

CONSANGUINIDAD Y SU EFECTO SOBRE CARACTERES DE CRECIMIENTO EN CINCO REBAÑOS DE GANADO BRAHMAN REGISTRADO EN VENEZUELA

Inbreeding and Its Effect on Growth Characters in Five Registered Brahman Herds in Venezuela

Omar Verde^{*,1}

** Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela*

Correo-E: omarverde@gmail.com

Recibido: 16/01/16 - Aprobado: 00/00/16

RESUMEN

Un total de 27098 datos provenientes de cinco rebaños de ganado Brahman registrado en Venezuela, fueron utilizados para evaluar los niveles de consanguinidad a lo largo del periodo 2001 a 2012 y sus posibles efectos negativos sobre los caracteres peso al nacer, 205 y 548 d. Se utilizó un modelo lineal que incluía, además de la covariable nivel de consanguinidad, los efectos de año y mes de nacimiento, sexo y edad de madre al parto. El promedio global de consanguinidad fue de 0,574%, con fluctuaciones entre 0,37 y 2,20 para los rebaños, mientras que los promedios de los consanguíneos fluctuaron entre 0,95 y 4,53%. Menos del 2,5% de los animales en los rebaños presentaron valores superiores a 12,8%. No se detectó una tendencia al incremento de la consanguinidad con los años. Los promedios ponderados señalaron regresiones negativas de -68,4; -283,3 y -614,6 g por cada 1% de incremento en consanguinidad, que se traduce en pérdidas de 39, 163 y 352 g por animal al nacer, 205 y 548 d de edad, respectivamente. Se concluye la necesidad de mantener programas permanentes de organización de apareamientos en los rebaños para minimizar el efecto de la consanguinidad.

(Palabras clave: Consanguinidad; crecimiento; Brahman)

ABSTRACT

Some 27098 individual records from five registered Brahman herds in Venezuela, were analyzed with a general lineal model in order to evaluate inbreeding levels for the period 2001 to 2012 and its possible negative effects on weight at time of birth, 205 days and 548 days of age. Besides inbreeding value, year and month of birth, sex and mother age were included in the model. General average of inbreeding was 0.574%, with a range from 0.37 to 2.20 for individual herds. Inbred animals averaged from 0.95 to 4.53%. Less than 2.5% of the animals in the herds showed values higher than 12.8%. It was not detected any important increment of inbreeding value with time. Weighted averages showed negative regressions of -68.4, -283.3 and -614.6 gr associated with an increment of 1% of inbreeding, which means loss of 39, 163 and 352 gr by animal at birth, 205 days and 548 days of age, respectively. It is concluded that permanent mating programs in the herds must be maintained in order to minimize inbreeding effects.

(Key words: Inbreeding; growth; Brahman)

¹ A quien debe dirigirse la correspondencia (To whom correspondence should be addressed)

INTRODUCCIÓN

El apareamiento de progenitores relacionados genéticamente a través de uno o más ancestros genera la presencia de consanguinidad y se asocia con depresión en el comportamiento productivo [1]. Este apareamiento entre parientes puede ser consecuencia de un programa dirigido con la finalidad de fijar características de interés pero, generalmente, es consecuencia de falta de apropiada identificación de los animales, poco control en los apareamientos y en el manejo general de la finca y/o por el reducido tamaño de los rebaños.

En la literatura, existen referencias que confirman lo indicado para este efecto en ganado Hereford, en rebaños localizados en los Estados Unidos de Norte América [2-6], que señalan reducciones en los pesos pre y postdestete. En publicaciones sobre rebaños ubicados en otras regiones, principalmente tropicales o subtropicales, también se han presentado evidencias, tanto en ganado *Bos taurus* (Angus, Charolais, Hereford, Limousin, Simmental, Pardo Suizo y Piedmontese), como en ganado *Bos indicus* (Brahman e Indubrasil), en razas nativas como la Najdi en Irán y en razas sintéticas obtenidas a partir de cruzamientos programados en las cuales se involucraron poblaciones *Bos taurus* y *Bos indicus* [7-13].

Para los animales denominados como Criollo en diferentes países de Latinoamérica, se informa de altos niveles de consanguinidad. En Venezuela, se ha reportado, en el ganado Criollo Limonero del Zulia, que 83% de los individuos presentan hasta un 10% de consanguinidad, mientras que 17% restante presenta consanguinidades hasta de 30% [14], pero no se obtuvo alguna referencia relacionada con su impacto en los caracteres de crecimiento.

La consanguinidad no afecta las características productivas ni las poblaciones con igual intensidad, por lo que se justifica la cuantificación de sus efectos en poblaciones particulares. En este sentido, los objetivos de este estudio fueron estimar los niveles y las tendencias de la consanguinidad y evaluar sus efectos sobre caracteres de crecimiento en cinco rebaños de ganado Brahman registrado en Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos utilizados en la presente investigación provienen de cinco fincas con rebaños de ganado

Brahman registrado ubicadas en diferentes estados de la República Bolivariana de Venezuela (Carabobo, Monagas, Yaracuy, Barinas y Portuguesa) e identificadas con los números 1 a 5, respectivamente. En estas fincas se tiene, en general, un apropiado control computarizado de los eventos que se producen y disponen de temporadas de apareamiento de 3 a 4 meses. Se trata, en lo posible, de evitar el apareamiento de animales cercanamente emparentados, utilizan la inseminación artificial en la totalidad o en un elevado porcentaje del rebaño, practican programas genético-estadísticos para la evaluación de los datos y selección de futuros reproductores y registran rutinariamente los pesos al nacer, destete y 18 meses.

Los rebaños de las fincas ubicadas en Yaracuy y Barinas pueden ser clasificados como pequeños (un máximo de 250 vientres cada año); mientras que las otras tres fincas disponen de mayor número de vientres por año (superior a los 800), por lo que pueden ser clasificados como rebaños grandes. Es importante señalar que existen grandes diferencias entre rebaños, en cuanto a los años de datos acumulados en sus programas computarizados. El año inicial de incorporación de información es de 1995 para el rebaño 1; 1992 para el rebaño 2; 1965 para el rebaño 3; 1989 para el rebaño 4 y 1988 para el rebaño 5. Adicionalmente, en el rebaño 2 se dispuso de limitada información para los años 2011 y 2012, al igual que para el año 2012 en el rebaño 4.

Se tomaron los datos de cada animal nacido en la finca entre los años 2001 y 2012 y con registro de los pesos al nacer, al destete corregido a 205 d y a 18 meses corregido a 548 d. La información colectada correspondió a la identificación del animal, padre, madre, sexo, año de nacimiento, mes de nacimiento, edad de la madre al parto en años y los pesos al nacer, 205 y 548 d. Solo se consideraron las observaciones que disponían de los tres pesos señalados. El número total de datos disponibles para el análisis fue de 9260, 6569, 1409, 1693 y 8167 para las fincas 1 a 5, respectivamente.

Con las bases de datos originales, se procedió al cálculo de la consanguinidad de cada animal utilizando la subrutina MTDFNRM del programa MTDFREML [15]. Los valores obtenidos permitieron realizar las caracterizaciones globales y por año dentro de cada rebaño.

Se evaluó el efecto del porcentaje de consanguinidad

en el becerro considerada como una variable continua sobre cada uno de los tres pesos considerados en el estudio, mediante un modelo lineal generalizado que los incluyó como variables dependientes continuas y, adicional a la variable regresora porcentaje de consanguinidad, los efectos de las variables categóricas año y mes de nacimiento, sexo del becerro y edad de la madre al parto en años. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa desarrollado por Harvey [16].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se presenta el número de observaciones y la caracterización de los valores de consanguinidad para la totalidad de los animales de cada rebaño en estudio.

Se observan grandes variaciones en los promedios de consanguinidad. Cuatro posibles razones pueden estar influyendo en ello. El tamaño del rebaño es una limitante importante para evitar apareamientos entre parientes. En segundo lugar, el tiempo de puesta en marcha del programa de registro de apareamientos. La utilización de reproductores provenientes de otros centro genéticos también debe ser considerado y, en cuarto lugar, el cuidado que se tenga en el programa para evitar generación de animales consanguíneos. En el rebaño 3, con 50 años de registros, con utilización de reproductores provenientes de la misma finca y con un número de hembras reproductoras pequeño, se ha logrado mantener un bajo nivel de consanguinidad. El rebaño 4 es de pequeño tamaño y tiene cerca de 25 años acumulando datos. Tiene un valor de 1% en forma global. La finca 5 es la segunda en número de años y señala un bajo promedio, por lo que, en general, se considera que todos los rebaños utilizados para el presente estudio tienen eficientes programas de apareamiento para evitar incrementos de los niveles de consanguinidad.

En el Cuadro 2, se da a conocer el comportamiento anual de los promedios para cada rebaño. Se observa

que, en general, no existe una tendencia al incremento de la consanguinidad con los años. Por el contrario, los rebaños 1 a 3 presentan una tendencia negativa de -0,012; -0,004 y -0,033% por año, mientras que para los rebaños 4 y 5 la tendencia es ligeramente positiva, con valores de 0,041 y 0,017% por año. Se ha sugerido [17] que un incremento en la consanguinidad inferior a 0,5% por año, puede considerarse aceptable en programas de mejoramiento genético animal. Los resultados del presente estudio confirman lo previamente señalado sobre la utilización de adecuados programas de apareamiento en los rebaños evaluados.

En el Cuadro 3, se presentan los porcentajes de animales consanguíneos. Las grandes diferencias observadas son producto de las diferencias en los tamaños de los rebaños, los periodos de tiempo con información acumulada y la política de utilización o no de reproductores provenientes de otros rebaños. Lo lógico es observar una tendencia al incremento con el tiempo de los porcentajes de animales consanguíneos.

El total de animales consanguíneos, con el porcentaje en relación al total entre paréntesis, es de 1060 (11,45%) para el rebaño 1; 1137 (17,31%) para el rebaño 2; 1171 (83,11%) para el rebaño 3; 775 (45,78%) para el rebaño 4 y 3140 (38,45%) para el rebaño 5. Los rebaños 3, 4 y 5 son los que realizan la menor cantidad de incorporación de reproductores externos, lo que se refleja en mayores porcentajes de individuos con antecesores comunes.

La caracterización de los animales consanguíneos y sus promedios anuales se detallan en los Cuadros 4 y 5. Nuevamente, se observan variaciones entre rebaños y la ausencia de incremento en los promedios anuales. Por el contrario, se presentan reducciones interanuales de -0,4912; - 0,1924; - 0,1198 y -0,0721 para los rebaños 1, 2, 4 y 5, respectivamente. Solo se detectó un leve incremento en el rebaño 3, con valor de 0,01198, rebaño que tiene todas las características para que el porcentaje no se pueda reducir: pocos vientres, es cerrado y tiene largo tiempo con anotaciones de apareamientos.

Cuadro 1. Caracterización de la consanguinidad por rebaño

Rebaño	Animales	Promedio	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
1	9260	0,5183	2,0064	0,0000	25,000
2	6569	0,4497	1,9254	0,0000	27,500
3	1409	2,2029	1,9695	0,0000	25,900
4	1693	1,0156	2,1119	0,0000	25,000
5	8167	0,3657	1,2164	0,0000	25,000

Cuadro 2. Promedios anuales de consanguinidad por rebaño

Rebaño	1		2		3		4		5	
Año	n	Prom	n	Prom	n	Prom	n	Prom	n	Prom
2001	709	0,43	702	0,45	113	2,99	167	0,73	679	0,26
2002	667	0,43	611	0,56	117	2,06	173	0,97	948	0,28
2003	778	0,53	836	0,34	140	2,73	164	0,56	841	0,22
2004	607	0,52	838	0,31	136	2,10	141	1,31	734	0,26
2005	741	0,56	717	0,40	132	1,65	210	0,93	826	0,53
2006	1040	0,76	501	0,68	136	1,89	175	1,31	818	0,57
2007	914	0,71	290	1,20	116	2,18	172	0,85	709	0,30
2008	989	0,59	549	0,58	61	2,01	107	1,19	595	0,30
2009	1004	0,43	957	0,34	107	2,16	134	1,31	624	0,46
2010	713	0,26	554	0,23	119	2,21	148	1,14	748	0,49
2011	693	0,38	14	0,12	110	2,46	94	1,11	165	0,59
2012	405	0,37			122	1,98	8	0,86	480	0,28

Cuadro 3. Porcentajes anuales de animales consanguíneos por rebaño

Rebaño	1			2			3			4			5		
Año	total	cons	%	total	cons	%	total	cons	%	total	cons	%	total	cons	%
2001	709	41	5,8	702	87	12,4	113	112	99,1	167	40	24,0	679	92	13,5
2002	667	42	6,3	611	68	11,1	117	111	94,9	173	58	33,5	948	203	21,4
2003	778	59	7,6	836	120	14,4	140	139	99,3	164	44	26,8	841	183	21,8
2004	607	56	9,2	838	91	10,9	136	102	75,0	141	62	44,0	734	224	30,5
2005	741	77	10,4	717	129	18,0	132	101	76,5	210	81	38,6	826	353	42,7
2006	1040	140	13,5	501	185	36,9	136	98	72,1	175	96	54,9	818	431	52,7
2007	914	141	15,4	290	140	48,3	116	91	78,4	172	88	51,2	709	322	45,4
2008	989	148	15,0	549	103	18,8	61	50	82,0	107	63	58,9	595	224	37,6
2009	1004	116	11,6	957	145	15,2	107	87	81,3	134	88	65,7	624	330	52,9
2010	713	75	10,5	554	65	11,7	119	84	70,6	148	102	68,9	748	428	57,2
2011	693	106	15,3	14	4	28,6	110	110	100,0	94	52	55,3	165	96	58,2
2012	405	59	14,6				122	86	70,5	8	1	12,5	480	254	52,9

La distribución de frecuencias (con sus porcentajes en paréntesis) de los niveles de consanguinidad de los animales de cada rebaño, se presenta en el Cuadro 6. Más del 60% de los animales en todos los rebaños presentan valores iguales o <3,2%. El rebaño 3 presenta un bajo porcentaje de 3,2% de animales con valores superiores a 6,4%, solo superado por el rebaño 5 (1,6%).

Los análisis de varianza permitieron evaluar la magnitud de los efectos de año de nacimiento, mes de nacimiento, sexo del becerro, edad de madre al parto y de consanguinidad del individuo sobre los tres pesos estudiados. En el Cuadro 7, se presenta, en forma resumida los resultados obtenidos. La casi totalidad de los efectos categóricos fueron significativos mientras que la consanguinidad presentó efectos de diferentes magnitudes. Fue no significativo en peso al nacer en

el rebaño 4, así como para peso corregido a 205 d en los rebaños 2, 4 y 5 y para peso corregido a 548 d en rebaños 4 y 5; mientras que fue significativo al nivel 5% en el peso al nacer de los rebaños 2 y 3, siendo su efecto significativo ($P < 0,01$) para el resto de los análisis. Es decir, en la finca 4 no hubo efecto significativo de la consanguinidad sobre los tres pesos, en la finca 5 solo fue para peso al nacer, en la finca 2 fue para peso al nacer y 548 d y, en las fincas 1 y 3 influyó significativamente sobre los tres pesos.

Ya se señaló con anterioridad que el efecto de la consanguinidad no se presenta en forma similar en las poblaciones. Esto se puede visualizar aun con mayor fuerza al revisar los coeficientes de regresión producidos por los análisis. Se obtuvieron dos coeficientes de signo positivo contra trece de signo negativo. Uno de los coeficientes positivos

Cuadro 4. Caracterización de los animales consanguíneos por rebaño

Rebaño	Animales	Promedio	DE	Mínimo	Máximo
1	1060	4,5277	4,1265	0,2000	25,000
2	1137	2,5984	3,9808	0,1000	27,500
3	1171	2,6506	1,8655	0,1000	25,900
4	775	2,2186	2,6604	0,1000	25,000
5	3140	0,9511	1,8144	0,1000	25,000

corresponde a un efecto no significativo (peso 548 d en rebaño 5) pero el otro corresponde a un efecto significativo (peso al nacer en rebaño 2).

En el Cuadro 8, se reportan los coeficientes de regresión obtenidos. El rebaño 3 presenta las pérdidas más elevadas por cada unidad de incremento en consanguinidad, cerca de un kg en peso a 205 d y 1772 gr en peso a 548 d. Si se obtienen los promedios de las regresiones ponderadas por el número de observaciones respectivo, se obtienen valores de -68,365, -283,278 y -614,579 g de pérdida por cada unidad de consanguinidad para los tres pesos evaluados y, como el promedio ponderado de consanguinidad es de 0,574, se tendrán pérdidas promedio teóricas de 39,3, 162,7 y 352,0 g por

animal.

La influencia del nivel de consanguinidad sobre el crecimiento de bovinos para carne ha sido documentada por estudios en Estados Unidos de Norte América y en otros países. Los resultados presentados, en su gran mayoría, señalan disminución de los pesos con el incremento de los niveles de consanguinidad. Por ejemplo, en una línea consanguínea de ganado Hereford, MacNeil *et al.* [4] observaron efectos significativos sobre el peso al nacer de -4,33 g por cada 1% de incremento en la consanguinidad. Burrow, 1998 [8] trabajando con un rebaño de animales producto de cruces *B. taurus* x *B. indicus*, estimó un efecto adverso significativo para peso al destete de -0,72 kg por incremento de 1% de consanguinidad, mientras que Pariacote *et al.* [5], en ganado Hereford, reportaron una reducción de 0,05 y 0,56 kg para peso al nacer y al destete, respectivamente, por cada 1% de aumento y, Fioretti *et al.* [9], en ganado Piedmontese, estimaron una reducción de 0,69 kg en el peso al año por cada 1% de incremento.

En evaluaciones con ganado *B. indicus* también se ha señalado el comportamiento antes descrito [7, 10, 11], aunque la magnitud del efecto varía entre

Cuadro 5. Promedios anuales para animales consanguíneos por rebaño

Rebaño	1		2		3		4		5	
	n	Prom								
2001	41	7,46	87	3,59	112	3,01	40	3,04	92	1,91
2002	42	6,86	68	4,99	111	2,17	58	2,91	203	1,30
2003	59	7,01	120	2,39	139	2,75	44	2,10	183	1,00
2004	56	5,68	91	2,89	102	2,80	62	2,97	224	0,84
2005	77	5,40	129	2,23	101	2,16	81	2,41	353	1,25
2006	140	5,67	185	1,84	98	2,62	96	2,39	431	1,07
2007	141	4,62	140	2,49	91	2,78	88	1,65	322	0,66
2008	148	3,93	103	3,08	50	2,46	63	2,02	224	0,80
2009	116	3,70	145	2,26	87	2,65	88	1,99	330	0,86
2010	75	2,50	65	1,98	84	3,13	102	1,65	428	0,85
2011	106	2,48	4	0,42	110	2,46	52	2,01	96	1,01
2012	59	2,54			86	2,81	1	6,90	254	0,52

Cuadro 6. Distribución de niveles de consanguinidad por rebaño

Consang.,	1	2	3	4	5
hasta 0,8	121 (11,4)	511 (44,9)	137 (11,7)	338 (43,6)	2262 (72,0)
>0,8 a 1,6	232 (21,9)	194 (17,1)	228 (19,5)	155 (20,0)	562 (17,9)
>1,6 a 3,2	286 (27,0)	201 (17,7)	481 (41,1)	144 (18,6)	195 (6,2)
>3,2 a 6,4	292 (27,6)	137 (12,1)	288 (24,6)	91 (11,7)	71 (2,3)
>6,4 a 12,8	104 (9,8)	66 (5,8)	34 (2,9)	41 (5,3)	39 (1,2)
> 12,8	25 (2,4)	28 (2,5)	3 (0,3)	6 (0,8)	11 (0,4)

Cuadro 7. Análisis de varianza y promedios globales ajustados

	Rebaños				
	1	2	3	4	5
Peso al nacer					
Año nacimiento	**	**	**	**	**
Mes nacimiento	**	**	**	**	**
Sexo	**	**	**	**	**
Edad madre	**	**	**	**	**
Consanguinidad	**	*	*	NS	**
Promedios	36,3	31,0	33,3	37,2	32,8
Peso a 205 días					
Año nacimiento	**	**	**	**	**
Mes nacimiento	**	**	**	**	**
Sexo	**	**	**	**	**
Edad madre	**	**	**	**	**
Consanguinidad	**	NS	**	NS	NS
Promedios	183,2	158,2	179,3	234,5	163,2
Peso a 548 días					
Año nacimiento	**	**	**	**	**
Mes nacimiento	NS	**	**	**	**
Sexo	**	**	**	**	**
Edad madre	**	**	**	NS	**
Consanguinidad	**	**	**	NS	NS
Promedios	290,7	253,5	325,9	310,4	277,5

* P < 0,05 ; ** P < 0,01; NS no significativo

Cuadro 8. Coeficientes de regresión de pesos sobre consanguinidad (gr de peso por incremento de 1% en consanguinidad)

	Rebaños				
	1	2	3	4	5
Peso nacer	- 76	+ 43	- 134	- 73	- 137
Peso 205 d	- 421	- 108	- 998	- 99	- 183
Peso 548 d	- 748	- 986	- 1772	- 942	+ 103

poblaciones, con reducciones hasta de 0,957 kg en peso a 20 meses en Brahman por cada 1% de incremento en la consanguinidad [10].

Finalmente, también se han señalado resultados con efecto no significativo del incremento de la consanguinidad [2, 11] e, incluso, valores con signo ligeramente positivo en alguna raza y peso [11, 13].

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En líneas generales, los resultados del presente estudio indican que en las cinco poblaciones evaluadas los niveles de consanguinidad son bajos, lo que permite inferir que disponen de buenos programas de apareamientos para lograr mantenerla en niveles apropiados. Sin embargo, el reducido tamaño de algunos rebaños y la utilización de la inseminación artificial para incrementar el uso de semen proveniente de pocos toros élite pueden ocasionar incrementos importantes, por lo que se deberá mantener un seguimiento permanente en esas poblaciones.

Los efectos desfavorables de la consanguinidad sobre los caracteres de crecimiento fueron detectados

en la mayoría de los análisis realizados. Tanto el peso al nacer, a 205 y 548 d mostraron una importante reducción con el incremento en los valores de consanguinidad. Esto implica que no se debe descuidar el programa de apareamientos. Por el contrario, este debe ser mantenido en forma permanente.

Como recomendación que se pueda derivar de este trabajo, se considera oportuno profundizar en estudios de esta naturaleza, utilizando rebaños con una larga trayectoria de información acumulada y con apropiados programas de control, almacenamiento y conservación de información para, así, minimizar la subestimación de los valores de consanguinidad de sus animales. Esta profundización permitiría realizar la caracterización, en forma exhaustiva, de las poblaciones involucradas y las estimaciones de tamaño efectivo de la población, nivel promedio de relación de parentesco, intervalo entre generaciones, número equivalente de generaciones conocidas, número de fundadores, número efectivo de fundadores, número efectivo de ancestros, entre otros parámetros, con la finalidad de evaluar la diversidad genética en estas poblaciones.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara expresamente que no hubo conflicto de intereses durante el desarrollo de este trabajo.

REFERENCIAS

1. Falconer DS. Inbreeding and crossbreeding. In: Oliver and Boyd Ltd (ed). Introduction to quantitative genetics. 1a ed. Great Britain: Robert MacLehose and Company Limited; 1960. p. 247-263.
2. Nelms GE, Stratton PO. Selection practiced and phenotypic change in a closed line of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 1967; 26(2): 274-277.
3. Keller DG, Brinks JS. Inbreeding by environment interactions for weaning weight in Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 1978; 46(1): 48-53.
4. MacNeil MD, Urlick JJ, Newman S, Knapp BW. Selection for postweaning growth in inbred Hereford cattle: The Fort Keogh, Montana Line 1 example. *J Anim Sci.* 1992; 70(3):723-733.
5. Pariacote F, Van Vleck LD, MacNeil MD. Effects of inbreeding and heterozygosity on preweaning traits in a closed population of Herefords under selection. *J Anim Sci.* 1998; 76(5):1303-1310.
6. Ferreira GB, MacNeil MD, Van Vleck LD. Variance components and breeding values for growth traits from different statistical models. *J Anim Sci.* 1999; 77 (10): 2641-2650.
7. Ávila GA. Niveles y efectos de consanguinidad sobre características de crecimiento y reproductivas en ganado Indubrasil y Pardo Suizo bajo un ambiente tropical. Tesis de grado. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 1993. 80 p.
8. Burrow HM. The effects of inbreeding on productive and adaptive traits and temperament of tropical beef cattle. *Livest Prod Sci.* 1998; 55(3):227-243.
9. Fioretti M, Rosati A, Pieramati C, Van Vleck LD. Effect of including inbreeding coefficients for animal and dam on estimates of genetic parameters and prediction of breeding values for reproductive and growth traits of Piedmontese cattle. *Livest Prod Sci.* 2002; 74(2): 137-145.
10. Pico BA, van Wyk JB, Naser FWC. Inbreeding in the South African Brahman breed. *South African J Anim Sci.* 2006; 36 (Suppl. 1): 103-106.
11. Ruíz-Flores A, Núñez-Domínguez R, Ramírez-Valverde R, Domínguez-Viveros J, Mendoza-Domínguez M, Martínez-Cuevas E. Niveles y efectos de la consanguinidad en variables de crecimiento y reproductivas en bovinos Tropicarne y Suizo europeo. *Agrociencia.* 2006; 40: 289-301.
12. Desfuli BT, Mashayekhy MR. Genetic study of birth weight and weaning weight in Nadji calves. *J Anim Vet Advances.* 2009; 8(2):276-280.
13. Mc Parland S, Kearney JF, MacHugh DE, Berry DP. Inbreeding effects on postweaning production traits, conformation, and calving performance in Irish beef cattle. *J Anim Sci.* 2008; 86(12):3338-3347.
14. Florio J. Consanguinidad en la ganadería bovina. En: C. González-Stagnaro, E. Soto-Belloso (eds). Manual de Ganadería Doble Propósito. Maracaibo, Venezuela. Ediciones Astra Data S.A. 2005; II(10). p 129-134.
15. Boldman KG, Kriese LA, Van Vleck LD, Van Tassell CP, Kachman SD. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variance and covariance (draft). U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 1995. 114 p.
16. Harvey W. User's guide for LSMLMW and MIXMDL. PC-2 Version. Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program. 1990; Mimeo. 92 p.
17. Nicholas EW. Incorporation of new reproductive technology in genetic improvement programmes. In: Hill WG, TFC MacKay (eds). Evolution and Animal Breeding. CAB International, Wallingford. 1989; p. 203-209.