

EVALUACIÓN ULTRASONOGRÁFICA DE LA DINÁMICA FOLICULAR EN VACAS Y EN NOVILLAS MESTIZAS

Ultrasonographic evaluation of the follicular dynamics
in crossbred dairy cows and heifer

Fernando Perea G. *
Rumualdo González F. **
Robert Cruz A. **
Eleazar Soto B. **
Edmundo Rincón U. *
Carlos González S. *
Patricia Villamediana M. ***

* División de Postgrado, Facultad de Agronomía.

** Facultad de Ciencias Veterinarias
La Universidad del Zulia
Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela.

*** Práctica privada.

RESUMEN

Mediante la ultrasonografía se evaluó, tres veces por semana, el desarrollo folicular del primer ciclo estrual postparto de 6 vacas y un ciclo estrual de 9 novillas mestizas. El patrón de crecimiento folicular, características del cuerpo lúteo (CL) y niveles de progesterona (P4), se estudiaron en cada caso. La investigación se realizó en la Hacienda La Esperanza de La Universidad del Zulia, Estado Zulia, Venezuela, ubicada en una zona de bosque seco tropical, con temperatura media y precipitación anual de 28°C y 996 mm, respectivamente. Durante el período postparto se observaron en promedio 2.83 ondas foliculares; el primer folículo dominante (FD) y el folículo ovulatorio (FO) de este período se detectaron a los 18.1 y 30.5 días, respectivamente, y el FO alcanzó una talla máxima de 12.7 mm a los 35 días postparto. Durante el ciclo estrual se detectó un patrón predominante de 2 ondas foliculares en el 67 % de las vacas y 78 % de las novillas. En las vacas, el FD alcanzó un diámetro de 11.9 mm el día 8.5 y el FO 12.1 mm el día 21.3, mientras que en las novillas el FD obtuvo una talla máxima de 9.8 mm el día 12.3 y el FO 11.8 mm el día 20.7. El CL alcanzó un diámetro máximo de 1.8 y 1.9 cm en vacas y novillas, respectivamente. El promedio de P4 durante el diestro fue 0.89 ng/ml en vacas, y 2.7 ng/ml en novillas. La

correlación entre la talla del CL y la concentración de P4 durante el ciclo estrual fue 0.48 ($P < .07$) en vacas y 0.28 ($P < .04$) en novillas. El desarrollo folicular y luteal resultaron comparativamente más similares a los reportados en cebuinos.

Palabras clave: Ultrasonografía, desarrollo folicular, cuerpo lúteo, mestiza, vacas, novillas.

ABSTRACT

An ultrasonographic study was performed to evaluate, three time per week, the follicular development, levels of progesterone (P4), characteristics of the corpus luteum (CL) and pattern of follicular growth during the first estrous cycle in 6 postpartum cows and during a given estrous cycle in 9 heifers. The study was undertaken at the farm "La Esperanza" of the Zulia University, located in a dry tropical forest area, characterized by a mean temperature of 28°C and annual rainfall of 996 mm. A mean of 2.83 follicular waves were observed during the postpartum period; the first dominant follicle (DF) and the ovulatory follicle (OF) were observed at 18.1 and 30.5 days, respectively. The OF reach a mean greater diameter of 12.7 mm, 35 days postpartum. During the estrous cycle, a two-wave follicular development pattern was detected in 67% and 78% of the cows and heifers, respectively. The DF reach a mean greater diameter of 11.9 mm on day 8.5 in cows, and 9.8 mm on day 12.3 in

heifers. The OF reach a mean greater diameter of 12.1 mm on day 21.3 vs 11.8 on day 20.7 of the cycle in cows and heifers, respectively. An mean maximum CL diameter of 1.8 and 1.9 cm was observed in cows and heifers, respectively. The mean P4 level during the diestrus was 0.89 ng/ml in cows and 2.7 ng/ml in heifers. Correlation values of 0.48 ($P < .07$) and 0.28 ($P < .04$) between the size of the CL and P4 levels were obtained during the estrous cycle in cows and heifers, respectively.

Key words: Ultrasonography, follicular development, luteum corpus, crossbred, cows, heifers.

INTRODUCCIÓN

La mejora de la eficiencia reproductiva de los bovinos es factor de primordial importancia para lograr un óptimo desarrollo de la actividad ganadera. En la medida que se comprendan mejor los diferentes mecanismos que regulan tan relevante función animal, se logrará un comportamiento reproductivo más eficiente de los rebaños.

En los últimos años, numerosos trabajos se han efectuado en el área de la fisiología reproductiva de la hembra en varias especies de interés zootécnico, con el fin de dilucidar aún más aquellos fenómenos fisiológicos que todavía permanecen confusos [5, 15, 16, 17, 48]. En apoyo a dichas investigaciones han sido aplicadas novedosas tecnologías, destacándose entre ellas la **ultrasonografía**, la cual tiene cada día un mayor empleo en el diagnóstico reproductivo de los bovinos.

La ultrasonografía (USG), representa una valiosa herramienta para estudiar y evaluar los órganos del tracto reproductivo de la vaca [14, 15, 44]; su empleo ha estado más orientado al estudio fisiológico de la dinámica folicular ovárica [42], actividad luteal [25], e involución uterina [31]. También ha tenido amplia aplicación en la evaluación del desarrollo de la gestación [6], determinación de la viabilidad y sexo fetal [7], así como en el diagnóstico de alteraciones reproductivas, tales como quistes ovárico, metritis y momificación fetal [10].

Se han caracterizado los patrones normales de crecimiento de folículos ováricos durante el ciclo estrual [41, 43, 44]. La "dinámica folicular" constituye un proceso de continuo crecimiento y regresión folicular, que conduce finalmente al desarrollo del folículo ovulatorio de cada período interestrual. Este proceso dinámico, equilibrado y sincrónico, depende no sólo de las gonadotropinas [1, 2, 50, 51], sino también de un complejo sistema de relaciones inter e intrafoliculares [11, 12, 18, 23, 24, 27].

Este trabajo tiene como objetivo caracterizar la dinámica del crecimiento folicular, la morfología del cuerpo lúteo, y los niveles de progesterona en vacas durante el primer ciclo estrual postparto y durante un ciclo estrual en novillas mestizas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Hacienda la Esperanza, propiedad de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia, localizada en el Municipio Rosario de Perijá del Edo. Zulia. La zona de vida corresponde al Bosque Seco Tropical con una temperatura media de 28°C y precipitación anual de 996 mm.

Fueron utilizadas 6 vacas mestizas, sin amamantamiento del becerro, de 1 ($n=2$) y 2 partos ($n=4$), y 9 novillas mestizas cíclicas. El mestizaje de este rebaño es el resultado del cruce alterno de razas *Bos taurus* (Holstein y Pardo Suizo) con la raza Brahman, como representante del *Bos indicus*, conformándose tres líneas genéticas con predominio Holstein, Pardo Suizo y Brahman, y un nivel de mestizaje 5/8 en cada una de ellas. Todos los animales recibieron similar manejo sanitario y alimenticio, consistiendo este último, en pastoreo en potreros de pasto guinea (*Panicum maximum*), pasto brachiaria (*Brachiaria humidicola* y *B. brizanta*), con suplemento balanceado comercial en las vacas en producción. En los meses de sequía (enero, febrero y marzo) también recibieron heno de pasto brachiaria con melaza-úrea.

En las vacas se estudió el desarrollo folicular ovárico desde los 14 días después del parto hasta el primer celo; en caso de anestro la evaluación se continuó hasta los 90 días. Durante el primer período interestrual postparto se caracterizó el patrón de desarrollo folicular, la morfología luteal y los niveles de progesterona. En las novillas sólo se evaluó un período interestrual. Estas permanecieron junto al rebaño de ordeño para facilitar la detección de celos, la cual se efectuó por observación visual, dos veces al día. Las vacas y las novillas se incorporaron al ensayo progresivamente, a medida que parieron o que las novillas exhibieron celo, a lo largo del período experimental.

Para la exploración ovárica, se utilizó un ultrasonógrafo Pie Medical 480 Vet, modo-β en tiempo real (Pie Medical Maastricht, The Netherlands), equipado con una sonda transductora con doble frecuencia de onda (5.0-7.5 MHz), indicada para el examen transrectal de grandes animales [34]. Las imágenes fueron registradas en un impresor fotográfico blanco y negro, Sony UP-870MD (Sony Corporation, Japón).

Cada imagen seleccionada en la pantalla del monitor fué congelada y registrada en el impresor fotográfico. Se midieron las estructuras estudiadas y se dibujó la posición relativa de los folículos y del cuerpo lúteo, para hacer seguimiento de sus cambios [36].

Cada jornada de trabajo se realizó después del ordeño de la tarde, tres veces por semana, de acuerdo a los siguientes pasos: inmovilización de cada animal en un brete, remoción de las heces de la ampolla rectal, aplicación de gel (carboxymethyl celulosa) sobre el transductor de ultrasonido [22], e introducción de la sonda dentro del recto.

Los ovarios fueron explorados en sentido dorso-ventral, lateral-medial y medial-lateral. Se midió el diámetro del antro folicular [33], y en los folículos no esféricos, se promedió el diámetro mayor y menor de los mismos [32]. Aunque fueron localizados y registrados todos los folículos ≥ 3 mm que se observaron por lo menos en dos evaluaciones consecutivas, sólo se analizó el folículo dominante (FD) de cada onda folicular. Se consideró como FD aquel con un diámetro ≥ 8 mm, que predominó sobre los demás de su cohorte. La ovulación fue detectada por desaparición de un folículo ≥ 8.5 mm (folículo ovulatorio) que estuvo presente en sucesivos exámenes previos, y confirmado por la subsecuente formación de un cuerpo lúteo [32]. Los valores promedios de los folículos ovulatorios (FO) corresponden a los diámetros de los folículos observados desde 24 horas antes del celo (evaluación del día antes del celo) a 12 horas después del mismo (celo en la mañana y evaluación en la tarde). En los FD no ovulatorios, el promedio corresponde al mayor diámetro antes que iniciaran su regresión.

El cuerpo lúteo (CL) fue identificado como una estructura esférica u ovalada con una ecotextura diferente al estroma ovárico [33]. Se determinó su posición, se midieron y promediaron los diámetros longitudinal y transversal. En algunos casos se observó una cavidad dentro del tejido luteal, que también fué registrada y medida.

Para el análisis de progesterona (P4) se utilizó leche descremada en las vacas y suero sanguíneo en las novillas. Las muestras de leche se recolectaron en el ordeño de la tarde y la sangre se extrajo de la vena coccígea antes de la evaluación de cada novilla, tres veces por semana. Se utilizaron kits de RIA para P4 de la Diagnostic Products Corporation (DPC), proporcionados por la IAEA*, y validado por Plaizier [35]. Se estableció 0.5 y 1.0 ng/ml como límite mínimo de P4 para identificar un cuerpo lúteo funcional, en vacas y novillas, respectivamente [19, 38]. Los coeficientes de variación intra e interensayo para las muestras de leche fueron 8.1 y 9.6 %, respectivamente. Todas las muestras de suero fueron procesadas en un solo día y presentaron un coeficiente de variación intraensayo de 2.9%.

Los datos se analizaron mediante estadísticos descriptivos tales como medias, desviación estándar y porcentajes. Se aplicó correlación de Pearson para estimar la relación entre las dimensiones del cuerpo lúteo y los niveles de P4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Crecimiento folicular y niveles de P4 en vacas postparto

Durante el intervalo parto-celo se observaron en promedio 2.83 ondas de crecimiento folicular, TABLA I. La primera onda y la onda ovulatoria se detectaron a los 18.1 y 30.5 días, respectivamente; el FO alcanzó un diámetro máximo de 12.7 mm aproximadamente el día 35.

TABLE I
DESARROLLO FOLICULAR EN VACAS MESTIZAS
EVALUADAS POR ULTRASONOGRAFIA A PARTIR
DEL DÍA 14 POSTPARTO

Características	X \pm D.S.
Detección 1 ^{er} folículo dominante (días)	18.1 \pm 3.4
Detección del folículo ovulatorio (días)	30.5 \pm 18.8
Talla máxima del folículo ovulatorio (mm)	12.7 \pm 3.9
Nº ondas foliculares	2.8 \pm 2.3

Estos resultados son algo más tardíos a los señalados en vacas de lecheras, con intervalos entre el parto y el primer FD de 11.6 \pm 8.9 días (rango 5-39), y de 2.4 \pm 23 días a la ovulación [42]. En vacas de carne con amamantamiento del becerro [28], el primer FD se identificó el día 10.2; el FO alcanzó un diámetro máximo de 16.9 mm el día 35.9; durante el período se detectaron 3.2 (rango 1-6) ondas foliculares. Estas diferencias, principalmente en relación al día de detección del primer FD, pueden atribuirse a que las evaluaciones, en los trabajos citados, se realizaron en vacas *Bos taurus* puras, examinadas diariamente a partir del quinto día postparto. Llama la atención que el máximo diámetro del FO es considerablemente menor al reportado en vacas de leche y carne. Las diferencias pueden atribuirse a la aplicación de metodologías diferentes, y la composición genética de las vacas estudiadas. Sin embargo, es necesario considerar que las vacas mestizas en general, han mostrado un comportamiento reproductivo, que si bien está dentro de los límites biológicos que caracterizan los diferentes aspectos de la función reproductiva, muchas veces es significativamente diferente a los reportados en animales puros [20], de latitudes templadas.

Los resultados indican una actividad folicular y ovulación temprana durante el período postparto, lo cual sugiere que la duración del intervalo parto-ovulación está determinada por la eficiencia del mecanismo endocrino que desencadena la ovulación antes que por la ausencia de desarrollo de folículos dominantes [47]. Debido a que el mecanismo endocrino es susceptible de ser afectado por diversos factores ambientales y genéticos [21, 38, 45], se inhibe el desarrollo y maduración final del FD, y éste se hace atrésico [29].

Durante el período comprendido entre el parto y la primera ovulación 33 % de las vacas mostraron niveles de P4 superiores a 0.5 ng/ml. Numerosas referencias indican que durante el período postparto los niveles de P4 se mantienen bajos, y se elevan ligeramente antes del celo por un breve lapso de tiempo [8, 38, 42, 46]. Este incremento en los niveles de P4 parece ser causado por folículos luteinizados [8, 42] y ser necesario para determinar una fase luteal normal al reinicio del primer ciclo estrual [8]. Incluso, se ha observado en numero-

* Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA).

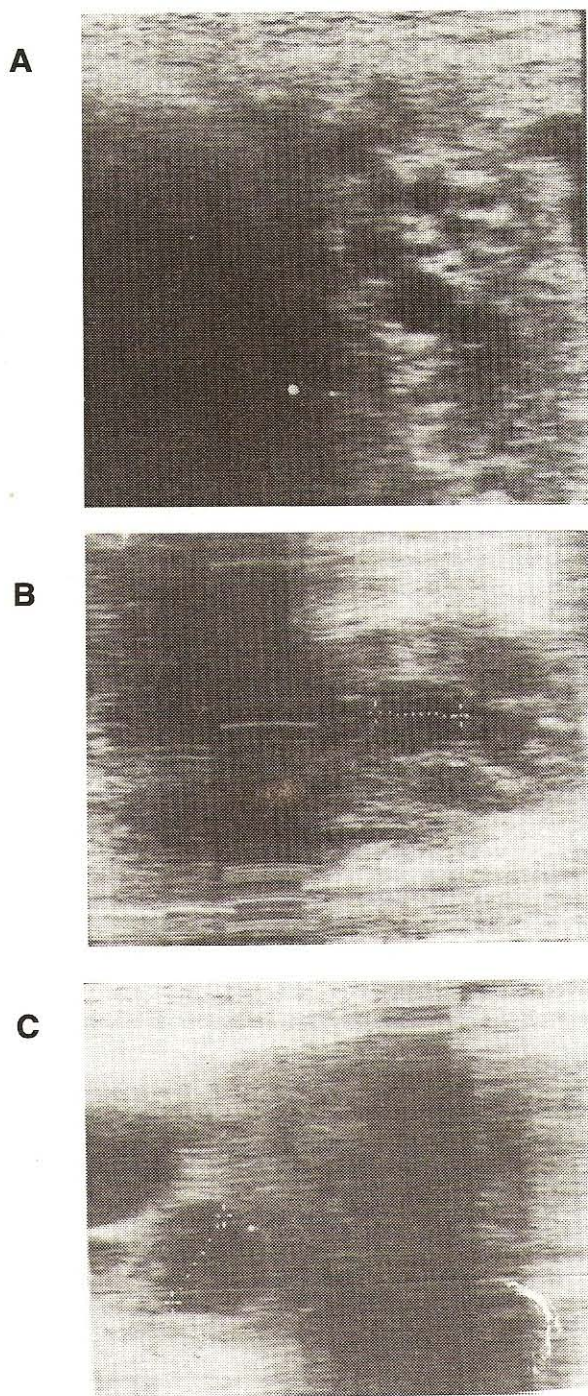


FIGURA 1. IMÁGENES ULTRASONOGRÁFICAS QUE MUESTRAN FOLÍCULOS OVÁRICOS EN DIFERENTES FASES DE CRECIMIENTO. A) FASE DE RECLUTAMIENTO Y SELECCIÓN. B) FASE DE DOMINANCIA. C) FOLÍCULO PRE-OVULATORIO.

sas vacas que no mostraron incrementos de P4 antes de la primera ovulación, la presencia de ciclos con una fase luteal corta [37]. Por otro lado, todas las vacas que exhibieron elevación transitoria de P4 experimentaron ciclos estruales normales [8]. En este trabajo, las dos vacas que experimentaron des-

carga de P4 superior a 0.5 ng/ml antes del primer celo postparto, fueron las únicas que mostraron niveles de P4 elevados durante el primer ciclo estrual.

2. Dinámica folicular, morfología del CL y niveles de P4 durante el primer ciclo estrual postparto

El ciclo estrual tuvo una duración de 19.5 ± 4.3 días. De acuerdo al número de 1, 2 y 3 ondas foliculares detectadas este intervalo fue de 14, 20 y 23 días. De las seis vacas evaluadas en su primer ciclo estrual postparto, el 67% experimentó dos ondas de crecimiento folicular, el 16.5% tres ondas y el 16.5% una onda, observándose en cada caso las tres fases de crecimiento folicular, FIG. 1. Estos hallazgos concuerdan con resultados reportados en vacas postparto [49] y en novillas [14, 15, 26], en las cuales se observó un patrón predominante de dos ondas. Sin embargo, en vacas de leche [43] y de carne [28] se reporta 46.1% y 41.1% de ciclos de dos ondas, respectivamente.

En ciclos de dos ondas, TABLA II, el primer FD fue detectado el día 4 (celo= día 0), alcanzó un diámetro máximo de 11.9 mm el día 8.5, y se observó durante 13 días. El segundo FD (ovulatorio) fue detectado el día 13.6, obtuvo un diámetro máximo de 12.1 mm en promedio el día 21 y fue observado por 7.6 días, FIG. 2. Aunque trabajos previos muestran resultados que en forma general son similares, cuando se analizan y comparan individualmente se observan ciertas divergencias. En vacas de carne [28], el primer FD se detectó el día 3.1, alcanzó un diámetro máximo de 15.4 mm a los 9 días del ciclo, y se observó por 20 días; el FO se detectó el día 12, obtuvo un diámetro máximo de 17.7 mm el día 19, observándose por 8.4 días. En vacas lecheras [49], se señala que la primera onda comenzó el día 2.5, y desarrolló un FD de 16.5 mm, que alcanzó su máximo diámetro a los 14 días; la segunda onda folicular inició su crecimiento el día 15.8, de la cual se desarrolló un FO de 20.9 mm. Otros autores [43] reportan un desarrollo folicular de 17.5 mm el día 7.8 y 17.2 mm el día 22.2, los cuales corresponden al diámetro máximo del primer y segundo FD, respectivamente.

El diámetro máximo de los folículos dominantes es consistentemente menor a lo reportado en trabajos previos [28, 43, 49]. Tal diferencia también se hace evidente, en el FO del período postparto, y en los FD del ciclo estrual de las novillas, como se mostrará más adelante. Sin embargo, en vacas Nellore [4], y en novillas Brahman [39], se encontraron tamaños foliculares menores a los reportados en vacas de razas *Bos taurus* y sus cruces, y similares a las obtenidas en este estudio. Las vacas mestizas tienen un importante componente genético de las razas *Bos indicus* que pudieran determinar estas características foliculares.

En la TABLA III se muestran algunas características de P4 durante el primer ciclo estrual postparto en dos vacas mestizas que mostraron niveles de 0.5 ng/ml o más; el resto de las vacas mostraron concentraciones menores al límite estableci-

TABLA II
DIÁMETRO Y DETECCIÓN DEL FOLÍCULO DOMINANTE DURANTE EL PRIMER CICLO ESTRUAL POSTPARTO EN VACAS MESTIZAS SEGÚN EL NÚMERO DE ONDAS FOLICULARES (X±D.S)

Folículos	Onda 1	Onda 2	Onda 3
1er FOLÍCULO DOMINANTE:			
Primera observación	3.0 ± 0.0	4.0 ± 1.4	3.0 ± 0.0
Máximo crecimiento			
diámetro (mm)	10.4 ± 0.0	11.9 ± 2.2	10.1 ± 0.0
día del ciclo	13.0 ± 0.0	8.5 ± 2.0	7.0 ± 0.0
Detección (días)	10.0 ± 0.0	13.0 ± 2.8	11.0 ± 0.0
2do FOLÍCULO DOMINANTE:			
Primera observación		13.6 ± 1.5	10.0 ± 0.0
Máximo crecimiento			
diámetro (mm)		12.1 ± 1.2	11.1 ± 0.0
día del ciclo		21.3 ± 3.2	14.0 ± 0.0
Detección (días)		7.6 ± 3.0	7.0 ± 0.0
3er FOLÍCULO DOMINANTE:			
Primera observación			17.0 ± 0.0
Máximo crecimiento			
diámetro (mm)			11.4 ± 0.0
día del ciclo			21.0 ± 0.0
Detección (días)			3.0 ± 0.0

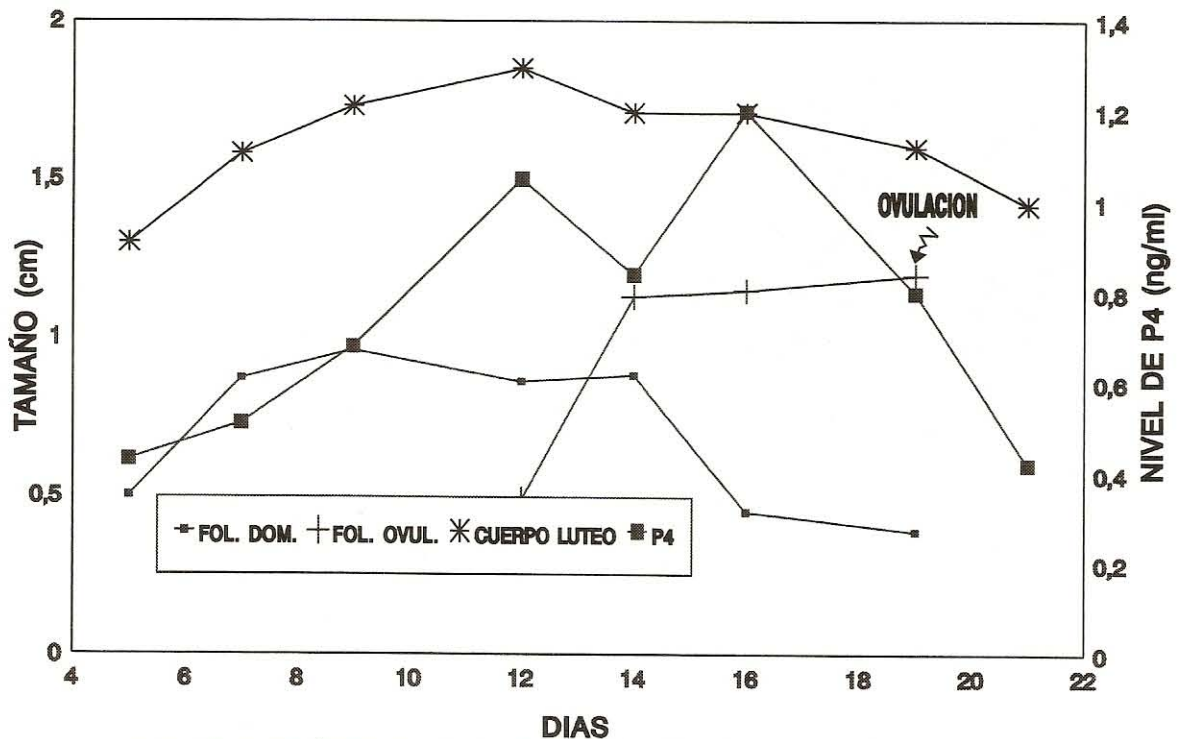


FIGURA 2. DINÁMICA FOLICULAR, TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO Y NIVEL DE PROGESTERONA EN EL 1^{ER}. CICLO POSTPARTO (VACA 0107).

TABLA III
NIVELES DE PROGESTERONA (P4) EN EL PRIMER
CICLO ESTRUAL POSTPARTO DE VACAS MESTIZAS

Progesterona (P4)	X ± D.S.
P4 > 0.5 ng/ml (día)	7.0 ± 0.0
Concentración máxima de P4 (ng/ml)	1.1 ± 0.1
Concentración máxima de P4 (día)	15.0 ± 1.4
Inicio de disminución de P4 (día)	16.5 ± 1.4
Promedio de P4 en el diestro (ng/ml)	0.90 ± 0.1

TABLA IV
TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO DURANTE EL PRIMER
CICLO ESTRUAL EN VACAS MESTIZAS

Características	X ± D.S.
Primera observación	
día del ciclo	3.6 ± 1.3
diámetro (cm)	1.2 ± 0.3
Crecimiento máximo	
día del ciclo	11.6 ± 1.9
diámetro (cm)	1.8 ± 0.3
Última observación	
día del ciclo	17.8 ± 3.0
diámetro (cm)	1.1 ± 0.2
Días de detección	13.6 ± 2.0

do. Se detectaron niveles de P4 superiores a 0.5 ng/ml desde el día 7 al 16.5. La máxima concentración de 1.1 ng/ml se obtuvo el día 15, y el promedio de P4 durante el diestro fue 0.89 ng/ml. En vacas mestizas [19], se han reportados promedios muy superiores; un pico de 8.3 ng/ml el día 13, y una concentración durante el diestro de 4.11 ng/ml, con niveles de P4 desde el día 1 al 19; aunque ese estudio comprende ciclos en diferentes momentos del postparto. El primer ciclo estrual postparto está caracterizado por la frecuente ocurrencia de ciclos cortos con una irregular fase luteal o ciclos de duración normal con bajas concentraciones de P4 [9, 13, 30, 40, 49], atribuible a cuerpos lúteos débiles, de mala calidad. Aunque el mecanismo que determina este comportamiento no está completamente claro, existen evidencias que la atribuyen a una liberación temprana de prostaglandina F₂-α por el útero, en respuesta a la gran concentración de oxitocina característica de este período [52, 53, 54, 55].

La correlación entre la talla del cuerpo lúteo y los niveles de P4 durante el primer ciclo estrual fue 0.48 (P<0.07), muy semejantes a las correlaciones de 0.41 (P<0.01) y 0.47 (P<0.001) en vacas y novillas [3], respectivamente.

La TABLA IV muestra las dimensiones del cuerpo lúteo en diferentes fases del ciclo estrual; el mismo se identificó

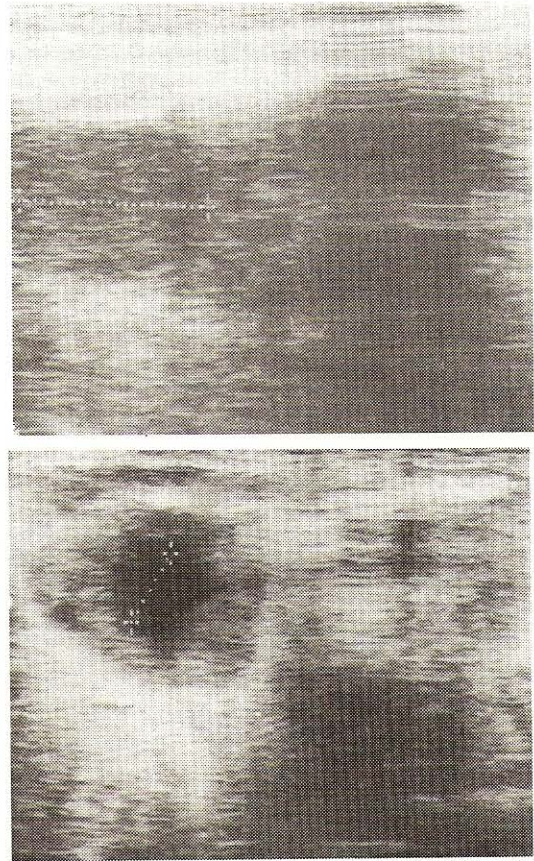


FIGURA 3. IMAGENES ULTRASONOGRÁFICAS QUE MUESTRAN CUERPO LÚTEO COMPACTO (A) Y CUERPO LÚTEO QUÍSTICO (B).

como una estructura esférica u ovalada, hipoeoica, con una ecogenicidad menor al del estroma ovárico y en ocasiones con una cavidad central anecoica (cuerpo lúteo quístico), FIG. 3. Este se observó inicialmente el día 3.6 con una talla de 1.2 cm, alcanzó un diámetro máximo de 1.8 cm el día 11.6 y se detectó hasta el día 17.8 con una talla final de 1.1 cm; observándose durante 13.6 días. Un diámetro máximo similar (1.89 cm) se ha indicado en novillas Brahman [39], mientras que en vacas Nellore, éste se reporta de 1.65 cm [4]

3. Dinámica folicular, morfología del CI y niveles de P4 durante ciclo estrual en novillas

El ciclo estrual (CE) tuvo una duración de 20.4 días; este promedio fue diferente para ciclos de dos y tres ondas de crecimiento folicular: 21.0 y 18.5 días. Se observa un valor promedio del CE menor en ciclos de tres ondas, lo cual es contrario a los datos publicados por otros autores. Se han reportado intervalos interestruales para ciclos de dos y tres ondas foliculares de 20.5 y 21.3 días [41], y 20.0 y 20.7 días [44], sin detectar diferencias significativas entre ambos patrones. Por el contrario, promedios de 20.4 y 22.8 días para ciclos de dos y tres ondas foliculares, mostraron una variación significativa en novillas [15]. En la presente investigación, sólo dos novillas tuvieron tres ondas de crecimiento folicular, en contraste con las

TABLA V

TAMAÑO Y DETECCIÓN DEL FOLÍCULO DOMINANTE DURANTE EL CICLO ESTRUAL DE NOVILLAS MESTIZAS SEGÚN EL NÚMERO DE ONDAS DE CRECIMIENTO FOLICULAR

Folículo	Onda 2	Onda 3
1er FOLÍCULO DOMINANTE:		
Primera observación	3.4 ± 1.9	1.0 ± 0.0
Máximo crecimiento		
diámetro (mm)	9.8 ± 1.1	11.3 ± 0.0
día del ciclo	12.3 ± 2.9	4.0 ± 0.0
Detección (días)	13.8 ± 1.7	11.0 ± 0.0
2do FOLÍCULO DOMINANTE:		
Primera observación	14.8 ± 3.8	8.0 ± 0.0
Máximo crecimiento		
diámetro (mm)	11.8 ± 2.5	10.4 ± 0.0
día del ciclo	20.7 ± 1.9	11.0 ± 0.0
Detección (días)	5.8 ± 2.3	10.0 ± 0.0
3er FOLÍCULO DOMINANTE:		
Primera observación		12.5 ± 0.0
Máximo crecimiento		
diámetro (mm)		9.1 ± 0.0
día del ciclo		18.0 ± 0.0
Detección (días)		5.5 ± 0.0

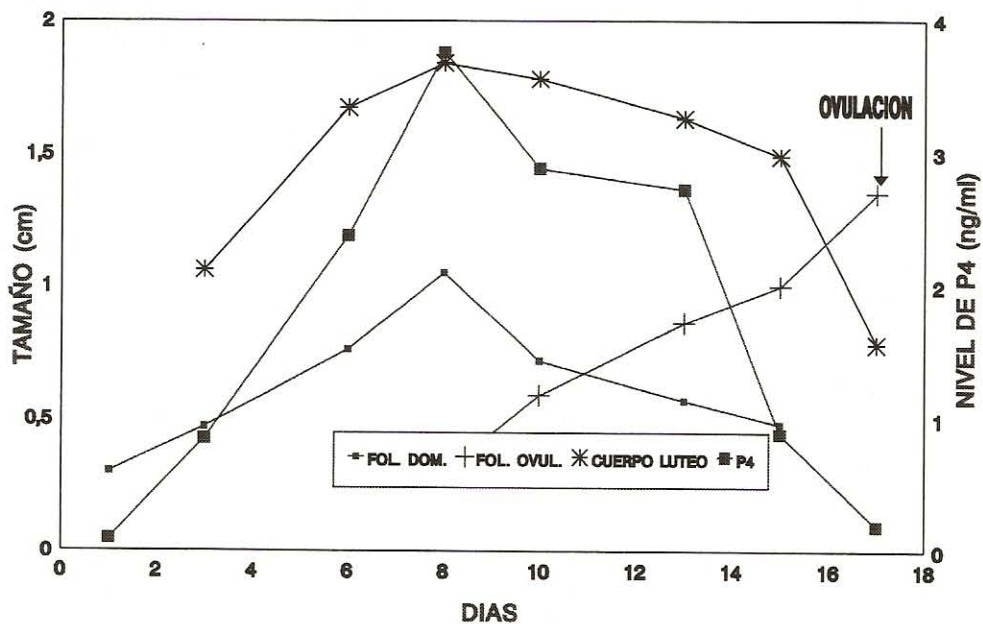


FIGURA 4. DINÁMICA FOLICULAR, TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO Y NIVEL DE PROGESTERONA EN EL CICLO ESTRUAL (NOVILLA 2126).

7 restantes que experimentaron dos ondas, pudiendo ser ésta probablemente, la causa de la discrepancia en la duración del ciclo.

El 78% de las novillas experimentaron un patrón de dos ondas foliculares, mientras que el 22% restante presentaron tres ondas. Estos resultados coinciden con los obtenidos en investigaciones que reportan un patrón predominante de dos ondas foliculares en 83% [14, 15] y 90% [26] de los ciclos estruales estudiados, en novillas. No obstante, otros autores señalan

un patrón predominante de tres ondas de crecimiento folicular [39, 41, 44].

En ciclos de dos ondas, TABLA V, el primer FD fue detectado el día 3.4, alcanzó un diámetro máximo de 9.8 mm el día 12.3 y se observó durante 13.8 días. El FO se detectó a los 14.8 días, alcanzó un diámetro máximo de 11.8 mm el día 20.7 y se observó durante 5.8 días, FIG. 4. En la TABLA V se muestran los valores promedio para los folículos dominantes y ovulatorio de las novillas que experimentaron tres ondas de

TABLA VI
NIVELES DE PROGESTERONA (P4) DURANTE EL CICLO
ESTRUAL DE NOVILLAS MESTIZAS

Progesterona (P4)	X ± D.S.
P4 0.5 ng/ml (día)	5.3 ± 2.0
Concentración máxima de P4 (ng/ml)	5.1 ± 1.3
Concentración máxima de P4 (día)	13.8 ± 3.1
Inicio de disminución de P4 (día)	17.0 ± 1.5
Promedio de P4 en el diestro (ng/ml)	2.7 ± 0.4

TABLA VII
TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO DURANTE EL CICLO
ESTRUAL DE NOVILLAS MESTIZAS

Características	X ± D.S.
Primera observación	
día del ciclo	4.0 ± 1.9
diámetro (cm)	1.1 ± 0.2
Crecimiento máximo	
día del ciclo	10.5 ± 2.4
diámetro (cm)	1.9 ± 0.3
Última observación	
día del ciclo	17.7 ± 1.7
diámetro (cm)	1.2 ± 0.2
Días de detección	14.0 ± 2.2

crecimiento folicular. Los resultados básicamente son similares a los detectados con un patrón predominante de dos [14, 15, 26] y tres ondas [41, 44], con algunas diferencias atribuibles al gran número de factores que afectan y/o están involucrados en tan complejo mecanismo fisiológico. En la presente investigación, el diámetro máximo promedio de los folículos dominantes y ovulatorios en ambos patrones de crecimiento folicular fue consistentemente menor a los reportados en razas taurinas, tal como se señaló anteriormente para vacas postparto, pero similares a las reportadas en novillas Brahman [39] y vacas Nellore [4]. Estos hallazgos sugieren la existencia de diferencias raciales que pudieran determinar, en el ganado mestizo, un comportamiento más vinculado al observado en estas razas cebuínas o con un gran componente genético del cebú.

Durante el ciclo estrual, TABLA VI, los niveles de P4 alcanzaron una concentración máxima de 5.1 ng/ml el día 13.8, detectándose niveles superiores a 1 ng/ml hasta el día 17. La concentración promedio durante el diestro fue 2.7 ng/ml. Estos resultados son similares a los reportados en novillas mestizas [19]; el pico de P4 (4.69 ng/ml) se registró el día 12 del ciclo, y se detectaron niveles superiores a 1 ng/ml hasta el día 18, con un promedio de P4 durante el diestro de 3.06 ng/ml. El coeficiente de correlación entre el diámetro del cuerpo lúteo y los

niveles de P4 fué 0.28 ($P < 0.04$), valor inferior al reportado en novillas [3] con una correlación de 0.47 ($P < 0.001$).

El cuerpo lúteo se observó por primera vez el día 4 con un diámetro promedio de 1.1 cm, (TABLA VII, alcanzando un diámetro máximo de 1.9 cm el día 10.5; fue detectado hasta el día 17.7 con una talla final de 1.2 cm, y se observó durante 14 días. En novillas Brahman [39] la talla máxima del cuerpo lúteo fue similar a la obtenida en esta investigación (1.89 cm), mientras que en vacas Nellore [4] fue ligeramente menor (1.65 cm).

CONCLUSIONES

Se confirmó una actividad folicular temprana en el período postparto, indispensable para que en un adecuado ambiente fisiológico-hormonal se reinicie la ciclicidad ovárica.

De acuerdo a la metodología empleada, se detectó un patrón predominante de 2 ondas foliculares en el 67 % de las vacas y 78% de las novillas.

El diámetro máximo de los folículos dominantes y ovulatorios del período postparto y ciclo estrual de vacas y novillas, fueron consistentemente más pequeños que los reportados para razas taurinas, pero similares a los observados en cebuínas.

Los resultados anteriores plantean posibles diferencias raciales indicando en éste tipo de bovinos mestizos, un crecimiento folicular más semejante a los cebuínos.

El diámetro del cuerpo lúteo tuvo un promedio máximo similar en vacas y novillas, siendo éste semejante al reportado en novillas Brahman.

Se detectaron niveles bajos y temporales de progesterona durante el primer ciclo estrual postparto, que pudieran ser atribuidos a cuerpos lúteos débiles con escasa actividad secretora.

La ultrasonografía demostró ser una valiosa herramienta de investigación para estudiar los eventos ováricos en sus diferentes aspectos, durante el período postparto y ciclo estrual.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia, Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA), Viena, y a la Hacienda La Esperanza de la Facultad de Agronomía-LUZ, por el apoyo y patrocinio de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ADAMS, G.P.; MATTERI, R.L.; KASTELIC, J.P.; KO, J.C.; GINTHER O.J. Association between surges of follicle-stimulating hormone and the emergence of the

- follicular waves in heifers. **J. Reprod. Fert.** 94:177. 1992.
- [2] ADAMS, G.P.; KOT, K.; SMITH, C.A.; GINTHER, O.J. Selection of a dominant follicle and suppression of follicular growth in heifers. **Anim. Reprod. Sci.** 30:259. 1993.
- [3] ASSEY, R.J.; PURWANTARA, B.; GREVE, T.; HYTTEL, P.; SCHMIDT, M.H. Corpus luteum size and plasma progesterone levels in cattle after cloprostenol-induced luteolysis. **Theriogenology** 39:1321. 1993.
- [4] BARROS, C.M.; FIGUEREIDO, R.A.; PAPA, F.O.; ROCHA, G. Follicular growth in Nellore cows (*Bos Indicus*) after PGF 2α administration. **J. Anim. Sci.** (Suppl 1) 71:216. 1993.
- [5] CAMPBELL, B.K.; SCARAMUZI, R.J. Effect of acute immunoneutralization of inhibin in ewes during the late luteal phase of the oestrous cycle on ovarian hormone secretion and follicular development during the subsequent follicular phase. **J. Reprod. Fert.** 104:337. 1995.
- [6] CURRAN, S.; PIERSON, R.A.; GINTHER, O.J. Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 10 through 20. **J. Am. Vet. Med. As.** 189:1289. 1986.
- [7] CURRAN, S.; KASTELIC, J.P.; GINTHER, O.J. Determining sex of the bovine fetus by ultrasonic assessment of the relative location of the genital tubercle. **Anim. Reprod. Sci.** 19:217. 1989.
- [8] DIMMINICK, M.A.; GIMENEZ, T.; SPIZER, J.C.. Ovarian endocrine activity and development of ovarian follicle during the postpartum interval in beef cows. **Anim. Reprod. Fert.** 24:173. 1991.
- [9] EDGERTON, L.A.; HAFS, H.D. Serum luteinizing hormone, prolactin, glucocorticoid and progesterin in dairy cows from calving to gestation. **J. Dairy Sci.** 56:451. 1973.
- [10] EDMONSON, A.J.; FISSORE, R.A.; PASHEN, R.L.; BONDURANT, R.H. The use of ultrasonography for the study of the bovine reproductive tract. I. Normal and pathological ovarian structures. **Anim. Reprod. Sci.** 12:157. 1986.
- [11] FINDLAY, J.K. An update on the roles of inhibin, activin and follistatin as local regulators of folliculogenesis. **Biol. Reprod.** 48:15. 1993.
- [12] FORTUNE, J.E. Follicular dynamics during the bovine estrous cycle: A limiting factor in improvement of fertility? **Anim. Reprod. Sci.** 33:111. 1993.
- [13] GARVERICK, H.A.; ZOLLERS, W.G.; SMITH, M.F. Mechanisms associated with corpus luteum lifespan in animals having normal or subnormal luteal function. **Anim. Reprod. Sci.** 28:111. 1992.
- [14] GINTHER, O.J.; KASTLI, J.P.; KNOPF, L. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. **Anim. Reprod. Sci.** 20:187. 1989.
- [15] GINTHER, O.J.; KNOPF, L.; KESTELIC, J.P. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. **J. Reprod. Fert.** 87:223. 1989.
- [16] GINTHER, O.J.; BERGFELT, D.R. Growth of small follicles and concentrations of FSH during the equine oestrous cycle. **J. Reprod. Fert.** 99:105. 1993.
- [17] GINTHER, O.J.; KOT, K. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. **Theriogenology** 42:987. 1994.
- [18] GLENCROSS, R.G.; BLEACH, E.C.L.; WOOD, S.C.; KNIGHT, P.G. Active immunization of heifers against inhibin: effects on plasma concentration of gonadotrophins, steroids and ovarian follicular dynamics during prostaglandins-synchronized cycle. **J. Reprod. Fert.** 100:599. 1994.
- [19] GOICOCHEA, J. Niveles de progesterona durante el ciclo estrual en vacas y novillas mestizas. Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias (Trabajo de Ascenso). Maracaibo, Venezuela. 98 pp. 1992.
- [20] GONZÁLEZ, C.; SOTO, E.; GOICOCHEA, J.; GONZÁLEZ, R.; SOTO, G. **Identificación de los factores causales y control del anestro, principal problema reproductivo en la ganadería mestiza de doble propósito.** Premio Agropecuario Banco Consolidado. Caracas, Venezuela. 90 pp. 1988.
- [21] GONZÁLEZ, C.; SOTO, E.; GONZÁLEZ, R.; SOTO, G. Reproducción en vacas mestizas de doble propósito. En: **XI Jornadas Agronómicas.** Seminario: Avances en la ganadería de Doble Propósito. Maracaibo: 30 pp. Septiembre 1984.
- [22] GRIFFIN, P.G.; GINTHER, O.J. Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. **J. Anim. Sci.** 70:953. 1992.
- [23] IRELAND, J.J. 1987. Control of follicular growth and development. **J. Reprod. Fert.** (Suppl.) 34:39. 1987.
- [24] IRELAND, J.J.; ROCHE, J.F. Hypothesis regarding development of dominant follicle during a bovine estrous cycle. In: Roche J.F., O'Callaghan D. (Eds). **Follicular Growth and Ovulations Rates in Farm Animals.** Martinus Nijhoff Publishers, Boston M.A.: 1-18. 1987.
- [25] KASTELIC, J.P.; PIERSON, R.A.; GINTHER, O.J. Ultrasonic morphology of corpora lutea and central luteal cavities during the estrous cycle and early pregnancy in heifers. **Theriogenology.** 34:487. 1990.

- [26] KNOPF, L.; KASTELIC, J.P.; SCHALLENBERGER, E.; GINTHER, O.J. Ovarian follicular dynamics in heifers: test of two-waves hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. **Domestic Anim. Endocrinology** 16:111. 1989.
- [27] MARTIN, T.L.; FOGWELL, R.L.; IRELAND, J.J. Concentrations of inhibin and steroids in follicular fluid during development of dominant follicle in heifers. **Biol. Reprod.** 44:693. 1991.
- [28] MURPHY, M.G.; BOLAND, M.P.; ROCHE, J.F. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. **J. Reprod. Fert.** 90:523. 1990.
- [29] NETT, T.M. Function of the hypothalamic-hypophysial axis during the post-partum period in ewes and cows. **J. Reprod. Fert.** (Suppl.) 34:201. 1987.
- [30] ODDE, K.G.; WARD, H.S.; KIRACOFÉ, G.H.; MCKEE, R.M.; KITTOCK, R.J. Short estrous cycles and associated serum progesterone levels in beef cows. **Theriogenology** 14:105. 1980.
- [31] OKANO, A.; TOMIZUKA, T. Ultrasonic observation of postpartum uterine involution in the cow. **Theriogenology** 27:369. 1987.
- [32] PIERSON, R.A.; GINTHER, O.J. Ultrasonography of the bovine ovary. **Theriogenology** 21:497. 1984.
- [33] PIERSON, R.A.; GINTHER, O.J. Ultraonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. **Therigenology** 29:21. 1988.
- [34] PIERSON, R.A.; KASTELIC, J.P.; GINTHER, O.J. Basic principles and techniques for transrectal ultrasonography in cattle and horses. **Theriogenology** 29:3. 1988.
- [35] PLAIZIER, J.C.B. Validation of the FAO/IAEA RIA kit for measurement of the progesterone in skim milk and blood plasma. In: **Improving the Productivity of Indigenous African Livestock**. IAEA-TECDOC-708. Appendix 1:151. 1993.
- [36] QUIRK, S.M.; HICKEY, G.J.; FORTUNE, J.E. Growth and regression of ovarian follicles during the follicular phase of the oestrous cycle in heifers undergoing spontaneous and PGF-2 α -induced luteolysis. **J. Reprod. Fert.** 77:211. 1986.
- [37] RAMÍREZ-GODINEZ, J.A.; KIRACOFÉ, G.H.; SCHALLES, R.R.; NISWENDER, G.D. Endocrine patterns in the postpartum beef cow associated with weaning: A comparison of the short and subsequent normal cycles. **J. Reprod Fert. J. Anim. Sci.** 55:153. 1982.
- [38] RAMÍREZ I., L. Factores que afectan el reinicio de la actividad ovárica postparto en vacas mestizas primíparas en el trópico. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía (Tesis de Maestría). Maracaibo, Venezuela, 126 pp. 1988.
- [39] RHODES, F.M.; DE'ATH, G.; ENTWISTLE, K.W. Animal and temporal effects on ovarian follicular dynamics in Brahman heifers. **Anim. Reprod. Sci.** 38:265. 1995.
- [40] ROBERTSON, H.A. Sequential changes in plasma progesterone in cows during the estrous cycle, pregnancy, at parturition and postpartum. **Can J. Anim. Sci.** 83:663. 1972.
- [41] SAVIO, J.D.; KEENAN, L.; BOLAND, M.P.; ROCHE, J.F. Pattern of growth of dominant follicle during the oestrous cycle of heifers. **J. Anim. Sci.** 52:645. 1988.
- [42] SAVIO, J.D.; BOLAND, M.P.; HYNE, N.; ROCHE, J.F. Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. **J. Reprod. Fert.** 88:569. 1990.
- [43] SAVIO, J.D.; BOLAND, M.P.; ROCHE, J.F. Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in post-partum dairy cows. **J. Reprod. Fert.** 88:581. 1990.
- [44] SIROIS, J.; FORTUNE, J.E. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. **Biol. Reprod.** 39:308. 1988.
- [45] SOTO, E.; R. GONZÁLEZ. Factores que afectan el primer celo postparto en bovinos mestizos de un medio tropical. **IX Int. Cong. Anim. Reprod.** A.I. Madrid, España. 167 pp. 1980.
- [46] SPICER, L.J.; LEUNG, K.; CONVEY, E.M.; GUNTHER, J.; SHORT, R.E. TUCKER, H.A. Anovulation in postpartum suckler beef cows. I. Associations among size and numbers of ovarian follicles, uterine involution, and hormones in serum and follicular fluid. **J. Anim. Sci.** 62:734. 1986.
- [47] STAGG, K.; DISKIN, M.G.; SCREENAN, J.M.; ROCHE, J.F. Follicular development in long-term anoestrous suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. **Anim Reprod. Sci.** 38:49. 1995.
- [48] TANEJA, M.; TOTEY, S.M.; ALI, A. Seasonal variation in follicular dynamics of superovulated indian water buffalo. **Theriogenology** 43:451. 1995.
- [49] TAYLOR, C.; RAJAMAHENDRAN, R. Characterization of ovarian activity in postpartum dairy cows using ultrasound imaging and progesterone profiles. **Anim. Reprod. Sci.** 22:171. 1990.
- [50] TURZILLO, A.M.; FORTUNE, J.E. Suppression of the secondary FSH surge with bovine follicular fluid is asociated with delayed ovarian follicular development in heifers. **J. Reprod. Fert.** 89:643. 1990.
- [51] TURZILLO, A.M.; FORTUNE, J.E. Effects of suppressing plasma FSH on ovarian follicular dominance in cattle. **J. Reprod. Fert.** 98:113. 1993.

- [52] VELES, J.S.; RANDEL, R.D. Relationships between plasma progesterone and 13-14 dihydro-15-keto-prostaglandin F_{2α} and resumption of ovarian activity during the postpartum period in Brahman cows. **Theriogenology** 39:1389. 1993.
- [53] ZOLLERS, W.G.; GARVERICK, H.A.; SMITH, M.F. Oxytocin-induced release of prostaglandin F_{2α} in postpartum beef cows: Comparison of short versus normal luteal phases. **Biol. Reprod.** 41:262. 1989.
- [54] ZOLLERS, W.G.; GARVERICK, H.A.; YOUNGQUIST, R.S.; OTTORBRE, J.S.; SILCOX, R.W.; COPELIN, J.P.; SMITH, M.F. In vitro secretion of prostaglandins from endometrium of postpartum beef cows expected to have short or normal luteal phases. **Biol. Reprod.** 44:522. 1991.
- [55] ZOLLERS, W.G.; GARVERICK, H.A.; SMITH, M.F.; MOFFATT, R.J.; SALFEN, B.E.; YOUNGQUIST, R.S. Concentrations of progesterone and oxytocin receptors in endometrium of postpartum cows expected to have a short or normal oestrous cycle. **J. Reprod. Fert.** 97:329. 1993.