

## DECISIÓN MULTICRITERIO A PARTIR DE LA CALIDAD GENÉTICA DE REPRODUCTORES BOVINOS

SANTIAGO A. PEREZ <sup>1</sup> - ROCIO L. GONZALEZ <sup>2</sup> - SANTIAGO FERRO MORENO <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas-Facultad de Agronomía-Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa, Argentina.

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía-Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa, Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Agronomía-Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa, Argentina.

*s.perez@conciat.gov.ar - rgonzalez@agro.unlpam.edu.ar - sferromoreno@agro.unlpam.edu.ar*

Fecha recepción: mayo 2022 Fecha aprobación: octubre 2022

ARK CAICYT: <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18539777/rbz6vgk3c>

### RESUMEN

El presente trabajo busca abordar un problema de toma de decisiones relativa a la selección de reproductores bovinos machos a partir de su calidad genética. Los diferentes criterios de calidad fueron planteados y medidos por profesionales del INTA y privados. Además, se desarrolló una encuesta a actores clave del sector para obtener pesos específicos para cada criterio de decisión. Las alternativas de decisión fueron 20 reproductores de las razas Angus y Hereford, siendo rematados en la provincia de La Pampa. Se aplicó el método multicriterio TOPSIS para evaluar simultáneamente los distintos criterios determinando su importancia y establecer un ordenamiento final de las alternativas de reproductores en relación con los mismos y analizarlo con el remate feria desarrollado. Los resultados indican que, con el ranking multicriterio obtenido, no se encontraron relaciones significativas entre los atributos y los precios finales pagados por los reproductores.

**PALABRAS CLAVE:** Selección - Toros - Precios - Inversión

### ABSTRACT

The present work seeks to address a decision-making problem related to the selection of male bovine breeders based on their genetic quality. The different quality criteria were proposed and measured by INTA and private professionals. In addition, a survey of key actors in the sector was developed to obtain specific weights for each decision criterion. The decision alternatives were 20 breeders of the Angus and Hereford breeds, being auctioned off in the province of La Pampa. The TOPSIS multicriteria method was applied to simultaneously evaluate the different criteria, determining their importance and establishing a final ranking of the alternatives of breeders in relation to them and analyzing it with the developed fair auction. The results indicate that, with the multicriteria ranking obtained, no significant relationships were found between the attributes and the final prices paid by the breeders.

**KEYWORDS:** Selection - Bulls - Prices - Investment

## 1. INTRODUCCIÓN

La calidad genética de un reproductor bovino hace referencia a la calificación de una propiedad inherente de éste, cuya medición permite la comparación con cualquier otro reproductor (Ferreyra y González, 2017; Chacón Jaramillo, 2021). La calidad de un reproductor bovino macho se relaciona con su objetivo reproductivo: poder obtener un ternero por año en el rodeo general (Cardozo, 2002). A partir de esta afirmación, Heritier (2016) plantea la importancia de trabajar con reproductores de buena genética, haciendo énfasis en los factores de buena circunferencia escrotal, óptima calidad seminal y alta capacidad de servicio.

Evaluar el potencial de la aptitud reproductiva de los reproductores bovinos es considerada una herramienta clave para la mejora en la eficiencia reproductiva de un rodeo (Cardozo, 2002; Chacón Jaramillo, 2021; Montovio, 2021). El reproductor bovino debe ser evaluado de manera constante, donde se recomienda llevar adelante una evaluación genética a partir la raza del animal, teniendo en cuenta los siguientes criterios (Lema y Ravagnolo, 2015): a) facilidad de parto, b) peso al nacer, c) peso al momento de evaluación, d) facilidad de parto materna, e) circunferencia escrotal, f) área de ojo de bife, g) espesor de grasa subcutánea, h) grasa intramuscular, e) eficiencia de conversión, i) índices de selección y j) información genómica. A esta evaluación, Calle Crespo (2020) le suma el análisis del volumen y la concentración de semen, la motilidad masal, la motilidad individual y su morfología.

En este marco, Cardozo, Velásquez, Rodríguez y Prieto (1999) sostienen que los criterios más representativos a la hora de calificar a un toro como apto o no para reproductor son: la motilidad, la concentración y anormalidades espermáticas. Siguiendo a Heritier (2016) afirma que la circunferencia escrotal (CE) es la medida práctica y económica que correlaciona cantidad y calidad de semen del reproductor; influenciada por la nutrición, edad, raza, crecimiento y peso del animal. Otra variable para analizar es el uso del *Frame Score*, este es una medida que relaciona la altura de la grupa del animal con su edad, permitiendo describir la estructura corporal del animal (Ferreyra y González, 2017). A partir de lo planteado, Montovio (2021) indica que al momento de tomar la decisión de compra sobre un reproductor se debe evaluar la fertilidad potencial del mismo.

Los compradores se interesan por atributos o características genéticas y fenotípicas del ganado a la hora de decidir su compra (Lema y Ravagnolo, 2015). Uno de los criterios importantes a tener en cuenta para la selección es la mansedumbre del animal, ya que el ganado dócil es manejado por menos personal y las pérdidas en el engorde y la cría son menores (Giménez Zapiola, 2007). Los compradores buscan seleccionar reproductores que al ser apareados produzcan progenies superiores a las ya existentes (Cardozo, 2002). La selección del animal puede ser realizada teniendo en cuenta su

conformación visual y muscular (fenotipo) y a su vez la fertilidad, porcentaje de preñez y el análisis genómico (genotipo) (Chacón Jaramillo, 2021).

Gutiérrez Cillan (1991) plantea que existe una evidencia empírica acerca de la utilización del precio como señal de calidad de los toros, haciendo hincapié en la relación precio-calidad percibida en las transacciones de compraventa de reproductores. Dentro del mercado de reproductores bovinos de la provincia de La Pampa, Ferreyra y González (2017) sostienen que existe una diferencia de precios en la decisión de compra, generada por cuestiones relacionadas a la calidad de cada animal en particular y las percepciones de los compradores.

No se han encontrado trabajos que aborden la problemática de la toma de decisiones genética desde el análisis multicriterio. El objetivo del presente trabajo fue obtener un ranking de reproductores bovinos macho del centro de la provincia de La Pampa según la calidad genética medida en criterios estandarizados. Para el estudio, se tuvieron en cuenta 12 criterios de genética y adaptación al medio, planteados por expertos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y cabañeros, para indicar la calidad de un reproductor bovino macho.

## **2. CUERPO DEL TRABAJO**

### **2.1 Problema, alternativas y criterios a considerar**

El problema principal que se busca analizar se enfoca en la toma de decisión sobre la compra de reproductores bovinos evaluando atributos relacionados a la calidad genética de los mismos. En este marco las alternativas de decisión son los reproductores bovinos macho que presentan características diferenciales entre ellos, en cuanto a la calidad genética. Esta calidad se encuentra explicada en el presente trabajo por 12 criterios (definidos por especialistas del INTA y cabañeros):

- Criterio 1 -C1-: **DOCILIDAD**: hace referencia al temperamento y mansedumbre del reproductor. La escala de medición es del 1 al 5, siendo 1 muy baja docilidad y 5 de alta docilidad.
- Criterio 2 -C2-: **CAPACIDAD DE SERVICIO**: permite analizar la funcionalidad, la libido y la aptitud reproductiva del animal a realizar el servicio reproductivo. Los toros de alta libido son superiores en la detección de celo y tienden a servir más hembras con mayor frecuencia que los toros de menor libido. La unidad de medida es una escala de 1 a 5, siendo 1 muy baja y 5 muy alta.
- Criterio 3 -C3-: **CONDICIÓN CORPORAL**: el grado de condición corporal se asigna visualmente observando la región de la cadera del reproductor y la base de la cola. Se aprecia asimismo la cantidad de “cobertura” sobre las vértebras de la espalda. Esta observación se compara con un patrón preestablecido al que se le han asignado valores numéricos arbitrarios; de este modo se intenta uniformar los criterios de evaluación para que sean comparables en el tiempo y entre personas. Se utiliza la escala que va de 1 a 5.

- Criterio 4 -C4-: CIRCUNFERENCIA ESCROTAL: se hace referencia a la medida de los testículos para predecir el potencial productor de células espermáticas en toros. La unidad de medida es cm.
- Criterio 5 -C5-: ENGRASAMIENTO: se considera el grado de grasa dorsal que presenta el animal. Se utiliza la misma imagen usada para medir AOB (área de ojo de bife). Se toma a las  $\frac{3}{4}$  partes del ancho del AOB. Esta medida es de mediana heredabilidad (0,34), y tiene una alta correlación con el porcentaje de grasa corporal (y condición corporal). Se mide en mm.
- Criterio 6 -C6-: ÁREA OJO DE BIFE: Medición transversal del músculo dorsal largo. Imagen tomada entre la 12a y 13a costilla del animal. Se mide en cm<sup>2</sup>. Esta medida es de mediana heredabilidad (0,36) y tiene una alta correlación genética positiva (0,50) con el porcentaje de cortes minoristas.
- Criterio 7 -C7-: GANANCIA DIARIA DE PESO: se hace referencia a la ingesta y aumento diario de peso del reproductor. Está medido en gramos/día.
- Criterio 8 -C8-: VOLUMEN SEMINAL: se plantea como el total semen eyaculado por el reproductor. La unidad de medida es ml.
- Criterio 9 -C9-: MOTILIDAD MASAL: mide el porcentaje y las características del movimiento del semen diluido, con una escala de medición de 0 a 5.
- Criterio 10 -C10-: CONCENTRACIÓN SEMINAL: establece la concentración de espermatozoides en la muestra seminal. Se mide por ml de semen.
- Criterio 11 -C11-: VIGOR: este criterio analiza la velocidad del desplazamiento de células espermáticas en el semen. La medida utilizada es mili micrones por segundo.
- Criterio 12 -C12-: MORFOLOGÍA: se plantea el análisis del porcentaje de espermias denominados "normales". Medido como % de espermias normales.

## 2.2 Metodología aplicada

El enfoque metodológico fue cuantitativo y el método de investigación descriptivo-correlacional. Se emplearon herramientas y pruebas estadísticas calculadas sobre reproductores bovinos macho que se comercializaron en un remate feria en el centro de la provincia de La Pampa. El día 22 de octubre del 2021 se desarrolló en la Localidad de Chacharramendi, La Pampa el remate de los reproductores. En ese remate se comercializaron un total de 23 reproductores, donde fueron seleccionadas para este estudio las razas Angus y Hereford. Quedando un total de 20 reproductores como alternativas de decisión.

Para cada una de las alternativas se presentó el valor de los criterios planteados, posibilitando una comparación entre los demandantes disponibles. Estas alternativas forman parte de un proyecto de prueba organizado por la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Anguil, la Agencia de Extensión INTA General Acha, la Asociación Rural de General Acha y las Cabañas que aportaron sus animales para la prueba. Donde el objetivo de este

proyecto fue analizar la evolución de los reproductores durante su recría, en un campo natural en el oeste pampeano. Por consiguiente, la fuente de información es secundaria, donde los datos de calidad genética y precios de los reproductores fueron brindados por los agentes de la Agencia de Extensión (AER) General Acha del INTA.

Entre los diversos métodos de decisión multicriterio, usados como herramientas de apoyo a la toma de decisiones en problemas complejos (Belton y Stewart, 2002), se encuentra el TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution*). Es una herramienta que permite modelar problemas poco estructurados que involucran un volumen importante de criterios y alternativas (Belton y Stewart, 2002). Se selecciona por su simplicidad en el uso, la capacidad de minimizar la distancia entre cada una de las alternativas en el conjunto y una alternativa virtual ideal, y de maximizar la distancia entre las mismas alternativas y una alternativa virtual no ideal (Hwang y Yonn, 1995). Se usará para determinar el orden de preferencia del conjunto finito de alternativas (FIGURA 1). Lo positivo se conoce como solución ideal, la cual maximiza los criterios de beneficios y minimiza los de mínimo; mientras que la contraparte se conoce como solución ideal negativa, en la cual se maximiza el costo y se minimizan los criterios de beneficios (Belton y Stewart, 2002).

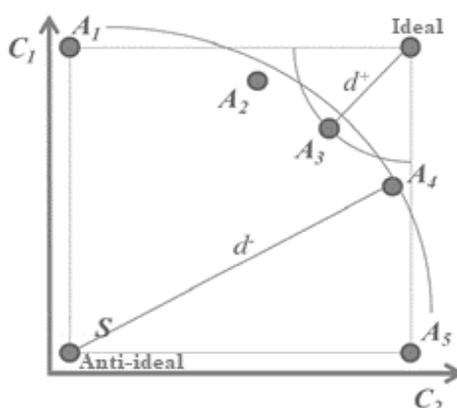


FIGURA 1. Método TOPSIS<sup>1</sup>.

La solución ideal y anti-ideal son soluciones artificiales. En este sentido, la solución ideal contiene a todos los valores de los criterios que pertenecen a los valores óptimos de las alternativas; la solución anti-ideal es la solución agrupa a todos los valores de los criterios que conciernen a los valores menos deseados de cada criterio de la calificación de las alternativas. Los objetivos se logran simultáneamente resolviendo una similitud - o relación de proximidad relativa. El procedimiento para esta metodología en las siguientes etapas:

<sup>1</sup> Fuente: Adaptado de multiple criteria decision analysis: an integrated approach por Belton, V. y Stewart, T., 2002, Springer Science+Business Media Dordrecht.

- 1) Se construye la matriz de respuestas con un conjunto de alternativas  $A_i$   $i = 1, 2, \dots, m$  calificadas a través de un conjunto de criterios  $C_j$   $j = 1, 2, \dots, n$  construyendo la matriz de respuestas (TABLA 1).

	$C_1$	$C_2$	$C_n$
$A_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{1n}$
$A_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{2n}$
$A_n$	$a_{m1}$	$a_{m2}$	$a_{mn}$

**TABLA 1.** Matriz de respuesta modelo.

- 2) Se normaliza la matriz mediante la ecuación 1.

$$\bar{X}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad \text{ec. 1}$$

- 3) Obtenida la función de normalización se calcula la matriz de resultado normalizada y ponderada por los pesos específicos de cada criterio.

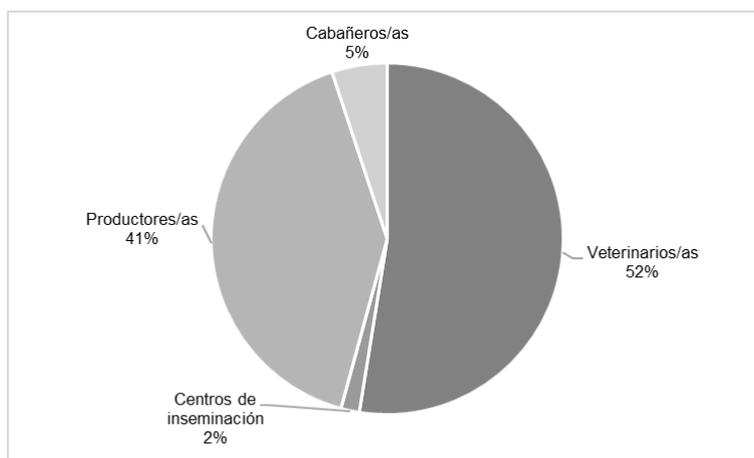
- 4) Realiza el cálculo de las distancias mediante la ecuación 2.

$$D_p(x, y) = [\sum_i (X_i - y_i)^p]^{\frac{1}{p}} \quad \text{ec. 2}$$

- 5) Por último, se calcula la razón de similitud (RS) (ec.3) y se establece la jerarquía de las preferencias para las alternativas de decisión.

$$RS_i = \frac{i_i^-}{i_i^- + i_i^+} \quad \text{ec. 3}$$

A la hora de desarrollar el análisis comparativo entre los criterios y obtener el peso de ponderación de cada uno de estos, se realizó una encuesta a expertos del sector sobre la calidad genética del reproductor. Para la valoración se utilizó una escala de Likert de 1 a 5, siendo 1 nada relevante y 5 muy relevante. Para esto se confeccionó un formulario estructurado que fue respondido online por 60 actores relacionados con la calidad de genética en reproductores bovinos, valorando los 12 criterios utilizados. Dentro del entramado de actores consultado, más de la mitad pertenecen a la profesión de veterinarios y el resto productores, cabañeros y miembros de centros de inseminación (FIGURA 2).



**FIGURA 2.** Expertos relevados.

Luego se desarrolló el comparativo entre el ranking con el precio remunerado por los mismos en el remate feria. Este último es tomado como indicador de las preferencias y decisiones tomadas por los clientes. Construido el ranking de las alternativas de reproductores a comercializar por su calidad genética, se realiza una comparación con los precios pagados en el remate feria de los reproductores. Para esto, se utilizó el coeficiente de correlación de *Pearson* y correlación de sendero para analizar la dependencia entre las variables.

### 2.3 Resultados y ponderación de criterios

En la TABLA 2 se plantean los resultados para los 12 criterios de gestión genética y los 20 reproductores como alternativas de decisión. De manera explicativa se desarrolla una descripción de los resultados de cada criterio:

- **C1:** Presenta una media de 2,7. Esto significa que en promedio los 20 reproductores analizados tienen un valor medio en su temperamento. A su vez, se presenta un desvío de 1,1 y su coeficiente de correlación con relación al precio es de  $R=-0,03$ . Este último indica que no existe relación significativa entre el valor de la docilidad y el precio pagado por los reproductores. Los reproductores 4 y 11 son los de mayor valor, mientras que el reproductor 13 es el de menor valor.
- **C2:** En cuanto a la capacidad de servicio, se obtuvo un valor medio de 4, siendo un buen valor como característica reproductiva. Además 9 reproductores obtuvieron el valor máximo posible para este criterio. El C2 presenta un desvío similar al C1 y un coeficiente de correlación negativo de  $R=-0,22$  con relación a los precios pagados.

- **C3:** El criterio condición corporal obtuvo un valor medio de los reproductores de 3,8 y el desvío de 0,1 (más bajo entre los criterios). Además, un coeficiente de correlación de  $R=0,05$  con los precios. Los reproductores 1, 2 y 4 fueron los de mayor valor y los reproductores 11 y 18 los de menor.
- **C4:** El criterio de circunferencia escrotal tuvo un valor medio de 37,9 cm y un desvío de 1,7 cm. Fue el segundo criterio con mayor correlación positiva con los precios, siendo el  $R=0,48$ . Los reproductores 6 y 7 fueron los de mayor valor, mientras que el reproductor 12 el de menor.
- **C5:** El valor medio del C5 fue de 2,5 mm y un desvío de 0,4. Este fue el criterio que mayor correlación positiva se obtuvo con los precios obtenidos por los reproductores, siendo el  $R=0,56$ . Los reproductores 7 y 16 fueron los de mayor valor y los reproductores 3 y 12 los de menor valor.
- **C6:** El valor medio del área de ojo de bife obtenido fue de 77,6 cm<sup>2</sup> y un desvío de 7,4. El coeficiente de correlación con precios es de  $R=-0,04$ . El reproductor 18 fue el de mayor valor y el reproductor 8 el de menor valor.
- **C7:** La media de los reproductores analizados es de 0,61 grs/día, con un desvío de 0,18 grs/día. Analizando el coeficiente de correlación con relación al C7 de los reproductores con los precios comercializados por esto, obtuvo un R positivo de 0,47. El reproductor que mayor ganancia diaria de peso obtuvo fue el 20; y el de menor el reproductor 10.
- **C8:** El valor medio para los reproductores analizados fue de 6,1 ml por reproductor, con un desvío de 3,3 ml. La correlación con los precios fue baja, con un  $R=0,15$ . El reproductor 15 fue el de mayor volumen, mientras que el reproductor 14 el de menor valor.
- **C9:** El valor medio de los reproductores fue de 4,4; con un desvío de 0,7. La correlación con los precios fue de  $R=0,14$ . La mitad del total de reproductores (50%) obtuvieron el máximo valor posible para el criterio (5), mientras que 3 reproductores (3, 6 y 12) obtuvieron un valor de 3.
- **C10:** El valor medio fue de una concentración de 602 por ml, con un desvío de 276. La correlación con los precios pagados fue de  $R=0,01$ , siendo el criterio con menor grado de correlación. El reproductor 13 fue el de mayor valor, mientras que el reproductor 3 el de menor.
- **C11:** La media de la muestra de reproductores fue de 68,7; con un desvío de 8,5. La correlación con precios fue de  $R=0,06$ . El reproductor de mayor valor en este criterio fue 7, mientras que el de menor valor el reproductor 12.
- **C12:** El valor medio fue de 96,1 % de espermias normales, con un desvío de 1,5%. La correlación con los precios fue

R=-0,08. Los reproductores con mayor valor fueron el 1, 11 y 18 con un 98% y los de menor 3, 5, 12, 14 y 16 con un 94%.

Alt/crit	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Rep. 1	2,5	2	4	38	2,8	81,2	0,93	3,5	5	450	76	98
Rep. 2	4	5	4	39,5	2,5	69,4	0,57	9	4	428	62	97
Rep. 3	2	4	3,75	34,5	2	79,1	0,41	3	3	226	67	94
Rep. 4	4,5	2	3,75	38	1,8	87,9	0,66	3	4	638	78	97
Rep. 5	1,5	5	4	39	2,2	76,5	0,54	3	4	283	75	94
Rep. 6	2	2	3,75	40,5	2,5	78	0,72	8	3	337	65	95
Rep. 7	2,5	5	3,75	40,5	3	74,1	0,72	12	5	585	83	95
Rep. 8	2,5	5	3,75	37	2,2	72,6	0,61	7	4	356	80	96
Rep. 9	1,5	4	3,75	37	1,9	72,8	0,38	9	5	944	71	97
Rep. 10	2	4	3,75	39	2,6	90,2	0,34	8	5	757	78	97,5
Rep. 11	4,5	5	3,5	35	2,7	73,2	0,57	3	5	388	70	98
Rep. 12	2,5	5	3,5	35,5	1,8	73,4	0,45	4	3	297	50	94
Rep. 13	1	3	3,75	37	2,9	78	0,46	8	5	1100	70	97
Rep. 14	2	5	3,75	40	2,8	72,9	0,59	2,5	4	906	59	94
Rep. 15	2,5	3	3,75	37,5	2,4	81,8	0,53	14	5	400	65	96
Rep. 16	2	4	3,75	39,8	3	62,9	0,78	6	5	856	61	94
Rep. 17	5	3	3,75	37	2,5	73,6	0,58	6	4	550	70	96
Rep. 18	3	5	3,5	36,5	2,2	94,1	0,52	3,5	5	1000	58	98
Rep. 19	1,5	5	3,75	38	2,8	75,7	0,73	6	5	960	62	97
Rep. 20	4	3	3,75	38,5	2,5	84,2	1,06	3,5	4	580	74	97
MEDIA	2,7	4,0	3,8	37,9	2,5	77,6	0,61	6,1	4,4	602	68,7	96,1
DESVIO	1,1	1,1	0,1	1,7	0,4	7,4	0,18	3,3	0,7	276	8,5	1,5
CORR.	-0,03	-0,22	0,05	0,48	0,56	-0,04	0,47	0,15	0,14	0,01	0,06	-0,08

**TABLA 2.** Matriz de resultados criterios por reproductores.

Comparando los criterios mediante el coeficiente de correlación entre estos, se pudo obtener que la capacidad de servicio y ganancia diaria de peso tienen la mayor correlación negativa (R= -0,349), seguido por capacidad de servicio y área de ojo de bife (R= -0,325). Los criterios de motilidad masal y concentración seminal son los de mayor correlación (R=0,606), seguido por los criterios motilidad masal y morfología (R=0,568) (TABLA 3).

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
C1	1											
C2	-0,154	1										
C3	-0,163	-0,245	1									
C4	-0,166	-0,108	0,5093	1								
C5	-0,145	0,0185	0,1948	0,4975	1							
C6	0,1077	-0,325	-0,172	-0,147	-0,281	1						
C7	0,2625	-0,349	0,266	0,4117	0,4123	-0,056	1					
C8	-0,205	-0,062	0,1437	0,3117	0,2285	-0,143	-0,171	1				
C9	-0,126	0,0832	0	0,1039	0,5171	0,0998	0,0536	0,3316	1			
C10	-0,29	0,0542	-0,178	0,1756	0,34	0,1264	-0,061	0,0539	0,6061	1		
C11	0,1073	-0,266	0,3854	0,184	0,1067	0,2079	0,19	0,1692	0,2583	-0,128	1	
C12	0,3393	-0,214	-0,063	-0,201	0,0843	0,489	0,1056	0,0472	0,568	0,3205	0,2782	1

**TABLA 3.** Correlación entre criterios.

De acuerdo con la consulta efectuada a expertos, se le asignaron los pesos a cada uno de los criterios (TABLA 4). El criterio 4 (circunferencia escrotal) fue el de mayor peso, seguido por el criterio de capacidad de servicio. Mientras que el criterio 5 (engrasamiento) fue el de menor peso considerado.

Criterio	Peso
C1	0,082
C2	0,092
C3	0,084
C4	0,097
C5	0,074
C6	0,076
C7	0,082
C8	0,079
C9	0,080
C10	0,082
C11	0,087
C12	0,086

**TABLA 4.** Pesos de criterios.

## 2.4 Desarrollo de ranking de alternativas

Se obtuvieron los resultados de la razón de similitud para cada alternativa, obteniendo un ranking de los 20 reproductores con el método TOPSIS (TABLA 5). El reproductor 7 fue el que mejor puesto obtuvo en comparación con los demás, siendo el del tercer precio mejor pago. Luego lo siguió el reproductor 2; mientras que el reproductor 3 fue el de peor ranking, siendo además el de menor precio pagado. El segundo peor reproductor, por características de calidad genética, fue el reproductor 5. Los reproductores

mejores pagos fueron el 16 y el 20, ocupando los puestos en el ranking 7 y 5 respectivamente.

Si analizamos las relaciones entre los precios y las posiciones en el ranking obtenidas a partir de la calidad genética de los reproductores, se pudo establecer un índice de correlación  $R= 0,26$ . Este es un tipo de coeficiente de correlación positiva débil (Hernández Sampieri *et al.*, 2006), indicándonos que existe una relación positiva entre la posición en el ranking de los reproductores y el precio remunerado por el mismo. El *p-value* obtenido fue de 0,34; indicando que existen evidencias para suponer independencia entre las variables precio y razón de similitud de calidad genética.

Reprod.	Razón	Ranking	Valor
7	0,599	1	\$410.000
2	0,523	2	\$340.000
15	0,516	3	\$350.000
17	0,494	4	\$360.000
20	0,491	5	\$440.000
19	0,490	6	\$330.000
16	0,478	7	\$440.000
18	0,477	8	\$330.000
9	0,466	9	\$300.000
13	0,465	10	\$370.000
10	0,447	11	\$420.000
11	0,445	12	\$350.000
4	0,435	13	\$300.000
8	0,414	14	\$300.000
14	0,413	15	\$330.000
1	0,386	16	\$390.000
6	0,349	17	\$400.000
12	0,296	18	\$380.000
5	0,294	19	\$355.000
3	0,222	20	\$300.000

**TABLA 5.** Resultados de ranking y precios.

El reproductor 7 se presenta con las características planteadas en la TABLA 6. A nivel comparativo con los demás reproductores, los criterios de capacidad de servicio, circunferencia escrotal, ganancia de peso diaria, motilidad y vigor seminal son los que se presentan con diferencias claras.

Crterios	Rep. 7	Prom.
Docilidad	2,5	2,7
Capacidad de servicio	5	4,0
Condición corporal	3,75	3,8
Circunferencia escrotal	40,5	37,9
Grasa dorsal (mm)	3	2,5
Área ojo de bife (cm <sup>2</sup> )	74,1	77,6
Ganancia de peso (g/día)	0,716	0,608
Volumen seminal (ml)	12	6
Motilidad masal	5	4
Concentración	585	602
Vigor	83	69
Morfología (% esp. Norm.)	95	96

**TABLA 6.** Características del reproductor 7 y el promedio.

### 3. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la relevancia del problema de decisión multicriterio a la hora de adquirir un reproductor bovino macho, se planteó como objetivo de este trabajo desarrollar un ranking de reproductores para compararlo con el precio pagado por los mismos en un remate efectuado en 2021 en La Pampa. Como principal reflexión se puede plantear que, en ese remate, los clientes consideraron los datos de la calidad genética a la hora de pagar por los reproductores, pero las relaciones estadísticas no resultaron lo suficientemente robustas como para indicar dependencia entre las variables. Por lo tanto, se podría considerar que, además, se ponderaron otros criterios a la hora de adquirir y pagar por los reproductores. Por ejemplo, se pudo constatar que el reproductor que se encuentra primero en el ranking no fue el adquirido con el mayor precio. Si bien la variable genética no es la única que se debe tener en cuenta para la selección de reproductores bovinos macho, es un pilar esencial para pensar el negocio en el largo plazo.

Culturalmente, las variables fenotípicas son las priorizadas en la selección de compra y formación del precio, las cuales no siempre se acompañan con los avances genéticos estandarizados en reproductores bovinos. Más allá de las decisiones individuales, que es sabido obedecen a perspectivas, capacidades, estados de ánimo y demás variables situacionales y cognitivas, es recomendable analizar objetivamente las características de los animales y establecer un análisis comparativo para poder interpretar mejor las relaciones entre precios y atributos de calidad genética de los reproductores machos bovinos. Este análisis puede permitir identificar oportunidades de compra de animales que, por sus características de calidad genética

estandarizadas y medidas, se encuentran relativamente en precios más convenientes.

En este marco, como futuros lineamientos de trabajo se podrían plantear pesos específicos para cada criterio según el momento de compra y decisión de los reproductores. Además, se podrían considerar otras variables, fuera de lo genético, para incorporarlas dentro del proceso de decisión multicriterio; por ejemplo, orden de venta del reproductor, premios obtenidos, relevancia de la cabaña de donde proviene el reproductor, entre otros aspectos.

#### 4. REFERENCIAS

Belton, V. y Stewart, T. (2002). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer Science+Business Media Dordrecht.

Calle Crespo, C. (2020). *Evaluación de semen bovino utilizando medios comerciales de criopreservación, Provincia de Morona Santiago, Ecuador*. Trabajo final para optar por el título de Especialista en Reproducción bovina. Universidad Nacional de Córdoba. [Link](#).

Cardozo, A. J., Velásquez, J., Rodríguez, G. y Prieto, E. (1999). *Evaluación reproductiva del macho bovino en condiciones tropicales: manual técnico*. Colombia: Corpoica. [Link](#).

Cardozo, A. J. (2002). *Plan de modernización tecnológica de la ganadería bovina colombiana*. Evaluación reproductiva del macho bovino en condiciones tropicales. [Link](#).

Chacón Jaramillo, J. (2021). *Criterios de selección y manejo reproductivo del toro Brahman en sistemas ganaderos de la Orinoquia*. Tesis para optar el título de Doctora en Agrociencias. Universidad de La Salle, Bogotá. [https://ciencia.lasalle.edu.co/doct\\_agrociencias/11/](https://ciencia.lasalle.edu.co/doct_agrociencias/11/)

Ferreira, M. y Gonzalez, R. (2017) *¿Por qué difieren los precios de los reproductores bovinos? El caso de los reproductores bovinos Angus en La Pampa*. Trabajo final de graduación para obtener el título de Licenciadas en Administración de Negocios Agropecuario. UNLPam.

Giménez Zapiola, M. (2007). Temperamento, modelar lo heredado. *Revista Brangus*, 29(55), 96-100.

Gutiérrez Cillan, J. (1991). La relación precio- calidad percibida: Un análisis de la evidencia empírica disponible. *Anales de estudios económicos y empresariales*, 6, 123-148

Heritier, M. (2016). *Características de Toros Aptos en la región Semiárida Central*. Tesis para optar por la Especialización en gestión de la producción bovina de carne en la región semiárida central. Facultad de Ciencias Veterinarias. La Pampa. [Link](#).

Hwang, C. L., y Yoon, K. (1981). *Methods for multiple attribute decision making*. En *Multiple attribute decision making* (pp. 58-191). Springer, Berlin, Heidelberg.

Lema, M. y Ravagnolo, O. (2015). *Selección de reproductores: Cómo usar las herramientas disponibles*. Seminario de actualización técnica:

Mejoramiento genético animal en bovinos para carne. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay.

Montovio, E. (2021). *Evaluación de toros de raza Hereford para función productiva y reproductiva en una cabaña de la Patagonia Norte*. Universidad Nacional de Río Negro. Informe Final de la Orientación y Prácticas Profesionales en Producción Animal para obtener el Título de Médico Veterinario. <https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/8246?mode=full>