

# INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LA CALIDAD DEL SEMEN EN TRES RAZAS DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE

ALFONSO AVILA DURÁN<sup>1</sup>  
OSCAR L. RODRÍGUEZ RIVERA<sup>2</sup>  
ANTONIO ZAPIÉN SOLÍS<sup>3</sup>  
RAFAEL SÁNCHEZ ARCE<sup>3</sup>  
CARLOS VÁZQUEZ PEIÁEZ<sup>4</sup>

## Resumen

El estudio se realizó en el Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora (CIPES) durante el período de noviembre de 1981 a octubre de 1982, el cual fue dividido en cuatro épocas de acuerdo a la temperatura ambiental. La época 1 la constituyeron los meses de noviembre y diciembre; enero a marzo la época 2; junio a agosto la época 3 y los meses de septiembre y octubre la época 4. Se analizó en este trabajo el efecto de época-temperatura sobre algunas características seminales tales como volumen (VOL), concentración (CON), espermatozoides vivos (EVI), anomalías primarias (APR), secundarias (ASE) y espermatozoides normales (NOR), en toretes de raza Gyr, Charolais y Brangus. No se observaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) entre razas en ninguna de las características seminales estudiadas; se observó un efecto significativo ( $P < 0.01$ ) de época del año y temperatura ambiental en todas las variables estudiadas. La interacción raza por época fue significativa para VOL ( $P < 0.01$ ).

## Introducción

Numerosos han sido los trabajos publicados en los cuales se indica que las vacas se ven afectadas por temperaturas ambientales superiores a los 27°C, produciendo un alargamiento del ciclo estral, disminución de la duración e intensidad del estro, disminución en fertilidad y un incremento en la mortalidad embrionaria (Bond y McDowell, 1972; Tucker, 1982). En el ganado productor de carne y con el objeto de incrementar su producción y eficiencia reproductiva, se han realizado estudios específicos en la hembra con el mejoramiento del manejo del hato por medio de lactación controlada y destete precoz (Rivera, Hernández y Ruiz, 1981; Rodríguez, González y Montaldo, 1981). Sin embargo, en los machos han sido pocos los trabajos que se han efectuado en relación con su fertilidad y aptitud reproductiva, observándose contradicciones en los resultados, lo cual puede ser debido a efectos tales como: localización geográfica, edad, raza y manejo de los animales en estudio (Mercier y Salisbury, 1946; Lodge y Salisbury, 1970; Salisbury, Vandemark y Lodge, 1978). Sin embargo, varios autores han concluido que altas temperaturas o la aplicación de calor a los animales afectan la espermatogénesis, reduciendo la producción de espermatozoides e incrementando el número de espermatozoides anormales, con lo cual se provoca una reducción en la fertilidad del toro (De Alba y Riera, 1966; Vandemark y Fre, 1970; Blacshaw, 1977; McDonald, 1978; Saxena Tripathi, 1979; Ott, 1981). Por otro lado se ha observado que las variaciones esta-

<sup>1</sup> CEP "La Posta", Apdo. Postal 898 Suc. "A", Veracruz, Ver.

<sup>2</sup> Coordinación Regional de la Península de Yucatán, Calle 21 Av. Colón N° 205-A, C.P. 97070, Mérida, Yuc.

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora, Comonfort y Elías Calles N° 173, C.P. 83000, Hermosillo, Son.

<sup>4</sup> Depto. de Genética Animal, INIP. Apdo. Postal 41-652, México, D.F. C.P. 05110.

cionales de temperatura juegan un papel importante en los cambios de la calidad del semen, principalmente en toros de origen europeo (Phillips *et al.*, 1943; Kelly y Hurst, 1963; Lodge y Salisbury, 1970; Blackshaw, 1977; Kumi-Diaka y Zemjanis, 1978; Hardin *et al.*, 1981; Kumi-Diaka, Nagaratnam y Rwaan, 1981; Saxena y Tripathi, 1981).

La zona norte semidesértica se caracteriza por presentar elevadas temperaturas durante el verano, alcanzando en ocasiones temperaturas máximas de 48°C, lo cual posiblemente afecta el comportamiento reproductivo del ganado existente en la zona, el cual muestra una marcada influencia de razas de tipo europeo (*Bos taurus*) (Comisión Económica para América Latina, 1975; Dirección General de Ganadería, 1976).

El objetivo de este trabajo fue evaluar bajo condiciones de campo el efecto de la temperatura ambiental en la calidad del semen de toros de las razas Gyr, Charolais y Brangus en una zona semidesértica de México.

## Material y métodos

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora, ubicado en Carbón, Son. La región cuenta con un clima tipo Bw (h'), hw (e') que corresponde al muy árido, con lluvias normales en verano y ligeras en invierno. Presenta una precipitación pluvial anual promedio de 344.9 mm, con temperatura media anual superior a 22°C, y se localiza a 237 m sobre el nivel del mar (García, 1973).

Se utilizaron toretes de dos años de edad de las razas Gyr (4), Charolais (4) y Brangus (3), los cuales fueron evaluados, previamente, tanto física como seminalmente, con el objeto de tener animales sanos en condiciones normales de producción de semen (Ball *et al.*, 1983). Dichos animales tuvieron un período de adaptación de dos semanas, con un ritmo de colección de semen de tres veces por semana por el método de electro-eyaculación, mismo que se siguió a lo largo del estudio. La duración del trabajo fue de un año (noviembre de

1981 a octubre de 1982) y los toros se mantuvieron en corrales bajo las mismas condiciones de alimentación y manejo desde un mes antes de iniciar el trabajo. Durante el período de estudio se registró la temperatura ambiental en el Centro y se dividió de acuerdo a la oscilación de ésta en las siguientes épocas: época 1, correspondió a los meses de noviembre y diciembre, con un promedio de temperatura máxima de 26.7°C y mínima de 7.3°C; la época 2, de enero a marzo, con temperatura máxima de 23.6°C y mínima de 6.5°C; la época 3 comprende los meses de junio a agosto, con temperatura máxima de 36.6°C y mínima de 22.1°C, y por último la época 4, comprendiendo los meses de septiembre y octubre, con una temperatura máxima de 33.3°C y mínima de 17.5°C. Durante los meses de abril y mayo no se tomaron muestras por algunos problemas surgidos con el equipo de colección; sin embargo, se considera que dicha información es de reducida trascendencia por haber ocurrido durante una época de poca variación en la temperatura.

Las características seminales se evaluaron de acuerdo a lo establecido por Morris (1977): Volumen (VOL), realizándose la recolección en tubos de centrifuga graduados en ml. Concentración (CON), que fue medida subjetivamente de acuerdo al siguiente criterio: Acuoso = 1 (pobre), Lechoso = 2 (regular) y Cremoso = 3 (bueno); espermatozoides vivos (EVI); se utilizó la tinción diferencial de eosina nigrosina, la cual se basa en la afinidad que tienen los espermatozoides muertos para absorber la eosina, se contaron 100 células en 10 campos diferentes y los resultados se expresaron en proporción. La evaluación de las células anormales, tanto primarias (APR) como secundarias (ASE), se hizo al teñir con eosina nigrosina una gota de semen en una laminilla; se contaron 100 células espermáticas en 10 campos diferentes y la respuesta se expresó en proporción. Espermatozoides normales (NOR) fueron los que quedaron al restar las anomalías encontradas; este parámetro se utilizó por considerarse de mayor valor que la motilidad (Wiltbank, 1982).

Para el análisis estadístico de la información se utilizó el método de medias no ponderadas (Anderson y McLane, 1974; Steel y Torrie, 1980), atribuyendo la variación total al modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + S_{j(i)} + \delta_{(ij)} + E_k + RE_{ik} + ES_{kj(i)} + e_{(ijk)l}$$

donde:

$Y_{ijkl}$  = es la l-ésima media de la k-ésima época del j-ésimo semental de la i-ésima raza de las variables dependientes: volumen, concentración, espermatozoides vivos, anormalidades primarias, anormalidades secundarias y espermatozoides normales;  $\mu$  = es la media poblacional constante;  $R_i$  = es el efecto fijo de la i-ésima raza ( $i = \text{Gyr, Charolais, Brangus}$ );  $S_{j(i)}$  = es el efecto del del j-ésimo semental ( $j = 1, 2, 3$  o  $4$ ) anidado en la i-ésima raza;  $\delta_{(ij)}$  = es el error de restricción debido a la aleatorización NID ( $0, \sigma \delta^2$ );  $E_k$  = es el efecto de la k-ésima época del año ( $k = 1, 2, 3, 4$ );  $RE_{ik}$  es el efecto de la interacción entre la k-ésima época y la i-ésima raza;  $ES_{(i)kj}$  es el efecto de la interacción entre la K-ésima época y el j-ésimo semental en la i-ésima raza  $e_{(ijk)l}$  = es el error aleatorio de la media de la celda suponiendo NID ( $0, \sigma^2$ ).

Para el análisis estadístico de las variables EVI, APR, ASE y NOR se utilizó la transformación arco-seno (proporción)  $1/2$ .

## Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se presenta el análisis de varianza y en el Cuadro 2 las medidas generales para las variables en estudio. No se observó efecto significativo ( $P > 0.05$ ) entre razas en ninguna de las respuestas estudiadas; sin embargo, para concentración y anormalidades primarias se observa que los cuadros medios son de considerable magnitud con respecto al efecto significativo de época, por lo que un mayor número de animales dentro de raza mejorarían la precisión para encontrar diferen-

cias, si es que éstas existen. Algunos autores como Phillips *et al.* (1943), así como Saxena y Tripathi (1979), observaron diferencias en espermatozoides anormales entre animales cruzados *Bos taurus* con *Bos indicus* con respecto al *Bos indicus*. Por otro lado, Kumi-Diaka, Nagaratnam, Rwaan (1981) no encontraron en *Bos indicus* variaciones estacionales significativas en concentración de espermatozoides, porcentaje de espermatozoides vivos y anormalidades espermáticas, pero en razas europeas (*Bos taurus*) sí hubo fluctuaciones estacionales significativas con más alto número de células espermáticas anormales y más bajo porcentaje de espermatozoides vivos, así como baja concentración espermática. Las diferencias encontradas entre los resultados de estos autores con las presentadas en este trabajo pueden ser la selección de la unidad experimental, ya que la unidad experimental para el presente estudio fue el eyaculado y no el animal como lo sugieren en otros trabajos.

El efecto de mayor importancia en este estudio (temperatura-época) mostró significancia estadística ( $P < 0.01$ ) en todas las variables estudiadas (Cuadro 1), observándose variaciones entre las diferentes épocas, donde la época-temperatura más cálida (3) tuvo un efecto adverso y éste se mejoró notablemente al disminuir la temperatura, obteniéndose los mejores valores al llegar a la época fría, lo cual se manifiesta en las correlaciones (Cuadro 3).

Estas variaciones estacionales han sido mencionadas por otros autores, tales como Phillips *et al.* (1943), Kelly y Hurst (1963), Vale Filho *et al.* (1980), Saxena y Tripathi (1981), Hardin *et al.* (1981), aunque Kumi-Diaka, Nagaratnam y Rwaan (1981) obtuvieron estas variaciones sólo en *Bos taurus* y no en *Bos indicus*.

Al dividir el efecto época-temperatura se observó un efecto cuadrático para las variables VOL, CON, EVI y APR, influenciado principalmente por las diferencias entre épocas fría y caliente. ASE y NOR fueron significativos como desviación de cuadrático, el cual se explica por el efecto que causan las épocas 2 y 4 que son de transición. Estas variaciones han sido demostradas por

CUADRO 1

Análisis de varianza para volumen (Vol), Concentración (Con), espermatozoides vivos (Evi), Anormalidades primarias (Apr), Anormalidades secundarias (Ase) y espermatozoides normales (Nor)

Origen de la variación	CUADRADOS MEDIOS							ECM
	GL	VOL	CON	EVI	APR	ASE	NOR	Esperanza de los cuadrados medios
Raza (R)	2	0.65	0.54	27.66	10.5	17.57	11.6	$\sigma^2 + \sigma\delta^2 + 4\sigma^2 S + 16\phi(R)$
Toro en raza								
T (R)	8	1.13	0.33	13.91	4.47	29.51	31.84	$\sigma^2 + \sigma\delta^2 + 4\sigma^2 S$
Error de restricción	0	—	—					$\sigma^2 + \sigma^2 \delta$
Epoca (E)	3	1.31**	0.4**	74.71**	4.87**	42.22**	42.7 **	$\sigma^2 + 3\sigma^2 ET + 12\phi(E)$
Lineal	1	0.13	0.29	50.26**	8.9**	20.71	19.58	
Cuadrático	1	3.30**	0.4*	123.62**	5.47**	19.30	22.25	
Desviación de cuadrático	1	0.51*	0.04	50.26*	0.99	90.88**	85.96**	
R × E	6	0.46**	0.1	2.74	0.99	3.65	3.03	$\sigma^2 + 3\sigma^2 ET + 4\phi(RE)$
E × T (R)	24	0.10	0.075	11.33	0.63	5.38	5.4	$\sigma^2 + 3\sigma^2 ET$
Error	0	—	—	—	—	—	—	$\sigma^2$

\* P < 0.05.

\*\* P < 0.01.

CUADRO 2

Medias generales para volumen (Vol), Concentración (Con), Espermatozoides vivos (Evi), Anormalidades primarias (Apr), Anormalidades secundarias (Ase) y espermatozoides normales (Nor)

R a z a	VOL	CON	EVI	APR	ASE	NOR
GYR	3.4	1.9	79.1	2.0	15.3	83.6
Charolatis	3.1	2.1	80.6	2.2	12.7	85.9
Brangus	3.4	1.8	76.7	3.0	13.0	84.9
<i>Epoca</i>						
Nov. y Dic.	3.1 b	2.1 y	73.7 a	1.8 a	12.7 b	86.0 b
Ene, Feb. y Mar.	3.7 a	1.9 x	82.7 b	2.3 b	11.8 b	86.6 b
Jun., Jul. y Ago.	3.4 ab	1.8 x	79.9 b	2.7 b	17.2 a	81.1 a
Sep. y Oct.	3.0 b	1.9 x	79.5 b	2.5 b	13.1 b	85.5 b
X ± EE	3.3±1.62	1.9±1.73	78.8±12.91	2.4±1.90	13.7±9.74	84.8±9.86

a, b Valores con distinta literal son estadísticamente diferentes (P < 0.01).  
 x, y, z Valores con distinta literal son estadísticamente diferentes (P < 0.05).

CUADRO 3

Correlaciones simples entre las variables estudiadas

	2	3	4	5	6	7	8
1. Volumen	0.26**	0.15**	0.10	-0.05	0.04	-0.10**	-0.01
2. Concentración	—	0.04	0.06	-0.06	0.05	-0.01	-0.03
3. Espermatozoides vivos		—	0.03	-0.21**	0.21**	-0.01	-0.02
4. Anormalidades primarias			—	-0.03	-0.20**	0.14**	0.17**
5. Anormalidades secundarias				—	-0.98**	0.14**	0.20**
6. Espermatozoides normales					—	-0.15**	-0.20**
7. Temperatura máxima						—	
8. Temperatura mínima							—

\*\* (P < 0.01).

otros autores, tales como Saxena y Tripathi (1981), Hardin *et al.* (1981).

Se observó la interacción raza  $\times$  época-temperatura significativa ( $P < 0.01$ ) para volumen, debido a que las razas en estudio fueron diferentes para esta variable en las distintas épocas que se tomaron en cuenta para este trabajo, lo que está de acuerdo con estudios realizados por Phillips *et al.* (1943) y Hardin *et al.* (1981), quienes mencionan diferencias de volumen entre los grupos de razas estudiadas.

Como conclusiones podemos mencionar que las tres razas mostraron un comportamiento semejante a lo largo del año y no hubo diferencias entre ellas. Las características del semen sí fueron afectadas por la temperatura ambiental observada. Se apreció una interacción raza por época en la variable volumen, por lo que se recomiendan estudios más específicos y controlados en los rangos de temperatura de las épocas utilizadas para este estudio. Sería conveniente aumentar el número de toros

en cada raza para incrementar la precisión de la estimación entre razas.

### Summary

Environmental effects were studied on semen performance of young bulls of three breeds: Gyr, Charolais and Brangus, during one year period in the north-western part of Mexico. Year effect was recorded according to temperature in four seasons: season 1, November-December; season 2, January-March; season 3, June-August and season 4, September-October.

Season effect was found highly significant ( $P < .01$ ) for all traits (volume, concentration, live sperms, primary and secondary abnormalities and normal sperms). In general, the quality of the semen produced by the bulls in this study was superior during season 2 and inferior during season 3. However, breed effect did not show any statistical differences for any of the traits studied ( $P > .05$ ).

### Literatura citada

- ANDERSON, L.V. and A.R. McLANE, 1974, Design of experiments; a realistic approach, Statistics Textbooks and monographs; *Marcel Dekker, Inc.*, New York, U.S.A., Vol. 5, Chapter 1.
- BALL, L., S. OTT, C.R. MORTIMER and C.J. SIMMONS, 1983, Manual for breeding soundness examination of bulls, *Journal of the Society for Theriogenology*, Vol. XII.
- BLACKSHAW, W.A., 1977, Temperature and seasonal influences, in the testis, A.D. Johnson and W.R. GÓMEZ, *Academic Press*, New York, U.S.A., Vol. IV 517.
- BOND, J. and R.E. McDOWELL, 1972, Reproductive performance and physiological responses of beef females as affected by a prolonged high environmental temperature, *J. Anim. Sci.* 35(4): 820.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA, 1975, La Industria de la carne de ganado bovino en México, 1<sup>a</sup> ed. *Fondo de Cultura Económica*. México, D.F. 45
- DE ALBA, J. and S. RIERA, 1966, Sexual maturity and spermatogenesis under heat stress in the bovine, *Anim. Prod.* 8:137.
- DIRECCIÓN GENERAL DE GANADERÍA, S.A.G., 1976, 1976, Síntesis de la Problemática de la Ganadería Bovina Productora de Carne en México.
- GARCÍA, 1973, Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen, *Instituto de Geografía UNAM*. México, D.F.
- HARDIN, R.D., J.P. CHENOWETH, D.R. RANDEL and R.C. SCOTT, 1981, Effects of seasonal variations on seminal parameters and libido in Angus and Brahman bulls, *J. Animal Sci.*, 53, (Suppl. 1):326.
- KELLY, W.J. and V. HURST, 1963, The effect of season on fertility of the dairy bull and the dairy cow, *J.A.V.M.A.*, 143(1):40.
- KUMI-DIACA, J., V. NAGARATNAM and S.J. RWAAN, 1981, Seasonal and age-related changes in semen quality and testicular morphology of bulls in a tropical environment, *Vet. Rec.*, 108:13.
- KUMI-DIACA, J. and R. ZEMJANIS, 1978, Seasonal variations in spermatogenesis in bulls indigenous to Nigeria, *Br. Vet. J.*, 134(6):537.
- LODGE, J.R. and W.G. SALISBURY, 1970, Seasonal variations and male reproductive efficiency, in the testis. A.D. JOHNSON, W.R. GÓMEZ and L.N. VANDEMARK. *Academic Press*. New York, U.S.A., Vol. III:139.

- MCDONALD, L.E., 1978, Reproducción y Endocrinología Veterinaria, 2ª ed. Editorial Interamericana, México, D.F. 201.
- MERCIER, E. and W.G. SALISBURY, 1946. The effects of season on the spermatogenic activity and fertility of dairy bulls used in artificial insemination, *Cornell Vet.*, Vol. XXXVI (4): 301.
- MORRIS, D.L., 1977, Breeding soundness evaluation in the bull, Proceedings of the symposium, "Management methods for improving beef cattle reproductive performance". *Society for Theriogenology*, U.S.A.
- OTT, S.R., 1981, How to examine bulls for breeding soundness, *Society for theriogenology*. Proceedings of the annual meeting. Spokane, Washington, 1.
- PHILLIPS, W.R., B. KNAPP, C.L. HEEMSTRA and N.O. EATON, 1943, Seasonal variation in the semen of bulls, *Am. J. Vet. Res.*, IV (11):115.
- RIVERA, M.J.A., J.J. HERNÁNDEZ L., y R. RUIZ D., 1981, Efecto de la lactancia controlada y el destete temporal a distintos intervalos sobre la fertilidad del ganado Cebú en el trópico, *Memorias de la XV Reunión Anual del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias*, SARH, México, D.F. 9.
- RODRÍGUEZ, R.O., E. GONZÁLEZ y H. MONTALDO, 1981, Efecto de la lactancia controlada en la fertilidad de vacas Brangus y crecimiento de las crías en dos intensidades de pastoreo en zonas áridas, *Memorias de la VIII Reunión de ALPA*, Santo Domingo, República Dominicana, Resumen F-22.
- SALISBURY, G.W., N.L. VANDEMARK and J.R. LODGE, 1978, Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle, 2nd ed. *W.H. Freeman and Company*, San Francisco, Cal., U.S.A., 651.
- SAXENA, V.B. and S.S. TRIPATHI, 1979, A note on morphological abnormalities of spermatozoa of crossbred bulls, *Indian J. Anim. Sci.* 49(10): 849.
- SAXENA, V.B. and S.S. TRIPATHI, 1981, Note on seasonal variation on abnormalities of spermatozoa of cross-bred bulls, *Indian J. Anim. Sci.*, 51(9):891.
- STEEL, D.G.R. and J.H. TORRIE, 1980, Principles and procedures of Statistics. A biometrical approach, 2nd ed. *McGraw-Hill*, U.S.A., 186, 438.
- TUCKER, A.H., 1982, Seasonality in cattle, *Theriogenology*, 17(1):53.
- VALE FILHO, R.V., A.P. PINTO, F. MECALÉ, J. FONSECA and V.O.C.L., SOARES, 1980, Fertility of the bull in Brazil, study of 1088 bulls and 17945 ejaculations of *Bos Taurus*, *Bos Indicus* and crossbreeds, raised in tropical conditions comparatively, *9th International Congress on Animal Reproduction an A.I.*, Madrid, Spain, Summary 4-9:171.
- VANDEMARK, L.N. and J.M. FRE, 1970, Temperature effects, in the testis. A.D. JOHNSON, W.R. GÓMEZ and L.N. VANDEMARK. *Academic Press*, Nueva York, U.S.A., Vol. 111:233.
- WILTBANK, J.N., 1982, Evaluation of bulls for potential fertility, *Society for Theriogenology*. Proceedings of the Annual Meeting, Milwaukee, Wisconsin, 141.