

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL GANADO BOVINO LECHERO EN CLIMA TROPICAL. 7. NIVELES PREOVULATORIOS DE HORMONA LUTEINIZANTE EN TRES GENOTIPOS DURANTE DOS EPOCAS DEL AÑO.

JOSE JUAN HERNANDEZ LEDEZMA ¹

HERIBERTO ROMAN PONCE ²

EDUARDO KOPPEL RIZO ²

FCO. JAVIER PADILLA RAMIREZ ²

JESUS PEREZ SALDAÑA ²

HECTOR CASTILLO ROJAS ²

RESUMEN

Este experimento se llevó a cabo para comparar los niveles preovulatorios de la hormona luteinizante (HL) en vacas lactantes de las razas Holstein (H), Cebú (C) y Holstein x Cebú F1 (HC) durante la época cálida (EC) y la época fría (EF) en clima tropical. Se determinó el inicio del estro al momento de registrarse el valor más alto (píco) de HL. Se utilizaron 9, 8 y 7 vacas H, C y HC respectivamente en EF (enero a marzo) y en EC (agosto a octubre) 7, 5 y 6 vacas H, C y HC respectivamente. Se sincronizó el estro en todas las vacas, y al décimo octavo día del ciclo estral se inició el muestreo de sangre periférica (20 ml) a intervalos de cuatro horas. Enseguida se observaban las vacas para

detectar signos de estro. El muestreo se suspendió hasta 24 horas después de detectado el celo. Se utilizó el método de radio-inmunoanálisis con doble anticuerpo para cuantificar los valores de HL. Los valores de HL fueron estandarizados de acuerdo al pico de HL, el cual fue designado como hora 0. Para el análisis estadístico se utilizaron los datos comprendidos entre la hora -20 y la hora +20, es decir 20 horas antes y 20 después de la hora 0. Se analizó el efecto de raza, época y la interacción respectiva sobre los niveles de HL. El ajuste de vaca dentro de raza x época se utilizó como error para detectar diferencias y el efecto de hora de muestreo se analizó como variable continua. El intervalo (horas) del inicio del estro al pico de HL se analizó por el método de regresión por cuadrados mínimos (el mismo método utilizado para analizar los niveles de HL). Se utilizaron las variables raza, época y raza x época en el modelo estadístico. Los niveles de HL no fueron diferentes entre razas, épocas y tampoco se

* Financiado parcialmente por CONACyT (Proyecto PCAFBNA-001407).

¹ Department of Animal Sciences. Washington State University. Pullman Wa. 99164, U.S.A.

² Coordinación Regional del Golfo. INIP-SARH, Apdo. Postal 1224, Veracruz, Ver., C.P. 91700, Méx.

Téc. Pec. Méx. 50 (1986)

detectó interacción de ambas variables. Únicamente la hora de muestreo tuvo un efecto cúbico sobre el perfil de HL, el cual alcanzó su valor más alto al inicio del estro. Los valores de HL para las vacas H, C y HC fueron 10.4 ± 1.6 , 8.7 ± 1.6 y 7.5 ± 1.3 ng/ml respectivamente; en EF y EC fueron 9.3 ± 1.5 y 8.5 ± 1.7 respectivamente. El pico de HL fue de 60.0 ± 25.0 , 43.2 ± 21.0 y 39.0 ± 19.0 ng/ml para las vacas H, HC y C respectivamente. En EF el valor máximo de HL fue 55.0 ± 21.0 y en EC fue 42.5 ± 25.0 ng/ml respectivamente. Aunque la diferencia en favor de las vacas H fue entre 17 y 21 ng/ml sobre las C y HC, y de 13 ng/ml de la EF sobre la EC no se detectaron diferencias debido probablemente a la variabilidad existente. El intervalo entre el inicio del estro y el pico de HL fue en general de 3.1 ± 1.8 horas. Tampoco se detectaron diferencias raciales o estacionales para este parámetro, no hubo efecto de época o de genotipo sobre los niveles de HL o sobre el intervalo entre el inicio del estro y el pico de HL.

INTRODUCCION

En las regiones tropicales y subtropicales la eficiencia reproductiva del ganado bovino sufre modificaciones cíclicas que en general se asocian con los cambios climáticos. Distintos estudios han demostrado que el comportamiento reproductivo está asociado negativamente con la temperatura ambiente, humedad relativa y radiaciones solares (Román, 1977; Hernández, Román y González, 1984; Badinga et al., 1985) y con el índice de temperatura y humedad (Hernández, Román y González, 1984; Ingram, 1973; Johnson, 1980).

Se cree que la forma en que la temperatura elevada disminuye la efi-

ciencia reproductiva es a través de una acción térmica directa sobre el micro-ambiente uterino y el embrión, o en forma indirecta alterando los niveles y proporciones de las hormonas más directamente asociadas con los procesos reproductivos (Romçan, Thatcher y Wilcox, 1981; Fuquay, 1981). Es posible que la hormona luteinizante (HL) es la que acusa más drásticamente los efectos de la tensión térmica (TT) (Madan y Johnson, 1971). Estudios previos indican que la HL no muestra diferencias significativas durante el ciclo estral debido a factores térmicos estacionales (Wolff, Monty y Foote, 1977; Hernández et al., 1984). Quizá la acción más importante de esta hormona se limite a los niveles tan elevados que alcanza previos a la ovulación (Hansel y Convey, 1983) aunque no debe olvidarse que durante el resto del ciclo estral es también un factor de importancia en el desarrollo folicular (Richards, 1980).

Por otro lado, se han encontrado diferencias endócrinas entre vacas **Bos taurus** y **Bos indicus** que se han asociado con las diferencias de fertilidad observadas entre ambos grupos genéticos (Rhodes, Randel y Long, 1982; Randel, 1983). Otros autores han publicado evidencias contradictorias e indican que no existen diferencias en las concentraciones sanguíneas de hormonas reproductivas entre genotipos (Hernández et al., 1984).

En el trópico mexicano el ganado predominante es el Cebú y sus cruza con animales **Bos taurus**, dentro de ellos el Suizo Pardo es el más popular, sin embargo existe una demanda creciente por introducir otras razas más productoras de leche como es la Holstein, que es más susceptible a la TT (Hernández, Román y González, 1984). El conocimiento de la fisiología endocrina que regula los procesos reproductivos de este tipo

de ganado en los trópicos actualmente es limitado.

El objetivo de este trabajo es comparar los niveles preovulatorios de HL y el intervalo entre el inicio del estro y el pico de HL, en vacas Holstein (H), Cebú (C) y Holstein x Cebú F1 (HC) en dos épocas del año (cálida y fría) bajo condiciones tropicales.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Pecuario "La Posta" en Paso del Toro, Ver. Las condiciones climáticas bajo las cuales se realizó este trabajo fueron descritas previamente así como los detalles de manejo y alimentación de los animales (Koppel, et al., 1984). Se utilizaron vacas de las razas H, C y HC, 9, 8 y 7 durante la estación fría (EF; enero a marzo) y 7, 5 y 6 durante la estación cálida (EC; agosto a octubre) respectivamente. A partir de los 18 días después de presentado el estro, sincronizado con prostaglandina F2 alfa, se tomaron muestras de sangre de las vacas a intervalos de cuatro horas. El muestreo se suspendió hasta 24 horas después de detectado el celo, que se presentó en promedio a los 21 días después de sincronizarse con prostaglandinas. Paralelamente al muestreo se realizó la detección de calores, también a intervalo de cuatro horas, para determinar el inicio o el fin de ellos. Para colectar la muestra de sangre (20 ml) se utilizaron tubos heparinizados de cristal con vacío. Una vez colectada la muestra, ésta se centrifugó a 5°C para separar el plasma, el cual fue congelado a -20°C hasta realizarse la determinación de HL por el método de radio-inmunoanálisis (RIA). Este método fue previamente validado por Kesler et al., (1977). Se empleó la técnica de doble anticuerpo con 1:125

como marcador radioactivo. Todas las muestras fueron analizadas en duplicado en un solo análisis. La variación encontrada dentro de análisis fue de 8.8%.

Debido a la subjetividad en la determinación del inicio del estro, los valores de HL fueron uniformizados a partir del valor más elevado y así poder construir los perfiles de dicha hormona durante el estro. El valor más elevado se determinó como hora 0. Para el análisis estadístico se utilizaron los datos comprendidos entre la hora -20 y la hora +20, es decir 20 horas antes y 20 horas después de la hora 0. El análisis estadístico de los valores de HL se realizó mediante el método de regresión por cuadrados mínimos, donde las variables fueron: raza, época, raza x época y el ajuste de individuo dentro de raza x época, el cual se utilizó como error para probar diferencias entre las variables fijas. Además, dentro del modelo se introdujo la hora de muestreo como variable continua independiente.

Para definir qué valores se encontraban por encima de los niveles basales de HL, se calculó el promedio y las desviaciones estandard de los muestreos correspondientes a las horas -16, -12, +16 y +20. Los valores basales fueron aquellos comprendidos dentro de tres desviaciones estandard del promedio de los cuatro muestreos.

El intervalo (horas) entre la detección del estro y el pico de HL se analizó al emplear el método de regresión por cuadrados mínimos y en el que las variables fijas fueron: raza, época y la interacción respectiva.

RESULTADOS Y DISCUSION

El modelo estadístico empleado para analizar los niveles de HL se muestra en el Cuadro 1. No se observó ningún

CUADRO 1

Modelo estadístico utilizado para analizar los niveles preovulatorios de hormona luteinizante

Variable	gl	suma de cuadrados
Raza (R)	2	448.7
Epoca (E)	1	20.0
R x E	2	26.9
Vaca (R x E)	25	2111.9
Hora de muestreo (HM)	1	670.0
HM2	2	1336.0*
HM3	3	9071.0*

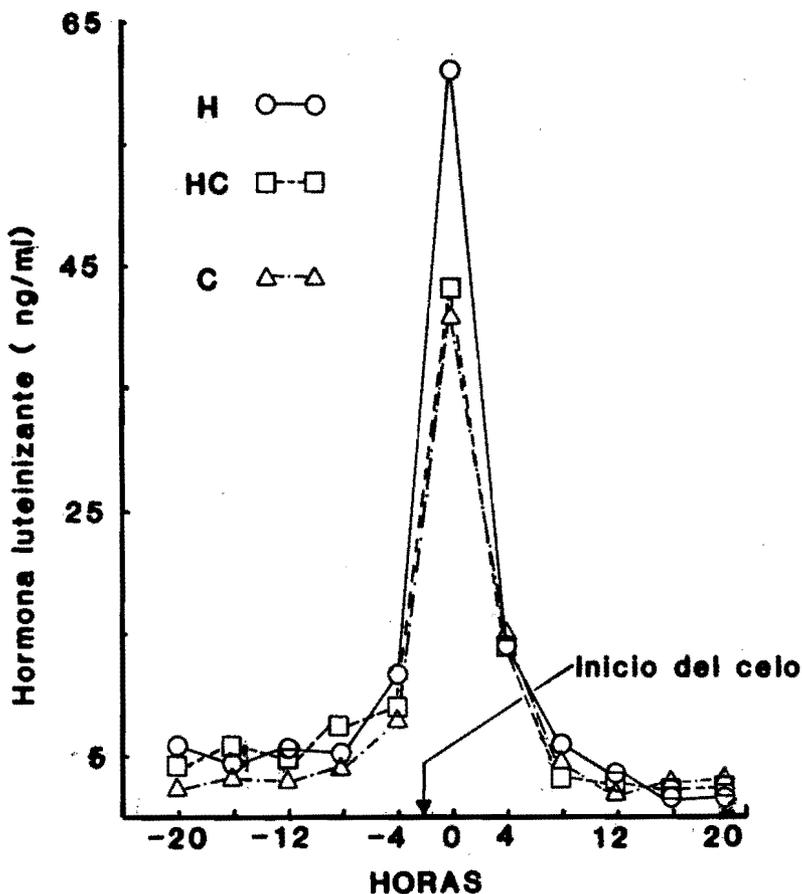
* $P < 0.01$

efecto significativo de raza, época y de la interacción correspondiente. Sin embargo, como era de esperarse, la hora de muestreo tuvo un efecto cúbico sobre la variación de HL durante el período estudiado. Los promedios mínimo cuadráticos de la HL liberada durante el estro, se muestran en el Cuadro 2. Estos valores son semejantes a los encontrados por Gwazdauskas *et al.*, (1981) al evaluar el efecto de temperatura y humedad relativa elevada sobre los niveles preovulatorios de HL.

En la Gráfica 1 se muestran los niveles de HL durante el período de estudio en los tres grupos genéticos estudiados. Los valores más elevados se detectaron alrededor del inicio del estro. Las vacas H tuvieron un pico máximo de 60 ng/ml mientras que las vacas HC y C lo registraron hasta alrededor de los 40 ng/ml. Los valores de HL se mantuvieron dentro de los niveles basales durante cuatro horas antes y ocho horas después del pico que se denominó como hora 0. Permanecieron elevados alrededor de 10 horas. Chenault *et al.*, (1975) indican que en vaquillas H manteni-

das bajo condiciones de clima templado, los valores preovulatorios se mantienen por 10 horas, arriba de los niveles basales de HL. En el presente estudio es posible que el tiempo en que la HL permanece arriba de los niveles basales, sea inclusive menor a las 10 horas, con un sistema de muestreo más intensivo quizá fuera posible detectar alguna reducción en ese intervalo. Por otro lado las concentraciones de HL encontradas en este trabajo están comprendidas dentro de los rangos establecidos por otros investigadores en ganado bovino (Chenault *et al.*, 1985; Snook, Saatman y Hansel, 1971; Swanson y Hafs, 1971; Short *et al.*, 1973; Wolff, Monty and Foote, 1977; Randel, 1976).

Los valores de los errores standard (indicados en las Gráficas 1 y 2) indican que existió una gran variabilidad y posiblemente fue el principal factor que impidió encontrar diferencias entre genotipos. La frecuencia del muestreo, la variación individual y la variación entre laboratorios quizá sean factores adicionales que contribuyeron a lograr estos resultados.



Grafica 1. Niveles preovulatorios de hormona luteinizante en vacas Holstein (H), Cebu(C) y Holstein x Cebu (HC) en clima tropical.(Error estandar de valores basales: $\pm 3.7, \pm 3.5$ y ± 3.9 ; hora 0: $\pm 25, \pm 20$ y ± 22 para H, C y HC respectivamente)

Existen evidencias que muestran diferencias hormonales entre el ganado *Bos indicus* y el *Bos taurus* (Randel, 1976). Rhodes, Randel y Harms, (1978) declararon que las vacas Brahman ovariectomizadas presentan una liberación de HL más tardiamente que las Hereford y las Hereford x Brahman después de una aplicación de estrógenos. Además,

que los niveles basales entre las razas evaluadas son semejantes, pero después de un tratamiento con estradiol 17-beta o con el factor liberador de gonadotropinas (Griffin y Randel, 1978) el pico de HL es significativamente más elevado en las vacas Hereford, intermedio en las Hereford x Cebú y más bajo para las Brahman. En apoyo a estos resultados, Irvin et

CUADRO 2

Promedios mínimo cuadráticos de hormona luteinizante liberada antes y durante el celo

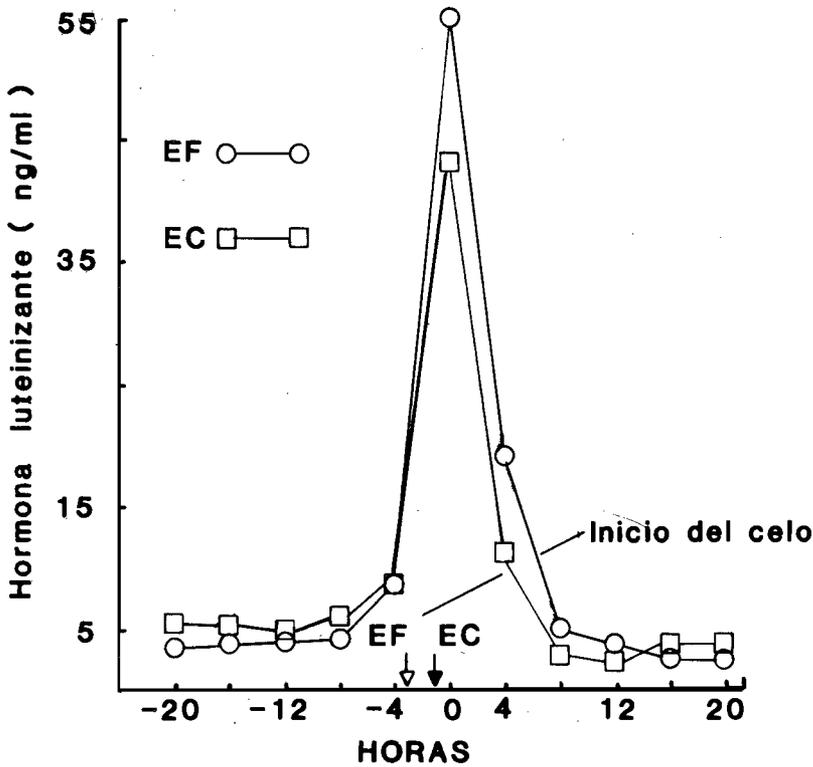
Variable	ng/ml *
Raza:	
Holstein	10.4 ± 1.6
Cebú	8.7 ± 1.6
Holstein x Cebú	7.5 ± 1.3
Epoca:	
Fría	9.3 ± 1.5
Cálida	8.5 ± 1.7

* Promedio ± error estándar

al., (1978) encontraron que el peso total, contenido de progesterona y características histoquímicas de cuerpos lúteos de vacas Hereford, Brahman y Hereford x Brahman difieren significativamente en favor de las vacas con sangre **Bos taurus**. Sin embargo, en un muestreo realizado a nivel de rastro otros investigadores no encontraron diferencias en el peso de los ovarios y cuerpos lúteos de vacas Cebú, **Bos taurus** y sus cruzas respectivas (Vela et al., 1983).

Otros resultados indican que las vacas Brahman presentan signos de estro más cortos y débiles que las Hereford (Rhodes y Randel, 1978) y que la respuesta de HL a inyecciones de estrógenos está condicionada a la dosis administrada. Dosis elevadas de estrógenos causan una elevación tardía de HL y el pico se presenta más tarde en las Brahman (Rhodes, Forrest y Randel, 1980). Como se observa, existen muchas evidencias indicando que hay diferencias entre genotipos. Este concepto no es apoyado por los resultados aquí presentados y otros previamente publicados (Koppel et al., 1984; Hernández et al., 1984). Quizá esta discrepancia se pueda

explicar considerando que nuestro estudio se desarrolló en una zona tropical donde las vacas H y las HC se encontraban sometidas a una tensión térmica (TT) constante, la cual era más aguda por el gasto metabólico elevado para producir leche, mientras que las vacas C se encontraban en el medio ambiente natural para ellas. Por lo tanto, era de esperarse que las H y HC tuviesen niveles preovulatorios de HL reducidos. Existen evidencias de que el estrés térmico induce una reducción en los niveles de HL dependiente de la intensidad y duración del mismo (Madan y Johnson, 1971). Por otro lado los estudios realizados por el grupo de investigadores que compararon las vacas Brahman contra las Hereford y sus cruzas, se llevaron a cabo en la parte septentrional del estado de Texas, con un clima más favorable para las vacas Hereford y menos benigno para las Brahman. Por tanto era de esperarse que los valores preovulatorios de HL fuesen fisiológicamente "más" normales en las Hereford y más bajos en las Brahman. Quizá este aspecto interactuó con el factor genético para arrojar los resul-



Grafica 2. Niveles preovulatorios de hormona luteinizante en vacas Holstein, Cebu y Holstein x Cebu durante la epoca calida (EC) y la epoca Fria (EF) en clima tropical. (Error estandar de valores basales : ± 3.2 y ± 3.7 ; hora 0 : ± 20.3 y ± 26.7 para EF y EC respectivamente).

tados indicados en sus artículos. De ahí que cualquier discusión que involucre diferencias entre razas de ganado bovino debe tomar en cuenta el medio ambiente para el cual se quieran hacer inferencias.

Un estudio llevado a cabo en cámaras climáticas mostró que los valores basales y los preovulatorios de HL en vaquillas H sometidas a TT (33.5°C y 55% humedad relativa) fueron significativamente menores a los de vaquillas bajo condiciones de

termoneutralidad (18.0°C y 55% humedad relativa), pero las diferencias se minimizaron en el ciclo estral subsiguiente (Madan y Johnson, 1971).

Por otro lado, en un estudio posterior, otro grupo de vaquillas H fueron sometidas a dos regimenes de temperatura y humedad en cámaras climáticas (21.3°C y 59% humedad relativa contra 32.0°C y 67% humedad relativa), encontraron que la tensión térmica no modificó los niveles de HL, sin embargo, la duración del estro se redujo en las vaquillas bajo IT (Gwaz-

dauskas et al., 1981). En el presente trabajo cuando los resultados se analizaron de acuerdo a la época, no se detectaron diferencias importantes (Gráfica 2). Sin embargo se observó de manera consistente que el promedio aritmético durante la hora 0 fue en los tres genotipos alrededor de 10 ng/ml más bajo en EC que en EF. El promedio de HL durante la hora 0 fue de 55.0 ± 21.0 ng/ml y 43.0 ± 26.0 ng/ml en EF y EC respectivamente. Generalmente el síndrome de IT se manifiesta con más intensidad en las vacas que tienen una demanda metabólica más elevada (Fuquay, 1981). Las vacas que tienen producciones de leche más elevada presentan mayores temperaturas rectales que las de menor producción (Igono et al., 1985) y consecuentemente son más susceptibles a la TT (Johnson, 1980). En este estudio la temperatura rectal de las vacas C y HC se mantuvo invariable en ambas épocas sin embargo, en las H se incrementó 0.3°C en la EC sobre la EF (Koppel et al., 1984) sin embargo, esa diferencia aunque significativa no fue suficiente para inducir cambios en los niveles de HL en las vacas H durante las dos épocas.

Los niveles de HL fueron más elevados alrededor del estro (Gráfica 1 y 2). El estro se detectó dos y tres horas antes del pico de HL durante la EC y EF respectivamente. Esta diferencia no fue significativa, sin embargo se observa que el estro en EC se presentó más tardíamente en relación al pico de HL, este dato es consistente en una publicación previa emanada de este mismo proyecto en la cual se indica que el estro en EC es dos horas más corto que en EF (Koppel et al., 1984). En la mayoría de los experimentos encaminados a estudiar los efectos de la TT sobre la fertilidad en ganado bovino se ha indicado que el parámetro más afectado y sobre el cual se debe poner más atención

desde el punto de vista de manejo, en donde se utiliza la inseminación artificial, es la expresión clínica del estro ya que la probabilidad de detectarlo oportunamente se reduce así como también la duración del mismo error (Fuquay, 1981; Tucker, 1982; Wolff, Monty y Foote, 1971).

Por su parte, Walton, Veenuizen y King (1985) y Swanson y Hafs (1971) indican que el pico de HL se presenta 5.2 y 3 horas respectivamente después del inicio del estro. Estos valores son semejantes a los encontrados en este estudio (Gráfica 1 y 2).

Se observaron picos preovulatorios de HL en todas las vacas estudiadas con excepción de una. Wolff, Monty y Foote (1977) reportan una incidencia mayor de pico preovulatorios no detectados. Quizá el diferente sistema de muestreo utilizado contribuyó a encontrar esos resultados. Ellos empezaron el muestreo al momento de la detección del celo y como éste ocurre algunas horas antes del pico de HL, bien pudieron empezar a muestrear algunas vacas cuando ya había pasado el pico preovulatorio.

Se ha sugerido que existen diferencias endócrinas entre ganado **Bos indicus** y **Bos taurus** (Randel, 1976; Griffin y Randel, 1978). Los datos aquí presentados no apoyan ese concepto. Posiblemente la interacción medio ambiente x genotipo sea motivo de esa discrepancia. Mientras ellos compararon vacas Hereford y Cebú en un medio ambiente diferente a éste donde comparamos vacas Holstein y Cebú. Por tanto se recomienda tener en cuenta el factor medio ambiente cuando se traten de establecer diferencias entre genotipos.

Por otro lado, se ha reportado que los niveles basales y preovulatorios de HL son bajos en animales bajo condiciones agudas de IT (Madan y Johnson, 1971; Mills et al., 1972). El

presente estudio no apoya tampoco este concepto y concuerda con lo indicado por Gwazdauskas, *et al.*, (1981). Quizá el motivo de esa diferencia sea que en este trabajo las vacas no se sometieron a TT aguda en cámaras climáticas sino que fueron mantenidas bajo condiciones normales bajo el medio ambiente tropical donde se desarrolló el estudio. Además fueron animales que nacieron en ese ambiente, y por lo tanto tuvieron suficiente tiempo para aclimatarse.

La reducción de fertilidad observada durante la época cálida (Hernández, Román y González, 1984; Badinga *et al.*, 1983) es más probable que se deba a la inhabilidad de las vacas para mantenerse dentro de los rangos normales de temperatura corporal (Koppel *et al.*, 1984) debido a la tasa interna de producción de calor asociada con la lactación (Igono *et al.*, 1985) ya que las vacas con mayor producción láctea tienen menor fertilidad en los trópicos (Hernández, Román y González, 1984).

Por último, una de las formas para disminuir la variabilidad encontrada en este estudio quizá sea la de hacer muestreos más intensivos (a intervalos de una o dos horas). Como las variables año o estación son irreplicables se recomienda repetir el estudio al menos dos veces en cada época.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Allen H. Graverick las facilidades proporcionadas para hacer la cuantificación de LH en el Laboratorio de Fisiología Endócrina del Depto. de Mejoramiento de Ganado Lechero en la Universidad de Missouri-Columbia. Asimismo se agradece la amena colaboración de Georgia Morehouse para analizar parte de las muestras. Por otro lado, Régulo Morales y Odilón Reyes hicie-

ron más fácil y menos cansado los largos periodos de muestreo intensivo con su eficiente colaboración y alto sentido de responsabilidad.

SUMMARY

This experiment was conducted to evaluate the effect of breed: Holstein (H), Zebú (Z) F1 (HZ) cows and season: warm (WS: august to october) and cold (CS; january to march) over the preovulatory luteinizing hormone (LH) peak and the interval onset of estrous to LH peak. There were 9, 8 and 7 H, Z, and HZ cows during CS and 7, 5 and 6 H, Z and HZ during the WS respectively. On the eighteenth day of the estrous cycle, observations to detect the onset of estrous and bleeding schedule were initiated and continued at four hours intervals. Blood samples (20 ml) were taken until 24 hours after the onset of estrus. LH levels were quantified by RIA. Overall LH values were 10.4 ± 1.6 , 8.7 ± 1.6 and 7.5 ± 1.3 ng/ml for H, Z, and HZ cows, and 9.3 ± 1.5 and 8.5 ± 1.7 ng/ml during CS and WS respectively. No differences were detected among breeds nor between seasons. The preovulatory peak values were 60.0 ± 25.0 , 43.2 ± 21.0 and 39.0 ± 19.0 ng/ml for H, HZ and Z cows. During the CS and WS preovulatory LH peak values were 55.2 ± 21.0 and 43.0 ± 26.0 respectively ($P > .10$). However regression analysis showed a consistent trend of LH to be lower in 2 cows than in H and HZ cows in WS than in CS respectively.

LITERATURA CITADA

BADINGA, L., COLLIER, R. J., TATCHER, W.W. and WILCOX, C.J., 1985, Effects of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in sub-tropical environment, *J. Dairy Sci.*, 68:79.

CHENAULT, J.R., TATCHER, W.W., KALRA, P.S., ABRAMS, R.M. and WILCOX, C.J., 1975,

Transitory changes in plasma progesterins, estradiol and luteinizing hormone approaching ovulation in the bovine, *J. Dairy Sci.*, 58:709.

FUQUAY, J. W., 1981, Heat stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.* 52:164.

GWAZDAUSKAS, F.C., TATCHER, W.W., KIDDY, C.A., PAAPE, M.J. and WILCOX, C.J., 1981, Hormonal patterns during heat stress following PGF₂ alpha than salt induced luteal regression in heifers, *Therio*, 16:271.

GRIFFIN, J. L. and RANDEL, R.D., 1978, Reproductive studies of Brahman cattle. II. Luteinizing hormone patterns in ovariectomized Brahman and Hereford cows before and after injection of gonadotropin releasing hormone, *Therio*. 9:437.

HERNANDEZ L.J.J., ROMAN, P.H. y GONZALEZ, P.E., 1984, Comportamiento del ganado bovino lechero en clima tropical. 3. Efecto de la temperatura y humedad relativa sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein y Suizo Pardo. *Tec. Pec. Méx.* 46:9.

HERNANDEZ, L.J.J., PADILLA, F.J., KOPPEL, R.E., ROMAN, P. H., PEREZ, S.J. y CASTILLO, R.H., 1984, Comportamiento reproductivo del ganado bovino lechero en clima tropical. 6. Perfiles de progesterona, estradiol 17-beta y hormona luteinizante durante el ciclo estral en tres genotipos en dos estaciones del año. *Tec. Pec. Méx.* 47:102.

IGONO, M.O., STEEVENS, B.J., SHANKLIN, M.J. and JOHNSON, H.D., 1985, Spray cooling effects on milk production, milk and rectal temperatures of cows during a moderate summer season, *J. Dairy Sci.* 68:979.

INGRAM R.H., 1973, Conception rate, milk production and endocrine responses of lactating Holstein cows to subtropical climate in Hawaii and México, Ph.D. Dissertation. *Iowa State Univ.*, Ames, Iowa, U.S. A.

IRVING, H.J., RANDEL, R.D., HAENSLY, W.E. and SORENSEN, A.M., 1978, Reproductive studies of Brahman cattle. III. Comparison of weight progesterone content, histological characteristics, and beta hydroxy-steroid dehydrogenase activity in corpora lutea of Brahman, Hereford and Brahman x Hereford heifers. *Therio*. 10:417.

JOHNSON, H.D., 1980, Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change, *Int. J. Biometeor.* 24:65.

KOPPEL, R.E., PADILLA, R.F.J., HERNANDEZ L. J.J., ROMAN, P.H., PEREZ, S.J. y CASTILLO, R.H., 1984, Comportamiento reproductivo del ganado bovino lechero en clima tropical. 4. Duración del estro, ovulación y respuesta fisiológicas en tres genotipos en dos estaciones del año. *Tec. Pec. Méx.* 47:71.

KESLER D.J., GARVERICK, H.A. YOUNGQUIST, R.L., ELMORE, R.G. and BIERSCHWAL, C.J., 1977, Effect of days post partum and endogenous reproductive hormones on GnRH induced LH release in dairy cows, *J. Anim. Sci.* 46:797.

MADAN, M.L. and JOHNSON, H.D., 1971, Temperature effects on circulating luteinizing hormone during bovine estrous cycle. *J. Dairy Sci.* 54:793.

MILLS, A.C., TATCHER, W.W., DUNLAP, S.E. and VINCENT, C.K., 1972, Influence of post-breeding thermal stress on peripheral plasma progesterin concentrations in heifers, *J. Dairy Sci.* 44:400.

RANDEL, R.D., 1976, LH and ovulation in Brahman, Brahman x Hereford and Hereford heifers, *J. Anim. Sci.* 43:300 (Abstr. 344).

RANDEL, R.D., 1983, Brahman cows and heifers are different. *Proc. XXXII Ann. Beef Cattle Short Course.*, Univ. of Florida, 46.

RHODES, R. C. III, RANDEL, R.D. and LONG, C.R., 1982, Corpus luteum function in the bovine: *in vitro* and *in vivo* evidence for both a seasonal and breed type effect. *J. Anim. Sci.* 55:159.

RHODES, R.C. III, RANDEL, R.D. and HARMS, P.G., 1978, Reproductive studies of Brahman cattle. IV. Luteinizing hormone levels in ovariectomized Brahman, Brahman x Hereford and Hereford cows following a 20 mg dose of estradiol 17-beta, *Therio*. 10:429.

RHODES, R.C. III, and RANDEL, R.D., 1978, Reproductive studies of Brahman cattle. 1. Behavioral effect of various dose levels of estradiol 17-beta upon ovariectomized Brahman, Brahman x Hereford and Hereford cows. *Therio*, 9:429.

RHODES, R.C. III, FORREST, P.K., and RANDEL, R.D., 1980, Reproductive studies of Brahman cattle. V. The effect of various dose levels of estradiol-17 beta upon serum luteini-

zing hormone in ovariectomized Brahman cows. **Therio.** 13:419.

RICHARDS, J.S., 1980, Maturation of ovarian follicles: actions and interactions of pituitary and ovarian hormones on follicular cell differentiation. **Physiol. Rev.** 61:1.

ROMAN, P. H., 1977. Evaluation of thermal stress effects on fertility, hormonal balance and uterine blood flow, Ph.D. Dissertation **Univ. of Florida.**

ROMAN, P.H., TATCHER, W. W. and WILCOX, C.J., 1981, Hormonal interrelationships and physiological response of lactating dairy cows to a shade management system in a subtropical environment, **Therio.** 16:139.

SHORT, R.E., HOWLAND, B.E., RANDEL, R.D., CHRISTENSEN, D.S. and BELLOWS, R. A., 1973, Induced LH release in spayed cows, **J. Anim. Sci.** 37:551.

SNOOK, R.D., SAATMAN, R.R., and HANSEL, W., 1971, Serum progesterone and luteinizing hormone levels during the bovine estrous cycle. **Endocrinology.** 88:678.

SWANSON, L.V. and HAFS, H. D. 1971, LH and prolactin in blood serum from estrous to ovulation in Holstein heifers. **J. Anim. Sci.** 33: 1038.

TUCKER, H. A., 1982, Seasonality in cattle, **Therio.** 17:53.

VELA, L.A., HERNANDEZ, L.J., DE LOS SANTOS, V.S. y VAZQUEZ, P.C., 1983. Estudio de los órganos reproductivos de vacas y vaquillas productoras de carne sacrificadas en la región de Aldama, Tamps. **Reunión de Investigación Pec. en Méx.** 1983. INIP. p 46.

WALTON, J.S., VEENHUIZEN, J.P., and KING, G. J. 1985, Relationship between time of day, estrous behavior and the preovulatory LH surge in Holstein-Friesian cows after treatment with prostaglandin F2 Alpha. **J. Dairy Sci.** 68 (Suppl. 1): p-188.

WOLFF, V. L., MONTY, D.E., and FOOTE, W.C., 1977. Effect of summer heat stress on serum luteinizing hormone and progesterone values in Holstein-Friesian cows in Arizona. **Am. J. Vet. Res.** 38:1027.