

CAPITULO VII

ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE MESTIZOS LECHEROS

- I INTRODUCCIÓN
- II CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DE LOS VACUNOS EN CLIMAS CÁLIDOS
- III EFECTO DEL PERÍODO DEL DÍA SOBRE LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS
- IV EFECTO DEL PERÍODO CLIMATICO SOBRE LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS
- V INTERRELACION ENTRE LOS FACTORES CLIMATICOS, FISIOLÓGICOS Y NUTRICIONALES EN MESTIZOS LECHEROS
- VI LITERATURA CITADA

Tomás Rodríguez-Hernández
Luis A. Guevara Martínez

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la ganadería de leche se ha realizado satisfactoriamente con vacunos *Bos Taurus* en condiciones de climas frío y templado, de tal manera que la presente distribución de este tipo de animal está influenciado por el medio ambiente climático y por las necesidades humanas.

Por otro lado es bien conocido que funciones tan importantes como el crecimiento, la reproducción y la producción de leche dependen de la selección (que ha permitido obtener razas mejoradas), la nutrición, el medio ambiente climático y la salud del animal.

En este sentido, las características reproductivas y de producción de leche están determinadas por acciones recíprocas genético-ambientales; sin embargo, en gran medida la mayoría lograda en producción de leche es debida a la eficiencia en el manejo, y actualmente se toman en cuenta los aspectos relacionados con el clima, cuyos componentes (principalmente temperatura, humedad, radiación, movimiento del aire, fotoperíodo y precipitación) afectan el comportamiento y la fisiología (homeostasis) del ganado lechero.

De allí que para una explotación ganadera lechera sea exitosa precisa de un ambiente físico-climático adecuado (temperaturas entre 13 y 18°C, humedad relativa entre 60 y 70%, velocidad de aire en el orden de 5-8 Km/hora y un nivel medio de radiación solar similar al de las latitudes subtropicales durante la primera y otoño). Sin embargo, los valores que se presentan en regiones tropicales suelen ser superiores al esquema ideal presentado anteriormente y el ganadero debe solucionar estos problemas para modificar el impacto que ejerce el ambiente sobre la productividad de sus animales. Por otro lado, es poco lo que se ha logrado en este aspecto, porque no se ha desarrollado un tipo de animal lechero adaptado a estas condiciones.

Los productores de estas regiones han tratado de solucionar este problema utilizando vacunos *Bos taurus* provenientes de zonas templadas, pero el éxito alcanzado ha sido pobre debido a la poca adaptación que presentan los animales a las condiciones climáticas tropicales, ya que su metabolismo, hábitos de consumo y en general la fisiología se alteran.

En este orden de ideas, el tipo de vacuno que se necesita en estas condiciones debe cumplir los siguientes requisitos:

1. Una alta eficiencia en la utilización de alimento.
2. Capacidad para llevar a cabo los procesos productivos en estos ambientes de elevadas temperaturas.

3. Resistencia a la radiación térmica y a las enfermedades.

4. Capacidad suficiente para estimular y utilizar eficientemente los mecanismos de disipación térmica.

II CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DE LOS VACUNOS EN CLIMAS CÁLIDOS

Los vacunos son animales homeotermos, los cuales al encontrarse en condiciones térmicas adversas (como sucede en regiones de clima cálido) modifican -dentro de ciertos límites- algunas características morfológicas (tamaño del cuerpo, largo y densidad del pelaje) y ciertos mecanismos fisiológicos y de conducta (vasodilatación cutánea, incrementos de la sudoración, frecuencia respiratoria y del consumo de agua, reducción de las hormonas calorígenicas) y de comportamiento para reducir su termogénesis por efecto de los altos valores que alcanzan la temperatura, humedad y otros componentes climáticos para lograr su equilibrio térmico.

El intercambio entre el vacuno y el medio ambiente que lo rodea tiene lugar por medio de la convección, conducción y radiación; además pueden perder calor (independientemente de la temperatura ambiente) por evaporación a través de la piel y los pulmones.

Varias investigaciones han sido conducidas en el estado Monagas, bajo condiciones de climas cálidos para estudiar la variación que presentan algunos índices fisiológicos en los vacunos productores de leche. Estos ensayos han sido realizados en vacunos Holstein, mestizos Holstein x Cebú y Pardo Suizo x Cebú.

En estos trabajos se determinó que tanto en novillas (Tabla 1) como en las vacas (Tabla 2), los animales Holstein mostraron mayores valores en temperatura rectal y respiración. Por el contrario, el pulso fue menor en estos animales y mayor en Pardo Suizo x Criollo-Cebú, encontrando diferencias altamente significativas ($P < .01$) entre los tres grupos genéticos para cada variable fisiológica. Estos resultados presentan a los animales Holstein como los más afectados por las condiciones climáticas de la zona, ya que sus mayores promedios de temperatura rectal indican una menor capacidad para controlar su temperatura corporal y el consecuente esfuerzo fisiológico denotado por el mayor índice respiratorio. De acuerdo con los resultados obtenidos, la temperatura ambiental de la zona casi siempre por encima de

Tabla 1. Promedios y errores típicos de temperatura rectal, pulso y respiración en novillas Holstein y mestizas.

Grupo Genético	N	Temperatura Rectal (°C)		Pulso (ppm)		Respiración (rpm)	
		\bar{X}	ET	\bar{X}	ET	\bar{X}	ET
\bar{X} ajustado	2025	38,927	0,010	80,213	0,258	36,676	0,216
Holstein	629	39,112	0,018	79,453	0,451	42,210	0,411
Holstein x Criollo-Cebú	722	38,854	0,016	79,537	0,436	39,317	0,365
Pardo Suizo x Criollo-Cebú	674	38,816	0,017	81,647	0,465	34,439	0,389

Tabla 2. Promedios y errores típicos de temperatura rectal, pulso y respiración en vacas Holstein y Mestizas

Grupo Genético	N	Temperatura Rectal (°C)		Pulso (ppm)		Respiración (rpm)	
		\bar{X}	ET	\bar{X}	ET	\bar{X}	ET
\bar{X} ajustado	430	39,176	0,020	68,950	0,445	40,634	0,534
Holstein	136	39,354	0,034	67,933	0,757	43,967	0,907
1/2 Holstein 1/2 Criollo-Cebú	294	38,998	0,023	69,967	0,505	37,301	0,606
\bar{X} ajustado de Pardo Suizo x Criollo-Cebú	260	38,933	0,028	70,930	0,653	36,523	0,619

los niveles críticos con promedios entre 25.84 y 28.51 (5), está influenciado negativamente la actividad fisiológica en estos animales. Esto se agrava, además, por la alta humedad relativa de la zona con promedio entre 73.78 y 78.63%.

El hecho de que los animales Holstein x Criollo-Cebú aparezcan menos afectados en temperatura rectal y respiración, comparados con los Holstein (aunque sus ritmos de pulsaciones fueron algo mayores) indica que dichos animales se comportaron más eficientes en el control de su temperatura corporal, por lo que estos mestizos pudieron disipar mayor cantidad de calor mediante aumentos cardiovasculares y respiratorias, en virtud de que mantuvieron sus ritmos de pulso y respiración más elevados que los considerados normales por Vieira de Sá (5), quien indicó valores de 39°C para temperatura rectal; para frecuencia respiratoria entre 21 y 27 rpm y para pulsaciones 60 ppm para bovinos.

Los animales Pardo Suizo x Criollo-Cebú se mostraron como los menos afectados por el ambiente climático, ya que sus temperaturas rectales mostraron valores cercanos a los promedios normales y su ritmo respiratorio no fue elevado como en los otros dos grupos genéticos. Sin embargo, estos animales alcanzaron los mayores promedios relativos para pulsaciones. Es muy probable que los animales mestizos Pardo Suizos no tuvieron necesidad de recurrir a los aumentos respiratorios para controlar su temperatura corporal, de tal forma que más bien los cambios cardiovasculares le permitieron disipar el exceso de calor por la superficie corporal. Bianca (10) ha señalado que bajo "stress" moderado, las pérdidas se lograron a través de la superficie, principalmente por radiación y que en el ganado tolerante al calor, las pérdidas por evaporación cutánea son mayores que las logradas por vía respiratoria.

En general se encontró que el incremento de temperatura máxima produce considerable incremento de la frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca y en menor magnitud, la temperatura rectal ($P < .01$). Por otra parte, la humedad relativa máxima o el promedio de humedad relativa produjeron en la mayoría de los ensayos, en Holstein, incrementos leves de frecuencia respiratoria y temperatura rectal ($P < .01$) y en menor magnitud, la frecuencia cardíaca. Esto indica que el incremento de la temperatura ambiente y humedad relativa aumenta la temperatura rectal, particularmente en Holstein.

Los resultados indican que ambos mestizos (Pardo Suizo x Criollo-Cebú y Holstein x Criollo-Cebú) fueron superiores al Holstein en el proceso de adaptación al clima de la zona, lo cual coincide parcialmente con los resultados de García y Rodríguez (6) y García *et al* (7) en Cuba.

III. EFECTOS DEL PERÍODO DEL DÍA SOBRE LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS

La determinación de los parámetros fisiológicos en diferentes períodos del día de Holstein (Tabla 3) indicó que los menores promedios de temperatura rectal y frecuencia respiratoria se obtuvieron en la mañana, mientras que los demás promedios de pulsaciones se lograron en el período del medio día.

En mestizos Pardo Suizo x Criollo-Cebú (Tabla 4) la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria fueron menores en la mañana, y el pulso mostró su menor valor en la tarde, manteniéndose la tendencia de estos animales de

Tabla 3. Promedios y errores típicos de los parámetros fisiológicos de Holstein para los períodos del día.

Período del día	N	Temperatura Rectal (°C)		Pulso (ppm)		Respiración (rpm)	
		\bar{X}	ET	\bar{X}	ET	\bar{X}	ET
\bar{X} ajustado	1080	39,192	0,012	67,863	0,280	40,143	0,368
AM (6:00 AM)	360	38,926	0,025	67,389	0,574	41,286	0,756
M (12:00 M)	360	39,173	0,026	65,349	0,606	51,403	0,798
PM (6:00 PM)	360	39,478	0,021	68,841	0,490	54,645	0,645

Tabla 4. Promedios y errores típicos de los parámetros fisiológicos en mestizos Pardo Suizo x Criollo-Cebú para los períodos del día

Período del día	N	Temperatura Rectal (°C)		Pulso (ppm)		Respiración (rpm)	
		\bar{X}	ET	\bar{X}	ET	\bar{X}	ET
\bar{X} ajustado		38,869		70,319	36,523		
AM (6:00 AM)	130		0,658	0,635		1,438	
PM (6:00 PM)	130	38,996	70,930		35,869	1,438	
260	38,933		71,542	1,477	37,176		
		0,658		1,477	0,619		

mayor pulsaciones que el Holstein. Este ritmo diurno de los índices fisiológicos refleja por una parte el consumo y la actividad durante el día y el descenso fisiológico en la noche, y por otra parte, el stress térmico observado en las horas más calurosas del día (en algunos casos se prolongaba hasta la tarde). Estas variaciones cíclicas han sido señaladas previamente por Andrews (8) y Hardy (9). Sin embargo, debe considerarse que temperaturas rectales por encima del 39.5°C y frecuencias cardíacas y respiratorias alrededor de 95 y 50 por minuto, respectivamente, observadas en muchos animales durante la realización de estos ensayos, son indicativos de un severo esfuerzo en las horas más calurosas del día y deben estar afectados otros órganos mecanismos fisiológicos como: hipófisis, tiroídes, adrenales, etc, trayendo como consecuencia efectos negativos sobre el crecimiento, reproducción, duración de la lactancia y producción de leche por lactancia y por vida del animal, por lo que animales en estas condiciones climáticas severas

tienden a bajar la producción de calor mediante la disminución compensatoria del consumo de alimento durante el día, lo que trae consigo disminución de la tasa metabólica (1, 6, 10).

IV. EFECTO DEL PERÍODO CLIMÁTICO SOBRE LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS

En las tablas 5 y 6, se observan los promedios de temperatura rectal, respiración y pulso en vacas Holstein y en novillas mestizas media sangre (1/2 Holstein 1/2 Criollo-Cebú; 1/2 Pardo Suizo 1/2 Criollo-Cebú) en los períodos seco y lluvioso, notándose que los tres índices fisiológicos fueron menores en el período seco. Las comparaciones estadísticas mostraron diferencias entre períodos ($P < .01$) para todas las variables fisiológicas en Holstein. En novillas hubo diferencia entre período para temperatura rectal ($P < .05$) y para pulso ($P < .01$), en cambio la respiración tuvo un comportamiento estadístico uniforme.

Tabla 5. Promedios y errores típicos de temperatura rectal, frecuencia respiratoria y pulso cardíaco en vacas Holstein, en los períodos secos y lluviosos.

Período del día	N	Temperatura Rectal (°C)		Pulso (ppm)		Respiración (rpm)	
		\bar{X}	ET	\bar{X}	ET	\bar{X}	ET
\bar{X} ajustado	1080	39,192	0,012	49,143	0,388	67,863	0,280
Seco	540	38,928	0,020	44,133	0,619	60,434	0,470
Lluvioso	540	39,356	0,020	54,153	0,619	75,232	0,470

Tabla 6. Promedios y errores típicos de los índices fisiológicos en novillas Holstein y 1/2 Holstein 1/2 Criollo cebú, en los períodos seco y lluvioso.

Período del día	N	Temperatura Rectal (°C)		Pulso (ppm)		Respiración (rpm)	
		\bar{X}	ET	\bar{X}	ET	\bar{X}	ET
\bar{X} ajustado	2025	39,927	0,010	80,213	0,258	38,676	0,216
Seco	1035	38,901	0,016	73,583	0,425	38,115	0,356
Lluvioso	990	38,954	0,016	86,843	0,437	39,236	0,366

Estas diferencias particularmente de temperatura rectal y pulso entre períodos climáticos, resultan muy interesantes, ya que reafirman el efecto negativo de la humedad relativa en ambiente caluroso sobre la disipación de calor (5, 9, 10). Bajo esta situación, en un entorno con temperatura elevada y cargado de humedad, las pérdidas de calor por evaporación (cutánea y respiratoria) se vieron parcialmente desfavorecidas y el exceso de calor corporal posiblemente los animales lo realizaron a través de la superficie corporal: por radiación, convección y conducción; pérdidas de calor que se aumentan con la elevación de la circulación sanguínea periférica. En el caso particular de las novillas mestizas media sangre criadas en este ambiente cálido-húmedo, estos animales han ajustado sus mecanismos termorreguladores para la pérdida de calor mediante elevación del ritmo de pulsaciones que permitan una mayor irrigación periférica para favorecer la transferencia del calor animal al entorno (2).

Es conveniente señalar que los promedios generales de temperatura ambiental y humedad relativa en cada período (Tabla 7) son muy elevadas para que los animales de origen europeo puedan poner en funcionamiento todos sus mecanismos termorreguladores, sin que su disipación de calor se viera afectada en algunos de ellos. Yosuef *et al* (3), han señalado que los cambios de humedad relativa no tienen efecto alguno sobre la disipación térmica en el ganado vacuno, cuando la temperatura del aire es baja. Sin embargo, cuando dicha temperatura alcanza valores entre 24 y 38 °C y se registra un aumento de la humedad relativa de 30 a 90 % se produce un efecto negativo a los 24 °C de temperatura ambiente, la pérdida cutánea disminuye, en tanto que a 38° C se origina una menor pérdida respiratoria.

Tabla 7. Promedio de temperatura ambiente y humedad Relativa en los períodos seco y lluvioso

Período Climático	Temperatura Ambiente (°C)	Humedad Relativa (%)
Seco	28,27 ± 1,19	65,97 ± 6,59
Lluvioso	26,41 ± 1,38	82,65 ± 8,13

V. INTERRELACIÓN ENTRE FACTORES CLIMÁTICOS, FISIOLÓGICOS Y NUTRICIONALES EN MESTIZOS HOLSTEIN

En el experimento con animales jóvenes mestizos Holstein x Criollo-Cebú de 88 Kg (Tratamiento I) y 188 (tratamiento II) en el que se planteó determinar la interrelación existente entre los factores climáticos (temperatura ambiente y humedad relativa), la adaptabilidad (medida a través de la temperatura rectal y frecuencia respiratoria) y los índices nutricionales, se encontró que el consumo de materia seca fue de 10,5 Kg/día, en el Tratamiento I y de 5,18 Kg/día, en el Tratamiento II, la temperatura rectal y frecuencia respiratoria fueron de $38,98 \pm 0,27$ y $25,60 \pm 7,58$ (Tratamiento I) y $39,08 \pm 0,44$ y $26,70 \pm 7,23$ (Tratamiento II); además, hubo la tendencia a la disminución de materia seca total, a medida que aumentaba la temperatura ambiental, lo inverso ocurrió con la humedad relativa.

En general, los altos valores de temperatura rectal y frecuencia respiratoria hicieron disminuir el consumo de materia, proteína cruda y nutrientes digestibles totales. Se detectó también que los animales de 188 Kg de peso consumieron 20,4 % menos de proteína cruda que lo establecido por la N.R.C. Leche, mientras que los animales de 88 Kg consumieron 17,29 % más proteína cruda que lo recomendado por las normas de requerimiento.

Así, tanto la temperatura rectal, como la frecuencia respiratoria afectaron en mayor grado el consumo de materia seca total (MST) en los animales de menor edad (88 Kg de peso vivo), ver Tabla 8. Pereira (11) indica que los animales bajan su consumo debido a la tensión climática que aumenta su temperatura corporal frecuencia respiratoria. Church y Pond (16) indican, que fisiológicamente los animales jóvenes tienen "un premio biológico" para crecer y por eso el consumo de materia seca total se ve más afectado negativamente, cuando entran en juego los mecanismo fisiológicos (frecuencia respiratoria) en los animales más desarrollados.

Tabla 8. Correlación de temperatura rectal y frecuencia Respiratoria de mestizos lecheros de 88 kg (T1) y 188 Kg (T2) con el consumo de materia seca total.

	Coficiente	Probabilidad
Temperatura Rectal (T2)	- 0,26	0,0036*
Temperatura Rectal (T1)	- 0,02	0,8707
Frecuencia Respiratoria (T2)	- 0,28	0,0023*
Frecuencia Respiratoria (T1)	- 0,14	0,1368

En cuanto a la proteína total no se encontró ningún efecto significativo de la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria sobre el consumo de dicho nutriente (Tabla 9).

Tabla 9. Correlación de temperatura rectal y frecuencia respiratoria en mestizos lecheros de 88 Kg (T1) y 188 Kg(T2) de peso vivo con el consumo de proteína cruda total.

	Coefficiente	Probabilidad
Temperatura Rectal (T2)	- 0,13	0,1589
Temperatura Rectal (T1)	- 0,09	0,3346
Frecuencia Respiratoria (T2)	- 0,03	0,7061
Frecuencia Respiratoria (T1)	- 0,07	0,4242

El efecto que se encontró de la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria sobre el consumo de nutrientes digestibles totales (Tabla 10) fue diferente a los tratamientos realizados, ya que la temperatura rectal afecta negativamente en mayor grado el consumo de nutrientes digestibles totales en los animales de menor edad (88 Kg de peso vivo), mientras que la frecuencia respiratoria afecta negativamente en mayor grado a los animales de mayor edad (188 Kg de peso vivo).

Tabla 10. Correlación de la temperatura rectal y frecuencia respiratoria de mestizos lecheros de 88 Kg (T1) Y 188 KG (T2) de peso vivo con el consumo de nutrientes digestibles totales.

	Coefficiente	Probabilidad
Temperatura Rectal (T2)	- 0,22	0,0137*
Temperatura Rectal (T1)	- 0,00	0,9442
Frecuencia Respiratoria (T2)	- 0,23	0,0010*
Frecuencia Respiratoria (T1)	- 0,16	0,0909

Por otro lado, el consumo de nutrientes digestibles totales fue menor que lo establecido por la N.R.C. Leche, contándose que los animales de 188 Kg y de 88 Kg consumieron 81 y 94 % de lo establecido en las normas de requerimientos. Se evidencia que estas son variables respuestas aceptables para medir el grado de adaptabilidad de mestizos lecheros al trópico.

VI. LITERATURA CITADA

1. Bonsma, J. E. 1973. Ecología de los animales domésticos. In *Ganadería de los Trópicos*. Editado por Sosa, Walkery Salón. Ed. Amon. Caracas. Vol. I. pp 17-35.
2. Ingran, A.L. and L.E. MOUNT. 1975. *Man and animals in hot environment*. Springer Verlag. New York. U.S.A. 189 p.
3. Yosuef, M.,L. Hamm y H.D. Johnson. 1973. Adaptación del ganado vacuno. In *Adaptación de los animales domésticos*. Editado E.S.E.Hafez. Labor S.A. Barcelona, España. pp 317-333.
4. Israel, L.A., A. Collier, C. Wilcoxy D. Buffington. 1981. Efecto del stress de calor en las concentraciones de aldosterona en vacas Jersey y Holstein. ALPA. Men. 16-117 (Resumen).
5. Vieira De SA, F. 1965. *Lechería Tropical*. UTHEA.México. 348 p.
6. García, L. y S. Rodríguez. 1975. Aspectos genéticos de la tolerancia al calor húmedo de hembras Holstein. II Parámetros genéticos In V Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Maracay. pp E-40. (Resumen).
7. García, L. O. Rodríguez y J. Martínez. 1977. Estudio comparativo de tolerancia al calor de vacas Holstein y F1 Holstein x Cebú. In VI Reunión Latinoamericana de Producción Animal. La Habana-Cuba. pp R-48 (Resumen).
8. Andrews, F.N. 1973. Adaptación del medio Ambiente. In *Producción Animal*. Editado por H. Cole. 2da. Edic. Acribia. Zaragoza, España. pp 506-524.
9. Hardy, R.N. 1976. *Temperatura y vida animal*. Barcelona, España. Omega. 65 p.
10. Bianca, W. 1973. Termorregulación en adaptación de los animales domésticos. Editado por E.S.E Hafez. Labor. Barcelona. España pp. 506-524.
11. Pereira, N. 1987. *Fisioclimatología de los animales domésticos aplicada a la producción animal en el trópico americano*. Edit. América. Caracas. 296 p.
12. Rodríguez-Hernández, T. 1984. Efecto de algunos factores ambientales, genéticos y fisiológicos sobre la eficiencia reproductiva en vacas y novillas. Trabajo de Ascenso. Escuela de Zootecnia. U.D.O. 88 p.
13. , L. Guevara, A. Núñez, O. Verde. 1989. Índices fisiológicos en novillas lecheras durante las épocas seca y lluviosa. *Zootecnia Tropical*. VII:43
14. , V. Pomonti, L. Guevara y O. Verde. 1985. Comportamiento fisiológico y productivo de Holstein y mestizos Holstein bajo condiciones tropicales. En XXXV Convención Anual de A.s.o.V.A.C Mérida, Venezuela.
15. Johnson, H.D., L. Hamm, H. Kebler, M. Shamklin and J. Edmunson. 1967. Heat and acclimation influences on lactation on Holstein Cattle. Univ. Missouri. College of Agricultural. Research Bull. 916:88.
16. Church, D.C. Y W.G. Pond. 1977. *Bases Científicas para la Nutrición y Alimentación de los Animales Domésticos*. Acribia. Zaragoza. España. 102 p.
17. Guevara, L. T. Rodríguez-Hernández, C. Pacheco. O. Verde y J.Espinoza. 1981. Factores climáticos en índices fisiológicos de vacas lecheras en VII Reunión Latinoamericana de Prod. Anim. Santo Domingo. pp F-7 (Resumen).