

Productive and reproductive performance of water buffaloes in Empresa Pecuaria Genética del Este, in Cuba. Suggestions for their improvement

Comportamiento productivo y reproductivo de búfalos en la Empresa Pecuaria Genética del Este, en Cuba. Recomendaciones para su mejora

L.M Fraga¹, D. García¹, Yenny García¹, Marta Mora¹, Lourdes Rodríguez¹, A. Sánchez², Marlén Simón², A. Arce² and Y. de Armas²

¹Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

²Empresa Genética del Este. Finca "El Tamarindo". Madruga, Mayabeque, Cuba

Email: lfraga@ica.co.cu

The productive and reproductive performance of a water buffalo enterprise located in Mayabeque province, Cuba, was studied from a database with 815 observations of eight herds in milking, 10 years of parturition (2004-2013), two calving periods (season: July-October and out of season: November-June), as well as six lactation orders (1-5 and 6 more). Total milk, lactation duration, period between parturitions, dry period, service period and milk per day of period between parturitions were evaluated. Data were processed in SAS, version 9.3, using Proc Glimmix. Effects of herd, parturition year, lactation season and lactation order were considered as fixed. The random effect was animal nested in the herd. The most probable production capacity of each female water buffalo was obtained, according to milk per day of period between parturitions from individual BLUPs. All evaluated fixed effects were significant, except lactation order for lactation duration. Values of the least squares constants were: total milk (341-704 kg), lactation duration (198-248 d), period between parturitions (367-445 d), dry period (86-204 d), service period (26-105 d) and milk per day of the period between parturitions (0.86-1.79 kg/d) according to the considered delivery year. The period of parturition from July to October, favored all indicators: total milk (630 vs. 495 kg), lactation duration (230-208 d), period between parturitions (379 vs. 424 d), dry period (111 vs. 170 d), service period (46 vs. 83 d) and milk per day of the period between parturitions (1.71 vs. 1.17 d). The most like production capacity CMPP varied between 97.81 and 102.43 %, indicating the possibility of positive or negative selection from this indicator. It is considered that milk indicators should be improved, as they are the result of the growth in number of animals and low selection. Productive ones are acceptable. It is considered that both can be improved if a preliminary selection is used according to the most probable production capacity of milk per day of the period between parturitions.

Key words: *water buffaloes, milk, reproduction*

Bubalin production is considered to be of great interest to the world as a protein source for the growing global population due to its potential productive advantages and profitability (Wanapat and Chanthakhoun 2015). In Cuba, since 1987, efforts have been made to improve the work with this breed. However, different enterprises in the country develop their activity without carrying out a selective work to improve the animal amount, lacking guidance on alternatives to make the activity with this species more efficient, which is a task that still implies some novelty.

The Empresa Pecuaria Genética del Este is relatively

Se estudió el comportamiento productivo-reproductivo de una empresa bubalina ubicada en la provincia Mayabeque, Cuba, a partir de una base de datos con 815 observaciones de ocho rebaños en ordeño, 10 años de parto (2004-2013), dos épocas de parto (época: julio-octubre y fuera de época: noviembre-junio) así como seis órdenes de lactancia (1-5 y 6 más). Se evaluó la leche total (LTO), duración de lactancia (DLAC), intervalo parto - parto (IPP), período seco (PSECO), período de servicio (PS) y leche por día de intervalo parto-parto (LIPP). Los datos se procesaron en SAS, versión 9.3, con la utilización del Proc Glimmix. Se consideraron fijos los efectos de rebaño, año de parto, época y orden de lactancia; el aleatorio fue el animal anidado en el rebaño. Se obtuvo la capacidad de producción más probable para cada búfala, según leche por día de intervalo part-parto a partir de los BLUP individuales. Todos los efectos fijos evaluados resultaron significativos, menos el orden de lactancia para duración de la lactancia. Los valores de las constantes mínimo cuadráticas fueron: leche total (341-704 kg), duración de la lactancia (198-248 d), intervalo parto-parto (367-445 d), período seco (86-204 d), período de servicio (26-105 d) y leche por día de intervalo parto parto (0.86-1.79 kg/d) según el año de parto considerado. La época de parto, de julio a octubre, favoreció a todos los indicadores: leche total (630 vs 495 kg), duración de la lactancia (230-208 d), intervalo parto-parto (379 vs 424 d), período seco (111 vs 170 d), período de servicio (46 vs 83 d) y leche por día de intervalo parto-parto (1.71 vs 1.17 d). La capacidad de producción más probable varió entre 97.81 y 102.43 %, indicando la posibilidad de selección positiva o negativa a partir de este indicador. Se considera que los indicadores lecheros se deben mejorar, pues son el resultado del crecimiento en número de la masa y poca selección. Los productivos son aceptables. Se considera que ambos pueden ser mejorados, si se utiliza una selección preliminar según la capacidad de producción más probable para leche por día de intervalo parto-parto.

Palabras clave: *búfalos, leche, reproducción*

La producción bubalina se considera de gran interés para el mundo, como fuente de proteína para la población global en aumento dada sus ventajas productivas potenciales y rentabilidad (Wanapat y Chanthakhoun 2015). En Cuba, desde 1987 se realizan esfuerzos para mejorar el trabajo con esta raza. No obstante, diferentes empresas del país desarrollan su actividad sin llevar a cabo una labor selectiva de mejoramiento de la masa animal, carentes de orientación acerca de las vías para hacer más eficiente la actividad con esta especie, tarea que implica aún cierta novedad.

La Empresa Pecuaria Genética del Este es

young in breeding water buffaloes in Cuba. It started its activity in 2003, and currently has eight herds dedicated to milk production, which is destined entirely to the national gathering.

Mrode and Thompson (2005) pointed out that BLUP (best linear unbiased predictor), obtained from the considered random effects, is an indicator of the breeding value of an animal for a given characteristic. Therefore, selection can be used from this effect, as reported by Kumar and Chakravarty (2016a). It is known that predicted transmitting ability (PTA) or estimated transmitting ability (ETA) represent the half of the breeding value of an animal and are used in improvement works. Similarly, CPMP (most likely production capacity), originally suggested by Lush (1945), discussed as a way to achieve milk improvement in buffaloes (Ramos and Fraga 2008) is also applied, although they could be calculated using the BLUP. This procedure was approached in a methodology designed by Fraga and Hernández (2015), applied by Pesantez (2014) in the individual evaluation of goats destined to milk production.

The objective of this article was to evaluate the influence of some environmental effects like herd, year, calving season and lactation order in a mixed model, which considered the animal effect on the productive and reproductive indicators as random. Another goal is to propose an alternative that could improve productive efficiency of the herd based on the BLUP, obtained for each animal out of the productive and reproductive information.

Materials and Methods

Information on the productive and reproductive performance of Buffalypso crossbred water buffaloes from the Empresa Genética del Este, located in Mayabeque, Republic of Cuba, was used. The animals were grazing on natural grasses, slight natural shade and natural mating, with 27-28 females per sire, without additional supplementation. Suckling system of the buffalo calf was with a quarter of the udder after milking until 11:00 am, moment in which it was separated until the following day.

With the information of this study, a database was generated in Foxpro25, with a total of 815 observations of the eight herds under manual milking, ten years of parturition (2004 – 2013), two parturition seasons (in season: July-October and out of season: November-June), as well as six lactation orders (1-5 and 6 more) and, as random, the animal nested in the herd. The indicators evaluated were total milk (TM), lactation duration (LD), period between parturitions (PP), dry period (DP), service period (SP) and milk per day of PP (MPP). TM was obtained by Fleischmann (1945), according to a program developed in SAS.

Data was processed in SAS statistical package, version 9.3 (SAS Institute Inc. 2013), through a mixed

relativamente joven en la crianza de búfalos en Cuba. Inició su actividad en 2003, y cuenta actualmente con ocho rebaños dedicados a la producción de leche, que se destina íntegramente al acopio nacional.

Mrode y Thompson (2005) señalaron que el predictor BLUP (mejor predictor lineal insesgado), obtenido a partir de los efectos aleatorios considerados, es un indicador del valor genético de un animal para una característica determinada. Por tanto, la selección se puede utilizar a partir de este efecto, como informaron Kumar y Chakravarty (2016a). Se conoce que la capacidad de producción predicha (PTA) o la capacidad de producción estimada (ETA) representan la mitad del valor genético de un animal y se utilizan en el trabajo de mejoramiento. De forma similar, también se aplica la CPMP (capacidad de producción más probable), originalmente sugerida por Lush (1945), discutida como vía para lograr el mejoramiento lechero en búfalos (Ramos y Fraga 2008), aunque se pudieran calcular con la utilización del BLUP. Este procedimiento se abordó en una metodología diseñada por Fraga y Hernández (2015), aplicada por Pesantez (2014) en la evaluación individual de cabras destinadas a la producción de leche.

El objetivo de este artículo fue evaluar en una empresa bubalina cubana la influencia que ejercieron algunos efectos ambientales tales como rebaño, año, época de parto y orden de lactancia en un modelo mixto, que consideró aleatorios el efecto animal en indicadores productivos y reproductivos. Se pretende además, proponer vía que pudiera mejorar la eficiencia productiva del rebaño a partir del predictor BLUP, obtenido para cada animal a partir de la información productiva y reproductiva.

Materiales y Métodos

Se utilizó información del comportamiento productivo y reproductivo de búfalos mestizos Buffalypso de la Empresa Genética del Este, ubicada en Mayabeque, en la República de Cuba. Los animales estaban en pastoreo de gramíneas naturales, sombra natural ligera y monta natural, con 27-28 hembras por semental, sin suplementación adicional. El sistema de amamantamiento del bucerro fue con un cuarto de la ubre pos ordeño hasta las 11:00 am, momento en el que se separó hasta el día siguiente.

Con la información obtenida se generó una base de datos en Foxpro25, con un total de 815 observaciones de los ocho rebaños en ordeño manual, diez años de parto (2004 – 2013), dos época de parto (en época: julio-octubre y fuera de época: noviembre - junio), así como seis órdenes de lactancia (1-5 y 6 más) y como aleatorio el animal anidado en el rebaño. Se evaluaron la leche total (LTO), duración de lactancia (DLAC), intervalo parto-parto (IPP), período seco (PSECO), período de servicio (PS) y leche por día de IPP (LIPP). La LTO se obtuvo por Fleischmann (1945), según un programa desarrollado al efecto en SAS.

Los datos se procesaron en el paquete estadístico

generalized linear model with the application of Glimmix procedure (Wolfinger and O'connell 1993).

Indicators considered as fixed effects were herd, parturition year, parturition season and lactation order, and the animal nested in the herd was considered as random effect, in order to obtain the best linear unbiased predictor (BLUP). The mixed generalized linear model was used because it has the advantage of analyzing data with non-normal distribution, heterogeneous variances that could be correlated (Stroup 2015), among other benefits previously reported by Schabenberger (2006). For all data, the dist = gamma and link = log binding function was applied. The model description was as follows:

$$Y_{ijklmn} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varphi_k + \delta_l + a_m(\alpha_i) + e_{ijklmn}$$

Where:

Y_{ijklmn} = f(μ) expected value of the character under study regarding dist=gamma link=log binding function

μ = general mean, common to all observations

α_i = effect of the herd i-th. $i = 1, 2, 8$

β_j = effect of the j-th year of parturitions. $j = 2004, 2005, \dots 2013$.

φ_k = effect of the k-th year season of parturitions. $k = 1, 2$.

δ_l = effect of lactation order. $l = 1, 2, 6$

$a_m(\alpha_i)$ = effect of the m-th animal nested in the i-th herd

e_{ijklmn} = random error related to observations $NID \sim (0 \text{ and } \delta^2 e)$.

The most likely production capacity (CPMP) were obtained for MPP trait buffaloes, from individual BLUPs, herd means and character repeatability, according to the following formula:

$$CPMP = \frac{BLUP * r + \bar{X}_R}{\bar{X}_R} * 100$$

Where:

BLUP = best linear unbiased predictor for each animal (random effect)

r = repeatability of the trait, MPP

\bar{X}_R = mean of the herd of the individual

Results and Discussion

The evaluated fixed effects were significant, except for the herd and lactation order for LD (table 1), while the minimum square constants for the year effect were among the ranges: TM (341-704 kg), LD (P < 0.001), PP (367-445 d), DP (86-204 d), SP (26-105 d) and MPP (0.86-1.79 kg/d), according to the parturition year considered (table 2). Values for milk production are below those reported in Colombia by Cerón-Muñoz and Agudelo-Gómez (2016), of 1,044 kg in 270 d, as well as in extensive farms in Brazil, which reached between 947 and 1192 kg according to the number of the parturition considered. In this case, the PPs were

SAS, versión 9.3 (SAS Institute Inc 2013), mediante un modelo lineal generalizado mixto con la aplicación del procedimiento Glimmix (Wolfinger y O'connell 1993). Se consideraron el rebaño, año de parto, época de parto y orden de lactancia, como efectos fijos, y como aleatorios el animal anidado en el rebaño para obtener el mejor predictor lineal insesgado (BLUP). Se utilizó el modelo lineal generalizado mixto por poseer la ventaja de analizar datos con distribución no normal, varianzas heterogéneas y que pudieran estar correlacionados (Stroup 2015), entre otras bondades señaladas con anterioridad por Schabenberger (2006). Para todos los datos se aplicó la función de enlace dist=gamma y link=log. La descripción del modelo fue la siguiente:

$$Y_{ijklmn} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varphi_k + \delta_l + a_m(\alpha_i) + e_{ijklmn}$$

Donde:

Y_{ijklmn} = f(μ) Valor esperado del carácter en estudio atendiendo a la función de enlace dist=gamma link=log

μ = Media general común a todas las observaciones

α_i = Efecto del i-ésimo rebaño. $i = 1, 2, 8$

β_j = Efecto del j-ésimo año en que ocurrieron los partos. $j = 2004, 2005, \dots 2013$.

φ_k = Efecto de la k-ésima época del año en que ocurrieron los partos. $k = 1, 2$.

δ_l = Efecto del orden de la lactancia. $l = 1, 2, 6$

$a_m(\alpha_i)$ = Efecto del m-ésimo animal anidado dentro del i-ésimo rebaño.

e_{ijklmn} = error aleatorio asociado a las observaciones $NID \sim (0 \text{ y } \delta^2 e)$.

Se obtuvieron las capacidades de producción más probables (CPMP) para las búfalas del rasgo LIPP, a partir de los BLUP individuales, las medias de los rebaños y la repetibilidad del carácter, según la fórmula siguiente:

$$CPMP = \frac{BLUP * r + \bar{X}_R}{\bar{X}_R} * 100$$

donde:

BLUP = Mejor Predictor Lineal Insesgado para cada animal (efecto aleatorio).

r = Repetibilidad del rasgo en cuestión, LIPP

\bar{X}_R = Media del rebaño al que pertenece el individuo

Resultados y Discusión

Los efectos fijos evaluados resultaron significativos, menos el rebaño y orden de lactancia para DLAC (tabla 1), mientras que los valores de las constantes mínimo cuadráticas para el efecto de año estuvieron entre los rangos: LTO (341-704 kg), DLAC (198-248 días), IPP (367-445 d), PSECO (86-204 d), PS (26-105 d) y LIPP (0.86-1.79 kg/d), según el año de parto considerado (tabla 2). Los valores referentes a la producción de leche están por debajo de los señalados en Colombia por Cerón-Muñoz y Agudelo-Gómez (2016), de 1044 kg en 270 d, así como en explotaciones extensivas de Brasil, que alcanzaron entre 947 y 1192 kg según el número

between 408 and 424 d, very similar to those found here.

Parturition season, from July to October, favored all

del parto considerado. En este caso, los IPP estuvieron entre 408 y 424 d, muy similares a los aquí encontrados.

La época de parto, de julio a octubre, favoreció a

Table 1. Analysis of variance of the studied effects

Effects	gl Number	Den	TM, kg		LD, d		PP, d		DP, d		SP, d		MPP, d	
			F Value	Sig.	F Value	Sig.	F Value	Sig.	F Value	Sig.	F Value	Sig.	F Value	Sig.
Herd	7	238	9.6	<0.0001	1.9	0.071	3.8	0.0006	10.2	<0.0001	13.2	<0.0001	8.4	<0.0001
Parturition year	9	427	53.3	<0.0001	12.8	<0.0001	3.1	0.0011	133.5	<0.0001	163.1	<0.0001	37.9	<0.0001
Parturition season	1	427	48.7	<0.0001	32.8	<0.0001	17.9	<0.0001	1548.9	<0.0001	1710.7	<0.0001	90.0	<0.0001
Lactation number	5	427	8.2	<0.0001	1.27	0.2774	21.0	<0.0001	616.9	<0.0001	955.8	<0.0001	11.9	<0.0001

Table 2. Effect of parturition year on evaluated indicators

Parturition year	TM, kg		LD, d		PP, d		DP, d		SP, d		MPP, d	
	Mean	SE±	Mean	SE±	Mean	EE±	Mean	EE±	Mean	EE±	Mean	EE±
2004	646 ^b	59	198 ^c	9	367 ^b	25	96 ^d	5	26 ^f	2	1.79 ^a	0.18
2005	534 ^d	40	205 ^{bc}	8	381 ^b	21	112 ^c	5	39 ^e	3	1.37 ^{ab}	0.11
2006	571 ^{cd}	41	210 ^b	8	407 ^a	21	130 ^c	6	54 ^d	3	1.43 ^{ab}	0.11
2007	668 ^b	39	248 ^a	7	372 ^b	16	86 ^d	3	42 ^e	2	1.81 ^a	0.12
2008	568 ^d	30	247 ^a	7	429 ^a	17	133 ^c	5	73 ^c	4	1.35 ^{ab}	0.08
2009	605 ^c	29	232 ^a	6	414 ^a	15	156 ^{bc}	5	89 ^b	4	1.51 ^a	0.08
2010	544 ^d	23	200 ^b	4	391 ^b	12	162 ^b	5	69 ^{cd}	3	1.40 ^b	0.07
2011	500 ^d	18	222 ^{ab}	4	398 ^b	11	162 ^b	5	86 ^b	4	1.28 ^c	0.52
2012	341 ^e	10	218 ^b	3	407 ^a	9	178 ^b	5	95 ^b	4	0.86 ^d	0.03
2013	704 ^a	25	217 ^b	4	445 ^a	12	204 ^a	6	105 ^a	5	1.68 ^a	0.06

^{a,b,c,d,e}Means with different superscript in the same column differ according to Kramer (1956).

indicators (table 3), with TM values (630 vs. 495 kg), LD (230-208 d), PP (379 vs. 424 d), SP (111 vs. 170 d), DP (46 vs. 83 d) and MPP (1.71 vs. 1.17 d). This result of seasonality coincides with that reported by García *et al.* (2012) in an enterprise of the same province, which was attributed to the best availability of food in that period. This result is similar to that reported by Fraga *et al.* (2008), when comparing the water buffalo performance in Cuba and Brazil.

todos los indicadores (tabla 3), con valores de LTO (630 vs 495 kg), DLAC (230-208 d), IPP (379 vs 424 d), PSECO (111 vs 170 d), PS (46 vs 83 d) y LIPP (1.71 vs 1.17 d). Este resultado de estacionalidad coincide con lo informado por García *et al.* (2012) en una empresa de la misma provincia, lo que se atribuyó a la mayor disponibilidad de alimento en ese período. Este resultado es similar al referido por Fraga *et al.* (2008), al comparar el comportamiento de búfalos de Cuba y Brasil.

Tabla 3. Efecto de la época del año sobre los indicadores productivos y reproductivos evaluados que alcanzaron la significación.

Calving season	LTO kg		TM- LD days		PP days		DP days		SP days		MPP days	
	Mean	SE±	Mean	SE±	Mean	SE±	Mean	SE±	Mean	SE±	Mean	SE±
July- October	630	21	230	4	379	8	111	4	46	2	1.71	0.06
November-June	495	22	208	5	424	13	170	6	83	4	1.17	0.06

The fact that there was not significance for the effect of herd and lactation order could be related to the fact that this characteristic is fixed to a superior of 240 d. However, this value was only fulfilled in 2007, 2008 and 2009. As lactation duration is influenced by the marked parturition season, the birth years are the most affected by this, having one more than others, the proportion of births of a certain period. In India, in order to avoid similar difficulties, Kumar and Chakravarty (2016b) proposed to use in the selection only the controls of the 6th month of lactation month in the contemporary tests performed there, after adjusting the fixed effects parturition year, parturition season and herd of animals of the first parturition. However, this method does not take into consideration the incidence of reproductive performance in milk production, although it is beneficial to save registration costs.

Fluctuations in the MPP show peak moments and decreases with a recovery value in 2013, explained by variations in the availability of food and animal management that gave birth in those periods. In addition, a system of permanent removal of the mass of less productive animals was not used. This indicates the need to take adequate measures to reverse the existing situation, which would be achieved by increasing milk production and shortening the period between parturitions. With this objective the CPMP of this indicator was evaluated, which study evidenced variations that are shown in table 4.

CMPP varied between 97.81 and 102.43 %, indicating that if applied positive or negative selection, improvements could be expected in this indicator. Mitat (2008) suggested a similar procedure, but with the use of individual weights of the dairy control day and with random regression models, which could be another valuable alternative for the evaluation.

This study confirmed that dairy indicators of this enterprise should be improved, because they are inferior

El hecho de que no exista significación para el efecto de rebaño y orden de lactancia pudiera estar relacionado con que a esta característica se le fija un límite superior de realización de 240 d. Sin embargo, este valor se cumplió solamente en 2007, 2008 y 2009. Como la duración de la lactancia recibe influencia de época de parto marcada, son los años de parto los más afectados por este hecho, al tener unos más que otros, la proporción de partos de determinada época. En la India, para evitar dificultades similares, Kumar y Chakravarty (2016b) propusieron utilizar en la selección solo los controles del sexto mes de lactancia en las pruebas contemporáneas que allí se realizan, después del ajuste para los efectos fijos año de parto, estación de parto y rebaño en animales de primer parto. Sin embargo, con este método no se tiene en cuenta la incidencia del comportamiento reproductivo en la producción de leche, aunque es beneficioso por el ahorro los costos del registro.

Las fluctuaciones en la LIPP muestran momentos de picos y disminuciones con un valor de recuperación en 2013, explicado por las variaciones en la disponibilidad de alimento y el manejo de los animales que parieron en esos períodos; además de que no se utilizó un sistema de eliminación permanente de la masa de los animales menos productivos. Esto indica la necesidad de tomar medidas oportunas, que permitan revertir la situación existente, lo que se lograría al aumentar la producción de leche y disminuir el intervalo entre partos. Con este objetivo se evaluó la CPMP de este indicador, cuyo estudio evidenció las variaciones que se muestran en la tabla 4.

Las CMPP variaron entre 97.81 y 102.43 %, lo que indicó que de aplicarse selección, positiva o negativa, se pudieran esperar mejoras en este indicador. Mitat (2008) sugirió un procedimiento similar, pero con la utilización de pesajes individuales del día de control lechero y con modelos de regresión aleatoria, lo que pudiera ser otra alternativa valiosa para la evaluación.

En este estudio se constató que los indicadores lecheros de esta empresa se deben mejorar, pues son

Table 4. Effect of season on the evaluated productive and reproductive indicators that reached significance

Female water buffalo eartag	Location herd	Number of observations of MPP	CPMP, %
Values of the worst female water buffaloes			
17062884	210	3	97.814
16440629	201	2	97.963
BUF32726	212	2	98.436
16617718	200	8	98.452
16525138	202	3	98.529
16375914	202	4	98.913
16617807	200	3	98.935
16525123	199	4	98.936
16375917	202	1	98.943
BUF20580	209	1	98.969
Values of the best female water buffaloes			
17062823	201	3	101.138
16617706	200	8	101.147
BUF20576	209	3	101.164
BUF32686	200	3	101.191
16617763	200	10	101.304
16617788	200	10	101.373
BUF32720	210	1	101.482
BUF32628	209	1	101.497
BUF32810	213	1	101.604
16525247	199	6	102.434

to others of this species at national level and similar conditions. These indicators may be a consequence of the growth in the number of animals and of the low genetic selection made in the productive indicators in the enterprise, while the reproductive indicators are acceptable for the species and are around the expected (MINAG 2014).

Conclusions

Dairy indicators showed low values, due to the growth in number of animals with very little selection applied for milk production. Reproductive indicators were acceptable for the species and the applied breeding system. However, both traits could be improved with the use of a preliminary selection according to the CPMP for MPP, particularly in the discard of the evaluated current amount of animals and in future breeding.

inferiores a otros de esta especie a nivel nacional y en condiciones similares. Estos indicadores pueden ser consecuencia del crecimiento en número de la masa de animales y de la poca selección genética efectuada en los indicadores productivos en la empresa, mientras que los indicadores reproductivos son aceptables para la especie y están en el entorno de lo esperado (MINAG 2014).

Conclusiones

Los indicadores lecheros presentaron bajos valores, atribuibles al crecimiento en número de la masa con muy poca selección aplicada para la producción de leche. Los reproductivos fueron aceptables para la especie y sistema de crianza aplicado. No obstante, ambos rasgos se pudieran mejorar con la utilización de una selección preliminar según las CPMP para LIPP, particularmente en el descarte de la masa actual evaluada y en crianzas futuras.

References

- Cerón-Muñoz, M. F. & Agudelo-Gómez, D. A. 2016. "Producción bufalina en Colombia: Hacia el mejoramiento genético eficiente en leche". In: XI Congreso Mundial de Búfalos, Cartagena, Colombia: Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos, Available: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:jLnK-KvidSsJ:virtual.ces.edu.co/pluginfile.php/241210/mod_label/intro/1.%2520Produccio%25CC%2581n%2520bufalina%2520leche%2520en%2520colombia_Mario%2520Fernando%2520Cer%25C3%25B3n%2520%2520%25281%2529.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&client=firefox-b>, [Consulted: August 2, 2017].
- Fleischmann, W. 1945. Tratado de Lechería. Barcelona, España: Gustavo Gili S.A., 740 p.

- Fraga, L. M. & Hernández, A. 2015. "Metodología para la selección animal a través de la Capacidad de Producción Más Probable en ausencia del control genealógico". In: XVI Fórum de Ciencia y Técnica, La Habana, Cuba: EDICA.
- García, Y., Fraga, F. M., Guzmán, Y., Mora, M., García, D. & Padrón, E. 2012. "Evaluation of diary performances of crossbred (Buffalypso x Carabao) buffalo cows". Cuban J. Agric. Sci. 46: 357-361
- Kramer, C. Y. 1956. "Extension of Multiple Range Tests to Group Means with Unequal Numbers of Replications". Biometrics, 12(3): 307-310, ISSN: 0006-341X, DOI: 10.2307/3001469.
- Kumar, V. & Chakravarty, A. K. 2016a. "Evaluation of breeding values murreh buffalo bulls under organized farms". Buffalo Bulletin, 35(3), ISSN: 0125-6726, Available: <<http://ibic.lib.ku.ac.th/e-bulletin/IBBU201603010.pdf>>, [Consulted: August 2, 2017].
- Kumar, V. & Chakravarty, A. K. 2016b. "Test-day genetic analysis of murreh buffalo sires for milk production". Buffalo Bulletin, 35(1), ISSN: 0125-6726, Available: <<http://ibic.lib.ku.ac.th/e-Bulletin/IBBU201601011.pdf>>, [Consulted: August 2, 2017].
- Lush, J. L. 1945. Animal Breeding Plans. 3rd ed., Ames, USA: Iowa State College Press, 443 p.
- MINAG 2014. Información estadística de la especie bufalina. La Habana, Cuba: Dirección de Genética.
- Mitat, A. 2008. La producción de leche en el día de control para la selección de búfalas en Cuba. Ph.D. Thesis, Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, Matanzas, Cuba.
- Mrode, R. A. & Thompson, R. 2005. Linear models for the prediction of animal breeding values. 2nd ed., Wallingford, U. K: CABI Publishing, ISBN: 978-0-85199-000-2, Available: <<http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20053196805>>, [Consulted: August 2, 2017].
- Pesantez, M. 2014. Evaluación de la producción lechera de cabras Anglo Nubia x Criolla en una provincia de la República de Ecuador. Ph.D. Thesis, Instituto de Ciencia Animal - Universidad de Loja, Cuba - Ecuador.
- Ramos, A. A. & Fraga, L. M. 2008. "Programa de mejoramiento genético del búfalo brasileño. Interpretación y aplicación". In: Maracay, Venezuela: Federación Internacional de Búfalos, Available: <<http://www.abc.com.py/articulos/ix-congreso-mundial-de-bufalos-87953.html>>, [Consulted: August 3, 2017].
- SAS Institute Inc 2013. Statistical Analysis Software SAS/STAT®. version 9.1.3, Cary, N.C., USA, Available: <http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#>.
- Schabenberger, O. 2006. Introducing the GLIMMIX Procedure for Generalized Linear Mixed Models. Cary, NC: SAS Institute Inc., 20 p., Paper 196-30, Available: <<http://www2.sas.com/proceedings/sugi30/196-30.pdf>>, [Consulted: August 3, 2017].
- Stroup, W. W. 2015. "Rethinking the Analysis of Non-Normal Data in Plant and Soil Science". Agronomy Journal, 107(2): 811-827, ISSN: 0002-1962, DOI: 10.2134/agronj2013.0342.
- Wanapat, M. & Chanthakhoun, V. 2015. "Buffalo production for emerging market as a potential animal protein source for global population". Buffalo Bulletin, 34(2), ISSN: 0125-6726, Available: <<http://ibic.lib.ku.ac.th/e-bulletin/34-2.pdf#page=30>>, [Consulted: August 2, 2017].
- Wolfinger, R. & O'connell, M. 1993. "Generalized linear mixed models a pseudo-likelihood approach". Journal of Statistical Computation and Simulation, 48(3-4): 233-243, ISSN: 0094-9655, 1563-5163, DOI: 10.1080/00949659308811554.

Received: January 5, 2017