

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL GANADO BOVINO LECHERO EN CLIMA TROPICAL. 4. DURACION DEL ESTRO, OVULACION Y RESPUESTAS FISIOLÓGICAS EN TRES GENOTIPOS EN DOS ESTACIONES DEL AÑO *

EDUARDO T. KOPPEL RIZO ¹
FCO. JAVIER PADILLA RAMÍREZ ¹
JOSÉ JUAN HERNÁNDEZ LEDEZMA ²
HERIBERTO ROMÁN PONCE ¹
JESÚS PÉREZ SALDAÑA ¹
HÉCTOR CASTILLO ROJAS ¹

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo en el C.E.P. "La Posta" de Paso del Toro, Ver. (INIP-SARH) con el objetivo de determinar la duración del estro (DE), intervalos inicio (IIEO) y fin del estro (IFEO) a la ovulación, respiraciones por minuto (RPM), temperatura rectal (TR) y hematocrito (HE) en vacas Holstein (H), Cebú (CE) y Holstein × Cebú (HC) durante la época cálida (EC; H = 7; CE = 5 y HC = 6) y la fría (EF; H = 9; CE = 8; HC = 7). Las temperaturas media (TM), máxima (TMA), mínima (TM) y de bola negra (TBN) fueron 18.4 y 22.1, 27.0 y 31.0, 15.7 y 21.0, 33.1 y 38.0°C durante la EF y EC respectivamente ($P < .001$). La DE (horas) no fue estadísticamente diferente entre las vacas H (14.1), CE (12.8) y HC (12.5) y tampoco entre EC (12.3) y EF (14.0). La interacción raza × estación para IIEO y el IFEO fue diferente ($P < .05$) en las vacas H entre EC y EF (25.5 vs 30.2; 11.9 vs 15.5), en tanto que en las C y HC no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas. La TR y RPM fueron mayores ($P < .01$) en las tres razas durante la EC en comparación con la EF.

Dentro de EC las vacas H fueron diferentes ($P < .01$) a las CE y HC en TR y RPM. El HE de las vacas H fue inferior ($P < .01$) al de CE y HC en ambas estaciones. Desde el punto de vista reproductivo las vacas más afectadas fueron las H. Se confirman los diferentes grados de susceptibilidad a la tensión térmica de las razas estudiadas. Las diferentes condiciones ambientales estacionales fueron capaces de inducir únicamente cambios en TR, RPM y HE.

Introducción

Los efectos detrimentales del medio ambiente tropical sobre la fisiología y productividad del ganado lechero han sido documentados desde hace varios años (Brody, 1956). Las vacas sujetas a condiciones de tensión térmica presentan una elevación de la frecuencia respiratoria, temperatura corporal y varias alteraciones metabólicas y fisiológicas (Collier *et al.*, 1982). Se asocian con la baja fertilidad cambios en la duración e intensidad del estro (Gangwar, Branton y Evans, 1965), con probables alteraciones en el tiempo de ovulación (Hall, Branton y Stone, 1959).

Las vacas cebuinas y criollas, menos productivas pero mejor adaptadas a las regiones tropicales, presentan mayor resistencia fisiológica a la agresión térmica que las razas europeas más productivas (Yeck y

¹ Coordinación Regional del Golfo, INIP. Apdo. Postal N° 1224, Veracruz, Ver.

² Departamento de Reproducción Animal. INIP-SARH. Apdo. Postal N° 41-652, México, D.F., C.P. 05110.

* El trabajo fue financiado parcialmente por CONACYT (Proyecto PCAFBNA-001407).

Stewart, 1959). Los animales cruzados de razas europeas con cebuinas tienen respuestas fisiológicas intermedias a las de sus progenitores (Rhoad, 1936).

La mayor parte de la información publicada sobre efectos ambientales en la fisiología y productividad del ganado lechero se ha generado en condiciones ambientales artificiales o en áreas no realmente tropicales. Falta información en condiciones de trópico húmedo del comportamiento fisiológico comparativo del ganado lechero puro con sus cruces con Cebú y con el ganado Cebú. En las áreas tropicales se tiende a utilizar animales cruzados de razas lecheras europeas con Cebú para la producción de la leche y carne en los mismos sistemas de producción.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la duración del estro, el tiempo de ovulación y otras respuestas fisiológicas en vacas Holstein (H), Holstein \times Cebú (HC) y Cebú (CE) en dos estaciones del año en clima tropical.

Material y métodos

El trabajo se llevó a cabo en el C.E.P. "La Posta", de Paso del Toro, Ver. Las características geográficas y climatológicas de la región fueron descritas con anterioridad (Román-Ponce, Cabello y Wilcox, 1978). Los grupos raciales que se estudiaron fueron: Holstein (H), Cebú (CE) y Holstein \times Cebú (HC). Se utilizaron 9, 8 y 7 vacas de las razas H, CE y HC, respectivamente, durante la estación fría (EF) y 7, 5 y 6 vacas durante la estación cálida (EC), respectivamente. La EF comprendió los meses de enero, febrero y marzo mientras que la EC los meses de agosto, septiembre y octubre. Las vacas H y HC se ordeñaron 2 veces al día en forma manual en la mañana de 6:30 a 7:30 hs, y en la tarde de 16:30 a 17:30 hs. Las vacas CE no se ordeñaron pero se permitió que amamantaran a sus crías durante las mismas horas de ordeña. El período posparto fue similar para los tres grupos raciales y en promedio menor a 100 días. Antes de empezar el período experimental todas las va-

cas se sometieron a un examen de los órganos genitales por medio de la palpación rectal para detectar alguna alteración patológica. Las condiciones de alimentación para los tres genotipos fueron similares durante las dos estaciones del año y consistieron en sorgo fresco picado, o ensilaje del mismo ambos a libertad y concentrado con 18% de proteína cruda a razón de 2 kg diarios por animal. En todas las vacas se sincronizó el primer celo con una aplicación intramuscular de 25 mg de prostaglandina F_{2 α} entre los días 8 al 13 del ciclo estral para agrupar los estros y facilitar su detección y el manejo. Para medir la duración del estro se realizó la detección de calores con ayuda de toros con pene desviado cada 4 horas por espacio de una hora cada vez, las 24 horas del día (8:00, 12:00, 16:00 y 24:00 hs.). Todas las vacas tuvieron la oportunidad de presentar dos estros consecutivos durante el estudio, uno sincronizado y otro no. Para determinar la duración del estro se consideró como inicio la primera monta homosexual o con el toro con el pene desviado y el fin del estro la última monta observada.

El intervalo inicio del estro ovulación (IIEO) y fin del estro ovulación (IFEO) se determinó mediante palpación por vía rectal del folículo de Graff, empezando las palpaciones al finalizar el estro y continuándolas cada cuatro horas hasta detectar la fosa ovulatoria. Durante el ciclo estral de cada vaca y a intervalos de cada 4 días se tomaron cinco lecturas de otras respuestas fisiológicas: Temperatura rectal (TR), número de respiraciones por minuto (RPM) y hematocrito (HE). La TR se midió utilizando un termómetro clínico graduado en grados centígrados (C), las RPM se midieron en forma visual por los movimientos torácicos-abdominales, y el HE se evaluó de la sangre extraída de la vena coxígea o yugular puesta en tubos para microhematocrito y centrifugándose para obtener la lectura. Todas estas mediciones se realizaron entre las 12 y 14 horas. Paralelamente se tomó la lectura del termómetro de bola negra localizado en el área experimental. Durante todo el período de estudio se obtuvieron registros de temperatura máxima,

temperatura mínima y temperatura media de una estación climatológica localizada en el Centro Experimental.

Los datos se analizaron utilizando el procedimiento de cuadrados mínimos con base en el programa SAS en su rutina GLM (Barr *et al.*, 1979). Se analizó el efecto de raza, estación y la interacción raza \times estación sobre el intervalo inicio o fin, o ambos del estro o la ovulación, duración del estro, frecuencia respiratoria, temperatura rectal y hematocrito. Las constantes climáticas fueron analizadas por el método de cuadrados mínimos considerando estación como efecto fijo.

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se muestran los promedios mínimo cuadráticos de las constantes climatológicas evaluadas durante las dos épocas del estudio. Las temperaturas media (TM), máxima (TMA), mínima (TMI) y de bola negra (TBN) de la estación cálida (EC) fueron superiores ($P < .001$) 3.7, 4.0, 5.3 y 4.9°C, respectivamente, a las temperaturas registradas en la estación fría (EF). La TM indica que los animales H y HC estuvieron aún en la EC dentro de la temperatura óptima para producir leche (Johnson, 1976) considerando su nivel de producción, que fue de 10 kg diarios.

La TMI en la EC se mantuvo fría y den-

tro de los límites máximos de la zona de comodidad (22°) mencionada por Johnson (1976). La zona de comodidad es el rango óptimo de temperatura para alcanzar una producción elevada de leche y dentro de ella la temperatura corporal está dentro del rango normal (Brody, 1948). La velocidad del viento, radiaciones, humedad relativa, o ambas pueden alterar los límites de la zona de comodidad, así como el grado de aclimatación y genotipo (Johnson, 1965). Las condiciones ambientales fueron más desfavorables durante la EC ya que la TMA fue más elevada y la TMI no descendió lo suficiente para permitir a las vacas perder calor durante la noche. Las temperaturas elevadas constantes y la variación técnica del día a la noche dentro de rangos muy estrechos no permiten a las vacas disipar totalmente el calor almacenado durante el día, por lo cual se enfrentan a las temperaturas elevadas del día siguiente con una carga adicional de calor. Esto, de hecho, se convierte en un problema de tensión térmica crónica (Fuquay, 1981).

La duración del estro fue similar entre razas y entre estaciones (Cuadro 2). Estos datos concuerdan con los encontrados por Hernández y González (1983) en vacas H y Suizo Pardo en la misma Estación Experimental y con los de Cuevas y Hagen (1966) correspondientes a vacas H en la misma zona. Por su parte, Fuquay (1981) menciona que los signos del estro en vacas

CUADRO 1

Constantes climatológicas durante las estaciones del estudio

Estación	Temperatura (C)				E.E. ¹
	Media	Máxima	Mínima	Bola negra	
Fría ^a	18.4*	27.0*	15.7*	33.1*	0.4
Cálida ^b	22.1	31.0	21.0	38.0	0.5

* Indican diferencias ($P < 0.001$) entre estaciones.

¹ Indica error estándar.

^a Comprende enero, febrero y marzo.

^b Comprende agosto, septiembre y octubre.

CUADRO 2

Duración del estro dentro de raza y estación

Raza	n	Promedio ± EE*
HOLSTEIN	28	14.1 ± 1.0
CEBU	20	12.8 ± 1.2
HOLSTEIN × CEBU	26	12.5 ± 1.0
ESTACION:		
Cálida	33	12.3 ± 0.8
Fría	41	14.0 ± 0.7

* Promedios mínimo cuadráticos ± error estándar (horas).

lactantes expuestas a tensión térmica indican que el celo es más corto. Los niveles de estrógenos circulantes en el plasma juegan un papel determinante en la conducta y actividad sexual de las vacas en celo (Randel, 1983). Los efectos de la tensión térmica sobre el estro posiblemente se expresan a través del sistema endócrino o mediante un mecanismo de adaptación de la conducta o actividad del individuo para producir menos calor (Tucker, 1982) o ambos. Desde el punto de vista de manejo y de las recomendaciones para la utilización de la inseminación artificial (IA) en los trópicos, la duración del estro en el ganado con cierta influencia de *Bos indicus* o durante la EC (Cuadro 2) podría representar una limitante ya que al observar calores una vez cada 12 horas muchos animales no serían detectados por tener una duración del celo de 12 horas o menor. Asprón y Zapién (1982) informan que de los celos detectados a las 12 o 14 horas del día en ganado Cebú un 17.3% no se observan en las horas comunes para detectar celos (6 y 18 horas) en programas de IA. Los resultados del Cuadro 2 indican que no existen diferencias debidas al genotipo de los animales. Sin embargo, otras investigaciones han encontrado diferencias entre ganado *Bos indicus* y *Bos taurus* (Randel, 1983). En el presente estudio no se detectó interacción raza × estación. Al analizar

la interacción de raza × estación para el IIEO e IFEO se encontró que sólo las vacas H tuvieron diferencias ($P < .05$) entre estaciones (Cuadro 3). Los IIEO e IFEO fueron más cortos en la EC que en la EF 25.5 vs 30.2; 11.9 vs 15.5 horas). Estas interacciones señalan que IFEO e IIEC son más cortos en la EC para las vacas con sangre *Bos taurus*. Posiblemente la sensibilidad al calor en estas vacas retrase el momento en que presentan signos clínicos de estro y adelante el momento en el cual dejan de presentarlo. Los IIEO e IFEO son semejantes a los determinados por otros investigadores en ganado lechero en el trópico (Cuevas, 1964; Hernández, 1983) y no indican diferencias entre genotipos. Contrariamente a lo que indican Cuevas y Hagen (1966) y Hall, Branton y Stone (1959) no se considera necesario adelantar el momento de la IA en ganado bajo condiciones tropicales sino que se debe dar más importancia a la detección oportuna del estro y reducir las condiciones térmicas para lo-

CUADRO 3

Intervalos del inicio y fin del estro a la ovulación entre razas y estaciones

Raza	Estación	
	Cálida	Fría
Intervalo	Inicio del estro-Ovulación (N = 84)	
HOLSTEIN	25.5 ± 1.5 ^a	30.2 ± 1.3 ^b
HOLSTEIN × CEBU	26.0 ± 1.5	27.4 ± 1.4
CEBU	25.1 ± 1.8	29.5 ± 1.8
Intervalo	Fin del estro-ovulación (N = 84)	
HOLSTEIN	11.9 ± 1.2 ^a	15.5 ± 1.0 ^b
HOLSTEIN × CEBU	14.2 ± 1.2	14.1 ± 1.1
CEBU	13.5 ± 1.4	15.5 ± 1.4

^{a, b} Entre estaciones señalan diferencias ($P < 0.05$).

grar mejores porcentajes de concepción. La intensidad de los estros es más marcada bajo condiciones de temperatura baja que en alta, presentándose una mayor incidencia de calores no observados en temperaturas altas que en temperaturas bajas (Gangwar, Branton y Evans, 1965). Asimismo se encuentra una mayor proporción de ciclos estrales prolongados durante el verano que durante otras estaciones (Fuquay, McGee y Hutson, 1970). Posiblemente exista una interacción entre la intensidad del estro y niveles hormonales anormales, sin embargo la intensidad del estro que resulta en calores no detectados oportunamente es uno de los problemas más serios bajo condiciones comerciales de manejo de ganado lechero (Fuquay, 1981).

La adaptación del individuo para sobrevivir en condiciones adversas de tensión térmica está dada en dos respuestas, una inmediata y otra mediata. De manera inmediata ocurren diferentes adaptaciones metabólicas: 1) consumo de alimento y metabolismo; 2) metabolismo electrolítico y balance ácido-básico, y 3) cambios endocrinos (Collier *et al.*, 1982). El ganado genera o almacena calor en su cuerpo a través de dos fuentes, una interna (metabolismo: mantenimiento, ejercicio, crecimiento, lactación, gestación y digestión) y otra externa (medio ambiente: radiación, conducción y convección). Por otro lado, la pérdida de calor ocurre de dos maneras: disminución de todos los procesos metabólicos que generan calor y eliminación de leche, orina y heces o a través de procesos físicos (radiación, conducción, convección y evaporación). Por tanto la estrategia del individuo bajo condiciones de elevadas temperaturas para conservarse dentro de los límites normales de temperatura es generar menos calor mediante una disminución del metabolismo o cambios en la conducta e incrementar la pérdida de calor utilizando los procesos físicos de intercambio de energía (Morrison, 1972). Lo anterior se observa en los resultados mostrados en el Cuadro 4, donde se presentan las interacciones raza x estación para TR, FR y HE. La TR en las vacas H fue mayor ($P < .01$) en la EC (39.3C) que en la EF (38.9C). No

hubo diferencias entre épocas para las vacas CE y HC. Dentro de la época cálida la TR en la raza H fue mayor ($P < .01$) que en las vacas CE y HC (39.3 vs. 39.0 y 38.9C). A pesar de lo anterior el número de respiraciones por minuto fue mayor ($P < .01$) en todas las razas en la EC que

CUADRO 4

Temperatura rectal, respiraciones por minuto y hematocrito entre razas y estaciones

Raza	Estación	
	Cálida	Fría
Temperatura rectal (n = 201)		
HOLSTEIN	39.3 ± 0.01***	38.9 ± 0.1 ^b
HOLSTEIN × CEBU	38.9 ± 0.1	39.1 ± 0.1
CEBU	39.9 ± 0.1	39.1 ± 0.1
Respiraciones por minuto (n = 202)		
HOLSTEIN	51.6 ± 2.1***	32.0 ± 1.8 ^b
HOLSTEIN × CEBU	45.2 ± 2.2 ^a	29.4 ± 2.0 ^b
CEBU	38.9 ± 2.3 ^a	26.6 ± 2.3 ^b
Hematocrito (n = 200)		
HOLSTEIN	26.1 ± 0.6**	26.0 ± 0.5**
HOLSTEIN × CEBU	29.1 ± 0.6 ^a	32.4 ± 0.5 ^b
CEBU	32.1 ± 0.7	32.6 ± 0.7

a, b Distintas literales entre estaciones señalan diferencias ($P > 0.01$).

** Señalan diferencias ($P < .01$) dentro de estación.

en la EF y dentro de la EC las vacas H tuvieron un mayor ($P < .01$) número de RPM que las CE y HC (51.6 vs 38.9 y 45.2). El hematocrito fue diferente ($P < .01$) entre estaciones en las vacas HC y dentro de estaciones fue menor ($P < .01$)

en las vacas H comparadas con las HC y CE. Lo anterior confirma lo mencionado en investigaciones previas sobre ganado de origen *Bos indicus* y *Bos taurus* las cuales indican que vacas Jersey y Holstein tienen una menor capacidad para liberarse del calor almacenado que las Brahman (Kibler y Brody, 1950). Al aumentar la TR en los tres genotipos la FR se incrementó también. Lo anterior concuerda con lo que informan Juárez y Román (1983) quienes encontraron una correlación positiva entre TR y FR. Sin embargo en este estudio la TR en las vacas H fue mayor que la de las HC y CE dentro de la EC, lo cual indica que estas dos últimas razas tienen un grado más elevado de tolerancia al calor (Johnson, 1965). El hematocrito tiende a ser mayor en vacas *Bos indicus* que en *Bos taurus* (Blincoe *et al.*, 1951) y esta diferencia entre razas se atribuye básicamente a diferencias en pérdidas de líquidos por evaporación que se incrementan al aumentar la temperatura ambiente (Blincoe *et al.*, 1951). Con lo anterior se incrementa la FR y el consumo de agua (Collier *et al.*, 1982), siendo éste mayor en vacas con mayor TR y FR, además de que los glóbulos rojos de las vacas con menor tolerancia al calor tienen una menor capacidad para atrapar el bióxido de carbono en la sangre con lo cual deben incrementar la FR (Dale y Brody, 1954). Por su parte, Howes (1963) demostró que las comparaciones hematológicas entre ganado Brahman y Hereford estuvieron relacionadas con la FR. Las vacas Brahman tuvieron mayores cuentas de glóbulos rojos y hemoglobina, asimismo menos dióxido de carbono en la sangre venosa que las Hereford. Este estudio también apoya la tesis de que el ganado CE es capaz de mantener una menor FR durante periodos de tensión térmica. La mayor acumulación de calor en las vacas H, asociada quizá con una mayor producción y consumo de alimento y con un mayor metabolismo basal, quizá sea un factor más en su reducida tolerancia al calor (Kibler y Brody, 1950).

Los parámetros reproductivos evaluados no fueron afectados por el genotipo o la estación del año. Se detectó una interacción

genotipo con estación para FR y TR siendo más elevados estos parámetros en la raza H durante la EC. La mayoría de las investigaciones para observar los efectos de la tensión térmica sobre la reproducción se han enfocado a estudiar la relación negativa de la temperatura elevada sobre la concepción (Fuquay, 1981). A mayores temperaturas la concepción disminuye (Román-Ponce *et al.*, 1977; Gwasdauskas, *et al.*, 1975; Hernández, González y Román, 1984), de ahí que se encuentre una menor tasa de concepciones durante las épocas más calurosas del año en los trópicos (Hernández, Román y González, 1984; Iglesias *et al.*, 1975) y haya un número mayor de servicios infértiles en ganado lechero que en ganado cebú (Román-Hernández y Castillo, 1983; Iglesias *et al.*, 1975).

Summary

This study was conducted at "La Posta" Experimental Station in Paso del Toro, Ver. (INIP-SARH). The objectives were to determine estrus length (EL), intervals from onset (OEO) and end (EEO) of estrus to ovulation time, respiratory rate (RR), rectal temperature (RT); and hematocrit (HE) in Holstein (H) Zebu (Z) and Holstein x Zebu (HZ) lactating cows during the warm (WS; H = 7; Z = 5 and HZ = 6) and cold (CS; H = 9; Z = 8; HZ = 7) season. Average (AT), Maximum (MT), minimum (MIT) and black globe (BGT) temperature (C) were 18.4 and 22.1; 27.0 and 31.0; 15.7 and 21.0; 33.1 and 38.0°C during CS and WS respectively ($P < .001$). There were no differences among breeds or between seasons for EL however it was slightly longer (2 hours) in H cows and WS. The OEO and EEO (hours) were different ($P < .05$) in H cows during WS and CS (25.5 vs. 30.2; 11.9 vs. 15.5). RT was higher ($P < .01$) and RR also ($P < .01$) in WS than CS in the three breeds. Within the WS H cows showed higher ($P < 0.1$) RT and RR than Z and HZ cows. HE in H was lower ($P < .01$) than Z and HZ in both seasons. Seasonal breed effects were apparent on RT, RR and HE.

Literatura citada

- ASPRÓN, M.A. y A. ZAPIÉN S., 1982, Efecto del momento de la inseminación artificial sobre la fertilidad en ganado Guzerat. *VIII Congr. Nal. de Buiatría*. Veracruz, Ver. 233.
- BARR, J.A., J.H. GOODNIGHT, J.P. SALL and J.T. HELWING, 1979, A user's guide to SAS. *Spark Press of Raleigh*, North Carolina.
- BLINCOE, C., S. BRODY, G. BURGE, H.G. TURNER, D. WORSTELL and J.R. ELLIOTT, 1951, The influence of temperature on blood composition of cattle. *Mo. Agric. Exp. Stat. Res. Bull.* 488.
- BRODY, A., 1948, Physiological backgrounds. *Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 423.
- BRODY, S., 1956, Climatic physiology of cattle. *J. Dairy Sci.* 39:715-725.
- COLLIER, R.J., D.K. BEEDE, W.W. THATCHER, L.R. ISRAEL and C.J. WILCOX, 1982, Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. *J. Dairy Sci.* 65: 2213.
- CUEVAS, R.C., 1964, Observaciones sobre la duración del estro y el tamaño máximo del folículo de Graaf en vacas lecheras de la zona tropical de Veracruz. *II Reunión Anual del CN IP*. 45.
- CUEVAS, C.R. y D.D. HAGEN, 1966, Relación entre la duración del estro y la fertilidad en vacas lecheras en la zona tropical de Veracruz. *Téc. Pec. Méx.* 8:59.
- DALE, H.E. and S. BRODY, 1954, Thermal stress and acid-base balance in dairy cattle. *Mo. Agric. Exp. Sta. Res. Bull.* 562.
- FUQUAY, J.W., W.H. MCGEE and F.M. HUTSON, 1970, Seasonal effect on reproductive performance in dairy cattle. *Mississippi Farm Res.* 33:8.
- FUQUAY, J.W., 1981, Heat stress as it effects animal production. *J. Anim. Sci.* 52(1):164.
- GANGWAR, P.C., BRANTON and D.L. EVANS, 1965, Reproductive and physiological responses of Holstein heifers to controlled and natural climatic conditions. *J. Dairy Sci.* 48:222.
- GWAZDAUSKAS, F.C., C.J. WILCOX and W.W. THATCHER, 1975, Environmental and management factors affecting conception rate in a subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 58:88.
- HALL, J.B., C. BRANTON and E.J. STONE, 1959, Estrus, estrous cycles, ovulation, time of service and fertility of dairy cattle in Louisiana. *J. Dairy Sci.* 42:1086.
- HERNÁNDEZ L., J.J. y E. GONZÁLEZ P., 1983, Comportamiento reproductivo de ganado lechero en clima tropical. Duración del estro y hora de ovulación. *Téc. Pec. Méx.* 45:17.
- HERNÁNDEZ L., J.J., H. ROMÁN P. y E. GONZÁLEZ P., 1984, Comportamiento reproductivo de ganado lechero en clima tropical. 3. Variaciones estacionales de humedad relativa y temperatura y su efecto sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein y Suizo Pardo. *Téc. Pec. Méx.* 46: aceptado para su publicación.
- HOWES, J.R., 1963, Blood composition and physiology of Brahman and Hereford. T.J. Cunha, M. Koger and R.C. Warnick (Ed.), Crossbreeding beef cattle. *University of Florida Press*. Gainesville, Fla.
- IGLESIAS, C., C. GONZÁLEZ, O. TRINCHET y G. MARTÍNEZ, 1975, Estudio del ciclo reproductivo de las hembras Holstein y F₁ (Holstein × Cebú) en el clima tropical de Cuba. *Rev. Cubana Reprod. Anim.* 1:32.
- JOHNSON, H.D., 1965, Environmental temperature and lactation. *Int. J. Biometeor.* 9(2):103.
- JOHNSON, H.D., 1976, Effects of temperature on lactation of cattle. En: Progress in Biometeorology. Div. B. Vol. 1. Ch. 1, Sec. 14. Edit. Swets & Zeitlinger. Amsterdam. 358-366.
- JUÁREZ, L.F. y H. ROMÁN PONCE, 1983, Comparación de respuestas fisiológicas de vacas Holstein nacidas y recién introducidas al trópico. *Mem. Reunión de Invest. Pec.*, 1983, 35.
- KIBLER, H.H. and S. BRODY, 1959, Effects of temperature, 50° to 105°F and 50° to 9°F on heat production and cardiorespiratory activities in Brahman, Jersey and Holstein cows. *Mo. Agric. Exp. Sta. Res. Bull.* 464.
- MORRISON, S.R., 1972, Physical principles of energy exchange. *J. Anim. Sci.* 35:624.
- RANDEL, R.D., 1983, Brahman cows heifers are different. *Proc. XXXII Ann. Beef cattle short course*. Univ. of Florida. 46.
- RHOAD, A.O., 1936, The influence of environmental temperature on the respiratory rhythm of dairy cattle in the tropics. *J. Agric. Sci. (CA MB)*. Vol. 26.
- ROMÁN-PONCE, H., W.W. THATCHER, D.E. BUFFINGTON, C.J. WILCOX and H.H. VAN HORN, 1977, Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a tropical environment. *J. Dairy Sci.* 60:424.
- ROMÁN-PONCE, H.E. CABELLO F. y C.J. WILCOX, 1978, Producción de leche de vacas Holstein, Suizo Pardo y Jersey en clima tropical. *Téc. Pec. Méx.* 34:21.
- ROMÁN P., H., J.J. HERNÁNDEZ L. y H. CASTILLO R., 1983, Comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero en clima tropical. 1. Características reproductivas de vacas Holstein y Suizo Pardo. *Téc. Pec. Méx.*, 45:21.
- TUCKER, H.A., 1982, Seasonality in cattle. *Therio.* 17(1):53.
- YECK, R.G. and R.E. STEWART, 1959, A ten year summary of the Psychoenergetic Laboratory Dairy Cattle Research at the University of Missouri. *Trans. A.S.A.E.* 2:71.