

# SUPLEMENTACIÓN DE BETACAROTENO, ACTIVIDAD OVÁRICA Y NIVELES SÉRICOS DEL FACTOR DE CRECIMIENTO A INSULINA TIPO 1 EN CABRAS BAJO FOTOPERIODO CRECIENTE

## BETA CAROTENE SUPPLEMENTATION, OVARIAN ACTIVITY AND SERICEOUS LEVELS OF INSULIN TYPE 1 GROWTH FACTOR IN GOATS UNDER INCREASED PHOTOPERIOD

C. A. Meza Herrera, G. Amaya García

URUZA-UACH. Bermejillo, Durango. México. [cmeza2000@hotmail.com](mailto:cmeza2000@hotmail.com)

**RESUMEN.** El objetivo fue determinar si la suplementación de betacaroteno promueve aumento en la actividad ovárica a través del incremento en la secreción del factor de crecimiento análogo a Insulina tipo 1 (IGF-1) en cabras adultas nulíparas de sobreño bajo fotoperiodo natural creciente. El estudio se desarrolló en la Unidad de Investigación Caprina Sur, URUZA-UACH, (26° LN, a 1,117 msnm), de febrero a mayo de 2003, meses considerados como de baja actividad reproductiva en la Comarca Lagunera. Se utilizaron cabras adultas nulíparas de sobreño encastadas 7/8 Saanen-Alpina, alimentadas al 100 % de sus requerimientos nutricionales con heno de alfalfa (14% PC; 1.14 Mcal kg<sup>-1</sup> ENm) y maíz roloado (11.2% PC, 2.38% Mcal kg<sup>-1</sup> ENm), con agua, sombra y sales minerales *ad libitum*. Las cabras (n=20) fueron aleatoriamente distribuidas en dos grupos experimentales: 1) Betacaroteno (BETA, n=10; PV 44.7 ± 3.2 kg, CC 3.30 ± 0.05 unidades, con 200 mg de betacaroteno cabra<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, vía oral) y 2) Control (CONTROL, n=10; PV 44.95 ± 3.04 kg, CC 3.35 ± 0.05 unidades). Una vez estrualmente sincronizadas y hacia la fase folicular media, cinco cabras por tratamiento fueron aleatoriamente seleccionadas para hacer un muestreo intensivo de sangre (6 h x 15 min) y evaluar los niveles séricos de IGF-1 mediante radioinmunoanálisis. Durante la fase luteal tardía (d19) se realizó un estudio ultrasonográfico de la actividad ovárica, considerando el número de FT, FA y CLT, la AOT-1 (CLT + FT) y AOT-2 (CLT+FA). Respecto a la actividad ovárica total (AOT-1) (Cuerpos Lúteos Totales + Folículos Totales) no existió diferencia (P>0.05) entre tratamientos (BETA: 3.8 unidades vs CONTROL: 3.8 unidades). En los niveles séricos de IGF-1, tampoco se observó diferencia (P>0.05) entre tratamientos (BETA: 139.13 ng ml<sup>-1</sup> vs CONTROL: 229.78 ng ml<sup>-1</sup>). Los resultados sugieren que la suplementación de 200 mg de betacaroteno por cabra día<sup>-1</sup>, 57 días antes de la ovulación y 17 días posteriores a la misma vía oral, durante el anestro estacional en la Comarca Lagunera, no incrementa la actividad ovárica (Cuerpos Lúteos Totales + Folículos Totales) en cabras 7/8 Saanen-Alpina, al través del aumento en los niveles séricos de IGF-1, ya que estos tampoco se vieron incrementados.

**Palabras clave:** Cabras, anestro estacional, actividad ovárica, IGF-1.

**SUMMARY.** The aim of this study was to determine if the beta carotene supplementation stimulates an increase in ovarian activity thru the rise in the secretion of Insulin Like Growth Factor type 1 (IGF-1) in yearling nulliparous goats under a natural increased photoperiod in the Comarca Lagunera. The study was developed in the Southern Goat Research Unit-URUZA-UACH (26° NL, 1,117 masl), from February-May 2003, months considered as low reproductive activity in the Comarca Lagunera. Yearling nulliparous goat were used, crossbred goats with 7/8 Saanen-Alpine, received a diet to cover 100% of their daily nutritional requirements with alfalfa hay (14% CP; 1.14 Mcal kg<sup>-1</sup> NEm), and crushed corn (11.2% CP, 2.38% Mcal kg<sup>-1</sup> NEm), as well as free access to water, mineral salts and shade. The goats were distributed at random into two experimental groups: 1) beta carotene (BETA, n=10; LW 44.7 ± 3.6 kg, BC 3.30 ± 0.05 units, with 200 mg of beta carotene goat<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, oral) y 2) Control (CONTROL, n=10; LW 44.95 ± 3.6 kg, BC 3.35 ± 0.05 units). Once estrually synchronized and towards the mid follicular phase, five goats per treatment were randomly selected to perform an intensive blood sampling (6 h x 15 min) to evaluate IGF-1 serum concentrations by RIA. During late luteal phase (d19) a transrectal ultrasonographic scanning was performed to evaluate FT, FA, CLT, AOT-1 (CLT+FT) and AOT-2 (CLT-FA). With regard to the total ovarian activity (AOT-1) (Total Corpus Lutea + Total Follicules) difference (P>0.05) between treatments did not exist. In the serum levels of IGF-1, difference (P>0.05) between treatments was not observed either. These results suggest that the supplementation of 200 mg of beta carotene for 57 days before ovulation and 17 days later, *per se*, did not increase total ovarian activity (Total Corpus Luteal + Total Follicules) in crossbred goats with 7/8 Saanen-Alpine, through the increase in serum levels IGF-1, since these were not observed to rise either. Future studies will have to be carried out to evaluate the effect of supply of beta carotene in other stages of the reproductive life of the goat, such as the early gestation and embryogenesis, and another endocrine reflector, like progesterone, determinant hormone in the adequate functionality of the above mentioned reproductive stages.

**Key words:** Goats, anestrus season, ovarian activity, IGF-1.

## INTRODUCCIÓN

La reproducción de los mamíferos es un proceso complejo cuyo establecimiento y desarrollo implica una precisa sincronía con el ambiente que los rodea, abarca desde la disponibilidad y calidad de alimentos hasta fenómenos geofísicos tales como el fotoperíodo (Gamboa, 1986). La cabra, al igual que la oveja y la yegua son hembras estacionarias, o sea, que su comportamiento sexual se suscribe en una época del año en los hemisferios Norte y Sur, y está influenciado por las horas luz (Montero, 2002). La naturaleza de la estacionalidad reproductiva en la explotación de caprinos evita que los productores garanticen una fuente constante del producto leche, carne, pieles, etc., a los consumidores. Manejar la estación reproductiva en la cabra ha llegado a ser uno de los más importantes desafíos (Letelier, 2003), ya que es uno de los factores técnicos reproductivos que más influyen en los rendimientos productivos, tanto en explotaciones caprinas intensivas como extensivas (Ugalde, 2005).

Durante el arresto reproductivo, caracterizado porque el sistema reproductivo de las hembras registra una reducción importante en su actividad, no se producen ovulaciones, o cuando se producen, no van acompañadas de comportamiento estral, lo que impide los apareamientos (Letelier, 2003) y consecuentemente una baja rentabilidad anual en la explotación al limitarse a un solo parto por año tanto en condiciones estabuladas como extensivas donde no existe un manejo reproductivo encaminado a la supresión del anestro estacional (Delgadillo, *et al.*, 2002).

La inducción del estro y la ovulación en animales en anestro son las técnicas utilizadas para mejorar la eficiencia reproductiva del rebaño. Dentro de los métodos más eficientes para inducir la ovulación se encuentran el estímulo del desarrollo folicular mediante la aplicación de gonadotropinas exógenas combinadas con inseminación artificial; Sin embargo, y a pesar de ser el método de control reproductivo más eficiente, no está al alcance de la mayoría de los productores caprinos del Norte de México, debido al elevado costo de aplicación y a la escasez de recursos económicos de los ganaderos (Rubianes y Chiesa, 2005). Se ha visto que un manejo nutricional adecuado altera de manera significativa el comportamiento reproductivo de las cabras. Así, cabras con una mayor cantidad de energía presentan una secreción de LH aumentada, conduciendo a una mayor tasa ovulatoria (Urrutia *et al.*, 2003).

El manejo de otros componentes nutricionales, tales como el betacaroteno, puede ser una opción viable para

incrementar la actividad ovárica en la cabra (ya que, como ha sido ampliamente estudiado, tiene un rol importante en la función reproductiva en mamíferos) durante el periodo de anestro y así adelantar la época reproductiva o, en el mejor de los casos, suprimir el arresto reproductivo, con el objetivo de que el ganadero, a través de una técnica de manejo reproductivo acorde a sus condiciones económicas, pueda ofrecer sus productos (cabritos, leche, pie de cría, etc.) cuando los precios del mercado ofrezcan una mayor utilidad (Letelier, 2003).

El objetivo del estudio fue determinar si la suplementación de betacaroteno promueve un aumento en la actividad ovárica mediante el incremento en la secreción del factor de crecimiento análogo a Insulina tipo 1 (IGF-1) en cabras adultas nulíparas de sobre año bajo fotoperíodo natural creciente en la Comarca Lagunera.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del experimento.

La presente investigación se realizó en la Unidad de Experimentación caprina Sur, de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas-Universidad Autónoma Chapingo. La unidad está ubicada en el municipio de Tlahualilo, a 3 km de Bermejillo, Durango; entre las coordenadas UTM 639935 E y 2864331 N (Universal Transversa Mercator), correspondiendo a las coordenadas geográficas 103° 36' 11" de Latitud Oeste del meridiano de Greenwich y entre los 25° 53' 31" de Latitud Norte, a una altitud de 1,117 msnm.

### Condiciones ambientales

La región está caracterizada por poseer un clima cálido-seco (BW), con una precipitación media anual de 217.1 mm, la cual se concentra en los meses de verano. La temperatura media anual es de 22.3 °C, con una máxima superior de 45 °C en junio y mínimas inferiores a los 0 °C durante los meses de invierno (SPP, 1981).

**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. 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).

**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 beta-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) Betacaroteno, el cual consideró una suplementación de 200 mg de â-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 del experimento (24 de febrero al 9 de mayo, del 2003).

#### **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 min a temperatura ambiente hasta observarse la formación de coágulo. Las muestras fueron centrifugadas a 1,500 x g, durante 15 min. Cada muestra de suero con su réplica fue colectada y almacenada en microtubos de polipropileno de 2.0 mL (MCT-150C, Axygen<sup>MR</sup> Scientific, INC., Union City; CA, USA) a una temperatura de -20 °C. En total se colectaron 24 muestras por cabra, 120 por tratamiento, con un total de 240 muestras de suero originales.

**Cuantificación de Factor de Crecimiento Análogo a Insulina tipo I (IGF-I).** Debido a que los Factores de Crecimiento Análogos a Insulina Tipo I (IGF-I) no es

una hormona pulsátil, las muestras fueron colectadas a intervalos de 60 minutos durante el muestreo intensivo (6 muestras por cabra, 30 por tratamiento y 60 por el experimento) y evaluadas mediante radioinmunoanálisis por su contenido de IGF-1 de acuerdo a los procedimientos señalados por Berrie, et al. (1995), con un Coeficiente de Variación (CV) intra ensayo de 9.8 % y un límite de detección de 0.2 ng ml<sup>-1</sup>. 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 estadístico.** 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 repeticiones por tratamiento (Snedecor y Cochran, 1967). Las concentraciones séricas de LH e INS 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 DISCUSIÓN

### Peso vivo y Condición corporal.

En el cuadro 2, se observa que no existe diferencia ( $P>0.05$ ) entre el peso vivo inicial (PVI), peso vivo al ultrasonido (PVUS), condición corporal inicial (CCI) y condición corporal al ultrasonido (CCU) entre tratamientos (BETA vs CONTROL).

### Actividad ovárica.

En el cuadro 3, se observa que no existe diferencia ( $P>0.05$ ) en folículos totales (FT), folículos antrales (FA), cuerpos lúteos totales (CLT), actividad ovárica total (FT) (AOTFT) y actividad ovárica total (FA)(AOTFA) entre tratamientos (BETA vs CONTROL).

### Niveles séricos de IGF-I.

El cuadro 4 muestra que no existe diferencia ( $P>0.05$ ) en los niveles séricos de IGF entre tratamientos (CONTROL=229.78 ng ml<sup>-1</sup> vs BETA=139.13 ng ml<sup>-1</sup>).

Efecto de Betacaroteno sobre la función reproductiva. Al no existir un efecto significativo sobre la actividad ovárica total ( $P>0.05$ ) en las cabras suplementadas con betacaroteno en fotoperiodo creciente, es necesario dilucidar los posibles mecanismos fisiológicos involucrados en tal respuesta. Los resultados del presente estudio contrastan con lo encontrado por Vargas (2004), quien reportó que cabras suplementadas con betacaroteno vía oral antes de la ovulación en fotoperiodo decreciente, mostraron mayor actividad ovárica total ( $P=0.07$ ) respecto al grupo control; Sin embargo, no se obtuvo respuesta hormonal alguna, ya que el grupo suplementado no presentó diferencias en el patrón de secreción de LH o insulina comparado con el grupo control. Al respecto, en un experimento realizado por Velásquez (2004), se observó una mayor actividad ovárica total en cabras suplementadas con 50 gr por día de betacaroteno, 34 días antes y 17 días después de la ovulación, durante fotoperiodo decreciente, pero al igual que Vargas (2004), no reporta algún cambio endócrino involucrado en la función en las cabras suplementadas, respecto al grupo control.

**Cuadro 2.** Medias de mínimos cuadrados para peso vivo sincronizado (PVSYNCH, kg), condición corporal sincronizada (CCSYNCH) peso vivo inicial (PVI, kg), peso vivo al ultrasonido (PVUS, kg), condición corporal inicial (CCI, unidades) y condición corporal al ultrasonido (CCUS, unidades), en cabra suplementadas con betacaroteno y no suplementadas (grupo CONTROL), bajo fotoperiodo natural creciente en la Comarca Lagunera (26° Latitud Norte).

Variables	BETA <sup>3</sup>	CONTROL <sup>4</sup>	NSO <sup>1</sup>	EE <sup>2</sup>
PVSYNCH	44.70	44.95	0.6394	0.3676124
CCSYNCH	3.30	3.35	0.4486	0.04564355
PVI	44.15	44.75	0.6592	0.9461912
PVUS	48.7	48.4	0.8695	1.2725739
CCI	3.4	3.425	0.6601	0.03952847
CCUS	3.3	3.325	0.7847	0.06373774

<sup>1</sup>Nivel de Significancia Observado.

<sup>2</sup>Error estándar de medias de mínimos cuadrados más conservador.

<sup>3</sup>Suplementación de betacaroteno (200 mg cabra d<sup>-1</sup>).

<sup>4</sup>Sin suplementación de betacaroteno (0 mg cabra d<sup>-1</sup>).

**Cuadro 3.** Medias de mínimos cuadrados para folículos totales (FT, unidades), folículos antrales (FA, unidades), actividad ovárica total (FT) (AOTFT, unidades), actividad ovárica total (FA) (AOTFA, unidades) en cabra suplementadas con betacaroteno y no suplementadas (grupo CONTROL) durante la fase luteal tardía, bajo fotoperiodo natural creciente en la Comarca Lagunera (26° Latitud Norte).

<b>VARIABLES</b>	<b>BETA<sup>3</sup></b>	<b>CONTROL<sup>4</sup></b>	<b>NSO<sup>1</sup></b>	<b>EE<sup>2</sup></b>
FT	2.0	2.3	0.3823	0.2369
FA	1.8	1.8	1.0000	0.2000
CLT	1.8	1.5	0.3306	0.2121
AOTFT (CLT+ FT)	3.8	3.8	1.0000	0.2494
AOTFA (CLT+ FA)	3.6	3.3	0.3913	0.2415

<sup>1</sup>Nivel de Significancia Observado.

<sup>2</sup>Error estándar de medias de mínimos cuadrados más conservador.

<sup>3</sup>Suplementación de betacaroteno (200 mg cabra d<sup>-1</sup>).

<sup>4</sup>Sin suplementación de betacaroteno (0 mg cabra d<sup>-1</sup>).

**Cuadro 4.** Medias de mínimos cuadrados para niveles séricos (IGF, ng ml<sup>-1</sup>) en cabra suplementadas con betacaroteno y no suplementadas (grupo CONTROL), en fase folicular media bajo fotoperiodo natural creciente en la Comarca Lagunera (26° Latitud Norte).

<b>VARIABLES</b>	<b>BETA<sup>3</sup></b>	<b>CONTROL<sup>4</sup></b>	<b>NSO<sup>1</sup></b>	<b>EE<sup>2</sup></b>
IGF	139.13	229.78	0.0569	27.224735

<sup>1</sup> Nivel de Significancia Observado.

<sup>2</sup> Error estándar de medias de mínimos cuadrados más conservador.

<sup>3</sup> Suplementación de betacaroteno (200 mg cabra d<sup>-1</sup>).

<sup>4</sup> Sin suplementación de betacaroteno (0 mg cabra d<sup>-1</sup>).

En caninos, Weng *et al.*, (2000), encontraron que hembras suplementadas con  $\beta$ -caroteno, respecto a aquellas no suplementadas, presentaron un número mayor de cuerpos lúteos, existiendo un incremento dependiente de la dosis en el cuerpo lúteo de los animales suplementados. La concentración de  $\beta$ -caroteno en el tejido luteal fue más alto en aquellas hembras alimentadas con 50 mg de  $\beta$ -caroteno, respecto de aquellas alimentadas con 20 mg de  $\beta$ -caroteno. La concentración de  $\beta$ -caroteno fue 400 % más alto en hembras suplementadas con 50 mg de  $\beta$ -caroteno, respecto a las que recibieron sólo una dosis de 20 mg de  $\beta$ -caroteno. Adicionalmente, Ikeda *et al.* (2005) mostraron los efectos positivos de la suplementación de vitamina A sobre la maduración citoplasmática del oocito *in vitro* (adquisición de una desarrollada competencia de oocitos durante el periodo de maduración meiótica para el desarrollo embrionario después de la fertilización) en bovinos, sugiriendo que  $\beta$ -caroteno puede incrementar dicha maduración citoplasmática a través de su capacidad antioxidante y por medio de sus efectos moduladores sobre la expresión de genes de los receptores de gonadotropinas, cyclooxygenasa-2 y sintasa-óxido

nítrico en las células de la granulosa del cumulus, cuyo efecto final es un incremento significativo en la fertilidad de vacas suplementadas con  $\beta$ -caroteno respecto del grupo control.

Efecto de  $\beta$ -caroteno sobre niveles séricos de IGF-1 (Factor de crecimiento Análogo a Insulina tipo 1). Presumiblemente no existió efecto significativo ( $P > 0.05$ ) de la suplementación de 200 mg de  $\beta$ -caroteno por cabra por día, suministrados vía oral durante fotoperiodo creciente, sobre la actividad ovárica total durante la fase luteal tardía, debido a que el  $\beta$ -caroteno no incrementó los niveles séricos de IGF-1, como se observa en los resultados (grupo BETA= 139.13 ng/ml vs grupo CONTROL= 229.78 ng/ml). Lo cual es acorde con otros estudios, los cuales indican que el efecto positivo de la suplementación de  $\beta$ -caroteno sobre la función reproductiva en mamíferos no se da al través del incremento de los niveles séricos de IGF-1 durante la fase folicular media, sino durante el estro en fotoperiodo natural decreciente y durante la gestación temprana (IKEDA *et al.*, 2005) Lo anterior es consistente con lo encontrado por Zheng *et al.* (1999) en un estudio realizado para determinar la localización ovárica de

proteínas celulares enlazadoras a ácido retinoico (CRABP), ya que en dicho estudio se demostró que CRABP tipo II es expresada durante el estro de la rata, más no durante el diestro, permitiendo así una mayor síntesis de ácido retinoico.

Respecto al efecto positivo de  $\beta$ -caroteno en gestación temprana, Deenen y Deluca (1995) mostraron que la administración de retinol a ratas deficientes de vitamina A, durante los primeros 10 días de gestación evitó la reabsorción embrionaria, la cual si se presentó en las ratas no tratadas con retinol. Adicionalmente, Lawrence, *et al.* (2004) reportaron que cultivos in vitro de oocitos de bovino, sometidos a estrés calórico, tratados con 0.5  $\mu$ ml de retinol tuvieron un desarrollo significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) de oocito a etapa de blastocito con respecto a aquellos no tratados. Más aún, Kamiloglu *et al.* (2005) en un estudio donde evaluaron el efecto de la inyección de vitamina A y  $\beta$ -caroteno sobre los niveles de vitamina E y actividad de glutatión Peroxidasa (GSH-Px) durante la etapa de gestación en ovejas, encontraron que una diferencia significativa ( $P < 0.001$ ) fue observada en los niveles plasmáticos de vitamina E; dichas concentraciones séricas fueron mayores en aquellos animales tratados con 8 mg/kg de  $\beta$ -caroteno, o bien con 200,000 UI de vitamina A durante la preñez, respecto al grupo control (sin administración de  $\beta$ -caroteno o vitamina A), no existiendo diferencias entre los grupos tratados. Dichos resultados indican que la administración de  $\beta$ -caroteno o vitamina A, maximizan los componentes del sistema antioxidante (vitamina E, GSH-Px), previniendo los efectos dañinos de los radicales libres asociados con la preñez. Al respecto, Liu *et al.* (1992) sugieren que el epitelio de la membrana placentaria de ovinos, sintetiza y secreta RBP (proteína enlazadora de retinoides) y por ende, el transporte, almacenamiento y metabolismo del retinol, mediado por RBP placentario, lo cual puede ser esencial para el desarrollo del embrión durante la preñez.

En un estudio realizado por Everhardt *et al.* (1999), se encontró que borregas superovuladas, tratadas con 500 000 UI de retinol todo trans (ROH), tuvieron una mayor ( $P < 0.01$ ) incidencia de formación blastocistos con respecto a los animales no tratados, sugiriendo que los tratamientos de exógenos de ROH, durante la embriogénesis temprana, incrementa la viabilidad embrionaria en ovinos.

Por lo anterior se deduce que el efecto positivo de la suplementación de  $\beta$ -caroteno sobre la función ovárica en cabras, no se da al través del incremento de los niveles séricos de IGF-1 durante la fase folicular media ni en el transcurso de la fase luteal tardía bajo un régimen

de fotoperíodo natural creciente, sino más bien, a través de otro mecanismo endócrino, como lo puede ser la síntesis de progesterona y en otra etapa de la vida reproductiva de la hembra. v. gr. gestación temprana, como lo sugieren Weng, *et al.*, (2000), quienes encontraron que los niveles plasmáticos de progesterona fueron significativamente ( $P < 0.05$ ) mayores en caninos hembras suplementadas con  $\beta$ -caroteno (grupo experimental 1: 50 mg de  $\beta$ -caroteno/día desde el momento de la ovulación hasta 21 días después de ésta; grupo experimental 2: 20 mg de  $\beta$ -caroteno/día desde el momento de la ovulación hasta 21 días después de ésta) respecto a las no suplementadas, con un pico entre los días 12-17 post-ovulación, permaneciendo elevadas hasta el día 26 post-ovulación, momento en el cual decayeron drásticamente. Adicionalmente, Arikan, *et al.*, (2000), encontraron que bajas dosis de  $\beta$ -caroteno (0.1  $\mu$ mol/  $\beta$ -caroteno) administradas a células de cuerpo lúteo de bovino cultivadas in vitro, estimularon de manera significativa ( $p < 0.05$ ) la secreción de progesterona, respecto a aquellas células tratadas con altas dosis de  $\beta$ -caroteno (1 or 2  $\mu$ mol/l  $\beta$ -caroteno) y no tratadas.

Los efectos positivos del  $\beta$ -caroteno (crecimiento normal, desarrollo y diferenciación de diferentes tejidos en el organismo de mamíferos, al través de su capacidad antioxidante) pueden estar presentes en otras etapas de la vida reproductiva de cabras suplementadas con  $\beta$ -caroteno, tales como la embriogénesis (disminuyendo el riesgo de reabsorción embrionaria), y gestación temprana (suprimiendo la gran cantidad de radicales libres que se generan durante este periodo reproductivo), al través de un incremento en la síntesis de ácido retinoico estimulada por la mayor concentración de proteína enlazadora de ácido retinoico tipo II (CRABP II), el cual se presenta durante el estro, más no durante el pro-estro; o bien, mediante una secreción incrementada de progesterona estimulada por la administración exógena de  $\beta$ -caroteno; más el mecanismo mediante el cual la administración exógena de  $\beta$ -caroteno incrementa las concentraciones séricas de progesterona, aún es desconocido.

## CONCLUSIONES

La suplementación de 200 mg de  $\beta$ -caroteno por cabra por día, en cabras adultas nulíparas de sobreaño, 57 días antes de la ovulación y 17 días posteriores a la misma bajo fotoperíodo natural creciente, no causó incremento en la actividad ovárica total (folículos totales más cuerpos lúteos totales).

La actividad ovárica mostrada por las cabras suplementadas, no adelanta la estación reproductiva,

ni mucho menos suprime el arresto reproductivo, en la Comarca Lagunera (26° LN).

### LITERATURACITADA

- Arikan, S. y Rodway, G. S. 2002. Effect of cyclodextrin-encapsulated  $\beta$ -carotene on progesterone production by bovine luteal cells. *Volume 64, Issues 3-4*, Pages 149-160. [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list\\_uids=11121892&dopt=Abstract](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=11121892&dopt=Abstract). Recuperado en Agosto de 2005.
- Delgadillo J., A.; Flores J., A.; Veliz F., G.; Hernández H., F.; Duarte G.; Vielma, J.; Poindron, P.; Chemineau, P. y Malpoux B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 2002. 80:2780-2786. [www.jas.fass.org/cgi/content/abstract/80/11/2780](http://www.jas.fass.org/cgi/content/abstract/80/11/2780) Recuperado en Septiembre de 2005.
- Deenen M. W and Deluca F. H. 1995. Retinol in Addition to Retinoic Acid Is Required for Successful Gestation in Vitamin A-Deficient Rats. *biology of reproduction* 53, 1392-1397 (1995). [www.biolreprod.org/cgi/content/abstract/53/6/1392](http://www.biolreprod.org/cgi/content/abstract/53/6/1392). Recuperado en Septiembre de 2005.
- Delgadillo J., A.; Duarte, G.; Flores Cabrera, J. A.; Hernández H., Mellado M.; Fernández, I.; Vielma, J.; Lozano, J.; López, D. y López S. 2002. Estacionalidad reproductiva de las cabras criollas en la Comarca Lagunera. [www.ejournal.unam.mx](http://www.ejournal.unam.mx). Recuperado en Septiembre de 2005.
- Dickie A. M.; Paterson, C.; Anderson, L. M. and Boyd, J. S. 1999. Determination of corpora lutea numbers in Booroola-Texel ewes using transrectal ultrasound. *Theriogenology* 51: 1209-1224. [www.vf.uni-lj.si/veterina/zbornik/47\\_strmsnik\\_s.pdf](http://www.vf.uni-lj.si/veterina/zbornik/47_strmsnik_s.pdf). Recuperado en octubre de 2005.
- Everhardt, D. M.; Will, W. A. y Godkin, J. D. 1999. Retinol Administration to Superovulated Ewes Improves In Vitro Embryonic Viability. *Biology of reproduction* 60, 1483-1487 (1999). [www.biolreprod.org/cgi/content/full/60/6/1483](http://www.biolreprod.org/cgi/content/full/60/6/1483). Recuperado en Agosto de 2005.
- Gamboa V., J. 1986. El establecimiento de la actividad reproductiva en la cabra un planteamiento teórico sobre la similitud entre pubertad y estacionalidad. web: <http://www.uasnet.mx>. Recuperado en Septiembre de 2005.
- Kamiloglu, N. N.; Beytut, E.; Gurbulak, K. and Ogun M. 2005. Effects of Vitamin A and  $\beta$ -carotene Injection on Levels of Vitamin E and on Glutathione Peroxidase Activity in Pregnant Tuj Sheep. *Turk J Vet Anim Sci* 29 (2005) 1033-1038. Recuperado en Agosto de 2005 de <http://journals.tubitak.gov.tr>.
- Ikeda, K.; IMAI, H. y YAMADA, M. 2005. The Roles of Vitamin A for Cytoplasmic Maturation of Bovine Oocytes. Vol. 51 (2005), No. 1 February pp.23-35 <http://www.soc.nii.ac.jp/>. Recuperado en Agosto de 2005.
- Lawrence, J. L.; Payton, R. R.; Godkin J. D.; Saxton, A. M.; Schrick F. N. and Edwards J. L. (2004). Retinol Improves Development of Bovine Oocytes Compromised by Heat Stress During Maturation. *J. Dairy Sci.* 87:2449-2454., [www.dairy-science.org/cgi/content/abstract/87/8/2449](http://www.dairy-science.org/cgi/content/abstract/87/8/2449). Recuperado en Agosto de 2005.
- Letelier, C.; Hervé, M.; Smulders, J. P.; Escobar, A.; Vidal, R. Y Uribe, H. 2003. Resultados reproductivos de encaste extemporáneo en ovejas lecheras lactantes. *Arch. med. vet.* v.35 n.2 Valdivia dic. 2003. <http://www.scielo.cl>. Recuperado en Septiembre de 2005.
- Liu Kaung, H.; Gao, K.; Baumbach, G. A. and Godking, J. D. 1992. Purification and Immunolocalization of Ovine Placental Retinol-Binding Protein1. *Biology of Reproduction* 46, 23-29 (1992). [www.biolreprod.org/cgi/content/abstract/46/1/23](http://www.biolreprod.org/cgi/content/abstract/46/1/23) Recuperado en Agosto de 2005.
- Montero D. (2002). Inseminación artificial: herramienta para el mejoramiento genético del hato caprino. <http://www.ina.ac.cr>. Recuperado en Septiembre del 2005.
- Rubianes E. y Chiesa, C. 2005. Control Exógeno de la reproducción. [www.fagro.edu.uy](http://www.fagro.edu.uy). Recuperado en Septiembre de 2005.
- SAS, 1991. SAS/STAT User's guide (release 6.03). SAS Institute, Inc. Cary, NC., USA.
- Snedecor, G.W., y Cochran, W.G. 1967. *Statistical methods*. 6<sup>th</sup> Edition. The Iowa University Press. Ames, USA.
- SSP. 1981. Carta fisiográfica del Estado de Durango. México. 1981.
- Ugalde J., P. (2005). Experiencias prácticas sobre el manejo reproductivo de los ovinos de pelo en México. <http://www.cirval.asso.fr>. Recuperado en Septiembre de 2005.
- Urrutia, J.; Gámez, H. y Ramírez B. (2003). Efecto del pastoreo restringido en el efecto macho en cabras en baja condición corporal durante la estación de anestro. [En línea]. *Téc. Pec. Méx* 2003:41(3);251-260. <http://www.tecnicapecuaria.org/>. Recuperado en Septiembre de 2005.
- Vargas B., F. 2004. La suplementación de Betacaroteno y su efecto sobre la actividad ovárica y las concentraciones séricas de la hormona luteinizante e insulina en cabras. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Durango, México.
- Velásquez M., G. 2004. Efecto de la suplementación de betacaroteno sobre la actividad ovárica en cabras. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango, México.
- Weng B. C.; Chew, B. P.; Wong, T. S.; Park J. S., Kim H. W. y Lepine A. J. 2000.  $\beta$ -Carotene uptake and changes in ovarian steroids and uterine proteins during the estrous cycle in the canine. *J. Anim. Sci.* 2000. 78:1284-1290. [www.jas.fass.org/cgi/content/abstract/78/5/1284](http://www.jas.fass.org/cgi/content/abstract/78/5/1284). Recuperado en Agosto de 2005.

Zheng, W. L.; Bucco, R. A.; Sierra-Rivera, E.; Osteen K. G., Melner, M. H. y Ong D. E. (1999). Synthesis of Retinoic Acid by Rat Ovarian Cells That Express

Cellular Retinoic Acid-Binding Protein-II. *biology of reproduction* 60, 110–114 (1999). [www.biolreprod.org/cgi/content/full/60/1/110](http://www.biolreprod.org/cgi/content/full/60/1/110). Recuperado en Septiembre de 2005.