

CAMBIOS OVÁRICOS DURANTE EL CICLO ESTRUAL EN CABRAS CRIOLLAS

Changes of the ovary during the estrous cycle of native goats

Carlos González-Stagnaro*
Ninoska Madrid-Bury**

* Facultad de Agronomía
Universidad del Zulia.
Maracaibo, Zulia, Venezuela

** Fonaiap-Zulia.
Maracaibo, Zulia, Venezuela

RESUMEN

Durante la estación sexual principal (julio-septiembre), se estudiaron cambios estructurales ováricos en 35 cabras criollas, múltiparas (3-5 años, 32.4 kg) y ciclo estrual regular (media 20.6). Distribuidas al azar en siete grupos, fueron intervenidas por laparotomía o sacrificadas 2-8, 18-24 y 30-36 hr (fase folicular), 6-8, 12-14, 16-18 d (fase luteal) y 20 d (proestro) luego del inicio del celo. Sirvieron de testigos, hembras en anestro 3-45 d postparto y en gestación. Se determinaron dimensiones, peso (PO) y volumen (VO) de ambos ovarios, diámetro (DCL) y peso (PCL) del cuerpo lúteo; número (n) y volumen folicular (VF), diámetro folicular (DF): F₁ (menor de 3 mm), F₂ (3-5 mm), F₃ (mayor de 5 mm) y el diámetro del mayor folículo (DF₃). El PO mínimo durante el anestro (4.1 g), aumenta durante el estro (5.9-6.3 g), siendo máximo en fase luteal (6.9-7.4g; P<0.01) y gestación (7.1 g), debido al mayor DF₃ del estro (6.4-8.3 mm), mayor PCL y DCL de la fase luteal (636.9-730.8 mg, 8.2-10.6 mm) y gestación (738.3 mg, 11.1 mm). F₁ predominan durante las primeras 24 hr del celo (n=16.3-17.3); F₃ aumentan al final de la fase luteal (n=1.8) e inicio del celo (n=2.2), coincidiendo con el mayor DF (2.78 mm). El DF₃ crece desde el proestro (7.1 mm), al inicio del celo (8.3 mm), disminuyendo hacia el final del celo (6.4 mm). El DCL incrementa (P<0.01) entre 1-8 d (4.3 a 8.2 mm), alcanzando su máximo en fase luteal media (10.6 mm; PCL 730.8 mg); inicia su regresión entre 16-18 d (9.8 mm, 637 mg) y cae al inicio del celo (4.9 mm, 234 mg). VF mayor en proestro (211.6 mm³) e inicio del celo (176.6 mm³), disminuye hasta el inicio de la fase luteal (95.1 mm³), cuando reinicia su desarrollo (150.7 mm³). VF es menor durante la gestación y anestro.

Palabras claves: Cabras, cambios ováricos, ciclo estrual, folículos, cuerpo lúteo.

ABSTRACT

Ovarian structural changes were studied during the main breeding season (July-September) in 35 multiparous native goats (3-5 years old, 32.4 kg) with regular estrous cycle (mean 20.6 d). The animals received laparotomy or were slaughtered at 2-8, 18-24 or 30-36 hr (follicular phase), 6-8, 12-14, 16-18 d (luteal phase) and 20 d (proestrus) after the beginning of estrus. Anestrous goats 30-45 d postpartum and on gestation were used as control groups. Dimension, weight (PO) and volume (VO) of both ovaries, diameter (DCL) and weight (PCL) of corpus luteum, follicular volume (VF), number (n) and follicular diameter (DF): F₁ (follicle <3 mm), F₂ (3-5 mm) and F₃ (>5 mm) were determined. PO was minimum during anestrous (4.1 gr) and increased (P<0.05) during estrus (5.9-6.3 gr), luteal phase (6.9-7.4 gr; P<0.01) and gestation (7.1 gr; P<0.01), owing to PCL and DCL were higher during the luteal phase (636.9-730.8 mg, 8.2-10.6 mm) and on gestation (738.3 mg, 11.1 mm). The number of F₁ was higher during the first 24 hr of estrus (n=16.3-17.3); F₃ incremented at the end of the luteal phase (n=1.8) and estrus beginning (n=2.2), coinciding with the highest DF (2.78 mm) and reach their maximum at proestrus (n=2.1, 2.29 mm). DF₃ increased from proestrus (7.1 mm) to the beginning of estrus (8.3 mm) decreasing by the end of estrus (6.4 mm). DCL increased (P<0.01) between 36 hr and 6-8 d (4.3 to 8.2 mm), reaching maximum at the middle of the luteal phase (DCL 10.6 mm, PCL 730.8 mg) and began regression between 16-18 d (9.8 mm, 637 mg) and was minimum at the beginning of estrus (4.9 mm, 234 mg). VF was higher during proestrus (211.6 mm³) and estrus (176.6 mm³) and lower at the beginning of the luteal phase (95.1 mm³) when resume it development (150.7 mm³). During gestation and anestrous VF was lower.

Key words: Goats, ovarian changes, estrous cycle, follicles, corpus luteum

INTRODUCCIÓN

En la cabra criolla se han efectuado una serie de estudios relacionados con la actividad funcional de los ovarios [6], estacionalidad sexual [9], ciclo estrual y momento de ovulación [12] y aún sobre el control del celo y de la ovulación [7], inseminación artificial y reproducción programada [8]. Los resultados indican un normal comportamiento reproductivo y una activa respuesta a los tratamientos hormonales y al 'efecto macho' con una excelente eficiencia, habitualmente relacionada con la época del año y con el estado nutricional o condición corporal [8]. La cabra criolla posee actividad sexual estacional vinculada con la precipitación y abundancia nutricional, con una prolificidad alrededor de 1.2-1.4 crías por parto [9]; muestra un ciclo estrual de 20.6 ± 3.2 d y una frecuencia de 17.3% de ciclos cortos (<10 d) y un período estrual de 34.2 y 29.6 d en cabras y cabritonas, presentándose la ovulación hacia el final del celo [12].

Sin embargo, existen escasos reportes sobre la actividad ovárica en las cabras cíclicas y sobre los cambios morfológicos que se suceden a nivel ovárico en determinados momentos a lo largo del ciclo estrual y en relación con la ovulación. El crecimiento de los folículos ováricos durante el ciclo estrual ha sido estudiado en varias especies domésticas, incluyendo las ovejas [15, 23, 24]; en cabras Angora y Boer se han reportado algunas observaciones ováricas [3, 15], mientras que cambios cuantitativos relacionados con la actividad folicular y luteal han sido descritos en cabras West African [1], Nubian [3], Angora [13], Irlandesas [14], Egipcias [10] y aún sin raza definida [20], apreciándose una considerable variación individual en la apariencia macroscópica de las estructuras ováricas.

Este trabajo tuvo como objetivo realizar una descripción de los cambios morfológicos ováricos que ocurren durante el ciclo estrual a nivel de las estructuras foliculares y luteales como consecuencia de la actividad hormonal en cabras criollas bajo pastoreo extensivo. Un avance de éste estudio ha sido resumido previamente [11].

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la estación sexual principal, entre julio y septiembre, se utilizaron 35 cabras criollas múltiparas, con un período de reposo posparto de 75-145 d, bajo ordeño manual y separadas de las crías 3-4 semanas antes; mantenían una producción promedio de 290 ± 55 gr/d de leche. Tenían una edad entre 3 y 5 años, un peso promedio de 32.4 ± 3.0 kg y pertenecían a una explotación tradicional de zonas áridas en el sector 'La Cañada' en los alrededores de Maracaibo (10° L.N.), con una temperatura media de 32° C y precipitación anual de 600 mm, distribuida irregularmente en dos períodos principales. Los animales pastoreaban en potreros comunales arbustivos propios del monte espinoso seco tropical, consumiendo especialmente cují (*Prosopis juliflora*), dividive (*Caesalpinia coriácea*), curarire (*Taberna bitbergli*) y orégano de burro (*Lipia alba*). Recibieron un suplemento comercial de 200-300 gr/d con 12% PB un mes previo y

durante la experiencia. La condición corporal promedio al inicio del ensayo fue 2.8 ± 0.5 calificada entre 0 y 5.

Todas las cabras habían presentado, por lo menos, un ciclo estrual normal de 20.6 ± 1.8 d. Dos machos provistos de un marcador pectoral con tampones de color y de un mandil para evitar la cópula fueron introducidos con el rebaño experimental cuatro veces al día durante 20-30 min para identificar los cambios de comportamiento [5]. Se determinó el momento del inicio del celo (d 0) cuando la hembra aceptó pasivamente la monta del macho. Las hembras mantenidas en un corral no fueron servidas y se agruparon al azar, en siete grupos de cinco animales cada uno para ser intervenidas por laparotomía [10, 14, 20] o para ser sacrificadas en momentos predeterminados de acuerdo a su estado reproductivo cíclico (Cuadro 1), durante el estro (grupos 1, 2 y 3), metaestro (grupo 4), diestro (grupos 5 y 6) y proestro (grupo 7). Los diferentes estadios del ciclo estrual no fueron identificados y limitados con claridad, sin embargo, proestro se consideró el momento cuando la cabra muestra cierta inquietud y es buscada repetidas veces por el macho, hasta que acepta la monta (d 0, inicio del celo); el metaestro, definido por muchos autores como el lapso entre el final del celo y la ovulación [17, 21], lo consideramos como la fase entre el final del celo y la formación observable de la estructura luteal. Se ha reportado una duración del proestro, estro y metaestro de 1.6, 29.7 y 2.1 hr [17] y de 17, 31 y 4 hr [20].

Diez animales sirvieron de testigos; 5 cabras en anestro de lactación 30-45 d posparto y 5 cabras en gestación, 60-70 d después del servicio, confirmadas mediante ultrasonido a 'efecto doppler' y laparotomía [10]. Los ovarios fueron removidos, disecados, fotografiados y estudiados en sus estructuras; el peso de ambos ovarios (en gramos) fue determinado utilizando una balanza analítica Mettler de 1.000 gr. El tamaño fue evaluado mediante un calibrador; la longitud se tomó entre los polos tubáricos y uterino; el grosor o ancho entre el borde mesovárico o interno y el borde libre y el espesor entre las caras anterior y posterior de cada ovario, en centímetros. Utilizando el producto de las tres mediciones (Longitud x Grosor x Espesor) se determinó un 'índice ovárico' a manera del volumen de un cuerpo irregular. El diámetro en milímetros (mm) y el peso individual del o de los cuerpos lúteos en miligramos (mg) fue considerado, antes de su sección para observar y medir la cavidad central.

Los ovarios fueron fijados en Bouin por 24 hr, posteriormente cortados en secciones aproximadas de 1 mm utilizando hojas finas y afiladas [14]. Se anotó el número total (n) y el diámetro (mm) de folículos macroscópicos, clasificados en pequeños (F₁, en crecimiento, menores de 3 mm), medios (F₂, en desarrollo, entre 3-5 mm) y grandes (F₃, maduros, mayores de 5 mm), especialmente del folículo mayor dominante y del segundo en tamaño. Se registró el diámetro medio folicular total (mm) y el volumen folicular medio (mm³) utilizando todos los folículos medidos en ambos ovarios, como indicativo de la actividad folicular ovárica.

Los resultados fueron analizados de acuerdo con los procedimientos estadísticos estándar, determinando la diferencia de

medias por X^2 y la prueba 't' de Student para el establecimiento de la significancia.

CUADRO 1.

DIVISIÓN DE GRUPOS DE ACUERDO AL ESTADO FISIOLÓGICO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN CABRAS CRIOLLAS EN RELACIÓN CON EL INICIO DEL PERÍODO ESTRUAL DURANTE LA ESTACIÓN SEXUAL PRINCIPAL.

Grupo	Número de observaciones	Momento de la observación en relación con el inicio del ciclo	Estado fisiológico del ciclo estrual	Fase del ciclo estrual
I	5	2 - 8 horas	inicio del celo	Folicular (Estro)
II	5	18 - 24 horas	Mitad del celo	(Estro)
III	5	30 - 36 horas	Final del celo	(Estro)
IV	5	6 - 8 días	Fase luteal inicial	Secretoria (Metaestro)
V	5	12 - 14 días	Fase luteal media	(Diestro)
VI	5	16 - 18 días	Fase luteal final	(Diestro)
VII	5	20 días	Inicio actividad folicular	Folicular (Proestro)
Control	5	30 - 45 días postparto	postparto	Anestro de lactación
Control	5	60 - 70 días postservicio	postservicio	Gestación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tamaño y peso ovárico

Como se ha descrito previamente [6,14], los ovarios de las cabras criollas mostraron una forma de avellana o frijol, ligeramente ovalada, con un tamaño variable entre 0.8-2.6 x 0.6-2.1 x 0.4-1.2 cm de longitud, grosor y espesor respectivamente. El peso individual varió entre 1.4 y 4.2 gr. En cabras se han descrito ovarios de dimensiones variables en relación con las razas y época, como 1.54 x 1.12 x 0.82 cm [2], 1.39 x 1.13 x 0.8 cm [4], 1.69 x 1.25 x 0.99 cm [6], 1.37 x 0.95 x 0.73 [12], 2.21 x 1.67 x 1.15 cm [16] y 1.53 x 1.03 x 0.80 cm [21], fluctuando los pesos promedios entre 0.94 gr [4], 0.96 gr [21] y 1.02 gr [2] hasta 1.56 gr [6] y 2.37 gr [16]. En cabras indefinidas gestantes, sin mayor diferencia entre los distintos estadios de gestación, se reportan cifras de 1.66 x 1.19 x 0.88 y 1.53 x 1.07 y 0.71 cm para los ovarios derecho e izquierdo respectivamente, con pesos medios de 0.97 y 0.79 gr [18], variación que se atribuye a la presencia de uno o dos cuerpos lúteos comparados con ovarios sin ellos. Se observaron 1.72 ± 0.3 ovulaciones distribuidas igualmente en-

tre ambos ovarios, como ha sido reportado [1, 6, 14], a diferencia de una mayor actividad descrita para el ovario derecho [3, 6, 18], a la cual se le señala hasta una relación de 1.6:1 [3].

En este trabajo se aprecian ligeras variaciones en el tamaño ovárico de las cabras adultas, aunque no significativas en las distintas etapas del ciclo estrual. El tamaño y peso ovárico fueron menores en animales durante el anestro posparto (índice ovárico 0.86, 4.1 gr) y estuvieron significativamente más desarrollados en animales en gestación ($P < 0.01$) con un índice de 3.31 y un peso para ambos ovarios de 7.1 ± 1.2 gr (Cuadro 2). En cabras preñadas se ha señalado un índice ovárico de 2.85 y un peso medio de 1.755 gr [18].

Al inicio del estro se encuentran presentes uno o dos folículos con un crecimiento más destacado y un cuerpo lúteo en involución (el índice y peso ováricos son aún elevados, 3.52 y 6.3 gr); horas después disminuyen ligeramente ambas cifras, siendo menor el volumen al final del estro, coincidiendo con la ovulación (índice y peso post-ovulatorios, 1.42 y 5.2 gr). La formación del cuerpo lúteo es evidente durante el metaestro, a

partir del tercer día después del celo, incrementando el índice ovárico a 2.73 y el peso ovárico a 7.2 gr ($P < 0.01$). En la fase luteal media (diestro), los ovarios alcanzan su mayor tamaño y peso, debido a la formación total del o de los cuerpos lúteos (índice ovárico 3.78 y 7.4 gr de peso ovárico; $P < 0.01$). Ambos valores

disminuyen consecutivamente al final de la fase lútea (16-18 d), con una estructura luteal en declinación, alcanzando las cifras menores ($P < 0.05$) durante el proestro (1.98 índice ovárico, 6.2 gr de peso ovárico (Cuadro 2).

CUADRO 2.

TAMAÑO Y PESO OVÁRICO EN CABRAS CRIOLLAS EN DISTINTOS ESTADOS DEL CICLO.

Grupo	Estado del ciclo	Tamaño ovárico (Promedio en cm) L x A x E	Peso de ambos ovarios (Promedios en gramos)
I	Inicio del Estro	2,0 x 1,6 x 1,1	6,3 ± 1,4 ^b
II	Mitad del Estro	1,9 x 1,4 x 0,9	5,9 - 1,7 ^b
III	Final del Estro	1,7 x 1,2 x 0,7	6,2 - 1,3 ^b
IV	Fase luteal inicial (Metaestro)	2,1 x 1,3 x 1,0	7,2 - 1,2 ^a
V	Fase Luteal media (Diestro)	2,1 x 1,5 x 1,2	7,4 - 0,7 ^a
VI	Fase Luteal final (Diestro)	1,9 x 1,4 x 1,1	6,9 - 0,8 ^a
VII	Fase proestrua	1,9 x 1,3 x 0,8	6,2 - 1,1 ^b
Control	Lactación	1,6 x 0,9 x 0,6	4,1 - 0,4 ^c
Control	Gestación	2,3 x 1,6 x 0,9	7,1 - 1,2 ^a

^{a,b,c} En el peso ovárico, valores con diferentes literales varían significativamente ($P < 0,01$)

L = Longitud

A = Ancho

E = Espesor

Las variaciones del peso medio de ambos ovarios se destacan en la Figura 1. Sin duda, los menores pesos son propios de las cabras en anestro como durante el estro, siendo máximos durante la fase luteal, como consecuencia del desarrollo y mayor peso del o de los cuerpos lúteos cíclicos, cuya ausencia durante el celo es causal de los menores pesos ováricos. Se ha señalado que las dimensiones y peso ovárico están relacionados con el peso vivo de las cabras [20], pero que no son afectados por las razas, alimentación y ovario activo, ratificando que el peso ovárico aumenta en presencia de las estructuras luteales [6, 11].

Número de folículos y actividad folicular

La actividad folicular fue evidente durante todo el ciclo estroal, aunque algo menor en cabras en anestro de lactación y durante la gestación, períodos en los cuales no se detectaron mayores folículos en proceso de madurez (> 5 mm) (Figura 2,

Cuadro 3); en ovejas se ha señalado que el número de folículos normales mayores de 0.5 mm fue 19.9 con 8.7 mayores de 1 mm [23]. En cabras gestantes se ha descrito una disminución en el número de folículos mayores de 2.5 mm. considerablemente alto al inicio de la gestación, 30 a 10 y 0 en gestaciones de 50-100 d y mayores de 100 d [18], lo cual confirma el desarrollo de una atresia folicular al inicio de la gestación.

No se observaron diferencias significativas en el número folicular, a partir de folículos F₁ de 2-3 mm, los cuales son más numerosos (Figura 2, Cuadro 3), como se ha descrito en cabras Angora y Barbari [19, 22]. En estos animales se han registrado grandes folículos hasta de 6 mm durante el período de reposo sexual, aunque no ovulan; pareciera que los folículos que se desarrollan durante la estación sexual, desempeñan un rol de equilibrio durante el período de anestro.

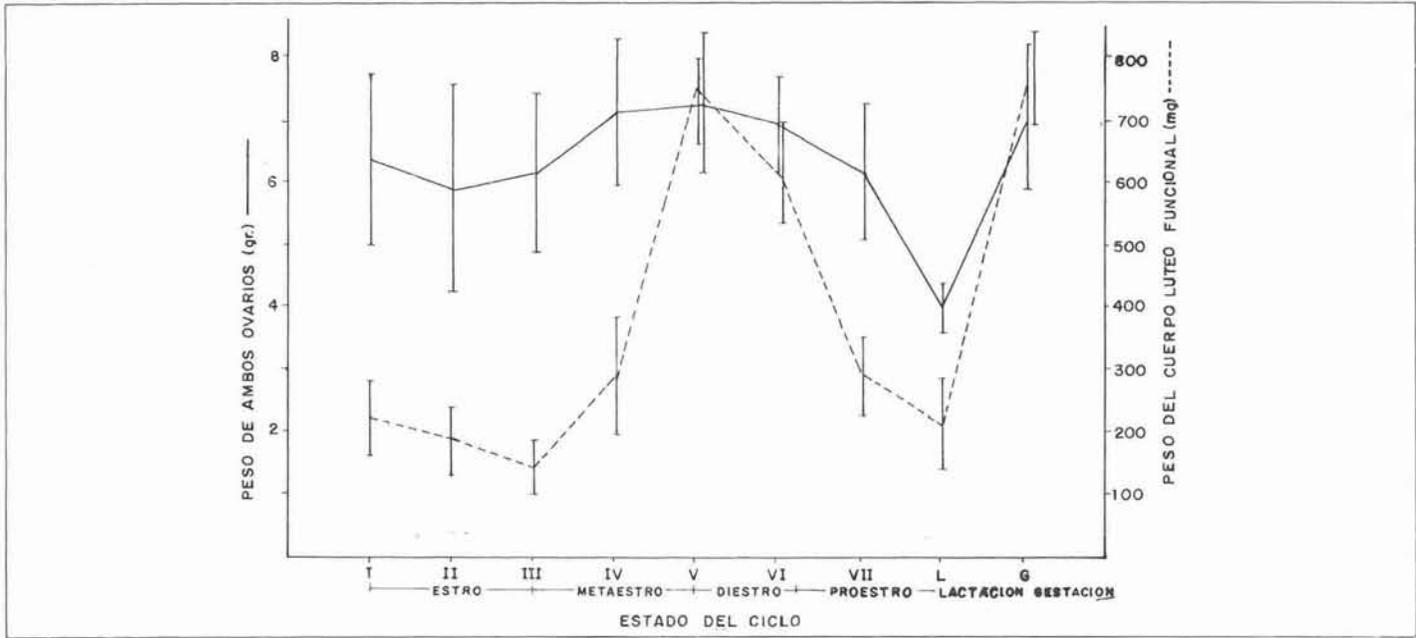


FIG. 1. EVOLUCIÓN DEL PESO OVÁRICO A TRAVÉS DEL CICLO SEXUAL EN CABRAS CRIOLLAS Y SU RELACIÓN CON LAS VARIACIONES DEL PESO DEL CUERPO LÚTEO

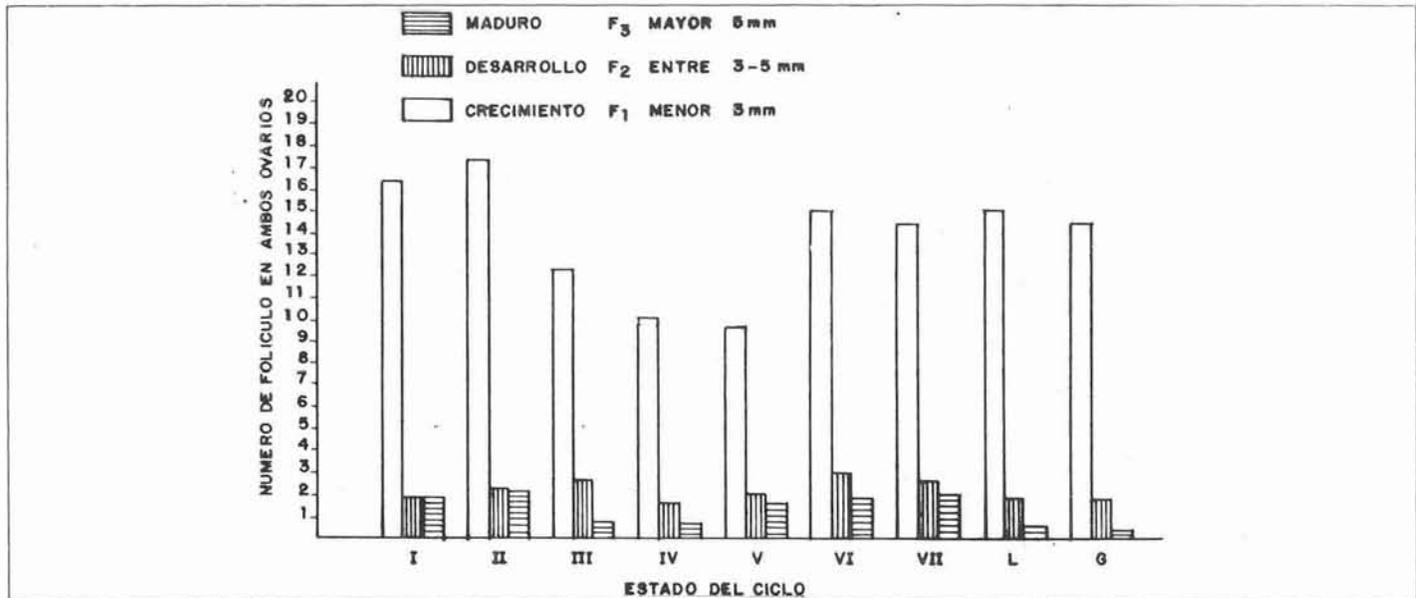


FIG. 2. VARIACIÓN DE LA ACTIVIDAD FOLICULAR OVÁRICA DURANTE EL CICLO EN CABRAS CRIOLLAS

Tampoco se apreciaron variaciones en el número de los folículos en crecimiento en las distintas etapas, excepto en las fases luteal y media ($P < 0.05$); el número folicular se eleva rápidamente al final del diestro, durante el proestro y mitad del estro, confirmando reportes previos [19, 22], que señalan una marcada actividad de los folículos de pequeño y mediano tamaño 5-6 d antes del celo [14]. Igualmente, se han observado estos folículos 4 d antes del proestro [20]; su crecimiento lento, se acelera en las últimas 8 hr antes de la ovulación, cuando se

aprecia una menor tensión de la pared folicular y formación del estigma.

Al final del estro e inicio del metaestro no se observaron folículos F_3 de mayor tamaño, a diferencia de las fases de proestro y mitad del estro ($n = 2.2 \pm 0.4$), debido a que ovularon los folículos maduros dominantes o entraron en fase de atresia; sin embargo, rápidamente se recuperó el desarrollo de nuevos folículos dominantes, a partir de la fase luteal media (Cuadro. 3),

semejando una posible doble onda de crecimiento folicular, como se ha descrito en cabras [14]. En ovejas, se han señalado hasta tres ondas de crecimiento folicular, siendo probable que el rápido aumento antes y durante el celo, sólo sea uno de un número más

amplio de ciclos foliculares [23]; aparentemente, los folículos crecen y regresionan sin sincronía en cualquier momento durante el estadio luteal del ciclo.

CUADRO 3.

VARIACIONES DE LA ACTIVIDAD FOLICULAR EN AMBOS OVARIOS EN DISTINTOS ESTADOS DEL CICLO ESTRUAL EN CABRAS CRIOLLAS.

ACTIVIDAD FOLICULAR (NÚMERO DE FOLÍCULOS EN AMBOS OVARIOS)					
Grupo	Estado del Ciclo	Crecimiento F ₁ Menor 3 mm	Desarrollo F ₂ Entre 3-5 mm	Maduros F ₃ Mayor 5 mm	Total folículos Nº
I	Inicio del Estro	16,3±4,3	1,9±1,1	1,9±0,5 ^a	20,1±5,2
II	Mitad del Estro	17,3±3,4	2,3±1,3	2,2±0,4 ^a	26,2±3,9
III	Final del Estro	12,3±1,7	2,7±1,3	0,6±0,3 ^c	15,5±2,3
IV	Fase Luteal inicial	10,1±2,0	1,6±0,6	0,7±0,1 ^c	12,5±1,7
V	Fase Luteal media	9,7±1,3	2,1±1,2	1,6±0,5 ^b	13,4±1,5
VI	Fase Luteal final	14,9±3,3	2,9±1,0	1,8±0,6 ^b	19,6±4,1
VII	Fase proestrua	14,3±3,1	2,6±0,8	2,1±0,4 ^a	18,9±3,4
Control	Lactancia	15,1±2,7	1,9±0,4	0,5±0,1 ^c	17,6±2,2
Control	Gestación	14,3±2,3	1,7±0,2	0,4±0,1 ^c	16,3±2,5

^{a,b,c} Valores con literales diferentes en el número de folículos maduros varían significativamente ($P < 0,01$).

En las cabras criollas, al igual que en las cabras Angora [19], la incidencia de folículos grandes y medianos varía con el estado del ciclo, ya que no exceden del 15% del número total de los folículos ováricos observados; el incremento de los folículos parece estar influenciado por la presencia de un cuerpo lúteo activo, como se ha señalado en ovejas [24].

Diámetro medio folicular

El diámetro medio folicular fue significativamente menor ($P < 0,01$) en los ovarios de las cabras en anestro y durante la gestación (2.3 mm), períodos en los cuales no se observó incremento del número folicular, tal como ha sido señalado en cabras gestantes [18]; ello coincide con el menor diámetro medio del folículo dominante (2.0-3.8 mm) y menor volumen folicular (111-101 mm³) (Figura 3, Cuadro 4); sin embargo, se han descrito en cabras en anestro folículos individuales relativamente grandes, con un diámetro medio de 6.0 mm para el mayor folículo [19]. El

desarrollo final del folículo parece ser muy corto [3], reflejándose en alteraciones del tamaño antes y durante el celo.

En este trabajo, el máximo diámetro folicular se observa a partir de la fase luteal media, cuando inicia su máximo desarrollo el folículo principal, que es igualmente elevado durante el proestro (2.78 mm); a partir de este momento, el diámetro folicular experimenta una reducción que es significativamente evidente antes de la ovulación, hacia la mitad del estro (2.2 mm; $P < 0,05$). Similarmente, en cabras Angora [19], el diámetro medio folicular fue mayor al momento del celo comparado con el diestro.

Al observar la variación del folículo o folículos dominantes, se confirma la aceleración del crecimiento pre-ovulatorio a partir de la fase luteal media (5.2 mm), alcanzando 7.1 y 8.3 mm durante el proestro e inicio del estro, para disminuir ligeramente hacia la mitad del estro (7.7 mm) y marcadamente ($P < 0,05$) al final del estro, poco antes de la ovulación, 6.4 mm (Figura 3, Cuadro 4). Estos valores descritos en cabras criollas son ligera-

mente superiores a los observados en cabras irlandesas [14] con una media de 5.5 mm, pero muy similares a los reportados en

cabras Angora [19], a pesar que se ha indicado que antes de la ovulación, el folículo no pierde mucho de su volumen.

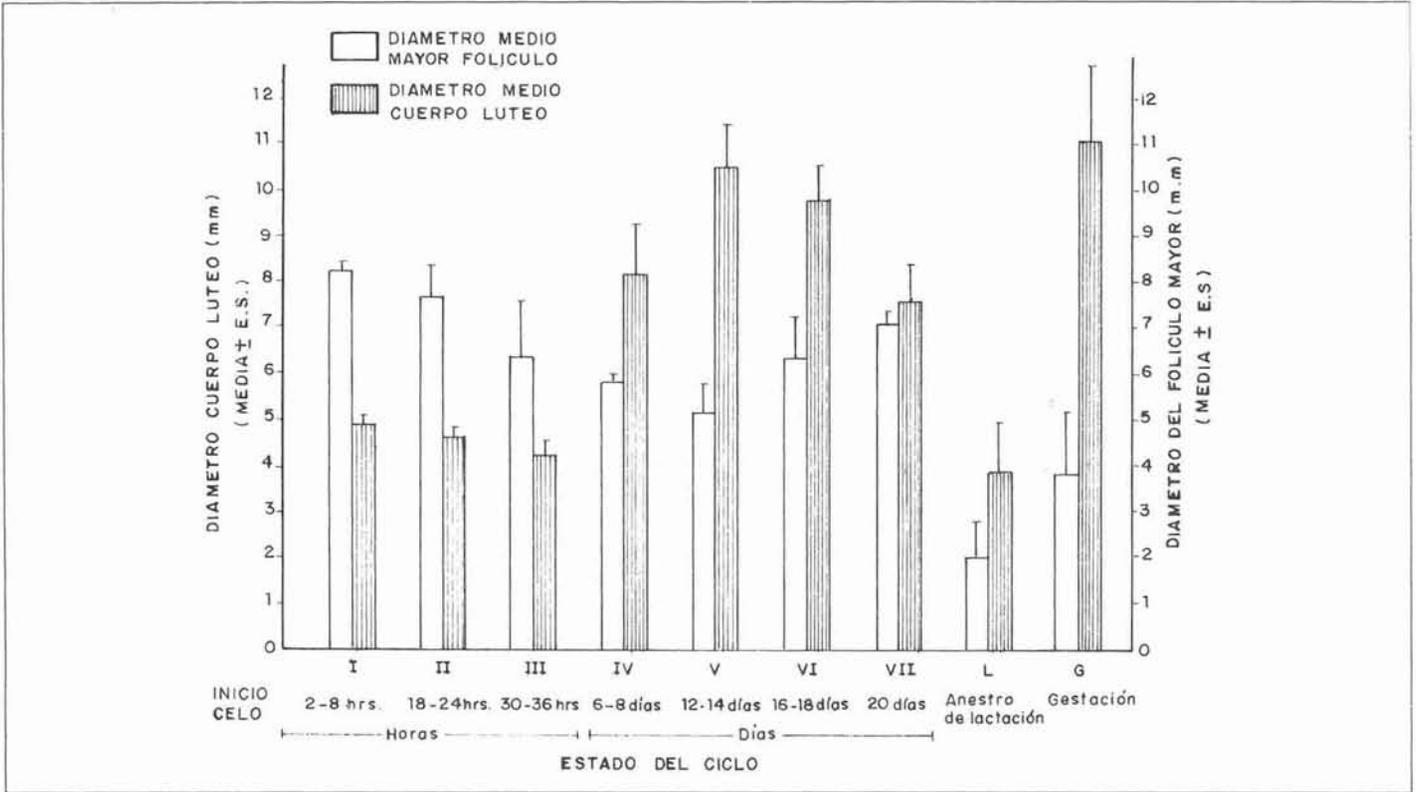


Fig. 3. VARIACIONES EN EL DIÁMETRO DEL CUERPO LÚTEO

CUADRO 4.

VARIACIONES DEL DIÁMETRO Y VOLUMEN FOLICULAR EN DISTINTOS ESTADOS DEL CICLO OVÁRICO EN CABRAS.

Grupo	Estado del ciclo	Diámetro medio folicular (mm)	Diámetro medio del mayor folículo (F ₃) (mm)	Volumen folicular (mm ³)
I	Inicio del Estro	2,56±0,2 ^a	8,3±0,2 ^a	176,6±26,8 ^a
II	Mitad del Estro	2,20±0,1 ^b	7,7±0,7 ^a	146,1±24,5 ^b
III	Final del Estro	2,45±0,3 ^b	6,4±1,2 ^b	119,3±28,6 ^c
IV	Fase Luteal inicial	2,44±0,2 ^b	5,8±0,2 ^b	95,1±17,4 ^c
V	Fase Luteal media	2,78±0,2 ^a	5,2±0,6 ^b	150,7±21,0 ^b
VI	Fase Luteal final	2,64±0,2 ^a	6,4±0,9 ^b	188,8±35,4 ^a
VII	Fase Proestrua	2,78±0,3 ^a	7,1±0,3 ^a	212,6±28,7 ^a
Control	Lactación	2,29±0,1 ^c	2,0±0,8 ^c	110,7±20,6 ^c
Control	Gestación	2,28±0,1 ^c	3,8±1,4 ^c	101,2±23,9 ^c

^{a,b,c} Valores con literales diferentes en cada columna varían significativamente (P<,01)

Estos resultados demuestran que los folículos ováricos cambian escasamente de tamaño durante el anestro y metaestro, observándose escasos de tamaño medio (2-5 mm) y gran número de pequeños folículos (0.5-1.0 mm), confirmando lo reportado al examen histológico [14]. Durante el proestro y estro, se encuentran folículos inmaduros de crecimiento activo (0.5-2.0 mm); estos probablemente permanecen en reposo hasta el siguiente proestro, cuando deben crecer rápidamente hasta alcanzar un diámetro máximo de 8-10 mm [14]; no obstante, se han señalado diámetros de aproximadamente 4 mm en folículos pre-ovulatorios [20]. Este rápido crecimiento se ha atribuido en ovejas a un elevado índice de mitosis de las células granulosas en folículos de 0.3-0.7 mm de diámetro, que es aún mayor en folículos de 0.8-1.5 mm [23], para disminuir gradualmente en los folículos mayores.

Estos F₃ maduros los hemos encontrado en mayor número ($P>0.05$) inmediatamente antes del celo (d 17, n=7.5) o durante el celo (d 1, n=6.0), a diferencia de los señalados para los d 5 y d 11 (n=5.0) en cabras Nubian [3]. Una mayor actividad folicular se ha observado hacia el d 12 del ciclo [13], aunque F₂ y F₃ se encuentran todo el ciclo con un número relativamente constante [3], siendo usualmente los F₂, dos o tres veces más numerosos que los F₃, lo que indicaría la existencia de un mecanismo o patrón bien definido que asegura un número de folículos en crecimiento, aparentemente preparados para una selección de dominancia [3]; no obstante, se ha comprobado que los F₃ observados en la fase luteal media y final no son los folículos dominantes que ovularán al siguiente celo; la selección y maduración del folículo dominante pudiera ser más tardía, a partir del día 17^o del ciclo, cuando inicia su regresión el cuerpo lúteo [3]. Habitualmente, se observa que el mayor F₃, 3 a 4 antes del celo sigue los mismos patrones de crecimiento señalados para el número folicular promedio, al igual que el segundo folículo mayor,

no ovulado, que crece rápidamente de tamaño durante la fase inicial del ciclo, pero los identificados antes de ese tiempo resultarán en atresia.

En ovejas, un folículo toma alrededor de 5 d para crecer de 0.5 a 2.2 mm y 4 d más para alcanzar 4-5 mm [23], estimándose que el número de folículos que entran en crecimiento rápido es de 3-4/d. Al igual que en ovejas, en las cabras el folículo que ovulará crece rápidamente durante la regresión del cuerpo lúteo e inicio del celo, para luego manifestar un crecimiento pre-ovulatorio alrededor de 8-12 mm al final del celo; sólo ovularán folículos que han aumentado de tamaño al momento que el cuerpo lúteo inicia su regresión y declina el nivel de progesterona [23].

Los folículos maduros pre-ovulatorios (>5 mm), de bordes nítidos y apariencia vesicular, inicialmente translúcidos y ligeramente vascularizados, van modificando su forma y coloración, al aumentar la vascularización de sus paredes, como se ha señalado previamente en cabras [3]. Luego de la ovulación, las paredes foliculares pierden gradualmente su transparencia para formar un cuerpo hemorrágico, opaco, rojizo, que se transforma en 2-3 d en un cuerpo lúteo que conforme refuerza su estructura, crece constantemente, variando su coloración hacia un amarillo-naranja, tal como se ha descrito en cabras Nubian [3].

Volumen folicular

Como consecuencia del desarrollo folicular, el volumen folicular (Figura 4, Cuadro 4), experimenta algunas claras variaciones. Es menor al final del estro y fase luteal inicial, luego de la ovulación, cuando no existe folículo dominante; un volumen folicular muy semejante se aprecia entre las cabras en anestro y en gestación.

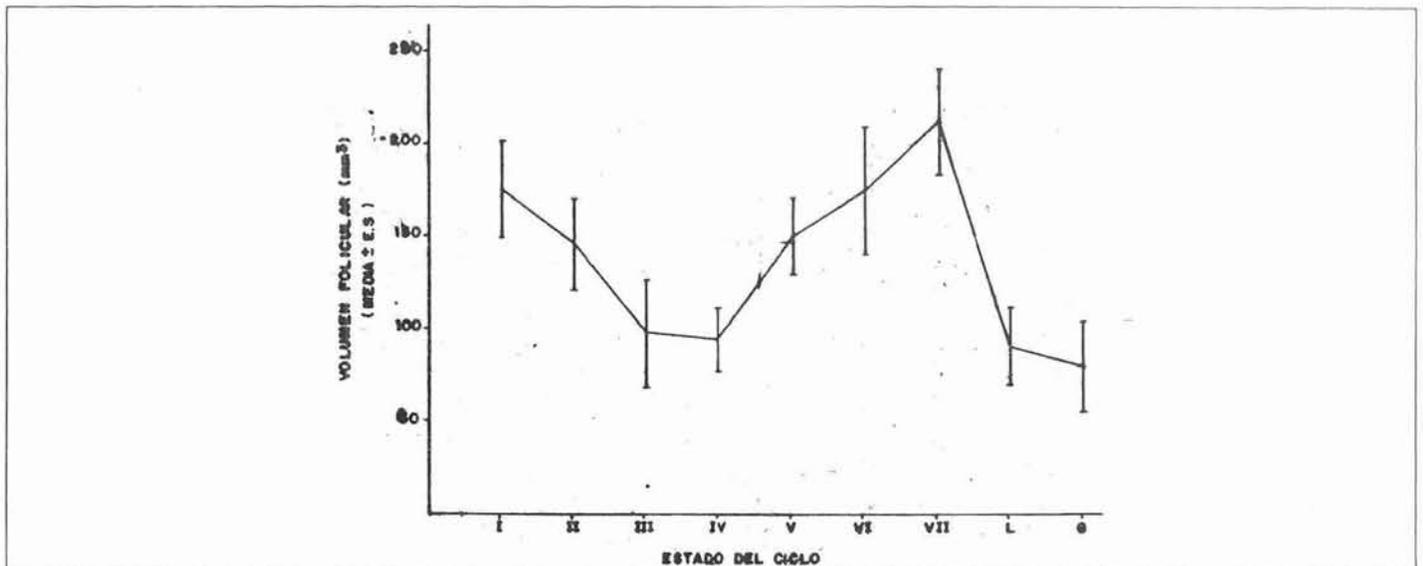


Fig. 4. VARIACIÓN DEL VOLUMEN FOLICULAR OVÁRICO EN CABRAS

El volumen folicular, a semejanza del folículo dominante pre-ovulatorio, muestra sus mayores promedios a partir de la fase luteal media (151 mm^3) y final (189 mm^3), siendo máximo durante la etapa proestrual (213 mm^3), para disminuir conforme progresa el estro a cifras promedio de 177, 146 y 119 mm^3 (Cuadro 4). En cabras Angora, el volumen folicular aumenta rápida y significativamente durante la primera parte del período luteal, d 1 al 12, cuando se alcanza el máximo [19]; esto es seguido por una segunda, más corta e intensa onda de crecimiento folicular, al igual que se ha descrito en otras especies [15].

Desarrollo y peso del cuerpo lúteo

En este estudio, se asume que la ovulación sucede entre 26 y 32 hr después del inicio del celo, coincidiendo con su finalización, como se ha reportado en cabras similares [12]; la luteinización toma 3-4 d antes de ser visible [17]. De acuerdo con el tamaño y grado de maduración estructural morfológica, se han señalado en cabras Nubian, hacia el d 11, dos tipos de cuerpos lúteos, los cuales difieren no sólo en su apariencia y tamaño, mayores o menores de 6 mm de diámetro [3], sino también potencialmente en su origen, función post-ovulatoria y longevi-

dad; los primeros, tipo I, normales, provienen de F_3 con un diámetro de 7.1 mm, superior a 5.6 mm del tipo II, variando similarmente el diámetro del cuerpo lúteo de 9.4 y 4.4 mm para ambos tipos. Este hecho podría estar en relación con la disociación celo-ovulación y génesis de los ciclos cortos en cabras criollas [8,12].

Luego de la ovulación, son notorios los cambios del diámetro promedio y peso individual del cuerpo lúteo principal, recientemente formado durante el ciclo; su presencia funcional y variación es determinante del volumen y peso ovárico (Figura 1), confirmando que la presencia o ausencia del cuerpo lúteo fue altamente significativa para el peso ovárico como se indicó en cabras criollas [11].

En animales en anestro, se aprecian ocasionalmente, estructuras luteales poco desarrolladas o remanentes de un ciclo previo, cuyo diámetro y peso varían significativamente ($P < 0.01$) de los hallados en animales gestantes (Cuadro 5); no obstante, se ha descrito que el peso del cuerpo lúteo de gestación aumenta durante los dos primeros tercios de gestación para disminuir durante el último [18].

CUADRO 5.

TAMAÑO Y PESO DEL CUERPO LÚTEO EN CABRAS CRIOLLAS EN DISTINTOS ESTADOS DEL CICLO

Grupo	Estado del Ciclo	CUERPO LÚTEO FUNCIONAL	
		Diámetro promedio (mm)	Peso individual (mg)
I	Inicio del Estro	$4,9 \pm 0,2^c$	$234,0 \pm 61,3^c$
II	Mitad del Estro	$7,7 \pm 0,2^c$	$198,5 \pm 53,3^d$
III	Final del Estro	$4,3 \pm 0,3^c$	$142,8 \pm 43,2^e$
IV	Fase Luteal inicial (Metaestro)	$8,2 \pm 1,1^b$	$296,6 \pm 93,2^c$
V	Fase Luteal media (Diestro)	$10,6 \pm 0,9^a$	$730,8 \pm 101,3^a$
VI	Fase Luteal final (Diestro)	$9,8 \pm 0,8^a$	$636,9 \pm 79,8^b$
VII	Fase Proestrual	$7,6 \pm 0,8^b$	$286,8 \pm 59,2^c$
Control	Lactación	$3,9 \pm 1,1^c$	$206,6 \pm 71,2^b$
Control	Gestación	$11,1 \pm 1,7^a$	$738,4 \pm 69,9^a$

a,b,c,d,e Valores con literales diferentes varían significativamente ($P < 0,01$)

Durante el proestro, todavía se observa un cuerpo lúteo desarrollado (7.6 mm) aunque ya no funcional, como se evidencia por su peso, significativamente menor ($P < 0.01$) que el cuerpo

lúteo activo durante la fase luteal. El tamaño y peso continuarán disminuyendo durante el celo (4.3 mm) y resto del ciclo hasta casi desaparecer hacia el final del mismo. Como se ha reportado

en diversas razas caprinas (13-15, 19-22), al final del metaestro, se evidencia un nuevo cuerpo lúteo en formación (8.2 mm) de casi 300 mg, que alcanzará su máximo desarrollo durante el diestro (12-14 d) con 10.6 mm y 730.8 mg, para luego disminuir ligeramente en los días finales del diestro (Cuadro 5), cuando se inician los cambios regresivos. Estos cambios regresivos, sin ser muy rápidos, se han señalado en cabras a partir del d 12 [19] ó 14-15 [13]; las células luteales degeneran lentamente entre el d 12 y el inicio del celo, disminuyendo a 8 y 6.5 mm al d 20 y 23 luego del siguiente celo y aún a 2.5 mm al próximo celo, cuando el corpora albicans es observable; sin embargo, se ha señalado que el cuerpo lúteo alcanza su mayor tamaño el d 11 en cabras [17], luego del cual su regresión ocurre rápidamente [21]. Los cambios reportados en el peso del cuerpo lúteo durante el ciclo en las cabras criollas coinciden en general, con los señalados en cabras Angora [19]; al momento del inicio del siguiente celo, el cuerpo lúteo ha disminuido significativamente ($P < 0.01$) alrededor del 35% en tamaño y 76% en su peso.

En la Figura 3 se observa la evolución del diámetro medio del cuerpo lúteo durante el ciclo, contrastado con las variaciones del diámetro medio del folículo dominante mayor. Igualmente, los cambios del cuerpo lúteo en este estudio fueron semejantes a los descritos en cabras irlandesas, en las cuales se ha indicado un diámetro de 6-7 mm, 9, 11 y 8 mm del cuerpo lúteo los d 2, 3-7, 12 y 20 [14]. En 31.4% de los cuerpos lúteos en cabras cíclicas se observó una nítida cavidad central que mostraba un diámetro entre 1.5 y 7.6 mm (media 3.2 mm), semejante a lo reportado en cabras Angora [19]; esta estructura es aparentemente normal, no asociada con problemas reproductivos o quísticos, considerándose como una variación en la cantidad y velocidad de formación del tejido luteinizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Akusu, M.O., Osuagwah, A.I.A., Akpokodge, J. U., Egbunike, G. N. Ovarian activities of the West African dwarf goat (*Capra hircus*) during oestrus. *J. Reprod. Fert.* 78: 459-462. 1986.
- [2] Bosu, S., Goswam, S.K., De, S.K. Studies on the genitalia of the goat. *Indian Vet. J.* 38: 302-304. 1961.
- [3] Camp, J.C., Wildt, D. E., Howard, P. K., Stuart, I. D., Chakraborty, P.K. Ovarian activity during normal and abnormal length estrous cycles in the goat. *Biol. Reprod.* 28: 673-681. 1983.
- [4] Franco, A.W., Cabral, R. L.J., Silva, J.A.S. Biometría do sistema genital femenino de caprino nordestino (*Capra hircus* L). *Arq. Esc. Méd. Vet. Bahía.* 1: 42-46. 1976.
- [5] González-Stagnaro, C. Comportamiento sexual en las cabras. In, XXIII^a Conv. Anual Asoc. Venez. Avance de la Ciencia. Maracaibo. 1972.
- [6] González-Stagnaro, C. Actividad funcional ovárica y distribución uterina de los fetos en cabras criollas. *Ciencias Veterinarias, Maracaibo III:* 79-103. 1973.
- [7] González-Stagnaro, C. Control hormonal del ciclo estrual en pequeños ruminantes del área tropical. In, *Reproduction des ruminants en zone tropicale.* Ed. INRA, Les Colloques de l'INRA, 20: 433-471. 1984.
- [8] González-Stagnaro, C. Control and manipulation of factors affecting small ruminant reproductive performance in tropical conditions. In, *Intern. Symp. Nuclear and related techniques in Animal Productions and Health.* Vienna. IAEA-SM-318/41:405-421. 1991.
- [9] González-Stagnaro, C., García, O., Castillo, J. Actividad sexual estacional y fertilidad en cabras de razas puras de una zona tropical de Venezuela. *Ciencias Veterinarias, Maracaibo. IV:* 223-248. 1974.
- [10] González-Stagnaro, C., González, R. Diagnóstico precoz de la gestación en la cabra por laparotomía. *Ciencias Veterinarias, Maracaibo. III:* 143-156. 1973.
- [11] González-Stagnaro, C., Madrid-Bury, N. Actividad cíclica en cabras criollas. In, VII Reunión Latinoam. Prod. Animal. Panamá 1979.
- [12] González-Stagnaro, C., Madrid-Bury, N. Sexual season ans estrous cycle of native goats in a tropical zone of Venezuela. *Third Intern. Conf. Goat Production and Disease.* Tucson, Arizona, USA, 311. 1982.
- [13] Hadí, M.A. Some observation on female genitals of goats. *Bombay Vet. Coll. Mag.* 12: 15-19. 1976.
- [14] Harrison, R.J. The changes occurring in the ovary of the goat during the oestrous cycle and in early pregnancy. *J. Anat.* 82: 21-48. 1948.
- [15] Kupfer, M. The sexual cycle of female domesticated mammals. 13th and 14th Reports Dir. vet. Educ. Res. Dept. Agric. Pretoria, South Africa. II: 1209-1270 and Suppl. 1928.
- [16] Lyngset, O. Studies on reproduction in the goat. I. The normal genital organs of the non-pregnant goat. *Act. Vet. Scand.* 9: 208-222. 1968.
- [17] Marincowitz, G. The sexual activity of Angora does on mixed Karoo Veld. *S. Afr. J. Agric. Sci.* 51: 211-223. 1962.
- [18] Mathai, E., Prabhakaran Nair, K., Raja, K.S.V. Studies on the biometry, histology and histochemistry of corpus lu-

- teum at different stages of pregnancy in goats. Kerala J. Vet. Sci. 9: 33-46. 1978.
- [19] Pretorius, P.S. Gross ovarian changes in the cycling and anoestrous Angora goat doe. S. Afr. J. Anim. Sci. 1: 63-66. 1971.
- [20] Rosa, J.S., Simplicio, A.A., Ponce de León, F.A. Avaliação morfológica de ovários de cabras Marota, Moxotó e sém raça definida (SRD) no Estado do Ceará, Brasil. Rev. Bras. Reprod. Anim., Belo Horizonte, 5: 9-14. 1981.
- [21] Salama, A. Ovarian changes in goats during oestrus. Indian J. Anim. Sci. 42: 436-438. 1972.
- [22] Singh, S.K., Bhattacharya, A. R., Luktuke, S.N. Studies on biometry of genital organs of female goat. Indian vet. J. 51: 81-85. 1974.
- [23] Smeaton, T.C., Robertson, H.A. Studies on the growth and atresia of Graafian follicles in the ovary of the sheep. J. Reprod. Fert. 25: 243-252. 1971.
- [24] Turnbull, K.E., Braden, A.W.H., Mattner, P.E. The pattern of follicular growth and atresia in the ovine ovary. Aust. J. Biol. Sci. 30, 229-241. 1977.