

EVALUACIÓN ULTRASONOGRÁFICA POSTPARTO DE VACAS PRIMÍPARAS *Bos taurus* x *Bos indicus* (F₁) EN EL TRÓPICO

Ultrasonographic Evaluation During Postpartum of Primiparous *Bos taurus* x *Bos indicus* (F₁) Cows at Tropic Conditions

Karin Drescher^{1*}, Noris Roa², D'Endel D'Enjoy² y José Félix-Avellaneda³

¹Laboratorio de Estudios en Fisiología de los Animales Domésticos en el Trópico (LEFADOT). Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. ²Fisiología de la Reproducción Animal. INIA-CENIAP. Maracay. Venezuela. ³INVEGA CA. Barrera, Venezuela. karingdrescher@gmail.com

RESUMEN

Se evaluó la involución uterina (IU) y el reinicio de la actividad ovárica (RAO) según los días (d) postparto (DPP) en un grupo de hembras al primer parto F1 (Holstein x Brahman) (n=20) mediante ultrasonografía. Las vacas permanecieron en pastoreo de *Brachiaria brizantha*, con minerales a voluntad, ordeño manual dos veces por d con cría al pie. Se aplicó ultrasonografía vía transrectal (Sonoace Pico, sonda lineal de 5Mz), cada 14 d a partir del 21 ± 4 hasta el 93 ± 3 DPP para cuantificar (mm): diámetro del cuello uterino (DCU) y diámetro del cuerno uterino en involución por gestación previa (DCG); con ello se definieron los valores para la IU. También se cuantificaron el número de folículos según su clase: folículos clase (FC) 1 ≤ 5mm, FC2 6-9 mm y FC3 ≥ 10 mm para determinar el RAO. El DCU disminuyó en función DPP, a una tasa de -0,24 ± 0,03 mm/d (R²_{ajus}=0,41) según la ecuación de regresión lineal DCU = 40,37 - 0,24DPP (P<0,01); la ecuación para el DCG fue 19,7 - 0,74DPP (R²_{ajus}=0,07) (P<0,01). A partir del 60 ± 4 DPP se encontró un incremento significativo (P<0,01) en la cantidad de folículos de la clase 3 (0,76 ± 0,12 a 60 DPP vs. 0,08 ± 0,03 a 47 DPP) lo cual indicó la presencia de un folículo dominante. La no observación de al menos un cuerpo lúteo hasta los 93 DPP podría indicar la inhibición para la liberación de la hormona luteinizante, probablemente debido a la presencia de la cría en el ordeño. La evaluación ultrasonográfica cada 14 d en vacas F1 de primer parto, en pastoreo y en condiciones tropicales, permitió hacer el seguimiento de los cambios uterinos durante el postparto temprano y determinar que la IU se completó entre el 34 y 47 DPP.

Palabras clave: Involución uterina, reinicio actividad ovárica, *Bos taurus* x *Bos indicus*.

ABSTRACT

Uterine involution (IU) and ovarian resumption (RAO) during postpartum period were evaluated by ultrasound technique in twenty F1 (Holstein x Brahman) lactating primiparous cows. Cows grazed *Brachiaria brizantha*. Complete mineral mix was offered *ad libitum* all time. Manual milking were applied twice a day (d) with calf presence and restricted suckling post both milking. Transrectal ultrasonography was applied (Sonoace Pico, lineal sound 5Mz) at 21 ± 4 post-partum d (DPP) until 93 ± 3 DPP with 14 d interval. Uterine cervix diameter (DCU) (mm) diameter of the horn uterine at involution for previous gestation (DCG) (mm) were measured to describe IU; number of different classes of follicles: follicles class 1 (FC1) (≤ 5mm), FC2 (6-9 mm); FC3 (≥ 10 mm) were used to evaluate RAO. DCU decreased at -0.24 mm/d ± 0.03 mm/d (R²_{ajust}=0.41); DCU = 40.34 - 0.24 DPP (P<0.01) was the expression of lineal equation regression; for DCG lineal equation regression was 19.7 - 0.74DPP (R²_{ajus}=0.07) (P<0.01). A statistical (P<0.01) increase of FC3 (0.08 ± 0.03 at 47 DPP vs. 0.76 ± 0.12 at 60 DPP) started at 60 ± 4 DPP. Almost, a dominant follicle appears, nevertheless calf presence two times daily. Non corpora lutea were observed until 93 DPP. It could be appear due to luteinizing hormone liberation problems. Concluding, ultrasound evaluation each 14 d lets record uterine changes during early postpartum in F1 primiparous cows. IU was complete between 34 and 47 DPP in primiparous cows at grazing and tropic conditions.

Key words: Uterine involution, ovarian resumption, *Bos taurus* x *Bos indicus*.

INTRODUCCIÓN

La involución uterina (IU) en la vaca *Bos taurus* x *Bos indicus* debe ocurrir entre los 22 y 40 días postparto (DPP) se-

gún diversos autores [30, 32, 43, 46]. Para el caso del reinicio de la actividad cíclica de los ovarios (RAO) se indica como período óptimo entre los 30 y 60 DPP en vacunos *Bos taurus* x *Bos indicus* [6, 27, 40]. El retraso en la completa IU (más de 50 DPP) es el reflejo de problemas durante el parto y el puerperio, así como un bajo status nutricional [1, 46, 51]. Los índices reproductivos que se presentan en las primíparas [66] son diferentes a los de vacas adultas debido a sus diferencias fisiológicas [24, 46, 56, 66]. Sin embargo, esto no debe confundirse con el inadecuado control de los factores que afectan tales índices (edad, peso, condición corporal, entre otras) [2, 62]. Estos parámetros reproductivos de la hembra vacuna son claves determinantes para la optimización de los índices económicos y productivos en los sistemas tropicales orientados a la producción de leche y carne con vacas de genotipos mestizos y/o cruzados, en los cuales la vaca de primera lactancia constituye el animal de reemplazo en un programa de selección y mejoramiento genético [64].

La ultrasonografía constituye una herramienta tecnológica que permite apreciar con alta precisión las estructuras anatómicas del tracto genital femenino [41, 42]. Durante el postparto, los cambios en las dimensiones, forma y contenido de secreciones de estas estructuras anatómicas son indicativas de la IU, al igual que en la cantidad y características de las estructuras ováricas significantes para evaluar RAO (folículos y cuerpos lúteos funcionales) [41, 42]. Pocos estudios para monitorear la IU mediante la aplicación de ultrasonografía han sido realizados en vacas primíparas cruzadas bajo condiciones tropicales [43, 45, 46]. El estudio del RAO, en el caso de la ultrasonografía, se ha dirigido a hembras adultas de razas cebuínas para producción de carne [12, 50, 52] y hembras mestizas con diferente grado de herencia europea [14, 17, 51]. En tal contexto, se estableció como objetivo de investigación la evaluación de la IU y el RAO de un grupo hembras F_1 (Holstein x Brahman) de primer parto mediante la ecografía de ultrasonido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en una unidad de producción comercial ubicada en la población de Barrera, municipio Libertador en el centro oriente del estado Carabobo, Venezuela, a $10^{\circ}07'N$, $68^{\circ}12'O$ y a 358 msnm. La temperatura media osciló entre los 24,8 y 32,8°C, y se registró una precipitación media anual de 1190 mm, que se concentró en un 80% entre los meses de mayo a noviembre [57].

Veintidós novillas F_1 (Holstein x Brahman), contemporáneas en edad y peso (18 meses y 320 kg para inseminación) fueron manejadas a pastoreo diurno y nocturno. Una vez paridas, las vacas pastorearon en potreros de *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, los cuales fueron manejados mediante dos días (d) consecutivos de pastoreo y 28 d de descanso. Se ofreció suplemento mineral comercial, a voluntad, durante el postparto. Se seleccionaron solo aquellas vacas que concentraron sus

partos entre los meses de julio y agosto de 2011. Las evaluaciones se iniciaron en el mes de agosto y culminaron en octubre del mismo año. Se aplicó doble ordeño manual con apoyo de la cría durante cada ordeño (4:00 y 17:00 horas) y amantamiento restringido (± 30 min) posterior a cada ordeño en el mismo corral colectivo donde se realizó la labor.

Cada 14 d, a partir de los 21 ± 4 DPP [3, 5] y hasta los 93 ± 3 DPP, se realizó palpación y ultrasonografía, ambas de manera transrectal. La falta de reportes bibliográficos previos en este cruce animal y la prevención a infecciones en las dos primeras semanas fueron premisas consideradas para el inicio e intervalos de muestreo [33, 57].

Para evaluar ecográficamente las estructuras uterinas y ováricas, se utilizó un equipo Sonoace Pico® provisto de una sonda lineal de 5 MHz. Se asumió como diámetro (mm) una línea recta entre el límite de la capa serosa y el miometrio de cada lado del cérvix y de cada uno de los cuernos uterinos. La medición en los cuernos uterinos se realizó justo en la bifurcación del útero. Las variables cuantificadas fueron: diámetro (mm) del cuello uterino en la porción caudal (hacia la vagina) (DCU1), del porción media (DCU2) y de la porción proximal (hacia el cuerpo del útero) (DCU3); las tres medidas del cérvix fueron promediadas (DCU) (mm). El diámetro (mm) de cada cuerno uterino, derecho (DCD) e izquierdo (DCI) se midió en su porción caudal [41, 51]. Para cada cuerno y en cada evaluación se realizaron dos mediciones entre el límite serosa - miometrio de forma perpendicular, con ellas se obtuvo un valor promedio para los análisis. De acuerdo a los criterios metodológicos señalados [65], se prestó especial atención a los cambios sobre el cuerno grávido (DCG) contra aquellos cambios del cuerno no gestante (DCNG). La IU se consideró culminada cuando las medidas, para cada cuerno, se hicieron estables [30] según los DPP evaluados.

Paralelamente y durante los periodos indicados, se cuantificó el número de folículos (FC) de la forma siguiente: $FC1 \leq 5$ mm, $FC2$ 6-9 mm y $FC3 \geq 10$ mm [10]. Además, se determinó la presencia y dimensiones de cuerpos lúteos (CL) en cada ovario. Con estas últimas mediciones se determinó el RAO según los DPP.

Como variable indicadora de la movilización de reservas energéticas corporales (grasa y músculo) se cuantificó la condición corporal (CC) (National Institute for Research in Dairy - NIRD-; escala 1-5) [20] al parto y cada d de evaluación ecográfica. El interés viene dado por los reportes bibliográficos [6, 39, 60] de su relación con la IU y RAO.

Análisis estadístico

Se aplicó análisis de correlación de Pearson entre todas las variables evaluadas (Statistix 8.0®). Se realizó análisis de regresión lineal para el DCU, DCG, DCNG en función de cada uno de los tiempos de muestreo, hallando las ecuaciones, el R^2_{ajust} de la regresión y su significancia. Para las estructuras

ováricas se realizó análisis estadístico a través de la Prueba de ji-cuadrado debido a la naturaleza no paramétrica de los datos (Statistix 8.0 ®). Se reportan los valores promedios para cada variable en cada tiempo y su respectivo error estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Involución uterina

Durante el proceso de la IU postparto, la elasticidad y contracción natural del músculo liso, miometrio, juega un rol importante en la expulsión del contenido uterino y en la reducción y restauración de su tamaño [4]; así, las descargas de loquios suelen cesar entre la segunda y la tercera semana postparto [58]. Para considerar que ha ocurrido la completa IU se asume el hecho que ambos cuernos uterinos han retornado el tamaño original previo a la gravidez, o al menos a una medida estática, con el tono y consistencia característicos y que además dichos cuernos se encuentren localizados en la cavidad pelviana [29, 30, 32]. Durante una primera fase de la IU, que dura de dos a tres semanas postparto, la tasa de disminución del tamaño uterino es muy rápida [7, 66], mientras que a partir de la tercera o cuarta semana, este proceso se desacelera hasta que se alcanza una medida constante [30, 66].

En la TABLA I se observan los resultados de los valores promedio y su desviación estándar para las variables relacionadas con la IU de las vacas primíparas evaluadas en el presente estudio.

La literatura [30, 32, 33, 43, 46] muestra que, los días postparto para alcanzar la completa IU son altamente variables. Existen referencias de IU desde los 22 y hasta los 40 DPP. Sin embargo, distintos autores coinciden en que la IU debe haberse completado al 45 DPP si los diversos factores que la afectan han estado controlados [1, 46, 51, 58, 62]. En el presente estudio, se observó este comportamiento descrito en

la literatura, tanto para el diámetro del cérvix (DCU) como para las medidas del diámetro de ambos cuernos uterinos (derecho -DCD- e izquierdo -DCI-) según transcurrieron los DPP (P<0,01) (TABLA I). Se asume que la completa IU estuvo alrededor del 47 DPP debido a la mínima medida observada y su estabilización [30, 32, 41, 66] (FIG. 1). Este ligero retraso en la IU ha sido reportado en vacas de primer parto en comparación con vacas pluríparas, y no se considera indicativo de problemas reproductivos [48].

Múltiples factores han sido determinados como influyentes sobre la evolución de la IU, entre ellos, la CC al parto (CCP), desordenes metabólicos, alimentación (macro y micronutrientes), época de parto, infecciones uterinas y lesiones podales [1, 46, 51, 58, 62]. Debido a que la alimentación y época del parto fueron iguales para todo el grupo evaluado se presume que, de haber causado un efecto, éste fue el mismo para todas las vacas del estudio. En relación a la CCP, el va-

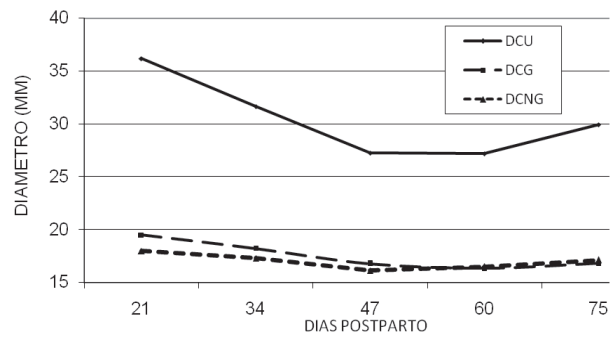


FIGURA 1. CAMBIOS UTERINOS A NIVEL DEL CÉRVIX (DCU), CUERNO GESTANTE (DCG) Y NO GESTANTE (DCNG) EN VACAS PRIMÍPARAS F1 (HOLSTEIN X BRAHMAN) DURANTE EL PERIODO POSTPARTO.

TABLA I
VALORES PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LAS VARIABLE RELACIONADAS CON LOS CAMBIOS UTERINOS Y EL REINICIO DE ACTIVIDAD OVÁRICA EN VACAS PRIMÍPARAS F1 (HOLSTEIN X BRAHMAN)

		Días postparto (días)					
		21 ± 4	34 ± 4	47 ± 4	60 ± 4	75 ± 4	93 ± 3
Diámetro promedio del cérvix (DCU) (mm)		35,31 ± 5,72	31,04 ± 5,19	27,49 ± 3,82	27,79 ± 4,31	29,80 ± 3,78	No aplica
Diámetro promedio del cuerno no gestante (DCNG) (mm)		17,98 ± 2,45	17,29 ± 3,59	16,13 ± 2,98	16,51 ± 3,77	17,11 ± 3,08	
Diámetro promedio del Cuerno Gestante (DCG) (mm)		19,47 ± 3,59	18,23 ± 4,17	16,77 ± 3,02	16,33 ± 2,53	16,79 ± 3,23	
Ovario izquierdo	Largo (mm)	22,05 ± 3,35	24,01 ± 4,9	24,74 ± 4,02	26,54 ± 4,26	24,70 ± 4,04	25,07 ± 3,28
	Ancho (mm)	13,23 ± 3,38	14,21 ± 2,69	14,46 ± 2,45	15,06 ± 1,75	15,76 ± 2,72	14,71 ± 3,64
Ovario derecho	Largo (mm)	24,66 ± 7,69	24,93 ± 4,34	27,60 ± 6,68	30,00 ± 6,3	30,09 ± 5,54	31,53 ± 6,58
	Ancho (mm)	13,90 ± 7,69	14,59 ± 4,34	15,59 ± 6,68	16,35 ± 6,3	17,40 ± 5,54	18,26 ± 3,51
Condición Corporal (NIRD 1-5)		2,63 ± 0,32	2,61 ± 0,28	2,60 ± 0,21	2,52 ± 0,28	2,60 ± 0,28	2,60 ± 0,14

TABLA II
CORRELACIONES MÁS IMPORTANTES ENTRE
DIMENSIONES UTERINAS, ESTRUCTURAS OVÁRICAS,
CONDICIÓN CORPORAL Y DÍAS POSTPARTO.

Variables	Correlación (C)	Valor de Probabilidad (P-value)
DCU – CC	0,05	0,6490
DCU – DPP	-0,42	0,0002
FC1i – FC1t	0,76	<0,0001
FC3d – FC3t	0,88	<0,0001
FTd – FC2t	0,51	<0,0001
FC3t – CC	0,25	0,0183
FC3t – DPP	0,58	<0,0001

DCU = diámetro promedio del cuello uterino; FC1 = Cantidad de folículos clase 1 (≤ 5 mm); FC2 = Cantidad de folículos clase 2 (6-9 mm); FC3 = Cantidad de folículos clase 3 (≥ 10 mm). i = ovario izquierdo; d = ovario derecho; t = total sumatoria de folículos en ambos ovarios; T = total de folículos; CC = Condición Corporal; DPP = días postparto.

lor promedio del grupo fue de $2,85 \pm 0,16$ (escala NIRD 1-5), con lo cual no se presumen efectos detrimentales sobre la IU postparto [10, 39, 51] o el apareamiento de infecciones debidas a la depresión del sistema inmunológico de la vaca recién parida [34]. Asimismo, la evolución de dicha CC durante el postparto (TABLA I) y su falta de asociación ($P>0,05$) con IU (TABLA II) ratifican esta interpretación y sería también atribuible a la uniformidad del grupo de primíparas evaluado (edad, época de parto, alimentación, manejo general). Sólo una CC extrema, por debajo de 2,5 (NIRD 1-5) o por encima de 4,5, ha sido señalada como determinante para inadecuados valores de involución del tracto reproductivo [34, 51, 62]. La asociación entre la IU y la CC muy baja o muy alta se basa en que los mecanismos fisiológicos de homeostasis se alteran debido a la disponibilidad limitada o excesiva de energía vinculados a la escasa o alta acumulación de reservas corporales; siendo la depresión de sistema inmunológico una de sus manifestaciones más evidentes [8, 39, 46, 58, 60].

Por otro lado, para el 21 DPP el diámetro del cuerno gestante (DCG) (19,47 mm) y el cuerno no gestante (DCNG) (17,98 mm) fueron diferentes estadísticamente ($P<0,05$) por lo que la ultrasonografía es determinante para evaluar con precisión el proceso de restauración de la actividad reproductiva de la vaca. Los diámetros de los cuernos uterinos, indicativos de IU, se igualaron estadísticamente ($P>0,05$), es decir, se mostraron simétricos a los 60 DPP (DCG = 16,5 mm; DCNG = 16,3 mm).

Los valores del diámetro de los cuernos uterinos fueron inferiores a los reportados en vacas primíparas de la raza Holstein Chino (30 mm) [66]. En cuanto al diámetro del cérvix se observó igual tendencia, ya que las primíparas Holstein Chino manifestaron valores superiores a los 40 mm. Se ha señalado que en vacas con cérvix de tamaño inferior a 35 mm puede ocurrir una reducción del 28% en su tamaño entre los

20 a 33 DPP, y del 57% para el 34 a 47 DPP [31]. Para el caso de este estudio, entre el 21 y 60 DPP la reducción fue del 16% en función de la medida inicial, estas diferencias pueden atribuirse a que quizá, la mayor reducción se presentó previo al 21 DPP [28, 30, 41, 44], valores no determinados.

Según algunos estudios, esto también pudiera ser atribuible al propio sistema de producción de vacas a pastoreo [14], sin embargo, estudios minuciosos que precisen las causas deben realizarse, ya que el grupo racial, CC, época de parto, entre otras han sido reportadas [19, 22, 32]. No menos importante resulta el lugar preciso de las mediciones. No en todos los trabajos de investigación se indica en forma precisa la metodología de medición, y cuando ésta se describe, los criterios pueden ser distintos, por lo que las comparaciones se complican [41, 43, 58]. Así, una estandarización generalizada de la técnica permitiría mejores comparaciones de los resultados de investigación según la especie en estudio.

En la FIG. 1 se aprecia la curva de decrecimiento del (DCU), cuerno uterino gestante (DCG) y cuerno uterino no gestante (DCNG). A pesar que el DCNG presentó un decrecimiento sostenido hasta los 47 DPP, la tasa fue menor (FIG. 2) a la de DCG que continuó su lento decrecimiento hasta el 60 DPP; esto era de esperarse, debido a que el cuerno gestante es la estructura del tracto reproductivo sometida a mayor estiramiento debido a la presencia del feto durante la gestación. La tasa de disminución del DCU fue de $-0,24 \pm 0,03$ mm/DPP ($R^2_{ajus}=0,41$) y la ecuación de regresión lineal correspondiente se expresa según: $DCU = 40,37 - 0,24 DPP$ ($P<0,01$). La reducción total de su diámetro, 8 mm, fue superior a la de DCG (3,14 mm) y DCNG (1,85 mm). En la FIG. 1 se observa que, hasta el 47 DPP ocurrió la reducción más acentuada en el DCU y DCG y para los 60 DPP los valores fueron similares a los de la evaluación anterior. Las ecuaciones de regresión para DCG y DCNG se aprecian en la FIG. 2; ambas curvas parten de puntos distintos y sus pendientes también lo son ($P<0,05$). El incremento no significativo ($P>0,05$) en el DCU, DCG y

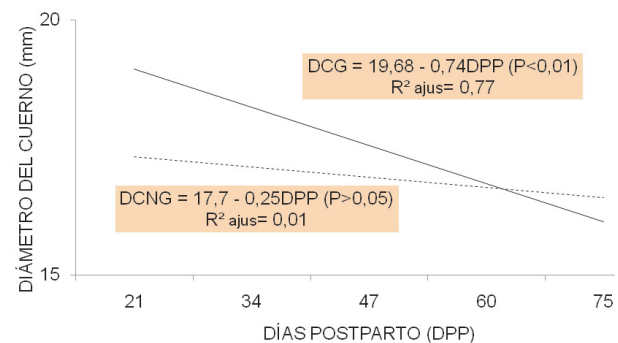


FIGURA 2. CURVA DE REGRESIÓN LINEAL PARA EL DIÁMETRO DEL CUERNO GESTANTE (DCG) Y NO GESTANTE (DCNG) SEGÚN LOS DÍAS POSTPARTO EN VACAS PRIMÍPARAS F1 (HOLSTEIN X BRAHMAN).

DCNG en el muestreo del 75 DPP, puede tener una probable implicación biológica, ya que puede ser indicativo del inicio de las descargas de estradiol producto del inicio de la reactivación ovárica, dado el transcurso de los DPP [25]. Muy probablemente, los grandes cambios en la regresión de las estructuras uterinas ocurrieron previos al primer muestreo [7, 58, 66]. Sin embargo, quedó demostrado, bajo las premisas de este estudio, que el proceso continuo de la regresión de las estructuras uterinas finalizó a los 47 DPP. Establecer un periodo de inicio de las evaluaciones más cercano a la fecha del parto (periparto) conjuntamente con intervalos más cortos entre muestreos, 5 u 8 d, hubiese permitido apreciar con precisión la capacidad de distensión de los tejidos uterinos y su respectiva involución (dimensiones de las membranas, luz del tracto, entre otras) [41, 43]. En otras referencias [3, 5] en este estudio se consideraron premisas de mínimo estrés de manejo durante el periparto e inicio de la lactancia con las vacas primíparas F₁ criadas a libre pastoreo. Es conocido el temperamento nervioso de las vacas primíparas y especialmente los cruces *Bos indicus* [11], con consecuencias sobre la elevación de los niveles de cortisol que, a su vez puede causar disminución de la capacidad inmunológica y retrasos en la IU [34, 58, 62].

Reinicio de la actividad ovárica

Luego de ocurrir el parto, las concentraciones de progesterona (P₄) y estrógenos (E₂) en sangre descienden drásticamente. Esto reduce el efecto de retroalimentación negativa hormonal que se prolongó durante toda la gestación. Así, el eje constituido por el hipotálamo, hipófisis y ovarios puede iniciar su recuperación fisiológica [59] al restablecerse paulatinamente la sensibilidad a los E₂ ováricos y al restaurarse el mecanismo de retroalimentación que controla la liberación de las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH).

Si el estado nutricional de la hembra al parto es adecuado se espera una condición corporal (CC) de 2,5 a 3,5 (Escala NIRD 1 al 5) [10, 15, 51, 62], con ello no deberían existir limitaciones de los depósitos energéticos que afecten el desarrollo folicular postparto. El efecto principal de los adecuados depósitos grasos es la influencia sobre la secreción de factores autocrinos del ovario [26], seguidamente se sucede la liberación hipotalámica de GnRH que de manera subsecuente influye en la síntesis y liberación hipofisaria de FSH desde el sistema neuroendocrino central [53, 61]. En vacas de alta producción, el consumo de pasto a pastoreo no es suficiente para cubrir los requerimientos y revertir el balance energético negativo [36, 37, 55, 62], por lo cual, en este entendido, algunos autores han señalado al pastoreo como causa del retardo de la ovulación (13 a 48%) hasta los 60 DPP [49]. En vacas de mediano potencial, esto no es esperable si la CC al parto es adecuada [38, 39]. Sin embargo, la vaca de primera lactancia que aún requiere completar su crecimiento pudiera priorizar fisiológicamente la derivación de los nutrientes obtenidos de la pastura hacia estos dos procesos, por el aporte de nutrientes hacia las estructuras anatómicas y los indicadores metabólicos

del adecuado estatus nutricional [40, 45, 52]. Otro factor de importancia que causa disminución de la secreción y los pulsos de LH en el postparto temprano es la presencia y amantamiento de la cría [10, 65]. En este experimento, todas las vacas estuvieron expuestas dos veces por día a la presencia de la cría durante el ordeño, con corto mamado previo al mismo para lograr la óptima eyección láctea en vacas cruzadas, y adicionalmente después del ordeño por aproximadamente 30 min para el consumo de la leche residual [18].

Un ovario pequeño y liso es indicativo, en la palpación transrectal, de inactividad gonadal. En este estudio, el tamaño de los ovarios fue similar al reportado en vacas reproductivamente activas *Bos indicus* y sus cruces con *Bos taurus* en el trópico, pero inferior al de las vacas *Bos taurus* en condiciones templadas [19] (TABLA I). En relación a la actividad ovárica (presencia de folículos y CL), se ha realizado una clasificación anatómico-funcional de los folículos ováricos y a su vez han propuesto la agrupación por clases, ya que el tamaño y las características del folículo están vinculados al desarrollo de receptores hormonales y capacidad de síntesis endocrina [13]. Así, los folículos clase 1 presentan un diámetro promedio igual o inferior a 5 mm, para la clase 2 el tamaño varía entre 6 y 9 mm, y finalmente en la clase 3 se ubican aquellos iguales o superiores a 10 mm, que equivalen a estructuras maduras próximas a ovulación en el caso de transformarse en un único folículo dominante [30]. Para que ocurra una onda de crecimiento folicular, un grupo de cinco a siete folículos, con diámetro entre 3 a 5 mm [13, 23] debe ser reclutado desde la reserva de folículos ováricos [63]. Una vez reclutados los folículos de la clase 1, se suceden cambios dinámicos en las clases foliculares que permiten los cambios de una clase a la siguiente durante su crecimiento y desarrollo funcional [13]. La dinámica inicial de crecimiento favorece el reclutamiento de folículos para el desarrollo de la primera cohorte seguido de la selección del primer folículo dominante (clase 3) [30].

En la fase inicial de crecimiento dominan los factores autocrinos del ovario (p.e IGF-1) y hormonas metabólicas como la insulina [44], a medida que los folículos se desarrollan, se expresan receptores para las hormonas gonadotrópicas [37, 53]. El primer folículo dominante que aparece en el ovario de la vaca, luego del parto y completada la IU, no suele liberar el ovocito, por lo que no ocurre ovulación, o en caso que ésta ocurra, la mayoría de las veces es silente (más del 70% de las veces) [10]. Esto ocurre debido a la baja frecuencia de los primeros pulsos de LH liberados de la hipófisis anterior, con lo cual se restringe la maduración folicular y la ovulación; una vez que el hipotálamo restituye un patrón de secreción pulsátil apropiado de la Hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH) y por lo tanto de LH, está garantizado el desarrollo morfológico y funcional de los folículos [10, 23, 61].

En la dinámica de crecimiento y desarrollo de los folículos ováricos, un folículo puede perder capacidad de crecimiento por no desarrollar receptores para LH en sus células de la teca y granulosa [25], con lo cual éstos se hacen atrési-

cos; así, se vuelve a generar una nueva onda de crecimiento folicular según sus clases [36]. Esto hace que ocurra un continuo crecimiento y regresión de folículos, previo a que ocurra el desarrollo de un folículo pre-ovulatorio [37].

Si bien en la TABLA I se observan los valores promedio y su desviación estándar para las variables relacionadas con el RAO según los periodos evaluados (DPP), la FIG. 3 muestra la secuencia en el tiempo del cambio de las cantidades de folículos según sus clases. Esto fue posible por la capacidad de la técnica de ultrasonografía de determinación de manera exacta del número y tamaño de los folículos ováricos presentes en cada muestreo.

El máximo diámetro de los folículos de la clase 1 (FC1) (≤ 5 mm) se presentó a los 75 y 93 DPP. Esto indica que, a medida que transcurren los DPP se recluta un mayor número de folículos de la reserva de folículos ováricos [28]. Se cita que vacas cárnicas con presencia de la cría pueden presentar hasta $10,6 \pm 1,2$ folículos dominantes antes de la primera ovulación, que suele ocurrir entre los 70 y 100 DPP [10].

Asimismo, el número de FC2 (6 - 9 mm) experimentaron cambios similares a los anteriormente descritos. Se observó un aumento en su número desde el d 34 al 60 DPP, seguido por la disminución en el número de folículos de esta clase (FC2) pero en correspondencia con el incremento de la cantidad de FC3 (≥ 10 mm). Esta variación del número de folículos, en un muestreo puntual realizado a intervalos regulares, podría sugerir que a los 75 DPP se inició la dominancia de algún folículo ($0,76$ folículos/d $\pm 0,12$ vs. $0,08 \pm 0,03$ folículos/d) capaz de liberar suficiente E_2 [25]; esta situación ocurrió en el 33% de las vacas, las cuales presentaron al menos un FC3 el 75 DPP (FIG. 3). La reducción del número de FC1 al 93 DPP es indicativa de atresia folicular debido al incremento sucesivo de vacas con FC3, que para tal momento fue de 66 %, es decir, hay correspondencia en las estructuras observadas y esperadas [28, 66]. Asimismo, se observa y coincide con la correlación positiva y significativa entre el número total de FC3 y los DPP transcurridos (TABLA II), reportada en vacas con cría al pie [10].

A su vez, en la FIG. 3 se aprecia que, a partir de los 47 DPP el número de los FC1 se incrementa de manera significativa ($P < 0,01$) conforme aumenta el período postparto. Este momento también coincide con el punto más bajo de las curvas de DCU y DCG (FIG. 1) por lo que la evolución del crecimiento y desarrollo folicular se corresponde con el avance gradual de la IU.

Se presume que los factores que favorecen el crecimiento folicular temprano, tales como glucosa, insulina e IGF-1, que también actúan a nivel central como indicadores del estado nutricional y balance energético [44, 55], no fueron limitantes, ya que los valores promedio de CC se encontraban dentro de un rango comparable con los señalados por la literatura [10, 16, 39, 60] y sin anomalías patológicas de la IU [17, 35, 46].

Las correlaciones más importantes (TABLA II) muestran que el mayor efecto de los DPP estuvo focalizado hacia las es-

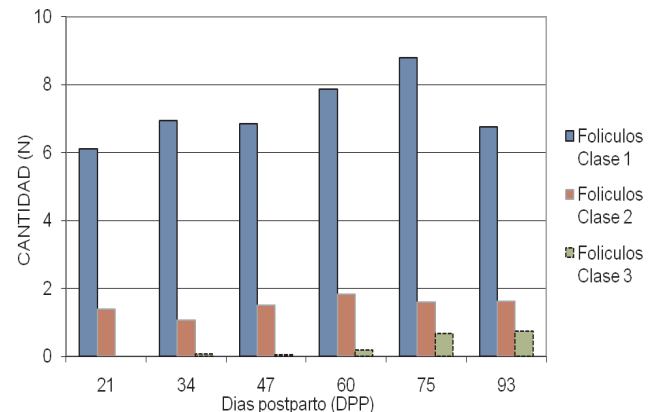


FIGURA 3. CANTIDAD FOLÍCULOS OVÁRICOS SEGÚN SU CLASE: 1 (≤ 5 MM), 2 (6-9 MM) Ó 3 (≥ 10 MM) DURANTE EL POSTPARTO EN VACAS PRIMÍPARAS F1 HOLSTEIN X BRAHMAN.

estructuras ováricas. Así, el tiempo para el desbloqueo neuroendocrino, producto de la gestación, requiere un conjunto de procesos complejos adicionales a la sola IU [25, 44, 51].

Ha sido señalado que una primera ovulación postparto en vacas adultas puede ocurrir a los 65 DPP [40, 54]. Sin embargo, ni por palpación ni por ultrasonografía fueron detectadas estructuras ováricas correspondientes a CL durante los periodos de evaluación de las vacas primíparas. Tampoco hubo manifestaciones de celo hasta el 93 DPP. Algunos autores citan que estos eventos pueden ocurrir entre el 93 y 120 DPP en hembras de carne, mestizas utilizadas para el doble propósito (leche-carne) y Holstein puras bajo condiciones tropicales [10, 38, 47]. La presencia de CL de vida media muy corta, seguidos de una rápida regresión [9] a causa de la prematura liberación endometrial de $PGF_{2\alpha}$ [9] puede ser una causa probable, sin embargo, el intervalo de tiempo entre evaluaciones de este estudio (cada 14 d) no permitió esta detección. Son los estudios de dinámica folicular, con seguimiento ultrasonográfica, los que permiten precisar los cambios en folículos (cantidad, tamaño y ubicación relativa en el tejido del ovario) y CL mediante observaciones diarias o inter-diarias [12, 21, 27, 50]. Tales regímenes de evaluación son útiles para establecer patrones de crecimiento folicular, más resultan inaplicables para uso rutinario en unidades de producción (leche o carne) y con rebaños numerosos.

Los resultados del crecimiento folicular manifiesto a través del cambio en cantidades sucesivas de los folículos según sus clases en el transcurrir de los DPP muestran que la vaca primípara F1 alimentada exclusivamente a base del pastoreo de gramíneas cultivadas adecuado manejo agronómico y con suplementación mineral y cría al pie, puede iniciar satisfactoriamente el reinicio de la actividad reproductiva. Debido a que el total del folículos clase 3 (FC3t ≥ 10 mm) estuvo asociado a la CC (TABLA II) más no influenciado ($P > 0,05$) [39], pareciera razonable que la presencia de la cría en el ordeño y su amamantamiento

posterior pudiera ser una de las causas principales para la supresión de la ovulación (folículo dominante maduro -FC3- y posterior formación de CL) debido a las fallas en la liberación de LH de la adenohipófisis [10, 27, 40, 45, 65]. Por tanto, si el crecimiento y desarrollo de los folículos mostró correspondencia con el restablecimiento de la actividad del ovario según los DPP más no hubo evidencias de presencia de CL y/o registro de estros [12, 50], no es posible aseverar el RAO [37].

CONCLUSIONES

La evaluación ultrasonografía cada 14 d en vacas F1 de primer parto permitió hacer el seguimiento de los cambios uterinos durante el postparto temprano y determinar que la IU se completó entre el 34 y 47 DPP.

AGRADECIMIENTO

Al financiamiento aportado por el Proyecto "Uso de marcadores moleculares para el mejoramiento agrícola y pecuario en Venezuela, en el marco del Convenio Venezuela-Belarus, Laboratorio de Reproducción Animal del CENIAP-INIA, Hato Barrera CA - INVEGA CA y LEFADOT -FAGRO-UCV.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ADRIEN, M.; MATTIAUDA, D.; ARTEGOITIA, V.; CARRIQUIRY, M.; MOTTA, G.; BENTANCUR, O.; MEIKLE, A. Nutritional regulation of body condition score at the initiation of the transition period in primiparous and multiparous dairy cows under grazing conditions: milk production, resumption of post-partum ovarian cyclicity and metabolic parameters. **Anim.** 6: 292-299. 2012.
- [2] ATENCIO-RINCÓN, A.; PEROZO, F.; ROMAN, R. Reproducción en vacas mestizas Taurus - Indicus como respuesta a la incidencia de algunos factores ambientales, fisiológicos y genéticos en trópico muy seco. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** X (1): 5-12. 2000.
- [3] ANGULO-CUBILLAN, F.; MONTIEL-URDANETA, N.; ROJAS, N.; HERNANDEZ, A.; CAHUAO, N.; TORRES, I. Involución uterina y reinicio de la ciclicidad ovárica postparto en búfalas (*Bubalus bubalis*). **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** IX (3): 223-227. 1999.
- [4] BAJCSY, A.; SZENCI, O.; DOORNENBAL, A.; WEIJDEN, G.; CSORBA, C.; KOCSIS, L.; SZUCS, I.; OSTGARD, S.; TAVERNE, M. Characteristics of bovine early puerperal uterine contractibility recorded under farm conditions. **Theriogenol.** 64: 99-111. 2005.
- [5] BARLUND, C.; CARRUTHERS, T.; WALDNER, C.; PALMER, C.; A comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle. **Theriogenol.** 69:714-23. 2008.
- [6] CAVESTANY, D.; GALINA, C.; VIÑOLES, C. Efecto de las características del reinicio de la actividad ovárica posparto en la eficiencia reproductiva de vacas Holstein en pastoreo. **Arch. Med. Vet.** 33: 217-226. 2001.
- [7] ÈENGIÆ, C.; VARATANOVIÆ, N.; MUTEVELIÆ, T.; KATICA, A. MLAËO, N.; ÆUTUK, A. Normal and abnormal uterine involution in cows monitored by ultrasound. **Biotech. Anim. Husb.** 28: 205 - 217. 2012.
- [8] CICCIOLO, N.; WETTEMANN, R.; SPICER, L.; LENTS, C.; WHITE, F.; KEISLER, D. Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. **J. Anim. Sci.** 81: 3107-3120. 2003.
- [9] COOPER, D.; CARVER, D.; VILLENEUVE, P.; SILVIA, W.; INSKEEP, E. Effects of progestagen treatment on concentrations of prostaglandins and oxytocin in plasma from the posterior vena cava of post-partum beef cows. **J. Reprod. Fertil.** 91: 411-421. 1991.
- [10] CROWE, M. Review Article: Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. **Reprod. Dom. Anim.** 43: 20-28. 2008.
- [11] CURLEY, K.; PASCHAL, J.; WELSH, TH.; RANDEL, R. Technical note: Exit velocity as a measure of cattle temperament is repeatable and associated with serum concentration of cortisol in Brahman bull. **J. Anim. Sci.** 84: 3100 - 3103. 2006.
- [12] D'ENJOY, D'E.; CABRERA, P.; VIVAS, I.; DÍAZ, T. Dinámica folicular ovárica durante el ciclo estral en vacas Brahman. **Rev. Fac. Cien. Vet. UCV.** 53:39-47. 2012.
- [13] DÍAZ T.; SCHMITT, E.; DE LA SOTA, R.; THATCHER, M.; THATCHER, W. Human chorionic gonadotropin-induced alterations in ovarian follicular dynamics during the estrous cycle of heifers. **J. Anim. Sci.** 76: 1929-1936. 1998.
- [14] DOBSON, B. Uterine involution of the dairy cow: Comparison between organic and conventional dairy cow. Massey University. Palmerston North. New Zealand. Thesis of Grade. Pp 74. 2009.
- [15] DOMÍNGUEZ, C.; GARMENDIA, J.; MARTÍNEZ, N. Influencia de la época de parto, la condición corporal y la suplementación sobre la actividad ovárica postparto de vacas mestizas bajo pastoreo mixto en el norte del estado Guárico, Venezuela. **Rev. Fac. Cien. Vet. UCV.** 48: 37-50. 2007.
- [16] DOMÍNGUEZ, C.; MARTÍNEZ, N.; COLMENARES, O. Características reproductivas de rebaños bovinos doble propósito en los llanos centrales de Venezuela. **Zoot. Trop.** 22:133-145. 2004.
- [17] DOMÍNGUEZ, C.; RUIZ, A.; PÉREZ, R.; MARTÍNEZ, N.; DRESCHER, K.; PINTO, L.; ARANEDA, R. Efecto de la

- condición corporal al parto y del nivel de alimentación sobre la involución uterina, actividad ovárica, preñez y la expresión hipotalámica y ovárica de los receptores de leptina en vacas doble propósito. **Rev. Fac. Cien. Vet. UCV.** 49: 23-36. 2008.
- [18] DRESCHER, K. Efecto de dos modalidades de ordeño y oxitocina sobre la producción y composición de la leche en vacas de doble propósito en el trópico. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. **Rev. Ambiente.** 67: 110. 2005.
- [19] EL-DIN ZAIN, A.; NAKAO, T.; ABDEL, M.; MORIYOSH, M.; KAWATA, K.; MORITSU, Y. Factors in the resumption of ovarian activity and uterine involution in postpartum dairy cows. **Anim. Reprod. Sci.** 38: 203–214. 1995.
- [20] FATTET, I.; JAURENA, G. El Estado Corporal de las Vacas Lecheras. Folleto divulgativo. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 8 pp. 1998.
- [21] FIGUEIREDO, R.; BARROS, C.; PINHEIRO, O.; SOLER, J. Ovarian follicular dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*) cattle. **Theriogenol.** 47:1489-1505. 1997.
- [22] FONSECA, F.; BRITT, J.; MCDANIEL, B.; WILK, J.; RAKES, A. Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate and days open. **J. Dairy Sci.** 66:1128–47. 1983.
- [23] FORTUNE, J. Follicular dynamics during the bovine estrous cycle: A limiting factor in improvement of fertility? **Anim. Reprod. Sci.** 33:111-125. 1993.
- [24] GAPEL, C.; ALTHAUS, R. Funcionalidad ovárica postparto en vacas lecheras primíparas y multíparas. **REDVET.** VIII: 1-4. 2007.
- [25] GINTHER, O.; BEG, M.; BERGFELT, D.; DONADEU, F.; KOT, K. Follicle selection in monovular species. **Biol. Reprod.** 65: 638-647. 2001.
- [26] GIUDICE, L. Insulin-Like Growth Factors and ovarian follicular development. **Endocr. Rev.** 13: 641 – 669. 1992.
- [27] HENAO, G.; OLIVERA, A.; MALDONADO, E. Follicular dynamics during postpartum anestrous and the first estrous cycle in suckled or non-suckled Brahman (*Bos indicus*) cows. **Anim. Reprod. Sci.** 63:127–136. 2000.
- [28] HENAO, G.; TRUJILLO, L.; VÁSQUEZ, J.; RÚA, L. Actividad ovárica durante el postparto temprano de vacas cebú en amamantamiento. **Rev. Fac. Nal. Agr. (Colombia)** 55: 1441-1455. 2002.
- [29] HUSSAIN, A.; DANIEL, R. Bovine normal and abnormal reproductive and endocrine functions during the postpartum period: A review. **Reprod. Dom. Anim.** 26: 101-11. 1991.
- [30] KAMIMURA, S.; OHGI, T.; TAKAHASHI, M.; TSUKAMOTO, T. Postpartum resumption of ovarian activity and uterine involution monitored by ultrasonography in Holstein cows. **J. Vet. Med. Sci.** 55: 643–647. 1993.
- [31] KASIMANICKAM, R.; DUFFIELD, T.; FOSTER, R.; GARTLEY, C.; LESLIE, K.; WATSON, J.; JOHNSON, W. Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. **Theriogenol.** 62: 9 -23. 2004.
- [32] KIRAKOFE, G. Uterine involution: its role in regulating postpartum intervals. **J. Anim. Sci.** 51: 16 – 28. 1980.
- [33] LANDAETA-HERNÁNDEZ, A.; GIANGRECO, M.; MELÉNDEZ, P.; BARTOLOMÉ, J.; BENNET, F.; RAE, D.; HERNÁNDEZ, J.; ARCHBALD, L. Effect of biostimulation on uterine involution, early ovarian activity and first postpartum estrous cycle in beef cows. **Theriogenol.** 61:1521-32. 2004.
- [34] LEBLANC, S.; DUFFIELD, T.; LESLIE, K.; BATEMAN, K.; KEEFE, G.; WALTON, J.; JOHNSON, W. Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. **J. Dairy Sci.** 85: 2223-2236. 2002.
- [35] LUCY, M. Functional differences in the growth hormone and insulin-like growth factor axis in cattle and pigs: Implications for post-partum nutrition and reproduction. **Reprod. Dom. Anim.** 47: 31-39. 2008
- [36] LUCY, M.; DE LA SOTA, R.; STAPLES, C.; THATCHER, W. Effect of dietary calcium salts of long chain fatty acids (CaLCFA), energy intake, and lactation on ovarian follicular dynamics in Holstein dairy cows. **J. Anim. Sci.** 69: 451. 1991.
- [37] LUCY, M.; SAVIO, J., BADINGA, L., DE LA SOTA, R.; THATCHER, W. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. **J. Anim. Sci.** 70: 3615-3626. 1992.
- [38] MARTINEZ, N.; DRESCHER, K.; PINTO-SANTINI, L.; RUIZ, A.; DOMINGUEZ, C.; PEREZ, R. BENEZRA, M. Effect of body conditions score at calving on zoometric index of corporal stage and postpartum ovarian activity in dual purpose cows at the tropic. Proceedings of 16th International Congress on Animal Reproduction. Budapest- Hungria. **Anim. Reprod. Sci.** 43:52. 2008.
- [39] MULLINIKS, J.; COX, S.; KEMP, M.; ENDECOTT, R.; WATERMAN, R.; VANLEEUEWEN, D.; PETERSEN, M. Relationship between body condition score at calving and reproductive performance in young postpartum cows grazing native range. **J. Anim. Sci.** 90: 2811-2817. 2012.
- [40] MURPHY, M.; BOLAND, M.; ROCHE, J. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in postpartum beef suckled cows. **J. Reprod. Fertil.** 90: 523-533. 1990.

- [41] OKANO, A.; TOMIZUKA, T. Ultrasonic observation of postpartum uterine involution in the cow. **Theriogenol.** 27: 369 - 376. 1987.
- [42] PEREA, F. Ecografía Reproductiva. En: **Manual de Ganadería de Doble Propósito**. González-Stagnaro C. y Soto-Belloso, E. (Eds.) Fundación GIRARZ. Ed. Astro Data S.A. Pp. 601 -606. 2005.
- [43] PEREA-GANCHOU, F.; CRUZ, R.; GONZÁLEZ, R.; SOTO-BELLOSO, E.; GONZÁLEZ, C.; RINCÓN, E. Evaluación ultrasonográfica de la involución del cuello uterino en vacas mestizas tropicales. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** 5: 368-369. 1997.
- [44] PINTO-SANTINI, L.; DRESCHER, K.; RUIZ, A.; PÉREZ, R.; DOMÍNGUEZ, C.; BENEZRA, M.; MARTÍNEZ, N. Relación entre los niveles de glucosa e insulina sanguínea y el reinicio de la actividad ovárica en vacas de doble propósito con diferentes condiciones corporales al parto y diferente nivel de alimentación postparto. **Intercien.** 34: 350-355. 2009.
- [45] RAMÍREZ-IGLESIA, L.; SOTO-BELLOSO, E.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; SOTO-CASTILLO, G.; RINCÓN-URDANETA, E. Factors affecting postpartum ovarian activity in crossbred primiparous tropical heifers. **Theriogenol.** 38:449-60. 1992.
- [46] RAMÍREZ-IGLESIA, L.; SOTO-BELLOSO, E.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; SOTO-CASTILLO, G.; RINCÓN-URDANETA, E. Actividad ovárica postparto en vacas mestizas primíparas con o sin alteraciones periparturientas. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** VI (1): 1320. 1996.
- [47] RAMÍREZ-IGLESIA, L.; VIERA, F.; MARTÍNEZ, J.; DÍAZ, A.; SOTO-BELLOSO, E. Conducta sexual y signos del celo en ganadería mestiza de doble propósito. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** XII (2): 431. 2002.
- [48] REKWOT, P.; OGWU, D.; OYEDIPE, E. Influence of bull biostimulation, season and parity on resumption of ovarian activity of zebu (*Bos indicus*) cattle following parturition. **Anim. Reprod. Sci.** 63: 1-11. 2000.
- [49] RHODES, F.; MCDUGALL, S.; BURKE, C.; VERKERK, G.; MACMILLAN, K. Invited review: treatment of cows with an extended postpartum anestrous interval. **J Dairy Sci.** 86: 1876 – 1894. 2003.
- [50] ROA, N.; LINARES, T.; DÍAZ, T.; CHACÍN, F. Ondas foliulares ováricas en vacas Brahman y Mestizas (*Bos indicus* x *Bos taurus*) ubicadas en los llanos centrales venezolanos. **Zoot. Trop.** 24: 297-306. 2006.
- [51] RUIZ, A.; DOMÍNGUEZ, C.; MARTÍNEZ, N.; PINTO-SANTINI, L.; DRESCHER, K.; PÉREZ, R.; ROJAS, J.; ARANEDA, R. Efecto de la condición corporal y nivel de alimentación sobre la actividad ovárica, involución uterina y expresión del IGF-1 en vacas mestizas durante el postparto. **Rev. Fac. Cien. Vet. UCV.** 35: 752 -758. 2010.
- [52] RUIZ-CORTÉS, Z.; OLIVERA-ANGEL, M. Ovarian follicular dynamics in suckled zebu (*Bos indicus*) cows monitored by real time ultrasonography. **Anim. Reprod. Sci.** 54: 211 – 220. 1999.
- [53] SARTORI, R.; ROSA, G.; WILTBANK, M. Ovarian structures and circulating steroids in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. **J. Dairy Sci.** 85: 2813–2822. 2002.
- [54] SAVIO, J.D.; THATCHER, W.W.; BADINGA, L.; DE LA SOTA, R.L.; WOLFENSON, D. Regulation of dominant follicle turnover during the oestrous cycle in the cow. **J. Reprod. Fert.** 97:197-203. 1993.
- [55] SCHENEIDER, J. Energy balance and reproduction. **Physiol. Behav.** 81:289-317. 2004
- [56] SEJRSEN, K. Relationships between nutrition, puberty and mammary development in cattle. **Proc. Nutr. Soc.** 53: 111- 103. 1994.
- [57] SERVICIO DE CLIMATOLOGÍA AGRÍCOLA. Informe Septiembre 2012. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. s/p. 2012.
- [58] SHELDON, I.; LEWIS, G.; LEBLANC, J.; GILBERT, R. Defining postpartum uterine disease in cattle. **Theriogenol.** 65:1516–1530. 2006.
- [59] SHORT, R.; BELLOWS, R.; STAIGMILLER, R.; BERARDINELLI, J.; CUSTER, E. Physiological mechanisms controlling anestrous and infertility in postpartum beef. **J. Anim. Sci.** 68:799-816. 1990.
- [60] SHRESTHA, H.; NAKAO, T.; SUZUKI, T.; AKITA, M.; HIGAKI, T. Relationships between body condition score, body weight, and some nutritional parameters in plasma and resumption of ovarian cyclicity postpartum during pre-service period in high-producing dairy cows in a subtropical region in Japan. **Theriogenol.** 64: 855 – 866. 2005.
- [61] VIZCARRA, A.; WETTERMAN, R.; BRADEN, T.; TURZILLO, A.; NETT, T. Effect of gonadotropin -releasing hormone (GnRH) pulse frequency on serum and pituitary concentrations of luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone, GnRH receptors, and messenger ribonucleic acid for gonadotropin subunits in cows. **Endocrinol.** 138: 594-601. 1997.
- [62] WALSH, S.; WILLIAMS, E.; EVANS, A. A review of the cause of poor fertility in high milk producing. **Anim. Rep. Sci.** 123: 127 – 138.
- [63] WEBB, R.; GARNSWORTHY, P.; GONG, J.; ARMSTRONG, D. Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences **J. Anim. Sci.** 82: 63-74. 2004.
- [64] YÁÑEZ-CUELLAR, L.; ARANGUREN-MÉNDEZ, J.; VILLASMIL-ONTIVEROS, Y.; ROJAS, N.; CHIRINOS, Z.; ORDÓÑEZ, J. Modelo bioeconómico de simulación para

- orientar la definición del objetivo de selección en el sistema doble propósito. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** XVI (4): 381-392. 2006.
- [65] YAVAS, Y.; WALTON, J. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. **Theriogenol.** 54:25-55. 2000.
- [66] ZHANG, J.; DENG, L.; ZHANG, H.; HUA, G.; HAN, L.; ZHU, Y.; MENG, X.; YANG, L. Effects of parity on uterine involution and resumption of ovarian activities in postpartum Chinese Holstein dairy cows. **J. Dairy Sci.** 93:1979-1986. 2010.