

## ANÁLISIS REPRODUCTIVO DE SEMENTALES BOVINOS MANTENIDOS EN CLIMA SECO ESTEPARIO

MARCELINO PULIDO VALENCIA<sup>1</sup>ARMANDO CORDOVA SANTAMARIA<sup>1</sup>VICTOR BASURTO KUBA<sup>2</sup>

### RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron evaluar la capacidad reproductiva de sementales bovinos y determinar las diferencias entre razas cebuinas, mantenidas en clima seco estepario cálido. Se evaluaron 386 toros de las razas Indobrasil (IB; n= 104), Brahman (BH; n= 100) Gyr (Gy; n= 81), Pardo Suizo (PS; n= 35) y las cruzas: IB x BH (n= 16), Suizo con Cebú (SC; n= 11) y cruzas indefinidas de Cebú (Cc; n= 39). La evaluación de la capacidad reproductiva de cada semental se fundamentó en: circunferencia escrotal (CE), morfología espermática (MF) y motilidad (M), de acuerdo a los lineamientos de la Sociedad de Teriogenología. Se encontró que el 83.2, 15.0 y 1.8% de los toros evaluados, resultaron satisfactorios (S), dudosos (D) e insatisfactorios (I) en forma respectiva. Las razas PS (85.7%), IB (88.4%) y la craza Cc (97.4%), presentaron el mayor porcentaje de toros S ( $P > 0.05$ ). La mayor proporción de machos D se observó en: IB x BH (26.6%), BH (22.0%) y Gy (19.7%) ( $P > 0.05$ ). La craza IB x BH, mostró la mayor incidencia de animales I (6.6%) y fue la que presentó el mayor número de anomalías espermáticas, tanto en toros D como en no S (D+I). En los cinco grupos de edades los porcentajes de toros S y no S fueron similares. Se concluye que la evaluación reproductiva de los sementales debe hacerse de forma rutinaria y considerar la raza y edad para tener una clara imagen de la CE.

Las razas cebuinas y sus cruzas tienen amplia distribución en nuestro país debido a su fácil adaptación al medio ecológico y a su rusticidad; sin

1 Campo Experimental Morelia, Sector Pecuario. INIFAP-SARH. Av. Acueducto No. 1750, Morelia, Mich.

2 Universidad de Guadalajara, Jal.

Tec. Pec. Méx. Vol. 25, No. 3 (1987)

embargo, su eficiencia reproductiva es pobre. Se ha mencionado que en ganado productor de carne, entre el 10 y 20% de los sementales muestreados no son aptos para ser usados como tales (Carroll, Ball y Scott, 1963). Por ello, la infertilidad de los toros puede ser una de las principales causas que contribuyen a obtener bajos índices de pariciones.

La inseminación artificial tiene poca aceptación en algunas áreas del país, como es el caso del Valle de Apatzingán, Mich., donde sólo el 1% de los ganaderos la utilizan (Castillo, 1984), el resto empadra a sus vacas con monta directa. Por lo tanto, la evaluación reproductiva de los sementales tiene una significancia considerable para la ganadería manejada en forma extensiva. Por otra parte, para conocer la eficiencia reproductiva del toro, varios investigadores (Morris, 1977; Chenoweth, 1978; Ott, 1981) han establecido el seguimiento de directrices en la evaluación clínica general del mismo.

Con base en lo anterior se planteó el presente trabajo con los siguientes objetivos: evaluar la capacidad reproductiva de sementales mantenidos en clima seco estepario cálido y determinar las diferencias entre machos de razas cebuinas, Pardo Suizo y sus cruzas.

El estudio se realizó en el Valle de Apatzingán, Mich., bajo condiciones de clima seco estepario cálido (BS wg), con precipitación pluvial media anual de 720 mm (Tamayo, 1962).

Se muestrearon 386 toros de las razas Indobrasil (IB; n= 104), Brahman (BH; n= 100), Gyr (Gy; n= 81), Pardo Suizo (PS; n= 35) y las cruzas: IB x BH (n= 16), Suizo con Cebú (SC; n= 11) y cruzas indefinidas de Cebú (Cc; n= 39). La edad de los animales fluctuó entre 12 y más de 48 meses. El método de evaluación para determinar la capacidad reproductiva de los machos se efectuó de acuerdo a los lineamientos de la Sociedad de Teriogenología (Morris, 1977). Las características evaluadas fueron: 1) Examen físico general y de los órganos genitales. Se determinó la condición física y se inspeccionó el aparato locomotor en movimiento y estático. Los órganos genitales externos como prepucio y pene se revisaron por palpación e inspección visual; en los testículos se utilizaron ambas manos para compararlos y determinar en ellos simetría, consistencia y movilidad. Las glándulas seminales se examinaron (tamaño y consistencia) por la palpación rectal. 2) Circunferencia escrotal (CE); para ello se utilizó una cinta métrica, con la que se midió el diámetro mayor de ambos testículos. 3) Evaluación de semen. De cada toro sólo se obtuvo una muestra seminal mediante electroeyaculación (Ball, 1974), para determinar las siguientes características: volumen (ml), color (cremoso, opalescente, acuoso), motilidad progresiva (MP; bajo ondulante, lento generalizado, estático u oscilación esporádica) y morfología (MF). Para la determinación de esta última se utilizó un frotis teñido con tinción de rosa de bengala (Gibbons, 1967), se contó un total de 200 células por muestra en diez campos diferentes. Como anomalías primarias fueron

consideradas las siguientes: gota citoplasmática proximal, anomalías de acrosoma, cabezas sueltas, anomalías de la parte intermedia, anomalías de la cabeza (cabezas no desarrolladas, microcabeza, cabeza alargada, piriforme). Como anomalías secundarias se consideraron: gota citoplásmica distal, colas flexionadas y colas enroscadas (Ball y col., 1963).

La evaluación de la capacidad reproductiva de cada semental se fundamentó sólo en tres parámetros: MP, CE y MF y se hizo con base a un único muestreo. Los toros se clasificaron en satisfactorios (S), dudosos (D) e insatisfactorios (I). Los datos fueron sometidos al análisis de varianza, las medias se compararon por el método de Duncan (Steel y Torrie, 1960). La edad y la raza se tomaron como variables independientes. Para determinar el efecto de edad, los machos evaluados se clasificaron en cinco grupos: De 1 a 1.5 años; de 1.6 a 2.5 años; de 2.6 a 3.5 años; de 3.6 a 4.5 años y mayores de 4.5 años. La edad fue determinada mediante las características dentarias.

Los resultados de volumen, motilidad y color seminal no mostraron significancia ni en raza, ni en edad. Por lo tanto, sólo se discutirán los efectos de raza y edad sobre CE y MF. La MP sólo se incluyó para dividir en S, D e I a los toros evaluados. En caso tanto de malformaciones como de laceraciones o ambas, de prepucio, pene, escroto y glándulas seminales, el animal que las presentó se eliminó del estudio.

En el Cuadro 1 se observa que del total de toros evaluados, el 83.2, 15.0 y 1.8% fueron S, D e I en forma respectiva. Resultados similares fueron mencionados por Elmore y col., (1975), Sánchez, Bourguetts y Zapién (1982) y Flores, Hernández y Ruíz (1984).

C U A D R O 1

RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA CAPACIDAD REPRODUCTIVA  
EN SEMENTALES DE DIFERENTES RAZAS.

RAZA	No.	SATISFACTORIOS		DUDOSOS		INSATISFACTORIOS	
		N	%	N	%	N	%
IB	104	92	88.4	11	10.5	1	0.9
BH	100	76	76.0	22	22.0	2	2.0
Gy	81	63	77.7	16	19.7	2	2.4
Cc	39	38	97.4	1	2.5	-	-
IB x BH	16	11	73.3	4	26.6	1	6.6
PS	35	30	85.7	4	11.4	1	2.8
SC	11	11	100	-	-	-	-
TOTAL	386	321	83.2	58	15.0	7	1.8

Dichos autores encontraron entre el 10 y 20% del total de sementales muestreados como no S.

La craza Cc presentó el mayor porcentaje de toros S (97.4%) seguida de las razas IB (88.4%) y PS (85.7%), sin ser diferentes entre sí ( $P > 0.05$ ). El mayor porcentaje de animales D se encontró en la craza IB x BH (26.6% y en las razas BH (22.0%) y Gy (19.7%) ( $P > 0.05$ ). La craza IB x BH presentó mayor porcentaje (6.6%) de sementales I, sin ser diferente ( $P > 0.05$ ) con las demás razas. Esto último concuerda con las observaciones de Falcón y col., (1981), quienes observaron que los animales criollos cruzados con BH presentaron menor fertilidad que los animales de razas puras.

En el Cuadro 2 se aprecian los porcentajes de animales satisfactorios y no satisfactorios (se incluyen toros D

e I) dentro de los distintos grupos de edades. Se observa que los valores son similares en los cinco grupos, tanto en los machos S como en los no S.

La importancia económica derivada de estas observaciones, estriba en que desde los 18 meses de edad se puede eliminar hasta un 15% de los futuros sementales, con base en la evaluación de su capacidad reproductiva.

En el Cuadro 3 se muestran las medias de CE y anomalías que resultaron significativas en toros S. La raza PS y la craza SC tuvieron una CE mayor ( $P < 0.05$ ) en comparación con las demás razas. Esto se debe a que machos de tipo europeo (**Bos taurus**) presentan mayor CE que animales cebuinos (**Bos indicus**). Esta diferencia es en exclusiva racial (Hahn, Foote y Seidel, 1969).

C U A D R O 2

RESULTADOS DE LA EVALUACION DE TOROS POR DIFERENTES EDADES

EDAD (AÑOS)	No.	SATISFACTORIOS		NO SATISFACTORIOS	
		N	%	N	%
1 a 1.5	65	55	86.4	10	15.3
1.6 a 2.5	183	152	83.0	31	16.9
2.6 a 3.5	99	82	82.8	17	17.7
3.6 a 4.5	15	13	86.6	2	13.3
> 4.6	24	19	79.1	5	20.8
TOTAL	386	321	83.1	65	16.8

En cuanto a MF, las únicas anomalías diferentes entre razas fueron acrosoma anormal, cabezas sueltas, colas enroscadas y cabezas alargadas. La primera de estas, tuvo mayor índice ( $P < 0.05$ ) en la cruz IB x BH; la segunda fue más numerosa ( $P < 0.01$ ) en los machos BH, Gy e IB x BH. Esta última cruce presentó una mayor cantidad ( $P < 0.05$ ) de colas enroscadas en comparación con la raza PS. En cuanto a cabezas alargadas, las razas con mayor ( $P < 0.05$ ) porcentaje fueron: IB, IB x BH y PS. Por otro lado, Flores, Hernández y Ruíz (1984), no detectaron diferencias en las características seminales entre las razas evaluadas. Ello puede deberse a que dichos autores agruparon las anomalías en primarias o secundarias, sin analizar por separado las anomalías que integran dichos grupos. Cabe mencionar que en el presente estudio aunque las anomalías antes mencionadas fueron más numerosas en algunas razas, estuvieron dentro de los rangos aceptables.

El hecho de que la cruce IB x BH presentara mayor número de espermatozoides defectuosos, en comparación con las demás, pudiera deberse a su menor CE. Al respecto, Ficher (1964), Hahn, Foote y Seidel (1969) y Coulter y Foote (1979), mencionan que existe una relación entre el incremento de espermatozoides normales y la CE.

Las medias de CE y los resultados significativos de MF en las diferentes edades de toros S, se presentan en el Cuadro 4. Al analizar el efecto de edad sobre CE de las diferentes razas y cruces se notó que la CE aumentó de manera lineal al incrementarse la edad ( $y = 27.9 + 2.26X$ ); además, la correlación entre edad y CE ( $r = .48$ ;  $P < 0.01$ ) indica la influencia de la edad, sobre el desarrollo testicular. Esto ya había sido citado por otros investigadores (Coulter, 1982; Flores, Hernández y Ruíz, 1984).

Dicho cuadro también muestra los resultados de morfología espermática en los distintos grupos de edades de machos S. Las anomalías esper-

## CUADRO 3

RESULTADO DE MEDIAS Y DESVIACION ESTANDAR DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL (CE) Y MORFOLOGIA ESPERMATICA  
EN LAS DIFERENTES RAZAS DE TOROS SATISFACTORIOS.

RAZA N	IB 92	BH 76	Gy 63	Cc 38	IB x BH 11	PS 30	SC 11	TOTAL 321	SIG.
CE (cm)	33.8 ± 5.3 <sup>a</sup>	32.7 ± 4.0 <sup>a</sup>	32.6 ± 5.1 <sup>a</sup>	33.0 ± 4.2 <sup>a</sup>	28.2 ± 4.5 <sup>a</sup>	34.9 ± 4.2 <sup>b</sup>	36.4 ± 2.9 <sup>b</sup>	33.2 ± 4.8*	
ACROSOMA ANORMAL	1.1 ± 8.4 <sup>a</sup>	1.6 ± 3.7 <sup>a</sup>	0.8 ± 1.7 <sup>a</sup>	1.0 ± 2.3 <sup>b</sup>	7.2 ± 8.9 <sup>b</sup>	1.2 ± 2.7 <sup>a</sup>	1.7 ± 1.9 <sup>a</sup>	1.6 ± 5.3*	
NORMALES	86.0 ± 13.9 <sup>b</sup>	80.7 ± 20.1 <sup>ab</sup>	81.2 ± 13.4 <sup>ab</sup>	88.1 ± 5.8 <sup>b</sup>	70.9 ± 18.6 <sup>a</sup>	85.0 ± 11.3 <sup>b</sup>	89.4 ± 4.2 <sup>b</sup>	83.6 ± 15.0	
CABEZAS SUELTAS	2.6 ± 3.4 <sup>a</sup>	8.7 ± 14.9 <sup>b</sup>	6.7 ± 10.2 <sup>b</sup>	3.0 ± 3.2 <sup>a</sup>	9.0 ± 8.7 <sup>b</sup>	4.1 ± 5.7 <sup>a</sup>	1.7 ± 1.5 <sup>a</sup>	5.3 ± 9.4**	
COLAS ENROSCADAS	2.7 ± 3.1 <sup>ab</sup>	2.8 ± 3.8 <sup>ab</sup>	3.7 ± 4.4 <sup>ab</sup>	3.0 ± 2.4 <sup>ab</sup>	7.0 ± 8.1 <sup>b</sup>	2.1 ± 3.0 <sup>a</sup>	2.8 ± 3.1 <sup>ab</sup>	3.0 ± 3.8*	
CABEZAS ALARGADAS	0.2 ± 1.0 <sup>b</sup>	0.02 ± .1 <sup>a</sup>	0.1 ± .4 <sup>a</sup>	0.1 ± .3 <sup>a</sup>	0.3 ± 1.0 <sup>b</sup>	0.3 ± 1.0 <sup>b</sup>	-	0.1 ± 1.0*	

a, b/ Valores con distinta literal en el mismo renglón son diferentes

\* P < 0.01

\* \* P < 0.05

CUADRO 4

RESULTADOS DE MEDIAS Y DESVIACION ESTANDAR DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL (CE) Y MORFOLOGIA ESPERMATICA EN LAS DIFERENTES EDADES DE TOROS SATISFACTORIOS.

EDAD N	1 - 1.5 55	1.6 - 2.5 152	2.6 - 3.5 82	3.6 - 4.5 13	> 4.6 19	TOTAL 321	SIGNIFI- CANCIA
CE (cm)	31.6 ± 4.6 <sup>a</sup>	32.1 ± 4.6 <sup>ab</sup>	34.6 ± 4.0 <sup>b</sup>	37.6 ± 3.2 <sup>c</sup>	40.0 ± 4.5 <sup>c</sup>	33.2 ± 4.8	
PARTE INTERMEDIA ANORMAL	0.01 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.3 ± 0.9 <sup>b</sup>	0.1 ± 0.4 <sup>ab</sup>	-	-	0.1 ± 0.7	**
ACROSOMA ANORMAL	3.9 ± 1.6 <sup>b</sup>	0.8 ± 2.2 <sup>a</sup>	1.5 ± 2.9 <sup>ab</sup>	1.5 ± 3.1 <sup>ab</sup>	1.3 ± 1.9 <sup>a</sup>	1.6 ± 5.3	**
CABEZAS NO DESARROLLADAS	0.05 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.03 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.04 ± 0.2 <sup>ab</sup>	0.01 ± 0.2 <sup>b</sup>	-	0.05 ± 0.2	***
MICROCABEZAS	0.4 ± 1.4 <sup>ab</sup>	0.1 ± 0.4	0.1 ± 0.5 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.3 <sup>a</sup>	0.7 ± 1.2 <sup>b</sup>	0.2 ± 0.7	*

a, b, c/ Distintas literales en el mismo renglón indican diferencias significativas

\* P < 0.01

\*\* P < 0.05

\*\*\* P < 0.10

máticas que resultaron significativas fueron: parte intermedia anormal, cuyos valores fueron diferentes entre los grupos 1 y 2 (P<0.05); acrosomas anormales encontrados en mayor número en el grupo 1 con respecto al 2 (P<0.05). El número de cabezas no desarrolladas fue mayor (P<0.01) en los grupos 1 y 2 en comparación con el grupo 4. La anomalía de microcabezas fue mayor (P<0.01) en el grupo 5 respecto a los grupos 2, 3 y 4. El mayor índice de las anomalías mencionadas se encontraron en toros jóvenes (1-3.6 años), debido quizá a que

algunos de esos animales no habían alcanzado la madurez sexual, lo que se refleja en su calidad seminal.

No hubo diferencias de CE entre las distintas razas de sementales no S, es probable que fuera debido al bajo número de observaciones. En relación a morfología espermática, la única anomalía que presentó significancia fue la de cabezas sueltas, la cual tuvo una mayor frecuencia (P<0.05) en las razas BH, Gy y en la cruce IB x BH (19.9 ± 22.7, 16.1 ± 15.2 y 14.2 ± 10.5, en forma respectiva), en comparación con las razas IB (6 ± 6.3) y PS (9.2 ± 12.5).

CUADRO 5

RESULTADO DE MEDIAS Y DESVIACION ESTANDAR DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL (CE) Y ESPERMIOGAMA EN LAS DIFERENTES EDADES DE TOROS NO SATISFACTORIOS.

EDAD N	1 - 1.5 10	1.6 - 2.5 31	2.6 - 3.5 17	3.6 - 4.5 2	4.6 5	TOTAL 66	SIGNIFI- CANCIA
CE (cm)	26.1 ± 4.5 <sup>a</sup>	31.5 ± 4.9 <sup>a</sup>	33.6 ± 5.2 <sup>b</sup>	38.5 ± 2.1 <sup>b</sup>	41.1 ± 6.07 <sup>b</sup>	32.2 ± 6.0	*
ACROSOMA ANORMAL	16.1 ± 24.2 <sup>b</sup>	1.7 ± 4.0 <sup>a</sup>	2.9 ± 4.7 <sup>a</sup>	5.0 ± 5.6 <sup>a</sup>	0.8 ± 1.3 <sup>a</sup>	4.2 ± 11.0	**
CABEZAS SUELTAS	9.3 ± 10.1 <sup>a</sup>	20.6 ± 22.2 <sup>b</sup>	9.5 ± 8.8 <sup>a</sup>	7.0 ± 8.04	10.4 ± 6.1 <sup>a</sup>	14.7 ± 17.3	***

a, b/ Valores con distinta literal en el mismo renglón son diferentes

\* P < 0.01

\*\* P < 0.05

\*\*\* P < 0.10

En el Cuadro 5 se presentan las medias de la CE y anomalías que resultaron significativas en las diferentes edades de toros no S. Se observa que, al igual que en animales S, la CE está influenciada de manera significativa ( $P < 0.01$ ) por la edad. Cabe mencionar que las medias de CE de los primeros tres grupos de edades, resultaron en comparación más bajas que la de los grupos respectivos de sementales S (Cuadro 4).

En el mismo Cuadro 5 se nota que las anomalías que resultaron significativas fueron: acrosomas anormales y cabezas sueltas. Para la primera de esta, el grupo 1 fue mayor ( $P < 0.05$ ) a los restantes; la segunda anomalía tuvo mayor ( $P < 0.01$ ) frecuencia en el grupo 2. Por lo tanto, a pesar de que la cabeza del espermatozoide es indicador de la adquisición de la madurez sexual (Saacké y White, 1972), al encontrar un alto porcentaje de anomalías en esta región del espermatozoide en toros de 1 a 2.5 años de edad se deberá considerar como una señal de mal funcionamiento testicular y no como un retraso en la madurez sexual.

En conclusión podemos decir que el 16.8% de toros no satisfactorios señala la importancia de realizar la evaluación de la capacidad reproductiva de los sementales en forma rutinaria, sobre todo antes de iniciar el empadre en los agostaderos.

El desarrollo testicular estuvo influenciado en forma directa por la edad animal; también se observó una mayor circunferencia escrotal en animales **Bos taurus** con respecto a machos **Bos indicus**. Por ello al evaluar la capacidad reproductiva del semental, se deberá considerar su edad y raza a fin de obtener una clara imagen de la circunferencia escrotal.

## SUMMARY

Breeding soundness evaluation was performed in 104 Indobrasil (IB), 100 Brahman (BH), 81 Gyr (Gy) 35 Brown Swiss (BS), 16 IB x BH, 11 BS x Zebu (Z) and 39 Z x Creole (ZC) bulls from commercial farms in a tropical area of Mexico. About 84% of the bulls resulted satisfactory (S), 15% questionable (Q) and 1.8% unsatisfactory (U) potential breeders. The highest number of bulls classified as S was on the BS (85.7%), IB (88.4%) and ZC (97.4%) breeds. The highest number of bulls classified as no S (Q+U) was in the IB x BH (26.6%), BH (22%), Gy (19.7%) and IB x BH (6.6%) breeds.

## LITERATURA CITADA

BALL, L., 1974. Electroejaculation of bulls. Proceedings fifth technical conference on artificial insemination and reproduction. NABB, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.

BALL, L., OTT, R.S., MORTIMER, R.G., SIMMONS, J.C., 1983. Manual for breeding soundness examination of bulls. *J. Soc. for Theriogenology*, XII. 1.

CARROLL, E.J., BALL, L. and SCOTT, J.A., 1963. Breeding soundness in bulls. A summary of 10,940 examinations. *J. Am. Vet. Assn.* 142:1105.

CASTILLO, G.L. 1984. Reporte Técnico del INIARA. Apatzingán, Mich.

CHENOWETH, P.J., 1978. New a not-so-new concepts in bull evaluation and management. *Proc. Amer. Assc. Bov. Pract.* 104:107.

COULTER, G.H. and FOOTIE, R.H., 1979. Bovine testicular measurements as indicators of reproductive tracts in cattle; a review. *Theriogenology*, 11:297.

COULTER, G.H. 1982. This business of testicle size. Annual Conference on Artificial Insemination and Embryo transfer in beef cattle. p. 28.

ELMORE, R.G., BIRSCHAWALL, C.J., MARTIN, C.E. and YOUNGQUIST, R.S., 1975. A summary of 1,127 breeding soundness examinations in beef bulls. *Theriogenology*, 3:209.

FALCON, C.A., WORNICK, C., JARSEN, R.E., y BURNS, W.C., 1981. Efecto de la evaluación de

los toros de carne, sobre la fertilidad. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias ALPA. Sto. Domingo. p. 38.

FICHER, M.G., 1964. Breeding evaluation in bulls. V. Cong. of Animal Reproduction; Trento, Sec. 4 p. 281.

FLORES, L.R., HERNANDEZ, J.J. y RUIZ, D.R., 1984. Evaluación de la capacidad reproductiva de sementales bovinos mantenidos en clima tropical húmedo. **Tec. Pec. Méx.** 46:96.

GIBBONS, J.W., 1967. Diagnóstico clínico de las enfermedades del ganado. Primera edición. Ed. Inter. S.A., México, p. 131.

HAHN, J.R., FOOTE, H. and SEIDEL Jr., G.E., 1969. Testicular growth and related sperm output in dairy bulls. **J. Anim. Sci.** 29:41.

MORRIS, D.L., 1977. Breeding soundness evaluation in the bull. Proceeding of the Symposium. Management methods for impro-

ving beef cattle reproductive performance. Society for Theriogenology. U.S.A.

OTT, R.S., 1981. How to examine bulls for breeding soundness. Proc. Annual Meeting Soc. **Theriogenology**. p. 1.

SAACKE, R.H. and WHITE, J.M., 1972. Acrosomal cap maintenance and fertility of frozen bovine semen. **J. Anim. Sci.** 35:253.

SANCHEZ, R., BOURGUETTS, L.R., y ZAPIEN, A., 1982. Evaluación de la capacidad reproductiva y factores que la afectan en sementales bovinos de las razas productoras de carne en el Estado de Sonora. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. SARH. UNAM p.631.

STEEL, R.G. and TORRIE, J.H., 1960. Principles and procedures of Statistics. **Mc Grow-Hill Book Co.**, N.Y., U.S.A.

TAMAYO, J.L., 1962. Geografía General de México, 2a. Edición. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas.