

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DE VACAS HOLSTEIN NACIDAS Y RECIÉN INTRODUCIDAS AL TROPICO

FRANCISCO I. JUAREZ LAGUNES*

HERIBERTO ROMAN PONCE*

INTRODUCCION

Una de las formas de incrementar la producción de leche en zonas tropicales, es introducir bovinos especializados en dicha producción como son los de raza Holstein, Suizo Pardo y Jersey. Sin embargo, el clima tropical presenta limitantes ambientales para el establecimiento de estos animales. Los índices elevados de temperatura del aire, humedad relativa y radiación solar, afectan el confort y la fisiología general del ganado lechero (Hafez, 1968). El consumo de alimento y los mecanismos de termorregulación como la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal, son las variables fisiológicas que en especial se ven alteradas (Berman y Meltzer, 1973). La importancia de estudiar estos parámetros fisiológicos radica en que están en forma directa involucrados en los procesos de adaptación a las condiciones de clima tropical. Así, Ortíz (1973) y De Alba (1977) observaron que las constantes fisiológicas temperatura rectal y frecuencia respiratoria del ganado Holstein criado en clima tropical eran de 39.2°C de temperatura corporal y 53 respiraciones por minuto. El hecho de que las razas europeas presenten mayor temperatura corporal

y frecuencia respiratoria que las razas cebuínas o sus cruizas con las primeras se debe a que tienen un metabolismo más alto (Johnston y col., 1955).

Román y Cabello (1978) en condiciones de trópico subhúmedo observaron que las vaquillas Holstein tienen mayor temperatura rectal y frecuencia respiratoria que las vaquillas Suizo Pardo, así como también mejor crecimiento y producción de leche. Falta sin embargo, más información en relación al conocimiento de los mecanismos de adaptación en los animales de razas lecheras especializadas recién introducidas al trópico.

El objetivo del presente trabajo fue el de comparar diferentes respuestas fisiológicas de vacas Holstein recién introducidas al trópico con las de vacas nacidas en este medio e interrelacionar estas respuestas con algunos elementos climáticos.

MATERIAL Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental "La Posta" de Paso del Toro, Ver. La localización geográfica es de 15°50' latitud norte y 96°10' longitud oeste. La altura es de 12 msnm. El clima de la región según la clasificación de Köeppen es tropical subhúmedo tipo Aw con temperatura media de 26.1°C humedad relativa de 80.7% y precipitación anual de 1321 mm.

* Campo Experimental "La Posta", Paso del Toro, Ver. Apdo. Postal 1224, Veracruz, Ver. C.P. 91700, México.

El estudio comprendió de abril a septiembre de 1979. Se evaluaron un total de 50 vacas Holstein, de las cuales 20 nacieron y crecieron en La Posta (G1) y las 30 restantes se desarrollaron en Tulancingo, Hgo. (G2). El clima de esta región es templado. Ambos grupos se alojaron en un corral del establo con techo de concreto, según su estado productivo y recibieron el mismo tipo de manejo y alimentación. Esta consistió en ensilaje de sorgo a libertad y de 1 a 4 kg diarios por animal de un concentrado con 16% de proteína cruda y 70% de TND. En el G2 se llevó a cabo un calendario de tratamientos preventivos y terapéuticos para el control de Anaplasmosis y Piroplasmosis, el cual consistió en la aplicación de 1 g de colorantes de Acridina por animal y de 10 a 15 mg de Tetraciclina por kg de peso corporal, cada tres o cuatro semanas por un período de tres meses.

Desde la llegada de las vacas de Tulancingo a fines de marzo y después cada semana se registró en forma individual la temperatura rectal (TR), frecuencia respiratoria (FR) y movimientos ruminales (MR). Estas medidas se tomaron entre las 12:00 y las 14:00 h, los animales se sujetaron dentro del área techada del establo. La TR se midió con un termómetro clínico veterinario, la FR y MR por conteo de los movimientos respiratorios en los flancos y por palpación de las contracciones del rúmen en el ijar izquierdo durante un minuto.

Las mismas medidas fisiológicas que se tomaron por semana se registraron cada 2 h durante un período de 24 h en la última semana del mes de mayo a un subgrupo de seis vacas de cada uno de los grupos experimentales. De estas vacas tres estaban en lactación y tres secas. También cada 2 h fue registrada la temperatura con el termómetro de bola negra (TBN). Este termó-

metro sirve para medir en forma indirecta la radiación neta, y consiste en una esfera de cobre de 12 a 14 cm de diámetro pintada de color negro mate en su superficie externa con un termómetro de °C en el interior, con el bulbo del termómetro colocado en el centro de la esfera. La TBN se registró también cada semana a la misma hora en que se midieron las respuestas fisiológicas en los animales bajo sombra.

Durante todo el período experimental se registró diario la temperatura ambiental máxima (TM), temperatura ambiental mínima (Tm) y humedad relativa (HR). Los datos obtenidos se analizaron en estadística por análisis de varianza mediante el procedimiento de mínimos cuadrados (Barr y col., 1979). Se consideró en el modelo el efecto de grupo y estado de lactación como variables independientes y las variables dependientes fueron TR, FR y MR. Se hicieron además correlaciones simples entre las variables ambientales y las variables fisiológicas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los promedios mensuales de las medidas climáticas durante el período de estudio se presentan en el Cuadro 1. La TM, Tm y la HR son típicas de clima tropical subhúmedo durante el verano. La TBN obtenida durante las horas más calurosas del día fue sólo un poco mayor a la TM. Esto se debe a que la TBN integra el efecto de la radiación solar, temperatura del aire y velocidad del viento. En la Gráfica 1 se presenta la fluctuación de la TBN durante un período de 24 h. Se puede observar que entre las 12:00 y las 14:00 h la carga de calor es máxima debido a que son más elevadas la radiación y temperatura del aire. La duración del período de tensión provocado por la energía radiante sobre los animales puede prolongarse más allá de las horas de luz solar.

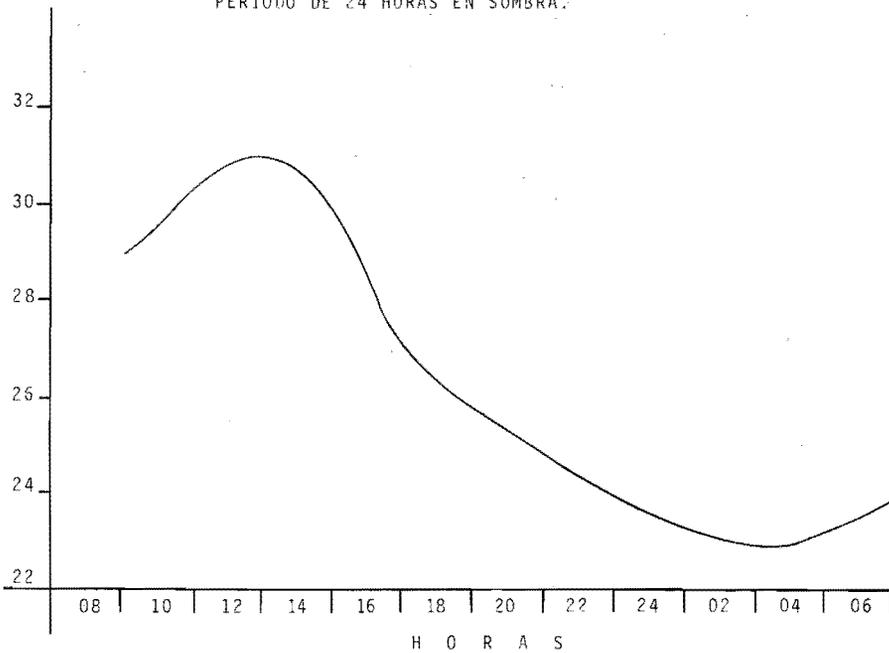
CUADRO 1

PROMEDIOS POR MES DE LAS DIFERENTES MEDIDAS AMBIENTALES

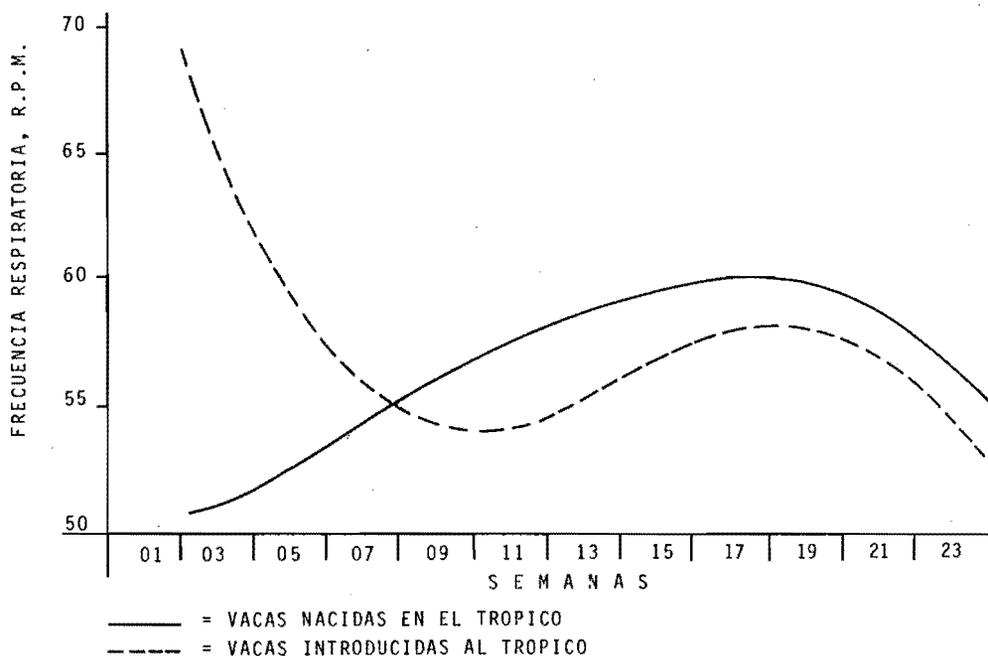
M E S	TM C	Tm C	TBN C	HR %
ABRIL	34.3	30.2	33.2	69
MAYO	33.4	21.0	33.7	72
JUNIO	32.0	22.4	34.3	77
JULIO	32.6	22.5	35.0	78
AGOSTO	31.0	22.3	32.0	81
SEPTIEMBRE	30.8	21.1	30.0	78

TM = TEMPERATURA MAXIMA; Tm= TEMPERATURA MINIMA
 TBN= TEMPERATURA DEL TERMOMETRO DE BOLA NEGRA
 HR = HUMEDAD RELATIVA

GRAFICA 1. TEMPERATURA DEL TERMOMETRO DE BOLA NEGRA DURANTE UN -- PERIODO DE 24 HORAS EN SOMBRA.



GRAFICA 2. CURVAS DE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA POR GRUPO A TRAVES DE TODO EL PERIODO DE ESTUDIO.

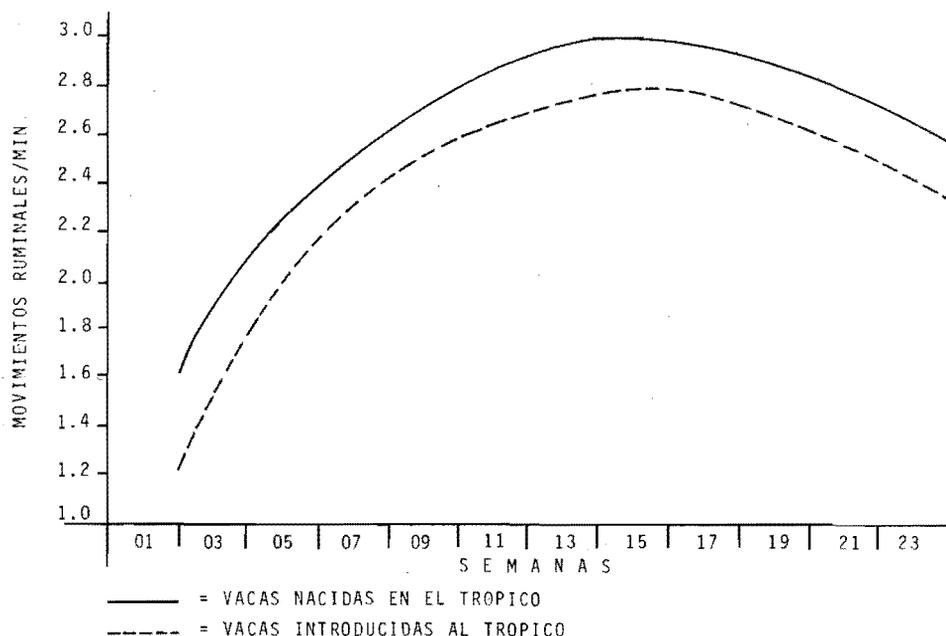


Los promedios generales para TR y FR a través de todo el período experimental fueron similares en ambos grupos. En el G1 la TR y FR fueron de 39.2°C y 57 resp/min y en el G2 de 39.2°C y 60 resp/min. Lo que sugiere que los animales introducidos tuvieron la misma capacidad para disipar el exceso de calor impuesto por el medio tropical a los animales nacidos en este ambiente. Vizzinat y col., (1954) encontraron TR de 39°C y FR de 66 en vacas Holstein en clima tropical. Branton y col., (1964) lograron respuesta similar en cámara de control climático a 27°C con TR de 39.1°C y FR de 72.

La tendencia de la FR durante las primeras nueve semanas difirió en forma marcada entre los grupos en estudio (Gráfica 2). La mayor FR en el G2 al inicio del estudio se puede atribuir a que las vacas no estaban acostumbradas a temperaturas ambientales altas, lo que ocasionó una

elevación del metabolismo a consecuencia del esfuerzo por disipar el exceso de calor acumulado. Esta condición reduce la eficiencia de utilización de energía para producción de leche en un 30 a 50% debido a que los requerimientos de mantenimiento se encuentran aumentados y el consumo de energía y otros nutrimentos están reducidos (McDowell, 1969). La disminución de la FR continuó hasta la novena semana, en la que las vacas G2 encontraron un equilibrio térmico a partir de la cual el comportamiento fue similar al de G1. La razón primaria para alcanzar este equilibrio térmico es una disminución en la producción de calor metabólico y producción de leche. Estudios de metabolismo realizados por McDaniel (1967) y McDowell (1972) con vacas lecheras adaptadas al calor así lo han demostrado. La mayor FR del G1 se debe a que mantienen un equilibrio térmico frente a un metaboli

GRAFICA 3. CURVAS DE MOVIMIENTOS RUMINALES POR GRUPO A TRAVES DE TODO EL PERIODO DE ESTUDIO.



mo más elevado, lo cual refleja una mayor tolerancia de calor. La elevación de la FR para ambos grupos de la semana 11 a la 19 corresponde a los meses de junio, julio y agosto, en que la TBN fue más alta. Collier y col., (1979) indica que la FR es la mayor vía de disipación del calor en la vaca lechera sometida a tensión térmica y que la FR no es el factor principal en la tolerancia al calor sino más bien un indicador de la cantidad de calor acumulado en el animal. En general, Johnston y col., (1956) sugiere que la principal diferencia en el mecanismo de equilibrio térmico de vacas adaptadas y no adaptadas a condiciones calurosas es la producción de calor y que las diferencias en cuanto a la FR y TR se deben a la carga de calor que soporta el animal.

En cuanto al efecto del medio ambiente sobre el consumo de alimento Brody y col., (1955) mencionan que

las temperaturas elevadas deprimen el consumo de alimento y Baile (1974) indica que se debe a un efecto directo negativo de las temperaturas elevadas sobre el centro del apetito en el hipotálamo. Collier (1981) encontró que la tasa de contracción ruminal se reduce a temperatura ambiente elevada, así como también la rumiación y la motilidad intestinal. Appelman y Delouche (1958) mencionan también una disminución en la frecuencia del consumo en cabras bajo tensión térmica.

En nuestro estudio el consumo de alimento se apreció de una manera indirecta a través de la actividad ruminal y ésta se determinó por el número de MR/min. Aunque las tendencias de los MR por grupo fueron similares (Gráfica 3), el número de MR para el G2 tuvo significancia menor ($P < 0.05$) al G1 (2.3 vs 2.5). Esto pudo deberse a un menor consumo de alimento, a una ingestión de alimento

CUADRO 2. PROMEDIOS AJUSTADOS DE LAS RESPUESTAS FISIOLÓGICAS ESTUDIADAS DURANTE UN PERIODO DE 24 HORAS

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS	G1 ^a	G2	EL1 ^b	EL2
TEMPERATURA RECTAL (C)	38.5	38.9	38.5	38.9
FRECUENCIA RESPIRATORIA (R.P.M.)	36.0	42.0	36.0	42.0
MOVIMIENTOS RUMINALES/MIN.	2.2	2.1	2.2	2.1

^aG1= VACAS NACIDAS EN EL TROPICO; G2= VACAS INTRODUCIDAS AL TROPICO.

^bEL1= VACAS NO LACTANTES; EL2= VACAS LACTANTES.

más lenta, o a un metabolismo más bajo, como resultado de la agresión térmica en el G2.

Se observó una correlación positiva de la FR con la TR $r=0.45$ y TBN $r=0.31$. Esta correlación se explica como el primer intento visible de compensación realizado por el animal frente a mayores temperaturas para mantener el equilibrio térmico. Los procesos de vasodilatación y sudoración suelen aparecer primero, pero no son apreciables. La TR tuvo correlación positiva con TBN $r=0.18$ ya que como mecanismo que regula la pérdida de calor tiende a aumentar cuando el animal se expone a altas temperaturas. Estos valores son similares a los encontrados por Baker (1955) quien utilizó vaquillas Suizo Pardo. Seath y Miller (1946) notificaron correlaciones entre temperatura del aire y FR de 0.77 y TR de 0.57. Cuando la temperatura del aire fue inferior a 21°C la correlación fue insignificante.

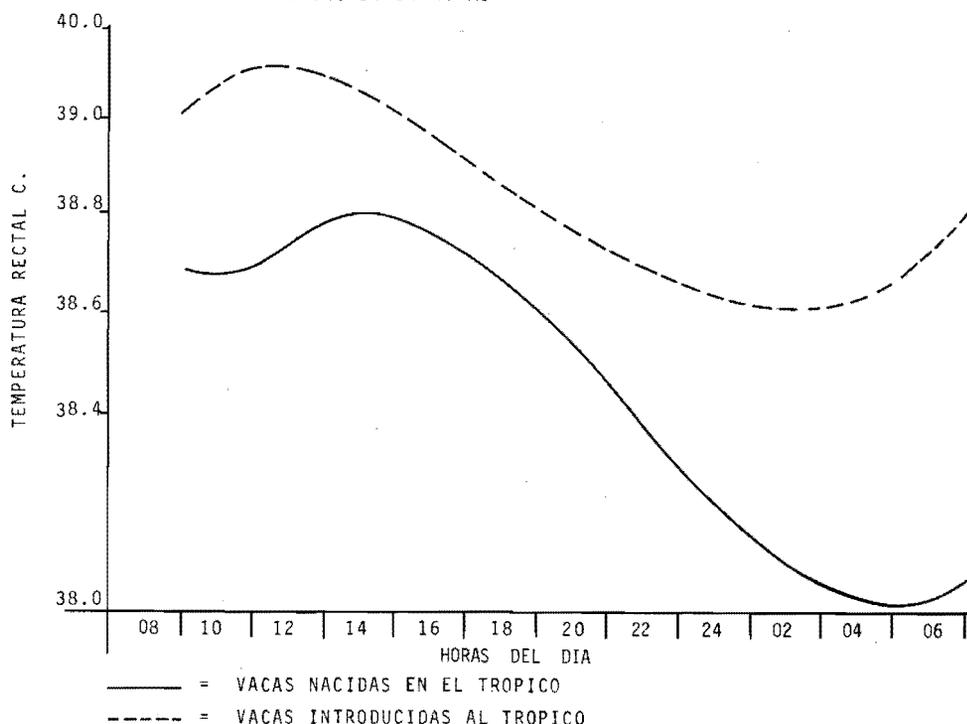
Con respecto a MR se encontró correlación negativa con FR $r=0.15$ y TR $r=0.44$. Esta respuesta obedece a que al ser la actividad ruminal generadora de calor se tiene que deprimir cuando los mecanismos de termorregulación están encaminados hacia disipar calor. No hubo correlación

entre MR y factores ambientales. HR fue menos importante que TBN en determinar respuestas fisiológicas dentro de los patrones climáticos prevalentes durante el experimento.

En el submuestreo que se hizo de seis vacas en el G1 y seis vacas en el G2 para observar las respuestas fisiológicas cada 2 h durante un periodo de 24 h, se obtuvieron los promedios que se presentan en el Cuadro 2. Las vacas de reciente introducción al trópico tuvieron comportamiento similar al de las vacas ya adaptadas, lo que está de acuerdo con lo informado por Vizzinat (1954), Branton (1964) y Collier y col., (1979).

Los promedios ajustados para TR, FR y MR fueron también similares en el grupo de vacas lactantes y no lactantes. Sin embargo, al graficar las tendencias durante las 24 h del día el G2 presentó mayor TR que el G1 (Gráfica 4). En ambos grupos la mayor TR ocurrió durante las horas más calurosas del día. En el G1 la disminución de la TR durante las horas de la tarde fue más acelerada mientras que en el G2 aunque dentro de los valores normales la TR se mantuvo un poco alta inclusive durante la noche. En la Gráfica 5 se compara la tendencia de la

GRAFICA 4. CURVAS DE TEMPERATURA RECTAL POR GRUPO A TRAVES DE UN PERIODO DE 24 HORAS

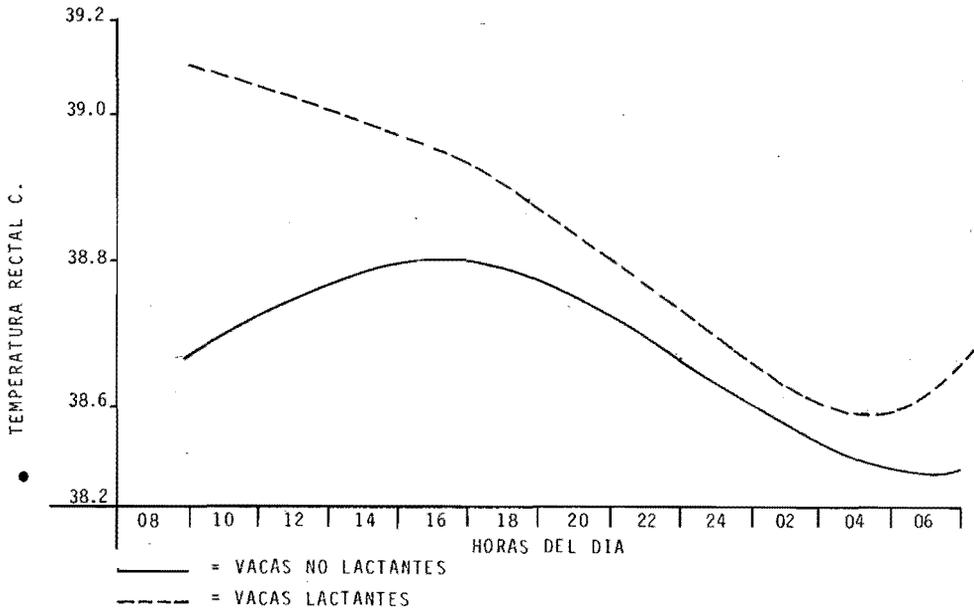


TR de acuerdo al estado de lactación. El grupo de vacas lactantes siempre tuvo mayor TR durante las 24 h del día que el grupo de vacas no lactantes. Esto se puede atribuir a que las vacas lactantes aparte de ganar calor extra del medio ambiente tienen que generar calor de rendimiento que se va a manifestar en producción de leche. Johnston y col., (1957) dicen que el hecho de que vacas lactantes presenten mayor TR y FR se debe a que tienen mayor producción de calor a causa del metabolismo más alto que la producción de leche exige. Branton y col., (1954) encontró que vacas que tienen temperatura corporal con significancia menor (mayor tolerancia al calor) produjeron en forma significativa menos leche y que en las primeras semanas de lactancia la temperatura corporal era más alta que al final de la misma. Johnston y col., (1956) detec-

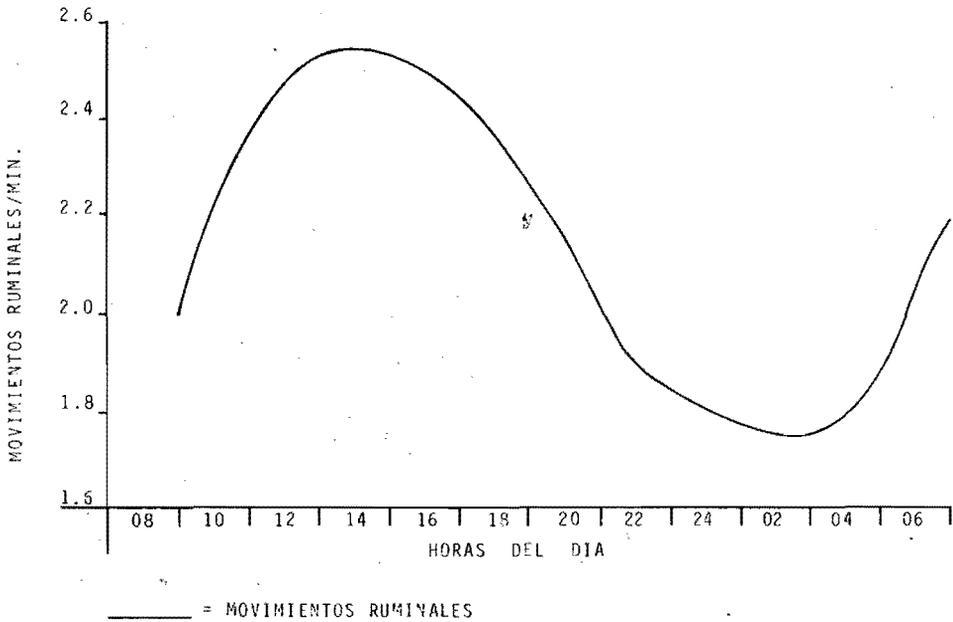
taron una correlación positiva entre estados de lactación y producción de calor, y concluyen que una mayor producción de leche va acompañada de una mayor temperatura corporal. Sin diferencia se observó para todos los animales que los MR fueron mayores durante las horas diurnas (Gráfica 6). Lo que sugiere que no hubo relación directa de las fluctuaciones diarias de la temperatura ambiente con la actividad ruminal ni con el hábito de consumo de alimento, debido quizá a que los animales estaban estabulados. Aunque es probable que si la TBN durante la noche hubiese sido menor a 21°C se notara un consumo de alimento compensatorio, fenómeno detectado por Collier y col., (1982).

Los promedios generales de producción de leche diaria, fueron de 8.1 kg para G1 y 8.4 kg para el G2. Estos valores son inferiores a los menciona-

GRAFICA 5. CURVAS DE TEMPERATURA RECTAL POR ESTADO DE LACTACION A TRAVES DE UN PERIODO DE 24 HORAS.



GRAFICA 6. CURVA DE MOVIMIENTOS RUMINALES A TRAVES DE UN PERIODO DE 24 HORAS.



dos con anterioridad en el mismo Campo Experimental (Román y Cabello, 1978). La explicación es que las vacas del presente estudio fueron en su mayoría de primer y segundo parto. Esto se puede apreciar en el peso corporal promedio, el cual fue de 421 kg para el G1 y de 406 kg para el G2.

De acuerdo con la información de este trabajo se observó una mayor FR y un menor número de MR durante el proceso de adaptación de vacas Holstein al trópico. La TR y la FR estuvieron correlacionadas con la temperatura ambiente, no así con los MR que dependen más del metabolismo del animal. La información corrobora que con buenas condiciones de manejo y alimentación es posible la introducción de vacas Holstein puras al trópico. Sin embargo, se tendrán que tomar las medidas precautorias para que los efectos del clima tropical sean atenuados y causen una menor agresión sobre los animales.

LITERATURA CITADA

- APPLEMAN, R.D. and DELOUCHE, J.C., 1958. Behavioral, physiological and biochemical responses of goats to temperature 0°C to 40°C. *J. Anim. Sci.* 17:326.
- BAILE, C.A., and FORBES, J.M., 1974. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. *Phys. Rev.* 54:160.
- BAKER, N.F., 1955. Field studies of heat tolerance in Brown Swiss and Brown Swiss-Red Sindhi crosses. I. Comparison of Brown Swiss and Brown Swiss Backcross heifers. Annual progress report. Louisiana State Univ. Dairy Department. U.S.A. Publication 4:27.
- BARR, J.A., GOODNIGHT, J.H., SALL, J.P., and HELWING, J.T., 1979. A user's guide to SAS. *Spark press of Raleigh*. North Caroline, U.S.A.
- BERMAN, A., MELTZER, A., 1973. Critical temperature in lactating dairy cattle. A new approach to an old problem. *Int. J. Biometeorol.* 17:167.
- BRANTON, C., JOHNSTON, J.E., MILLER, G.D., VIZZINAT, J.J. and FRYE Jr., J.B., 1954. Some genetic aspects of heat tolerance of lactating Holstein and Jersey cows. *Louisiana State Univ. Agric. Exp. Sta. Baton Rouge, Louisiana. U.S.A. Publication 2:17.*
- BRANTON, C. GANGWAR, P.C., BANERJEE, M.R., BREINDESTEIN, A.V.C. and GUIDRY, 1974. Adaptative responses of Holstein heifers to controlled and natural climatic conditions. Paper presented at the 5th annual meeting of The American Dairy Science Association, Univ. of Arizona, Tucson., U.S.A.
- BRODY, S., RAGSDALE, A.C., YECK, R.G. and WORSTELL, D.M., 1955. Milk production, feed and water consumption and body weight of Jersey and Holstein cows in relation to several diurnal temperature rhythms. *Bull. No. 578. Mo. Agric. Exp. Stat.*
- COLLIER, R.J., PEREIRA, R.A. and WILCOX, C.J. 1979. Patrones fisiológicos diarios de vacas bajo sombra. VII Reunión latinoamericana de Producción Animal, Panamá p. 23.
- COLLIER, R.J., ELEY, R.M., SHARMA, A.K., PEREIRA, R.A. and BUFFINGTON, D.E., 1981. Shade management in subtropical environment for milk yield and composition. *J. Dairy Sci.* 64:844.
- COLLIER, R.J., BREEDE, D.F. THATCHER, W.W., ISRAEL, L.D. and WILCOX, C.J., 1982. Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. *J. Dairy Sci.* 65:2214.
- DE ALBA, P.E., 1977. Contribución al estudio de las constantes hemáticas en el trópico y en la altiplanicie, del ganado Holstein. Tesis Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Veracruzana, Ver. p. 435.
- HAFEZ, E.S.E., 1968. Adaptación de los animales de granja. *Ed. Herrero, S.A. México*, p. 250.
- JOHNSTON, J.E., LEWIS, C., SMITH, J.W. and SCHEIN, M.W., 1955. Mechanisms of thermal balance in Jersey, Holstein and Red Sindhi-Holstein (F₁) cows. *Agric. Exp. Station. Baton Rouge, Louisiana. Dairy Department. U.S.A. Publication No. 5:44.*
- JOHNSTON, J.E., HAMBLIN, F.B. and SCHRAMMER, G.T. 1956. Heat production and heat loss in lactating Jersey, Holstein and Red Sindhi-Holstein cows exposed to varying degrees of thermal stress. *Agric. Exp. Station. Baton Rouge, Louisiana, Dairy Department U.S.A. Publication No. 7:19.*

JOHNSTON, J.E., HINDERY, G.A., HAMBLIN, F.B. and SCHRADER, G.T., 1957. Metabolic and productive responses of lactating Jersey cows to thyroprotein under hot and cold weather conditions. **Annual progress report**. Dairy Department. Baton Rouge. Louisiana U.S.A. Publication No. 9:39.

McDANIEL, B.T., MILLER, R.H., CORLEY, E.L. and PLOWMAN, R.D., 1967. DHIA age adjustment factors for standardizing lactations to a mature basis. **DHIA lett.** ARS-44-188.

McDOWELL, R.E., MOODY, E.G., VAN SOEST, P.J., LEHMAN, R.P. and FORD, G.L., 1969. Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows. **J. Dairy Sci.** 52: 188.

McDOWELL, R.E., 1972. Improvement of livestock production in warm climates. **W. H. Freeman and Co.**, San Francisco, Ca., U.S.A.

ORTIZ, G.O., 1973. Constantes fisiológicas en ganado bovino lechero en clima tropical. Tesis Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Veracruzana, Ver. México, p. 242.

ROMAN, H.P. and CABELLO, E.F., 1978. Crecimiento y respuestas fisiológicas de becerros Holstein y Suizo Pardo en clima tropical. X Congreso Mundial de Buiatría. México, D.F. p. 744.

SEATH, M.D. and MILLER, G.D., 1946. The relative importance of high temperature and high humidity as factor influencing respiration rate, body temperature and pulse rate of dairy cows. **Reprinted from J. Dairy Sci.** Vol. XXIX No. 7:465.

VIZZINAT, J.J., JOHNSTON, J.E. and FRYE Jr., J.B., 1954. The influence of elevated temperatures and humidities on lactating Holstein Friesian and Red Sindhi-Holstein (F_1) cows. Louisiana State University. Agric. Exp. Station. Baton Rouge. Louisiana Department. U.S.A. No. 2:10.