

Ondas foliculares ováricas en vacas Brahman y Mestizas (*Bos indicus* x *Bos taurus*), ubicadas en los llanos centrales venezolanos

Noris Roa^{1*}, Tiburcio Linares², Thais Díaz² y Franklin Chacín³

RESUMEN

El propósito de este estudio fue contribuir al conocimiento de la fisiología reproductiva en vacas Brahman y Mestizas (*Bos indicus* x *Bos taurus*), localizadas en los Llanos Centrales de Venezuela, a través del estudio de la dinámica folicular ovárica durante el ciclo estral por ultrasonografía, en vacas multíparas. Se monitoreó el crecimiento folicular ovárico en 30 vacas multíparas durante 30 días consecutivos en la época de lluvias. La onda folicular se definió como el período entre la emergencia de dos folículos dominantes consecutivos. Se observaron ciclos con una (6,7%), dos (90,0%) y tres (3,3%) ondas de crecimiento folicular. Hubo diferencias significativas ($P < 0,05$) en la duración del ciclo estral entre los ciclos que presentaron tres ondas foliculares (27,0 días) en comparación con los ciclos que presentaron una y dos ondas (20,6 22,3 días, respectivamente). No hubo diferencias en la duración del ciclo estral entre las vacas Brahman y Mestizas. La dinámica folicular en ambas razas se caracterizó por una mayor frecuencia de ciclos con dos ondas. La razón por la cual existen ciclos con 1, 2, 3 o más ondas no se conoce. Sin embargo, es posible que en aquellas vacas con mayores niveles de progesterona se presenten mayor número de ondas de crecimiento folicular. En conclusión, la dinámica folicular ovárica de vacas Brahman y

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Laboratorio de Fisiología de la Reproducción Animal. Apartado Postal 4653. Maracay 2101, Venezuela. *Correo electrónico: nroa@inia.gob.ve

² Instituto de Reproducción Animal e Inseminación Artificial, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua. Venezuela.

³ Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua. Venezuela.

Mestizas ubicadas en los Llanos Centrales de Venezuela se caracterizó por presentar una mayor frecuencia de ciclos estrales con dos ondas foliculares.

Palabras clave: ondas foliculares, ciclo estral, ultrasonograma, mestizas (*Bos indicus x Bos taurus*), Brahman.

Ovarian follicular waves in Brahman and crossbred (*Bos indicus x Bos taurus*) cows, located in Venezuelan central plains

SUMMARY

The aim of this study was to contribute to the knowledge of reproductive physiology in Brahman and Crossbred (*Bos indicus x Bos taurus*) cows located in the Central lowlands of Venezuela, using a ultrasound study of follicular dynamics in multiparous cows during the estrous cycle. Follicular growth and atresia were monitored in 30 multiparous cows during 30 consecutively days during the rainy season. The follicular wave was identified using the dominant follicle of each wave. Estrous cycles with one (6.7%), two (90.0%) and three (3.3%) follicular waves were observed. There was a difference ($P < 0.05$) in estrous cycle length according the number of follicular waves, observing that estrous cycles with three waves were longer (27.0 days) than cycles with one or two waves (20.6 22.3 days, respectively). There was no difference ($P > 0.05$) between Brahman and Crossbred cows, in estrous cycle length. Follicular dynamics in both breeds were characterized by a higher incidence of cycles with two waves. The reason for which cycles exist with 1, 2, 3 or more waves are not known. However, it is possible that in those cows with high progesterone levels present high number of follicular waves. In conclusion, the ovarian follicular dynamic of Brahman and Crossbred cows located in Central Plains of Venezuela was characterized to present a bigger frequency of estrous cycle with two follicular waves.

Key words: follicular waves, estrous cycle, ultrasound, crossbred (*Bos indicus x Bos Taurus*), Brahman.

INTRODUCCIÓN

La dinámica folicular es uno de los procesos mas importantes en la fisiología ovárica, y ha sido ampliamente estudiada en las razas europeas (*Bos taurus*) (Ginther *et al.*, 1989; Knopf *et al.*, 1989; Taylor y

Rajamahendran, 1991; Badinga *et al.*, 1994). Sin embargo, el número de reportes en ganado mestizo (*Bos indicus*) y sus cruces son limitados (Perea *et al.*, 1998; Chase *et al.*, 1998), especialmente en el principal cruce doble propósito (carne-leche; Mestizas *Bos indicus* x *Bos taurus*) presente en los Llanos Centrales de Venezuela.

La fisiología reproductiva de las vacas mestizas difiere en algunos aspectos de la fisiología de las razas Europeas; por ejemplo se han reportado diferencias en las características del área del tejido luteal (Pathiraja *et al.*, 1986), diámetro del folículo dominante (Barros *et al.*, 1995; Figueiredo *et al.*, 1997), duración del estro (Medrano *et al.*, 1996) y momento de la ovulación (Pinheiro *et al.*, 1998). El conocimiento de esas diferencias es muy importante para el establecimiento de parámetros adecuados de evaluación, el manejo de los procedimientos de estos tipos raciales, y también para el desarrollo de nuevas tecnologías que incrementen la eficiencia reproductiva del rebaño.

El objetivo de este estudio fue contribuir al conocimiento de la fisiología reproductiva en vacas Brahman y Mestizas (*Bos indicus* x *Bos taurus*), localizadas en los Llanos Centrales de Venezuela, a través del estudio de la dinámica folicular ovárica por ultrasonografía en vacas múltiparas durante el ciclo estral.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante este estudio se evaluó un ciclo estral en 30 vacas múltiparas, 15 Mestizas (*Bos indicus* x *Bos taurus*) y 15 Brahman, con 5 años de edad promedio, peso vivo promedio de 380 kg, con condición corporal entre 5-6 de la escala 1 = emaciado y 9 = obesa (Nicholson y Butterworth, 1986) durante la época de lluvias, en una finca comercial ubicada en la región nor-oriental del estado Guárico con 9° 25' N, 60° 55' O y a 160 msnm. La región es clasificada como bosque seco tropical con temperaturas promedio de 34,5°C y 32,8 °C para la época de sequía y lluvias, respectivamente, con promedio anual máximo de 33,7° C y 22,5° C como mínimo. La humedad relativa máxima y mínima, promedio para la época de sequía es de 85,4% y 56,2%, respectivamente y para época de lluvias de 92,2% y 61,8%, respectivamente, con una velocidad media de los vientos de 11,38 km/h, en la época de sequía y 8,06 en la época de lluvias. La precipitación total para la época de sequía es 91 mm y 541 mm para la época de lluvias, con un total anual de 632 mm, correspondiente al año 2000 (FAV, 2002). Los animales fueron mantenidos a pastoreo rotativo, durante 21 h diarias, en potreros con combinaciones de pasto guinea (*Panicum maximum*) 20%, sorgo granero

(*Sorghum vulgare*) 25%, maíz (*Zea mays*) 25%, yaraguá (*Hyparrhenia rufa*) 10%, Jhonson (*Sorghum halepense*) 10%, y leguminosas (varias) 10%. Los animales fueron estabulados por 3 horas AM diariamente, recibiendo 3 kg/día de un alimento concentrado comercial con 18% de proteína cruda, de acuerdo a los requerimientos del NRC (1989). Se les suministró agua y mezcla de sales minerales *ad libitum* y vía parenteral recibieron 6 mL de vitaminas A, D₃ y E, al inicio del protocolo de sincronización del celo.

Se sincronizó el estro usando el siguiente protocolo: el día 0 se aplicó 100 µg i.m. de GnRH (acetato de fertirelin) y 25 mg de prostaglandina-F₂α (PGF₂α) 7 d después de la administración de GnRH (Wolfenson *et al.*, 1994; Thatcher *et al.*, 1998; Moreira *et al.*, 2000). Se observó celo durante una hora con intervalos de 8-12 horas, desde el primer al séptimo día después de la inyección de PGF₂α. Se consideró que la vaca estaba en celo cuando aceptó la monta ó se dejó montar por otra vaca o por el toro. Se observó el día de aparición del 1er y 2do celo consecutivo presentado, confirmando ambas ovulaciones por ultrasonografía, para determinar la duración del ciclo estral. Se examinaron los ovarios con un equipo de ultrasonografía portátil (SIUI CTS, China) equipado con una sonda lineal transrectal de 7,5 MHz a partir del día 0 (celo) y una vez diaria hasta la próxima ovulación. Las imágenes obtenidas de las estructuras ováricas fueron diagramadas en mapas ováricos dibujados durante el examen, dependiendo de la localización relativa de folículos ≥ 2 mm y el cuerpo lúteo (CL) para cada ovario (Knopf *et al.*, 1989; Díaz *et al.*, 1998; Chase *et al.*, 1998).

La ovulación fue determinada por la desaparición del folículo dominante y la subsiguiente formación de un CL en la misma localización, en el ovario. El folículo dominante de cada onda folicular fue definido como el nuevo folículo ovárico que emergió y que luego de una fase de crecimiento lineal fue 2 mm más grande que el segundo folículo de mayor tamaño (Sirois y Fortune, 1990). Los folículos subordinados fueron definidos como los originados de la misma onda folicular del folículo dominante, siendo observados dentro de los 2 días subsiguientes a la primera detección del folículo dominante. Se estimó el diámetro máximo del folículo dominante de las diferentes ondas foliculares durante el ciclo estral, usando el sistema de medición del equipo de ultrasonografía.

El número de ondas foliculares fue determinado con base en el número de folículos dominantes que se desarrollaron durante el ciclo estral (Díaz *et al.*, 1998). La onda de crecimiento folicular fue identificada por la emergencia y crecimiento de un folículo dominante acompañado de un grupo de folículos de menor tamaño, llamados folículos subordinados (Álvarez *et al.*, 2000).

Los datos se analizaron a través de modelos mixtos (mediciones repetidas) con la finalidad de modelar la estructura de la matriz de varianza-covarianza (Littell *et al.*, 1998; SAS, 2001). El número de folículos dominantes durante el ciclo estral, se analizó a través de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a la distribución de esta variable, considerando la raza, como fuente de variación. La frecuencia de ciclos estrales de una, dos y tres ondas foliculares fueron comparados usando la prueba de Chi cuadrado, considerando los efectos de grupo racial (Statistica, 1995; Statistix, 1996; SAS, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ciclo estral presentó una duración promedio de $22,17 \pm 2,29$ días (CV: 10,3%), no habiendo efecto de tipo racial (Brahman vs. Mestiza; Cuadro 1; $P > 0,05$). De acuerdo al número de ondas foliculares observadas durante el ciclo estral, una (6,7%), dos (90,0%) y tres (3,3%), la duración del ciclo estral con tres ondas foliculares ($27,0 \pm 1,53$ días) fue diferente significativamente ($P < 0,05$), en comparación con la duración del ciclo con una y dos ondas foliculares ($20,6 \pm 0,58$ y $22,3 \pm 2,20$ días, respectivamente) (Cuadro 2), contrastando con los valores reportados por Perea *et al.* (1998) de 23, 14 y 20 días, respectivamente, pudiendo ser causa de esta diferencia que estos autores solo evaluaron hembras mestizas DP, a diferencia que en el presente trabajo además de las vacas mestizas DP, se incluyeron vacas Brahman. Estas vacas presentaron una tendencia de ciclos estrales más largos, comparada al de las vacas mestizas DP (Cuadro 1) y coincidiendo con Álvarez *et al.* (2000) quienes reportan una mayor duración del ciclo estral a medida que aumenta el número de ondas foliculares que se desarrollan durante el ciclo estral ($20,9 \pm 0,47$ y $18,7 \pm 0,44$ días en ciclos con 3 y 2 ondas foliculares, respectivamente). Para cada uno de los casos se observaron las tres fases de crecimiento folicular (reclutamiento, selección y dominancia).

La distribución de las vacas con una, dos o tres ondas foliculares por cada ciclo estral, determinadas con base al número de folículos dominantes desarrollados durante el ciclo estral, no fue influenciado por el tipo racial ($\chi^2 = 4,36$; $P > 0,05$; Cuadro 3), aunque hay una tendencia para la raza Brahman de presentar mayor proporción de ciclos estrales con una onda folicular, mientras que la raza Mestiza presentó mayor proporción de ciclos estrales con dos ondas foliculares que pareciera ser, en términos de eficiencia, el “regular” o el “mejor” ciclo estral presentado para la condiciones agroclimáticas en que se realizó el ensayo por este tipo racial.

Esta situación podría explicarse debido a que el tipo racial mestizo indeterminado pareciera expresar su mejor capacidad de adaptación al clima tropical y a la alimentación de la zona, a través de su mestizaje, lo cual se refleja en su eficiencia reproductiva con la presentación de un mayor número de ciclos estrales con dos ondas foliculares (regulares).

Cuadro 1. Duración del ciclo estral según tipo racial

Raza	Hembras	Ciclo estral \pm DE	CV
	Numero	días	%
Brahman	15	22,20 \pm 2,65	11,9
Mestiza	15	22,13 \pm 1,92	8,67
Total	30	22,17 \pm 2,29	10,28

Cuadro 2. Duración de los ciclos estrales según el número de ondas de crecimiento folicular observadas

Ondas foliculares, Numero	Hembras	Ciclo estral
	Numero	días
1	2	20,6 \pm 0,58b†
2	27	22,3 \pm 2,20b
3	1	27,0 \pm 1,53a
Total	30	

† Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$)

Los hallazgos en hembras Brahman concuerdan con los resultados reportados por Perea *et al.* (1998) y Álvarez *et al.* (2000), en los cuales se observó un patrón predominante de dos ondas foliculares durante el ciclo estral. Sin embargo, el porcentaje de vacas Brahman con desarrollo de dos ondas foliculares (86,7%) en este estudio fue mayor que los reportados por Álvarez *et al.* (2000), Zeitoun *et al.* (1996) y Figueiredo *et al.* (1997). Las razones de esta discrepancia no están claras, pero puede ser debida a que este estudio fue conducido durante la época de lluvias en el estado Guárico, Venezuela, mientras que Zeitoun *et al.* (1996) lo realizaron durante la primavera (mayo) y otoño (octubre) en Texas, USA y Figueiredo *et al.* (1997) durante invierno (julio y agosto) en Brasil. Se han reportado

diferencias en el número y tamaño de los folículos antrales en vacas Brahman, debido a diferencias estacionales (Lammoglia *et al.*, 1996).

Cuadro 3. Número de ondas foliculares por ciclo estral, según tipo racial

Ondas foliculares, Numero	Ciclos estrales	
	Tipo racial	
	Brahman	Mestiza DP
	Numero	
1	2 (13,3%)	0 (00,0%)
2	13 (86,7%)	14 (93,4%)
3	0 (12,0%)	1 (6,6%)

($\chi^2 = 4,36$; $P > 0,05$)

Asimismo, las diferencias del estatus nutricional de la vacas en los diferentes estudios, también podrían explicar las discrepancias observadas. En el presente estudio, las vacas tuvieron libre acceso al pasto de los potreros, siendo suplementadas al momento del examen de ultrasonografía diariamente, aunque Zeitoun *et al.* (1996) y Figueiredo *et al.* (1997) también suplementaron las vacas con alimento concentrado.

Para el caso de la vaca que desarrolló tres ondas foliculares, Díaz *et al.* (1998) señalan que es consecuencia de un mayor crecimiento de folículos, como consecuencia de mayores niveles de progesterona. Ginther *et al.* (1989) señalan que el número de ondas foliculares desarrolladas durante el ciclo estral en la vaca es regulado por la duración de la fase luteal del ciclo. Generalmente, los ciclos estrales con tres y cuatro ondas foliculares, poseen fases luteales más prolongadas, en comparación con los ciclos con dos ondas foliculares (Sirois y Fortune, 1988; Ginther *et al.*, 1989; Zeitoun *et al.*, 1996), observándose que la extensión artificial de la fase luteal con progesterona exógena, ha desarrollado ciclos estrales con cuatro o cinco ondas foliculares (Sirois y Fortune, 1990). A pesar de las dramáticas diferencias en el número y patrón de crecimiento de los folículos que existen en las diferentes razas, el factor determinante en el número de ondas foliculares durante el ciclo estral es la concentración de P4 durante la fase luteal (Díaz *et al.*, 1998).

CONCLUSIONES

La dinámica folicular ovárica de vacas Brahman y Mestizas (*Bos indicus* x *Bos taurus*) ubicadas en los Llanos Centrales de Venezuela se

caracteriza por presentar una mayor frecuencia de ciclos estrales con dos ondas foliculares.

LITERATURA CITADA

- Álvarez P., L. J. Spicer, C. C. Chase Jr, M. E. Payton, T. D. Hamilton, R. E. Stewart, A. C. Hammond, T. A. Olson y R. P. Wettemann. 2000. Ovarian and endocrine characteristics during an estrous cycle in Angus, Brahman, and Senepol cows in a subtropical environment. *J. Anim. Sci.*, 78: 1291-1302.
- Badinga L., W. W. Thatcher, C. J. Wilcox, G. Morris, K. Entwistle y D. Wolfenson. 1994. Effect of season on follicular dynamics and plasma concentrations of estradiol-17 β , progesterone and luteinizing hormone in lactating Holstein cows. *Theriogenology*, 42(8): 1263-1274.
- Barros, C. M., R. A. Figueiredo, O. L. Pinheiro. 1995. Estro, ovulação e dinâmica folicular em zebuínos. *Rev. Bra. Repr. Anim.*, 19(1/2): 9-22.
- Chase C. C. Jr., C. J. Kirby, A. C. Hammond, T. A. Olson y M. C. Lucy. 1998. Patterns of ovarian growth and development in cattle with a growth hormone receptor deficiency. *J. Anim. Sci.*, 76: 212-219.
- Díaz T., E. J. Schmitt, R. L. de la Sota, M. J. Thatcher y W.W. Thatcher. 1998. Human chorionic gonadotropin-induced alterations in ovarian follicular dynamics during the estrous cycle of heifers. *J. Anim. Sci.*, 76: 1929-1936.
- Figueiredo R. A., C. M. Barros, O. L. Pinheiro y J. M.P Soler. 1997. Ovarian follicular dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*) cattle. *Theriogenology*, 47: 1489-1505.
- FAV (Fuerza Aérea Venezolana). 2002. Reportes meteorológicos anuales del servicio de meteorología de la base aérea de Carrizal, estado Guárico. p3.
- Ginther O. J., L. Knopf y J. P. Kastelic. 1989. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. *J. Reprod. Fertil.*, 87: 223-230.

- Knopf L., J. P. Kastelic, E. Schallenberg y O. J. Ginther. 1989. Ovarian follicular dynamics in heifers: test of two-wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. *Domest. Anim. Endocrinol.*, 6: 111-119.
- Lammoglia M. A., S. T. Willard, J. R. Oldham y R. D. Randel. 1996. Effects of dietary fat and season on steroid hormonal profiles before parturition and hormonal, cholesterol, triglycerides, follicular patterns, and postpartum reproduction in Brahman cows. *J. Anim. Sci.*, 74: 2253-2262.
- Littell, R. C., P. R. Henry y C. B. Ammerman. 1998. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. *J. Anim. Sci.* 76:1216-1231.
- Medrano E. A., O. Hernandez, C. Lamothe y C. S. Galina. 1996. Evidence of asynchrony in the onset of signs of oestrus in zebu cattle treated with a progestogen ear implant. *Res.Vet. Sci.*, 60(1): 51-54.
- Moreira F., R. L. de la Sota, T. Díaz y W. W. Thatcher. 2000. Effect of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. *J. Anim. Sci.*, 78: 1568-1576.
- NRC (National Research Council). 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 5ta ed. National Academy of Science. Washington DC.
- Nicholson M. J. y M. H. Butterworth. 1986. *A Guide to Condition Scoring of Zebu Cattle*. International Livestock Center for Africa. Addis Ababa, Etiopia.
- Pathiraja N., E.O. Oyendipe, A.A. Vohjunior y P.M. Dawuda. 1986. Accuracy of rectal palpation in the diagnosis of corpora lutea in Zebu cows. *Bri. Vet. J.*, 142(5): 467-471.
- Perea F., R. González, R. Cruz, E. Soto, E. Rincón, C. González y P. Villamediana. 1998. Evaluación ultrasonográfica de la dinámica folicular en vacas y en novillas mestizas. *Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ*, 8(1): 14-24.
- Pinheiro O. L., C. M. Barros, R. A. Figueiredo, E. R. Valle, R. O. Encarnação y C.R. Padovani. 1998. Estrus behavior and the estrus-to-

- ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F₂ α or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology*, 49(3): 667-681.
- Sirois J. y J. Fortune. 1988. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. *Biol. Reprod.*, 39: 308-317.
- Sirois J. y J. Fortune. 1990. Lengthening the bovine estrous cycle with low levels of exogenous progesterone: a model for studying ovarian follicular dominance. *Endocrinology*, 127: 916-925.
- SAS Institute. 2001. SAS/STAT User's guide. Release 8.02. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Statistica. 1995. Program manual. Statsoft, Tulsa, OK
- Statistix. 1996. Program manual. Analytical Software, Tallahassee, FL.
- Taylor C. y R. Rajamahendran. 1991. Follicular dynamics, corpus luteum growth and regression in lactating dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 71: 61-68.
- Thatcher W. W., F. Moreira, Ch. Staples, C. Risco, T. Díaz, D. Ambrose y A. Adams. 1998. Fisiología y endocrinología de la reproducción para mejorar la eficiencia reproductiva en el ganado bovino. En González-Stagnaro C., N. Madrid-Bury y E. Soto Belloso (Eds). *Mejora de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito*. Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. pp. 445-480.
- Wolfenson D., W. Thatcher, J. D. Savio, L. Badinga y M. C. Lucy. 1994. The effect of GnRH analogue on the dynamics of follicular development and synchronization of estrus in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 42: 633-656.
- Zeitoun M. M., H. F. Rodriguez y R. D. Rental. 1996. Effect of season on ovarian follicular dynamics in Brahman cows. *Theriogenology*, 45: 1577-1581.