

# EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE B-CAROTENO SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA Y PATRÓN DE SECRECIÓN DE LA HORMONA LUTEINIZANTE EN CABRAS BAJO FOTOPERÍODO CRECIENTE

## EFFECT OF B-CAROTENE SUPPLEMENTATION UPON OVARIAN ACTIVITY AND LUTEINIZING HORMONE SECRETION PATTERN IN GOATS UNDER INCREASED PHOTOPERIOD

M. N. Buendía Tamariz<sup>1</sup>, C. A. Meza Herrera<sup>1,\*</sup>, F. G. Veliz Deras<sup>2</sup>, M. A. De Santiago Miramontes<sup>2</sup>, R. M. Rincón Delgado<sup>3</sup>, H. Salinas González<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Univesitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango. México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. <sup>3</sup>Universidad Autónoma de Zacatecas. <sup>4</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. \*correspondencia: [cmeza2000@hotmail.com](mailto:cmeza2000@hotmail.com)

**RESUMEN** El estudio se desarrolló en la Unidad de Investigación Caprina Sur, URUZA-UACH, localizada entre los 25° LN y 103° LO, a 1117 msnm., en los meses de febrero a mayo, 2003. Las cabras (n=20) fueron distribuidas en dos grupos experimentales con peso vivo y condición corporal homogéneos. A cada grupo se asignó en forma aleatoria uno de dos tratamientos experimentales, 1) Grupo control (CONT, n = 10; PV = 44.75 ± 3.04) y 2) BETA (BETA, n = 10; PV 44.15 ± 2.93) el cual consideró suplementación de 50 mg. de b-caroteno cabra<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>. Las cabras recibieron dieta que cubrió el 100% de requerimientos nutricionales a base de alfalfa heno (14% PC; 1.14 Mcal Kg<sup>-1</sup> ENm) con acceso libre a agua, sales minerales y sombra. Las cabras fueron estroalmente sincronizadas mediante esponjas intravaginales impregnadas de progesterona (P<sub>4</sub>) mismas que fueron retiradas 9 días después, además de una aplicación de cloprostenol. El día 19 después del estro se colectaron muestras sanguíneas durante 6 horas cada 15 minutos en ambos grupos experimentales para ser evaluadas por su contenido de LH y para medir pulsatilidad (LH-PULSE), amplitud (AMPLI), intervalo (INTERPU) y área bajo la curva de LH (LH-AUC). Posteriormente, hacia la fase lútea tardía se realizó análisis ultrasonográfico de la actividad ovárica total, considerando FT, FA y CLT. El grupo BETA no difirió en el número de FT (P=0.38), FA (P=1.0) y CLT (P=0.33) con respecto al grupo CONT. La actividad ovárica total-1 (AOTFT=FT+CLT; P=1.0) y la actividad ovárica total-2 (AOTFA= FA+CLT; P=0.39) tampoco difirieron entre tratamientos. Lo mismo ocurrió con respecto al nivel sérico de LH (P=0.91), y el patrón de secreción de LH, considerando número de pulsos (P=0.16), amplitud (P=0.44) e intervalo de LH (P=0.19). La suplementación con b-caroteno no mostró efectos positivos sobre la actividad ovárica total al no mostrar diferencias entre tratamientos para las variables estudiadas.

**Palabras clave:** b-caroteno, LH, cabras, actividad ovárica

**SUMMARY.** The effect of the b-carotene supplementation upon the total ovarian activity (AOT), considering total follicles (FT), antral follicles (FA), total corpus luteum (CLT), total ovarian activity-1 (AOTFT), total ovarian activity-2 (AOTFA), as well as the levels serum of the hormone luteinizing in goats was evaluated. The study carried-out in the URUZA-UACH Southern Goat Research Unit, located between the 25° LN and 103° LO, to 1117 msnm. during the months of February to May. Goats (n=20) were randomly distributed in two experimental groups with live weight and homogeneous corporal condition. Each group was randomly assigned to one of two experimental treatments, 1) CONTROL (CONT, n=10; PV= 44.75 ± 3.04) and 2) BETA (BETA, n=10; PV=44.15 ± 2.93) which considered a supplementation of 50 mg of b-carotene goat<sup>-1</sup> during the whole experimental period. Goats received a diet that meet 100% of their nutritional requirements with a diet based on alfalfa hay (14% PC; 1.14 Mcal Kg<sup>-1</sup> ENm), with free access to water, mineral salts and shades. Goats were estrually synchronized by means of sponges impregnated with progesterone (P<sub>4</sub>) which were removed 9 days later, with a cloprostenol application. The day 19 after the estrus blood samples were collected during 6 hours every 15 minutes in both experimental groups to be evaluate their content of LH and to measure pulsatility, amplitude, interpulse time. Later on, toward the late luteal phase, an ultrasonographic analysis of the ovarian activity was carried out, considering FT, FA and CLT. The group BETA did not differ for FT (P=0.38), FA (P=1.0), CLT (P=0.33) with regard to the group control. The same was true for the total ovarian activity-1 (AOTFT=FT+CLT; P=1.0) and the total ovarian activity-2. (AOTFA= FA+CLT; P=0.39). The same happened in relation to the serum LH levels (P=0.91) and the LH secretion pattern, considering the pulse (P=0.16) amplitude (P=0.44) and interpulse time (P=0.19). The supplementation with b-carotene did not show positive effects over the total ovarian activity because it does not show any difference treatment for the studied variables. Because of body weight and body condition did not show difference between treatments, future studies should evaluated a possible effect of b-carotene other hormones like progesterone or estradiol. The estradiol, could be influencing the lack of response of LH to b-carotene because under increasing photoperiods, the amplitude and pulsatility of LH could be limited by E<sub>2</sub>, E<sub>2</sub> operate to pituitary level to limit it is response to GnRH.

**Key words:** b-carotene, LH, goats, ovarian activity

## INTRODUCCIÓN

Los animales viven en ambientes que son complejos y continuamente cambiantes, así que ellos tienen que responder a variaciones a corto y largo plazo a un amplio rango de factores, tales como, fotoperíodo, nutrición entre otras. Previo a la domesticación, las especies desarrollaron estrategias reproductivas que consideraban dichos cambios ambientales con el objeto de sacar la mayor ventaja de dichos cambios y lograr la reproducción de dicha especie (Martin *et al.*, 2004).

Aún cuando el fotoperíodo es una de las principales señales exógenas que controlan la función reproductiva en caprinos, en el norte subtropical de México (26° LN), las variaciones naturales del fotoperíodo de la Comarca Lagunera son moderadas, con 13 h 41 min de luz en el solsticio de verano y 10 h 19 min de luz en el solsticio de invierno, comparadas con áreas situadas al norte de regiones subtropicales (Delgadillo *et al.*, 1999). Asimismo, se ha propuesto que en regiones subtropicales la nutrición puede influir en la actividad reproductiva de los caprinos y ovinos (Walkden Brown *et al.*, 1994). En efecto, cambios en los niveles plasmáticos de hormonas metabólicas son señales importantes que informan el estado nutricional en rumiantes (Meza Herrera *et al.*, 2004, 2007, 2008; Gámez Vázquez *et al.*, 2008). Una explicación establece que la respuesta a la suplementación nutricional altera los niveles séricos de glucosa, insulina, leptina o IGF-1, y probablemente otras hormonas metabólicas o reproductivas (Meza Herrera *et al.*, 2004; Gámez Vázquez *et al.*, 2008; Guerra García *et al.*, 2009).

La secreción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) del hipotálamo es clave en establecer la función gonadal normal. La falla en su liberación resulta en una deficiencia de GnRH y puede ser distinguida por una falta completa o parcial del pulso de secreción de la Hormona Luteinizante (LH) inducida por GnRH (Anasti y Cackovic, 2004). En efecto, Ferguson *et al.* (2003) reportaron el efecto del plano nutricional por arriba del mantenimiento y de mantenimiento en el número de pulsos de LH, encontrando una menor pulsatilidad en cerdas alimentadas con una dieta de mantenimiento comparados con aquellos que se les dio una dieta por arriba del mantenimiento.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización del experimento

El estudio se realizó en la Unidad de Investigación Caprina Sur, de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. La Unidad se localiza en el municipio de Tlahualilo, Dgo a

3 km de Bermejillo, Durango, entre las coordenadas UTM 639935 E y 2864331 N (Universal Transversa Mercator), correspondiente a las coordenadas geográficas 25° 53' LN y 103° 36' LO, a una altitud de 1,117 msnm.

### Condiciones ambientales

Las características climáticas presentes en el área son: clima seco cálido (BW), presentándose oscilaciones térmicas muy extremas, con promedios anuales de precipitación y temperaturas de 217.5 mm, y 22.3° C, respectivamente. El mes más cálido es junio con temperaturas superiores a los 40° C siendo enero el mes más frío con una temperatura mínima de 4° C.

### Formación de los grupos experimentales

Se realizó la formación de los grupos experimentales considerando 20 cabras encastadas hacia Saanen y Alpina de 4 años de edad con un peso promedio de 44.45 kg. Las cabras recibieron una dieta a base de heno de alfalfa y maíz rolado ofreciendo el 100% de sus requerimientos nutricionales ajustados al peso vivo, (Cuadro 1). Se ofreció agua limpia y fresca, sales minerales y sombra a libre acceso durante todo el periodo experimental el cual consideró 74 días. Los grupos experimentales fueron alimentados dos veces al día: por la mañana (08:00h) heno de alfalfa y por la tarde (18:00h) con la misma dieta, pero con maíz rolado para los animales que lo requerían, bajo condiciones naturales de luz.

**Cuadro 1.** Contenido de Materia Seca (MS, %), Energía Neta para mantenimiento (ENm, Mkal Kg<sup>-1</sup>) y Proteína Cruda (PC, %) de los ingredientes de la dieta ofrecida durante el periodo experimental

Ingrediente	MS	ENm	PC
Heno de Alfalfa	90	1.14	14
Maíz Rolado	86	2.38	11.2

### Diseño experimental y tratamientos

Las cabras (n=20) fueron aleatoriamente distribuidas en dos grupos experimentales, control (CONT) y b-caroteno (BETA) con un peso vivo (PV) y una condición corporal homogénea. A cada grupo se le asignó aleatoriamente uno de los tratamientos, 1) Control, sin suplementación (CONT, n=10; PV = 44.75 ±3.04) y 2) b-caroteno, el cual consideró una suplementación de 50 mg. de ß-caroteno cabra<sup>-1</sup> día<sup>1</sup> durante todo el experimento (BETA, n=10; PV=44.15±2.93) el cual se

ofreció todos los días del periodo experimental (24 de febrero al 9 de mayo, del 2003).

### Sincronización del estro

Previo a los muestreos, las cabras fueron estrualmente sincronizadas por medio de implantes de esponjas intravaginales impregnadas con  $P_4$ , que haría las veces de un cuerpo lúteo, utilizando un aplicador para la inserción de las esponjas vaginales Chrono-gest para cordera/cabra (Intervet-internacional B.V Boxmeer-Holland). Nueve días posteriores a la colocación de la esponja se aplicó Cloprostenol (Prosolvin  $C^{MR}$ , Intervet-internacional B.V Boxmeer-Holland) el cual es un análogo sintético de prostaglandina  $F_{2a}$  a razón de 1 mL por animal ( $0.075 \text{ mg mL}^{-1} \text{ cabra}^{-1}$ ), con el fin de provocar la regresión de cualquier cuerpo lúteo que se encontrara presente en cualquiera de las cabras.

Lo anterior promovió una disminución en las concentraciones de  $P_4$ , generando el inicio de una fase folicular con el consiguiente aumento en la secreción de  $E_2$  y LH desencadenando la cascada hormonal, y la consecuente ovulación. Las esponjas fueron retiradas dos días después de la aplicación de Cloprostenol, ocurriendo a las 48 horas la presencia del estro.

### Muestreo sanguíneo intensivo

Una vez ocurrida la primera ovulación, después de transcurrida la fase lútea y hacia la parte media de la fase folicular, se seleccionaron en forma aleatoria cinco cabras dentro de tratamiento para realizar un muestreo intensivo de sangre. Las muestras sanguíneas fueron colectadas de cada cabra mediante venopunción de la yugular utilizando agujas estériles de 0.8x38 mm (Becton Dickinson and Company, Franklin Lakes) y tubos colectores estériles Vacutainer de 10 mL (Corvac, Sherwood Medical, Std. Louis, MO) por un periodo de 6 h a intervalos de 15 min.

Una vez en el laboratorio, las muestras se dejaron reposar por 30 minutos a temperatura ambiente hasta observarse la formación de coágulo. Las muestras fueron centrifugadas a  $1,500 \times g$ , durante 15 minutos. Cada muestra de suero con su réplica fue colectada y almacenada en microtubos de polipropileno de 2.0 mL (MCT-150C, Axygen $^{MR}$  Scientific, INC., Union City; CA, USA) a una temperatura de  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ . En total se colectaron 24 muestras por cabra, 120 por tratamiento, con un total de 240 muestras de suero originales.

### Cuantificación de la hormona luteinizante

Todas las muestras de suero colectadas durante el muestreo intensivo fueron evaluadas por su contenido de LH mediante radioinmunoanálisis según los

procedimientos señalados por Hoefler y Hallford (1987), con un coeficiente de variación (CV) intra ensayo del 16 % y considerando un límite de detección de  $0.2 \text{ ng mL}^{-1}$ . Mientras que el área bajo la curva para LH (LH-AUC) fue determinada utilizando un procedimiento de sumatoria trapezoidal, la pulsatilidad de LH fue determinada mediante el programa Cluster para Análisis de Pulsos (Veldhuis y Jonson, 1986). Todos los análisis hormonales fueron realizados en el laboratorio de endocrinología del Departamento de Ciencia Animal, de la Universidad Estatal de Nuevo México, Las Cruces, NM., EUA.

### Análisis ultrasonográfico de la actividad ovárica

El día 17 posterior a la segunda ovulación la actividad ovárica total fue determinada mediante un estudio de ultrasonografía transrectal. Previo al análisis ultrasonográfico, las cabras fueron colocadas en una mesa de recumbencia dorsal, y sujetadas a la mesa por las extremidades anteriores y posteriores. Se utilizó un equipo Toshiba Medical Systems, Ltd, Crawley, UK con un transductor lineal de 7.5 Mhz para uso veterinario. Se aplicó gel obstétrico (Lubrel, Arnoldo Veterinary Products, Ltd, USA) al transductor el cual se colocó dentro de un preservativo de látex estéril aplicando nuevamente gel fuera del preservativo como lubricante.

El transductor se introdujo en el recto del animal, avanzándolo hasta la línea media del recto con el rastreador dirigido hacia la parte ventral del animal hasta que la vejiga y el útero fueron identificados. Una vez localizadas ambas estructuras, una serie de rotaciones bilaterales fueron realizadas, mientras que el transductor se movía en dirección caudal hasta que ambos ovarios fueron localizados (Dickie *et al.*, 1999).

Debido al movimiento de las cabras, el movimiento generado en el tracto reproductivo dificultó el posicionar los ovarios en la parte media-lateral del útero. En dichos casos, los ovarios fueron identificados por la posición relativa de uno con respecto al otro (Dickie *et al.*, 1999). El número y diámetro de las estructuras foliculares – considerando folículos mayores y menores a 5 mm-, y lúteas presentes en ambos ovarios, fueron registrados así como fotografiados.

### Análisis estadísticos

Los pesos corporales, la condición corporal, así como la actividad ovárica considerando el número de folículos y cuerpos lúteos totales, fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) dentro de un diseño completamente al azar con dos tratamientos y 10-12 repeticiones por tratamiento (Snedecor y Cochran, 1967). Las concentraciones séricas de LH fueron evaluadas mediante un ANOVA con un diseño

completamente al azar con un arreglo de parcelas divididas para muestras repetidas en el tiempo. Los efectos de tratamientos fueron incluidos en la parcela mayor, usando el término cabra dentro de tratamiento para calcular el error. El tiempo de muestreo y la interacción tratamiento por tiempo fueron incluidos en la parcela menor. La separación de medias consideró el procedimiento PDIFF para probar sus diferencias mediante el PROC LSMEANS. Todos los análisis utilizaron los procedimientos del paquete estadístico SAS (SAS, 1991). Los valores reportados son las medias de mínimos cuadrados  $\pm$  el error estándar de la diferencia de las medias.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Peso vivo y condición corporal al momento de la sincronización y al ultrasonido

En el Cuadro 2 se concentran las medias de mínimos cuadrados para peso vivo al momento de la sincronización (PVSYNCH), condición corporal a la sincronización (CCSYNCH), peso vivo al ultrasonido (PVUS) y condición corporal al ultrasonido (CCUS) de las cabras pertenecientes al grupo suplementado con b-caroteno (BB) y al grupo control (CC). Estas variables no difirieron ( $P > 0.09$ ) manteniéndose lo más homogéneamente posible tanto el peso vivo como la condición corporal entre los grupos experimentales.

**Cuadro 2.** Medias de mínimos cuadrados para peso vivo (PVSYN, Kg), y condición corporal (CCSYN, unidades) al momento de la sincronización, peso vivo (PVUS, Kg), y condición corporal (CCUS, unidades) al momento del ultrasonido en cabras adultas (n=20) suplementadas durante marzo y abril con  $\beta$ -caroteno (BB) o Control (CC) bajo fotoperiodo natural creciente en la Comarca Lagunera (25° LN)

Variables	Tratamiento			
	BB	CC	NSO <sup>1</sup>	EE <sup>2</sup>
PVSYNCH	44.70 <sup>a</sup>	44.90 <sup>a</sup>	0.63	0.36
CCSYNCH	3.30 <sup>a</sup>	3.35 <sup>a</sup>	0.44	0.04
PVUS	48.70 <sup>a</sup>	48.40 <sup>a</sup>	0.86	1.27
CCUS	3.30 <sup>a</sup>	3.32 <sup>a</sup>	0.78	0.06

<sup>1</sup> Nivel de significancia observado

<sup>2</sup> EE, error estándar de mínimos cuadrados más conservador

**Cuadro 3.** Medias de mínimos cuadrados para folículos totales (FT,  $< & > 5$  mm), folículos antrales (FA,  $> 5$  mm), cuerpos luteos totales (CLT), actividad ovárica total-1 (ACTFT=FT+CLT) y actividad ovárica total-2 (AOTFA=FA+CLT) durante la fase folicular media en cabras adultas (n=20) suplementadas durante marzo y abril con B-caroteno (BB) o Control (C) en la Comarca Lagunera (25° LN)

Variables	Tratamiento			
	BB	C	NSO <sup>1</sup>	EE <sup>2</sup>
FT	2.00 <sup>a</sup>	2.30 <sup>a</sup>	0.38	0.23
FA	1.80 <sup>a</sup>	1.80 <sup>a</sup>	1.00	0.20
CLT	1.80 <sup>a</sup>	1.50 <sup>a</sup>	0.33	0.21
AOTFT (FT+CLT)	3.80 <sup>a</sup>	3.80 <sup>a</sup>	1.00	0.24
AOTFA (FA+CLT)	3.60 <sup>a</sup>	3.30 <sup>a</sup>	0.39	0.24

<sup>1</sup> Nivel de significancia observado

<sup>2</sup> EE, error estándar de mínimos cuadrados más conservador

Folículos totales, folículos antrales, cuerpos lúteos totales, actividad ovárica total-1, actividad ovárica total-2 y niveles séricos de la hormona luteinizante.

En lo que respecta a la variable folículos totales, no existieron diferencias ( $P=0.38$ ) entre grupos. Esta misma situación fue observada para folículos antrales ( $P=1.0$ ), cuerpos lúteos totales ( $P=0.33$ ) al igual que para las variables actividad ovárica total-1 ( $P=1.0$ ) y actividad ovárica total-2 ( $P=0.39$ ), (Cuadro 3).

**Niveles séricos de la Hormona Luteinizante, pulsos, amplitud de los pulsos e intervalo de la hormona luteinizante.** En el Cuadro 4 se concentran las medias de mínimos cuadrados para pulso (PULSE), concentración (CONCEN), amplitud (AMPLI) e intervalo (INTERPU) de la hormona luteinizante (LH). No se observaron diferencias entre tratamientos con respecto a las variables pulsos ( $P=0.16$ ), concentración ( $P=0.91$ ), amplitud ( $P=0.44$ ), e intervalo de LH ( $P=0.19$ ).

En el presente estudio no se observó aumento en la actividad ovárica total de las cabras expuestas a una suplementación de  $\beta$ -caroteno a corto plazo, ni en las concentraciones séricas y el patrón de secreción de LH con respecto al grupo control; lo anterior bajo fotoperiodos crecientes.

En estudios anteriores la suplementación de cabras con  $\beta$ -caroteno bajo fotoperiodo decreciente, reportaron una mayor actividad ovárica total al igual que un mayor número de cuerpos lúteos. Sin embargo, en el presente estudio, tanto la actividad ovárica total como el número de cuerpos lúteos no incrementaron significativamente

su actividad por dicha suplementación aunque ésta fue realizada bajo fotoperiodos crecientes.

Debido a que la nutrición está estrechamente relacionada a la reproducción, ésta representa uno de los principales factores ambientales que influyen sobre la función y eficiencia reproductiva en los rumiantes (Dunn y Moss, 1992). La deficiencia de nutrientes, excesos o desbalances han mostrado ser capaces de alterar la reproducción. El problema básico es que el grado de exceso, deficiencia o desbalance el cual es requerido para alterar la reproducción es incierto (Chase *et al.*, 1979).

Otros tipos de regulación fisiológica sujeta a cambios estacionales tales como el consumo voluntario de alimento y la condición corporal también ocurre en ovinos, caprinos o especies silvestres relacionadas (Thiery *et al.*, 2002). Sin embargo, la condición corporal y el peso vivo de los animales en el presente experimento no mostró variación por lo que el consumo voluntario pudo no haber sido una variable que influyera en la regulación reproductiva al no existir diferencias tanto en condición corporal como en peso vivo.

De acuerdo a Goldman, (1999) y Karsch *et al.* (1984), el sistema circadiano y la glándula pineal son importantes reguladores del ritmo reproductivo en muchas especies de mamíferos incluyendo la cabra, ya que son componentes cruciales que son usados para medir el largo del día, debido a un fuerte componente circadiano en el momento de la ovulación y comportamiento reproductivo.

**Cuadro 4.** Medias de mínimos cuadrados para pulsatilidad (pulso), amplitud (ampli), e intervalo (interpu) de LH en cabras adultas ( $n=20$ ) suplementadas durante marzo y abril con  $\beta$ -caroteno (BB) o Control (CC) bajo fotoperiodo natural creciente en la Comarca Lagunera ( $25^\circ$  LN)

Variables	Tratamiento			
	BB	C	NSO <sup>1</sup>	EE <sup>2</sup>
PULSO, unidades	8.80 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	0.16	0.38
AMPLI, ng mL <sup>-1</sup>	1.02 <sup>a</sup>	1.23 <sup>a</sup>	0.44	0.18
INTERPU, minutos	44.6 <sup>a</sup>	49.1 <sup>a</sup>	0.19	2.28
LH, mg mL <sup>-1</sup>	1.35 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>	0.91	0.14

<sup>1</sup> Nivel de significancia observado

<sup>2</sup> EE, error estándar de mínimos cuadrados más conservador

Al igual que Goldman (1999), Cardinali (1984) menciona que la melatonina es la hormona pineal que codifica el largo del día al ser considerada la expresión bioquímica del tiempo y modula la reproducción estacional al promover variaciones en la secreción de la LHRH, LH y FSH, las cuales son responsables de cambios en la actividad reproductiva. Sin embargo, en el presente estudio probablemente hubo mayor sensibilidad hipotalámica e hipofisiaria a la retroacción negativa de estradiol debido a que posiblemente, la melatonina no pudo activar variaciones en la secreción de GnRH que pudieran haber manifestado algún cambio en la actividad reproductiva así como un mayor número de pulsos de LH, lo anterior aunado a la retroacción negativa ejercida a este tiempo por estradiol mencionada por Thiery *et al.*, (2002).

Posiblemente el estradiol estuvo ejerciendo una fuerte retroacción negativa ejercida a este tiempo debido a que Boon *et al.*, (2001) encontraron que felinos absorben rápidamente b-caroteno en plasma, incrementando concentraciones de progesterona, estradiol y proteína uterina que en esta especie, pueden proveer una mas optima función ovárica o un mejor ambiente uterino para la sobrevivencia y desarrollo embrionario, pero en reproductores de días cortos como la cabra estradiol ejerce una retroacción negativa bajo fotoperiodos crecientes particularmente bajo esquemas de latitudes altas (Karsch *et al.*, 1984).

Varios investigadores encontraron grandes cantidades de b-caroteno pero no vitamina A en los órganos reproductivos de bovinos, particularmente en el cuerpo lúteo (Buitter, 1998). Sin embargo, en el presente estudio, no se aprecia un mayor número de cuerpos lúteos en el grupo al cual se le suplementó con beta-caroteno. En efecto, la suplementación diaria con 50 mg. de b-caroteno en cabras no generó una mayor actividad ovárica total, lo cual no concuerda con lo reportado por Schams (1977) y Geoffrey *et al.*, (1991), quienes encontraron que un incremento significativo en el intervalo entre el pico de la hormona luteinizante y la ovulación, fue causado por deficiencia de b-caroteno, pero no de vitamina A.

Sklan (1983) encontró un incremento en la cantidad de b-caroteno siendo convertido en el cuerpo lúteo inmediatamente después de la ovulación, lo cual sugiere que el b-caroteno tiene una importante función en la síntesis de progesterona que inicia a este tiempo. Dado que no existieron diferencias entre los grupos experimentales observados con respecto al patrón de secreción y concentración de LH y sobre la actividad ovárica total de FA, FT y CLT, los resultados sugieren un posible rol del b-caroteno en etapas post-ovulatorias y preimplantación.

En un estudio realizado por Haliloglu *et al.*, (2002) donde evaluaron los niveles en plasma, cuerpo lúteo y fluido folicular (FF) de b-caroteno y vitamina A reportando que los niveles de b-caroteno en plasma, CL y FF fueron influenciados por el ciclo estral o la preñez y son relacionados a la función lútea bovina sin depender sobre la vitamina A. Debido a que los niveles mas altos de vitamina A fueron observados en el proestro y estro, periodo al cual la actividad folicular domina, mientras que los niveles de vitamina A en CL y FF fueron negativamente relacionados al peso y diámetro del CL y al diámetro del folículo respectivamente.

En contraste a la vitamina A, las concentraciones de b-caroteno en plasma CL y FF fueron significativamente correlacionadas en cada una, debido a que los niveles mas altos de b-caroteno en plasma, CL y FF fueron encontrados durante la preñez cuando existe la máxima función lútea y los niveles de b-caroteno del CL fueron significativamente correlacionados con el peso y el diámetro del CL. Además, el nivel de b-caroteno intrafolicular fue negativamente correlacionado con el diámetro folicular (Haliloglu *et al.*, 2002).

## CONCLUSIONES

La suplementación diaria de 50 mg de b-caroteno cabra<sup>1</sup> no generó incrementos en la actividad ovarica total, al no existir diferencias entre los grupos experimentales para folículos totales (FT; P=0.38), folículos antrales (FA; P=1.0), y cuerpos lúteos totales (CLT; P=0.33). Esta misma situación fue observada para la actividad ovárica total-1 (AOTFT=FT+CLT; P=1.0) y para la actividad ovárica total-2 (AOTFA=FA+CLT; P=0.39). En el mismo sentido, tanto los niveles séricos (P=0.91) y el patrón de secreción de LH considerando numero de pulsos (P=0.16), amplitud (P=0.44) e intervalo de LH (P=0.19) no difirieron entre tratamientos.

La suplementación con b-caroteno no mostró efectos positivos sobre la actividad ovárica total al no mostrar diferencias entre tratamientos para las variables estudiadas. Debido a que tanto el peso vivo como la condición corporal no difirieron entre tratamientos, futuros estudios deberán evaluar un posible efecto de b-caroteno sobre otras hormonas como Progesterona o Estradiol. Esta última podría estar influyendo sobre la falta de respuesta de LH a b-caroteno debido a que bajo fotoperiodos crecientes, tanto la amplitud como la pulsatilidad de LH es limitada por E<sub>2</sub> el cual actúa a nivel pituitaria para limitar su respuesta a GnRH.

## LITERATURA CITADA

Anasti, N. J. y Cackovic M. 2005. Luteinizing Hormone-Releasing Hormone Deficiency, Disponible en

- <http://www.emedicine.com/med/topic1342.html> (Accesado en febrero 05, 2005).
- Boon, P. Brian, B. C.; Weng, MS; W. Kim H., S. Wong, T.; Park, J.S.; Lepine, A.J. 2001. Uptake of b-carotene by ovarian and uterine tissues and effects on steroidogenesis during the estrous cycle in cats. *Department of Animal Sciences*. Vol. 62, No. 7, pages 1063-1067
- Cardinali, D. P. 1984. Pineal and melatonin actions in reproductive endocrinology. *Arch Biol Med Exp (Santiago)* ;17(3-4):239-47.
- Chase, L.E.; Smith, R.D. y Sniffen, C.J. 1979. The impact of nutrition and reproduction. *Proc. 11th Biennial Ruminant Health-Nutrition Conference*. Syracuse, N.Y. p 1.
- Delgadillo, J.A.; Canedo, G.A.; Chemineau, P.; Guillaume, D. and Malpoux, B. 1999. Evidence for annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*. 52:727-737.
- Dickie, A. M.; Paterson, C.; Anderson, L. M. y Boyd, J. S. 1999. Determination of corpora lutea numbers in Booroola-Texel ewes using transrectal ultrasound. *Theriogenology* 51:1209-1224.
- Ferguson, E. M.; Ashworth, C. J.; Edwards, S. A.; Hawkins, N.; Hepburn N., y Hunter, M. G. 2003. Effect of different nutritional regimens before ovulation on plasma concentrations of metabolic and reproductive hormones and oocyte maturation in gilts. *Reproduction*. 126(1):61-71.
- Gámez Vázquez, H.G.; Rosales Nieto, C.A.; Bañuelos Valenzuela, R. Urrutia Morales, J.; Díaz Gómez, M.O.; Silva Ramos, J.M. and Meza Herrera, C.A. 2008. Body condition score positively influence plasma leptin concentrations in criollo goats. *J. Anim Vet Adv*. 7(10):1237-1240.
- Geofrey, H. A.; Noakes, D.E. y Pearson, H. 1991. *Reproducción y obstetricia en veterinaria*, Teriogenologia. 6ed. Interamericana. Mc Graw-Hill. Pgs 702
- Goldman, B.D. 1999. The circadian timing system and reproduction in mammals. *Steroids* ;64(9):679-85.
- Guerra García, M.; Meza Herrera, c.a.; Sánchez Torres Esqueda, M.T. Gallegos Sánchez, J.; Torres Hernández, G. and Pro-Martínez, A. 2009. IGF-1 and ovarian activity of goats in divergent body condition and supplemented with non-degradable ruminal protein. *Agrociencia*. 43(3):241-247.
- Haliloglu, S.; Baspinar, N.; Serpek, B.; Erdem, H. y Bulut, Z. 2002. Vitamin A and beta-carotene levels in plasma, corpus luteum and follicular fluid of cyclic and pregnant cattle. *Reprod Domest Anim*. Apr;37(2):96-9. PMID: 11975747 [PubMed - indexed for MEDLINE.
- Hoefler, W. C. y Hallford, D. M. 1987. Influence of suckling status and type of birth on serum hormones profiles and return to estrus in early post-partum spring lambing ewes. *Theriogenology* 27:887.
- Karsch, F.J.; Bittman, EL.; Foster, DL; Goodman, RL; Legan, S.J. Y Robinson, JE. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Prog Horm Res*; 40:185-232.
- Martin, G. B.; Rodger, J. y Blache, D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reprod. Fertil. Dev.* 16, 491-501.
- Meza Herrera, C.A.; Hallford, D.M.; Ortiz, J.A.; Cuevas, R.A.; Sánchez, J.M.; Salinas, H.; Mellado, M. and González Bulnes, A. 2008. Body condition and protein supplementation positively affect periovulatory ovarian activity by non-LH mediated pathways in goats. *Anim Reprod Sci*. 106:412-420.
- Meza Herrera, C.A.; Ross, T.; Hallford, D.M.; Hawkins, D. and González Bulnes, A. 2007. Effects of body condition and protein supplementation on LH secretion and luteal function in sheep. *Reprod Dom Anim*. 42(5):461-465.
- Meza Herrera, c.A.; Sánchez, J.M.; Chávez Perches, J.G.; Salinas, H. and Mellado, M. 2004. Protein supplementation, body condition and ovarian activity in goats. *Preovulatory serum profile of insulin*. *South Afric J Animal Sci*. 34(Suppl. 1):223-226.
- SAS. 1991. *SAS/SAT user's guide*. SAS Institute. Cary, N. C.
- Schams, D. 1977. Investigations on the specific, vitamin A-independent effect of  $\beta$ -carotene on the fertility of cattle. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 84:307.
- Sklan, D. 1983. Carotene cleavage activity in the corpus luteum of cattle. *Int. J. Vit. Nutr. Res.* 53:23.
- Snecdecor, G. W. y Cochran, W. G. 1967. *Statistical Methods*, 6ed. The Iowa State Univ. Press, Ames.
- Thiery, JC.; Chemineau, P.; Hernandez, X; Migaud, M. y Malpoux, B. 2002. Neuroendocrine interactions and seasonality. *Domest Anim Endocrinol*;23 (1-2):87-100.
- Veldhuis, J. D. y Jonson, M. L. 1986. Cluster analysis; a simple versatile, and robust algorithm for endocrine pulse detection. *A. J. Physiol*. 250:E486-E493.
- Walkden Brown, S.W.; Restall, B.J.; Norton, B.W.; Scramuzzi, R.J. and Martin, G.B. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland, volume and odour in Australian Cashmere goats. *J Reprod Fertil*. 102:351-360.

