. Three levels of RPMet were evaluated: 2.5, 3.5, 4.5 g/d by animal. Also, blood biochemical analysis was applied at beginning and end of study. The variables were analyzed under randomized completely design with four replicates. Orthogonal contrast was used in means comparisons. The growth in length and thickness of the antlers was favoured by the supplementation of methionine ( $p \leq 0.07$ ). Moreover, only linear effect of RPMet was significant on weight gain, bony coronet and PGT. All semen traits in males were similar to the obtained in mating season under tempered climate. It is probable that the protein source in the supplement and the quality of the pasture would be contributing to supply adequate amounts of microbial methionine in duodenum. It is suggested that high level of RPMet must be evaluated in order of find better response.

**Key words:** supplementation, ruminally protected methionine, *Cervus elaphus*, antlers, characteristics semen, tropic

**DEDICATORIA**



**A mis hijas Paula y Raquel**

**Paula Mendoza Nazar**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor desea dar las gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT por el financiamiento otorgado para la realización de estudios de posgrado en el Colegio de Postgraduados.

A la Universidad Autónoma de Chiapas, por el apoyo para realizar estudios de posgrado.

Al Programa de Mejoramiento del Profesorado PROMEP, por la beca complementaria.

Por la confianza, facilidades y apoyo del director, personal técnico y de campo del Centro de Desarrollo Tecnológico de FIRA, "Tantakin".

A Degusta-Hülls en México por la donación del Mepron® M85, para la realización de esta investigación.

A la línea 11 de investigación "Sistema de producción agrícola, pecuaria, forestal, acuícola y pesquera" (Sub-línea Sistemas de producción intensivo, extensivo, en vida libre y traspatio) del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, México.

Al Dr. José G. Herrera Haro como Consejero y Director de esta investigación, con admiración y respeto mi sincero agradecimiento por el apoyo y confianza brindados y lo hago extensivo a su esposa e hijos.

Al Dr. Germán D. Mendoza Martínez por su constante apoyo y confianza brindados.

Al Dr. Luis Antonio Tarango Arámbula por su asesoría y disponibilidad para revisar la presente investigación.

Al Dr. José Ricardo Bárcena Gama por su asesoría.

Al Dr. Everardo Aceves Navarro por sus recomendaciones a la investigación realizada.

Al Dr. Juan Antonio Rivera Lorca por su asesoría y el apoyo en el trabajo de campo.

A la Dra. Laura Ramírez Cancino por el apoyo en el trabajo de campo.

Al MC. Horacio Ruiz Hernández por su asesoría y apoyo con equipo para la realización del trabajo de campo.

Indudablemente a mis padres, hermanas y hermano.

A mi esposo.

A mis adoradas hijas.

Y a l@s amig@s con quienes conviví y que harán entrañable esta etapa de mi vida.

G r a c i a s.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2. OBJETIVOS	6
3. HIPÓTESIS	7
4. REVISIÓN DE LITERATURA	8
4.1. Aspectos generales del ciervo rojo ( <i>Cervus elaphus</i> )	8
4.1.1. Descripción de la especie	9
4.1.2. Distribución del ciervo rojo en México	12
4.1.3.-Ciclo reproductivo del ciervo rojo	12
4.1.4. Astas: características, uso comercial, función y crecimiento	14
4.1.5. Técnicas de contención para el manejo de ciervo rojo	26
4.2. Aspectos nutricionales del ciervo rojo ( <i>Cervus elaphus</i> )	30
4.2.1. Hábitos alimenticios	30
4.2.2. Requerimientos nutricionales	31
4.2.3. Suplementación de Aminoácidos.	33
4.2.4. Metabolismo de la metionina	35
4.2.5. Efecto de la metionina en rumiantes	38
4.3. Infraestructura para el manejo del ciervo rojo	39
4.3.1. Corral de manejo	41
4.3.2. Pasillo principal	43
4.3.3. Diseños de corrales de manejo.	45
4.3.4. Corral de recepción	46
4.3.5. Mallas perimetrales	46
4.3.6. Cercas de seguridad	47
4.3.7. Cercos divisorios	48
4.3.8. Sombra	49
4.3.9. Comederos y bebederos	50
4.3.10. Básculas	52
4.3.11. Oficinas	52
CAPITULO I. EFECTO DE LA METIONINA PROTEGIDA EN GANANCIA DE PESO Y CRECIMIENTO DE ASTAS DE CIERVO ROJO ( <i>Cervus elaphus</i> ) EN EL TROPICO.	53
RESUMEN	53
1.1. INTRODUCCIÓN	55
1.2. MATERIALES Y MÉTODOS	58
1.3. RESULTADOS	62
1.4. DISCUSIÓN	66
1.5. CONCLUSIONES	70



CAPITULO II. EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE CIERVO ROJO (Cervus elaphus) AL INICIO DE LA EPOCA DE EMPADRE EN EL TRÓPICO	71
2.1. INTRODUCCIÓN	73
2.2. MATERIALES Y MÉTODOS	76
2.2.1. Metodología	77
2.2.2. Análisis de datos	81
2.3. RESULTADOS	82
2.4. DISCUSIÓN	86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	91
1. CONCLUSIONES	91
2. RECOMENDACIONES	92
LITERATURA CONSULTADA	93

## LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del ciervo rojo ( <i>Cervus elaphus</i> ).	32
Cuadro 2. Efecto de la suplementación de metionina protegida en la ganancia de peso vivo en ciervo rojo.	62
Cuadro 3. Promedio de las mediciones morfométricas de las astas y mandíbula inferior al final del periodo experimental.	63
Cuadro 4. Efecto de la suplementación de metionina protegida en el crecimiento de astas de ciervo rojo.	64
Cuadro 5. Valores bioquímicos en sangre de ciervo rojo suplementados con metionina protegida.	65
Cuadro 6. Coeficientes de correlaciones estadísticamente significativas, establecidas entre las variables evaluadas.	66
Cuadro 7. Medias y desviaciones estándar de características reproductivas de ciervo rojo a inicios de la época de empadre.	82
Cuadro 8. Medias y desviaciones estándar de características de las astas y longitud de la mandíbula de ciervo rojo a inicios de la época de empadre.	84
Cuadro 9. 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.	85

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. (a) Macho, (b) hembra y cervatillo de ciervo rojo.	10
Figura 2. Distribución exótica de ciervo rojo ( <i>Cervus elaphus</i> ) en México.	12
Figura 3. Ciervos con astas en terciopelo o velvet (a) y osificada (b)	16
Figura 4. Partes que componen las astas de los cérvidos	18
Figura 5. Cambio de la forma del pedúnculo con la edad	19
Figura 6. En las imágenes se muestra: a) árbol utilizado por los ciervos para deshacerse del velvet y, b) astas de ciervo rojo con diferente coloración.	20
Figura 7. Ciclo de crecimiento de las astas	21
Figura 8: Tipos de astas que pueden presentarse en los ciervos.	24
Figura 9. Corte de astas osificadas de ciervo rojo realizado en el Centro Tantakin, FIRA (a) contención física en el corral de manejo, (b) inmovilización química, (c) corte del asta con segueta, (d) asta cortada.	25
Figura 10. Contención física de ciervo rojo (a) corral accesorio lateral a la nave de manejo, (b) corral accesorio de madera dentro del corral de manejo.	27
Figura 11. Contención química para manejo del ciervo rojo realizada en el Centro de Tantakin, FIRA (a) contención física en corral accesorio dentro del corral de manejo, (b) aplicación fármaco vía intramuscular, (c) pérdida de coordinación por efecto del fármaco, (d) sujeción del animal para seguridad del personal y del propio animal.	29
Figura 12. Región anatómica para aplicación de inyecciones.	30
Figura 13. Ejemplo de un corral de manejo del Centro Tantakin, FIRA para ciervo rojo, elaborado con material disponible en la zona del trópico (a) vista anterior y (b) vista posterior, con respecto al acceso de los potreros.	41
Figura 14. Corrales accesorios del Centro Tantakin, FIRA (a) de madera y, (b) puerta giratoria de metal dentro del corral de manejo de ciervo rojo.	42
Figura 15. Pasillos principales del Centro Tantakin, FIRA (a) paredes oscurecidas, (b) corral accesorio con comunicación al pasillo principal, (c) pasillos con malla ciclónica, (d) pasillo principal vista desde los potreros, al fondo el corral de manejo de ciervo rojo.	44

Figura 16. Corral de manejo	45
Figura 17. (a) Mallas perimetrales del Centro Tantakin, FIRA (b) nudo de la malla galvanizada, (c) postes tratados con petróleo.	47
Figura 18. Ciervos dentro de las praderas del Centro Tantakin, FIRA, delimitadas por cercas.	48
Figura 19. Sombras artificiales (a) del Centro Tantakin, FIRA y naturales (b).	49
Figura 20. Comedero establecido en una zona alta del Centro Tantakin, FIRA, pedregosa (a) y comederos a base de madera (b, c) y recipientes de plástico (d).	50
Figura 21. Bebedero de madera con un orificio solo para la cabeza.	51
Figura 22. Ejemplo de básculas electrónicas utilizadas para ciervos, báscula electrónica con cajón (a) oscurecido (b), de precisión rápida (c).	52
Figura 23. Localización del área de estudio.	58
Figura 24. Medición de astas (a), longitud de la mandíbula inferior (b), obtención de sangre por punción en la vena yugular (c) y pesaje de los ciervos (d).	60
Figura 25. Inmovilización química (a), sujeción para manejo seguro (b) medición de las astas utilizando cinta métrica (c) y circunferencia escrotal utilizando un testímetro.	78
Figura 26. Obtención de sangre (a), colocación de electroeyaculador (b), colecta de semen (c), medición del volumen del eyaculado en tubo graduado (d) y del pH con tiras reactivas (e) y evaluación de las características microscópicas del semen de ciervo rojo (f).	79

## INTRODUCCIÓN GENERAL

El Ciervo Rojo es una especie exótica en la República Mexicana, la cual ha mostrado un gran potencial de desarrollo dentro de las granjas intensivas. Este cérvido se ha ganado la preferencia de los criadores por su temperamento apacible y sus hábitos gregarios que facilitan su manejo. La experiencia en el aprovechamiento comercial de los cérvidos se inició en Nueva Zelanda y ha ganado gran aceptación en numerosos países en el mundo al ser considerada como una opción para la diversificación de actividades agropecuarias en el medio rural. Esta especie cumple las exigencias actuales del mercado de una carne exótica que anteriormente se abastecía de manera ilegal a un precio alto, proporcionando un producto cárnico alto en proteína y bajo en grasas, energía y colesterol (Volpelli *et al.* 2003).

A diferencia de algunos países orientales como China, Japón y Corea, en los cuales el aprovechamiento intensivo de ciervos se realiza con el propósito de obtener astas en terciopelo y glándulas sebáceas, en México el aprovechamiento de esta especie, se ha considerado como una alternativa socioeconómica adoptada principalmente por ganaderos diversificados del norte del país para su aprovechamiento cinegético, región en la cual se localiza el 97% de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) destinadas a esta actividad propiciada por el tipo de tenencia de la tierra y la cercanía a los lugares de origen de los cazadores (Logan *et al.* 2003). A diferencia en las UMAs del centro y sur del país el objetivo principal es producir y comercializar la carne, piel y astas osificadas que se aprovechan para fines artesanales (González *et al.* 2003).

Los centros de producción de ciervo rojo existentes en México, como el Centro de Desarrollo Tecnológico “Tantakin”, propiedad de Fideicomisos de FIRA, juegan un papel importante para realizar estudios concernientes a esta especie, en las condiciones del trópico, generando conocimientos técnicos y científicos, basados tanto en consideraciones ecológicas, como producción animal, permitiendo la obtención de beneficios económicos, sin detrimento del recurso animal y vegetal. En la mayoría de estos sistemas de granja se tiene la oportunidad de influir en la conducta productiva y reproductiva de los animales, mediante la suplementación alimenticia de machos, hembras y animales en ceba de acuerdo a sus requerimientos específicos. En el aspecto reproductivo, es posible modificar el tiempo que permanecen juntos ambos sexos, aplicar selección artificial, separación de animales por sexo y por edad, y prevención de competencia agresiva entre machos durante el periodo reproductivo. Esto aumenta las posibilidades de considerar estrategias de conducta y relaciones sociales entre animales que podrían afectar el desempeño reproductivo (Asher *et al.* 1996)

El ciervo rojo (*Cervus elaphus*) está clasificado en doce subespecies, distribuidas por Europa, Asia y el Norte de África, es una de las especies más grandes de cérvidos; su reproducción es poliéstrica estacional con tres ciclos por estación durante el otoño, con duración de alrededor de 18 a 21 días cada uno. En cada ciclo la hembra acepta al macho durante 12 o 24 horas, con un estro de 15 a 20 minutos y con ovulación espontánea durante el apareamiento. Este periodo 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 de fertilizar el ovulo 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. En el macho, estos factores pueden actuar negativamente en la espermatogénesis, ocasionando 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).

La alimentación del ciervo rojo consiste de brotes, ramas y corteza de árboles y arbustos, aunque también puede comer algunos pastos, hierbas, hongos y cultivos domésticos. Es posible que esta plasticidad en el comportamiento alimentario del ciervo, le permita adecuar fácilmente el consumo de las diferentes categorías vegetales a los cambios tanto temporales como espaciales o geográficos de la disponibilidad de los recursos alimentarios (Garin, 2001). Sin entrar en consideraciones sobre la incidencia que la disponibilidad de alimento puede ejercer sobre la calidad de la dieta en las poblaciones de ciervos, parece evidente una tendencia general: el descenso del componente herbáceo en la dieta durante el o los periodos desfavorables. Se han realizado investigaciones en rumiantes que indican la conveniencia de incluir en la ración diaria fuentes de proteína de lenta degradación en el rumen, optimizar la fermentación ruminal y síntesis de proteína microbiana y

suministrar aminoácidos que resistan la fermentación microbiana con el propósito de aumentar la cantidad de aminoácidos que puedan ser absorbidos en el intestino delgado (Liker *et al.* 2006; Lara *et al.* 2003).

La metionina y lisina son generalmente los primeros aminoácidos limitantes en los rumiantes (Kung y Rode, 1996). La metionina es un aminoácido esencial que limita el crecimiento y desarrollo corporal de los rumiantes jóvenes (Merchen y Titgemeyer, 1992), el rendimiento y calidad de la leche en vacas de alta producción (Hansen, *et al.* 1991) y la producción de lana en borregos (Mata *et al.* 1995) y borregas preñadas (Frey *et al.* 2003) y es un componente esencial en la formación de mucopolisacáridos que componen los huesos.



## **1. Planteamiento del problema**

Las astas de los cérvidos son los únicos entre los huesos de los animales, que crecen y son mudadas cada año, son consideradas como características sexuales secundarias, y son un indicativo de la calidad del macho, al igual que un reflejo de la condición corporal y del consumo de alimento, constituyendo del 1 al 5 % del peso corporal (Landete-Castillejos 2007). Existen investigaciones en ciervos que sugieren que la condición corporal influye en el tamaño de las astas y si el proceso de alimentación no suministra los requerimientos nutricionales necesarios para el crecimiento de éstas, el animal debe reabsorber nutrientes de su propio cuerpo. El forraje es generalmente la única fuente de alimento de los ciervos, en ciertas condiciones, como ocurre en la época de sequía, afecta el desempeño de los animales al ser de menor calidad y no cubrir los requerimientos nutricionales. De ahí la conveniencia de incluir en la ración diaria fuentes de proteína de lenta degradación en el rumen, que permitan que el animal no pierda peso durante el crecimiento anual de las astas. Diversas investigaciones han considerado a las astas como un indicador de la producción y calidad del semen. En este sentido existen pocos estudios sobre las características macro y microscópicas del semen del ciervo rojo en las condiciones de trópico; de ahí la importancia de conocer el efecto de la suplementación de aminoácidos y de las características del semen a inicios de la época de empadre del ciervo rojo, en las condiciones de trópico, que permitan mejorar los sistemas de producción de las granjas.

## 2. Objetivos

- Evaluar el efecto de la metionina protegida en la ganancia de peso y crecimiento de las astas de ciervo rojo.
- Evaluar el efecto de la suplementación de metionina protegida en los valores bioquímicos en sangre de ciervo rojo.
- Evaluar las características del semen de ciervo rojo (*Cervus elaphus*) en el trópico, a inicios de la temporada de empadre, colectado mediante electroeyaculación.

### **3. Hipótesis**

- La suplementación de metionina protegida incrementa la ganancia de peso y el crecimiento de las astas de ciervo rojo.
- La identificación de ciervos rojos con problemas reproductivos, mediante la evaluación de las características del semen a inicios de la época de empareamiento, la eficiencia reproductiva en las granjas comerciales o centros de cría.

## 4. Revisión de literatura

### 4.1. Aspectos generales del ciervo rojo (*Cervus elaphus*)

Posee una de las distribuciones naturales más amplias, cubriendo Norteamérica, Europa, Norte de África y Asia. Habita varios tipos de hábitat, desde bosques densos de coníferas, hasta pastizales y chaparrales, permaneciendo la mayor parte del día en áreas arboladas. Son animales migratorios y altamente gregarios, llegando a formar manadas de más de mil individuos. Su dieta es variada, aunque se alimentan principalmente de pastos, ramas y hojas. El apareamiento se realiza principalmente a principios del otoño, dando a luz usualmente una cría, después de un período de gestación de 235 días. La lactancia dura de 4 a 7 meses y las hembras alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 2 años y 4 meses. La longevidad promedio en vida libre es de 15 años (Álvarez-Romero y Medellín, 2005).

**Hábitos:** Es activo generalmente al inicio de la mañana y avanzada la tarde. Esta especie permanece la mayor parte del día dentro del bosque, saliendo a zonas abiertas sólo por las noches.

**Socialización:** Es una especie altamente gregaria, llegando a formar agrupaciones de hasta 400 o 1000 (invierno en Norteamérica) individuos. Estas agrupaciones están conformadas por manadas discretas de 4 a 7 individuos (sin contar a las crías) que ocupan áreas definidas y se mantienen durante la mayor parte del año. Estos grupos son generalmente de machos y hembras por separado (Ceacero *et al.* 2007). Cada grupo presenta una jerarquía mantenida por gestos, patadas y persecuciones. Las peleas entre los machos por las hembras son frecuentes a veces ocasionándose

heridas severas. El ámbito hogareño de las hijas hembras puede sobrelaparse parcialmente con el de la madre, en los machos esto no sucede. En Escocia se encontraron densidades de un individuo cada 10 hectáreas hasta un individuo cada 120 hectáreas. Las hembras en esas poblaciones presentaron ámbitos hogareños de aproximadamente 60 ha en el verano y de 40 ha en el invierno, mientras que los machos presentaron ámbitos de 40 ha y 25 ha, respectivamente (Carranza y Valencia, 1992). De acuerdo con Kingdon (1997), las hembras y los machos llevan preferentemente una vida separada, hasta la temporada de celo y los machos son fuertemente jerárquicos, siendo los dominantes los que pueden aparearse con las hembras en estro.

#### **4.1.1. Descripción de la especie**

El ciervo posee un pelaje donde predomina el color marrón uniforme, con la zona ventral de tono más claro y un escudo anal también de tono más claro hasta casi blanco, con la cola corta de color marrón claro (Álvarez-Romero y Medellín, 2005). Los cervatillos tienen un pelaje característico con fondo marrón y manchas o "pintas" blancas (Figura 1b) que mantienen durante aproximadamente los tres primeros meses de vida (Geist, 1998). Las hembras poseen 4 mamas en posición ventro-posterior. La fórmula dental en el ciervo es I 0/3, C 1/1, P 3/3, M 3/3. Carece de incisivos superiores y el canino inferior se ha modificado hasta adoptar forma de incisivo. Presentan dentadura juvenil o de leche que van renovando progresivamente. El patrón de emergencia de las piezas dentales permanentes es útil en la determinación de la edad durante los tres primeros años de vida (Azorit *et al.* 2002a). A partir de esa edad se utilizan los anillos de crecimiento del cemento

dental en la raíz de incisivos y caninos así como entre las raíces de los molares (Azorit *et al.* 2002 b,c,d). Los dientes permanentes no crecen más una vez han emergido y se van desgastando con el uso. Los machos desgastan los dientes a una tasa mayor que las hembras, especialmente durante la madurez reproductiva (entre los 6 y los 9 años), de modo que agotan los primeros molares antes que las hembras (Carranza *et al.* 2004).



Figura 1. (a) Macho, (b) hembra y cervatillo de ciervo rojo.

Existe dimorfismo sexual en tamaño (Figura 1). Los machos, a partir de dos años de edad, tienen una longitud total cabeza-cola entre 160 y 220 cm, una altura a la cruz entre 90 y 120 cm, tarso entre 35 y 47 cm, y peso entre 80 y 160 kg. Las hembras a partir de dos años miden de la cabeza a la cola entre 160 y 195 cm, altura a la cruz entre 90 y 110 cm, tarso entre 35 y 45 cm, y peso entre 50 y 100 kg. El crecimiento corporal y desarrollo de las cuernas está relacionado con las condiciones ambientales y con la densidad poblacional (Azorit *et al.* 2002e; 2003; Fierro *et al.*

2002), por lo que el tamaño y el peso corporal son caracteres altamente variables entre poblaciones.

Los machos a partir del primer año desarrollan cuernas de origen óseo, que renuevan todos los años. Las hembras carecen de cuernas. Las cuernas son caracteres producidos por selección sexual que se emplean en las luchas que tienen lugar durante el período de celo. Están formadas por un tronco central que se ramifica en puntas o candiles. En el ciervo adulto, pueden distinguirse de abajo arriba los siguientes tipos de puntas, aunque no todas están presentes en todos los ejemplares: dos pares de luchaderas, un par de puntas centrales y un número muy variable de puntas en la parte superior llamada corona. Las cuernas de los animales de un año suelen consistir en un par de varas no ramificadas, aunque pueden presentar ya varias puntas en algunos ejemplares. Al segundo año puede tener ya entre 6 y 12 puntas y tiende a aumentar su tamaño y número de puntas en los años siguientes. El tamaño de la primera cuerna está relacionado con la cantidad de leche proporcionada por la madre (Gaspar-López *et al.* 2008). La formación de las cuernas es costosa pues en individuos mantenidos en cautividad la profundidad del hueso cortical y el porcentaje mineral y de proteínas es mayor que la observada en individuos en libertad (Ceacero y Gallego, 2008).

#### 4.1.2. Distribución del ciervo rojo en México



Fuente: SUMA, INE-SEMARNAP 2000

Figura 2. Distribución exótica de ciervo rojo (*Cervus elaphus*) en México.

Los puntos rojos en la figura 2, muestran la ubicación aproximada de cada una de las UMAs que contienen a la especie, aunque no reflejan el tamaño ni la forma de cada una de éstas.

#### 4.1.3.-Ciclo reproductivo del ciervo rojo

Los ciervos alcanzan a la pubertad entre los 14 y 16 meses y su madurez sexual a los 2 años (Moore, 1982). En las hembras ocurre aproximadamente a los 28 meses y pueden tener un parto por año. Los machos inician su actividad sexual a los dos años, pero requieren más tiempo para competir con los machos más grandes (Nowak, 1991). Sin embargo se ha comprobado que la madurez sexual depende más del peso que de la edad del animal. En condiciones de muy buena alimentación, hasta el 70% de las hembras jóvenes de un año y medio de edad inician el celo. De los 12 a los 13 años de edad, las ciervas suelen perder la capacidad de reproducción (Montoya, 1999 y Asher *et al.* 1996). Las horas luz son un factor importante para la



presentación de la pubertad ya que la mayoría de los ciervos manifiestan su madurez sexual cuando los días son más cortos (Meikle *et al.* 1992). La influencia del fotoperíodo se manifiesta también en ciclos anuales de consumo voluntario, actividad reproductiva y muda de la cornamenta. Esto adapta al ciervo a los cambios estacionales de clima y disponibilidad de alimento (Kay *et al.* 1981).

Un macho termina la mayor parte de su desarrollo corporal hacia los 5 años y a partir de los 6 se esperaría que ya tenga un harém durante la época de celo. Los machos a los 9 años empiezan a decaer en cuanto a su condición corporal y pierden su vigor reproductivo, dejando de interesarse por la supremacía ante otros machos y por el apareamiento con las hembras. La actividad reproductiva exitosa es corta, no más de 4 años (Carranza *et al.* 2004). En Norteamérica y Europa el apareamiento ocurre a principios del otoño y los nacimientos a finales de la primavera. El tiempo de gestación de la cierva europea es de 235 días, pariendo generalmente una sola cría, la cual desteta a los 4-7 meses (Nowak, 1991). Esta especie es poliéstrica estacional con 3 ciclos estrales durante el otoño, con duración de 18 a 21 días cada uno. En cada ciclo la hembra acepta al macho durante 12 o 24 horas, con un estro de 15 a 20 minutos y con ovulación espontánea durante el apareamiento. Este periodo se presenta generalmente al atardecer, durante la noche y en días lluviosos o nublados (Asher *et al.* 1996; 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 luz. La primera ovulación puede ocurrir sin que esté la hembra en estro. La conducta estral exhibida por las hembras durante el estro es mínima. Se ha observado que en ocasiones una hembra monta a otra (Mylrea, 1988). Cuando el celo se atrasa y se

observa su presencia para los meses de octubre o de noviembre es señal de que la alimentación ha sido de mala o de que se tienen animales muy jóvenes en el rebaño.

Durante la época reproductiva ocurre un cambio marcado en el comportamiento de los machos, caracterizado por la hiperactividad sexual, a menudo manifestado con repetidas vocalizaciones, marcada territorialidad, defensa del harem y dramática reducción del consumo voluntario (Asher *et al.* 1996). También se observa un cambio en el temperamento dócil que presentan los machos cuando las astas están cubiertas de terciopelo, hasta la marcada agresividad que muestran durante la época reproductiva (Martínez, 1995). Durante el celo, los machos luchan entre ellos para definir jerarquías y de esa manera se seleccionan los sementales que tienen mayor superioridad, como los individuos encargados de cubrir al harem. La condición corporal de los machos al terminar el periodo de brama es baja, perdiendo aproximadamente el 20% de su peso inicial (Montoya, 1999).

#### **4.1.4. Astas: características, uso comercial, función y crecimiento**

En el caso de la familia de los bóvidos, los cuernos son prolongaciones del hueso frontal de la cabeza del animal y por lo tanto constituyen verdaderos huesos vivos, que permanecen como tales durante toda la vida del animal (Villarreal, 2006). En contraste con lo anterior, las cuernas o astas de los cérvidos, también son huesos o prolongaciones óseas macizas, normalmente caducas, de origen dermo-epidérmico, cuyo desarrollo viene determinado por la alimentación, edad, densidad, estructura de población, estado sanitario de los animales y herencia, siendo la testosterona, la hormona directamente implicada en el desarrollo de las astas (Mena-Guerrero *et al.* 1996). Las astas se desarrollan a partir del hueso frontal de la cabeza

del animal, pero con la particularidad de que no están cubiertos o enfundados como en el caso de los cuernos. Las astas son mudadas y regeneradas año con año, están formadas de aproximadamente 43% de proteína y el resto de minerales principalmente calcio y fósforo. Durante la etapa de desarrollo de las astas, permanecen cubiertas por una membrana o pielecilla muy delgada y sensible, forrada de pelo y que por su textura es común que se le denomine terciopelo o velvet (Ramírez, 2004). Las astas constituyen el 1 al 5% del peso vivo del animal y se cree que su función más importante en los machos es la de determinar el éxito de su apareamiento, debido a que su endurecimiento ocurre en el periodo de apareamiento. Las astas de hecho, constituyen un símbolo de la posición o jerarquía que guardan los machos dentro de la población a la que pertenecen y lo logran a base de peleas entre ellos. Su tamaño y dureza están directamente asociados con factores genéticos, edad y a su vez reflejan su condición corporal y la condición nutricional del hábitat. Las astas incrementan en tamaño (en un punto) conforme el animal envejece. Una vez que termina el período de apareamiento, las astas se deterioran produciéndose necrosis, debilitamiento en la base, lo que propicia su caída, aproximadamente entre diciembre y febrero (Landete-Castillejos *et al.* 2007; Ramírez, 2004).

### **Utilización comercial de las astas**

Las astas del ciervo han sido utilizadas en la medicina tradicional china desde hace unos 2000 años a.C. Actualmente es un producto utilizado en la industria medicinal, principalmente como tratamiento para anemia, artritis e impotencia sexual; observándose efectos androgénicos, gonadotrópicos, hematopoyéticos, antiestrés, hipotenso, afrodisíaco y hemostáticos. Así como promotor de crecimiento en la

adolescencia (Cossio, 1997). La producción comercial de astas de cérvidos constituye una actividad pecuaria redituable por unidad de superficie en Nueva Zelanda, donde se produce el 50% de la demanda mundial. El resto se obtiene principalmente de China, Rusia, Estados Unidos, Corea, Canadá y Australia (Shimada, 2003).



Figura 3. Ciervos con astas en terciopelo o velvet (a) y osificada (b)

### **Características de las astas**

El hueso frontal cerca del proceso supraorbital, tiene una proyección llamada pedúnculo, compuesto en su mayoría por hueso trabecular, el cual sobresale de la piel y da origen a las astas del ciervo. La corona marca la unión pedúnculo-astas, conforme el animal crece, la piel que rodea el pedúnculo se expande y crece, cuando las astas caen, la piel se recupera rápidamente sobre los pedúnculos y el crecimiento de las nuevas astas comienza (Fennessy *et al.* 1984 y Denholm, 1988).

Las astas consisten principalmente en filamentos de keratina provisto de vasos sanguíneos y nervios. Al principio es únicamente cartílago, cubierto por una fina capa de pelaje semejante al terciopelo (Figura 3a). Las astas con el tiempo pierden su irrigación, se mineralizan perdiendo el velvet (Figura 3b) y finalmente se

convierten en hueso sólido (Fennessy *et al.* 1984). Son semejantes a otras partes del esqueleto, respecto a su composición mineral (Kay, *et al.* 1981).

El crecimiento al principio se encuentra provista por la arteria temporal superficial después se ramifica dando lugar a la arteria coronaria lateral y media. El elevado volumen de flujo de sangre a las astas se encuentra evidenciado por la alta temperatura cutánea. Las arterias del velvet tienen una gruesa pared compuesta de fibras musculares entreteljadas, pensando en la importante limitación de pérdida sanguínea por constricción rápida en respuesta a lesiones mecánicas durante peleas y vertimiento del velvet sobre las astas maduras (Denholm, 1988<sub>a</sub>).

El crecimiento de las astas impone un requerimiento de minerales adicional en los machos, y una deficiencia de calcio o fósforo que puede limitar el apetito y el crecimiento. Sin embargo las astas crecen solo en los meses de verano cuando la comida es abundante. En promedio no contienen más minerales de los que secreta una hembra durante toda la lactancia (Kay *et al.* 1981). En las astas se depositan cerca de 50 g de minerales diariamente incluyendo 20 g de calcio y 10 g de fósforo (Drew, 1984).

### **Partes que conforman las astas**

La conformación de las astas (Figura 4) está dada por varias secciones, mismas que de acuerdo a su ubicación se denominan: base (corona), rama principal, rama frontal, rama secundaria, rama terciaria y corona; compuesta a su vez por 4 ramas. 2 delanteras llamadas, ramas reales y dos traseras llamadas ramas subreales (Montoya, 1999).

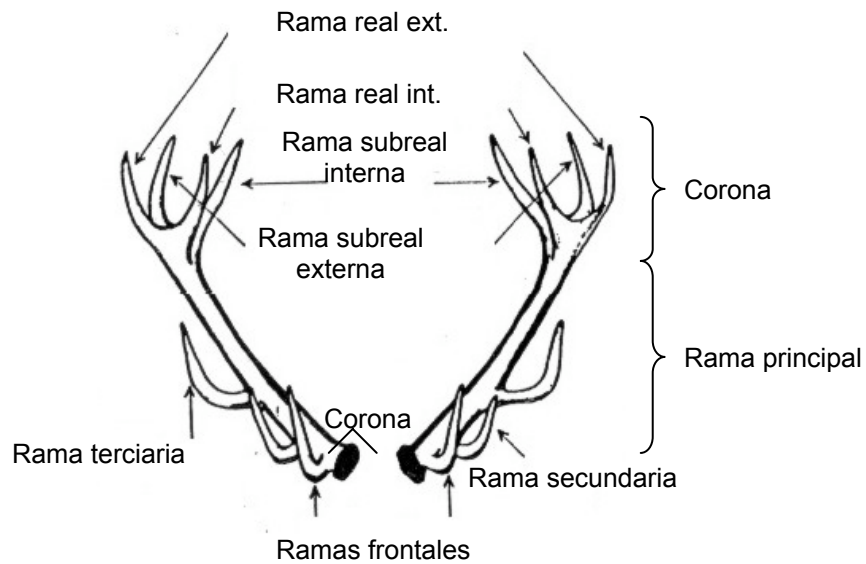


Figura 4. Partes que componen las astas de los cérvidos

La importancia de cada una de ellas dentro del mercado, radica en que se les atribuyen diferentes propiedades medicinales o reconstituyentes, al contar con diversos componentes minerales, hormonales y de lípidos (FIRA, 1998). Las astas se asientan siempre sobre el pedúnculo el cual se encuentra cubierto de denso pelo. En la base de las astas y en contacto con el pedúnculo. Se observa la corona con pequeñas protuberancias llamadas perlas o granos (Figura 5). La corona, es convexa en los animales jóvenes (menores de 5 años) (plana en los de edad adulta (alrededor de los 10 años) y cóncava en los animales más viejos además, se hace más corto con la edad. Esto es debido a que en cada muda existe una pérdida del pedúnculo junto con las astas. Un animal joven tiene astas claramente visibles sobre el cráneo, un animal viejo por el contrario la tiene hundida en el cráneo. De esta manera podemos tener una idea de la edad aproximada del animal al observar su cornamenta ya caduca (Montoya, 1999).

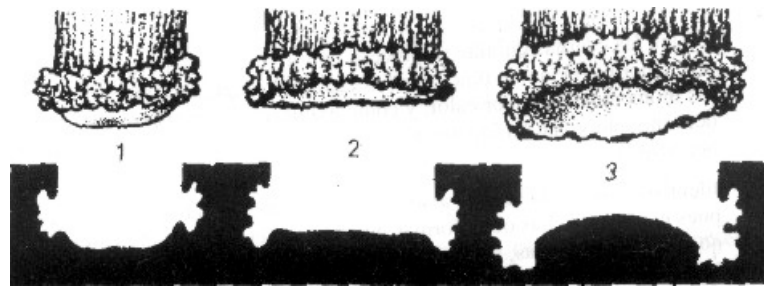


Figura 5. Cambio de la forma del pedúnculo con la edad

Después de que la sangre que irriga el velvet se seca, los animales sienten algunas molestias por lo cual se frotan para eliminar los residuos. Quedando únicamente el asta osificada. Esto sucede antes de la época de brama (Fennessy *et al.* 1984). Los árboles dañados por el frotamiento de las astas no deben cortarse, por que los animales acostumbran usar los mismos y si estos no están dañarán nuevos (Figura 6). La coloración de las astas, es el resultado del manchado oscuro que se produce por efecto de la hemoglobina contenida en la sangre que queda atrapada en el tejido del “terciopelo” cuando éste se seca y del manchado adicional que adquieren las mismas de la carotina (pigmento orgánico) y otras sustancias químicas que existen en la corteza de los troncos y ramas en donde el ciervo talla sus astas al finalizar el ciclo de su crecimiento (Montoya, 1999).



Figura 6. En las imágenes se muestra: a) árbol utilizado por los ciervos para deshacerse del velvet y, b) astas de ciervo rojo con diferente coloración.

### **Ciclo de crecimiento**

Los pedúnculos y las primeras astas normalmente se desarrollan cuando los machos cuentan con un año de edad. El primer par de astas no presenta ramificaciones. El desarrollo del pedúnculo está relacionado ampliamente con el peso, debido a que se ha observado que inicia primero en los cervatillos que tienen una mejor nutrición dentro de un mismo grupo (Meikle *et al.* 1992). La corona es evidente después de 11 semanas de crecimiento de las astas y se forma de 5-6 cm sobre el cráneo y el crecimiento de los pedúnculos es de 7 a 8 semanas. En la región noreste de México inician su crecimiento al final de la primavera (finales de mayo y junio), que llegan al velvet a principios del otoño (fines de septiembre). Después del empadre y a mediados del invierno (febrero), tiran las astas y se inicia un nuevo ciclo de crecimiento (figura 7). En la Península de Yucatán, el crecimiento de las astas en



Ciervo rojo empieza a mediados de marzo, la caída del velvet se lleva a cabo a finales de julio y principios de agosto. La caída de las astas generalmente acontece alrededor de marzo (FIRA, 1998).



Figura 7. Ciclo de crecimiento de las astas

El patrón estacional de crecimiento de las astas es relativo a los eventos del ciclo sexual. En los machos maduros, la caída de las astas en la primavera es asociada con el aumento de la concentración de las hormonas sexuales masculinas (testosterona), y esta relacionado con el fotoperíodo, el ciclo anual de crecimiento de las astas es ligado al ciclo anual en tamaño testicular, espermatogénesis, androgénesis, conducta reproductiva (brama) y actividad metabólica. Cuando aumenta la testosterona inicia la maduración de las astas y el crecimiento del velvet el cual cubre y nutre el desarrollo de las astas durante su crecimiento y osificación (Fennessy *et al.* 1984). En respuesta a la testosterona del desarrollo testicular entre

4 y 9 meses de edad. El crecimiento del pedúnculo inicia y continua por varios meses durante el primer año de vida. El crecimiento de las primeras astas es continuo, conforme avanza el crecimiento la longitud del pedúnculo no aumenta pero si el diámetro que aumenta con la edad, por incremento en las capas (Denholm, 1988<sub>a</sub>).

### **Factores que afectan el crecimiento de las astas**

La **heredabilidad**, es alta ( $h^2 > 0.50$ ) en cuanto a la producción de astas. Por lo tanto, si se crían machos con astas grandes dentro de una manada estas serán heredadas a su descendencia, lo que permitirá que los machos de la siguiente generación también las tengan.

**Nutrición.** Debido a la repartición de nutrientes entre el crecimiento de las astas y el crecimiento corporal, la nutrición es el factor más importante en el crecimiento de las astas. La alimentación extra a finales del invierno acelerará la fecha de caída de las astas y puede dar un crecimiento extra del velvet.

Los **factores climáticos** pueden también ser importantes. Temperaturas bajas pueden traer una reducción de las provisiones de nutrientes para el crecimiento de las astas, así como del flujo de sangre (Fennessy *et al.* 1984).

El suplemento enriquecido con minerales, por ejemplo hidróxido de calcio, es a menudo proporcionado a los machos con la finalidad de un mayor crecimiento de las astas. Esto se hace usualmente en el invierno. La suplementación de minerales puede justificarse solo si la deficiencia o desbalance de minerales produce una disminución en el apetito, o en caso de que las reservas óseas se hayan deteriorado (Kay *et al.* 1981).

## **Corte y producción**

Las astas se pueden cortar en época de crecimiento (velvet) o calcificadas, dependiendo del interés de cada productor. Cuando se hace el corte de astas en crecimiento, es recomendable hacerlo antes de la época de celo, debido a que los ciervos son más tranquilos y fáciles de manejar que los ciervos con astas calcificadas. Es recomendable realizar el corte a los 60-70 días después de la caída del remanente del corte anterior o del asta dura o calcificada. Cuando el asta se corta tarde y la calcificación ha comenzado, el precio del producto decrece notablemente. Si el asta en crecimiento es cortada en forma adecuada tiene mayor valor comercial (FIRA, 1998). La desventaja es que pueden ocasionarse lesiones o fracturas. Cuando las astas se cortan osificadas se tiene la ventaja de que no es necesaria analgesia, no se presenta hemorragia y hay menor estrés y riesgo para los animales. Si se realiza una correcta amputación, no debe generarse problemas a los animales y previene de accidentes a los trabajadores (Denholm, 1988<sub>a</sub>).

El momento óptimo de corte es cuando la parte superior se encuentra formando el bulbo, a partir del cual se formará la corona y cuando aún se encuentra redondeado; antes de que comiencen a adelgazarse las puntas que salen de la rama principal, ya que esto es indicativo de que se ha iniciado la calcificación (Cossio, 1997).

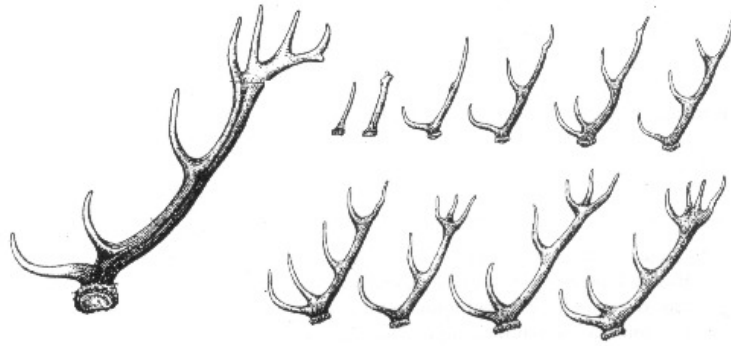


Figura 8: Tipos de astas que pueden presentarse en los ciervos.

Los machos producen en promedio 4 a 5 kg de velvet y las astas osificadas pueden llegar a los 7 Kg. Con la edad aumenta el tamaño de las astas y su número de ramas reales (Fennessy *et al.* 1984). La clasificación de la calidad de las astas, de acuerdo a los estándares exigidos por los mercados, está basada en la circunferencia, largo, condición de las puntas, conformación e integridad de las mismas (Figura 8). Estas características están determinadas a su vez por la genética, la edad del asta al corte, la forma en que se lleve a cabo la cosecha y por el medio ambiente (Cossio, 1997).

La poca o nula producción de astas en terciopelo o velvet en México podría atribuirse a lo que ocurre en países como Argentina, donde la comercialización de velvet producido por granjas particulares hacia el mercado oriental, está condicionada por un volumen mínimo. Ya que los compradores encuentran atractiva la negociación cuando se asegura como mínimo un contenedor con capacidad de tres toneladas. Bajo estas condiciones las ventas de este producto resultan económicamente redituables. El precio del velvet en la cordillera Argentina (según

datos obtenidos del Diario Bolsón, de éste País) bajó de 150 a 40 dólares el kilo, por la sobreoferta del principal país productor que es Nueva Zelandia.

### **Método para el corte de astas.**

El corte se debe realizar durante las horas menos calurosas del día, preferentemente por la mañana, especialmente si se utiliza anestesia, para evitar un choque térmico en los ciervos (Figura 10). Los animales pueden someterse mediante contención física o química. La contención física se realiza utilizando prensas diseñadas especialmente para ciervos. Estas pueden ser mecánicas o hidráulicas y deben estar ubicadas en los corrales (Cossio, 1997).



Figura 9. Corte de astas osificadas de ciervo rojo realizado en el Centro Tantakin, FIRA (a) contención física en el corral de manejo, (b) inmovilización química, (c) corte del asta con segueta, (d) asta cortada.

Las astas son cortadas deben colocarse con la porción del corte hacia arriba, para evitar que la sangre escurra. Se dejan así hasta que se enfríen, se colocan en bolsas de plástico y se congelan tan pronto como sea posible. Hay que evitar aplastarlas ya que el bulbo puede deformarse. Deben mantenerse en congelamiento hasta que vayan a ser procesadas. Las astas en velvet recién cosechadas se congelan *in situ*; el procesamiento industrial del producto consiste en desecarlas lentamente y rebanarlas transversalmente en hojuelas delgadas o molerlas, para extraer la fracción lípida con alcohol (para obtener pantocrina) o con agua caliente (aunque la ebullición parece estar contraindicada en términos de la actividad farmacológica del producto resultante (Shimada, 2003). Es conveniente llevar un control de la producción de velvet mediante el etiquetado las astas para la identificación del ciervo, con la fecha de caída del botón, fecha del corte, días al corte, edad del ciervo, peso del asta etc. De esta manera se llevan registros para seleccionar a los animales posteriormente (Gual, 1997).

#### **4.1.5. Técnicas de contención para el manejo de ciervo rojo**

La contención es una técnica de manejo que puede ser utilizada para diversas actividades: corte de astas, vacunaciones, desparasitación, revisiones clínicas, identificación, inseminación artificial, colecta de semen, etc. Es necesario considerar las armas que los ciervos pueden utilizar para defenderse, normalmente la amenaza comienza con las patas delanteras o con las astas, seguido por el rechinar de los dientes y un golpe con la cabeza hacia arriba; en ocasiones las orejas las dirigen hacia atrás y el labio superior se encuentra retraído, mostrando la mucosa oral en el momento en el cual se disponen a defenderse. Cuando se lleva a cabo la contención

de los animales es necesario tomar en cuenta que la técnica debe ser segura para el animal y para la persona que lo manejará. El método de contención debe ser adecuado para el procedimiento que se va a realizar. Existen dos formas de contención: física y química.

**Contención física:** Los diferentes procedimientos de contención física dependerán del tipo de instalaciones y del procedimiento que se requiere realizar. Generalmente debe dividirse el hato en grupos pequeños. (Figura 10a).



Figura 10. Contención física de ciervo rojo (a) corral accesorio lateral a la nave de manejo, (b) corral accesorio de madera dentro del corral de manejo.

Los animales adultos, deben ser manipulados en el corral de manejo y con ayuda de las puertas giratorias, donde se agrupan varios ciervos y se presionan (Figura 10b). Al eliminar espacio entre ellos, pierden la oportunidad de patear. Las puertas deben tener por lo menos un metro de alto con lámina corrida, sin espacios, para no permitir que los ciervos introduzcan una pata y puedan lastimarse o lastimar al personal. Si es necesario entrar a las praderas en donde se hallan los animales, es necesario protegerse con ayuda de alguna barrera física. No se debe en ningún

momento golpear a los animales, con agitar algún objeto y estirar las manos será suficiente (FIRA, 1998). El manejo debe hacerse de forma lenta, el mismo manejo de acuerdo con las circunstancias puede variar de 30 minutos a dos horas. En el corral de manejo se puede implementar alimentación. Ya que si regularmente tienen experiencias negativas en los corrales será más difícil su manejo (Denholm, 1988<sub>b</sub>).

Las actividades que muestran los ciervos pueden ser usadas para determinar el bienestar del animal. Los indicadores conductuales de que el animal está estresado son: apatía, estereotipo, conducta agresiva, no dirigidos, inhabilidad para llevar a cabo conductas normales. Un indicativo de contar con condiciones adecuadas es la actitud de juego, lo cual se manifiesta en ambientes en donde las necesidades físicas y sociales han sido cubiertas. Tanto el aislamiento como la mezcla con animales extraños inducen el incremento en el caminar y olfatear el lugar. El olfateo puede relacionarse con el intento de escapar o con la exploración. Por lo que es recomendable poner atención a su actitud con respecto al ambiente (Pollard, 1993).

**Contención química:** La contención química debe ser utilizada sólo en caso de ser estrictamente necesario, ya que la recuperación generalmente es peligrosa para el animal (Figura 11). El fármaco debe aplicarse vía intramuscular bajo supervisión de personal experimentado, al igual que la dosis empleada y los antagónicos. Los anestésicos producen diferente reacción cuando están solos o combinados, por lo que pueden ser riesgosos sino se tienen los conocimientos adecuados de su funcionamiento. Las circunstancias de inmovilización son diferentes en cada animal y considerar los motivos por los cuales se llevara a cabo la contención: captura, transporte, toma de muestras, marcado, tratamiento, instrumentación y remoción de



trampas. Cuando se utiliza la contención química, hay factores que se deben considerar antes, durante y después de la inmovilización como son: el sexo, edad, peso, estación, condición física, condición psicológica, humedad relativa, ambiente y la selección de drogas apropiadas.



Figura 11. Contención química para manejo del ciervo rojo realizada en el Centro de Tantakin, FIRA (a) contención física en corral accesorio dentro del corral de manejo, (b) aplicación fármaco vía intramuscular, (c) pérdida de coordinación por efecto del fármaco, (d) sujeción del animal para seguridad del personal y del propio animal.

La mejor área para la aplicación de los fármacos es la parte superior de los miembros traseros (Figura 12). Ya que en estos músculos hay una buena absorción de los analgésicos. Por otro lado si el animal tiene una condición corporal muy buena el proyectil no llegará al músculo y la absorción no será la adecuada. En animales

grandes se puede aplicar en el cuello o sobre el hombro. Pero se corre el riesgo de pegar en la escápula o en las arterias (English, 1988).

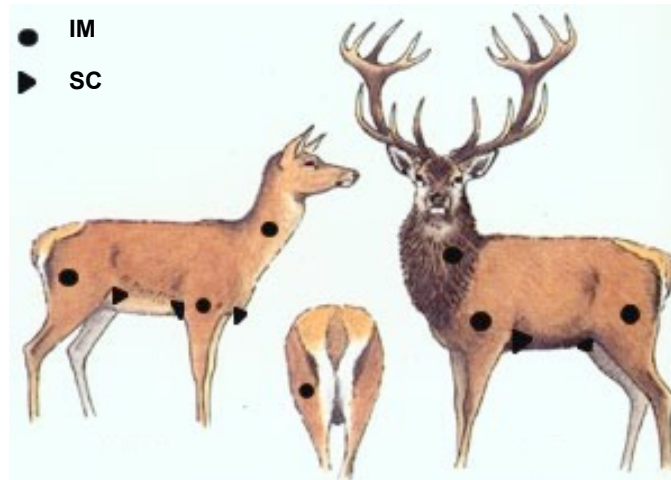


Figura 12. Región anatómica para aplicación de inyecciones.

IM= Intramuscular y SC= Subcutánea.

## 4.2. Aspectos nutricionales del ciervo rojo (*Cervus elaphus*)

### 4.2.1. Hábitos alimenticios

La dieta del ciervo rojo es variable, puede incluir pastos, brotes de ramas, hojas, variando estacionalmente en la región oeste de Norteamérica, consumiendo predominantemente de los brotes de pasto en la primavera, plantas leñosas y hierbas en verano y ramoneo de arbustos y coníferas en el invierno (Nowak, 1991). De acuerdo con Kingdon (1997) esta especie se alimenta de brotes, ramas y corteza de árboles y arbustos, aunque también pueden comer algunos pastos, hierbas, hongos y cultivos agrícolas. Estudios preliminares constatan la enorme variabilidad en su preferencia por distintas especies vegetales, es posible que esta plasticidad en el comportamiento alimentario del ciervo, le permita adecuar fácilmente el consumo

de las diferentes categorías vegetales a los cambios tanto temporales como espaciales o geográficos de la disponibilidad de los recursos alimenticios Garín *et al.* (2001) concluyen, sin entrar en consideraciones sobre la incidencia, que la disponibilidad de alimento puede influenciar la calidad de la dieta en las poblaciones de ciervos, siendo evidente el descenso del componente herbáceo de la dieta durante los periodos desfavorables

#### **4.2.2. Requerimientos nutricionales**

La función anatómica y fisiología del tracto gastrointestinal de los rumiantes se ha adaptado a una amplia fuente de alimentos y la capacidad de fermentación del rumen hace posible la utilización de materiales celulósicos. La fermentación microbiana es el mecanismo por el cual el rumiante se beneficia del consumo de material fibroso, ya que los microorganismos pueden fermentar la fibra, la cual no es susceptible de degradación por las enzimas de los mamíferos. Los microorganismos usan los nutrientes extraídos de la fibra y otras fuentes para sintetizar proteína microbiana que subsecuentemente queda disponible como fuente de proteína del rumiante hospedero (NRC, 2006). Existen pocos estudios en relación a los requerimientos de proteína o nitrógeno para el crecimiento de las astas. Considerando que el 60% de los componentes de las astas son proteína, esta se puede considerar un requerimiento mayor que el de energía. En el cuadro 1 se presentan datos obtenidos del NRC (2006) donde se indican requerimientos nutricionales para machos adultos.

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del ciervo rojo (*Cervus elaphus*).

Clase/Edad	Peso kg	Ganancia de peso g/d	Concentración de energía en la dieta kcal/kg	Consumo diario de Materia Seca		Requerimientos de energía	
				kg	% PV	TDN kg/d	ME Mcal/d
Machos Adultos	60	45	2.4	1.9	3.2	1.3	4.6
(incluyendo para el considerado para crecimiento de astas)	80	60	2.4	2.4	3.0	1.6	5.8
	100	75	2.4	2.9	2.9	1.9	6.9
	120	90	2.4	3.3	2.8	2.2	7.9
	140	105	2.4	3.7	2.7	2.5	8.9
Ciervo rojo previo y durante el empadre, y gestación temprana	80	36	2.4	1.6	2.0	1.1	3.8
	100	44	2.4	1.9	1.9	1.3	4.5
	120	52	2.4	2.2	1.8	1.4	5.2
	140	60	2.4	2.5	1.8	1.6	5.9
	160	68	2.4	2.7	1.7	1.8	6.5

Fuente: Tablas NRC, 2006

Continuación Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del ciervo rojo (*Cervus elaphus*).

Clase/Edad	Requerimientos de Proteína			Requerimientos de Minerales		Requerimientos de Vitaminas	
	PC g/d	%PC de la dieta	PM g/d	Ca g/d	P g/d	A RE/d	E IU/d
Machos Adultos	169	9	118	2.7	2.2	6000	600
(incluyendo para el considerado para crecimiento de astas)	211	9	148	3.4	2.9	8000	800
	252	9	176	4.0	3.4	10000	1000
	290	9	203	4.6	4.0	12000	1200
	327	9	229	5.2	4.6	14000	1400
Ciervo rojo previo y durante el empadre, y gestación temprana	158	10	110	4.6	3.7	2512	424
	182	10	127	5.0	4.3	3140	530
	206	9	144	5.3	4.8	3768	636
	228	9	160	5.7	5.3	4396	742
	251	9	175	6.0	5.8	5024	848

Fuente: Tablas NRC, 2006

#### **4.2.3. Suplementación de Aminoácidos.**

Los aminoácidos absorbidos y no la proteína *per se*, son uno de los nutrientes requeridos por todos los animales, los cuales son utilizados como bases para la síntesis de las proteínas requeridas para el óptimo crecimiento, reproducción, lactación y mantenimiento (Kung y Rode, 1996). En relación con las necesidades de aminoácidos en los rumiantes se consideran esenciales los mismos que en los no rumiantes. Sin embargo, en los rumiantes la cantidad y perfil de aminoácidos disponibles en el sitio de absorción no corresponden a los aminoácidos de la ración de alimento y depende de la complejidad de degradación de la proteína en el rumen. Los aminoácidos que llegan al intestino delgado del rumiante provienen de la proteína de origen microbiano y la dietaria que escapa de la degradación de los microorganismos del rumen, así como de aminoácidos de origen endógeno (Lara *et al.* 2003). A pesar de que los rumiantes no tienen teóricamente requerimientos de proteínas pre-formadas o de aminoácidos en sus dietas, la producción de proteína microbial por sí sola es insuficiente para cubrir las cantidades adecuadas de aminoácidos para una producción óptima (Kung y Rode, 1996).

El catabolismo de los aminoácidos lo realizan tanto bacterias como protozoos. La mayoría de los aminoácidos dietéticos son catabolizados a productos finales antes de ser utilizados en reacciones biosintéticas. Los esqueletos carbonados de los aminoácidos son fermentados a sus ácidos derivados. Ácidos grasos a partir de aminoácidos alifáticos y ácidos aromáticos a partir de aminoácidos aromáticos. Los productos de fermentación de aminoácidos de cadena ramificada son ácidos grasos de cadena ramificada, con un carbono menos que el aminoácido padre. En la

producción de amoníaco a partir de los aminoácidos o los hidrolizados proteicos, sólo están implicadas unas pocas especies bacterianas entre las predominantes en los rumiantes adultos, *Bacteroides ruminicola* parece ser la más activa entre las especies dominantes usuales, también son activas ciertas *Selenomonas*, *Peptostreptococcus elsdenii* y cepas del género *Butyrivibrio*. Los principales compuestos nitrogenados extracelulares utilizados en la síntesis de la proteína microbiana ruminal y otros constituyentes celulares, son el amoníaco, aminoácidos y péptidos. Se ha observado que los péptidos son incorporados más eficazmente que los aminoácidos libres a la célula bacteriana. La mayor parte de los aminoácidos libres no pueden atravesar la pared de la célula bacteriana, en cambio los péptidos que contienen entre 4 a 20 o más residuos de aminoácidos se utilizan rápidamente, al igual que el amoníaco.

La mayor parte del carbono de aminoácidos como glutámico y aspártico, son más bien metabolizados a AGV que incorporados a los aminoácidos de la proteína microbiana. Numerosas especies utilizan eficazmente aminoácidos exógenos libres como fuente de nitrógeno y carbono, sin embargo, el carbono peptídico exógeno y el nitrógeno peptídico, se convierten más eficazmente en proteína bacteriana que el carbono y nitrógeno de los aminoácidos exógenos libres. Los péptidos entran como tales a la célula bacteriana y después son hidrolizados a aminoácidos antes que se produzca su ulterior metabolismo. Numerosos aminoácidos preformados se catabolizan con producción de amoníaco y éste es utilizado como la principal fuente de nitrógeno. El amoníaco es esencial para diversas especies bacterianas ruminales. Incluso cuando las dietas contienen aminoácidos y péptidos en cantidades suficientes para toda la síntesis proteica microbiana y cantidades adecuadas de

carbohidratos como fuente de energía, una cantidad considerable de los aminoácidos es catabolizada a amoníaco, CO<sub>2</sub> y ácidos. La mayoría de las bacterias del rumen pueden sintetizar los constituyentes celulares principales, incluyendo a las proteínas, utilizando el nitrógeno amoniacal y fuentes carbonadas exógenas, tales como ciertos AGV y ácidos orgánicos, CO<sub>2</sub> y carbohidratos (NRC, 2006).

#### **4.2.4. Metabolismo de la metionina**

La metionina es un aminoácido esencial para todas las especies de animales domésticos y para el hombre. Se pueden formar pequeñas cantidades a partir de su producto de desmetilación, la homocisteína, pero esto es insuficiente. Además, parece que la homocisteína sólo se puede originar de la metionina en el organismo.

Mohar (1990) señala que este aminoácido cumple importantes funciones en el organismo animal, entre las destacan:

**1) Agente metilante:** La metionina posee un grupo metílico, por lo que puede participar en los procesos de transmetilación, necesarios para varias reacciones del hígado y de otros tejidos, especialmente para la síntesis de la colina y los fosfolípidos. Para ello es necesario que la metionina sea activada por medio del ATP y una enzima hepática activadora de la metionina.

El enlace S-metílico es macroenergético, por lo que puede ser cedido fácilmente en las reacciones de transmetilación. La desmetilación de la S-adenosil metionina produce homocisteína, la cual puede originar metionina de nuevo, por medio del ácido fólico y la vitamina B12 a partir de residuos de formiato.

De esta manera la metionina activa puede donar sus productos metílicos para la síntesis de la colina, creatinina, adrenalina, etcétera. También son necesarios

estos grupos metílicos para eliminar productos de desechos o para la excreción de otros productos.

**2) Formación de cisteína:** La metionina, por medio de su producto de desmetilación, la homocisteína, participa en la formación de cisteína junto con la serina. En la reacción se produce la transferencia del azufre de la homocisteína a la serina, proceso llamado transtiolación, que requiere la presencia de la enzima cistationín sintetasa y B6 como coenzima y la cistationasa finalmente.

**3) Desaminación oxidativa: la desaminación** oxidativa de la metionina transcurre por vía de la homocisteína, una vez desmetilada. La reacción implica la desulfuración, con formación final de ácido cetobutírico, que por descarboxilación origina propiónico, el cuál es capaz de originar succinil CoA, de forma que la metionina también es glucogenética.

La cisteína es un aminoácido indispensable por cuanto se puede originar a partir de metionina. La cisteína es un aminoácido muy abundante en las escleroproteínas de la piel, los pelos y las pezuñas, donde establece uniones –S-S-, necesarias para mantener la estructura terciaria. Los aminoácidos metionina y cisteína, casi invariablemente actúan como la principal fuente de azufre biológico. El azufre es un componente de los aminoácidos azufrados. Es un mineral necesario para la formación del colágeno y glucosamina, los cuales son componentes esenciales para huesos, articulaciones, ligamentos y tendones sanos y otros componentes proteicos que forman parte del tejido conectivo, como la queratina que forma parte de la piel, y otros mucopolisacáridos que componen los huesos, los cartílagos, los tendones y los ligamentos. Por ello, un aporte adecuado de azufre a través de aminoácidos azufrados es esencial para el buen mantenimiento de la piel,



el cabello, así como los ligamentos y los tendones. La formación de estos compuestos es mayor en las épocas de crecimiento y desarrollo corporal (Mohar, 1990).

Se han realizado investigaciones que indican la conveniencia de incluir en la ración diaria fuentes de proteína de lenta degradación en el rumen, optimizar la fermentación ruminal y síntesis de proteína microbiana y suministrar aminoácidos que resistan la fermentación microbiana; con el propósito de aumentar la cantidad de aminoácidos que puedan ser absorbidos en el intestino delgado (Liker *et al.* 2006; Lara *et al.* 2003). La metionina y lisina son generalmente los primeros aminoácidos limitantes en los rumiantes (Kung y Rode, 1996). La metionina es un aminoácido esencial que limita el crecimiento y desarrollo corporal de los rumiantes jóvenes (Merchen y Titgemeyer, 1992), el rendimiento y calidad de la leche en vacas de alta producción (Hansen, *et al.*; 1991) y la producción de lana en borregos (Mata *et al.* 1995) y borregas preñadas (Frey *et al.* 2003) y es un componente esencial en la formación de mucopolisacáridos que componen los huesos.

Existen investigaciones realizadas en ciervos que sugieren que la condición corporal influye en el tamaño de las astas, y si el proceso de alimentación no suministra los requerimientos nutricionales necesarios para el crecimiento de las astas, el animal debe reabsorber nutrientes de su propio cuerpo (Landete-Castillejos 2007). Las astas de los cérvidos, son únicos entre los huesos de los animales debido a que crecen y son mudadas cada año. Las astas son consideradas como características sexuales secundarias, y son un indicativo de la calidad del macho, al igual que son un reflejo de la condición corporal y consumo de alimento, constituyendo del 1 al 5 % del peso corporal.

#### 4.2.5. Efecto de la metionina en rumiantes

Los aminoácidos que llegan al intestino delgado del rumiante provienen de la proteína de origen microbiano y la dietaria que escapa a la degradación de los microorganismos en el rumen, así como de aminoácidos de origen endógeno. Para aumentar la cantidad de aminoácidos que pueden ser absorbidos en el intestino delgado es conveniente incluir fuentes de proteína de lenta degradación en el rumen, suministrando aminoácidos que resistan la fermentación microbiana (Klofenstein *et al.* 1985; Chalupa, 1974; Volden *et al.* 1998).

La metionina es un aminoácido esencial que limita el crecimiento y desarrollo corporal de los rumiantes jóvenes (Merchen y Titgemeyer, 1992), el rendimiento y calidad de la leche en vacas de alta producción (Hansen, *et al.*; 1991) y la producción de lana en borregos (Mata *et al.* 1995) y ovejas preñadas (Frey *et al.* 2003). Desafortunadamente, la metionina es rápidamente oxidada al ser utilizada para la síntesis de proteína de los microorganismos en el rumen (Mata *et al.* 1995). Entre los métodos utilizados para disminuir la degradabilidad microbiana de los aminoácidos e incrementar su flujo y disponibilidad en el intestino delgado están: el uso de aminoácidos e ingredientes proteínicos tratados químicamente (Broderick y Balthrop, 1979), tratados con calor (Broderick y Craig, 1980) y el uso de aminoácidos protegidos físicamente (Kung y Rode, 1996). Por lo anterior, varios aminoácidos de origen sintético, especialmente metionina, han sido valorados por su resistencia a la degradación ruminal (Patterson y Kung, 1988; Bach y Stern, 2000; Robert *et al.* 1997). Lara *et al.* 2003, indican que la degradabilidad ruminal de la metionina protegida en su presentación comercial RPMet (Mepron ® M85, Degussa-Hüls) es

de 25% a 12 horas de incubación y que esta puede incrementarse a más de 40 o 55% después de 18 o 24 horas de permanencia del sustrato en el rumen, respectivamente. Mientras que la metionina no protegida fue prácticamente total a las 12 horas, lo cual sugiere que la protección física de la metionina RPMet, lo hace altamente resistente a la acción de los microorganismos del rumen durante las primeras horas de incubación.

### **4.3. Infraestructura para el manejo del ciervo rojo**

Para el diseño y construcción de instalaciones pecuarias, es importante partir del conocimiento de las características ecológicas y etológicas propias de cada especie, de tal manera que se proporcione el confort y seguridad a los animales y operarios (Lemus, 1996).

En la construcción de un criadero es importante considerar los siguientes aspectos:

- Topografía. Deberá ser preferentemente plana o semiplana y en su defecto con pendientes ligeras.
- Proximidad al casco o casa del rancho: Es recomendable que las instalaciones estén cerca del lugar en donde exista vigilancia continua.
- Accesibilidad: Contar con caminos de acceso para vehículos o maquinaria de campo y personal.
- Superficie. Considerar una superficie abierta y suficiente de acuerdo a los planes de crecimiento del criadero.
- Forraje: La pradera debe estar establecida con especies forrajeras de buena calidad (inducidas o naturales) y tener una buena cobertura de plantas, ya sea zacates y/o leguminosas.

- Agua: Disponer permanentemente de agua limpia y fresca.
- Sombras: Es recomendable que existan árboles dentro del criadero que den suficiente sombra y considerar protegerlos de los daños que pueden provocarles los ciervos.

Aspectos importantes a considerar para llevar a cabo las construcciones necesarias.

### **1. Estructura del hato (población animal)**

Pie de cría

- Vientres
- Sementales

Crías y cervatos en crecimiento

- 0 – 4 meses
- destetados hasta 12 meses
- hembras de reemplazo de 12 – 15 meses
- hembras de reemplazo de más de 18 meses.
- machos de mas de 12 meses.

### **2. Sistema de producción de la granja (comercialización).**

- Granjas de ciclo completo (venta de ciervos finalizados para sacrificio con peso mínimo de 100 kg )
- Granjas que producen y venden ciervos al destete.
- Granjas finalizadoras, no disponen de pie de cría (venta de ciervos a los 12 meses, a los 15 meses, de 18 a 24 meses y de 18 a 30 meses)

Zonas por las que está compuesto un criadero o granja de ciervos.

- Zona de potreros (praderas)
- Zona de manejo

Los ciervos son adaptados fácilmente a cualquier topografía y a cualquier clase de suelo pero responden de manera adecuada cuando se proporciona nutrición de calidad. Los costos para instalar una granja comercial son elevados. Pero deben realizarse correctamente con la finalidad de que sean durables y a su vez la inversión sea redituable en menos tiempo. No existe un estándar específico para la elaboración de corrales, pero existen ciertas formas esenciales que se deben tomar en cuenta dentro de un criadero.

#### 4.3.1. Corral de manejo



Figura 13. Ejemplo de un corral de manejo del Centro Tantakin, FIRA para ciervo rojo, elaborado con material disponible en la zona del trópico (a) vista anterior y (b) vista posterior, con respecto al acceso de los potreros.

Las acciones de maniobra en este corral deben ser fáciles y permitir el manejo de todo el hato. Debe estar oscurecido para que los animales no se pongan nerviosos (Figura 13). Ya sea dentro de una zona arbolada o con malla que cubra por lo menos 2.1 m de altura (Giles, 1982). El material de construcción deberá ser sólido, fuerte y durable. De preferencia no utilizar materiales de metal como lamina galvanizada que pueden provocar ruido lo que provoca estrés en los animales

dificultando el manejo. Se recomienda como material la madera por que disminuye traumatismos y aumenta la docilidad de los animales; por que pueden verse a través de la separación de las tablas. También se pueden utilizar otros materiales como mampostería con puertas metálicas sólidas (solo las puertas) o concreto (Figura 14).

La altura de la primer tabla debe ser de 15 cm del suelo, las siguientes deben tener un claro de 10 cm entre tabla y tabla hasta llegar a una altura de 1.40 m a partir de la cual los claros deben ser de 20 cm entre tablas, para evitar que los animales introduzcan la cabeza a otras corraletas (Figura 15).



Figura 14. Corrales accesorios del Centro Tantakin, FIRA (a) de madera y, (b) puerta giratoria de metal dentro del corral de manejo de ciervo rojo.

Se deben evitar los filos o salientes que lastimen a los animales. Las puertas de las corraletas deberán tener 60 cm de ancho y todas deben abrir hacia donde se desee el acceso de los animales. El piso debe estar hecho de material antiderrapante y con una pendiente de 2 a 5% a fin de evitar encharcamientos de agua. El corral de manejo debe contar con una zona principal de aproximadamente 5 m de diámetro, en donde pueda manipularse a los animales individualmente o en grupos pequeños.

Con corrales accesorios (Figura 15b) comunicados con la zona principal y entre ellos, los cuales servirán para mantener animales en espera y permitir un flujo continuo del trabajo (FIRA, 1998). El corral de manejo debe tener comunicación con un pasillo principal con acceso a las praderas (Figura 15d).

#### **4.3.2. Pasillo principal**

El pasillo principal debe tener de 3 a 5 m de diámetro. Antes del acceso al corral de manejo, es conveniente contar con un embudo corral que facilite el acceso y contención previa. Esta zona deberá ser confortable para evitar daños a los animales. No debe presentar esquinas y el obscurecimiento de las paredes es conveniente (Figura 15a). El pasillo puede construirse de malla venadera, mampostería, malla ciclónica, etc. Si es malla venadera o ciclónica, está se debe cubrir con tela negra en su cara interior (Figura 15a), puede utilizarse malla de sombra negra al 90% (poliéster), sostenida por postes cada 3 m. Como es un sitio con mucha presión de animales, esta malla facilita su movimiento y conducción, ya que con este recubrimiento los ciervos toman la cerca como una barrera sólida por la baja visibilidad al exterior y sólo caminan hacia donde ven una salida de escape hacia los potreros o al corral de manejo (Lemus, 1996).



Figura 15. Pasillos principales del Centro Tantakin, FIRA (a) paredes oscurecidas, (b) corral accesorio con comunicación al pasillo principal, (c) pasillos con malla ciclónica, (d) pasillo principal vista desde los potreros, al fondo el corral de manejo de ciervo rojo.

El pasillo debe estar comunicado con todas las praderas mediante puertas, que al abrirse hacia el interior del mismo, lo obstruyan por completo, lo cual facilitará el manejo de los animales. El corral de manejo de preferencia debe estar lo más cerca de la salida de la unidad (Figura 15d). Debe tener fácil acceso a los vehículos y una rampa embarcadero (Giles, 1982). El corral de manejo debe contar con un anillo central y dos puertas giratorias que se utilizan para desviar el flujo y contener a los animales (Figura 14b). Las puertas giran sobre un eje central, un tubo galvanizado de 2-3 pulgadas de diámetro, en el cual las puertas se unen mediante anillos que les



permiten girar. Estas puertas tienen en su base pequeñas llantas de caucho sólidas, como las usadas para carritos de mecánico. Con su capacidad giratoria, permiten un manejo multifuncional (Lemus, 1996).

#### 4.3.3. Diseños de corrales de manejo.

El tipo de corral de la figura 16 es el mas recomendable para empresas de mediano tamaño (<400 ciervos) porque resulta versátil y flexible. Este corral es de forma octagonal. Cuenta con dos anillos. Un anillo que puede actuar como un pasillo circular o dividirse en más de 8 corrales dependiendo del tamaño. Se divide para meter de 7 a 10 animales en cada corraleta. La altura de este corral puede ser desde 1.5 a 1.8 m y deberá tener tantas puertas como se requiera, lo que ayuda a agilizar cualquier trabajo. Es el más utilizado en los criaderos de México y su funcionalidad es aceptable.

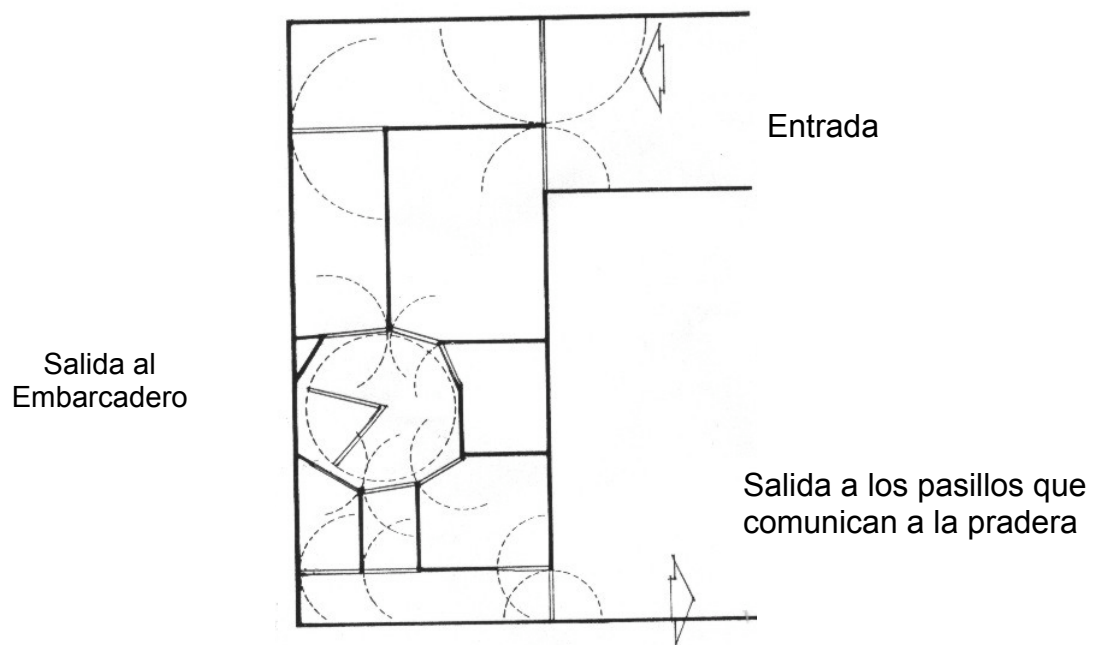


Figura 16. Corral de manejo

#### **4.3.4. Corral de recepción**

Según la norma oficial mexicana NOM-008-ZOO-1994, todo establecimiento debe contar con corrales y sitios de recepción. Es necesario contar con un corral para animales sospechosos de enfermedades. Estos deben estar en una zona alejada de las praderas. En estos corrales deben permanecer los animales a su llegada por lo menos tres días antes de introducirlos a las otras praderas. En otro corral deberán permanecer los animales que se encuentran enfermos, con la finalidad de tratarlos. Estos serán reincorporados a las praderas hasta que estén sanos (Lemus, 1996).

#### **4.3.5. Mallas perimetrales**

Las mallas perimetrales (Figura 17a) son barreras físicas para controlar el escape de animales a otras áreas de praderas o a la vida silvestre. Estas barreras pueden estar construidas con mallas ciclónicas galvanizadas, mallas venaderas, paredes de tabiques, piedras, láminas, etc. Generalmente están compuestas de malla de alambre galvanizado anudado individualmente (Figura 17b), lo que les da cierto amortiguamiento. Deben tener una altura de 2.5 – 3.0 m, la cual se está usando en los cercos de los diversos criaderos existentes en México. La malla venadera debe estar sostenida por postes de madera o metálicos galvanizados, con una separación de 5.0 m uno del otro. Los postes de madera, deben llevar un tratamiento petrolizado para impermeabilizarlos de la lluvia e intemperie (Figura 17c).

En las esquinas deberán construirse retenidas para tensar mejor las mallas. Las grapas se colocan en los postes con una introducción de 90% para permitir que

el alambre quede libre y actúe de manera elástica y amortigüe eventuales presiones que se ejerza contra el cercado.

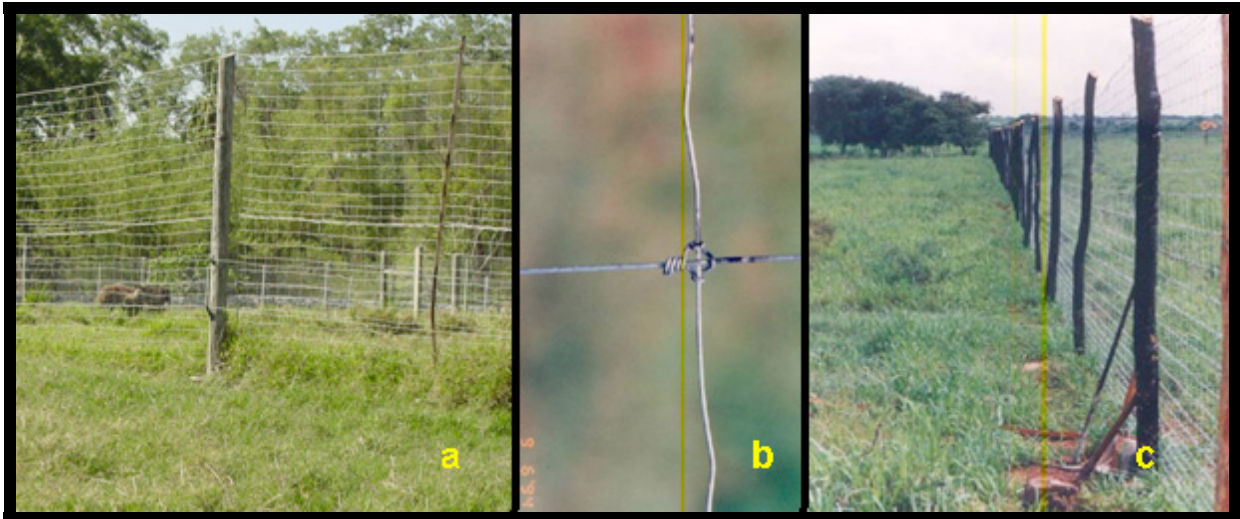


Figura 17. (a) Mallas perimetrales del Centro Tantakin, FIRA (b) nudo de la malla galvanizada, (c) postes tratados con petróleo.

Para la colocación de la malla se harán amarres en ambas retenidas de cada extremo y a la mitad del tramo del cerco, se realiza el tensado con barras y dos tensores especiales. Una vez que la malla está tensada y sostenida en los postes, se procede a engrapar (Lemus, 1996).

#### 4.3.6. Cercas de seguridad

La SEMARNAT (2004), recomienda para el manejo de especies exóticas la implementación de cercas de seguridad las cuales son una segunda barrera que se coloca después del cerco perimetral. La altura de las cercas debe ser como mínimo de 2 m de alto. Consisten en una red de alambre y sus listones. Las cercas de red deben tener por lo menos 15 cm de grosor. Para prevenir que los perros entren y los cervatillos salgan. Los postes que sostienen la cerca deben tener 5 m entre cada uno

(Ministry of Agriculture and Fisheries, 1981). Sobre la cerca y a intervalos de 25 cm, se deben ponerse alambres horizontales, para impedir que los animales salten sobre la cerca. Cuando la tierra es inestable, los postes se deben fijar en concreto a una profundidad de 90 cm (Giles, 1984). Entre esta segunda barrera y la perimetral se recomienda un pasillo de circulación de 5 a 10 m. en donde debe existir una serie de puertas que permitan el acceso a los corrales o potreros del criadero. Este pasillo será tan amplio como para que un vehículo pueda transitar dentro de él. La localización de las puertas debe ser cuidadosamente planeada para facilitar el manejo entre los potreros (Ministry of Agriculture and Fisheries, 1980).

#### **4.3.7. Cercos divisorios**

Las divisiones dentro de las praderas del ciervo rojo pueden ser de 1.9 a 2.0 m. de altura. Cuando se apoyan estratégicamente con cerco energizado su altura puede ser menor (Figura 18).



Figura 18. Ciervos dentro de las praderas del Centro Tantakin, FIRA, delimitadas por cercas.

Los animales se acostumbran a no brincar, cuando disponen de buenos forrajes y manejo tranquilo. Las divisiones internas pueden ser de mallas de menor

calidad del tipo utilizado para los borregos, con 1.5 m de alto y dos pelos de alambre galvanizado del número 14 pueden reforzar la parte superior para aumentar la altura total hasta 1.7 m. Los postes se colocan cada 5 m y se entierran mínimo 0.5 m. El cerco energizado puede mejorar la eficiencia y el aprovechamiento de las praderas así como el manejo de los grupos. (FIRA, 1998). El tamaño de los potreros dependerá del número de animales por lote. Una recomendación general, que resulta práctica, es hacer divisiones de una hectárea (Lemus, 1996 y Giles, 1982).

#### 4.3.8. Sombra

El hato necesita sombras para descansar durante las horas calurosas del día, después de un período de pastoreo, para realizar la rumia y como un punto de reunión para dormir. Los sombreaderos pueden construirse de diversos materiales: teja, láminas, malla sombra o árboles con hojas perennes. Las sombras deben tener suficiente cobertura acorde al tamaño del hato (Figura 19).



Figura 19. Sombras artificiales (a) del Centro Tantakin, FIRA y naturales (b).

Como regla general se debe asignar como mínimo 0.90 m<sup>2</sup> de sombra por animal adulto. La ubicación de las sombras debe ser en lugares altos con buen drenaje, cerca del pasillo de manejo, lo cual facilita los movimientos de los animales para alimentación y cambios de potrero; siendo recomendable que estén cerca de los bebederos y comederos (FIRA, 1998).

#### 4.3.9. Comederos y bebederos

Pueden ser de madera, concreto o canaletas de lámina (Figura 20c). Su tamaño dependerá si se les considera fijos o móviles. Si son móviles deben ser livianos para facilitar su cambio de un lugar a otro por una sola persona (Figura 20b).



Figura 20. Comedero establecido en una zona alta del Centro Tantakin, FIRA, pedregosa (a) y comederos a base de madera (b, c) y recipientes de plástico (d).

Los saladeros pueden ser tinas o llantas cortadas a la mitad, con suficiente base para evitar que las volteen al revés y deben ser manejables debido a los cambios de animales de un potrero a otro. Algunos criadores recomiendan que los comederos se establezcan en un lugar alto, con piedras con la finalidad de que se desgasten las pezuñas y no se presenten problemas de laminitas (Figura 20a).

### **Bebedero**

El agua debe estar siempre limpia y fresca; para lo cual es importante que el bebedero tenga una válvula automática que regule el flujo de agua, lo que permite que siempre este lleno. Existen muchos tipos de bebederos pero los mas recomendables son los de canaleta o tina (Lemus, 1996).



Figura 21. Bebedero de madera con un orificio solo para la cabeza.

Los bebederos pueden ser metálicos, de concreto y de un tamaño apropiado para evitar que los animales se introduzcan; si es posible se puede colocar una tapa a cada uno de los bebederos con orificios redondos con diámetro de 15 cm, que sólo permiten la entrada de la boca del animal (Figura 21), con esta medida el agua permanecerá limpia (FIRA, 1998).

#### 4.3.10. Básculas



Figura 22. Ejemplo de básculas electrónicas utilizadas para ciervos, báscula electrónica con cajón (a) oscurecido (b), de precisión rápida (c).

Para obtener información sobre diversos parámetros relacionados con el peso de los animales, se debe disponer de una báscula de precisión rápida (Figura 22c), siendo las electrónicas las más recomendables. La báscula no deberá tener puertas que hagan ruido ni pisos resbalosos para evitar estrés en el animal. Se recomienda que el cajón en donde está la báscula sea oscuro para evitar que el animal se estrese (Figura 22 ab) (FIRA, 1998).

#### 4.3.11. Oficinas

Es necesario un almacén para el equipo, instrumental, medicamentos y otros artículos necesarios para trabajar con ésta especie. Así como el alimento que es almacenado como el concentrado. Una oficina en donde se tenga toda la información referente a los ciervos como los registros de los animales, la productividad, etc.



# CAPITULO I. EFECTO DE LA METIONINA PROTEGIDA EN GANANCIA DE PESO Y CRECIMIENTO DE ASTAS DE CIERVO ROJO (*Cervus elaphus*) EN EL TROPICO.

## RESUMEN

La metionina es limitante en el crecimiento y desarrollo corporal de los rumiantes jóvenes y un componente esencial en la formación de mucopolisacáridos en huesos. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la metionina protegida en la ganancia de peso y crecimiento de astas de ciervo rojo. El trabajo experimental se realizó en el Centro de Desarrollo Tecnológico del FIRA "Tantakín", ubicado en Tzucacab, Yucatán. Se utilizaron 16 ciervos enteros con un peso promedio de  $93.83 \pm 4.38$ . Los tratamientos fueron: tres niveles de metionina protegida comercial (RPMet): 1) 2.5 g/d, 2) 3.5 g/d, 3) 4.5 g/d y 4) testigo. Los animales estuvieron en pastoreo de *Brachiaria spp* en potreros irrigados, todos los animales recibieron 900 g/d de suplemento energético-proteico. Se registró el peso vivo y mediciones morfométricas de las astas al inicio y al final del periodo experimental, el cual tuvo una duración de 50 días. Se utilizó un diseño completamente al azar y se compararon las medias usando contrastes ortogonales. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos 4.5 y 2.5 g/d de metionina, pero no entre testigo y los demás tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). No hubo diferencias en las mediciones morfométricas de las astas y mandíbula inferior, ni en número final de puntas. Los promedios de tratamientos y testigo, respectivamente, fueron: ganancia de peso, 0.098, 0.147, 0.172 y 0.163 g/d; longitud de la rama principal derecha: 33.0, 40.83, 43.38 y 45.6 cm; número de puntas: 8.5, 7.0, 8.5 y 6.5 cm. Se concluye que los niveles altos de metionina protegida influyeron en la ganancia de peso con respecto al nivel bajo. Es probable que la fuente de proteína en el suplemento y la buena calidad de la pradera aportaran un adecuado suministro de metionina de origen microbiano en el duodeno.

**Palabras clave:** suplementación, metionina protegida, *Cervus elaphus*.

## CHAPTER I. EFFECT OF RUMINALLY PROTECTED METHIONINE ON WEIGHT GAIN AND GROWTH OF ANTLERS OF RED DEER (*Cervus elaphus*) IN THE TROPIC.

### SUMMARY

The methionine is limiting amino acids in the growth and corporal development of the growing ruminant and an essential component in the formation of mucopolisacarids in bones. The objective of the study was to evaluate the effect of the protected methionine on weight gain and growth of antlers of red deer. The experimental work was made in the Center of Technological Development-FIRA: "Tantakín ", located at Tzucacab, Yucatan. 16 males with an average weight of  $93.83 \pm 4.38$  were utilized in this experiment. Four treatments, 1) 2.5 g/d RPMet, 2) 3.5 g/d RPMet, 3) 4.5 g/d RPMet, 4) control. The animals were handled in irrigated pastures of *Brachiaria spp.* Moreover, all animals received 900 g/d of an energetic and proteic supplement. Alive weight and morphometrics measurements of the spears were registered at the beginning and at the end of experimental period, with duration of 50 days. A completely randomized design was used. Means were compared utilizing orthogonal contrast. Significant differences between 4.5 and 2.5 g/d of RPMet were observed. There was a not difference in morphometrics measurements of the spears, inferior jaw, and in final number of points. The means for weight gain were: 0.098, 0.147, 0.172, and 0.163 g/d for the four treatments, respectively. In addition, for length of the right main branch were 33.0, 40.83, 43.38 and 45.6 cm; respectively. In number of points, the means were 8.5, 7.0, 8.5 and 6.5 cm respectively. It is concluded that high levels of protected methionine influenced in the weight gain. Also, it is probable that the protein source in the supplement and the quality of the pasture would be contributing to supply adequate amounts of microbial methionine in duodenum.

**Key words:** supplementation, ruminally protected methionine, *Cervus elaphus*.

## 1.1. Introducción

El ciervo rojo de acuerdo con su tipo morfológico de alimentación esta clasificado como un rumiante de tipo intermedio, que consume mezclas mixtas y forraje de acuerdo a la estación y disponibilidad. Prefirieren dietas basadas en componentes concentrados de material vegetal y seleccionando arbustos y hojas tiernas, aunque también posee la habilidad de digerir material celulósico (NRC, 2006). Esta plasticidad en el comportamiento alimentario, le permite adecuar fácilmente el consumo de las diferentes categorías vegetales a los cambios tanto temporales como espaciales o geográficos de la disponibilidad de los recursos alimentarios (Garin *et al.* 2001). Sin embargo, en las explotaciones comerciales o centros de cría de cérvidos, los animales se encuentran en áreas delimitadas para pastoreo, y esta capacidad de seleccionar su alimento se ve limitada al consumo de material fibroso. Siendo la pastura generalmente la única fuente de alimentación, con una suplementación simple a base de cereales y otros vegetales (Volpelli *et al.* 2003).

La fermentación microbiana es el mecanismo por el cual el rumiante se beneficia del consumo de material fibroso, ya que los microorganismos pueden fermentar la fibra, la cual no es susceptible de degradación por las enzimas de los mamíferos. Los microorganismos usan los nutrientes extraídos de la fibra y otras fuentes para sintetizar proteína microbiana que subsecuentemente queda disponible como fuente de proteína del rumiante hospedero (NRC, 2006). En los rumiantes la cantidad y perfil de aminoácidos disponibles en el sitio de absorción no corresponden a los aminoácidos de la ración de alimento y depende de la complejidad de

degradación de la proteína en el rumen. Los aminoácidos absorbidos y no la proteína *per se*, son uno de los nutrientes requeridos por todos los animales, los cuales son utilizados como bases para la síntesis de las proteínas requeridas para el óptimo crecimiento, reproducción, lactación y mantenimiento (Kung y Rode 1996). Los aminoácidos que llegan al intestino delgado del rumiante provienen de la proteína de origen microbiano y la dietaria que escapa de la degradación de los microorganismos del rumen, así como de aminoácidos de origen endógeno (Lara *et al.* 2003). A pesar de que los rumiantes no tienen teóricamente requerimientos de proteínas preformadas o de aminoácidos en sus dietas, la producción de proteína microbial por sí sola es insuficiente para cubrir las cantidades adecuadas de aminoácidos para una producción óptima (Kung y Rode 1996).

Se han realizado investigaciones que indican la conveniencia de incluir en la ración diaria fuentes de proteína de lenta degradación en el rumen, optimizar la fermentación ruminal y síntesis de proteína microbiana y suministrar aminoácidos que resistan la fermentación microbiana; con el propósito de aumentar la cantidad de aminoácidos que puedan ser absorbidos en el intestino delgado (Liker *et al.* 2006; Lara *et al.* 2003). La metionina y lisina son generalmente los primeros aminoácidos limitantes en los rumiantes (Kung y Rode, 1996). La metionina es un aminoácido esencial que limita el crecimiento y desarrollo corporal de los rumiantes jóvenes (Merchen y Titgemeyer, 1992), el rendimiento y calidad de la leche en vacas de alta producción (Hansen, *et al.*; 1991) y la producción de lana en borregos (Mata *et al.* 1995;) y borregas preñadas (Frey *et al.* 2003) y es un componente esencial en la formación de mucopolisacáridos que componen los huesos. Existen investigaciones realizadas en ciervos que sugieren que la condición corporal influye en el tamaño de

las astas, y si el proceso de alimentación no suministra los requerimientos nutricionales necesarios para el crecimiento de las astas, el animal debe reabsorber nutrientes de su propio cuerpo (Landete-Castillejos, 2007), lo cual podría ir en detrimento de la condición corporal. Las astas de los cérvidos, son únicos entre los huesos de los animales debido a que crecen y son mudadas cada año. Las astas son consideradas como características sexuales secundarias, y son un indicativo de la calidad del macho, al igual que son un reflejo de la condición corporal y consumo de alimento, constituyendo del 1 al 5 % del peso corporal. Aunque existe bibliografía al respecto en rumiantes domésticos, el papel de la metionina en cérvidos es incipiente, de ahí la importancia de conocer el efecto de la suplementación de aminoácidos en cérvidos. En ese sentido el Centro de Desarrollo Tecnológico "Tantakin" se encuentra ubicado en una zona estratégica para realizar estudios concernientes a esta especie en condiciones de trópico, que generen conocimientos técnicos y científicos, basados en consideraciones ecológicas y técnicas aplicadas a la producción animal, incluyendo las relacionadas con el suministro de nutrientes y suplementación de alimento así como su interacción con la ganancia de peso y crecimiento de las astas, que permitan obtener beneficios, sin detrimento del recurso animal y vegetal. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la metionina protegida en la ganancia de peso y en el crecimiento de astas de ciervo rojo en condiciones de trópico.

## 1.2. Materiales y métodos

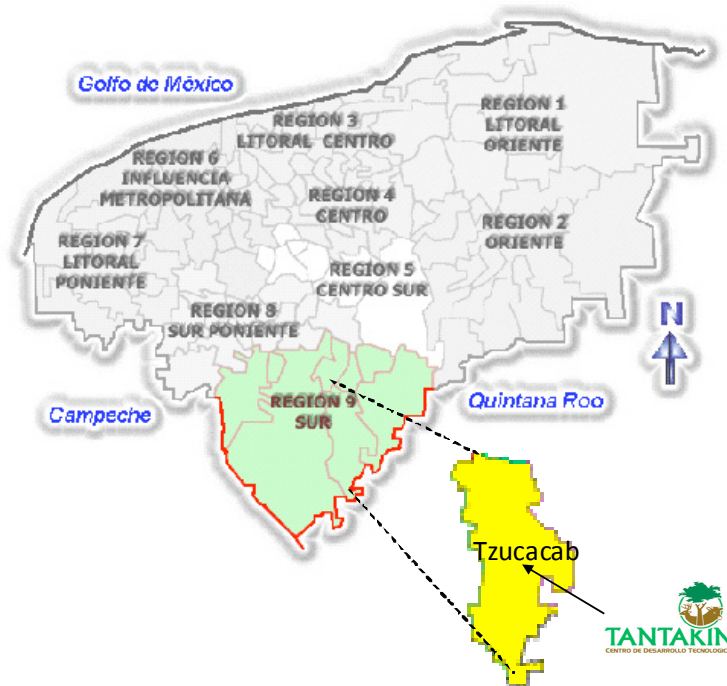


Figura 23. Localización del área de estudio.

**Descripción del área de estudio.** El estudio se realizó 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, ( $19^{\circ} 38'$  y  $20^{\circ} 09'$  LN y  $88^{\circ} 59'$  y  $89^{\circ} 14'$  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 1000-1200 mm. La vegetación es de tipo selva mediana subperennifolia, desarrollada sobre suelo calizo y cubriendo un 60% del

territorio de la Península, aunque solo ocupa una pequeña porción del estado de Yucatán. Tiene como especies dominantes a *Manilkara sapota* (L.) Van Royen (Sapotaceae), *Vitex gaumeri* Greenman (Verbenaceae), *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. (Leguminosae) y *Brosimum alicastrum* Swartz (Moraceae), con presencia de muchas epífitas como helechos y musgos, abundantes orquídeas y bromeliáceas, y pocas aráceas. Otras especies presentes en el estrato más alto son *Bucida buceras* L. (Combretaceae), *Pimenta dioica* (L.) Merril (Myrtaceae), *Alseya yucatanensis* Standley (Rubiaceae) (Flores y Espejel, 1994).

**Animales.** Se utilizaron 16 ciervos rojos machos enteros, con un peso vivo (kg) promedio de  $93.8 \pm 4.38$  EEM y una edad promedio de 2.8 años. Los animales fueron divididos al azar en cuatro tratamientos con igual número de animales. Se probaron tres niveles de metionina protegida comercial RPMet (Mepron ® M85, Degussa-Hülls): 2.5, 3.5 y 4.5 g/d respectivamente y un grupo testigo (sin metionina). Todos los animales estuvieron en pastoreo de *Brachiaria spp* en potreros irrigados y recibieron 900 g/d de suplemento con 12% PC y 2.5 EM Mcal/kg. La metionina protegida se ofreció en comederos individuales a cada animal, mezclada con el suplemento.

**Período experimental.** El ensayo tuvo una duración de 50 días (Frey *et al.* 2003; Cruz-Castrejón *et al.* 2007), con un período de adaptación de 17 días, comprendido del mes de abril a junio de 2007, coincidiendo con la época de sequía de la zona.

**Muestras.** Se evaluó peso vivo (kg) al inicio y final del período experimental. Por diferencia entre el peso inicial y el peso final se determinó el incremento de peso y la ganancia de peso/animal/d. Las muestras de sangre y las mediciones morfométricas de las astas se realizaron al inicio y final del período experimental (Figura 24), de

acuerdo a lo referido por Azorit *et al.* (2002). Para tomar las muestras de sangre, los animales fueron inmovilizados químicamente utilizando Xilacina al 10% (Procin® Equus) vía intramuscular, administrando en promedio 1.2 mg/kg de peso vivo, siguiendo las recomendaciones de García *et al.* (1998). Se tomaron 20 ml de sangre por punción en la vena yugular en tubos de ensaye deionizados. Una vez identificados los tubos se colocaron en refrigeración y se centrifugaron (2500 rpm), 12 hrs después del sangrado para lograr la separación del suero. El suero obtenido se mantuvo en refrigeración y almacenó para determinaciones posteriores.



Figura 24. Medición de astas (a), longitud de la mandíbula inferior (b), obtención de sangre por punción en la vena yugular (c) y pesaje de los ciervos (d).



**Análisis estadístico.** Se utilizó un diseño completamente al azar y comparación de medias con contrastes ortogonales:  $C_1$ . Testigo vs promedio de tratamientos;  $C_2$ : 4.5 vs 2.5+ 3.5; y  $C_3$  2.5 vs 3.5, utilizando el programa SAS (SAS, 1999). Modelo estadístico asociado al diseño:

$$y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

donde:

$y_{ij}$  = Variable respuesta en tratamiento  $i$ , repetición  $j$ ,  $\mu$  = Media general,  $t_i$  = Efecto del tratamiento  $i$ ,  $\varepsilon_{ij}$  = Error aleatorio.

### 1.3. Resultados

Se encontraron diferencias significativas en ganancia de peso ( $p \leq 0.01$ ) entre el nivel alto 4.5 y el nivel bajo 2.5 g/d de metionina. Aunque no hubo diferencias ( $p \leq 0.05$ ) entre el testigo y los tratamientos. Los promedios en ganancia de peso de los tratamientos 2.5, 3.5, 4.5 y testigo, respectivamente fueron: 0.098, 0.147, 0.171 y 0.163 g/d (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la suplementación de metionina protegida en la ganancia de peso vivo en ciervo rojo.

Variable	Tratamiento (g/d RPMet)				EEM	Contrastes <sup>†</sup>
	2.5	3.5	4.5	Testigo		
Peso inicial (kg/PV)	94.08a	93.6a	94.6a	93.05a	4.38	NS
Ganancia de Peso kg/PV	6.58b	9.88ab	11.53a	10.95ab	1.04	L**
Ganancia diaria g/PV	0.098b	0.147ab	0.172a	0.163ab	0.01	L**

EEM: Error estándar de la media.

<sup>†</sup> Contrastes ortogonales para polinomios: L= lineal, C=Cuadrático; \* $p \leq 0.05$ ; \*\* $p \leq 0.01$ ; NS= No significativas.

Debido a la similitud existente entre las medidas de la rama derecha e izquierda, se indican sólo los valores de una de ellas (la derecha) para simplificar la presentación de los datos. La longitud promedio de la rama principal fue de 33.0, 40.83, 43.38 y 45.6 cm; la longitud de las astas tuvo una tendencia a aumentar conforme aumentaba el nivel de metionina ( $p \leq 0.07$ ). El número de puntas fue de 8.5,

7.0, 8.5 y 6.5 cm, respectivamente para los tratamientos 2.5, 3.5, 4.5 y Testigo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio de las mediciones morfométricas de las astas y mandíbula inferior al final del periodo experimental.

Variable	Tratamiento (g/d RPMet)			Testigo	EEM	Contrastes <sup>†</sup>
	2.5	3.5	4.5			
Perímetro máximo roseta (cm)	17.25a	18.12a	17.25a	16.38a	0.71	NS
Longitud rama principal (cm)	59.75a	63.63a	63.0a	57.25a	3.20	NS
Longitud luchadera (cm)	21.62a	17.62a	18.0a	15.88a	2.15	NS
Longitud mandíbula inferior (cm)	33.13a	32.75a	31.88a	31.88a	0.46	NS
Número de puntas	8.5a	7.0a	8.5a	6.5a	1.18	NS

EEM: Error estándar de la media.

<sup>†</sup> Contrastes ortogonales para polinomios: L= lineal, C=Cuadrático; \*p≤0.05; \*\*p≤0.01; NS= No significativas p>0.05.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas (p≤0.05) entre los tratamientos para las variables evaluadas de las astas; sin embargo al evaluar el crecimiento en longitud y grosor de las astas al final del período, se encontraron diferencias significativas entre el nivel alto de metionina 4.5 y el nivel bajo 2.5 (p≤0.01) en el crecimiento de la roseta, el efecto fue de tipo lineal (p≤0.01). El testigo y el nivel 4.5 no fueron diferentes estadísticamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la suplementación de metionina protegida en el crecimiento de astas de ciervo rojo.

Variable	Tratamiento (g/ d RPMet)				EEM	Contrastes †
	2.5	3.5	4.5	Testigo		
Crecimiento roseta (cm)	0.88 <b>ab</b>	0.55 <b>b</b>	1.75 <b>ab</b>	2.25 <b>a</b>	0.37	L**
Crecimiento rama principal (cm)	33.0a	40.83a	43.38a	45.63a	3.27	NS
Crecimiento promedio diario rama principal (cm)	0.49a	0.61a	0.65a	0.68a	0.04	NS
Crecimiento luchadera (cm)	4.75a	3.18a	6.13a	7.5a	2.64	NS

EEM: Error estándar de la media.

† Contrastes ortogonales para polinomios: L= lineal, C=Cuadrático; \* $p \leq 0.05$ ; \*\* $p \leq 0.01$ ; NS= No significativas  $p > 0.05$ .

Respecto a los valores bioquímicos de la sangre de los ciervos al final del periodo, hubieron diferencias significativas ( $p \leq 0.01$ ) y un efecto de tipo lineal ( $p \leq 0.01$ ) únicamente para la variable transaminasa glutámico pirúvica (TGP) entre el nivel bajo de metionina protegida 2.5 y el testigo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores bioquímicos en sangre de ciervo rojo suplementados con metionina protegida.

Variable	Tratamiento (g/d RPMet)			Testigo	EEM	Contrastes <sup>†</sup>
	2.5	3.5	4.5			
Glucosa mg/dl	140.25a	132.25a	131.25a	119.50a	15.22	NS
Urea mg/dl	45.25a	45.50a	50.50a	45.75a	4.07	NS
Creatinina mg/dl	1.40a	1.40a	1.60a	1.50a	0.17	NS
Proteína total g/dl	7.03a	8.10a	8.20a	7.58a	0.66	NS
TGP U/L	29.58b	18.08a	17.85a	22.08ab	2.54	L**
TGO U/L	34.08a	26.45a	31.40a	36.43a	4.6	NS
Colesterol mg/dl	76.25a	72.50a	82.50a	68.75a	9.11	NS

EEM: Error estándar de la media.

<sup>†</sup> Contrastes ortogonales para polinomios: L= lineal, C=Cuadrático; \*p≤0.05; \*\*p≤0.01; NS= No significativas.

Se establecieron correlaciones entre todas las variables. Para simplificar la presentación de los datos, se muestran únicamente los valores de las correlaciones significativas ( $p \leq 0.05$ ). En este experimento la variable crecimiento de la roseta es la que presento mejores correlaciones, con el crecimiento promedio de la rama principal ( $p \leq 0.05$ ), con el crecimiento de la luchadera ( $p \leq 0.01$ ) y el crecimiento total del número de puntas ( $p \leq 0.05$ ), Cuadro 6.

Cuadro 6. Coeficientes de correlaciones estadísticamente significativas, establecidas entre las variables evaluadas.

	Crecimiento rama principal	Crecimiento luchadera	Crecimiento Núm. de puntas
Crecimiento roseta	0.576*	0.687**	0.572*
Crecimiento luchadera			0.639**

\*p≤0.05; \*\*p≤0.01

## 1.4. Discusión

### Ganancia de peso

La tendencia actual de aumentar la eficacia de utilización de nitrógeno en todas las especies domésticas y sistemas productivos por motivos medioambientales, llevan a la necesidad de establecer necesidades claras de aminoácidos en los rumiantes (NRC, 2006). El suplemento ofrecido a todos los ciervos proporcionaba los requerimientos de proteína y energía considerados por NRC, 2006 para machos adultos considerando el crecimiento de astas del ciervo rojo con un peso de 100 kg (2.4 Kcal/kg y 9% de PC de la dieta). El producto comercial (RPMet) utilizado es un análogo de metionina, protegida físicamente por una película de etilcelulosa y ácido esteárico, capaz de resistir la acción fermentativa de los microorganismos del rumen, pero que se desintegra rápidamente en el abomaso por influencia del pH ácido (Lara *et al.* 2003). En el presente estudio los animales presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), en la ganancia de peso vivo, entre el tratamiento 4.5 que corresponde al nivel alto de metionina y el tratamiento 2.5 que

corresponde al nivel inferior, sin embargo no hubo diferencia significativa con el tratamiento 4.5 y el testigo. La ganancia diaria obtenida de los tratamientos 2.5, 3.5, 4.5 y el testigo fueron de 0.098, 0.147, 0.172 y 0.163 g/PV respectivamente. Esto pudo deberse a que en el grupo testigo a pesar de que no recibió suplementación de metionina protegida, la cantidad y calidad del forraje y del suplemento energético-proteico suministrado pudo ser suficiente para permitir mantener ganancias de peso similares a las de los tratamientos con niveles altos de metionina protegida. Esto coincide con lo reportado por Cruz-Castrejón *et al.* (2007) quienes evaluaron la suplementación alimenticia de machos cabríos con un manejo extensivo a libre pastoreo; los caprinos no suplementados consumieron suficiente forraje que permitió satisfacer sus requerimientos de mantenimiento y expresar su actividad reproductiva, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas con el grupo suplementado, calculado para proporcionar al menos el 75% de sus requerimientos de proteína y energía.

Resultados similares a los de esta investigación son de Liker *et al.* (2006) quienes diseñaron un experimento con ganado de carne, en crecimiento con un peso vivo de 250 a 350 kg, a todos los animales se les proporciono un suplemento que cubría o excedía sus requerimientos de energía neta y a un grupo se le añadió 10 g/día de Mepron 85, no encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso. Señalando que posiblemente la fuente de proteína del concentrado y el forraje pueden haber provisto de una adecuada concentración de metionina en el duodeno sin la necesidad de suplementación con aminoácidos.

El efecto de la suplementación de la metionina protegida para la ganancia de peso de los ciervos, fue de tipo lineal en los niveles evaluados (2.5, 3.5 y 4.5)

$p \leq 0.01$ , lo cual podría indicar que es necesario probar otros niveles mayores a los 4.5 g/d.

Debido a que los animales utilizados en esta investigación habían permanecido juntos en un lote, y a la naturaleza de la especie de establecer una fuerte jerarquía lineal de dominancia (Carranza, 1988), el macho dominante del lote formo parte del grupo testigo y posiblemente esto influyo en la coordinación y cohesión del grupo, así como en la optimización de los beneficios derivados de la vigilancia común como lo mencionan Recuerda y Arias de Reyna (1987); lo cual pudo ocasionar un mayor consumo de alimento.

### **Crecimiento de astas**

En este experimento no se encontraron correlaciones significativas con la longitud de la mandíbula inferior con ninguna de las variables medidas en las astas. Sin embargo de las variables medidas en las astas de los ciervos, el crecimiento de la roseta es la que presento mejores correlaciones, tanto con el crecimiento promedio de la rama principal ( $p \leq 0.05$ ), como con el crecimiento de la luchadera ( $p \leq 0.01$ ) y el crecimiento total del número de puntas ( $p \leq 0.05$ ). Esta información es de utilidad desde el punto de vista metodológico y de manejo, ya que la medida del crecimiento de la roseta puede ser un dato de referencia del tamaño del asta, considerando que en las granjas de producción de ciervo es una práctica común cortar las astas antes de que lleguen a su máximo crecimiento. Azorit *et al.* (2002) encontraron una alta correlación del número de puntas con la longitud total de las astas y con las distintas medidas de grosor, lo cual coincide con los resultados obtenidos en esta investigación. Los ciervos que presentan astas de gran longitud y grosor, tienden a presentar mayor número de puntas en sus cuernas. Esto indica que las cuernas



crecen en longitud y grosor de manera proporcional. Lo cual coincide con Mena *et al.* (1996) quienes evaluaron la calidad de la cuerna de ciervo, en relación con la edad, desarrollo corporal y el medio, y reportaron que las medidas de las cuernas crecen conforme el animal aumenta de edad y de peso, alcanzando el número máximo de puntas al formar su séptima u octava cabeza (es decir a los ocho o nueve años de edad).

Sin embargo, de acuerdo con Mena *et al.* (1996) el número de puntas, evoluciona más independientemente del desarrollo corporal, indicando una mayor influencia de la genética del animal; 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 que el número de puntas, evoluciona de manera independiente del desarrollo corporal, teniendo una mayor influencia de la genética del animal.

### **Valores bioquímicos en sangre**

Los niveles altos de metionina protegida tendieron a incrementar la concentración de glucosa, urea y colesterol al final del periodo experimental. Tal como lo señala Liker *et al.* (2006) estos cambios pueden ser el resultado de la suplementación con metionina protegida y a la influencia del incremento del nivel de metionina sobre el sistema endocrino. La concentración de un aminoácido en la sangre permanecería bajo y relativamente constante cuando es suministrado en menor cantidad de sus requerimientos. La concentración de un aminoácido en la sangre incrementaría cuando es suministrado encima de lo requerido por el animal (Bergen, 1979).

## **1.5. Conclusiones**

Se concluye que los niveles altos de metionina protegida influyeron en la ganancia de peso con respecto al nivel bajo. Es probable que la fuente de proteína en el suplemento y la buena calidad de la pradera aportaran un adecuado suministro de metionina de origen microbiano en el duodeno. El crecimiento en longitud y grosor de las astas a pesar de no encontrar diferencias estadísticamente significativas fue favorecido por la suplementación de metionina.

## **Agradecimientos**

Los autores desean manifestar su agradecimiento por las facilidades y el apoyo otorgados por el Director y personal técnico del Centro de Desarrollo Tecnológico de FIRA, Tantakin. A Degussa-Hülls en México por la donación del Mepron® M85, para la realización de esta investigación. A la línea 11 de investigación “Sistema de producción agrícola, pecuaria, forestal, acuícola y pesquera” (Sub-línea Sistemas de producción intensivo, extensivo, en vida libre y traspatio) del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, México.

## CAPITULO II. EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE CIERVO ROJO (*Cervus elaphus*) AL INICIO DE LA EPOCA DE EMPADRE EN EL TRÓPICO

### RESUMEN

La función reproductiva de los cérvidos está influenciada por diversos factores ambientales, relacionados con el manejo, nutrición y sanidad principalmente. En el macho, estos factores pueden actuar negativamente en la espermatogénesis, ocasionando 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 calculo su media  $\pm$  desviación estándar y se realizo un análisis de frecuencias relativas; utilizando el programa SAS. Las variables evaluadas fueron: circunferencia escrotal, volumen de eyaculado  $1.58 \pm 1.06 \text{ cm}^3$ , 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:** *Cervus elaphus*, evaluación reproductiva, electroeyaculación, trópico

## EVALUATION OF THE RED DEER (*Cervus elaphus*) REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS AT THE BEGINNING OF THE MATING SEASON IN THE TROPIC

### ABSTRACT

The reproductive function cervids is influenced by diverse environmental factors, related mainly to the handling, nutrition and health. In the male, these factors can negatively act in the spermatogenesis, causing alterations that repel in the short term quality and amount of semen, causing a diminution in the rate of births by conception failures and repetition of routing behaviour. The reproductive evaluation of males in the Animal Breeding Centers is a practice that can optimize its 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 done to each variable as well as a relative frequency analyses; using SAS. The evaluated variables were: scrotal circumference, ejaculation volume  $1.58 \pm 1.06 \text{ cm}^3$ , 7.55 pHs  $\pm 0.16$ , spermatic concentration  $400.00 \pm 202.8$  thousand spermatic cells/ $\text{mm}^3$ , movement in mass  $58 \pm 27.4 \%$ , 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 points 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:** *Cervus elaphus*, reproductive evaluation, electroejaculation, tropic

## 2.1. 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) y 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. Desde 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 cada ciclo la hembra acepta al macho durante 12 o 24 horas, con un estro de 15 a 20 minutos y con ovulación espontánea durante el apareamiento. Este periodo 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 de fertilizar el ovulo 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, ocasionando 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 aumenten 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 a 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, aún cuando el tamaño del harem 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 harem y posteriormente se

introducen 2 o 3 machos con la finalidad de que completen los apareamientos, (Valencia y Flores, 1998). Después del periodo 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 de fertilizar a las hembras influyen en gran medida en el éxito reproductivo en los centros de cría de ciervos. 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; Alvarez-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 colección de semen de cérvidos: servicio natural utilizando vagina artificial, recuperación post-mortem del epidídimo y la electroeyaculación (Asher *et al.* 2000); 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,

esta 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.

## **2.2. 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. (Anónimo, 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 1000-1200 mm. La vegetación es de tipo selva mediana subperennifolia, desarrollada sobre suelo calizo y cubriendo un 60% del territorio de la Península, aunque solo ocupa una pequeña porción del estado de Yucatán. Tiene como especies dominantes a



*Manilkara sapota* (L.) Van Royen (Sapotaceae), *Vitex gaumeri* Greenman (Verbenaceae), *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. (Leguminosae) y *Brosimum alicastrum* Swartz (Moraceae), con presencia de muchas epífitas como helechos y musgos, abundantes orquídeas y bromeliáceas, y pocas aráceas. Otras especies presentes en el estrato más alto son *Bucida buceras* L. (Combretaceae), *Pimenta dioica* (L.) Merril (Myrtaceae), *Alseya yucatanensis* Standley (Rubiaceae) (Flores y Espejel, 1994).

### **2.2.1. Metodología**

Se utilizaron 11 ciervos machos enteros adultos, utilizados como sementales activos en la unidad de producción del CDT “Tantakin”. Se determinó como inicio del periodo reproductivo al observar el desprendimiento del terciopelo de las astas de los ciervos (Figura 3), 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 y King Grass CT-115, y se les proporciona como alimentación complementaria una mezcla de melaza con urea 3 % y un concentrado con 12 % de PC. Se realizó la valoración de las astas utilizando una cinta métrica (Figura 25c), 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).



Figura 25. Inmovilización química (a), sujeción para manejo seguro (b) medición de las astas utilizando cinta métrica (c) y circunferencia escrotal utilizando un testímetro.

Para realizar la colecta de semen, los animales fueron inmovilizados químicamente utilizando Xilacina al 10 % (Procin® Equus) vía intramuscular, administrando en promedio 1.2 mg/kg de peso vivo (Figura 25 ab). 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). El electroeyaculador utilizado es el que se emplea comúnmente en ovinos (Figura 26b), el cual fue colocado en el recto por encima de las glándulas sexuales, con la ayuda de un gel lubricante. La intensidad de la

corriente se incrementó gradualmente, el máximo voltaje aplicado fue de 5 V según lo indicado por Goeritz *et al.* (2003).



Figura 26. Obtención de sangre (a), colocación de electroeyaculador (b), colecta de semen (c), medición del volumen del eyaculado en tubo graduado (d) y del pH con tiras reactivas (e) y evaluación de las características microscópicas del semen de ciervo rojo (f).

La medición de la circunferencia escrotal fue tomada de la parte más ancha del escroto ejerciendo una leve presión para el descenso de los testículos, utilizando un testímetro (Figura 25d). Las muestras de semen fueron evaluadas usando el procedimiento estándar de evaluación de semen utilizado para animales domésticos. Para determinar la concentración espermática se utilizó la cámara de Neubauer®. Se realizó un cálculo visual preliminar de la concentración de espermatozoides por medio de observación microscópica de la muestra sin diluir antes de preparar la cámara; las muestras se diluyeron en un medio HAM F-12 (Sigma Chemical Company, St Louis, MO, USA) basado en el cálculo visual. La cámara se llenó con la suspensión de espermatozoides y el recuento se llevó a cabo usando un microscopio de luz (Figura 26f).

La motilidad en masa se realizó tomando una gota de semen la cual se colocó en un portaobjeto, posteriormente se llevó al microscopio donde se observó con el objetivo de 10x, luego 20x y por último 40x a una temperatura de 37° C utilizando una placa térmica. El estudio se basó en el modelo de ondas o de movimiento de remolino. Posteriormente se le asignó un porcentaje de acuerdo con el movimiento ejercido en conjunto por las células espermáticas; la motilidad 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, se colocó el cubreobjeto y se llevó al microscopio para su observación con objetivos de 20x y 40x.

Para la determinación de las anormalidades se realizó un frotis utilizando tinta china. En un portaobjeto se colocó una gota de tinta china, y 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 un objetivo de 100x o de inmersión y de esta forma se determinó el porcentaje de anormalidades.

### **2.2.2. Análisis de datos**

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

### 2.3. Resultados

En el cuadro 7, 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 de  $28.1 \pm 1.3$  cm.

Cuadro 7. 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
Viabilidad espermática %	56.00	18.94
Concentración espermática $\times 10^6/\text{ml}$	4.0	2.02
Anormalidades %	14.50	4.38

En la colecta del material seminal empleando electroeyaculación, el 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 solo 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 8, 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 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. En 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 9, 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 solo los valores de una de ellas (la derecha).





Cuadro 9. 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	Long. Rama principal	Long. Luchadera	Número puntas	pH	Movimiento individual	Viabilidad espermática	Concentración espermática	Anormalidades	Circunferencia escrotal	Condición corporal
Peso vivo		0,64									
Peso astas (kg)	0,65 <sup>1</sup> 0,03 <sup>2*</sup>	0,68	0,63 0,04*								
Perímetro máximo roseta					-0,68 0,03*						
Long. Rama principal										0,68 0,02*	0,67 0,02*
Long. Luchadera				0,70 0,02*							
Movimiento en masa						0,73 0,02*	0,88 0,001**	0,72 0,02*	-0,89 0,001**		
Movimiento individual							0,92 0,001**		-0,79 0,01*		
Viabilidad espermática								0,74 0,02*	-0,90 0,001**		
Concentración espermática									-0,78 0,01		

En las celdas se especifica en la parte superior el valor de la correlación<sup>1</sup>, y en la inferior la significancia<sup>2</sup>

\* Correlación: significativa \*p≤0.05; altamente significativa \*\*p≤0.01.

## 2.4. Discusión

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 defender a su grupo de hembras, dedicando poco tiempo a alimentarse. En este período los machos dominantes pierden del 15 al 20 % de su peso vivo, mientras que los no dominantes cerca del 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 periodo reproductivo y contienen tanto espermatozoides y secreciones de las glándulas bulbouretrales que secretan una sustancia lubricante y de las vesículas seminales cuya secreción esta 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  $1.58 \pm 1.06$  ml, estos resultados se encuentran dentro de los límites reportados por otros autores y con diferentes métodos de obtención del eyaculado. 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 reproductiva, 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 y de pus en el semen de los ciervos, esto indica que no había problemas infecciosos. El movimiento en masa promedio fue  $58 \% \pm 27.40$ , esto coincide con los datos reportados por Martínez-Pastor *et al.* (2006) en el cual indican una motilidad total de  $57.9 \% \pm 2.87$  en semen obtenido del epidídimo de ciervo rojo ibérico. La motilidad individual promedio de  $65 \% \pm 18.40$  son similares a los reportados por Malo *et al.* (2005) de  $62.11 \% \pm 1.34g$ .

El promedio de la concentración espermática a inicios de la época de empadre fue de  $4 \times 10^6$  espermatozoides/ml, el rango osciló de 1.5 a  $7.5 \times 10^6$  espermatozoides/ml, estos datos coinciden con la concentración espermática reportada por Gizejewski (2004) para la época de empadre de  $2.0 - 4.5 \times 10^6/ml$ . 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 reflejan un  $14.5 \% \pm 4.38$ . Las anomalías en los espermatozoides de los ciervos están asociadas a la etapa del periodo reproductivo, siendo mayor a principios de la época de empadre

(>10%) disminuyendo a (<5%) a mediados del periodo (Gizejewski 2004). En los resultados obtenidos en este estudio, el uso de este fármaco, 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, por lo cual 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 (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 el 1.8% del peso vivo de los animales. La longitud de la rama principal promedio de los sementales evaluados fue de 81.7 y 79.35 cm de la rama derecha e izquierda respectivamente, 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 de la mandíbula 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 de la mandíbula 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 hubieron 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 favorece 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 que 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.

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 al hábitat natural del ciervo rojo, los datos evidenciaron la buena adaptación a las condiciones del trópico, no influyendo estas 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, así como al MC. Horacio Ruiz Hernández, PTC de la FMVZ-UNACH por su valiosa colaboración.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

### 1. Conclusiones

A pesar de las condiciones climatológicas del trópico y del posible efecto que este tendría en una especie originaria de clima templado, el cual es el hábitat natural del ciervo rojo, los datos evidenciaron la buena adaptación a las condiciones de trópico. Así como la plasticidad de la especie a la adaptación y consumo de los recursos alimentarios disponibles.

El nivel más alto de metionina protegida no fue diferente del grupo testigo, posiblemente esto se deba a que la fuente de proteína del concentrado y el forraje pudieron haber provisto de una adecuada concentración de metionina en el duodeno sin la necesidad de suplementación con aminoácidos. Sin embargo, la respuesta de tres niveles probados de metionina indica una tendencia lineal en la ganancia de peso, así como en el crecimiento de la rama principal de las astas, recomendándose que en estudios posteriores se consideren niveles más altos de metionina protegida.

Las variables obtenidas en el análisis de la calidad del semen de los reproductores machos coinciden con lo reportado en zonas de clima templado y permiten identificar animales con problemas de fertilidad, lo cual puede afectar las tasas de parición.

## **2. Recomendaciones**

Los aspectos nutricionales y reproductivos abordados en esta investigación proporcionan información para realizar adecuaciones a investigaciones posteriores que consideren el aumento en el nivel de metionina protegida suministrado o combinar la suplementación con otros aminoácidos como lisina, así como diferentes niveles de energía. Así mismo, se plantea la necesidad de realizar investigaciones sobre las demandas de nutrientes durante la gestación y lactancia y la necesidad de suplementar en estas etapas fisiológicas a las hembras.

Implementar y estandarizar técnicas biotecnológicas para la criopreservación del semen de ciervo rojo e inseminación artificial.

Los retos de las investigaciones en cérvidos, estriban principalmente en entender la etología de los animales, su demanda de instalaciones y prácticas de manejo adecuada a su especie y la forma como esto afecta los resultados experimentales.

Es reconocida la calidad de la carne del ciervo rojo por ser magra, sin embargo, no existen estudios comparativos con especies de cérvidos nativos, como el venado cola blanca, que permitan evidenciar la calidad y propiedades de su carne, en aras de disminuir la presión de la cacería furtiva del venado cola blanca y mejorar los canales de comercialización de esta especie.



## LITERATURA CONSULTADA

- Álvarez-Romero J. y Medellín, RA. 2005. *Cervus elaphus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- Asher GW, Fisher MW y Fennessy PF. 1996. Environmental constraints on reproductive performance of farmed deer. *Animal Reproduction Science* 42: 35-44.
- Azorit C, Analla M, Calvo JA, Muñoz-Cobo J, Carrasco, R. 2002a. Teeth eruption pattern in red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) in southern Spain. *Anales de Biología (Murcia)*, 24: 107-114.
- Azorit C, Analla M, Hervas J, Carrasco R, Muñoz-Cobo, J. 2002d. Growth marks observation: preferential techniques and teeth for ageing of Spanish red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Anatomia Histologia Embryologia*, 31(5): 303-307.
- Azorit C, Analla, M, Carrasco R, Muñoz-Cobo J. 2002e. Influence of age and environment on antler traits in Spanish red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Zeitschrift fur Jagdwissenschaft*, 48(3): 137-144.
- Azorit C, Analla, M, Muñoz-Cobo, J. 2003. Variation of mandible size in red deer *Cervus elaphus hispanicus* from southern Spain. *Acta Theriologica*, 48(2): 221-222.
- Azorit C, Hervas J, Analla M, Carrasco R, Muñoz-Cobo J. 2002c. Histological thinsections: a method for the microscopic study of teeth in Spanish red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Anatomia Histologia Embryologia*, 31(4): 224-227.
- Azorit C, Muñoz-Cobo J, Analla M. 2002b. Seasonal deposition of cementum in first lower molars from *Cervus elaphus hispanicus*. *Mammalian Biology*, 67(4): 243-245.
- Bach, A. and M. D. Stern. 2000. Measuring resistance to ruminal degradation and bioavailability of ruminally protected methionine. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 84:23-32.
- Broderick, G.A., Balthrop, Jr. J.E. 1979. Chemical inhibition of aminoacid deamination by ruminal microbes *in vitro*. *Journal of Animal Science* 49:1101-1111.
- Broderick, G.A., Craig, W.M. 1980. Effect of heat treatment on ruminal degradation and escape, and intestinal digestibility of cottonseed meal protein. *Journal of Nutrition*. 110: 2381-2390.
- Carranza J, Alarcos S, Sánchez-Prieto CB, Valencia J, Mateos C. 2004. Disposable soma senescence mediated by sexual selection in an ungulate. *Nature*, 432: 215-218.

- Carranza J, Valencia J. 1992. Organización social del ciervo en hábitat mediterráneo. *Miscellanea Zoologica*, 16: 223-232.
- Ceacero F, Gallego L. 2008. Population management and bone structural effects in composition and radio-opacity of Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) antlers. *European Journal of Wildlife Research*, 54 (2): 215-223.
- Ceacero F, Landete-Castillejos T, García AJ, Estévez JA, Gallego L. 2007. Kinship discrimination and effects on social rank and aggressiveness levels in Iberian red deer hinds. *Ethology*, 113 (12): 1133-1140.
- Chalupa, W. 1974. Rumen bypass protection of proteins and aminoacids. *Journal of Dairy Science*:1198-1218.
- Cossio BA. 1997. Cosecha de "Velvet". Memorias del curso teórico- práctico Producción de astas (velvet) de Ciervo rojo. INIFAP y Fundación Produce Querétaro, A.C. México. Mayo.
- Denholm LJ. 1988. Harvesting antlers in velvet from deer. *Seminars for Veterinarians. Recent Advance Series No. 31. Farmed Deer. October 28 th & 29 th. Victoria, 3030. Australian.*
- Denholm LJ. 1988 a. Structure of the deer industry farmed species of deer and their management. *Seminars for Veterinarians. Recent Advance Series No. 31. Farmed Deer. October 28 th & 29 th. Victoria, 3030. Australian.*
- Denholm, L.J. 1988b. Structure of the deer industry farmed species of deer and their management. *Seminars for Veterinarians. Recent Advance Series No. 31. Farmed Deer. October 28 th & 29 th. Victoria, 3030. Australian.*
- Drew K. 1984. *Deer: Red Deer. Velvet and Venison Production. Farm Production & Practice. Ministry of Agriculture and Fisheries. Wellington, New Zealand.*
- English AW. 1988. The Chemical Restrint of Deer. *Seminars for Veterinarians. Recent Advance Series No. 31. Farmed Deer. October 28 th & 29 th. Victoria, 3030. Australian.*
- Fennessy PF, Moore GH. 1984. *Deer: Red Deer. Velvet Antler Growth and Harvesting. Farm Production & Practice. Ministry of Agriculture and Fisheries. Wellington, New Zealand.*
- Fierro Y, Gortazar C, Landete-Castillejos T, Vicente J, García A, Gallego L. 2002. Baseline values for cast antlers of Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Zeitschrift fur Jagdwissenschaft*, 48(4): 244-251.
- FIRA. 1998. La Producción Comercial de Ciervo Rojo. *Boletín Informativo. Núm. 302. Volumen XXXI. Morelia, Mich. México. Enero.*

- Frey A, Vitezica Z, Cesa A y Melzner G. 2003. Efecto de la administración oral de DL-metionina protegida sobre la producción y calidad de la lana de borregas Merino preñadas en la Patagonia argentina. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol 11(2):138-142.
- Garin I, Aldezabal AR, García-González R, Aihartza JR. 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
- Gaspar-López, E., García, A. J., Landete-Castillejos, T., Carrión, D., Estévez, J. A., Gallego, L. 2008. Growth of the first antler in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). European Journal of Wildlife Research, 54 (1): 1-5.
- Geist V. 1998. Deer of the World: their Evolution, Behavior & Ecology. Stackpole Books, Mechanicsburg.
- Giles KH. 1982. Deer: Red deer. Farm Location, Design, Fences and Yards. Requirements. Farm Production & Practice. Ministry of Agriculture & Fisheries. Wellington, New Zealand.
- Giles KH. 1984. Deer: Yards Requeriments and Design. Farm Production & Practice. Ministry of Agriculture & Fisheries. Wellington, New Zealand.
- González MRM, RP Montes y Santos FJ. 2003. Caracterización de las unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de fauna silvestre en Yucatán, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 2: 13 - 21
- Gual SF. 1997. Contención física y química del ciervo rojo. Memorias del curso teórico-práctico "Producción de astas (velvet) de ciervo rojo". INIFAP y Fundación Produce Querétaro, A.C. Mayo. México.
- Hafez ESE (1989) Reproducción e Inseminación Artificial en animales domésticos, México. Nueva Editorial Internacional S.A. 351-363 pp.
- [http://www.bolsonweb.com.ar/diariobolson/detalle.php?id\\_noticia=14524#content](http://www.bolsonweb.com.ar/diariobolson/detalle.php?id_noticia=14524#content) Nota fecha 23/04 2008. Río Negro: En el IDEVI se cría al ciervo colorado para comercializar velvet y carne, así como proveer de animales a cotos de caza
- INE y SEMARNAP 2000. Base de datos electrónica del Sistema de Unidades de Manejo, Conservación y Aprovechamiento de la Vida Silvestre SUMA. Reporte interno de la Dirección General de Vida Silvestre, SEMARNAT. México, D.F.
- Kay RNB, Staines BW. 1981. The Nutrition of the Red Deer (*Cervus elaphus*). COMMONWEALTH BUREAU OF NUTRITION. Nutrition Abstracts and Reviews – Series B. Vol. 51 No. 9 September. Scotland.
- Kingdon, J. 1997. The Kingdon field guide to African mammals. Academic Press. Londres, Inglaterra.

- Klopfenstein, T., Stock, R., Britton, R. 1985. Relevance of bypass protein to cattle feeding. *Professional Animal Science* 1:27-31.
- Kung L Jr, Rode LM. 1996. Amino acid metabolism in ruminants. *Animal Feed Science Technology* 58:167-172
- Landete-Castillejos T, García 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.
- Lara BA, Mendoza MGD, Bárcena GJR, Landois, PLL, Sánchez-Torres EMT, García BCM y Ayala OJ. 2003. Degradabilidad ruminal in situ e in Vitro de la metionina protegida. *Técnica Pecuaria México*; 41(1):91-103.
- Lemus RV. 1996. Instalaciones para producción de ciervo rojo. Memorias del curso teórico-práctico "Carnización del ciervo como animal para abasto". 2 al 7 de diciembre. Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlan. Centro de Enseñanza Agropecuaria. Taller de carnes UNAM, México.
- Liker B, Vranešić N, Grbeša D, Bačar-Huskić Lina, Matić Ivana, Knežević M, Šperanda M, Leto J, y Maćešić D. 2006. Blood metabolites and haematological indices of beef cattle fed rumen-protected methionine. *Acta Veterinaria (Beograd)* Vol 56: 3-15
- Logan LKG, Cienfuegos REG, Tarango ALA, Mendoza MGD, Sifuentes RAM. 2003. Situación de la fauna exótica cinegética en México. *BIOTAM Nueva Serie* 14(3):1-10.
- Malo AF, Garde JJ, Soler AJ, García AJ, Gomendio M, Róldan ERS. 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.
- Martínez, M.A. 1995. Fisiopatología de la Fauna Silvestre (venado y avestruz). Curso Sobre Ganadería Diversificada. 4 a 7 de Octubre. Nuevo Laredo, Tamps. México.
- Mata G, Masters DG, Buscall D, Street K, Schlink AC. 1995. Responses in wool growth, live weight, glutathione and amino acid in Merino weathers fed increasing amounts of methionine protected from degradation in rumen. *Aust J. Agric Res*; 46: 1189-1204.
- Meikle LM, Fennessy PF, Fisher MW, Patene HJ. 1992. Advancing calving in red deer: The effects on growth and sexual development. The proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. Volume 52. 52<sup>th</sup>. Conference Lincoln University 11-13 February.
- Mena-Guerrero Y, Molera AM, Rut LJM, Fernández RP (1996) Calidad de la cuerna del ciervo, en relación con la edad, el desarrollo corporal y el medio. *Arch. Zootec.* 45: 63-73.

- Merchen NR, Titgemeyer EC. 1992. Manipulation of amino acid supply to the growing ruminant. *J. Anim Sci*; 70:3238-3247.
- Ministry of Agriculture and Fisheries. 1981. Deer: Red Deer. An Introduction. Farm Production & Practice. Wellington, New Zealand.
- Ministry of Agriculture and Fisheries. 1980. Deer: Yard Design. Requirements and Plans. Part B: Plans 5 to 8. Farm Production & Practice. Wellington, New Zealand.
- Mohar HF (1990) *Bioquímica Animal*. Edit. ENPES. Cuba. Pág. 493
- Montoya JM. 1999. *El Ciervo y El Monte: Manejo y Conservación*. 1ª ed. Edit. MUNDIPRENSA. España.
- Moore GH. 1982. Deer. Red Deer. Calving and Weaning. Farm Production & Practice. Ministry of Agriculture and Fisheries. Wellington, New Zealand.
- Mylrea, G.E. 1988. Reproduction in farmed deer. Seminars for Veterinarians. Recent Advance Series No. 31. Farmed Deer. October 28 th & 29 th. Victoria, 3030. Australian.
- Norma Oficial Mexicana NOM-009-ZOO-1994. 1994. Proceso Sanitario de la Carne. Publicada en el diario de la Federación el 16 de Noviembre.
- Nowak RM. 1991. *Walker's mammals of the world*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, EUA.
- NRC. 2006. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, goats, cérvidos, and new world camelids. Pág. 361
- Patterson, J.A., Kung, Jr. L. 1988. Metabolism of DL-methionine and methionine analogs by rumen microorganism. *Journal of Dairy Science*; 71: 3292-3301.
- Pollard JC. 1993. Behavioural quantification of welfare in farmed red deer. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. Vol. 53. 53<sup>rd</sup> Conference Waikato University. 17<sup>th</sup>-19<sup>th</sup> February. pp 183-187.
- Ramírez, L.R.Q. 2004. *Nutrición del venado cola blanca*. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 240 págs.
- Robert, J.C., Williams, P.E.V., Souza, B. 1997. Influence of source of methionine and protection technology on the post ruminal delivery and supply to the blood of dairy cows of an oral supplement of methionine (Abstract). *Journal Dairy Science*; 80 (Suppl 1): 248.
- SEMARNAT. 2004. *Normatividad para el establecimiento de Criaderos de Fauna Silvestre*. Dirección General de Vida Silvestre del Instituto Nacional de Ecología.

- Shimada MA. 2003. Nutrición Animal. 1ª ed. Edit. Trillas. México.
- Sosa FCF, Navarro OE. 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. p41-44. 24-27 de Abril. Chetumal, Quintana Roo, México.
- Valencia J, Flores ON (1998) La Producción Comercial de Ciervo Rojo. FIRA Boletín Informativo México. Núm. 302. 31(302) 72 p.
- Villareal, G.J.G. 2006. Venado cola blanca, manejo y aprovechamiento cinegético. 2da. Edic. Edit. UGRNL-Fundación Produce-CNOG. México. 411 págs.
- Volden, H., Velle, W., Magne, H.O., Auslie, A., Sjaastad, O.V. 1998 Apparent ruminal degradation and rumen escape of lysine, methionine and threonine administered intraruminally in mixtures to high-yielding cows. Journal of Animal Science; 76:1232-1240.
- Volpelli LA, Valusso R, Morgante M, Pittia P y Piasentier E. 2003. Meat quality in male fallow deer (*Dama dama*): effects of age and supplementary feeding. Meat Science 65:555-562.

## Capítulo I

- Azorit, C., Analla, M., Carrasco, R. y Muñoz-Cobo, J. 2002. Astas, esqueleto y edad del ciervo (*Cervus elaphus hispanicus*) de Sierra Morena oriental: Estudio de correlación. Anales de Biología 24: 195-200.
- Bergen, WG. 1979. Free amino acids in blood of ruminants – physiological and nutritional regulation. Journal of Animal Science 42: 1577-1589
- Broderick, G.A., Balthrop, Jr. J.E. 1979. Chemical inhibition of amino acid deamination by ruminal microbes *in vitro*. Journal of Animal Science 49:1101-1111.
- Broderick, G.A., Craig, W.M. 1980. Effect of heat treatment on ruminal degradation and escape, and intestinal digestibility of cottonseed meal protein. Journal of Nutrition. 110: 2381-2390.
- Carranza, J. 1988. Dominance relationships in female groups of red deer: seasonal changes. Acta Theriologica. 33-31:435-442
- Chalupa, W. 1974. Rumen bypass protection of proteins and amino acids. Journal of Dairy Science:1198-1218.
- Cruz-Castrejón, U., Gerardo, V.G., Rivas-Muñoz, R., Flores, J.A., Hernández, H. y Duarte, M.G. 2007. Respuesta de la actividad sexual a la suplementación alimenticia de machos cabríos tratados con días largos, con un manejo extensivo a libre pastoreo. Técnica Pecuaria México. 45(1):93-100.

- Flores, S., Espejel, I. 1994. Etnoflora yucatanense, fascículo 3, Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. 135 p.
- Frey, A., Vitezica, Z., Cesa, A. y Melzner, G. 2003. Efecto de la administración oral de DL-metionina protegida sobre la producción y calidad de la lana de borregas Merino preñadas en la Patagonia argentina. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol 11(2):138-142.
- García, AJ, Ortiz N, Peña E, López A, Landete-Castillejos T, Albiñana B, Garde JJ, Gallego L (1998) Protocolo anestésico para la inseminación artificial intrauterino mediante laparoscopia de ciervas ibéricas. Galemys 10 (núm. Especial): 75-88.
- Garin, I., Aldezabal, A.R., García-González, R., 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
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2000. Consultas a la base de datos nacional de información demográfica por localidad. México. INEGI. [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- Kay, R.N.B., Staines, B.W. 1981. The Nutrition of the Red Deer (*Cervus elaphus*). COMMONWEALTH BUREAU OF NUTRITION. Nutrition Abstracts and Reviews – Series B. Vol. 51 No. 9 September. Scotland.
- Klopfenstein, T., Stock, R., Britton, R. 1985. Relevance of bypass protein to cattle feeding. Professional Animal Science 1:27-31.
- Kung, L.Jr., Rode, L.M. 1996 Amino acid metabolism in ruminants. Animal Feed Science Technology 58:167-172
- Landete-Castillejos, T., García, 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.
- Lara, B.A., Mendoza, M.G.D., Bárcena, G.J.R., Landois, P.L.L., Sánchez-Torres, E.M.T., García, B.C.M. y Ayala, O.J. 2003. Degradabilidad ruminal in situ e in vitro de la metionina protegida. Técnica Pecuaria México; 41(1):91-103.
- Liker B, Vranešić N, Grbeša D, Bačar-Huskić Lina, Matić Ivana, Knežević M, Šperanda M, Leto J, y Maćešić D. 2006. Blood metabolites and haematological indices of beef cattle fed rumen-protected methionine. Acta Veterinaria (Beograd) Vol 56: 3-15
- Mata, G., Masters, D.G., Buscall, D., Street, K., Schlink, A.C. 1995. Responses in wool growth, live weight, glutathione and amino acid in Merino weathers fed increasing amounts of methionine protected from degradation in rumen. Australian Journal of Agricultural Research; 46: 1189-1204.

- Mena-Guerrero Y, Molera AM, Rut LJM, Fernández RP (1996) Calidad de la cuerna del ciervo, en relación con la edad, el desarrollo corporal y el medio. Arch. Zootec. 45: 63-73.
- Merchen, N.R., Titgemeyer, E.C. 1992. Manipulation of amino acid supply to the growing ruminant. Journal of Animal Science; 70:3238-3247.
- NRC. 2006. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, goats, cérvidos, and new world camelids. Pág. 361
- Patterson, J.A., Kung, Jr. L. 1988. Metabolism of DL-methionine and methionine analogs by rumen microorganism. Journal of Dairy Science; 71: 3292-3301.
- Ramírez, L.R.Q. 2004. Nutrición del venado cola blanca. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 240 págs.
- Recuerda, P. y Arias de Reyna, L. 1987. Individual information análisis of visual Communications in red deer (*Cervus elaphus*). Mammalia, 51(2):201-209.
- Robert, J.C., Williams, P.E.V., Souza, B. 1997. Influence of source of methionine and protection technology on the post ruminal delivery and supply to the blood of dairy cows of an oral supplement of methionine (Abstract). Journal Dairy Science; 80 (Suppl 1): 248.
- SAS. 1999. SAS User's Guide Statistics. Statistics (version 8 ed.) Cary, NC, US. SAS Inst. Inc.
- Villareal, G.J.G. 2006. Venado cola blanca, manejo y aprovechamiento cinegético. 2da. Edic. Edit. UGRNL-Fundación Produce-CNOG. México. 411 págs.
- Volden, H., Velle, W., Magne, H.O., Auslie, A., Sjaastad, O.V. 1998 Apparent ruminal degradation and rumen escape of lysine, methionine and threonine administered intraruminally in mixtures to high-yielding cows. Journal of Animal Science; 76:1232-1240.
- Volpelli, L.A., Valusso, R., Morgante, M., Pittia, P., Piasentier, E. 2003. Meat quality in male fallow deer (*Dama dama*): effects of age and supplementary feeding. Meat Science 65:555-562

## Capítulo II

- Alvarez-Ortí M, Escribano J, Garde J, García A, Ortíz N (1999) Evaluación de la variabilidad genética en poblaciones cinegéticas de ciervo ibérico *Cervus elaphus hispanicus*, mediante métodos moleculares. Galemys 11 (1):27-39
- ANÓNIMO (2000) Consultas a la base de datos nacional de información demográfica por localidad. México. INEGI. [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)



- Asher GW, Berg DK, Evans G (2000) Storage of semen and artificial insemination in deer. *Animal Reproduction Science*, (62): 195-211.
- Asher GW, Fisher MW, Fennessy, PF (1996) Environmental constraints on reproductive performance of farmed deer. *Animal Reproduction Science* (42): 35-44
- Azorit C, Analla M, Carrasco R, 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 AR (1981) Deer. Red Deer. Mating. Farm Production & 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 JG (1995) *Fisiología Veterinaria*. Ed. Interamericana. México. 422-435 pp.
- Flores S, Espejel I. (1994) *Etnoflora yucatanense*, fascículo 3, Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. 135 p.
- García AJ, Ortiz N, Peña E, López A, Landete-Castillejos T, Albiñana B, Garde JJ, Gallego L (1998) Protocolo anestésico para la inseminación artificial intrauterina mediante laparoscopia de ciervas ibéricas. *Galemys* 10 (núm. Especial): 75-88.
- Garde JJ, Ortiz N, García AJ, López A, Gallego L (1998) Criopreservación *post-mortem* de material espermático e inseminación artificial en el ciervo ibérico. *Arch. Zootec* (47):351-356
- Garin I, Aldezabal AR, García-González R, Aihartza JR (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 TB, Hofmann RR, 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 AH, Roldan ERS (1998) Sperm competition in mammals. In: Birkhead TR, Moller AP (eds), *Sperm Competition and Sexual Selection*. London: Academic Press; pp 667-751
- Hafez ESE (1989) *Reproducción e Inseminación Artificial en animales domésticos*, México. Nueva Editorial Internacional S.A. 351-363 pp.

- Landete-Castillejos T, García 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 GA (1971). The seasonal reproductive changes in the adult red deer stag (*Cervus elaphus*). *Journal of Zoology, London* (163):105-123.
- Logan LKG, Cienfuegos REG, Tarango ALA, Mendoza MGD, Sifuentes RAM (2003) Situación de la fauna exótica cinegética en México. *BIOTAM Nueva Serie* 14(3):1-10.
- Malo AF, Garde JJ, Soler AJ, García AJ, Gomendio M, Róldan ERS (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.
- Martínez-Pastor F, Anel L, Guerra C, Álvarez M, Soler AJ, Gardé JJ, Chamorro C, de Paz, P (2006) Seminal plasma improves cryopreservation of Iberian red deer epididymal sperm. *Theriogenology* (66): 1847-1856.
- Martínez-Pastor F, Guerra C, Kaabi M, García-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.
- Mena-Guerrero Y, Molera AM, Rut LJM, Fernández RP (1996) Calidad de la cuerna del ciervo, en relación con la edad, el desarrollo corporal y el medio. *Arch. Zootec.* 45: 63-73.
- Rodríguez-Martínez H, Ericsson B (2000) Evaluación del semen de verraco y su relación con fertilidad en Inseminação artificial em suínos. En: III Simpósio Internacional MINITUB. Flores da Cunha – RS – Brasil; 11-33 pp.
- SAS (1999) SAS User's Guide Statistics. Statistics (version 8 ed.) Cary, NC, US. SAS Inst. Inc.
- Sosa FCF, Navarro OE. 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. p41-44. 24-27 de Abril. Chetumal, Quintana Roo, México.
- Steel RGD, Torrie JH, Dickey DA (1997) Principles and Procedures of Statistics, 3rd. ed. McGraw Hill.
- Valencia J, Flores ON (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 el título de licenciatura. Universidad autónoma de Querétaro. Querétaro. México. 140 p.
- Vejarano OA, Sanabria LRD, Trujillo LGA. (2005) Diagnóstico de la capacidad reproductiva de toros en ganaderías de tres municipios del Alto Magdalena. Rev MVZ- Córdoba, 10:(2): 648-662.