

RESPUESTA AL ESTRÉS POR CALOR EN LA VACA CRIOLLO LECHERO TROPICAL BAJO UN SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO EN MÉXICO

A. Hernández*, P. Cervantes*, V.M. Salinas*, R. García*, A. Tejeda**, F. Gallardo***
y J.L. Álvarez****

*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Circunvalación y Yañez s/n, CP 91710 Col. Unidad Veracruzana. Veracruz, México. Correo electrónico: anhernandez@uv.mx

**Licenciatura en Ciencias Atmosféricas. Universidad Veracruzana, México

***Colegio de Posgraduados. Campus Veracruz, México

****Centro de Sanidad Agropecuaria, Apartado 10, San José de las Lajas, La Habana, Cuba

RESUMEN: Este estudio presenta los resultados obtenidos para evaluar la respuesta al estrés por calor en un rebaño de 100 vacas Criollo Lechero Tropical (CLT), mantenido bajo un sistema de doble propósito por más de 40 años, en el trópico de México. Se analizó además, el comportamiento de indicadores del clima; temperatura ambiente (TA, °C) y humedad relativa (HR, %) en la región de estudio, durante los 2 años y los 40 años previos. Se consideraron como respuestas fisiológicas al estrés la temperatura rectal (TR) (°C) y la frecuencia respiratoria (FR) (rpm). El clima de la región mostró una gran estabilidad entre los años de estudio y los 40 previos, así como una clara estacionalidad entre las épocas secas y de lluvias, con un índice de temperatura y humedad (ITH) diferente entre épocas y entre las lecturas matutina y vespertina ($p < 0.001$). Los cambios entre las variables de respuesta al estrés por calor de la FR de las vacas permitieron, por medio de la prueba de CLUSTER, establecer tres tipos distintos de respuesta al estrés por calor; 36 sin estrés, ($FR > 36$ rpm), 29 con estrés suave y moderado (46 -60 rpm) y 35 con estrés alto (61 - 90 rpm). Estos datos demuestran que las vacas de la raza CLT no son un grupo homogéneo ante el estrés por calor, y permiten establecer criterios para futuros programas de selección de esta raza.

(Palabras clave: Termorregulación; ITH; bovinos doble propósito; ganado criollo)

RESPONSE TO STRESS BY HEAT IN THE TROPICAL MILKING CRIOLLO COW UNDER A DOUBLE PURPOSE SYSTEM IN MEXICO

ABSTRACT: This research study presents the results of evaluating the response to stress by heat in a flock of one hundred tropical milking criollo cows (TMC), maintained under a system of double intention for more than forty years in the Mexican tropic. In addition, the behavior of the indicators: climate; ambient temperature (AT °C) and relative humidity (RH %) were analyzed in the region under study during both years of experience and the previous forty years. The rectal temperature (RT °C) and the respiratory frequency (RF) rpm were considered as physiological responses to stress. The climate of the region showed a great stability in the years of study and the previous forty as well as clear seasonality between the dry - rainy seasons, with a temperature and humidity index (THI) different among times and morning and evening readings ($p < 0,001$). Changes in the response variables to stress by heat of the (RF) of the cows allowed, by means the CLUSTER test, to establish three different types of response from stress by heat; 36 cows without stress, (> 36 rpm), 29 with soft and moderate stress (46 -60 rpm) and 35 with high stress (61 - 90 rpm). These data demonstrate that the cows belonging to the breed (TMC) are not a homogenous group against stress by heat, and allow to establish criteria for future selection programs

(Key words: thermoregulation; THI; double purpose bovine; criollo cattle)

INTRODUCCIÓN

En la ganadería vacuna el bienestar de los animales se ha convertido en un factor determinante para lograr su mejor expresión productiva junto a la viabilidad técnica y económica de las empresas, por lo que el estrés calórico de estos, es una situación que preocupa a las empresas dirigidas a la producción de leche situadas en las regiones tropicales (3).

Las altas temperaturas y las variaciones en la humedad relativa del ambiente son comunes en el verano en el trópico de México y con frecuencia rebasan la capacidad de los mecanismos normales de los animales para la disipación del calor que genera, provocando condiciones de estrés que afectan su fisiología y homeostasis (20), que se reflejan en la disminución del consumo voluntario de alimentos (14), producción de leche (24) y en la eficiencia reproductiva de las vacas en producción (23).

En ganadería se ha empleado un indicador del "bienestar animal", el índice de temperatura y humedad, (ITH), el cual resulta de una ecuación que incluye los valores climáticos; temperatura ambiental (TA) y la humedad relativa (HR), además que considera valores mayores a 74 como estresantes (4), en tanto que la respuesta fisiológica de las vacas al estrés por calor se evaluó utilizando, principalmente, la frecuencia respiratoria (FR) y la temperatura rectal (TR) como indicadores (2,16,15).

El tipo de capa animal, la velocidad del aire y la radiación, son factores útiles para contar con modelos adecuados para estimar el efecto del estrés por calor en los bovinos. Las ecuaciones generales de intercambio de calor requieren, además, datos específicos de los individuos, tales como; el peso corporal, la producción de calor metabólico, el aislamiento por tipo de tejido o capa, la pérdida de agua por la piel, la profundidad de la capa, sus volúmenes mínimos y máximos periódicos (6).

Los Criollos bovinos de Latino América tienen cierto grado de adaptación al medio ambiente, donde han evolucionado, indicando que pueden poseer un conjunto de genes único para un ambiente específico. En sistemas de doble propósito en México, se reporta al Criollo Lechero Tropical (CLT), que ha mostrado cualidades ya sea en producción, reproducción o su habilidad de adaptarse a las condiciones ambientales adversas que imperan en las regiones tropicales, sobre todo aquellos referentes a la fluctuación errática de alimentos y de enfermedades (22).

En México, en el Estado de Veracruz, existe bajo el sistema de pastoreo extensivo, un rebaño de va-

cas de la raza Criollo Lechero Tropical (CLT), que fue trasladado desde Centroamérica a la región por productores locales hace 40 años. A esta raza se le considera adaptada al riguroso clima local y se le prefiere para la producción de leche, la elaboración de quesos artesanales (17).

El objetivo del presente trabajo es determinar la respuesta al estrés por calor de vacas CLT bajo un régimen de doble propósito, expuestas a ambientes distintos de estrés por calor, para evaluar si su comportamiento como un grupo genético considerado como termotolerante es homogéneo en el rebaño en estudio o existen en el mismo rebaño diferentes maneras de respuesta a ambientes climáticos cambiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajaron 100 vacas de la raza Criollo Lechero Tropical (CLT) clínicamente sanas, de 400 kg de peso y 44 meses de edad promedios, bajo condiciones de producción, en dos ranchos localizados en el centro-costa del Estado de Veracruz, México, durante el período comprendido entre los años 2001 - 2002. La región se caracterizó por poseer un clima cálido tropical subhúmedo, AW, con una época muy calurosa en el verano (11,21).

Las vacas tuvieron libre acceso al pasto. No se les ofertó ningún suplemento a los animales y contaron con agua de bebida a voluntad.

El ordeño de las vacas se realizó entre las 6:00 y 7:30 horas con apoyo del ternero, posteriormente las crías se separaron de la madre hasta las 17:00 horas en que se les dejó amamantar durante 30 minutos para la separación definitiva hasta el próximo día. El destete dependió del nivel de producción de la vaca y las características físicas del ternero, produciéndose a los 180 días promedio.

Se obtuvieron los registros climatológicos promedios mensuales de temperatura ambiental (°C), humedad relativa (%) y precipitaciones (mm) ocurridos entre los años 1961-2000, del Centro de Previsión del Golfo de México (CPGM) ubicado a 15 km del área experimental.

Se midieron también estas variables durante los dos años que duraron los experimentos (2001 y 2002) a través de los registros promedios mensuales obtenidos con un equipo digital del CPGM. Las mediciones de la TA y la HR en los predios, se realizaron con un higrómetro digital EXTECH® modelo 445702 con una precisión de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, colocado en un espacio abierto, protegido por un abrigo meteorológico convencional. El registro de los datos se realizó por la

mañana y por la tarde en la fecha que se muestreó al ganado. Se determinó el valor de ITH por época y muestreos, matutino y vespertino, de acuerdo a lo propuesto por Armstrong (4).

En cinco oportunidades se expusieron los animales a las radiaciones solares más intensas en la época de lluvia y donde ocurrieron los máximos registros de temperatura y humedad. Con independencia al control de las variables climáticas antes señalado, se midieron la temperatura ambiental y humedad relativa mediante tres lecturas desarrolladas entre 7:00 y 9:00 a.m. para obtener la cifra promedio matutina en el propio rancho y otras tres lecturas después de expuestos los animales a la máxima intensidad de las radiaciones solares, entre las 5:00 y 7:00 pm. para contar con un promedio vespertino. En ambas sesiones se midió la frecuencia respiratoria mediante la observación del flanco del animal sin agitarse por espacio de un minuto y después la temperatura rectal a través de un termómetro digital (0.1°C). Para determinar semejanzas entre la población se realizó, un análisis tipo CLUSTER, que consideró la frecuencia respiratoria como criterio de agrupación, empleando el paquete estadístico STATISCA 6.0. Este mismo paquete estadístico se empleó para evaluar la respuesta al estrés por calor, a través de ANOVA, en base a la FR vespertina, por la ecuación: $TE = FR + HD + E$ donde: TE se corresponde con el tipo de estrés, FR con la frecuencia respiratoria, HD con la hora del día y E es el error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estrés por calor y la vaca Criollo Lechero Tropical.

El ecosistema donde se ubican los animales objeto de estudio se caracteriza por un periodo seco que se extiende durante siete meses, noviembre a mayo, donde la temperatura promedio es 24.9 ± 2.6 °C, una humedad relativa sin grandes variaciones y menor regímenes de precipitaciones, cuando se compara con

el periodo lluvioso (Tabla 1). Resulta de interés observar la estabilidad que presentan las variables climáticas durante la fase experimental, con respecto al comportamiento retrospectivo evaluado durante 40 años.

Los resultados estadísticos no mostraron diferencias entre años para las variables estudiadas. Sin embargo, se corrobora el marcado efecto estacional de las condiciones orográficas de la región, las cuales determinan el comportamiento de los vientos dominantes del norte sobre la misma. Durante los meses secos se reduce notablemente la TA, se producen variaciones en la HR (21) y se establecen condiciones de un ITH de bienestar para las vacas durante esta época, de una manera significativa ($p < 0.001$) con relación al marcado estrés por calor de la época de lluvias (Figura 1).

Resulta notable las diferencias significativas ($p < 0.001$) del valor de ITH entre las lecturas matutinas y vespertinas, registradas en los ranchos los días de mayor calor (Figura 2).

La asociación de las variables de respuesta a factores estresantes, permitió definir que el comportamiento de los animales no es uniforme, al diferenciar tres grupos o subpoblaciones (Tabla 2).

El grupo 1 difiere sustancialmente del resto de la población con Δt de apenas 0.37°C entre la mañana y la tarde; y presenta estable frecuencia respiratoria, sin embargo los grupos 2 y 3 con una diferencia de temperatura mayor con respecto al grupo 1, y sin diferencia entre ellos, 0.85 y 1.58°C, respectivamente, incrementaron las FR en 16 y 43, en igual orden de cita, ante los incrementos de las temperaturas ambiental y rectal.

En correspondencia con estos resultados, en Canadá se encontraron incrementos de 0.60 ± 0.04 °C y 27 ± 1.3 FR en lecturas vespertinas con respecto a las diurnas en vacas Holstein expuestas por periodos

TABLA 1. Variables climáticas antes y durante la fase experimental en la región de Veracruz, centro costa./ *Climatic variables before and during the experimental phase in Veracruz*

Variables	Antes del experimento (n = 40 años)				Fase experimental (n = dos años)			
	X ± DS	Época del año			X ± DS	Época del año		
		Seca	Lluvia	EE		Seca	Lluvia	EE
Temperatura ambiental (°C)	24.9 ± 2.6	23.5 ^a	26.9 ^b	4.31	25.3 ± 2.5	23.8 ^a	27.5 ^b	3.206
Humedad Relativa (%)	80.6 ± 3.9	81.2 ^a	79.8 ^b	7.77	81.3 ± 2.9	81.2 ^a	81.5 ^a	8.948
Precipitaciones mm ³	146 ± 175	34.2 ^a	303.7 ^b	13159	136 ± 144	35.0 ^a	279 ^b	6056

Letras desiguales en una misma fila dentro de cada periodo difieren. $p < 0.001$

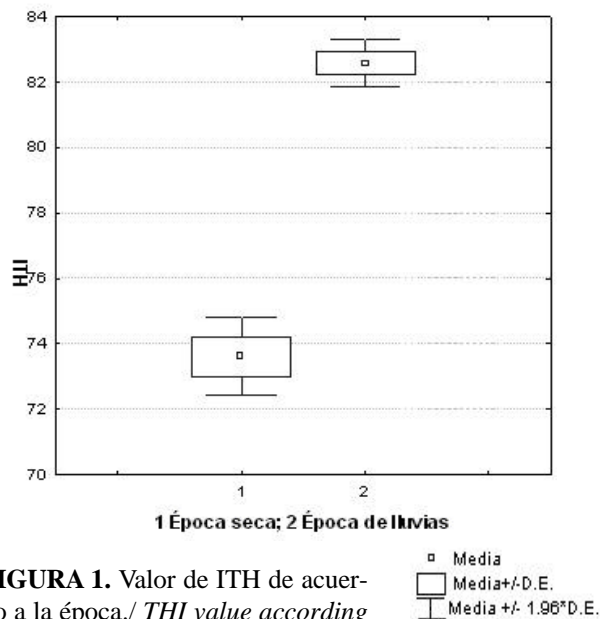


FIGURA 1. Valor de ITH de acuerdo a la época./ *THI value according to dry-rainy.*

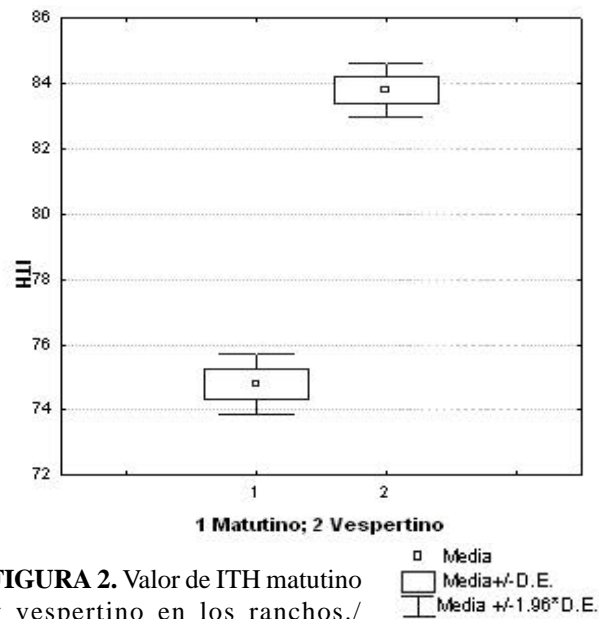


FIGURA 2. Valor de ITH matutino y vespertino en los ranchos./ *Morning and evening THI value in the farms.*

TABLA 2. Asociación de la respuesta a variables fisiológicas de vacas CLT durante la época de temperaturas elevadas en Veracruz centro-costa./ *Response association to the physiological variables of TMC cows during high temperature season in Veracruz*

Cluster para TR y FR ($\bar{x} \pm D.E.$)					
Cluster	% de la población estudiada	Temperaturas rectal (°C)		Frecuencia respiratoria (rpm)	
		Matutino 7:00 – 9:00	Vespertino 17:00 – 19:00	Matutino 7:00 – 9:00	Vespertino 17:00 – 19:00
Sin estrés Grupo 1	36	37.75 ± 0.81a	38.12 ± 0.46 ^a	34.60 ± 17.64a	26.38 ± 5.30 ^a
Estrés moderado Grupo 2	29	38.16 ± 0.38b	39.01 ± 0.56b	34.80 ± 8.90a	50.38 ± 7.50b
Estrés alto Grupo 3	35	38.22 ± 0.39b	39.80 ± 0.61b	39.04 ± 8.70a	82.00 ± 12.09c

Letras desiguales en la misma columna, para cada factor, son diferentes (Tukey, $\alpha = 0.05$)

cortos a un estrés moderado, y confirman la utilidad de utilizar este biomodelo para evaluar la respuesta animal al estrés calórico (16). Situaciones ambientales y respuesta animal similares se han reportado en varios países. Así encontramos en Japón, que vacas Holstein, lactando y sometidas a un t de 10°C (de 18°C a 28°C) fueron capaces de modificar su temperatura rectal de 38.4 a 40.0°C (Δt de 1.6°C), (15); en Israel, se obtuvieron, diferentes respuestas a ambientes de verano en vacas Holstein (31.8°C; 32% HR) e invierno (16.8°C; 43% HR) expresadas en incrementos de 0.37 y 2.6°C, en TR y de la piel, respectivamente, que se traducen en la reducción de un 57%

de la pérdida no evaporativa de calor, un incremento de un 47% de sudoración, un 47% de incremento en la FR y un 23% de reducción total de calor (5). Influyen también en este tipo de respuesta, la variabilidad individual y la necesidad de seleccionar animales con mayor capacidad para disipar el calor, ya que en general, estos climas, tanto los que tiene veranos no muy calurosos, que se consideran “umbral para el estrés moderado”, como los sometidos a un ambiente calórico muy intenso, imponen a los animales pérdidas de calor a través de la respiración desde un 50% (16) hasta porcentajes superiores (3,7,12).

En vacas de doble propósito con diversos encastes de Europeo por Cebú, explotadas en dos regiones con diferentes microclimas, en Yucatán, México, especialmente dos hatos en clima templado y tres en clima cálido, manifestaron también diferentes respuestas, registrándose 24 ± 11.2 y 43 ± 15.2 ($\Delta t 19 \pm 4$ rpm), y TR, 38.7 ± 0.80 y 39.4 ± 0.48 ($\Delta 0.7 \pm 0.38^\circ\text{C}$). Se encontró también que las vacas localizadas en la región de clima más cálido, rebasaron los límites normales en la FR (2).

Es importante esclarecer la manera en la que el ambiente afectó durante los dos años de estudio la temperatura rectal (TR, °C) y la frecuencia respiratoria (FR, rpm) en las vacas CLT. Asumiendo la validez de utilizar la TR y la FR como indicadores de respuesta fisiológica frente a las grandes variaciones de las variables climáticas que caracterizan los ecosistemas donde se desarrollan nuestros animales, y particularmente la respuesta vespertina (Alba *et al.* 1999), se pudo conocer el grado de estrés que sufren las vacas en la población estudiada (Tabla 3).

TABLA 3. Tipo de estrés térmico de vacas CLT en Veracruz costa centro./ *Type of thermal stress of TMC cows in Veracruz*

Tipo de Estrés*	Frecuencia presentación (%)	Frecuencia respiratoria vespertina (rpm)
Sin estrés (< 36 rpm)	30	21 - 32
Estrés suave y moderado (46 - 60 rpm)	33	43 - 58
Estrés alto (61 - 90 rpm)	37	70 - 94

*adaptado de Alba *et al.* 1999

En Cuba, utilizando 886 mediciones respiratorias y de la temperatura rectal en 10 vacas Holstein estimaron el estrés por calor en vacas y generaron una tipología de la respuesta al calor que permitió identificar que un estrés moderado se presenta a los 25°C y 85% de humedad, en tanto que el fuerte se presenta a los 30.5°C y 65% de humedad (1).

Las pruebas de tolerancia al calor en bovinos se realizaron empleando varias formas de exposición de los mismos al estrés por calor; las derivadas de la medición de FR y TR después un periodo de exposición al sol, fueron sustituidas por pruebas realizadas en cámaras climáticas (8, 19).

En Costa Rica (8), vacas CLT, junto con 8 tipos raciales más (*Bos taurus*, *Bos indicus* y sus cruces), fueron sometidas, en cámaras climáticas a dos tipos de temperaturas ambientales; 25 y 40°C , con una presión de vapor de 13 y 25 mm Hg, respectivamente. Las lecturas de la FR y TR se realizaron a seis horas de exposición al ambiente regulado a las 18:00 h y a las 6:00 h; los resultados fueron significativos ($p < 0.001$) tanto para razas como para las lecturas vespertina y matutina. Esta prueba demostró que la respuesta ante el reto prolongado de seis horas a 40.5°C , era similar en las Criollas, 38.8 a 25°C y 39.7 a 40°C y el F₂ Suizo x Cebú, 38.9 a 25°C y 39.9 a 40°C , para las lecturas matutinas y 38.8 a 25°C y 39.7 a 40°C ; y 39.0 a 25°C y 39.7 a 40°C , para las lecturas vespertinas. En tanto que FR matutinas de 37 y 140; 30 y 145 34 para el Criollo y el F₂ Suizo x Cebú, respectivamente y vespertinas de 148 a de 27; 148 y 40 en el mismo orden. Por lo que la FR resulta ser un indicador confiable del estrés calórico en vacas expuestas por lapsos al medio ambiente (9).

Estos resultados nos indican lo heterogéneo de nuestra población al encontrarnos tres subgrupos, con porcentajes similares de individuos que responden de manera diferente ante un mismo fenómeno. Al retar estos animales durante cinco ocasiones a condiciones máximas de estrés calórico, durante dos veranos consecutivos, un grupo apenas modificó su FR, mientras que otros la triplicaron.

Diferentes autores señalan que el ganado Criollo es un animal adaptado (9, 25), le confieren a las razas Criollas el atributo de ser tolerantes al calor; otros reconocen 450 años de adaptación y producciones de leche anuales promedio de 1,850 kg con casos excepcionales de vacas que producen de 3,500 a 4,000 kg por lactancia (FONAIAP, 1981) mientras que otros consideran como criterio de adaptación destacado del Criollo cualidades reproductivas superiores con respecto a la razas Cebuinas, igualmente aceptadas como tolerantes al calor (Rizzi *et al.* 2002b). Hasta el presente el CLT de México, no ha sido evaluado en relación a su tolerancia al calor y solo se destacan importantes trabajos sobre productividad, tanto del propio Criollo (18); como con su cruce con Jersey (10). Los resultados obtenidos indican, que las vacas CLT consideradas adaptadas a las condiciones del trópico americano (22), presentan diferencias en su capacidad para disipar el calor y sería importante determinar si las mismas influyen sobre su potencial bioproductivo.

REFERENCIAS

1. Alba, L.O.; Koutinhoun, B. y Torres L. (1999): Estimación del estrés de calor ambiental, mediante el índice de calor sofocante en vacas Holstein. *Rev. Cub. Reprod. Anim.* 25: 31-37.
2. Alzina-López, A.; Farfán-Escalante, J.C.; Valencia-Heredia, E.R. y Yokohama, K.J. (2001): Condición ambiental y su efecto en la temperatura rectal y frecuencia respiratoria en bovinos cruzados (*Bos taurus x Bos indicus*) del estado de Yucatán, México. *Rev. Biomed* 12:112-121.
3. Ávila, P.M.F.; Torres de Campos, A. y Pato, L.N. (2002): Razas lecheras: ambiente y comportamiento animal en los trópicos. EMBRAPA *gado de leite*. FEPAL. Brasil. Pp. 1-19.
4. Armstrong, D.V. (1994): Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77: 2004 with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77: 2044-2050.
5. Berman, A. (2003): Effects of body surface area estimates on predicted energy requirements and heat stress. *J. Dairy Sci.* 86: 3605-3610.
6. Berman, A. (2005): Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *J. Anim Sci.* 83(6): 1377-84.
7. Benoit, G.K. (1994): Disfunción del cuerpo luteo asociado a algunos factores climáticos en el síndrome repetición de servicios, en vacas Holstein en Cuba. *Tesis opción grado científico de Dr. En Ciencias*. ISCAH. Cuba.
8. Brody, S. (1948): Environmental Physiology. Biological backgrounds. *Missouri Agr. Sta. Bull* 423.
9. de Alba, J. (1985): El criollo Lechero en Turrialba. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Serie Técnica. *Boletín Técnico N° 15*. Costa Rica. 59 p.
10. de Alba, J. y Kennedy, B.W. (1994): Genetic parameters of purebred and crossbred Milking Criollos in Tropical México. *Anim. Prod.* 58: 159-165.
11. Enríquez, Q.F.J.; Meléndez, N.F. y Bolaños A.E.D. (1999): *Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales*. Ed. INIFAP. México. 8-38.
12. Fernández, O.; Faure, R. y García, L. (1986): Nuclear techniques in studies of animal reproductive and health in different environments. *Int. Symp.* Vienna.
13. FONAIIP (1981): *Ganado Criollo Limonero*. Divulga 1. Bogotá. Colombia.
14. Hafez, E.S.E. (1968): Environmental effects of climate on productivity. In adaptation of domestic animals. Ed Hafez, pp 74-93. Lea and Febiger, Philadelphia.
15. Kamiya, M.; Iwama, Y.; Tanaka, M. y Shioya, S. (2005): Effects of high ambient temperature and restricted feed intake on nitrogen utilization for milk production in lactating Holstein cow. *Animal Science Journal.* 76: 217-223.
16. Ominski, K.H.; Kennedy, A.D.; Wittnerberg, K.M.; Moshtaghi, N. (2002): Physiological and production responses to feeding schedule in lactating dairy cows exposed to short term, moderate heat stress. *J. Dairy Sci.* 85:730-737.
17. Ortiz, Beatriz (2001): Comunicación personal. MVZ, profesional responsable operativa de los ranchos rebaños estudiados. Veracruz, México.
18. Rosendo-Ponce, A. y Becerril-Pérez, C.M. (2002): Productive performance and genetic parameters in the Tropical Milking Criollo cattle in Mexico. 7th. *World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Montpellier, France. Abstract N° 25.
19. Rhoad, A.O. (1950): The work with the climatological laboratory. *Second Inter -American Conference on animal production*. Turrialba, Costa Rica. Mimeo.
20. Stainer, M.W. Mount, L.E. y Blight, J. (1986): Energy balance and temperature regulation. *Cambridge University press*, Cambridge.
21. Tejeda-Martínez, A.; Acevedo-Rosas, F. y Jáuregui-Ostos, E. (1989): *Atlas Climático del estado de Veracruz*. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. pp. 11-50.f
22. Tewolde, A. (2000): Los Criollos bovinos y los sistemas de producción animal en los trópicos de América Latina. Criollos en sistemas productivos latinoamericanos *Razas Bovinas creadas en Latinoamérica y el Caribe*. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. pp. 13-19.
23. Thatcher, W.W. y Collier, R.J. (1986): Effects of climate on bovine reproduction. In *Current Therapy in Theriogenology*. 2Ed. Ed Morrow D.A. p. 302. WB. Saunders, Philadelphia.
24. Wets, J.W.; Mullinix, B.G. y Bernard, J.K. (2003): Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86: 232-242.
25. Wilkins, J.V. (1990): Criollo Cattle of the America. Centro de Investigación Agrícola Tropical. Santa Cruz, Bolivia. 19 p. Disponible en URL: www.fao.biodiversity/idad

(Recibido 15-7-2006; Aceptado 3-2-2007)