

MOMENTO DE OVULACIÓN EN NOVILLAS Y VACAS MESTIZAS

Ovulation Time in Crossbred Heifers and Cows

Carlos González-Stagnaro
Ninoska Madrid-Bury

Facultad de Agronomía, Apartado 15205, Universidad del Zulia
Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela.
E-mail nmadrid@luz.ve

RESUMEN

Se determinó el momento de ovulación en relación con el inicio y fin del celo natural en 88 hembras mestizas con predominio Holstein (n=26), Pardo Suizo (n=18), Brahman (n=27) e Indefinido (n=17), agrupadas como novillas (n=28), primíparas (n=22) y adultas (n=38) durante las épocas lluviosa (n=32), seca (n=28) e intermedia (n=28). Los animales pertenecían a una finca de la Cuenca del Lago de Maracaibo (10°LN), con precipitación bi-modal de 1200 mm y 28-32°C de temperatura, mantenidos bajo pastoreo, especialmente de pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq). El celo observado a intervalos de 4 horas (h) utilizando toros vasectomizados, fue definido por una franca aceptación de la monta y confirmado por la presencia de un folículo maduro (F₃) a la palpación rectal. Las observaciones se continuaron hasta la desaparición del F₃ considerada indicativa del momento de ovulación. La ovulación durante el celo natural ocurre 28.2 ± 5.8 h a partir del inicio y 14.4 ± 3.3 h después del fin del celo en vacas cuya duración promedio del celo fue 13.8 ± 4.6 h. No se observaron diferencias (P > 0.05) en el momento de ovulación en relación con el predominio racial o la paridad, aunque suele ser más tardía en Holstein (31.2 y 16.0 h) o durante la época seca (31.1 y 15.7 h) y algo más temprana en novillas (24.3 y 12.7 h) que en primíparas (28.2 y 14.3 h) o vacas adultas (31.1 y 15.8 h) después del inicio y fin del celo respectivamente.

Palabras clave: Momento de ovulación, celo natural, novillas, vacas, mestizas.

ABSTRACT

Ovulation time in relation to the beginning and the end of natural estrous in 88 crossbred females with predominance

Holstein (n=26), Brown Swiss (n=18), Brahman (n=27) and Indefinite (n=17), was determined. The females were grouped in heifers (n=28), primiparous (n=22) and adult cows (n=38) during the rainy (n=32), dry (n=28) and intermediate seasons (n=28). The animals were in a farm at the Basin of the Maracaibo Lake, localized at 10°NL, with bi-modal precipitation of 1200 mm, and 28-32°C mean temperature. Cows were on pastures, especially guinea (*Panicum maximum*, Jacq). Estrous was observed at 4 hours (h) intervals with vasectomised bulls; it was defined as the time when the female accepted to be mounted, and was confirmed by the presence of a F₃ mature follicle, through rectal palpation. Ovulation time was considered at the moment when the F₃ follicle disappeared. Ovulation occurred 28.2 ± 5.8 h from the beginning, and 14.4 ± 3.3 h from the end of natural estrous, in cows with an estrous period of 13.8 ± 4.6 h. There were no differences (P > 0.05) between breed predominance, age or parity, however, the ovulation time was later in Holstein (31.2 and 16.0 h) or during the dry season (31.1 and 15.7 h) and was earlier in heifers (24.3 and 12.7 h) than in primiparous (28.2 and 14.3 h) or adult cows (31.1 and 15.8 h) after the beginning and the end of estrous respectively.

Key words: Ovulation time, natural estrous, cows, heifers, crossbred.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales limitaciones para la difusión de la inseminación artificial (IA) radica en las fallas en la detección de los celos, las cuales derivan en un inadecuado momento de inseminación en relación con la ovulación [7] y en una baja tasa de fertilidad [13]. La mayor fertilidad se logra cuando la inseminación se realiza varias horas antes de la ruptura folicular, ya que los espermatozoides requieren de una permanencia de 5-6 h en el tracto genital de la vaca, para que puedan capaci-

tarse y adquirir la habilidad para fertilizar el óvulo [13]. El ganado mestizo de doble propósito es el resultado del cruce habitualmente indefinido entre razas *Bos taurus* x *Bos indicus*, razón por la cual, su variable comportamiento reproductivo se asemeja bajo diferentes condiciones ambientales y de manejo a uno u otro de ambos tipos raciales y a menudo se presenta como una forma intermedia entre ellos [7]; de esa manera, el momento de ovulación en las vacas mestizas podría diferir del reportado para *Bos taurus* bajo condiciones de clima templado [27] o para *Bos indicus* en el medio tropical [13].

La determinación del momento de ovulación, además de la observación en animales sacrificados, se ha realizado mediante laparotomía [5, 13], laparoscopia o endoscopia [23, 33, 40] y últimamente, detectando la desaparición de un folículo preovulatorio (>12mm) a través de la ecografía de ultrasonido [24, 29]. A nivel de campo, la práctica más común continúa siendo la palpación rectal de los ovarios, la cual permite determinar el crecimiento y el colapso del folículo maduro [3, 4, 9, 13, 19, 22, 25, 26, 32, 34, 35, 37, 42]. La duración del periodo estrual y su relación con el momento de ovulación ha sido usualmente reportada en razas de leche y carne en ambientes templados [13], no así en animales mestizos en el medio tropical [7]. Sin embargo, parece estar influida por una serie de factores tales como la época y clima, tipo racial, sistemas de producción y de alimentación, métodos y frecuencias de detección del celo e incluso por factores estresantes [7, 8, 13, 16, 17, 18, 35, 37, 41]. Este trabajo tiene como objetivo determinar el momento de ovulación en relación con el inicio y fin del celo en vacas y novillas mestizas en un ambiente tropical, en relación con el tipo racial y la época del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en una finca comercial, ubicada en una zona de bosque seco tropical, en la Cuenca del Lago de Maracaibo (10°15' LN, 72°25' LO); que presenta una temperatura media variable entre 28 y 32°C y una precipitación bimodal anual de 1200 mm. Los animales pastoreaban en potreros de pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq), pasto brachiaria (*B. humidicola* y *B. brizanta*) y survenola (*Digitaria xumfolozi*) y utilizaban hasta 6 kg de un suplemento comercial con 17% de PB en las vacas de mayor producción de leche, especialmente durante las épocas secas, cuando se complementaban con heno y con una mezcla de melaza-urea. El ordeño se realizaba dos veces al día, apoyando con la presencia y amamantamiento de la cría. El celo fue detectado cada 4 horas (h), con la ayuda de toros vasectomizados provistos de un arnés marcador (chin-ball). Se precisó como inicio del celo, el momento en el cual la hembra buscaba al macho y aceptaba quieta la monta [7, 13]; el final del celo fue determinado por la falta de interés de la hembra y la no aceptación de la monta. A partir de 6-10 h del inicio del celo observado en horas diurnas (6 a.m.-8 p.m.) se procedía a la palpación rectal de ambos ovarios, realizada por un sólo operador con experiencia, para

identificar el folículo dominante preovulatorio, su tamaño, características y ubicación. Los exámenes se repitieron cada 4 h hasta detectar el colapso y desaparición de folículo como indicativo real del momento de ovulación, efectuándose entre 2 y 5 observaciones por animal (media 3.6). Se procedió en forma suave, rápida y precisa, evitando cualquier presión o manipulación para no alterar la cronología del evento fisiológico. En caso necesario, el momento de ovulación se estimó como la hora intermedia entre la última observación del folículo preovulatorio y su desaparición. Los animales no fueron servidos durante el celo observado, estimándose la duración del ciclo estrual como el lapso entre ese celo y el siguiente celo detectado, espaciados entre 18 y 25 días (d); animales con ciclos fuera de esos rangos fueron excluidos del ensayo. La fertilidad por inseminación al segundo celo fue de 56.8%. Se analizó el momento de ovulación en 88 animales mestizos con una proporción genética entre 1/4 y 3/4 *Bos taurus* x *Bos indicus*, variando el predominio racial entre Holstein (n=26), Pardo Suizo (n=18), Brahman (n=27) y mosaico indefinido (n=17). Las observaciones se realizaron en 28 novillas puberales, con edad y peso medios de 27.8 ± 2 meses y 318 ± 15 kg y en 60 vacas, entre 80 y 170 d posparto (media 115.6 ± 28 d), con puerperio aparentemente normal y reinicio confirmado de la actividad ovárica; las vacas eran primíparas (n=22) de 38.6 ± 2.4 meses y 388 ± 26 kg o con 2 ó más partos (4.4 ± 3.1 partos) y peso medio de 480 ± 61 kg. Todos los animales se agruparon en tres épocas a lo largo de un año: lluviosa (n=37), entre Septiembre-Diciembre, seca (n=28) entre Enero-Abril e intermedia (n=280) entre Mayo-Agosto. Las diferencias entre tratamientos fueron analizadas mediante la prueba "t" de Student.

RESULTADOS

El periodo estrual en los grupos raciales estudiados, tuvo una duración media de 13.8 ± 4.6 h con un rango entre 8 y 19 h, sin diferencias significativas en relación con el mestizaje predominante, aunque fue algo menor en los mestizos indefinidos, 12.8 h y Brahman, 13.4 h que en los mestizos *Bos taurus*, especialmente Holstein, 15.3 ± 4.8 h. Tampoco se observaron diferencias atribuibles a la paridad y a la época de parto, a pesar que la duración del periodo estrual fue menor en las novillas que en las vacas adultas (11.5 y 15.4 h) y durante las épocas intermedia y seca 12.6 y 12.8 h comparadas con los periodos en la época de lluvias, 16.0 ± 5.8 h (P>0.05).

A partir del inicio del celo, la ovulación determinada por palpación rectal se produjo a las 28.2 ± 5.8 h, con un amplio rango entre 22 y 36 h y sin diferencias significativas entre el predominio racial de los mestizos, TABLA I. Fue ligeramente más temprana en los mestizos indefinidos (26.3 h) o Brahman (25.4 h) que en los *Bos taurus*, Holstein (31.2 h) o Pardo Suizo (30 h). La paridad no influyó la ovulación; aunque fue ligeramente más tardía en las vacas adultas que en las novillas, presentando las primíparas valores intermedios del momento de ovulación después del inicio del celo, aunque sin variación sig-

TABLA I
MOMENTO DE OVULACIÓN EN RELACIÓN CON EL PREDOMINIO RACIAL EN VACAS MESTIZAS DE DOBLE PROPÓSITO

Predominio Racial	Nº Obs.	Período Estrual (h)	Momento Ovulación (h después)	
			Inicio Celos	Fin Celos
Holstein	26	15.3 ± 4.8	31.2 ± 6.6	16.0 ± 5.1
P. Suizo	18	13.8 ± 4.2	30.0 ± 4.8	16.2 ± 3.5
Brahman	27	13.4 ± 3.6	25.4 ± 5.1	12.1 ± 4.4
M. Indefinido	17	12.8 ± 5.0	26.3 ± 5.9	13.6 ± 3.2
Promedios	88	13.8 ± 4.6	28.2 ± 5.8	14.4 ± 3.3
Rango (n)		8-19	22-36	8-19

TABLA II
MOMENTO DE OVULACIÓN EN NOVILLAS Y VACAS MESTIZAS DE DOBLE PROPÓSITO EN EL MEDIO TROPICAL

Animales	Nº Obs.	Período Estrual (h)	Momento Ovulación (h después)	
			Inicio Celos	Fin Celos
Novillas	28	11.5 ± 3.9	24.3 ± 5.2	12.7 ± 2.6
Primíparas	22	14.0 ± 4.2	28.2 ± 6.3	14.3 ± 3.0
Adultas	38	15.4 ± 5.8	31.1 ± 7.0	15.8 ± 3.8

TABLA III
EFFECTO DE LA ÉPOCA DEL AÑO SOBRE EL MOMENTO DE OVULACIÓN EN VACAS MESTIZAS DE DOBLE PROPÓSITO

Época	Nº Obs.	Período Estrual (h)	Momento Ovulación (h después)	
			Inicio Celos	Fin Celos
Lluviosa	32	16.0 ± 5.8	26.5 ± 5.2	10.5 ± 2.0 ^a
Intermedia	28	12.6 ± 5.0	28.2 ± 4.6	15.6 ± 3.0 ^{ab}
Seca	28	12.8 ± 4.2	30.3 ± 6.6	17.5 ± 3.6 ^b

^{a-b}P < 0.05.

nificativa: 31.1 ± 7.0, 24.3 ± 5.2 y 28.2 ± 6.3 h en adultas, novillas y vacas primíparas respectivamente, TABLA II. La época no afectó significativamente el momento de ovulación, que se observó 26.5, 28.2 y 30.3 h después de iniciado el celo durante las épocas de lluvias, intermedia y seca respectivamente, TABLA III.

En todos los casos estudiados, la ovulación ocurrió entre 8 y 19 h después de terminado el celo, con una media de 14.4 ± 3.3 h, aunque sin diferencias significativas entre los tipos raciales, paridad y época del año, lo cual puede atribuirse, en parte, al escaso número de muestras evaluadas para cada grupo (P > 0.05); no obstante, la baja desviación estándar señala una reducida variabilidad entre los distintos grupos estudiados. Después del fin del celo, el momento de ovulación ocurrió ligeramente más temprano en las mestizas Brahman e indefinidas (12.1 y 13.6 h) que en las mestizas *Bos taurus*, con predominio Holstein y Pardo Suizo (16.0 y 16.2 h después del fin del celo), TABLA I. La ovulación se presentó algo más tardía en las vacas adultas y primíparas que en las novillas: 15.8, 14.3 y 12.7 h respectivamente, TABLA II. Tampoco se observó ningún efecto de la época del año, aunque la ovulación fue más prematura durante la época lluviosa (10.5 ± 2 h) que du-

rante las épocas seca e intermedia (17.5 y 15.6 ± 3.6 h después de terminado el celo), TABLA III.

DISCUSIÓN

La duración media y rango de la duración del celo fue muy similar a la reportada previamente en vacas en el medio tropical [4, 13, 16, 23, 26, 27, 28, 35, 37, 38], sub-tropical [20, 25, 32, 42] y en vacas mestizas [7, 14]. Los datos son bastante precisos y poco variables en las mestizas, a pesar que se ha señalado que el intervalo entre el inicio del celo y la ovulación es muy irregular y no puede utilizarse con certeza para predecir el momento de ovulación [2].

El momento de ovulación hallado para las vacas mestizas en este trabajo fue de 28.2 ± 2 h (22-36 h) después del inicio del celo y coincide con el reportado previamente para novillas de leche [33, 42], cebuinas [26, 27] y mestizas (14) en ambiente tropical o para razas europeas *Bos taurus* bajo climas templados, en las cuales varía entre 18-24 h [15], 24-48 h [4, 6, 8, 16, 21] ó 30-65 h [42]; las medias reportadas para el momento de ovulación en *Bos taurus* fluctúan entre 18.9 ± 2.2 h

[27], 25.5 ± 2 h [34], 26.6 ± 1.5 h [29] y 29.9 ± 0.1 h [42]. En vacas tropicales, se han indicado valores medios entre 26.6-30.3 h [41], 27-36 h, 30.5-35.5 h y 25-30 h en Costa Rica [37], México [1] y en novillas Brahman en Venezuela [23] y Florida [25] respectivamente. En vacas Cebú adultas del Africa Central, Africa del Este, México y en Brahman americano, las medias del momento de ovulación fueron 31.5 ± 1.4 h [26], 25.8 ± 5.2 h [19], 25.4 ± 5.9 h [16] y 25.6 ± 0.9 h [25] después del inicio del celo, similar a 29.9 ± 6.0 y 25.0 ± 3.5 h señalados en las razas Gyr y Nellore respectivamente [38].

Los resultados promedios entre el fin del celo y ovulación para hembras mestizas coinciden con los reportados en razas europeas en climas templados que varían entre 10-12, 10-15 ó 10-18 h después de terminado el celo [8, 9, 10, 11, 21, 22]. En ganado de leche la ovulación sucede entre 2-26 h [3], 11-13 h [18, 34, 42] ó entre 9.1-16.5 h [40], 9.83 [37] y 9.6-18.9 h [25] en vacas tropicales en México, Costa Rica y novillas Brahman en Florida respectivamente. Similarmente, se han señalado variaciones entre 10.7 y 14.5 h en vacas, 10.2 y 11.5 h en novillas [3, 22, 34] con medias de 12.3, 11.8 y 10.1h para novillas Holstein, Charolais y sus cruces respectivamente [32] y de 13.1h en ganado Pardo Suizo en la Sierra alta del Perú [17]. Estos trabajos confirman un lapso más corto entre el fin del celo y la ovulación en las novillas que en las vacas adultas, 10.8 y 12.9 h respectivamente [9], aunque no se observan diferencias significativas en el momento de ovulación en relación con la paridad [29]. Los intervalos entre inicio y fin del celo con el momento de ovulación aparecen bastantes regulares y altamente correlacionados ($P < 0.001$) con la duración del celo, tal como se ha señalado para cebuinos [21, 31].

Los hallazgos en animales mestizos utilizando la palpación rectal, coinciden con los obtenidos mediante ultrasonografía, método mediante el cual es posible detectar el lugar de ovulación 3 días antes de la formación del cuerpo lúteo [24]. Reportes en un ambiente sub-tropical, no detectaron diferencias entre la palpación rectal y la laparoscopia repetida cada 3 h, señalándose que la ovulación ocurre entre 28.8 ± 2.0 , 28.6 ± 0.9 y 30.3 ± 1.4 h después del inicio del celo (rango 28-36h) para novillas Holstein, Charolais y F₁ [33], similar a lo hallado en Holstein cubano [24]. En mestizas Friesian x Cebú, la observación ovárica por laparoscopia 4, 8, 12 y 16h después del celo, mostró una frecuencia de ovulación de 18.2, 45.5, 90.9 y 100% respectivamente [14]. Al igual que la laparoscopia [18, 30], la palpación suele considerarse un método estresante, que pudiera alterar y atrasar la cronología de la ovulación espontánea; no obstante, como en el presente caso, se ha demostrado que la palpación repetida no parece causar alteración alguna [40], lo que tampoco parece suceder con la ecografía de ultrasonido [24, 29].

La predicción del momento de ovulación ha demostrado ser importante para los estudios de fertilización, recuperación de ovocitos y de transferencia de embriones, al permitir deducir el momento de entrada del óvulo fertilizado en el oviducto [13]. Incluso, cuando se requiere mantener el potencial de los

ovocitos inmaduros colectados durante las últimas horas de maduración folicular, es posible predecir el momento de ovulación mediante la determinación rápida de LH utilizando RIA [2] en muestras tomadas con breves intervalos en relación con el inicio del celo [12, 28, 31, 39, 43], aunque siempre corroborada por una subsecuente palpación o examen ecográfico [13]. El momento de ovulación determinado por palpación rectal en novillas mestizas se ajusta a lo reportado en relación con la descarga de LH, la cual se considera el hecho fisiológico más predictivo del momento de ovulación bovina [2, 5, 29, 31, 33].

Este método rápido permite detectar que la ovulación bovina, ocurre 27 y 17 h después del inicio y fin de la descarga de LH [2] ó 24 y 32 h después del inicio de la descarga preovulatoria de LH (10-65 ng/ml) [12, 31, 33], no observándose diferencias entre los tipos raciales en la relación LH/ovulación. Durante las primeras 8 h después inicio del celo (6.4 ± 3.0 h en novillas Holstein) se observa una descarga de LH [12, 31, 33, 42] que dura entre 7.4 ± 2.6 h [31] y 13.7 ± 3.6 h [42], suficiente para producir la ovulación del folículo dominante (16-18mm). La ovulación ocurre en cualquier momento del día, aunque con mayor frecuencia entre 8 a.m. y 8 p.m. [7, 31] aunque en Cebú se presenta una similar frecuencia del pico de LH (62,5%) tanto en horas diurnas [19] como nocturnas [25]. En novillas Holstein, el pico preovulatorio de LH ocurre entre 3 h [33] y 4.7 ± 1.3 h [42] después del inicio del celo, mientras que la ovulación se sucede 32.0 ± 6 h después del pico de LH [33] ó 29.9 ± 0.1 h después del inicio del celo [42]. Estas cifras fueron de 5 y 26.5h después del pico de LH e inicio del celo en las novillas cebuinas de la raza Ongole [28].

La similitud de los resultados obtenidos en animales mestizos del medio tropical, comparados con vacas de leche y carne en el medio templado o aun sub-tropical [6], permite concluir que no existen efectos deprimentes o inhibitorios del medio ambiente sobre el momento de ovulación en los animales mestizos estudiados; a similar conclusión se llegó, luego de someter vacas Holstein a un incremento de 0.5-1.5°C en la temperatura rectal en relación con el servicio [36], simulando lo que sucede en clima cálido con vacas lactantes y no lactantes [41]. No obstante, en vacas que sufrieron pérdidas embrionarias, se ha observado que 48.2% de las ovulaciones se atrasan hasta 18 h después de IA, comparadas con 6.5% en las vacas que resultaron preñadas y en las vacías [36]. En este estudio no fue posible distinguir algún efecto de la cópula estéril de los machos vasectomizados usados en la detección de los celos, aunque su presencia se ha sugerido que acelera la ovulación y acorta significativamente el lapso con el fin del celo en novillas lecheras [18]. En conclusión, estos resultados sobre el momento de ovulación en vacas y novillas mestizas tropicales no difieren de los reportados en razas *Bos taurus*, *Bos indicus* y sus cruces en distintos ambientes. Este conocimiento permitirá mejorar la eficiencia de los servicios, al favorecer una mayor exactitud en el momento de inseminación, desde que el inicio y fin del celo parecen ser predictores confiables del momento de ovulación.

AGRADECIMIENTO

Se reconoce el apoyo y la colaboración del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía y del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de La Universidad del Zulia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANTA, E.; RIVERA, J.A.; GALINA, C.; PORRAS, A.; ZARCO, L. Análisis de la información publicada en México sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos. II Parámetros reproductivos. **Vet. Méx.** 20: 1-16. 1989.
- [2] BERNARD, C.; VALET, J.P.; BELAND, R.; LAMBERT, R.D.; BELANGER, A. Prediction of bovine ovulation by a rapid plasma LH radioimmunoassay. **Theriogenology** 19: 113. 1983.
- [3] BREWSTER, J.E.; COLE, C.L. The time of ovulation in cattle. **J. Dairy Sci.** 24: 111-114. 1941.
- [4] CASTRO, A.; GÓMEZ, R. Duración del ciclo estral, del estro y momento de ovulación en ganado lechero en climas cálidos de Colombia. **Rev. Inst. Colomb. Agrop.** 14: 171-176. 1979.
- [5] CHRISTENSON, R.K.; ECHTERNKAMP, S.E.; LASTER, D.B. Oestrus, LH, ovulation and fertility in beef heifers. **J. Reprod. Fert.** 43: 543-546. 1975.
- [6] GERSIMOVA, A.A. Duration of heat and time of ovulation in the cow. (Tit. trad.) Probl. Zivotn. 12:126-129.1938. **Anim. Breed. Abstr.** 8: 32, 1940.
- [7] GONZÁLEZ-STAGNARO, C. Fisiología reproductiva en vacas mestizas de doble propósito. En: **Ganadería Mestiza de Doble Propósito**. 1era ed. C. González-Stagnaro ed. Publ AstroData SA, Maracaibo, Venezuela. Cap.VIII: 153-187. 1992.
- [8] HAFEZ, E.S.E. **Reproduction in Farm Animals**. 6th edit. Lea & Febiger, Philadelphia, USA. 573 pp. 1993.
- [9] HALL, J.G.; BRANTON, C.; STONE, E.J. Estrus, estrous cycles, ovulation time, time of service, and fertility of dairy cattle in Louisiana. **J. Dairy Sci.** 42: 1086-1094. 1959.
- [10] HAMILTON, W.J.; LAING, J.A. Development of the egg of the cow up to the stage of blastocyst formation. **J. Anat.** 80: 194-204. 1946.
- [11] HAMMOND, J. **Farm Animals**. London, UK. 1era. ed. Arnold Press.116 pp. 1952.
- [12] HENRICKS, D.M.; DICKEY, J.F.; NISWENDER, G.D. Serum luteinizing hormone and plasma progesterone levels during the estrous cycle and early pregnancy in cows. **Biol. Reprod.** 2: 346-351. 1970.
- [13] HUNTER, R.H.F. Time of ovulation in Indigenous breeds of cattle in the Tropics. Experimental methodology for its detection. **Anim. Breed. Abst.** 54: 533-538. 1986.
- [14] JAUME, C.M.; LEAL, J.A.; DERESZ, F.; BRUSCHI, J.H.; CARVALHO, M.R. de; VILAS NOVAS, J.C.; MEGALE, F. Duration of oestrus and time of ovulation in crossbred Friesian x Zebu heifers with or without synchronization of oestrus. **Proc. 9th intern. Cong. Anim. Reprod. & Artif. Insem. Symposia III**: paper 37: 1-3. 1980
- [15] KIRILLOV, V.S. Novye principy organizacii i tehniki slucki. **Korov Problemy Zhivotnovod.** 3: 34-42. 1938.
- [16] LAMOTHE-ZAVALETA, C.; FREDRIKSSON, G.; KINDAHL, H. Reproductive performance of Zebu cattle in México. I. Sexual behavior and seasonal influence on estrous cyclicity. **Theriogenology** 36: 887-896. 1991.
- [17] LEYVA, V; NOVOA, C. Ciclo estral, duración del celo y tiempo de ovulación en bovinos de altura. **Proc V Reunión Latinoam. Prod. Animal.** Maracay, Venezuela. G-63: 56. 1975.
- [18] MARION, G.B.; SMITH, V.R.; WILEY, T.E.; BARRETT, G.R. The effect of sterile copulation on time of ovulation in dairy heifers. **J. Dairy Sci.** 33: 885-889. 1950.
- [19] MATTONI, M.; MUKASA-MUGERWA, G.; CECCHINI, G.; SOVANI, S. The reproductive performance of East African (*Bos indicus*) zebu cattle in Ethiopia. 1. Estrous cycle length, duration, behaviour and ovulation time. **Theriogenology** 30: 961-971. 1988.
- [20] MORALES, J.R.; PEDROSO, R.; SOLANO, R.; DE ARMAS, R. Effects of a subtropical climate on the fertility of dairy cattle in Cuba. **Rev. Cubana Reprod. Animal.** 10: 29-41.1984.
- [21] NALBANDOV, A.; CASIDA, L.E. Ovulation and its relation to estrus in cows. **J. Anim. Sci.** 1: 189-198. 1942.
- [22] OLDS, D. The timing of insemination in cattle. In: **Invitational Dairy Cattle Reproductive Workshop**. Louisville, Kentucky, USA. (April 13-15): 53-61. 1982.
- [23] ORTA, C.; LINARES, T.; DÍAZ, T.; QUINTERO, E.; TROCÓNIZ, J. Momento de ovulación determinado por endoscopia en novillas Brahman. **Proc. 10th Inter. Cong. Anim. Reprod. Artif. Insem. III**: 339. 1984.
- [24] PIERSON, R.A.; GINTHER, O.J. Ultrasonography of the bovine ovary. **Theriogenology** 21: 495-504. 1984.
- [25] PLASSE, D.A.; WARNICK, A.C.; KOGER, M. Reproductive behaviour of *Bos indicus* females in a subtropical environment. IV. Length of estrus cycle, duration of estrus, time of ovulation, fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. **J. Anim. Sci.** 30: 63-72.1970.

- [26] RAHKA, A.M.; IGBOELLI, G.; DALE, H. The oestrous cycle of Zebu and Sanga breeds of cattle in Central Africa. **J. Reprod. Fert.** 23: 411-414. 1970.
- [27] RAJAMAHENDRAN, R.; TAYLOR, C. Characterization of ovarian activity in postpartum dairy cows using ultrasound imaging and progesterone profiles. **Anim. Reprod. Sci.** 22: 171-180.
- [28] RANDEL, R.D. Reproductive endocrinology of Brahman cattle. In: **Reproduction des ruminants en zone tropicale**. Ph. Chemineau, D. Gauthier, J. Thimonier edits. Publ. Les Colloques de l'INRA 20: 159-188. 1984.
- [29] RAO, K.B.; RAO, P.N.; RAO, K.S.; REDDY, K.K.; RAO, N.J. Serum luteinizing hormone levels in normally and abnormally cycling Ongole heifers. **Indian Vet. J.** 56: 189-198. 1979.
- [30] ROCHE, J.F.; IRELAND, J.; MAWHINNEY, S. Control and induction of ovulation in cattle. **J. Reprod. Fert.** 30 (Suppl 1):211-222.1981.
- [31] SCHAMS, D.; SCHALLENBERGER, E.; HOFFMANN, B.; KARG, H. The oestrous cycle of the cow: hormonal parameters and time of relations concerning oestrus, ovulation, and electrical resistance of the vaginal mucus. **Acta Endocrinológica** 86: 180-187. 1977.
- [32] SOLANO, R.; CARAL, J.; MARTÍNEZ, G.; TARRERO, R. Distribución, duración y detección del estro en el ganado bovino. Momento de ovulación. **Rev. Cubana Reprod. Animal.** 8: 69-82. 1982.
- [33] SWANSON, L.V.; HAFS, H.D. LH and prolactin in blood serum from oestrus to ovulation in Holstein heifers. **J. Anim. Sci.** 33: 1038-1041. 1971.
- [34] TRIMBERGER, G.W. Breeding efficiency in dairy cattle from artificial insemination at various intervals before and after ovulation. **Nebraska Agr. Exp. Sta. Res. Bull.** 153 pp. 1948.
- [35] VACA, L.A.; GALINA, C.S.; FERNÁNDEZ-BACA, S.; ESCOBAR, F.J.; RAMÍREZ, B. Oestrous cycles, oestrus and ovulation of the Zebu in the Mexican tropics. **Vet. Rec.** 117: 434-437. 1985.
- [36] VAZ, V.M.J. Reproductive response of dairy cows to increased body temperature at the time of insemination. **Diss. Abst. Intern. B.** 38: 5220. 1978.
- [37] VILLACORTA, V de V, E. Ciclo estrual, duración del calor y tiempo de ovulación de bovinos en el trópico. **Vet & Zoot.** 12: 4-6. 1960.
- [38] WARNICK, A.C.; DUARTE, P.M. Duration of oestrus, time of ovulation and fertility in Zebu heifers in Brazil. **J. Anim. Sci.** 49: 346-353. 1979.
- [39] WERNER, G.M.; CASIDA, L.E.; RUPEL, I.W. Estrus, ovulation, and artificial insemination in cattle. **Amer. J. Anim. Prod. Proc.** 31: 54-57. 1938.
- [40] WISHART, D.R. Observations on the oestrous cycle of the Friesian heifers. **Vet. Rec.** 90: 395-398. 1975.
- [41] WOLFF, L.K.; MONTY, D.E. Physiologic response to intense summer heat and its effect on the estrous cycle of non lactating and lactating Holstein-Friesian cows in Arizona. **Amer. J. Vet. Res.** 35: 187-192. 1974
- [42] ZARCO HERNÁNDEZ, L.; HERNÁNDEZ CERRÓN, J. Momento de ovulación y efecto del intervalo entre el inicio del estro y la inseminación artificial sobre el porcentaje de concepción de vaquillas Holstein. **Vet. Méx.** 27: 279-283.1996.
- [43] ZUPP, B.A. The cyclic secretory phenomena of oestrus in the cow. **Vet. Prac. Bull. Iowa State Coll.** 8: 123-152. 1926.