

Endogamia en rodeos seleccionadores de la raza Nelore en Brasil

A del V Garnero, A Berruti*, C R Marcondes**, E N Martins***, R B Lobo****, R O Araújo y R J Gunski

Av Antônio Mercado, nº 1357, Centro de Ciências Rurais de São Gabriel, UNIPAMPA/UFSM, CEP 97300-000, São Gabriel, RS, Brasil

**Departamento de Genética. Felix de Azara 1552. Posadas, Misiones, Argentina CP 3300.*

***Embrapa, Amazônia Oriental. Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n Marco CEP 66095-100, Belém, PA, Brasil*

****UEM, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia. Av. Colombo, 5790, Zona 7, CEP 87020900, Maringá, PR, Brasil*

*****ANCP. Rua João Godoy, 463, Jardim América CEP: 14020-230 Ribeirão Preto, SP, Brasil
analiagarnero@yahoo.com.br*

Resumen

Se analizó el efecto de la endogamia de 7258 animales pertenecientes a dos rodeos de la raza Nelore nacidos entre 1964 y 1999. Las características analizadas fueron los pesos ajustados a los 120, 240, 365, 450 y 550 días de edad respectivamente. Los coeficientes de endogamia fueron calculados por medio de la inversión de la diagonal de la inversa de la matriz de parentesco.

El número de animales endogámicos, así como la endogamia media de todos los animales aumentó con los años. Sin embargo, el nivel de endogamia medio observado en la población fue bajo (2.84%). Con la intención de verificar el efecto de la endogamia del animal sobre la performance, los datos de pesos fueron analizados por métodos de regresión a través del procedimiento de modelo lineal generalizado. Para el análisis fueron considerados los valores de pesos que se encontraban dentro del intervalo de 0 a 7% de endogamia. Los pesos en todas las edades estudiadas mostraron un comportamiento cúbico con respecto a los valores de endogamia estudiados; sin embargo, no fue una fuente de variación importante con respecto a la variación total observada en los pesos.

Palabras clave: bovinos, características productivas, endogamia, regresión

Inbreeding in nucleous herds of Nellore cattle in Brazil

Abstract

The aim of this work was to analyze the effect of inbreeding in 7258 animals belonging to two herds of Nellore breed born among 1964 and 1999. The characteristics analyzed were weights adjusted to 120, 240, 365, 450 and 550 days of age, respectively. The inbreeding coefficients were calculated by inversion of the diagonal of the inverse from relationship matrix.

The number of endogamic animals, as well as, the inbreeding coefficients of all animals increased over the years. However, the level of average inbreeding observed in the population was low (2.84%). In an effort to evaluate the effects of inbreeding on animal performance, data weights were analyzed by regression methods through the generalized linear model procedure. For analysis, values of weights that were in the range of 0 to 7% of inbreeding were considered. The weights for all age groups studied showed a cubic behavior related to the studied values of inbreeding, but it was not an important source of variation regarding to the total variation observed in the weights.

Keywords: bovine, inbreeding, productive traits, regression

Introducción

La endogamia es un sistema de apareamiento que consiste en la utilización de individuos con mayor grado de parentesco entre sí que con respecto a la media de la población, para ser progenitores de la próxima generación. Así, dos individuos cualquiera son parientes porque tienen, por lo menos un ascendiente común.

El coeficiente de endogamia, definido por Wright (1923), mide la correlación entre los valores genéticos del óvulo y del espermatozoide, los cuales se unen para producir un determinado individuo. El autor demostró que el coeficiente de endogamia mide la reducción en el porcentaje del grado medio de heterozigosis relativo a la población base, habiendo elaborado un procedimiento para calcular este coeficiente, expresado en la fórmula que se detalla a continuación:

$$F_X = \sum \left[\left(\frac{1}{2} \right)^{n+n'+1} (1 + F_A) \right]$$

donde F_X representa el coeficiente de endogamia del individuo X; F_A el coeficiente de endogamia de un ancestral común al padre y la madre del individuo; n y n' el número de generaciones entre el padre y la madre y su ancestral común, respectivamente; Σ es el signo de sumatoria, indicando que cada pasaje de parentesco entre el padre y la madre debe ser evaluado por separado, y finalmente todos los resultados deben ser sumados.

El incremento del nivel de homocigocis, una de las consecuencias genéticas primarias de la formación de líneas endogámicas, fue asociado con la disminución de la performance (Burrow 1993). A este fenómeno de la reducción del valor de la media fenotípica, Dickerson (1963) lo denominó “depresión endogámica”. Una de las pruebas de esto parece ser la recuperación del vigor y de la productividad cuando se practican apareamientos no endogámicos (*outcrossing*), (Gregory et al 1994, Pariacote et al 1998).

Dos razones básicas son las responsables del aumento del nivel de homocigosis en un rodeo; la primera es la intención por parte de los criadores de obtener animales que impriman sus características raciales a sus hijos con gran intensidad (*imprinting* o prepotencia), y la segunda es que en poblaciones pequeñas y cerradas, las opciones para el apareamiento de los animales son reducidas de manera que se eligen para aparear animales emparentados.

Existe amplia evidencia del efecto negativo de la endogamia sobre las características estudiadas a diferentes edades en distintas razas: Pardo Suiza (Falcão et al 2001), Tabapuã (Penna et al 1991), Caracu (Pereira et al 2005), Guzera (Oliveira et al 1999), Gir (Queiroz et al 2000) y Brahman (Pico 2004)

Shimbo et al (2000) en la raza Nelore, concluyeron que la endogamia del individuo tuvo un efecto depresivo en las características peso al destete, peso al sobreño, ganancia de peso del destete al sobreño, perímetro escrotal y los scores visuales de conformación. De la misma forma Schenkel et al (2002) observaron que para 10% de aumento de la endogamia individual hubo una reducción del 1.7% y 2.1%, respectivamente, en la ganancia de peso pre y pos-destete, siendo que esta depresión endogámica fue mayor en los machos.

Burrow (1993) constató, en su artículo de revisión sobre endogamia en bovinos de carne, que ésta tuvo efecto depresor sobre los pesos al nacer, al destete y al año de edad, siendo que a cada 1% de aumento en F correspondió al decrecimiento de 0.06kg en el peso al nacimiento, 0.44kg en el peso al destete y 0.69kg en el peso al año.

En esta misma línea, Pico (2004), en rodeos de la raza Brahmanm en África del Sur, observó un decrecimiento de 0.35kg a 1.068kg sobre el peso al año, y 1.068kg a 1.493kg del peso final para cada 1% de aumento de endogamia, sin embargo, no se verificaron valores significantes de decrecimiento ($P > 0.05$) para el peso al nacimiento y para el peso al destete. En Brasil, otros autores relataron efecto significativo y adverso de la endogamia sobre características de importancia económica en bovinos de las razas Tabapuã, Caracu e Gir (Penna et al 1991, Amaral et al 1991, Queiroz et al 2000).

Von Krosigk y Lush (1958) observaron que el efecto de la endogamia sobre el peso fue perdiendo importancia, a medida que la edad del animal avanzaba, lo que no fue constatado por Queiroz et al (2000), donde, la endogamia influyó los pesos y la depresión endogámica ocurrió en todas las características estudiadas, inclusive en el peso al año. En general, la mayoría de los estudios muestran que la endogamia directa afecta negativamente estas características (Burrow 1998; Pariacote et al 1998; Lutaaya et al 1999; Weigel 2001).

Sumado al hecho de que la metodología BLUP (*best linear unbiased predictor*), utilizada ampliamente desde los años 90, causa aumento de las tasas de endogamia en la población, porque favorece la selección de parientes como

reproductores para la producción de la futura generación. Sin embargo, de acuerdo con Breda et al (2004), proporciona mayores porcentajes de retención de alelos favorables. Así el objetivo fue verificar la ocurrencia de endogamia y estudiar el efecto de ésta sobre los pesos pre-destete, ajustados a los 120 y 240 días de edad, y post-destete a los 365, 450 y 550 días de edad en la raza Nelore.

Material y métodos

Se analizaron 7258 registros de producción, correspondientes a 10243 registros de genealogía de animales nacidos entre 1964 y 1999, pertenecientes a dos rodeos participantes del Programa de Mejoramiento Genético de la Raza Nelore (www.ancp.org.br). Los establecimientos se localizan en la región sudeste del estado de Minas Gerais, Brasil, con predominio de las pasturas *Panicum maximum* y *Braquiaria sp.*

Estos rodeos fueron elegidos con la esperanza de encontrar mayor número de animales con endogamia, y poder observar algún efecto de la misma sobre los pesos. Dado que los animales de uno de ellos derivan de un núcleo de animales provenientes del otro rodeo, existiendo así una relación de parentesco entre ambos.

Las características analizadas fueron los pesos ajustados a los 120 (P120), 240 (P240), 365 (P365), 450 (P450) y 550 (P550) días de edad, correspondientes a, 4.587, 3.715, 3.025, 2.649 y 1.956 animales respectivamente.

El coeficiente de endogamia, originalmente definido por Wright (1922), fue calculado para cada animal a partir del archivo de genealogía, por medio del módulo MTDFNRM del programa computacional MTDFREML– Multiple Trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood (Boldman et al 1995), a través de la inversión de la diagonal de la inversa de la matriz de parentesco, A^{-1} .

La preparación de los archivos, así como los análisis de regresión fueron realizados mediante el procedimiento de modelo linear generalizado (PROC GLM) del software Statistical Analysis System (SAS 2000). Para que el análisis estadístico tuviera mayor consistencia, los animales que presentaban un coeficiente de endogamia superior al 7%, no se tuvieron en cuenta en los análisis de regresión debido a que no constituían una muestra representativa de la población.

Resultados y discusión

Las medias observadas para las características en estudio (Tabla 1) fueron superiores a los citados en la literatura para las razas zebuinas (Ferraz Filho et al 2002; Rezende et al 2004, Lobo et al 2007). Los valores altos de las medias se deben a que son rodeos en los cuales se viene practicando selección desde 1980.

Tabla 1. Medias, coeficientes de variación (CV), mínimos (Min) y máximos (Max) de los pesos ajustados a los 120, 240, 365, 450 y 550 días de edad (P120, P240, P365, P450 y P550, respectivamente) en la raza Nelore

Característica	Media	Coeficientes de variación	Mínimos	Máximos
P120	129.03	15.61	68	188
P240	206.70	15.08	112	300
P365	252.40	13.58	144	364
P450	293.74	13.86	162	426
P550	325.87	14.00	182	479

De los 7258 animales con registro de producción, 4372 eran endogámicos. El coeficiente de endogamia medio de todos los animales fue de 2.84%, con amplitud de 0% a 28%. Este valor es inferior al encontrado por Shimbo et al (2000) (3,81%) en animales Nelore de la regiones centro-oeste y sudeste de Brasil y al observado por Falcão et al (2001) 12.50% para la raza Pardo Suiza.

A pesar de estar fuertemente ligados ambos rodeos, el coeficiente medio de endogamia no fue elevado, sin embargo, y considerandose bajos los valores de F, el efecto de la endogamia fue significativo ($P < 0.01$) sobre los pesos. Resultados semejantes fueron observados por Penna et al (1991), con bovinos Tabapuã, obteniendo valores significativos de F para peso al destete y al año (6.00 y 5.96% respectivamente), y por Pico (2004), en rodeos de la

raza Brahman en África del Sur, donde la média de F de toda la población y de los animales endogámicos fueron de 1% y 3% respectivamente.

Se observa una tendencia lineal positiva ($P < 0.01$) en el comportamiento de los niveles de endogamia con el pasar de los años, del orden de 8.14% por año (Figura 1).



Figura 1. Porcentaje de animales endogámicos por año de nacimiento

Durante el período de 1964 a 1999, se observa que en los primeros años los valores de endogamia fueron prácticamente cero, correspondiendo a la época de formación del rodeo, en donde los animales fundadores no eran emparentados o de genealogía desconocida.

A partir del año 1975 se observa un aumento de los niveles medios de endogamia de todos los animales (Figura 1). Este comportamiento puede estar asociado, por un lado al aumento del número de animales endogámicos, a partir del apareamiento de pocos toros con muchas vacas relacionadas del rodeo, como también, por un mayor acúmulo de informaciones de parentesco como consecuencia de un mejor control zootécnico, sumado al uso de inseminación artificial.

La amplitud observada para el coeficiente de endogamia en este período (Figura 2) para todos los animales fue de 0 a 3%. Para los animales endogámicos, esta amplitud fue de 0% a 6.5%. Los períodos en los que se observa un porcentaje alto de endogamia se debe principalmente al uso intensivo de pocos toros.

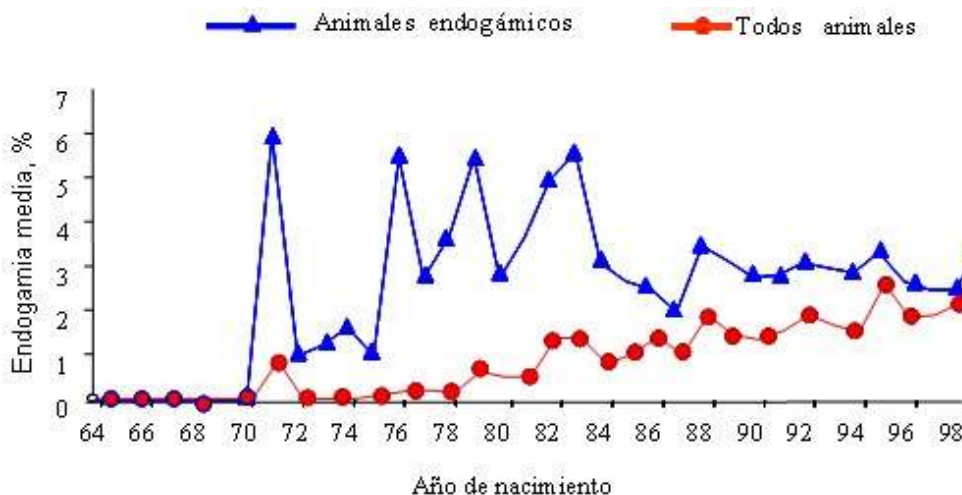


Figura 2. Comportamiento de los niveles de endogamia en relación con los años

Para la raza Nelore, las importaciones de 1930 y especialmente, las de 1960 y 1962, fueron decisivas para el inicio del enorme crecimiento en el Brasil, promoviendo como consecuencia ese pico de endogamia durante los años de 1970 a 1972. A partir de aquí no fueron registradas importaciones e según Magnabosco et al (1997) seis genearcas serían los grandes formadores del plantel actual: Karvadi Imp, Taj Mahal Imp, Kurupathy Imp, Golias Imp,

Godhavari Imp y Rastã Imp. Actualmente son usados los descendientes de estos genearcas como reproductores, y en mayor medida la familia Karvadi Imp que contribuyen con 24.5% del *pool* genico de la raza (Vozzi et al 2006).

La cantidad de hijos endogámicos y las medias de los coeficientes de endogamia de las progenies de los toros con mayor número de hijos (Tabla 2), muestran que a pesar de tener muchos hijos endogámicos, en general están poco emparentados con las vacas servidas por ellos, y eso es confirmado cuando analizamos el porcentaje de hijos endogámicos de cada animal.

Tabla 2. Número de hijos (N° H), número de hijos endogámicos endogámicos y coeficiente médio de endogamia de los hijos de los toros (T) con mayor progenie en los rodeos estudiados

Identificación del T	N° H	N° de H endogámicos	Endogamia media de los H
4260	361	62 (17.17%)	0.18%
34661	355	330 (92.95%)	1.97%
8498	300	48 (16.00%)	0.56%
34483	277	256 (92.40%)	2.74%
16578	270	185 (68.50%)	1.38%
34742	211	172 (81.50%)	1.84%
34264	199	167 (83.90%)	2.56%
8378	194	163 (84.00%)	3.47%
4053	174	153 (87.93%)	1.36%

Por otro lado, es notória la desigualdad en el número de hijos por reproductor, o sea, hay pocos toros con muchos hijos e muchos toros con pocos hijos, y esto se refleja directamente en el coeficiente de endogamia para este rodeo.

Otros resultados preocupantes son relatados para la raza Nelore variedad mocha, Faria et al (2002) verifico que el número de animales endogámicos por año de nacimiento paso de casi 24% para mas de 50% entre 1984 y 2001. Por otro lado, Vozzi et al (2006) constataron que la contribución genica en la raza Nelore en Brasil esta dada por 8.7% por un ancestral, 24.0 y 32.2% por cinco y diez ancestrales, respectivamente.

Todos los pesos tuvieron un comportamiento cúbico a distintos niveles de endogamia. Diferente de lo encontrado por Queiroz et al (2000), con bovinos de carne de la raza Gir, que encontraron efecto cuadrático de F sobre los pesos al destete y al año.

A pesar de que este modelo cúbico fue significativo, no fue una fuente de variación muy importante con respecto a la variación total, esto puede confirmarse debido a los bajos valores de los coeficientes de determinación (R^2) (Tabla 3).

Tabla 3. Ecuaciones de regresión y coeficientes de determinación (R^2) para los pesos ajustados a los 120, 240, 365, 450 y 550 días de edad (P120, P240, P365, P450 y P550, respectivamente) con respecto a los niveles de endogamia

Característica	Ecuación de regresión	R^2
P120	$y = 130 + 2.293 * F - 1.738 * F^2 + 0.203 * F^3$	0.0067
P240	$y = 209 + 0.392 * F - 1.398 * F^2 + 0.191 * F^3$	0.0055
P365	$y = 254.8 + 2.408 * F - 2.126 * F^2 + 0.231 * F^3$	0.0119
P450	$y = 296.6 + 4.513 * F - 3.136 * F^2 + 0.309 * F^3$	0.0205
P550	$y = 328.6 + 8.487 * F - 5.612 * F^2 + 0.606 * F^3$	0.0161

A medida que aumenta el porcentaje de endogamia los pesos disminuyen, hasta que entre los niveles de 4 y 6% hay un cambio de inflexión de la curva con una tendencia a aumentar a partir de esos valores (Figura 3). Sin embargo, se puede observar que los pesos al nivel de 7% de endogamia son menores que los pesos de los animales sin endogamia, particularmente en los pesos 365, 450 y 550 días de edad.

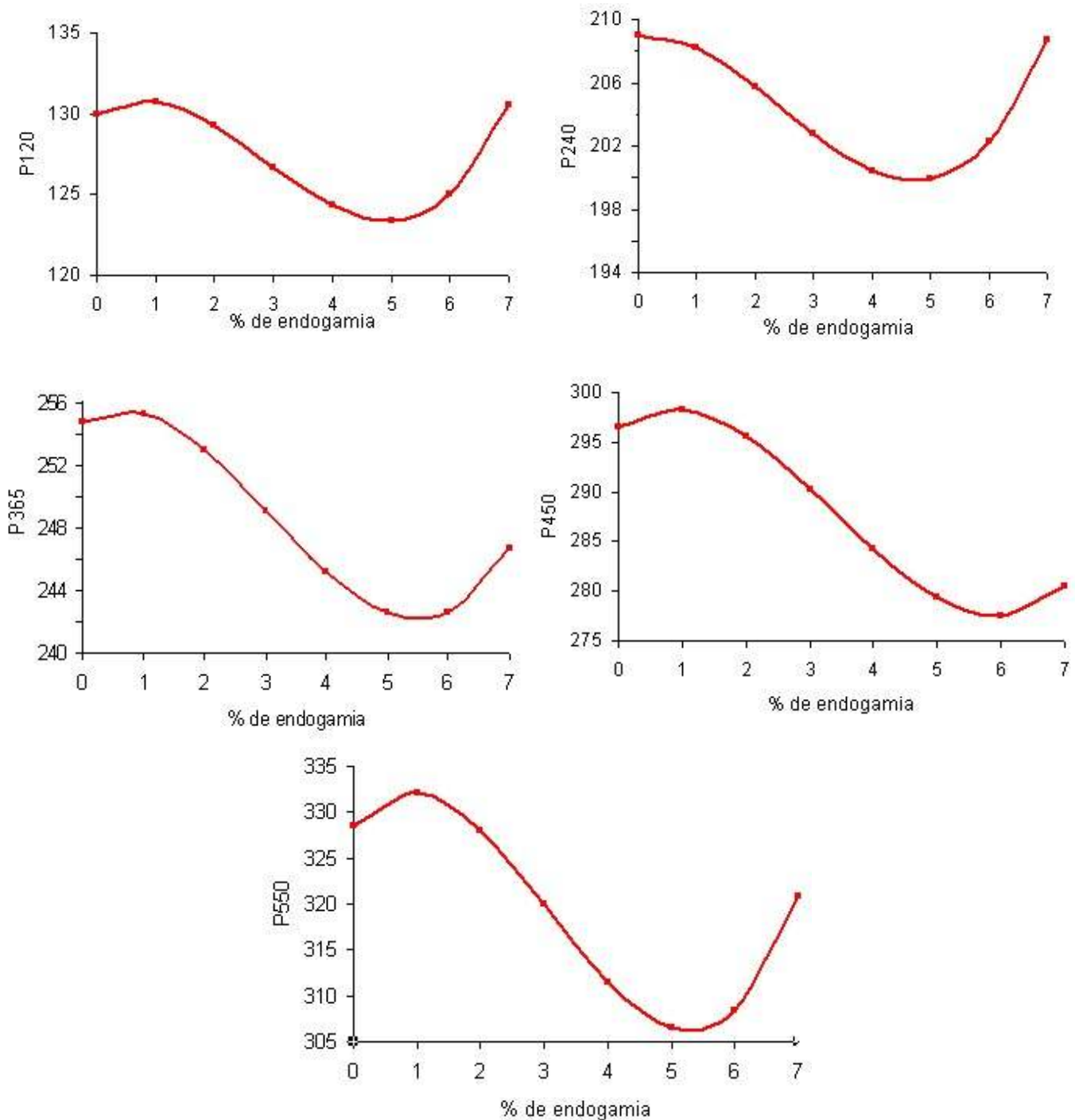


Figura 3. Comportamiento de los pesos (kg) en días de edad a distintos niveles de endogamia

El hecho de que a niveles superiores de endogamia, los animales presentaron una tendencia al aumento en los pesos (Figura 3), puede explicarse teniendo en cuenta que, la selección de los toros, para ser utilizados como padres, está basada en los valores genéticos, por lo tanto los efectos de selección serían más importantes a niveles bajos de endogamia. Es importante destacar que el comportamiento cúbico de los pesos a distintos niveles de endogamia es válido sólo para el rango de porcentajes estudiados.

A pesar del efecto significativo de F del individuo, no ocurrió depresión endogámica acentuada en las características analizadas para pequeños valores de F, conforme puede ser observado en la Figura 3. Dentro de este contexto, se puede afirmar que el efecto más pronunciado de la endogamia ocurre en las características más dependientes de acción génica no-aditiva, principalmente las asociadas a la reproducción y adaptación, concordando con Queiroz et al (2000). Probablemente, los animales que presenten deficiencias limitantes o graves mueren o son descartados, en los primeros meses de vida, no formando parte, por lo tanto, de los registros de pesajes de la propiedad rural. Así, el

efecto adverso de la endogamia es mucho mas pronunciado que lo relatado en este estudio, cuando se trabaja con informaciones de rodeos multiplicadores.

Actualmente el criador dispone de alta tecnologia y de una forma mucho mas accesible que en la década del 80, como por ejemplo, la inseminación artificial y transferencia de embriones, lo que permite la utilización intensiva de animales con los mejores valores genéticos. Sin embargo, estas tecnologias propician el aumento del parentesco de los animales dentro de una misma raza, lo que, a largo plazo, llevará al aumento de la endogamia. Así, el productor debe conocer el efecto depresivo de la consanguinidad y no praticarla de forma deliberada.

Conclusiones

- El nivel de endogamia medio en la población puede ser considerado bajo, pero presentando una tendencia a aumentar con el correr de los años, al igual que el número de animales endogámicos.
- Los pesos en todas las edades estudiadas mostraron un comportamiento cúbico con respecto a los valores de endogamia estudiados, sin embargo, no fue una fuente de variación importante con respecto a la variación total observada en los pesos.
- Los pesos de los animales a los mayores porcentajes de endogamia estudiados fueron menores que los pesos de los animales no endogámicos y la tendencia al aumento de los pesos a partir del 6-7% de endogamia puede deberse a la selección de los animales con base en sus valores genéticos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores.

Bibliografia

- Amaral M O, Queiroz S A e Albuquerque L G 1991** Efeito da endogamia sobre o peso ao nascer e à desmama de bezerros da raça Caracu. In: reunião da sociedade brasileira de zootecnia, 28, João Pessoa. Anais...Viçosa: SBZ 1991, p.540
- Boldman K G, Kriese L A, Van Vleck L D and Kachman S D 1995** A manual for use for MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variance and covariances [DRAF]. USDA, RAS, Lincoln, NE
- Breda F R, Euclides R F, Pereira C S, Torres R A, Carneiro P L S, Sarmiento J L R, Torres Filho R A e Moita A K F 2004** Endogamia e limite de seleção em populações selecionadas obtidas por simulação. Revista Brasileira de Zootecnia 33 (6): 2017-2025 (Suplemento 2) <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v33n6s2/23306.pdf>
- Burrow H M 1993** The effects of inbreeding in beef cattle. Animal Breeding Abstracts.61 (11) 737-751
- Burrow H M 1998** The effects of inbreeding on productive and adaptative traits and temperament of tropical beef cattle. Livestock production Science 55:227-243
- Dickerson G E 1963** Experimental evaluation of selection theory in poultry. In: Genetics today, int. congress of genetics, 11. The Hague, Holland, 9/1963. Proceedings. p.747-761
- Falcão Da Silva A J, Martins Filho R, Magnabosco C U, Bozzi R e Lima F A M 2001** Efeitos da Endogamia sobre Características de Reprodução, Crescimento e Valores Genéticos Aditivos de Bovinos da Raça Pardo-Suíça. Revista Brasileira de Zootecnia 30(1):83-92 <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n1/5439.pdf>
- Faria F J C, Vercesi Filho A E, Madalena F E e Josahkian L A 2002** Estrutura populacional da raça Nellore Mocho. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 54: 501-509 http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352002000500002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
- Ferraz Filho P B, Ramos A A, Silva L O C, Souza J C, Alencar M M e Malhado C H M 2002** Tendência Genética dos Efeitos Direto e

Materno sobre os Pesos à Desmama e Pós-Desmama de Bovinos da Raça Tabapuã no Brasil Revista Brasileira de Zootecnia.31(2): 635-640
<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n2/10349.pdf>

Gregory K E, Cundiff L V and Koch M 1994 Germplasm utilization in beef cattle. Proceedings of the 5th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production 17:261-268

Lôbo R B, Bezerra L A F, Barros P S, Magnabosco C de U, Albuquerque LG, Bergmann J A G, Sainz R D e Oliveira H N 2007 Avaliação Genética de Touros e Matrizes da Raça Nelore: Sumário. Consultado enero 18, 2008 de <http://www.ancp.org.br/index.php?name=sumarios>

Lutaaya E, Misztal I, Bertrand JK and Mabry JW 1999 Inbreeding in population with incomplete pedigrees. Journal of Animal Breeding and Genetics 116: 475–480

Magnabosco CU, Cordeiro CMT, Trovo JBF, Mariante AS, Lobo e R B, Josahkian L A 1997 Catálogo de linhagens do germoplasma zebuino: raça Nelore. Embrapa-Cenargen, Documentos, 23, Brasília

Oliveira J A de, Bastos J F P e Tonhati H 1999 Endogamia em um rebanho da raça Guzerá. Revista Brasileira de Zootecnia 28 (4).721-728

Pariacote F, Van Vleck L D and Mac Neil M D 1998 Effects of inbreeding and heterozygosity on preweaning traits in a closed population of Herefords under selection. Journal of Animal Science 76:1303-1310 <http://jas.fass.org/cgi/reprint/76/5/1303>

Penna V M, Duarte F A M, Oliveira H N, Pereira C S e Madalena F E 1991 Evolução da endogamia em um rebanho Tabapuã. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 28.; João Pessoa 1991. Anais. João Pessoa: SBZ. p.548

Pereira M C, Mercadante M E Z, Albuquerque L G e Razook A G 2005 Estimativa de ganho genético a partir de diferenciais de seleção e parâmetros populacionais em um rebanho Caracu. Revista Brasileira de Zootecnia 34 (6) suplemento.0 Viçosa Nov./Dec
<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n6s0/a11v3460.pdf>

Pico B A 2004 Estimation of genetic parameters for growth traits in south african brahman cattle. Dissertação de mestrado. Department of Animal, Wildlife and Grassland Sciences, University of the Free State. Bloemfontein, p. 46-54

Queiroz S A, Albuquerque L G e Lanzoni N A 2000 Efeito da endogamia sobre características de crescimento de bovinos da raça Gir no Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia.29 (4).1014-1019 <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n4/5613.pdf>

Rezende F M, Mourão G B, Figueiredo LGG, Mattos E C, Ferraz J B S, Eler P E e Balieiro J C C 2004 Efeito do uso dos coeficientes de endogamia na estimação de parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos In: Simpósio da sociedade brasileira de melhoramento animal, 5, Pirassununga-SP **Anais....** SBMA: Pirassununga 2004. (CD-ROM, Bovinocultura de Corte)

SAS 2000 Institute Inc. SAS/STATTM. SAS user's guide for windows environment. 8.01 ed. Cary, SAS Institute Inc

Schenkel F S, Lagioia D R e Riboldi J 2002 Níveis de endogamia e depressão endogâmica no ganho de peso de raças zebuínas no Brasil. In: Simpósio da sociedade brasileira de melhoramento animal, 4, Campo Grande-MS. **Anais....** SBMA: Campo Grande 2002. (CD-ROM, Bovinocultura de Corte)

Shimbo M V, Ferraz J B S, Eler J P, Oliveira F F, Jibileu J S, Figueiredo L G G e Mattos E C 2000 Efeito da endogamia sobre características de desempenho em bovinos da raça Nelore. Simposio Pecuaria 2000. Pirassununga 2000. Anais. Pirassununga: FZEA-USP

Von Krosigk C M and Lush J L 1958 Effects of inbreeding on production in Holstein. Journal of Dairy Science v. 41, n. 1, p. 105-113

Vozzi P A, Marcondes C R, Magnabosco C U, Bezerra L A F and Lôbo R B 2006 Structure and genetic variability in Nellore (Bos indicus) cattle by pedigree analysis. Genetics and Molecular Biology 29: 482-485

Weigel A K 2001 Melhoramento genético de vacas leiteiras com enfoque na longevidade e eficiência reprodutiva. In: V Curso “novos enfoques na produção e reprodução de bovinos”. Anais... Uberlândia, p.1-5

Wright S 1922 Coefficients of inbreeding and relationship. American Naturalist 56: 330-338

Wright S 1923 Mendelian analysis of the pure. breeds of livestock . I. The measurement of. inbreeding and relationship. Journal of Heredity 14: 339-348

Received 28 January 2008; Accepted 25 August 2008; Published 3 October 2008

[Go to top](#)