

# Economic considerations to decide on the prices of buffalo steer in performance testing, according to their individual economic merit

## Consideraciones económicas para decidir sobre los precios de toretes búfalos en pruebas de comportamiento, de acuerdo con su mérito económico individual

L.M. Fraga<sup>1</sup>, Delia María Cino<sup>2</sup> and Orestes López<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Instituto de Ciencia Animal. Apartado Postal 24, San José de las Lajas. Mayabeque, Cuba*

<sup>2</sup>*Instituto de Pastos y Forrajes. Ave. Independencia, Calle 184 No. 20520, Reparto Río Cristal, Boyeros. La Habana, Cuba*

<sup>3</sup>*Empresa Pecuaria Genética (EPG) Los Naranjos. Carretera Caimito-Vereda, km 4 ½. Artemisa, Cuba*

*Email: luismfb48@gmail.com*

L.M. Fraga: <https://orcid.org/0000-0002-9697-4584>

Delia María Cino: <https://orcid.org/0000-0002-9897-7594>

Orestes López: <https://orcid.org/0000-0001-8882-8969>

Information from performance testing of Buffalypso x Carabao crossbred buffaloes, from a genetics enterprise in Cuba, was used. The information comprised the interval from 2011 to 2018, and corresponded to the weight at weaning (8 months) and the final live weight of the test (18 months of age), their breeding values and a selection index that combined both characteristics. The cost sheet of buffalo activity of the enterprise was made, with regard to performance testing. Individual benefit or individual economic merit was determined using two sales prices: 11.20 and 6.40 Cuban pesos/kg of final live weight. Proposals for steer prices were made at the end of the performance testing, according to individual economic merit. Three different calculation methods were used. Data processing was carried out using SAS 2013. Multiple regressions were obtained between benefits and individual breeding values, as well as with the selection index, from the consideration of the two prices. The linearity that exists between the benefits and the breeding values that justify the selection of animals with greater merit was showed, as well as the usefulness of the evaluation by index. Higher values were associated with higher benefits, particularly when the higher price per kilogram of live weight was used. The importance of evaluating steers in performance testing for individual benefit was highlighted, and it was considered that their sale prices should be associated with their final live weight, breeding values and accuracy of the index used to determine individual economic merit.

Key words: *prices, benefit, breeding value, indices, steers, buffaloes*

Currently, the investment in genetic improvement and the price of future sires are questioned, particularly in countries or breeding conditions that are not the most appropriate for maximum profit in this activity. Actually, it is that not enough work has been done with the economic concepts in genetic improvement, which are evaluated with a view to selection, particularly with the individual economic merit (IEM) of the animals.

Charfeddine (2001) pointed out that, unlike financial analyses, economic studies in breeding programs try to model the benefit obtained on a farm at the scale of an animal and not globally, and based on the characters

Se utilizó información de pruebas de comportamiento de búfalos mestizos Buffalypso x Carabao, proveniente de una empresa genética en Cuba. La información comprendió el intervalo de 2011 a 2018, y correspondió al peso al destete (8 meses) y al peso vivo final de la prueba (18 meses de edad), sus valores genéticos y un índice de selección que combinó ambas características. Se realizó la ficha de costo de la actividad bubalina de la empresa, en lo que respecta a pruebas de comportamiento. Se determinó el beneficio individual o el mérito económico individual, utilizando dos precios de venta: 11.20 y 6.40 pesos cubanos/kg del peso vivo final. Se hicieron propuestas de precios de los toretes al terminar la prueba de comportamiento, de acuerdo con el mérito económico individual. Se utilizaron tres métodos diferentes de cálculo. El procesamiento de los datos se efectuó mediante el SAS 2013. Se obtuvieron las regresiones múltiples entre los beneficios y los valores genéticos individuales, así como con el índice de selección, a partir de la consideración de los dos precios. Se evidenció la linealidad que existe entre los beneficios y los valores genéticos que justifican la selección de animales con mayor mérito, así como la utilidad de la evaluación por índice. Los valores mayores estuvieron asociados a beneficios mayores, particularmente cuando se utilizó el mayor precio del kilogramo de peso vivo. Se destacó la importancia de evaluar los toretes en pruebas de comportamiento por beneficio individual, y se consideró que sus precios de venta deben estar asociados a su peso vivo final, valores genéticos y precisión del índice utilizado al determinar el mérito económico individual.

Palabras clave: *precios, beneficio, valor genético, índices, toretes, búfalos*

En la actualidad, se cuestiona la inversión en la mejora genética y el precio de los futuros sementales, particularmente en países o condiciones de crianza que no son las más apropiadas para la máxima ganancia en esta actividad. En realidad, se trata de que no se ha trabajado lo suficiente con los conceptos económicos en la mejora genética, que se evalúan con vistas a la selección, particularmente con el mérito económico individual (MEI) de los animales.

Charfeddine (2001) señaló que, a diferencia de los análisis financieros, los estudios económicos en programas de mejora genética tratan de modelar el beneficio obtenido en una explotación a escala de un

that form the goal of the program. It seeks to assess the economic importance of each character or group of them, and not the economic situation of the enterprises. These elements are combined in an evaluation, known as individual economic merit. In accordance with the previous, this evaluation models the benefit obtained at the scale of an animal, which is expressed in its breeding values, and not of the joint exploitation, depending on the objective of the genetic improvement program.

According to Yáñez (2018), models that allow evaluating the effect of the genetic improvement of the characteristics on the benefit function must be designed, in order to identify them and direct the selection pressure towards them. Seno *et al.* (2012) showed the economic importance of carrying out genetic improvement study on buffaloes under different improvement strategies and indicated their genetic and economic consequences. In Cuba there are not studies on this topic. However, in an article by Cino (2019), the impact of economic losses due to delay in the main individual economic indicators is studied, at the incorporation age and first calving, through the use of cost sheets in cattle.

Although there is a buffalo genetic improvement program in Cuba (Mitat *et al.* 2010), the current price of a future sire is not in accordance with its breeding value (BV). These animals are not sold at prices according with their net merit, which depends on various elements. The potential genetic quality is, possibly, the most important, and is determined by its BV, expressed by an aggregate of genotypes in a selection index that weights the relative economic interest of several traits, instead of its meat value according to its live weight (LW).

In this study, the economic analysis is aimed at the stated objectives. It was carried out in very close to real conditions, although it is considered that these conditions and, in particular, the prices may vary regularly. For these reasons, its execution is aimed at providing a procedure that serves as a basis for future studies that are carried out under even more exact conditions than those considered in this study. The results of this study may serve as a reference, since in Cuba there are no records that link genetic and economic work in genetic evaluations, and their consideration in the establishment of prices.

### Materials and Methods

A database was created from the information collected in the performance testing of grazing male buffaloes, initiated between 2011 and 2018, with a total of 241 individuals, from Los Naranjos Genetic Livestock Enterprise, in Cuba. The LW was recorded at weaning at 8 months and at the end, according to the performance testing carried out up to 18 months. The base file that was created was enriched with the

animal y no de forma global, y en función de los caracteres que forman el objetivo del programa. Se busca valorar la importancia económica que tiene cada carácter o grupo de ellos, y no la situación económica de las empresas. Estos elementos se combinan en una evaluación, conocida como mérito económico individual. De acuerdo con lo referido anteriormente, dicha evaluación modeliza el beneficio obtenido a escala de un animal, que se expresa en sus valores genéticos, y no de la explotación conjunta, en función del objetivo del programa de mejora genética.

De acuerdo con Yáñez (2018), se deben diseñar modelos que permitan evaluar el efecto del mejoramiento genético de las características sobre la función de beneficio, para así identificarlas y orientar la presión de selección hacia ellas. Seno *et al.* (2012) señalaron la importancia económica de realizar un trabajo de mejoramiento genético en búfalos con diferentes estrategias de mejoramiento e indicaron sus consecuencias genéticas y económicas. En Cuba no se ha trabajado sobre este tema. No obstante, en un artículo de Cino (2019) se estudia la repercusión de las pérdidas económicas por retardo en los principales indicadores económicos individuales, en la edad de incorporación y primer parto, mediante la utilización de fichas de costo en el ganado bovino.

Si bien en Cuba existe un programa de mejoramiento genético de los búfalos (Mitat *et al.* 2010), el precio actual de un futuro semental no está de acuerdo con su valor genético (VG). Tampoco estos animales se venden a precios acordes con su mérito neto, el cual depende de varios elementos. La calidad genética potencial es, posiblemente, el más importante, y está determinada por su VG, expresado por un agregado de genotipos en un índice de selección que pondera el interés económico relativo de varios rasgos, en vez de su valor carnicero según su peso vivo (PV).

En el presente trabajo, el análisis económico está dirigido a los objetivos señalados. Se realizó en condiciones muy cercanas a las reales, aunque se considera que estas condiciones y, en particular, los precios pueden variar regularmente. Por estos motivos, su ejecución está dirigida a proporcionar un procedimiento que sirva de base a futuros estudios que se realicen en condiciones todavía más exactas que las aquí consideradas. Los resultados de este estudio podrán servir de referencia, pues en Cuba no se dispone de antecedentes que vinculen el trabajo genético y económico en las evaluaciones genéticas, y su consideración en el establecimiento de los precios.

### Materiales y Métodos

Se conformó una base de datos a partir de las informaciones recogidas en las pruebas de comportamiento de búfalos machos en pastoreo, iniciadas entre 2011 y 2018, con 241 individuos totales, provenientes de la Empresa Pecuaria Genética Los Naranjos, en Cuba. Se registró el PV al destete a los 8 meses y final, según la prueba de comportamiento realizada hasta los 18 meses. El fichero base que se conformó se enriqueció con el

BV, the individual selection indices, calculated from the estimated parameters, and the individual economic benefits, respectively.

*Statistical analysis.* The breeding values of LW at weaning and the final LW with their precision were estimated using a multi-trait model developed with the Proc IML (Interactive Matrix Language of the SAS 2013), which considered a parentage matrix (a total of 250 male and female animals) and the standardized selection indices, which combine BV in an aggregate genotype of 241 animals tested. The standardized selection index represented, according to Hazel (1943), the sum of each of the breeding values, each weighted by its relative economic value. The vector of relative economic values (VER) was estimated by multiple regressions between economic benefits and breeding values.

The processing of the rest of the information in the file was carried out in SAS (2013), according to the Proc Mean procedures, and from the indicators obtained in the cost sheets, as well as in the simple and multiple regressions, obtained through Proc GLM between the individual benefits or the standardized selection index with the breeding values of the analyzed variables. The multi-trait program and index were compiled expressly for this study. Precision was also obtained, which consisted of the correlation between the actual and estimated breeding values, through the index that represents the square root of reliability or  $R^2$ .

*Economic analysis.* The benefits were calculated from a balance of the enterprise's annual average expenses and income in the activity of grazing performance testing, during the evaluated period of 8 years. Two analyzes were carried out with two sales prices of the final product (11.20 and 6.40 Cuban pesos/kg of live weight of the steers tested), since it was considered that there could be a fluctuation in them, according to Anon (2015). From the benefits, the IEM in Cuban pesos/kg were calculated, considering that the individual production values are a multiple linear function of the BV of LW at weaning ( $Bv_{WW}$ ) and the final LW ( $Bv_{finalLW}$ ), according to the sale price of kg of final LW. In addition, it was taken into account that these benefits represented 52.50 or 38.14 % respectively (method 1 and 2), or the standardized selection index (method 3), which combined both BV. In methods 2 and 3, fits were made to take into account the precision of the estimation of BV or the selection index. The possible sale prices were calculated from the prices contributed by the LW obtained individually, plus those that would be obtained by the genetic contribution derived from the differences between the IEM maximum and minimum (method 1) or of each individual (method 2 and 3).

In both cases, the following expenses per animal (Cuban pesos) were taken, which considered cost elements: fixed expenses (facilities for grazing fencing)

VG, los índices de selección individuales, calculados a partir de los parámetros estimados, y los beneficios económicos individuales, respectivamente.

*Análisis estadístico.* Se estimaron los valores genéticos del PV al destete y el PV final con su precisión mediante un modelo bicarácter desarrollado con el Proc IML (Interactive Matrix Language del SAS 2013), que consideró una matriz de parentesco (250 animales machos y hembras) y los índices de selección estandarizados, que combinan los VG en un genotipo agregado de 241 de animales probados. El índice de selección estandarizado representó, de acuerdo con Hazel (1943), la suma de cada uno de los valores genéticos, ponderados cada uno por su valor económico relativo. El vector de los valores económicos relativos (VER) se estimó por la regresión múltiple entre los beneficios económicos y los valores genéticos.

El procesamiento del resto de la información del fichero se llevó a cabo en SAS (2013), según los procedimientos Proc Mean, y a partir de los indicadores obtenidos en las fichas de costo, así como en las regresiones simples y múltiples, obtenidas mediante Proc GLM entre los beneficios individuales o el índice de selección estandarizado con los valores genéticos de las variables analizadas. El programa bicarácter y el índice se compiló expresamente para este estudio. Se obtuvo además la precisión, que consistió en la correlación entre los valores genéticos reales y los estimados, a través del índice que representa la raíz cuadrada de la confiabilidad o  $R^2$ .

*Análisis económico.* Los beneficios se calcularon a partir de un balance de los gastos e ingresos promedios anuales de la empresa en la actividad de pruebas de comportamiento en pastoreo, durante el período evaluado, de 8 años. Se efectuaron dos análisis con dos precios de venta del producto final (11.20 y 6.40 pesos/kg de peso vivo de los toretes probados), pues se consideró que pudiera existir una fluctuación de los mismos, según Anon (2015). A partir de los beneficios, se calcularon los MEI en pesos/kg, al considerar que los valores de producción individual son una función lineal múltiple de los VG del PV al destete ( $Vg_{dpdes}$ ) y del PV final ( $Vg_{dfinal}$ ), según el precio de venta del kg de PV final. Además, se tuvo en cuenta que estos beneficios representaron 52.50 o 38.14 %, respectivamente (método 1 y 2), o del índice de selección estandarizado (método 3), que combinó ambos VG. En los métodos 2 y 3, se realizaron ajustes para tomar en cuenta la precisión de la estimación de los VG o del índice de selección. Los precios posibles de venta se calcularon a partir de los precios que aportaron los PV obtenidos individualmente, más los que se obtendrían por el aporte genético derivado de las diferencias entre los MEI, máximo y mínimo (método 1) o de cada individuo (métodos 2 y 3).

En ambos casos, se tomaron los siguientes gastos por animal (pesos), que consideraron elementos del costo: gastos fijos (las instalaciones por cercado del pastoreo)

and variables (transport, machinery and fuel, salaries and veterinarians, which were the same for all). Meanwhile, the purchase of animals that started the test, the forage intake and the food and mineral supplement, were individually analyzed according to season of the year under test. The indirect expenses were obtained as an estimate of 10 % of direct expenses. The incomes were estimated based on live weights, produced in accordance with existing prices and regulations in this regard. With these values, the individual benefits per unit of breeding value were obtained for both prices, referring to the obtained LW.

### Results and Discussion

Table 1 shows the results of the cost sheets with the two prices. As expected, the benefits are higher when prices per kilogram of LW are higher. The highest variation in the production value is shown, although profits had the highest variation coefficient, if these variations are analyzed based on the mean.

y variables (transporte, maquinaria y combustibles, salarios y veterinarios, que fueron iguales para todos). En tanto, la compra de animales que iniciaron la prueba, el consumo de forraje y el suplemento alimenticio y de minerales, se analizaron individualmente según época del año en prueba. Los gastos indirectos se obtuvieron como estimación del 10 % de los gastos directos. Los ingresos se estimaron a partir de los pesos vivos, producidos en consonancia con los precios y normas existentes al respecto. Con estos valores se obtuvieron los beneficios individuales por unidad de valor genético para ambos precios, referidos al PV obtenido.

### Resultados y Discusión

En la tabla 1 se presentan los resultados de las fichas de costo con los dos precios. Como era de esperar, los beneficios son mayores cuando los precios del kilogramo de PV son superiores. Se muestra la mayor variación en el valor de producción, aunque los beneficios tuvieron el mayor coeficiente de variación, si dicha variación se

Table 1. Statistics of individual values for the calculation of production benefit, in the performance testing carried out in six years of execution, CUP

	Production value	Purchase of animals	Forage supply	Mineral intake	Supplementation	Indirect expenses	Benefit
	Sale price, kgLW = 11.20						
Mean	3546.87	650.34	580.84	9.83	94.41	139.76	1862.19
	Sale price, kg LW = 6.40						
Mean	2723.49	650.34	580.84	9.83	94.41	139.76	1038.81
	Standard deviation and coefficient of variation (both prices)						
SD	350.39	45.77	44.34	0.84	8.08	8.12	250.96
CV, %	9.88	7.04	7.68	8.55	8.56	5.81	12.90

In both cases, the following expenses per animal (Cuban pesos) were taken, considered similar for the two valued prices: facilities (113.92), transportation and fuel (9.60), salaries (5.98) and veterinarians (80.00).

Table 2 shows the value of the estimates of the multiple partial regressions or VER, obtained from the benefits shown in the previous table and the BV for the weaning weight (BvWW) and the final weight, at 18 months of age (BvfinalLW). These values are accompanied by their standard errors and the probability of their significance, which are used as a guide to know about their precision; but, above all, to assess the relative importance of including them or not, in the selection indices, assigning relative importance of 1 to the lowest value and the others referred to this. These values correspond to the VER used in the calculation of the standardized selection indices (Stind), which were used later (method 3).

It is difficult to compare these VER with others, since until now they have not been calculated in animal production in Cuba, despite the use of some more elementary selection indices in sheep (Ramírez *et al.*

analiza en función de la media.

En ambos casos, se tomaron los siguientes gastos por animal (pesos), considerados similares para los dos precios valorados: instalaciones (113.92), transporte y combustibles (9.60), salarios (5.98) y veterinarios (80.00).

La tabla 2 muestra el valor de los estimados de las regresiones parciales múltiples o VER, obtenidos a partir de los beneficios mostrados en la tabla anterior y los VG para el peso al destete (Vgpd) y el peso final, a 18 meses de edad (Vgfinal). Estos valores están acompañados de sus errores estándares y de la probabilidad de su significación, que sirven de guía para conocer acerca de su precisión; pero, sobre todo, para valorar la importancia relativa de incluirlos o no, en los índices de selección, otorgando importancia relativa de 1 al menor valor, y los demás referidos a este. Estos valores corresponden a los VER utilizados en el cálculo de los índices de selección estandarizados (Indest), que se usaron posteriormente (método 3).

Precio kg PV=11.20 pesos (línea superior)

Precio kg PV = 6.40 pesos (línea inferior)

Resulta difícil comparar estos VER con otros, pues



Table 2. Relative economic value, based on the benefit per animal of indicators that influenced on growth up to 18 months of age, Cuban pesos/kg

	Estimate (VER)	SE±	P value
Intercept	1895.68 (3.20)	9.21	<.0001
	1072.61 (2.23)	6.86	<.0001
BvWW	-859.91 (-1.00)	161.13	<.0001
	-871.45 (-1.00)	120.08	<.0001
BvfinalLW	3083.03 (4.59)	111.10	<.0001
	2265.90 (3.60)	82.80	<.0001

Price kg LW=11.20 Cuban pesos (top line)

Price kg LW = 6.40 Cuban pesos (low line)

2018) and pigs (IIP 2015). While, those from other countries depend on different economic conditions, in terms of prices and management and feeding systems used in each of them (Shook 2006), as well as the different types of traits considered and animal species. In buffalo they have not been determined, until now, in growth traits in any country.

Figures 1 and 2 show that animals with better indicators in their standardized indices provide higher economic benefits, which is obtained with high ( $R^2=0.50$ ) reliability (Mrode and Thompson 2005), due to the index used with these traits. This reliability should not be confused with the determination coefficient of the linear fit of the regression of benefits and individual BV, which is also high (0.79-0.85). The above would justify the selection, since according to these results a better performance in the offspring could be expected. Bolivar *et al.* (2012) also showed in a buffalo population in Colombia the possibility of selection for these indicators, but it was based only on

hasta ahora no han sido calculados en la producción animal en Cuba, a pesar de la utilización de algunos índices de selección más elementales en ovejos (Ramírez *et al.* 2018) y cerdos (IIP 2015). Mientras, los de otros países dependen de condiciones económicas diferentes, en cuanto a los precios y sistemas de manejo y de alimentación utilizados en cada uno de ellos (Shook 2006), así como de los diferentes tipos de rasgos considerados y especie animal. En búfalos no se han determinado, hasta ahora, en rasgos de crecimiento en ningún país.

Las figuras 1 y 2 evidencian que los animales con mejores indicadores en sus índices estandarizados aportan mayores beneficios económicos, lo que se obtiene con alta ( $R^2 =0.50$ ) confiabilidad (Mrode y Thompson 2005), debido al índice utilizado con estos rasgos. Esta confiabilidad no se debe confundir con el coeficiente de determinación del ajuste lineal de la regresión de los beneficios y los VG individuales, que es también alto (0.79-0.85). Todo lo anterior justificaría la selección, pues de acuerdo con estos resultados se pudiera esperar

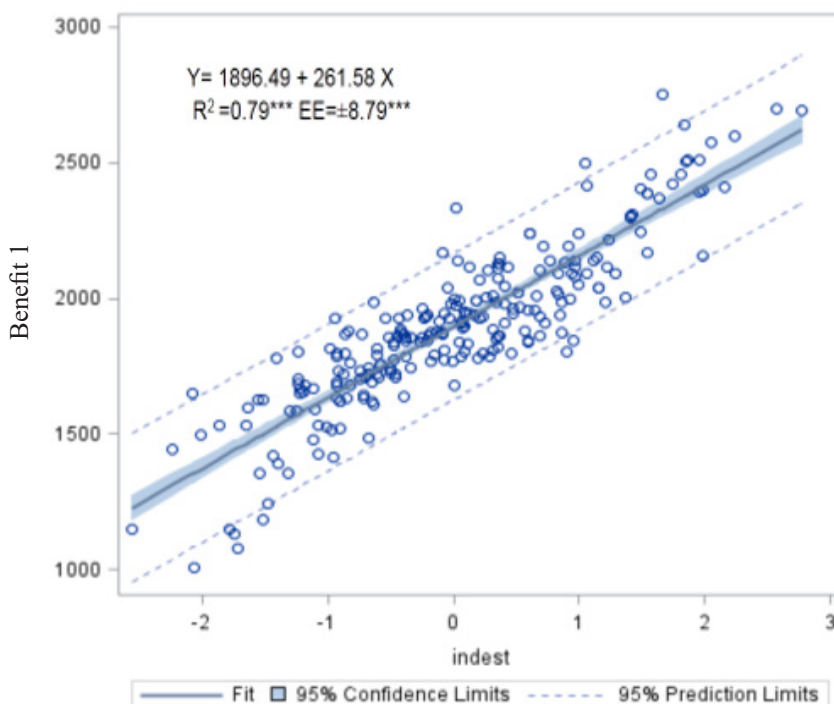


Figure 1. Benefit regression to 11.20 Cuban pesos/ kg LW with the standardized selection index

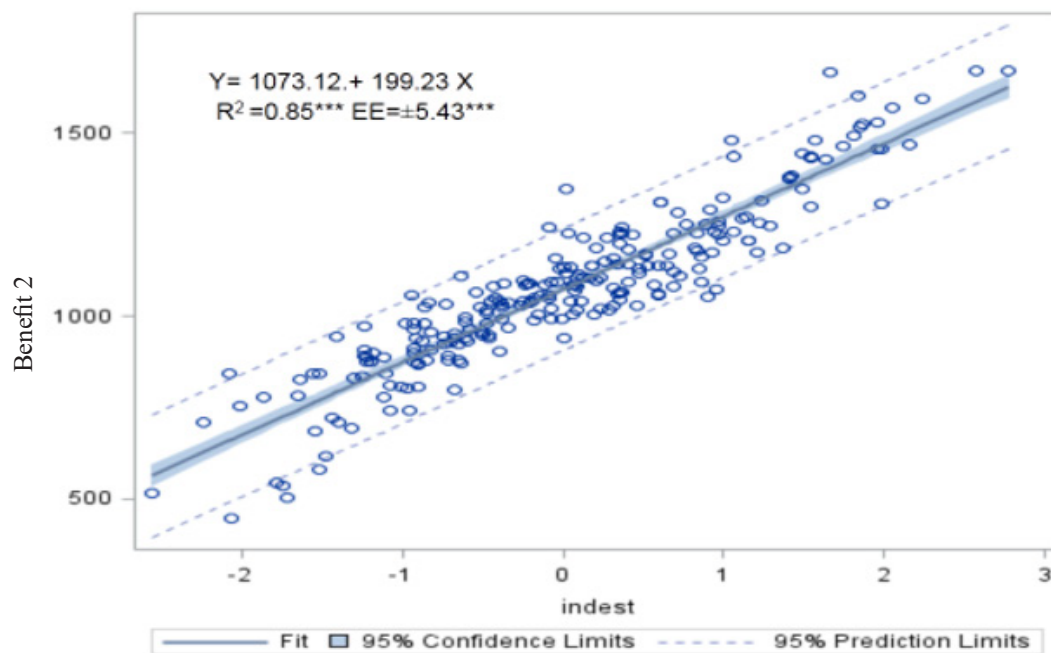


Figure 2. Benefit regression to 6.40 Cuban pesos/ kg LW with the standardized selection index

the heritability values reached for these characteristics. There was no information on the economic elements that were taken into account or on how to incorporate them into an index.

Based on these results, the use of methods that would allow proposing steers prices that were based, in addition to their live weight, on their genetic potential or on a mechanism such as the one proposed in this study would be justified. The IEM could be used, since it expresses the value of an individual, based on the relation between individual benefits and breeding values or their combination in an integral index in Cuban pesos. This indicator takes into account the precision of the evaluations or of the index used (two traits, but could integrate more). As it happens with the Net Merit, in the United States; the Total Economic Value, in Canada; the Durable Performance Sum, in the Netherlands; or the global economic merit index, in Spain, which continued with assessments of individual economic merit for different traits (Charfeddine 2001).

In accordance with the previous considerations, the following methods that relate the IEM with the breeding values or the standardized index that combined them were evaluated:

*Method 1.* IEM and proposal of individual prices of steers, with the use of multiple regression of benefits with breeding values and the difference in benefit/kg of LW between the best and worst individual with two prices per kg of LW.

$$IEM_{(11,20)} = ((1895.68 - 859.91 * BvWW + 3083.03 * BvfinalLW) / 0.5250) / finalLW$$

$$Price_{(11,20)} = 11.20 * finalLW + IEMdif / kgLW * 2000$$

$$IEM_{(6,40)} = ((1072.61 - 871.45 * BvWW + 2265.90 * BvfinalLW) / 0.3814) / finalLW$$

un mejor comportamiento en la descendencia. Bolívar *et al.* (2012) señalaron también en una población de búfalos en Colombia la posibilidad de la selección para estos indicadores, pero estuvo fundamentada solo por los valores de heredabilidad alcanzados para estas características. No se informó sobre elementos económicos que se tomaron en cuenta ni sobre la forma de incorporar los en un índice.

A partir de estos resultados, se justificaría el empleo de métodos que permitirían proponer precios de toretes que estuvieran fundamentados, además de por su peso vivo, por su potencialidad genética o por un mecanismo como el que se propone en este estudio. El MEI se pudiera utilizar, ya que expresa el valor de un individuo, en función de la relación de los beneficios individuales y de los valores genéticos o su combinación en un índice integral en pesos cubanos. Este indicador toma en cuenta la precisión de las evaluaciones o del índice utilizado (dos caracteres, pero pudiera integrar más). Como sucede con el Net Merit, en Estados Unidos; el Total Economic Value, en Canadá; el Durable Performance Sum, en Holanda; o el índice por mérito económico global, en España, los que prosiguieron con valoraciones del mérito económico individual para diferentes caracteres (Charfeddine 2001).

De acuerdo con las consideraciones anteriores, se evaluaron los siguientes métodos que relacionan los MEI con los valores genéticos o el índice estandarizado que los combinó:

*Método 1.* MEI y propuesta de precios individuales de toretes, con la utilización de la regresión múltiple de los beneficios con los valores genéticos y la diferencia de beneficio / kg de PV entre mejor y peor individuo con dos precios del kg de PV.

$$MEI_{(11,20)} = ((1895.68 - 859.91 * Vgdpdes + 3083.03 * Vgdfinal) / 0.5250) / PVfinal$$

$$Precio_{(11,20)} = 11.20 * PVfinal + difMEI / kgPV * 2000$$

$$\text{Price}_{(6.40)} = 6.40 * \text{final LW} + \text{IEM}_{\text{dif}} / \text{kg LW} * 1000$$

*Method 2.* IEM and proposal of individual prices of steers, with the use of the multiple regression equations of the benefits and the BV with the precision and two prices of the kg of LW.

$$\text{IEM}_{(11.20)} = (((1895.68 - 859.91 * \text{BvWW} + 3083.03 * \text{Bvfinal LW}) / 0.5250) / \text{final LW}) * 0.25$$

$$\text{Price}_{(11.20)} = (11.20 + \text{IEM}_{(11.20)}) * \text{final LW}$$

$$\text{IEM}_{(6.40)} = (((1072.61 - 871.45 * \text{BvWW} + 2265.90 * \text{Bvfinal LW}) / 0.3814) / \text{final LW}) * 0.25$$

$$\text{Price}_{(6.40)} = (6.40 + \text{IEM}_{(6.40)}) * \text{final LW}$$

*Method 3.* IEM and proposal of individual prices of steers through the application of the regression between the profit and the selection index with two prices per kg of LW.

$$\text{IEM}_{(11.20)} = (((1896.492 + 261.583 * \text{Stind}) / 0.5250) * 0.25)$$

$$\text{Price}_{(11.20)} = (11.20 + \text{IEM}_{(11.20)}) * \text{final LW}$$

$$\text{IEM}_{(6.40)} = (((1073.117 + 199.231 * \text{Stind}) / 0.3814) * 0.25)$$

$$\text{Price}_{(6.40)} = (6.40 + \text{IEM}_{(6.40)}) * \text{final LW}$$

where:

IEM: individual economic merit

BvWW: Breeding value of weaning weight

BvfinalW: Breeding value of the final weight

Final LW: Final live weight

Stind: Selection index that combines weaning weight and standardized final LW

2000/1000 = Constants that correspond to the approximate Y-axis mean value of profits plotted against BV or indices

0.25 o  $R^2$  = Precision of the estimation of the breeding values or the selection index (method 2 and 3). Correlation between the real breeding value and the one estimated by the index.

Individual precision can be used, when it is different for each individual. That is, when the individual breeding values have a different value, depending on the number of relatives that are considered to estimate their BV.

Various proposals have been made for genetic improvement strategies for the sustainable management of animal genetic resources, according to the FAO (2010). In livestock, efforts have been directed at meat production. It have been developed studies aimed at taking into account economic objectives (Tanaca *et al.* 2012 and Laske *et al.* 2012). The prevailing concepts are directed to the use of selection indices that emphasize the total economic merit (TEM), where the genetic parameters of important traits are combined with their net economic values. As Shook (2006) confirms, it is not necessary to use the real economic value, but rather the relative value between the considered characters. This author specifies, on the other hand, that the TEM can be measured in different ways: in terms of profit per month of herd life, lifetime profit, profit during the productive life, economic efficiency (income/costs) or efficiency (costs/incomes). However, it cautions that differences

$$\text{MEI}_{(6.40)} = ((1072.61 - 871.45 * \text{Vgdpdes} + 2265.90 * \text{Vgdfinal}) / 0.3814) / \text{PV final}$$

$$\text{Precio}_{(6.40)} = 6.40 * \text{PV final} + \text{difMEI} / \text{kg PV} * 1000$$

*Método 2.* MEI y propuesta de precios individuales de toretes, con el empleo de las ecuaciones de regresión múltiple de los beneficios y los VG con la precisión y dos precios del kg de PV.

$$\text{MEI}_{(11.20)} = (((1895.68 - 859.91 * \text{Vgdpdes} + 3083.03 * \text{Vgd final}) / 0.5250) / \text{PV final}) * 0.25$$

$$\text{Precio}_{(11.20)} = (11.20 + \text{MEI}_{(11.20)}) * \text{PV final}$$

$$\text{MEI}_{(6.40)} = (((1072.61 - 871.45 * \text{Vgdpdes} + 2265.90 * \text{Vgd final}) / 0.3814) / \text{PV final}) * 0.25$$

$$\text{Precio}_{(6.40)} = (6.40 + \text{MEI}_{(6.40)}) * \text{PV final}$$

*Método 3.* MEI y propuesta de precios individuales de toretes mediante la aplicación de la regresión entre el beneficio y el índice de selección con dos precios del kg de PV.

$$\text{MEI}_{(11.20)} = (((1896.492 + 261.583 * \text{indest}) / 0.5250) * 0.25)$$

$$\text{Precio}_{(11.20)} = (11.20 + \text{MEI}_{(11.20)}) * \text{PV final}$$

$$\text{MEI}_{(6.40)} = (((1073.117 + 199.231 * \text{indest}) / 0.3814) * 0.25)$$

$$\text{Precio}_{(6.40)} = (6.40 + \text{MEI}_{(6.40)}) * \text{PV final}$$

donde:

MEI: Mérito económico individual

Vgdpdes: Valor genético del peso al destete

Vgdfinal: Valor genético del peso final

PV final: Peso vivo final

Indest: Índice de selección que combina peso al destete y PV final estandarizado

2000/1000 = Constantes que corresponden al valor medio aproximado del eje Y de los beneficios ploteados contra los VG o índices

0.25 o  $R^2$  = Precisión de la estimación de los valores genéticos o del índice de selección (método 2 y 3). Correlación entre el valor genético real y el estimado mediante el índice.

Se puede utilizar la precisión individual, cuando es diferente para cada individuo. Esto es, cuando los valores genéticos individuales tienen un valor diferente, en dependencia de la cantidad de parientes que se consideren para estimar su VG.

Se han realizado diversas propuestas de estrategias de mejora genética para la gestión sostenible de los recursos zoogenéticos, según la FAO (2010). En la ganadería, los esfuerzos se han encaminado a la producción de carne. Se han desarrollado trabajos dirigidos a tomar en cuenta objetivos económicos (Tanaca *et al.* 2012 y Laske *et al.* 2012). Los conceptos que predominan se dirigen a la utilización de índices de selección que enfatizan en el mérito económico total (MET), donde se combinan los parámetros genéticos de caracteres de importancia con sus valores económicos netos. Como infirma Shook (2006), no es necesario usar el valor económico real, sino el relativo entre los caracteres considerados. Este autor precisa, por otra parte, que el MET se puede medir de diversas formas: en términos de ganancia por mes de vida del rebaño, ganancia de por vida, ganancia durante la vida productiva, eficiencia económica (ingresos/costos) o eficiencia (costos/ingresos).

may exist as a result of different markets, production systems, food supply and cost, data availability, and industry objectives.

As it was showed it is necessary to specify more in the individual economic benefits, when selection is practiced, and establish prices in accordance with the genetic potential of future breeders. With the results obtained in the IEM, evaluations can be obtained in which the aspect of individual benefit is emphasized and, in addition, individual price proposals could be made. These proposals should always be based on the new prices that are established, as they regularly vary. With the mentioned, a price would be obtained to which only new ones would have to be added, for subsequent activities with the steers, and that refer to semen quality, reproductive deficiencies, molecular characters incorporated into the evaluation, conformation or availability of additional progeny test information, if it exists.

Only with this procedure or a similar one prices more in line with the genetic quality of future stallions and with the economic elements considered in their evaluations could be achieved.

#### Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interest between them.

#### Author's contribution

L.M. Fraga: Conceptualization, Investigation, Methodology, Writing – original draft

Delia María Cino: Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Writing – original draft

Orestes López: Formal analysis

Sin embargo, advierte que pueden existir diferencias como resultado de diferentes mercados, sistemas de producción, suministro de alimentos y costo, disponibilidad de datos y objetivos de la industria.

Como se señaló, es necesario particularizar más en los beneficios económicos individuales, cuando se practica la selección, y establecer precios acordes con la potencialidad genética de los futuros reproductores. Con los resultados obtenidos en los MEI, se pueden obtener evaluaciones en las que se enfatiza el aspecto del beneficio individual y, además, se pudieran hacer propuestas de precios individuales. Estas propuestas siempre deben estar en función de los precios nuevos que se establezcan, pues varían con regularidad. Con lo antes expresado, se obtendría un precio al que solo habría que agregarle otros nuevos, por concepto de actividades posteriores con los toretes, y que se refieren a calidad de semen, deficiencias reproductivas, caracteres moleculares incorporados a la evaluación, conformación o disponibilidad de información adicional de la prueba de progenie, si existiera.

Solo con este procedimiento u otro similar se pudieran alcanzar precios más acordes con la calidad genética de los futuros sementales y con los elementos económicos considerados en sus evaluaciones.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses entre ellos.

#### Contribución de los autores

L.M. Fraga: Conceptualización, Metodología, Análisis formal, Redacción – borrador original

Delia María Cino: Conceptualización, Metodología, Análisis formal, Redacción – borrador original

Orestes López: Análisis formal

## References

- Anon. 2015. Precios máximos de acopio en pesos cubanos (cup) por categoría de ganado bovino en pie (vacuno y bufalino) en el campo, con destino a la industria o mataderos autorizados. Anexo único. Artículo 30 del Decreto- Ley No. 272. Mayo 2015. Pp: 30-34.
- Bolívar, D. M., Cerón-Muñoz, M. F., Ramírez, E.J., Agudelo, D.A., Cifuentes, T. & Tomás, S. 2012. "Genetic parameters for growth traits of buffaloes (*Bubalus bubalis* Artiodactyla, Bovidae) in Colombia". Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 25: 202-209. ISSN: 0120-0690.
- Cino, D., Plaza, J., Mejías R & Iraola, J. 2019. Una aproximación a las pérdidas económicas por retardo edad de incorporación y primer parto en el ganado bovino. In: VIII Congreso Internacional de Ciencias Veterinarias. 4-7 Nov. La Habana. Cuba.
- Charfeddine, N. 2001. El uso de conceptos económicos de objetivos de selección. Frisona Española. No. 123. 32 p. www.revistafriersona.com/Portals/o/articulos/n183/A18301.pdf.
- FAO. 2010. Estrategias de mejora genética para la gestión sostenible de los recursos zoogenéticos. Directrices FAO: Producción y sanidad animal. No. 3. Roma. 138 p.
- Hazel, L.N. 1943. "The Genetic Basis for Constructing Selection indexes". Genetics, 28(6): 476-490, ISSN: 0016-6731. <https://doi.org/10.1093/genetics/28.6.476>.
- IIP. 2015. Manual de procedimientos técnicos para la crianza porcina. Grupo de producción porcina. Instituto de Investigaciones Porcinas. La Habana: EDIPORC. 84 p. ISBN: 978-959-7208-25-9.
- Laske, C.H., Texeira, B.B.M., Dionello, J.L. & Cardoso F.F. 2012. "Breeding objectives and economic values for traits of low input family based beef cattle production systems in the State of Rio Grande do Sul". Revista Brasileira de Zootecnia, 41(2): 298-305. ISSN: 1516-3598.
- Mítat, A., Lezcano, J., Pérez, M., García, A., García, J., Ramos, F., Valero, C., Fraga, L.M., Uffo, O., Domínguez, A. & Arias, Y. 2010. Bases para la elaboración del Programa de Mejoramiento Genético de los búfalos en Cuba. Ministerio de Agricultura. La Habana. Cuba.
- Mrode, R.A. & Thompson, R. 2005. Linear models for the prediction of animal breeding values. Second edition. CABI



Publishing, UK. ISBN 0 85199 000 2.

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#](http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#)>.

Ramírez, A., Fraga, L.M., del Campo, P. & Espek, L.M. 2018. Índices de selección con empleo del valor genético para crecimiento, tamaño de camada y morfología en corderos Pelibuey de la granja genética “Siboney” de EGAME. In: VI Congreso de Producción Animal. Sesión Mejoramiento y Conservación de Recursos Zoogenéticos. 29 oct – 2 nov. La Habana. Cuba

Seno, L.O., Fernández, J., Cardoso, V.L, García-Cortes, L.A., Toro, M., Santos, D.O., Albuquerque, L.G, de Camargo, G.M.F. & Tonhati, H. 2012. "Selection strategies for dairy buffaloes: economic and genetic consequences". *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 129(6): 488–500, ISSN: 0931-2668. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2012.00992.x>.

Shook, G. G. 2006. "Major Advances in Determining Appropriate Selection Goals". *Journal of Dairy Science*, 89(4): 1349–1361. ISSN: 0022-0302. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72202-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72202-0).

Tanaca, A.LR., Neves, H.H.R., Oliveira, J.A., Carvalheiro, R. & Queiroz, S.A. 2012. "Bioeconomic selection index for nellore beef cattle females". *Archivos de Zootecnia*, 61(236): 537-548, ISSN: 1885-4494. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000400006>.

Yáñez L. F. 2018. Sistemas de cruzamiento para la producción de ganado tropical. In: VI Congreso de Producción Animal Tropical, Sesión Mejoramiento y Conservación de Recursos Zoogenéticos. 29 oct-2 nov. La Habana. Cuba.

**Received: June 22, 2021**

**Accepted: December 20, 2021**